کتابخانه
کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
شماره ثبت ۱۴۶۵

نشریه شماره ۱۳

کمیته ملی آبیاری و زهکشی

سومین سمینار آبیاری و زهکشی

آبان ماه ۱۳۵۳

در

سازمان آب و برق خوزستان

اهواز

از انتشارات وزارت نیرو

فهرست

۱ ـ برنامه سومین سمینار آبیاری و زهکشی ۱

۲ ـ اظهار خوش‌آمد آقای محمدقلی خدیوی مدیرعامل سازمان آب و برق خوزستان ۳

۳ ـ بیانات جناب آقای ایرج وحیدی وزیر نیرو و سرپرست وزارت آب و برق ٤

٤ ـ گزارش جناب آقای عزیزالله کهکشان رئیس کمیته ملی آبیاری و زهکشی‌ایران ٥

٥ ـ اثر آبیاری و کودشیمیائی ازته در تولید چغندر زمستانی در راسین
توسط آقایان هادی فرزدقی ـ علی کاشانی ۷

٦ ـ مطالعه دور آبیاری و مقادیر آب و کود برای محصولات چغندرقند ـ پنبه ـ لوبیا
توسط آقای محمود وائلی‌زاده ۲۲

۷ ـ استفاده از مقادیر تبخیر سطحی در برنامه‌ریزی آبیاری توسط آقای ماکس ـ سی ـ جنسن ٤٦

۸ ـ اصول فنی طرح شبکه انهار آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ٤
توسط آقایان محمد مداح ـ محمد کاظم سیاهی ٦۰

۹ ـ طرق اندازه‌گیری آب در پروژه‌های آبیاری توسط آقای کمال خسروشاهی ۸۱

۱۰ ـ مقایسه هزینه عملیات تسطیح اراضی جهت آبیاری بروش سطحی و مقایسه‌اقتصادی آن
با ایجاد تأسیسات آبیاری بروش بارانی توسط آقای مهدی سمین ۱۱۳

۱۱ ـ بررسی حدود کاربرد فرمولهای هیدرولیکی کانالها و مقایسه با سیستمهای اندازه‌گیری‌آبی
توسط آقایان حبیب‌الله تدین ـ علی‌اصغر موحددانش ۱۱۷

۱۲ ـ روش‌های تخمین مقدار آب مصرفی‌گیاهان توسط آقای محمود آدرنگی ۱۲٥

۱۳ ـ پوشش کانالها توسط آقای کمال‌خسروشاهی ۱۸٥

۱٤ ـ بررسی و تعیین احتیاجات آبی نیشکر هفت‌تپه توسط آقایان محمدحسن قانعی و
نظام‌الدین بنی‌عباسی ۲۰٥

۱٥ ـ محاسبه تبخیر از طشتک کلاس A با فرمول‌اصلاح شده کریستیانسن
توسط آقای عبدالرضا خسروی ۲۳۰

۱۶ - تأثیر کیفیتهای مختلف آب آبیاری بر روی میزان محصول واریته های گندم و نیاز غذائی آنها به کودشیمیائی توسط آقایان منصور آراسته و الیشا تاتارو ۲۵۳
۱۷ - تأثیر عوامل جوی در راندمان شستشوی متناوب خاک توسط آقای پرهام جواهری ۲۸۳
۱۸ - تحقیقات آبیاری قطره‌ای در ایران توسط آقای سالار افصح محلاتی ۳۰۴
۱۹ - بررسی احتیاج آبی و تعیین دور آبیاری روی گلرنگ و آفتابگردان در کرج توسط آقایان محمدعلی دادگر و کیخسرو فرجودی ۳۲۱
۲۰ - محاسبه میزان آب مصرفی در حوزه آبریز بحر خزر با استفاده از فرمول تورن ویت توسط آقای حسین ارفع ۳۳۸
۲۱ - بررسی احتیاج آبی چغندرقند در کرج به دو طریق آبیاری نشتی و باران مصنوعی توسط آقایان محمدعلی دادگر - منوچهر قریشی‌زاده - کیخسرو فرجودی ۳۶۶
۲۲ - قطعنامه سومین سمینار ۳۸۳

کتابخانه
دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید
تاسیس ۱۳۴۴

شرکت‌کنندگان سومین سمینار آبیاری و زهکشی

۱ - رحیم اتحاد	دفتر منابع طبیعی ومحیط زیست سازمان برنامه وبودجه
۲ - علی‌اکبر احمدی علوی آبادی	اداره کل مهندسی زراعی
۳ - محمود آدرنگی	سازمان آب وبرق خوزستان
٤ - محمدادیب	واحد آب وزارت آب وبرق
٥ - منصور آراسته	مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك
٦ - ارسلان ارشاد	سازمان آب وبرق منطقه شمال
۷ - حسین ارفع	مؤسسه آبشناسی ایران
۸ - محمدعلی اعتدالی	اداره کل مهندسی زراعی
۹ - منصور افروز	واحد طرح وبررسیها
۱۰ - سیروس آق‌اولی	شرکت برق منطقه‌ای جنوب شرقی
۱۱ - عبداله اکبریان	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۲ - احمدآل یاسین	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۳ - ایرج امیروفائی	واحد طرح وبررسیها
۱٤ - حسین امیر باغبادرانی	اداره کل کشاورزی خوزستان
۱٥ - خلیل امیری	سازمان آب منطقه‌ای اصفهان
۱٦ - احمدامین‌پور	انستیتو تکنولوژی اهواز
۱۷ - جهانگیر ابصاری	مهندسین مشاور مهاب
۱۸ - ریاض‌اله ایقانیان	اداره کل آبهای زیر زمینی
۱۹ - حسین بابائی	مهندسین مشاور مهاب
۲۰ - حسن بادکوبه‌ای	سازمان آب وبرق خوزستان
۲۲ - محمدبای بوردی	دفترفنی سازمان برنامه وبودجه
۲۳ - امیر هوشنگ برهان	اداره کل مهندسی زراعی
۲٤ - کمال برهانی نائینی	مرکز اصلاح وتهیه نهال وبذر وارمین
۲٥ - نظام‌الدین بنی عباسی	سازمان آب وبرق خوزستان
۲٦ - حسن پازکی فرد	دفتر فنی سازمان برنامه وبودجه
۲۷ - عباس پاشائی	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاهپور
۲۸ - رستم پرتوی	سازمان آب منطقه‌ای تهران
۲۹ - محمد اسماعیل پرویني	واحد آب وزارت آب وبرق
۳۰ - محمد پوراحمدی یزدان لنگرودی	اداره کل کشاورزی خوزستان
۳۱ - بهمن پیراسته	انستیتو باغبانی اصفهان

۳۲ ـ شاهرخ پیکری‌مه	اداره کل مهندسی زراعی
۳۳ ـ حبیب‌اله تدین	دانشکده کشاورزی دانشگاه آذرآبادگان
۳٤ ـ قاسم تشکر	اداره کل مهندسی زراعی
۳۵ ـ منوچهر تفضلی	مهندسین مشاور طالقانی دفتری
۳٦ ـ روح‌اله تمدنی	واحد طرح وبررسیها
۳۷ ـ جلال توتونچی	اداره کل مهندسی زراعی
۳۸ ـ ابوالقاسم توسلی	مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك
۳۹ ـ حسین توحیدی	اداره کل آبهای سطحی
٤۰ ـ پرویز جنتی	اداره کل مهندسی زراعی
٤۱ ـ ام . سی . جنسن	سازمان آب وبرق خوزستان
٤۲ ـ حبیب‌اله جوادی	دفتر فنی واحد آب
٤۳ ـ ابوالفضل جوانمردی	اداره کل مهندسی زراعی
٤٤ ـ پرهام جواهری	مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك
٤۵ ـ شاپور حاج رسولیها	انستیتوباغبانی دانشگاه اصفهان
٤٦ ـ محسن حجتی	سازمان آب وبرق منطقه شمال
٤۷ ـ نجم‌الدین حجتی	سازمان آب وبرق خوزستان
٤۸ ـ یحیی حریری	سازمان آب منطقه‌ای اصفهان
٤۹ ـ محمد حسین زاده فرسی	سازمان آب وبرق خوزستان
۵۰ ـ رضا حسینی	مرکز اصلاح وتهیه نهال وبذر وارامین
۵۱ ـ عبدالحسین حیفظی	سازمان آب وبرق خوزستان
۵۲ ـ کاظم حق نگهدار	سازمان آب منطقه‌ای فارس
۵۳ ـ پرویز حکیمی	اداره کل آبهای سطحی
۵٤ ـ سیروس حیدری	سازمان آب وبرق منطقه شمال
۵۵ ـ محمود خاکسارفرد	دفتر فنی واحد آب
۵٦ ـ ناصر خزاعی	اداره کل مهندسی زراعی
۵۷ ـ کمال خسروشاهی	سازمان آب وبرق خوزستان
۵۸ ـ عبدالرضا خسروی	مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك
۵۹ ـ روح‌اله خلع نظام خیاری	اداره کل مهندسی زراعی
٦۰ ـ علی ولی خوجینی	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
٦۱ ـ محمدعلی دادگر	اداره کل مهندسی زراعی
٦۲ ـ غلامحسین دانشخواه	اداره کل مهندسی زراعی
٦۳ ـ عنایت‌اله دستغیبی	سازمان آب منطقه‌ای فارس
٦٤ ـ نوراله دهناد	بخش خصوصی
٦۵ ـ فرهنگ راد	شرکت سهامی کشت وصنعت‌شاوور
٦٦ ـ محمدرضا راهدار	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاهپور
٦۷ ـ یوسف رحمانی	سازمان آب وبرق خوزستان
٦۸ ـ شاه جهان رستم فرودی	اداره کل مهندسی زراعی
٦۹ ـ سلیمان رضائی سراجی	مرکز تحقیقات ولابراتوار
۷۰ ـ محمد جعفر رفیع	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۷۱ ـ غلامرضا رهنورد	مهندسین مشاورگید
۷۲ ـ علیرضا سپا سخواه	دانشکده کشاورزی دانشگاه پهلوی
۷۳ ـ مقصود سرداری	اداره کل مهندسی زراعی
۷٤ ـ مسعود سعادت	سازمان عمران جیرفت

۷۵ - عبدالکریم سعیدی	انستیتو تکنولوژی اهواز
۷۶ - مرتضی سلیمان نژاد	سازمان آب وبرق خوزستان
۷۷ - عبدالرضا سلیمانی	دفتر فنی واحد آب
۷۸ - اسفندیار سنائی	اداره کل مهندسی زراعی
۷۹ - علی سوهانگر	سازمان آب وبرق خوزستان
۸۰ - محمد کاظم سیاهی	شرکت مهندسی بین‌المللی هارزا
۸۱ - ناصر شاهمیری	سازمان جنگلها ومراتع
۸۲ - محمد ابراهیم شایان	سازمان آب وبرق خوزستان
۸۳ - محمد شعبانی اشکوری	سازمان آب وبرق آذربایجان
۸۴ - اکبر شکرالهی	سازمان آب وبرق خوزستان
۸۵ - رسول شکرچیان	سازمان آب وبرق خوزستان
۸۶ - ابوالفضل شمسائی	دابشکده کشاورزی رضائیه
۸۷ - محمدعلی شهاست	واحد آب وزارت آب وبرق
۸۸ - محمد رضا شهریاری	اداره کل مهندسی زراعی
۸۹ - منصور شهیدی	واحد طرح وبررسیهای وزارت آب وبرق
۹۰ - مجید شیشه‌گر	سازمان آب وبرق خوزستان
۹۱ - علی شیعه‌بیگی	مهندسین مشاور مهاب
۹۲ - منوچهر صابونی	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور
۹۳ - حسین صدقی	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور
۹۴ - پرویز صفائیان	سازمان هواشناسی کشور
۹۵ - منصورصفرپور	مهندسین مشاور طالقانی - دفتری
۹۶ - فریدون صمدانی	سازمان آب منطقه‌ای تهران
۹۷ - فرهاد علی صیرفی	شرکت مهندسی بین‌المللی هازرا
۹۸ - کاظم ضیاء ابراهیمی	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور
۹۹ - علیرضا ضیائی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۰۰ - احمد عاشور پور	واحدآب وزارت آب وبرق
۱۰۱ - هوشنگ عقابی	سازمان عمران جیرفت
۱۰۲ - احمد علامه	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۰۳ - علی‌اکبر علوی	سازمان آب منطقه‌ای تهران
۱۰۴ - مرتضی غفاری	دانشکده کشاورزی رضائیه
۱۰۵ - محمد رضا فاطمی دزفولی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۰۶ - کیخسرو فرجودی	اداره کل مهندسی زراعی
۱۰۷ - روح‌اله فرزانه	مهندسین مشاوراکزاکت
۱۰۸ - هادی فرزدقی	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی‌شاپور
۱۰۹ - عباسعلی فیوضات	دانشکده کشاورزی دانشگاه پهلوی
۱۱۰ - نادرقاسم زاده دقیق	اداره کل آبهای سطحی
۱۱۱ - محمد قاضی نوری	اداره کل آبهای سطحی
۱۱۲ - محمد باقر قالیچی	سازمان آب منطقه‌ای تهران
۱۱۳ - محمد حسن قانعی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۱۴ - عبدالعلی قبادی	مهندسین مشاور طالقانی - دفتری
۱۱۵ - عطاءاله قبادیان	دانشکده علوم دانشگاه جندی شاپور
۱۱۶ - قهرمان قدرت‌نما	مدیریت منابع آب سازمان برنامه وبودجه
۱۱۷ - محمد صادق قطبی	اداره کل آبهای سطحی

۱۱۸ - محمد باقر قلیزاده	دفتر فنی واحد آب
۱۱۹ - مسعود قوامی	مهندسی مشاور طالقانی - دفتری
۱۲۰ - علی کاشانی	دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور
۱۲۱ - علی حسن کاظمی	اداره کل مهندسی زراعی
۱۲۲ - محمدعلی کشاورز	اداره کل آبهای زیر زمینی
۱۲۳ - حیدرعلی کشکولی	دانشکده کشاورزی دانشگاه‌جندی‌شاپور
۱۲۴ - ماشاءاله کمالی	سازمان آب وبرق آذربایجان
۱۲۵ - رضا کیاالحسینی	اداره کل مهندسی زراعی
۱۲۶ - جلال کیوانفر	واحد آب وزارت آب وبرق
۱۲۷ - محسن لحنی	اداره کل آبهای زیر زمینی
۱۲۸ - عباس مبشری	بانک توسعه کشاورزی ایران
۱۲۹ - مهدی مبین	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۳۰ - احمد محجوب	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۳۱ - سالارافصح محلاتی	مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك
۱۳۲ - مهدی محیط کرمانی	مهندسین مشاورگید
۱۳۳ - محمد حسین مخملی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۳۴ - محمد مداح	شرکت مهندسی بین‌المللی هارزا
۱۳۵ - مرتضی مرتضوی	اداره کل مهندسی زراعی
۱۳۶ - جعفر مریدی	سازمان آب وبرق آذربایجان
۱۳۷ - ناصر مستوفی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۳۸ - حیدرقلی مسعودی	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۱۳۹ - علی‌محمد معصومی	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۱۴۰ - علی‌اصغر موحد دانش	دانشکده کشاورزی دانشگاه آذرآبادگان
۱۴۱ - فیروز مهدوی	مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك
۱۴۲ - محمدمهدوی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۴۳ - مهران مهدوی	سازمان آب منطقه‌ای فارس
۱۴۴ - محمدعلی مهرشاد	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۴۵ - منوچهر مهروز	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۴۶ - مهدی‌میراب زاده	دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
۱۴۷ - جلال میرزادگان	دفتر فنی واحد آب
۱۴۸ - هوشنگ نظافتی	سازمان آب وبرق آذربایجان
۱۴۹ - محمود نقاش	اداره کل کشاورزی خوزستان
۱۵۰ - سیدعلی نقوی	سازمان آب منطقه‌ای تهران
۱۵۱ - فرزاد نوروزی	مهندسین مشاور طالقانی - دفتری
۱۵۲ - فریدون نیکنام	سازمان جنگلها ومراتع
۱۵۳ - محمود وائلی زاده	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۵۴ - مهدی واحدین	واحد آب وزارت آب وبرق
۱۵۵ - اصغر واعظ زاده	مرکز اصلاح وتهیه نهال وبذرورامین
۱۵۶ - حسین وفا	دانشکده علم وصنعت ایران
۱۵۷ - علی‌ولدیان	سازمان عمران غرب
۱۵۸ - ناصر قلی‌هائی	سازمان آب وبرق خوزستان
۱۵۹ - مرتضی هاشمی صفائی	اداره کل مهندسی زراعی
۶۰ - محمد همامی	سازمان آب وبرق خوزستان

برنامه سومین سمینار آبیاری وزهکشی

۱۳۵۳/۸/۲۵ لغایت ۱۳۵۳/۹/۱

محل سمینار اهواز ـ سازمان آب وبرق خوزستان ـ باشگاه سازمان

شنبه ۰۳/۸/۲۵

ساعت ۸/۰ صبح حرکت اعضاء سمینار از میدان ششم بهمن (ایستگاه اول) واداره مرکزی سازمان آب وبرق خوزستان (ایستگاه دوم) وسیله اتوبوس بمحل سمینار .ساعت ۹ تا ۱۰ صبح توزیع کارت بین اعضاء سمینار در مدخل سالن باشگاه .

ساعت ۱۰/۰ مراسم افتتاح سمینار درسالن باشگاه بشرح زیر :

ـ اظهار خوش‌آمد از طرف آقای محمد قلی خدیوی مدیر عامل سازمان آب وبرق خوزستان

ـ افتتاح سمینار وسیله جناب آقدی ایرج وحیدی وزیر آب وبرق

ـ گزارش جناب آقای عزیزاله کهکشان رئیس کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران .

ـ پذیرائی چای از مدعوین .

ساعت ۱۳/۰ تا ۱۷ اولین جلسه سمینار بریاست آقای روح‌اله فرزانه استاد دانشگاه تهران ونایب‌رئیس کمیته ملی آبیاری وزهکشی برای بحث درباره مقالات زیر :

۱ ـ اثر آبیاری وکود شیمیائی ازته‌درتولید چغندرقند زمستانی درراسین خوزستان وسیله آقایان فرزدقی وکاشانی ازدانشکده کشاورزی اهواز .

۲ ـ مطالعه دورآبیاری ومقدارآب وکود برای چغندرقند، لویبا وپنبه وسیله آقای محمود وائلی زاده از قسمت آبیاری دز .

۳ ـ استفاده از مقادیر تبخیر سطحی در برنامه‌ریزی آبیاری وسیله آقای ام ـ سی ـ جنسن‌مشاور مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد .

یکشنبه ۱۳۵۳/۸/۲۶

ساعت ۸/۰ صبح حرکت ازمیدان ششم بهمن واداره‌مرکزی سازمان آب وبرق خوزستان بمحل سمینار .

ساعت ۹ تا ۱۲/۰ دومین جلسه سمینار بریاست آقای احمدآل‌یاسین مسئول طرح ساختمانی ورئیس قسمت آبیاری دز برای بحث درباره مقالات زیر :

٤ ـ اصول فنی طرح شبکه آبیاری وزهکشی درجه ۳و٤ وسیله آقایان محمد مداح ومحمد کاظم سیاهی از شرکت مهندسی بین‌المللی هارزا .

۵ ـ طرق اندازه‌گیری آب در پروژه‌های آبیاری وسیله آقای کمال خسروشاهی ازقسمت آبیاری دز .

٦ ـ مقایسه هزینه‌تسطیح اراضی برای آبیاری سطحی ومقایسه اقتصادی آن باآبیاری بارانی وسیله آقای مهدی سبین از قسمت آبیاری دز .

ساعت ۱۳/۰ تا ۱۷/۰ سومین جلسه سمینار بریاست آقای محمد باقر قلیزاده مدیرکل‌دفتر فنی واحد آب وزارت آب وبرق برای بحث درباره مقالات زیر :

۷ - بررسی حدود دقت و کاربرد فرمولهای هیدورلیکی کانالها ومقایسه با سیستمهای اندازه‌گیری آبی وسیله‌آقایان علی اصغر سوحد دانش وحبیب‌اله تدین ازدانشکده کشاورزی دانشگاه آذرابادگان .

۸ - روشهای تخمین مقدار آب مصرفی گیاهان وسیله آقای محمود آدرنگی از طرح ساختمانی دز.

۹ - پوشش کانالها وسیله آقای کمال خسروشاهی از قسمت آبیاری دز

۱۰ - بررسی وتعیین احتیاجات نیشکر هفت تپه وسیله آقایان نظام‌الدین بنی عباسی و محمد حسن قانعی از قسمت نیشکر هفت تپه .

۱۱ - محاسبه تبخیر ازطشتک وتبخیر وتعریق بافرمول وسیله‌آقای عبدالرضا خسروی ازمؤسسه خاکشناسی .

دوشنبه ۵۳/۸/۲۷

ساعت ۸/۰ صبح حرکت از میدان ششم بهمن واداره مرکزی سازمان آب‌وبرق خوزستان بمحل سمینار

ساعت ۹ تا ۱۲/۰ چهارمین جلسه سمینار بریاست آقای فیروز مهدوی رئیس مؤسسه خاکشناسی برای بحث درباره مقالات زیر :

۱۲ - تأثیر کیفیتهای مختلف آب آبیاری برروی میزان محصول وارتیه‌های گندم ونیاز غذائی آنها به کود شیمیائی وسیله آقای منصور آراسته از مؤسسه خاکشناسی.

۱۳ - تأثیر عوامل جوی درراندمان شستشوی متناوب خاك وسیله آقای پرهام جواهری ازمؤسسه خاکشناسی.

۱۴ - تحقیقات آبیاری قطره‌ای درایران وسیله آقای سالار افصح محلاتی از مؤسسه خاکشناسی .

ساعت ۱۳/۰ تا ۱۷ پنجمین جلسه سمینار بریاست آقای امیر هوشنگ برهان مدیر کل مهندسی زراعی برای بحث درباره مقالات زیر :

۱۵ - بررسی احتیاج آبی وتعیین دورآبیاری روی گلرنگ وآفتابگردان درکرج وسیله آقایان محمدعلی دادگرو کیخسرو فرجودی از اداره کل مهندسی زراعی .

۱۶ - محاسبه میزان آب مصرفی درحوزه آبریز بحرخزر با استفاده از فرمول تورن‌ویت وسیله آقای محمد حسین ارفع از مؤسسه آبشناسی ایران .

۱۷ - بررسی احتیاج آبی چغندرقند با روشهای آبیاری فنی وآبیاری بارانی درکرج وسیله آقای محمدعلی دادگر از اداره کل مهندسی زراعی .

ساعت ۱۷/۰ قرائت قطعنامه سمینار .

رئیس سمینار : آقای روح‌اله فرزانه استاد دانشگاه تهران ونایب رئیس کمیته ملی آبیاری‌وزهکشی .

منشی‌ها : آقای اکبر شکرالهی از سازمان آب وبرق خوزستان وآقای سالارافصح محلاتی‌از مؤسسه خاکشناسی .

روزهای ۲۵ - ۲۶ و ۱۳۵۳/۸/۲۷ که جلسات سمینار درباشگاه‌سازمان آب وبرق‌خوزستان تشکیل میشود اعضاء سمینار میتوانندناهار را درباشگاه مذکور صرف نمایند .

برنامه گردش علمی

سه‌شنبه ۵۳/۸/۲۸

ساعت ۸ صبح حرکت از میدان ششم بهمن به رامین برای بازدید از تأسیسات ومزارع دانشکده کشاورزی اهواز بازگشت باهواز ساعت ۱۳/۰ ساعت ۱۴ تا ۱۶/۰ بازدید ازکارخانه نوردلوله اهواز.

چهارشنبه ۵۳/۸/۲۹

ساعت ۷/۰ صبح حرکت از میدان ششم بهمن به شاوورو هفت تپه برای بازدید از تأسیسات آبیاری‌قطره‌ای‌شاوورو شبکه آبیاری ومزارع نیشکر هفت تپه وموزه‌های شوش وهفت تپه . بازگشت باهواز ساعت ۱۷

پنجشنبه ۸/۳۰ و جمعه ۵۳/۹/۱

ساعت ۷/۰ صبح پنجشنبه حرکت از میدان ششم بهمن به دزفول برای بازدید از سدمحمد رضاشاه پهلوی مزارع کشت وصنعت وشبکه آبیاری وزهکشی دز وصفی‌آباد - بازگشت باهواز بعدازظهر جمعه (اقامت پنجشنبه شب در دزفول).

اظهارخوش آمد آقای محمدقلی خدیوی مدیرعامل سازمان آب و برق خوزستان

جناب آقای دکتر وحیدی وزیر محترم نیرو وسرپرست وزارت آب وبرق
جناب آقای مجتبائی استاندار محترم خوزستان
حضار محترم

ازاینکه سومین سمینار آبیاری وزهکشی ایران درسازمان‌آب وبرق خوزستان تشکیل میشود بسیار خوشحالم و صمیمانه مقدم شرکت کنندگان دراین جلسه را تبریک می‌گویم کشورماضمن برخورداری از بسیاری از مواهب‌طبیعی کشور کم آبی است این موضوع مورد توجه خاص اعلیحضرت همایون شاهنشاه آریامهر میباشد ومعظم‌له در هر موقعیت و فرصتی اوامر موکدی برای حداکثر استفاده از آبهای کشور را صادرفرموده‌اند .

سومین سمینار آبیاری وزهکشی ایران امسال دراستانی برگزار میشود که پرآب‌ترین رودخانه‌های کشور درآن جریان داشته وسدهای مخزنی عظیم با شبکه‌های آبیاری مدرن ومجهز ساخته شده ویادردست ساختمان است .

تشکیل شرکت‌های کشت وصنعت وشرکتهای سهامی زراعی وهمچنین‌گسترش صنایع سنگین وصنایع مربوط به کشاورزی همه مرهون‌ایجاد سدهای مخزنی بزرگی چون سد محمدرضاشاه پهلوی‌میباشد .

باتکمیل ساختمان سد رضاشاه کبیر برودی هزاران هکتاردیگر ازاراضی زراعتی مرغوب با استفاده از سیستم آبیاری مدرن بزیرکشت خواهد رفت .

تاسیس کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران که رابط بین مؤسسات تحقیقات آبیاری وزهکشی ایران با سایر مؤسسات مشابه‌درکشورهای دیگر وهمچنین دانشگاهها ومراکز علمی‌ومطالعاتی دنیا میباشد بدون تردید ثمرات پرارزشی‌را در برخواهد داشت .

از خداوند متعال توفیق هرچه بیشتر این سمنار را دراجرای اوامرمطاع شاهنشاه آریامهر ورسیدن به هدفهای عالی خود مسئلت مینمایم .

بیانات جناب آقای ایرج وحیدی وزیر نیرو و سرپرست وزارت آب و برق

برای افتتاح سومین سمینار آبیاری وزهکشی

حضار محترم

بااظهار تشکر از خوش آمد آقای خدیوی مدیر عامل سازمان آب وبرق خوزستان ازاینکه‌در سومین‌سمینار آبیاری وزهکشی ایران شرکت مینمایم بسیار خوشوقتم.

ضرورت تشکیل این سمینار برای هیچیک از حاضرین پوشیده نیست . ایران دریکی از مناطق‌خشک جهان واقع شده وهمانطورکه میدانیم بهره‌برداری صحیح ازآب همیشه یک مشکل اساسی برای توسعه بخش کشاورزی درکشور ما بوده است . دراین هنگام که کشور ما باقدمهای بلند بسوی تمدنی بزرگ‌گام برمیدارد وظیفه ما است که هم‌گام‌باسایر پیشرفتها استفاده از منابع آب موجود کشور را درراهی که لازمه آنست سوق داده وبا همت وپشتکار خود وبا استفاده از فنون جدید آبیاری جبران این کمبود آب را بنمائیم .

همانطورکه استحضار دارید استفاده از منابع آب تنها ساختن سد ومخزن کردن آب درپشت آن ختم نمیشود ، ماسدهای مخزنی وانحرافی بسیار ساخته‌ایم وهم‌اکنون نیز دردست ساختمان داریم ولی موضوع حائز اهمیت نحوه‌استفاده ازآبهای ذخیره شده درپشت این سدها وهمچنین استفاده از سایر منابع آب کشور است که متاسفانه هنوز هم قسمت عمده‌ای از آن دراثر اعمال آبیاری بی‌رویه نه تنهاباعث هدررفتن آن میشود بلکه دربعضی موارد موجب خرابی و شوره زارشدن خاك نیزمیگردد وهمین موضوع سبب شده است که بارها اعلیحضرت همایون شاهنشاه آریامهر تأکید فرمایند که اولا ساختمان شبکه آبیاری وزهکشی زیر سدها تا آنهاردرجه ۳ و ٤ همزمان باساختمان‌خودسد خاتمه یابد ثانیاً بااعمال روشهای نوین آبیاری از قبیل آبیاری بارانی وآبیاری قطره‌ای بازده آبیاری را افزایش داده واز هدررفتن آبی که با تحمل زحمات زیاد وصرف هزینه‌های هنگفت عاید شده است جلوگیری بعمل آید .

خوشوقتم باطلاع برسانم که درراه نیل باین هدف اعتبارات مورد نیاز دربرنامه پنجساله عمرانی پنجم پیش‌بینی شده وتجهیز نیروی انسانی که تنها مشکل مابرای اداره وبهره‌برداری ازتأسیسات آبیاری است یکی ازبرنامه‌های اساسی راتشکیل میدهد .

باشد که دراثر مباحثات علمی وفنی وتبادل نظرهائی که‌دراین سمینارها میشود آمادگی کارشناسان ایرانی برای قبول این قبیل مسئولیتها باتربیت افراد کاردان بیش‌از پیش فزونی‌یابد واین مشکل نیز هرچه زودتر مرتفع گردد .

برگزاری این سمینار رابه کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران تبریک‌گفته وازکلیه وزارت‌خانه‌ها،دانشگاهها وسایر مؤسساتی که کمیته ملی آبیاری وزهکشی را یاری کرده ومشوق‌تشکیل آن بوده‌اند تشکر مینماید .

اینک بنام نامی اعلیحضرت همایون شاهنشاه آریامهر این سمینار راافتتاح‌مینمایم .

گزارش جناب آقای عزیز اله کهگشان رئیس کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

بمناسبت افتتاح سومین سمینار آبیاری وزهکشی

سروران گرامی وهمکاران ارجمند

بسیار خوشوقتم که برای سومین بار دورهم جمع شده‌ایم تامسائل آبیاری وزهکشی‌ایران را مورد بحث قرار داده وبرای رفع آن چاره‌اندیشی کنیم .

برای کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران باعث کمال افتخار است که تشکیل این‌سمینارها مورد استقبال کارشناسان محترم فن قرارگرفته وبیش از پیش برای شرکت‌درآن ابراز علاقه میفرمایند .

ابتکارها واقدامات نیاکان‌مادر استفاده از منابع آب مورد تحسین جهانیان‌است امیدوارم که ماهم بتوانیم در پرتو انقلاب شاه ومردم به پیشنیان خودتأسی جسته وبااجرای آبیاری صحیح از قطرات آب موجود حداکثر استفاده را بنمائیم وتصمیمات این سمینارها راهنمائی برای نیل باین هدف باشد .

دردوسالی که‌گذشت کمیته ملی آبیاری وزهکشی چه درسطح جهانی نعنی همکاری باکمیسیون بین‌المللی آبیاری وزهکشی وچه درسطح کشور با برخورداری از امکانات ویاری همکاران بانجام وظایف خود فعالانه ادامه دادازجمله:

۱ -پی‌گیری برای تکمیل ترجمه وچاپ فرهنگ فنی آبیاری زرهکشی . این کار باتمام مشکلاتی که دربرداشت با همت همکاران درمراحل نهائی خود میباشد وچاپ اول آن تا اواخر سال جاری دراختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت.

۲ - چون سال آینده نهمین کنگره بین‌المللی آبیاری وزهکشی درپایتخت اتحادجماهیرشوروی‌تشکیل‌خواهدشد ما موفق شده‌ایم سه فقره مقاله که ازطرف همکاران ایرانی تهیه شده است برای بحث درکنگره ارسال داریم که خوشبختانه باطرح آنها را درکنگره موافقت شده است .

ضمناً چون سال آینده مصادف بابیست وپنجمین سالگرد تأسیس کمیسیون بین‌المللی آبیاری وزهکشی میباشد طبق تصمیم شورای اجرائی کمیسیون قرار است بمنظور بزرگداشت این سالگرد همزمان باتشکیل نهمین کنگره یک نمایشگاه بین‌المللی آبیاری وزهکشی درمسکو دائرگردد برای تشکیل غرفه ایران دراین نمایشگاه اقداماتی با همکاری شرکت سهامی نمایشگاههای بین‌المللی ایران صورت‌گرفته است . امیدوارم این غرفه بخوبی نمایانگر پیشرفتهای آبیاری و زهکشی دره ۲ سال اخیر درایران باشد . همچنین قرار است بهمین مناسبت از طرف کلیه کشورهای عضو یک سری تمبر یادبود نیز درسال آینده چاپ‌ومنتشرگردد که برای انتشار آن ازطرف دولت‌ایران نیز اقداماتی صورت‌گرفت است .

۳ - برای استاندارد کردن مطالعات ، تهیه پروژه ، اجرای پروژه وبهره‌برداری‌از شبکه‌ها وآبیاری وزهکشی وتهیه پروژه‌های تیپ‌مطالعاتی مقدماتی صورت‌گرفته وقرار است این مطالعات‌تاتدوین چند جلد کتاب که حاوی کلیه نکات و توصیه‌های لازم باشد ادامه یابد .

٤ - دراین دوسال علاوه برچاپ فرهنگ فنی آبیاری وزهکشی که جریان آن باستحضار رسید نشریات دیگری‌بشرح زیر ازطرف کمیته ملی آبیاری وزهکشی ایران منتشر شده است .

- مجموعه مباحثات دومین سمینار آبیاری وزهکشی
- فهرست نشریات آبیاری وزهکشی سال ۱۳۰۱ درایران
- فهرست نشریات آبیاری وزهکشی سال ۱۳۰۲ درایران
- نشریه سالانه سال ۱۳۰۲ کمیته

همچنین دراین مدت بمنظور مبادله اطلاعات فنی با کمیسیون بین‌المللی آبیاری وزهکشی اطلاعات مورد نیاز مربوط بایران جمع‌آوری وبرای کمیسیون ارسال شده‌است ودر مقابل نشریات‌وکتابهائی که ازطرف این کمیسیون منتشر گردیده است درحداامکان دریافت یاخریداری ودراختیار سازمانها ومؤسسات علاقمند قرار دادهشده است .

توفیق سمینار رادرنیل به‌هدفهای خود صمیمانه آرزومندم .

طوری عمل نمود که گیاه قسمت عمده آب لازم جهت تبخیر وتعرق خود رااز ذخیره آب تحت‌الارضی تأمین کند وفقط برای تأمین مواد غذائی هرچندگاه قسمت سطحی خاك تاعمق معینی مرطوب‌گردد . برای این منظور آزمایشات زیر در روی واریته پلی‌بتا که تاکنون ازنظر تولید محصول ریشه وقند بهترین واریته درمحل شناخته شده مطرح‌واجراگردید .

آزمایش ۱ - سال زراعی ۱۳۵۱ - ۱۳۵۲

رفتارهای آزمایش :

الف - آبیاری : ۵ سطح فاصله آبیاری بشرح زیر درنظرگرفته شده است :

W_1-آبیاری موقعی که میزان تبخیر خالص(مقدار تبخیر از سطح طشتك استاندارد آمریکائی (A) Class متهای مقدار بارندگی) به ۴۰ میلیمتر برسد .

W_2 آبیاری هنگامیکه میزان تبخیر خالص به ۸۰ میلیمتری برسد .

W_3 آبیاری هنگامیکه میزان تبخیر خالص به ۱۲۰ میلیمتری برسد .

W_4 آبیاری نگامیکه میزان تبخیر خالص به ۱۶۰ میلیمتری برسد .

W_5 آبیاری هنگامیکه میران تبخیر خالص به ۲۰۰ میلیمتری برسد .

مقدار آب درهر آبیاری ثابت بوده وبرابر باحدود ۴۰ میلیمتری ارتفاع آب میباشد .

ورفتار آبیاری ازابتدای سیکل دوم فصل رشد (ازبهمن‌ماه) پیاده شده‌واولین آبیاری‌دراسفندماه انجام گردیده‌است.

ب : کود شیمیائی ازته : نظربااینکه طبق آزمایشات انجام شده خاکهای خوزستان منجمله خاك مزرعه آزمایشی راسین از نظر املاح پتاسی کاملا غنی هستند لذا درموقع تهیه زمین فقط مقدار ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار P_2O_5 بصورت سوپر فسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم درهکتارازت خالص بصورت اوره باخاك مخلوط‌گردیده ومقادیر ازت بشرح زیر بصورت کودسرك بعدازتنك کردن بزمین داده شد .

N_1 = ۵۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

N_2 = ۱۰۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

N_3 = ۱۵۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

N_4 = ۲۰۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

رفتارهای آبیاری بصورت قطعات اصلی ورفتارهای کودشیمیائی بصورت قطعات‌خردشده درداخل آنها درسه تکرار باطرح Split - Plot درمزرعه پیاده‌گردید تعداد کل‌قطعات آزمایش برابر ۶۰=۳×۵×۴ قطعه میباشد .

۱ - کشت قبل از چغندر: گندم ۲ - نوع خاك‌لوم سیلت دار ۳ - عمق آب‌تحت‌الارضی ۱۲۰-۸۰ سانتیمتر

۴- تاریخ تهیه زمین سردادماه ۱۳۵۱ ۵ - تاریخ کشت بیستم‌شهریور ۱۳۵۱

۶ - فاصله خطوط کشت ۵۰ سانتیمتر (کشت دوطرفه روی پشته‌هائی بفواصل یکمتر)

۷ - فاصله بوته‌های خطوط کشت ۳۰ سانتیمتر .

۸ - اندازه هر قطعه اصلی ۲۰ متر طول× ۱۲متر عرض .

۹ - اندازه هرقطعه فرعی ۲۰ متر طول ×۳مترعرض

۱۰ - عرض برداشت برای هر قطعه فرعی یک متر دروسط (دوردیف بوده ودرهر قطعه اصلی علاوه برآن دومتر از هر طرف برای آبیاری حاشیه درنظرگرفته شده ودردوطرف هرتکرار سه متر بعرض حاشیه اضافه شده است . درحین آزمایش اعمال حفاظتی برای پیش‌گیری ودفع آفات بطور کامل انجام شده است .

نتایج برداشت نهائی آزمایش (نیمه اول خردادماه ۱۳۵۲) درجداول الف ، ب ، ج نشان داده شده است .

بطوریکه ازجداول (الف) ، (ب) ، (ج) ملاحظه میشود اثر آبیاری روی میزان محصول ریشه وحتی قسمت هوائی (رأس)گیاه معنی‌دار نیست ودرمورد درصد قندفقط تفاوت‌بین آبیاریهای W_1 وW_5 و W_2 باسایر آبیاریهامعنی‌دار میباشد ومیتوان نتیجه‌گرفت که‌ازنظر درصدقند آبیاری خیلی زیاد وخیلی کم هردو مناسب نیستند وآبیاری بافواصل‌حدود ۸۰ میلیمتر تبخیر مناسبتر میباشد . برای اندازه‌گیری درصد قند ریشه نمونه‌ها به کارخانه قند حمل شده واندازه‌گیری‌درآنجا انجام گرفته است که بعلت مفقود شدن قسمتی ازنتایج آبیاری ۳ ازذکر نتایج آن صرفنظر شده‌است .

جدول (ب) نشان میدهدکه باازدیاد مقدارکودشیمیائی تاسطح رفتار N_3 (۱۵۰+۸۰=۲۳۰ کیلوگرم ازت‌خالص درهکتار) مقدار محصول ریشه افزایش داشته واین افزایش بین رفتارهای ۱و۳ وهمچنین ۲و۳ معنی‌دار میباشد ولی بالارفتن مقدارکود ازحد رفتار ۳ موجب کاهش محصول‌گردیده بطوریکه تفاوت حاصله بارفتار بحدمعنی‌دار رسیده است .

	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	Mean
N_1	3173	2570	3656	3456	3303	3232
N_2	3470	3893	3716	3353	3586	3604
N_3	5220	3906	4716	3810	3516	4234
N_4	3670	3683	3473	4600	3806	3846
Mean	3883	3513	3890	3805	3553	

$L.S.D_{MP}$ = معنی دار نیست

$L.S.D_{SP}$ = 612

L.S.D = 1457 ارقام داخل جدول

جدول (الف) اثرآبیاری وازت روی محصول ریشه چغندرقند

	W_1	W_2	W_4	W_5	Mean
N_1	21.30	22.90	19.10	21.90	21.27
N_2	19.70	21.30	21.10	21.100	20.81
N_3	19.20	21.30	21.60	21.70	20.92
N_4	18.60	21.60	19.20	19.40	20.14
Mean	19.73	21.79	20.25	21.00	

$L.S.D_{B.P}$= 597

جدول (ب) ــ اثرآبیاری وازت روی وزن راس (قسمت هوائی)

چغندرقند .

L.S.D (ارقام داخل جدول) = 1335

	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	Mean
N_1	1810	1080	1680	1633	1673	1575
N_2	2533	2863	1973	2110	2290	2354
N_3	3343	2653	3300	2530	2280	2821
N_4	4060	3226	2756	3100	3406	3310
N_5	2936	2455	2427	2343	2412	

جدول (ج) ــ اثرآبیاری وازت روی درصد قند ریشه چغندرقند

$L.S.D_{\%P}$= ۰٫۶

$L.S.D$(ارقام داخل جدول)= 1.30

باسطالعه جداول(ب) و(ج) دیده میشود که برخلاف ریشه مقدار رأس گیاه درکلیه موارد بوسیله ازت افزایش یافته است و بعلاوه میزان درصدقند نیز دررفتارهای ۱ و۳ بطور معنی‌دار نیست به رفتارهای ۲و٤ افزایش نشان داده است .

آزمایش ۲ سال زراعی ۱۳۵۲ - ۱۳۵۳

دراین آزمایش باتوجه به نتایج سال قبل اولا از نظر تسهیلات زراعت مکانیزه فاصله خطوط کشت باتوجه بـه آزمایشات تراکم بوته که قبلا انجام گرفته بوده تغییر داده شد وثانیاً نظر باینکه اغلب تولید کنندگان چغندر درسطح وسیع امکان کشت کلیه زمینهای خود را درشهریورماه ندارند واغلب کشت چغندر درمهرماه ادامه پیدامیکنند تاریخ کشت به نیمه دوم مهرماه تغییر داده شد .

رفتارهای آزمایش ۲ بشرح زیر میباشد :

الف آبیاری :

W_1 = آبیاری هنگامیکه میزان تبخیر خالص به ۳۰میلیمتر برسد .

W_2 = آبیاری هنگامیکه میزان تبخیر خالص به ۱۲۰میلیمتر برسد .

W_3 = آبیاری هنگامیکه میزان تبخیر خالص به ۲٤۰میلیمتر برسد

دراین آزمایش نیز رفتارهای آبیاری نظیر آزمایش قبل درنیمه دوم فصل رشد یعنی ازبهمن ماه‌پیاده گردید . علت محدود کردن رفتارهای آبیاری نتایج حاصل از آزمایش قبل ومطالعه نتایج حاصل از آزمایشات مشابه درصفی‌آباد بوده است .

ب ـ کود شیمیائی ازته :

N_1 = ۱۰۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

N_2 = ۱۵۰ کنلوگرم ازت خالص درهکتار

N_3 = ۲۰۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

N_4 = ۲۵۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

N_5 = ۳۰۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار

از مقادیر ذکرشده دربالا ۱۰۰ کیلوگرم ازت خالص بصورت اوره قبل ازکشت همراه با ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_3 به زمین داده شد وبقیه را پس‌از تنک کردن باخاك مخلوط کرده وآبیاری‌گردید . قطعات آبیاری‌بصورت قطعه اصلی‌وقطعات کود ازته بصورت قطعه خردشده درداخل آن پیاده شده وآزمایش درسه تکرار انجام‌گرفت .بعلت ادامه‌بارندگی زمستانی اولین آبیاری درتاریخ ۱۸ اسفندماه برای رفتار W_1 بعمل آمده درهرآبیاری حدود ٤میلیمتر آب درجویهای ۲۰متری مسدود داده شد ومقدار آن برای رفتارهای مختلف آبیاری یکسان بوده است . تاریخ آبیاری رفتارهای مختلف‌درجدول ضمیمه داده شده است . بطوریکه ملاحظه میشود تعداد دفعات آبیاری برای رفتارهای ۱و۲و۳ بترتیب۱۳و۱۹و۱۹ بار در دوره دوم فصل رشد میباشد .

سایر اطلاعات درمورد آزمایش بشرح زیر است .

۱ ـ کشت قبل از چغندر : سودان‌گراس

۲ ـ نوع خاك : لوم سیلت‌دار

۳ ـ عمق آب تحت‌الارضی : ۱۲۰- ۸۰ سانتیمتر

٤ ـ تاریخ تهیه زمین : نیمه اول مهرماه ۱۳۵۲

۵ ـ تاریخ کشت : ۲٤ مهرماه ۱۳۵۲

٦ ـ تاریخ جوانه زدن : ۲۸ مهرماه ۱۳۵۲

۷ ـ فاصله خطوط کشت ۹۲ سانتیمتر

۸ ـ فاصله بوته‌ها روی خطوط کشت ۲۰ سانتیمتر

۹ ـ اندازه هرقطعه فرعی سه خط بطول ۲متر که فقط خط وسط برای برداشت مورد استفاده قرارگرفت .

۱۰ ـ اندازه هر قطعه اصلی ۱۹ خط بطول ۲۰ متر (۲ خط از هر طرف حاشیه آبیاری)

۱۱ ـ تاریخ تنک کردن : ۱۳۵۲/۸/۲٤

۱۲ ـ تاریخ وجین ۱۳۵۸/۲٤/۹/۵۲

۱۳ ـ تاریخ دادن کود ازته ۵۲/۸/۳۰

۱۴ - تعداد آبیاری قبل‌از زمستان : دوبار جهت جوانه زدن دوبار متوالی پس‌از کود -دوبار درفاصله جوانه‌زدن تاتنک کردن ویک بار پس‌از هرتنک یاوجین جمعاً ۸ با قبل از شروع بارندگیهای زمستانه .

۱۵ - تاریخ شروع بارندگیهای زمستانه ۵۲/۹/۲۲

۱۶ - مقدار کل بارندگی داده‌شده . ۲۸۸/۵ میلیمتر که ۲۰۳/۵ میلیمترآن درسال ۵۲ و۳۵ میلیمتر آن دربهار سال ۵۳ نازل شده‌است وازاین قدار ۳۵ میلیمتر پس‌از شروع رفتارهای آبیاری میباشد .

آزمایش دروسط مزرعه ۶ هکتاری چغندر قند پیاده شد ودرحین‌رشد گیاه نیز جهت‌تعیین عوامل رشد نمونه برداری‌گردید .

نتایج آزمایش :

بطوریکه ازشکل (۱) ملاحظه میشود دراولین نمونه برداری دردوازدهم‌فروردین ماه ۵۳ رفتار آبیاری هیچگونه تأثیر معنی‌داری روی میزان محصول غده ویارأس نداشته است ولی کمبود خفیف آب درهمین مدت سرروی‌درصد قندریشه تأثیر داشته بطوریکه تفاوت بین‌رفتار W_1 باسایر رفتارهای آبیاری معنی‌دارگردیده است. جالب توجه است که باگذشت زمان همانطورکه تفاوت بین رفتارهای آبیاری دررأس‌وریشه زیاد میشود (تفاوت رفتارهای W_1 با W_2 وW_3 دربرگ و W_1 یاو W_3 دربرداشت آخرریشه معنی‌دار میباشد)بهمان ترتیب‌هم تفاوت‌بین‌درصدقند دررفتارهای آبیاری کم‌شده‌ودر برداشت آخر هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین درصد قند رفتارهای مختلف آبیاری مشاهده نمیشود ولی شکل (۲) نشان میدهد که بعلت بالارفتن غلظت شیره‌در واقع کم‌آبی‌مقدار املاح سدیم وپتاسیم در رفتارهای W_2 و W_3 از W_1 بیشتر میباشد . شکل (۳) اثرکود شیمیائی را روی محصول ریشه درآبیاری‌های مختلف درسه تاریخ نمونه برداری نشان‌میدهد. بطوریکه ملاحظه میشود کمبود آب وازت هردو محصول راکاهش میدهند ولی دامنه‌نوسان محصول دراثر تفاوت ازت مصرفی در W_1 و W_2 و W_3 بترتیب کم‌میشودوبرعکس دامنه‌این تغییرات‌باگذشت زمان‌افزایش‌می‌یابدبطوریکه‌دربرداشت آخر این تفاوت به بیش از ۵۰ تن درهکتار بالغ میشود که‌ماکزیمم محصول بیش‌از ۹۰ تن درهکتار ازماکزیمم ازت مصرف شده (۳۰۰ کیلوگرم ازت خالص‌درهکتار) درآبیاری W_1 حاصل شده است‌ودر همین رفتارکود ازته بازیاد شدن فاصله آبیاری دردوره دوم فصل رشد وتقلیل دفعات آبیاری از ۱۳ باربه ۳ بار ویک بار بترتیب بمیزان ۶ تن و۱۸ تن از مقدار محصول کاسته است .

درشکل (۴) میانگین اثر ازت درروی محصول ریشه ورس ودرصد قند درتاریخهای مختلف برداشت نشان‌داده شده‌است‌ومشاهده‌میشود که باگذشت‌زمان‌میزان محصول‌ریشه‌افزایش‌یافته ومحصول رأس کم میشودواثرازت‌بسیارکلاسیک وواضح است . درمورد درصد قندگرچه بازمان مقدار آن افزایش‌می‌یابد اثر رفتارهای‌ازت نیز بجز N_5 که درحدپائینی قراردارد عموما یکنواخت شده بطورنکه در آخرین برداشت تفاوت معنی‌داری بین رفتارهای N_1 تا N_4 وجود ندارد ولی درصد قند در N_5 بمیزان قابل توجهی ازسایر رفتارهای زت کمتر است .

اشکال (۵) ، (۶) و(۷) اثر آبیاری ومیزان ازت‌را روی تولید قند خالص نشان‌میدهند و ملاحظه میشود که در آبیاری W_1 (شکل5A)میزان‌تولیدقند ناخالص‌دررفتارهای، N_3 و N_4 و N_5 تقریباً یکسان بوده وتفاوت‌فاحشی‌بین آنهاو رفتارهایN_1 و N_2 میباشدولی این‌تفاوتها دررفتارهای W_2 (شکل۶)و W_3|(شکل5B)بتدریج که‌ازدفعات‌آبیاری کاسته‌شده تدریجی‌تر شده ودر W_3 بفرم نسبتاً متمایزتری درآمده‌اندولی درمورد اثر آبیاری (شکل۷)تولید قند ناخالص در آخرین برداشت کلا انعکاس از تولید ریشه چغندر میباشد .مقدار املاح سدیم وپتاسیم موجود درشیره چغندر دررفتارهای ازت متناسب بامقدار ازت از حدود PPm ۱۷۰۰ تا PPm ۳۵۰۰ دربرداشت آخر تغییر مینمایند .

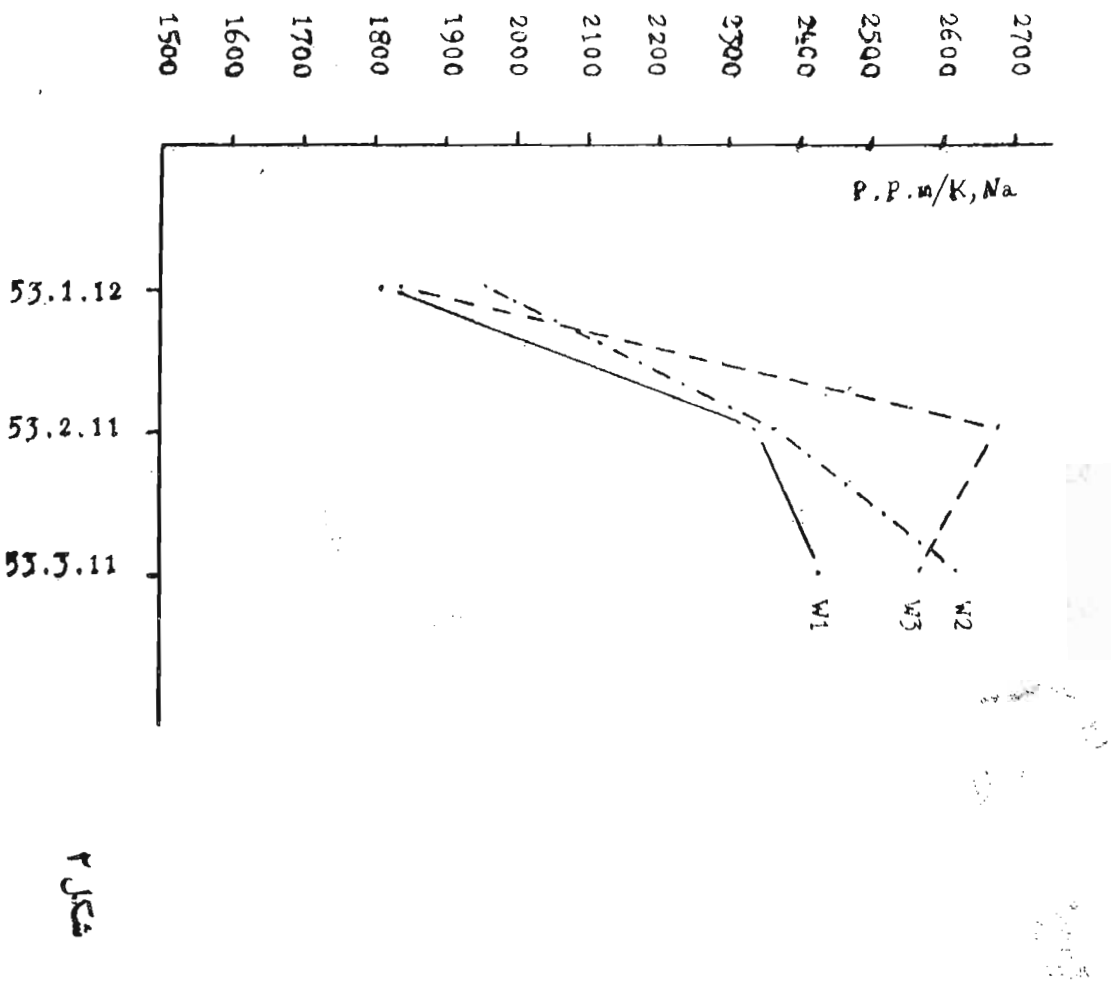
بنابراین سطوح بسیار بالای ازت ازنظر استخراج قند درکارخانه مرغوبیت کمتری خواهند داشت .

خلاصه و نتیجه‌گیری

دررامین ومحتملا درنقاط مشابه خوزستان که دارای خاك سیلت لوم بوده وآب تحت‌الارضی‌درنزدیکی سطح زمین حدود یک متر)قرار دارد چنانچه کشت چغندر درشهریورماه انجام شودکه قبل از شروع سرمای زمستان فرصت کافی برای بعمق رفتن‌ریشه‌های‌گیاه واستفاده از منطقه کاپیلاری آب تحت‌الارضی وجود داشته باشد احتیاج‌گیاه به آب درنیمه دوم فصل رشد چندان زیاد نیست وآبیاری تفاوت معنی‌داری در تولید محصول ایجاد نخواهد کرد ولی درکشت دیرتر (نیمه دوم مهرماه) اولاگیاه‌دردوره زمستان سرسبزتر بوده وثانیا اثر آبیاری درتولید محصول بیشتر خواهد بودولی در هردوحال مقدار ازت داده شده بگیاه اثر مهمتری درتولید ریشه خواهد داشت‌وکمبود آب را بمقدار زیادی‌بااضافه کردن ازت میتوان جبران نمود و بطوریکه از مقایسه‌اشکال (۳A) و(۳B) و (۳C) برمیآیددربرداشت ۱۱ خردادماه

W1
W2
W3
53.1.12
53.2.11
53.3.11
13
14
15
16
17
18
19
20
0
10
20
30
40
50
60
70
20
30
40
50
60
70
80
90
محصول برگ تن در هکتار
محصول غده تن در هکتار

شکل ۱


1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
P.P.m/K,Na
53.1.12
53.2.11
53.3.11
W1
W3
W2
W1
W2
W3

شکل ۲

N1
N2
N3
N4
N5
(W1)
(W2)
(W3)
53.1.12
53.2.11
53.3.11
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
محصول غده تن در هکتار

شکل ۳

12
13
14
15
16
17
18
19
20
د ر صد قند
N5
N4
N3
N1
N2
53.1.12
53.2.11
53.3.11
0
10
20
30
40
50
60
70
80
محصول برگ تن در هکتار
N2
N3
N4
N5
N1
53.1.12
53.2.11
53.3.11
10
20
30
40
50
60
70
80
90
محصول غده تن در هکتار
53.1.12
53.2.11
53.3.11
N1
N2
N3
N4
N5
N1
N2
N3
N4
N5

شکل ۴

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
محصول قند ناخالص تن در هکتار
53.1.12
53.2.11
53.3.11
N1
N2
N3
N4
N5
(W1)
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
محصول قند ناخالص تن در هکتار
53.1.12
53.2.11
53.3.11
N1
N2
N3
N4
N5
(W2)
N1
N2
N3
N4
N5

شکل ۵

N1
N2
N3
N4
N5
(W2)
قند ناخالص تن در هکتار
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
53.1.12
53.2.11
53.3.11
W1
W2
W3

شکل ۷

رفتارهای $N3W_1$ و N_2W_3 هردو درحدود ۷۲ تن ریشه‌تولید نموده‌اند که نتیجتاً میتوان استنباط کرد که تفاوت۳ بارآبیاری برای W_1 ویک‌باربرای W_3 فقط بااضافه کردن ۱۰۰ کیلوگرم ازت خالص درهکتار جبران گردیده است .درحالیکه رفتارهای N_1W_1 و N_3W_3 و N_3W_3 و N_1W_2 و N_2W_1 بدون تفاوت معنی‌دار باهم وبامیانگین حدود ۴ تن درهکتار حداقل محصول راتولید نموده‌اند بنابراین اگرهدفهای اصلی آبیاری راتأمین رطوبت جهت تبخیر وتعرق گیاه ونیز رسانیدن مواد غذائی به گیاه در نظر بگیریم درچنین اراضی که قسمت عمده آب لازم برای تبخیر وتعرق راگیاه میتواند از منابع زیر زمینی تأمین کند عمل عمده آبیاری درنیمه دوم فصل رشد محلول کردن مواد غذائی ورسانیدن آن به ریشه های گیاه میباشدوبدیهی است موقعیکه خاك از نظر مواد غذائی فقیر باشد آبیاری هم نمی‌تواند تأثیر چندانی درتولید محصول داشته باشد برعکس دریک خاك غنی باتأمین رطوبت بفواصل نسبتاً زیادهم مواد غذائی کافی جهت رشد دراختیارگیاه قرار خواهدگرفت . البته موضوع دیگری که بایستی مورد توجه قرارگیرد که کم‌شدن درصد قند وبالارفتن املاح درسطوح بالای ازت یاافزایش املاح درکم آبی های طولانی میباشد که بایستی حدود مناسب آب وازت را برحسب نوع خاك ودرجه حاصلخیزی آن در نظرگرفت . بعلاوه‌در مواردی نظیر آزمایش ۱ بخصوص درخاکهای حاصلخیز ، کود ازته خیلی زیاد باافزایش مقدار محصول رأس ممکن است موجب کاهش مقدار محصول ریشه گردد .

سپاسگزاری

بدینوسیله ازآقایان محمد رضا راهدار - فضل‌اله حمید یاحسن عرب نعمتی وسید حسن باقری فارغ‌التحصیلان دانشکده کشاورزی دانشگاه جندی شاپور که دراجرای این آزمایشات سعی‌فراوان نموده وهمکاری داشته‌اند نهایت سپاسگزاری مینمائیم .

فرزدقی - کاشانی

تاریخ آبیـــاری جـــدول ضمیمه

W_1 30	W_2 120	W_3 240mm
۵۲/۱۲/۱۸	۵۳/۱/۲۵	۵۳/۲/۱۵
۵۳/۱/۱۶		
۵۳/۱/۱۸	۵۳/۲/۱۵	
۵۳/۱۲/۵	۵۳/۲/۳۱	
۵۳/۱/۳۰		
۵۳/۲/٤		
۵۳/۲/۸		
۵۳/۲/۱۵		
۵۳/۲/۲۰		
۵۳/۲/۲٤		
۵۳/۲/۲۸		
۵۳/۲/۳۱		
۵۳/۳/٤		

Campbell R.E : and Viets F.G. (1967)l
Agron J. 59, pp. 349–54.
Haddock, J.L. (1959). J.AM.Soc.sug. Beet Technol, 344–655
Farazdaghi, H. (1968), Phd. theais, Reading, England
Harris, P.M. and Farazdaghi, H. (1968). In Root Growth
Wittington (Ed), Blackwell Sci. Pub.
Loomis, R,S. and Nevins D.J. (1963). J.AM. Soc. Sug.
Beet Technol. 12: 309–22
Loomis, R.S. and Worker, G.F. (1963). Agron. T. 55:509–15

مطالعه دور آبیاری و مقادیر آب و کود برای محصولات
چغندر قند ـ پنبه ـ لوبیا

محمود وافلی زاده

سازمان آب و برق خوزستان ـ قسمت آبیاری دز

طرح آزمایش : اسپلیت اسپلیت‌پلات

تعداد تکرار : ۳

تعداد تیمار : چهار تیمار آبیاری ، سه رقم وسه تیمار برداشت

مشخصات تیمارها :

الف آبیاری

I_1 آبیاری پس‌از ۱۵۰ میلیمتر تبخیر سطحی

I_2 آبیاری پس‌از ۱۰۰ میلیمتر تبخیر سطحی

I_3 آبیاری پس‌از ۵۰ میلیمتر تبخیر سطحی

I_4 آبیاری پس‌از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر سطحی

ب : رقم

ساخاپولی ، پلی تباوپر کوپولی

ج : برداشت

برداشت درتاریخهای ۵۲/۱/۱۱ ، ۵۲/۲/۹ ، ۵۲/۳/۱۱

کودقبل‌ازکاشت: ۱۵۰ کیلواوره+۳۰۰ کیلوفسفات آمونیم‌درهکتار یا ۱۲۰-۱۴۰-۰

کودسرك : ۱۳۰ کیلواوره درهکتار یا ۶۰۰-۰ درتاریخ ۵۱/۷/۱۹

کشت‌قبلی : شبدر

تاریخ کاشت : ۵۱/۶/۲۲

تاریخ آبیاری جدول شماره ۱

روش‌اجرای‌آبیاری کلیه قطعات آزمایش قبل از شروع رژیمهای آبیاری پنج مرتبه‌بطوریکنواخت آبیاری شده است . درکلیه آبیاریها آب ورودی وخروجی بوسیله دستگاههای‌پارشال فلوم مجهزبدستگاههای آب‌نگارثبت ومحاسبه شده است .

تبصره مقادیر باران موثر درقطعات محاسبه شده ومعادل آن‌تبخیر سطحی‌درنظرگرفته شده است . بنابراین درمواقع‌بارانی آبیاریها بمیزان باران موثر بتاخیر افتاده است ، شکل ۱ منحنی درجه حرارت‌حداقل وحداکثر وشکل ۲ ـ منحنی تبخیر وباران را درایستگاه هواشناسی‌صفی‌آبادنشان میدهدزمان آبیاری

هررژیم طوری انتخاب شده است که رطوبت خاك پس‌از قطع آبیاری بحد ظرفیت زراعی‌رسیده باشد واین زمان‌برای رژیمهای‌گوناگون متفاوت بوده است .

جدول ۱ - تعداد و تاریخهای آبیاری (۱)

تعداد	رژیمهای آبیاری (میلیمتر تبخیر سطحی)			
	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰
۱	۵۱/۸/۳	۵۱/۸/۶	۵۱/۸/۱۱	۵۱/۸/۲۶
۲	۸/۲۱	۹/۷	۱۱/۱۹+	۱۲/۲۲+
۳	۹/۵	۱۱/۱۸+	۵۲/۱/۱۲	۵۲/۱/۲۵++
٤	۱۰/۳۰	۱۲/۲۸+	۵۲/۲/٤++	۵۲/۲/۱۶
۵	۱۲/۲	۵۲/۱/۱۶	۲/۱۸	۳/۲
٦	۱۲/۲۰	/۲++	۲/۳۱	—
۷	۵۲/۱/۲+	۲/۱۲	—	—
۸	۱/۱۵	۲/۲۲	—	—
۹	۵۲/۱/۲۳	۵۲/۲/۳۰	—	—
۱۰	۲/۳++	—	—	—
۱۱	۲/۱۰	—	—	—
۱۲	۲/۱۶	—	—	—
۱۳	۲/۲۲	—	—	—
۱٤	۲/۲۷	—	—	—
۱۵	۳/۱	—	—	—
۱۶	۳/۶	—	—	—

* تاریخ آخرین آبیاری برداشت اول

** تاریخ آخرین آبیاری برداشت دوم

(۱) کلیه رژیمهای آبیاری قبل از اجرای رژیم پنج مرتبه در تاریخهای ۶/۲۲/ و ۶/۲۸ و ۷/٤ و ۶/۱۲ - و ۵۱/۷/۲٤ بطور یکنواخت آبیاری شده است و در تاریخ ۵۱/۷/۱۷ کلیه قطعات آزمایشی تنک شد .

جدول ۲ - مقدار آب مصرف شده در هکتار (میلیمتر) بااحتساب باران مؤثر (۱) و تعداد آبیاریها در هربرداشت (۲) را نشان میدهد .

برداشت	رژیمهای آبیاری (تبخیر سطحی - میلیمتر)			
	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰
۵۲/۱/۱۱	٦٤۰(۷)	٤٤۵(٤)	۳۵۸(۳)	۳٤۱(۲)
۵۲/۲/۹	۷٦۰(۱۰)	۵۳۹(٦)	٤۵۳(٤)	٤۰۳(۳)
۵۲/۳/۹	۱۰۰۰(۱٦)	٦٦٦(۹)	۵۵۷(٦)	۵۰۲(۵)

(۱) - مقدار آب مصرف شده ، مقدار آب آبیاری (میلیمتر)+ ۲۶۳ میلیمتر باران مؤثر

(۲) - اعداد داخل پرانتز ، تعداد آبیاریهای هررژیم در هربرداشت میباشد

جدول شماره ۳ــ میانگین مربعات عملکرد ریشه ،عملکرد قند ،قند ریشه ، قند قابل استخراج وعملکرد ماده خشک

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات: عملکرد ریشه تن در هکتار	عملکرد قند تن در هکتار	قند ریشه درصد	قند قابل استخراج تن در هکتار	عملکرد ماده خشک تن در هکتار
تکرار	۲	۲۹/۶ /	۲/۴۴	۱/۷۹	٪۸۱	۶/۴۹
رقم	۲	۱۱۱۸/۵ *	۱۲/۳۴ *	۶/۷۱ *	۸/۶۰ *	۲۱/۶۰ NS
اشتباه						
الف	۴	۷۴/۵	۱/۵۹	۰/۸۰	۰/۹۹	۴/۶۴
رژیم آبیاری	۲	۳۸/۹ NS	۰/۴۸ NS	۲/۱۳ **	۰/۲۶ NS	۰/۳۱ NS
اشتباه ب	۱۸	۲۲/۱	۰/۶۳	۰/۳۰	۰/۴۷	۱/۰۵
برداشت	۲	۸۷۸۶/۸ **	۳۶۰/۳۷ **	۱۶/۲۷ **	۲۶۸/۰۰ **	۴۵۳/۹۲ **
برداشت × رقم	۴	۱۸۴/۱ **	۰/۹۳ NS	۰/۱۱ NS	۰/۶۷ NS	۲/۷۴ *
برداشت × آبیاری	۶	۱۰۸/۶ **	۰/۴۰ NS	۰/۳۶ NS	۰/۳۹ NS	۰/۸۱ NS
برداشت × آبیاری × رقم	۱۲	۴۹/۹ **	۰/۴۴ NS	۰/۲۸ NS	۰/۴۲ NS	۰/۷۳ NS
اشتباه ج	۴۸	۹/۳	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۳۲	۱/۰۶
ضریب تنوع الف (درصد)		۱۵	۱۲	۵	۱۰	۱۷
ضریب تنوع ب (درصد)		۸	۷	۳	۷	۸
ضریب تنوع ج (درصد)		۴	۶	۴	۶	۸
حداقل تفاوت معنی دار (LSD) درسطح ۵٪ برای :						
رقم		۵/۶۵	۰/۸۲	۰/۵۸۵	۰/۶۵	—
رژیم آبیاری		—	—	۰/۳۱۴	—	—
برداشت		۱/۴۵	۰/۳۲	۰/۳۲۱	۰/۲۷	۰/۶۵

* معنی دار در سطح ۵٪

** معنی دار در سطح ۱٪

NS معنی دار نیست.

جدول شماره ٤ــ میانگین مربعات قند ملاس ، ازت مضر ــ سدیم ، پتاسیم وشاخص ناخالصی رانشان میدهد .

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات قند ملاس درصد		ازت مضر PPM		سدیم PPM		پتاسیم PPM		شاخص ناخالص
تکرار	٢	١/١٩١		١٤٩٦٩٣		٢٦٠٦٨		٩٣٨٧		٥٢٨٨٦
رقم	٢	٪٦	NS	٧٦٦٢	NS	١١٦٧٣	NS	٣٩٣٧	NS	٣٨٢٤
اشتباه الف	٤	٪٦		٥٥٠٩		٤٥٧١		١٠٨٣٨		٥٦٨١
رژیم آبیاری	٣	٪١٧	*	١٧٧٨٥	*	٢٠٨٩	NS	١٩٤٨	NS	٧٣٠٤
رژیم × رقم	٦	٪٥	NS	٦٧٢١	NS	٢١٤٢	NS	٢٠٣٨٣	NS	٤٠٠٦
اشتباه ب	١٨	٪٥		٤٦٠٤		١٥٣١		١٦٣٢١	NS	٢٩٨٠
زمان برداشت	٢	٠/٨٩	**	١٥٩٥٥٤	**	١٤٨٤	NS	٣٨٣١٠	NS	٢١١٨٣
برداشت × رقم	٤	٪٠٤	NS	٢٢٤٥	NS	١٠٩٥	NS	٣٤٢٩٠	NS	١٥٩١
برداشت × رژیم	٦	٪٠٨	NS	٩٠٠٦	NS	١٧٦٣	NS	٨٨٣٩	NS	٣٦٠٦
برداشت×رقم× رژیم	١٢	٪٠٥	NS	٥٥٩٨	NS	١٦٦٠	NS	٨٥٦٩		٤١٢٨
اشتباه ج	٤٨	٪٠٤		٤٧١١		١٥٧٦		١٥٢٠٨		٢٧٣٩

ضریب تنوع الف (درصد)	١٧	٢٧	٥٤	٧	٢٠
ضریب تنوع ب (درصد)	١٤	٢٥	٣١	٩	١٤
ضریب تنوع ج (درصد)	١٣	٢٥	٣٢	٩	١٤
حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح ٥٪ برای :					
رقم	—	—	—	—	—
رژیم آبیاری	٠/١٢٢	٣٨/٨١	—	—	—
برداشت	٠/٢٤٧	٣٢/٥٨	—	—	—

* معنی‌دار در سطح ٥٪

** معنی‌دار در سطح ١٪

NSمعنی‌دار نیست .

میانگین‌های صفات اختصاصی چغندر قند در جدول ٥ نشان داده شده است .

جدول شماره ۵ـ میانگین های[1] عملکرد ریشه ، عملکرد قند ، قند ریشه ، قند قابل استخراج ، ماده خشک ، قند ملاس ، ازت مضر ، سدیم ، پتاسیم و شاخص ناخالصی .

تیمار	عملکرد ریشه تن در هکتار	عملکرد قند تن در هکتار	قند ریشه درصد	قند قابل استخراج تن در هکتار	ماده خشک تن در هکتار	قند ملاس درصد	ازت مضر ppm	سدیم p.p.m	پتاسیم p.p.m	شاخص ناخالصی
میانگین										
رقم										
ساخاپولی	۵۶/۶b	۱۰/۳b	۱۸/۳a	۹/۲b	۱۲/۰	۱/۴۶	۲۷۵	۱۰۵	۱۴۱۸	۳۶۳
پلی بتا	۶۴/۶a	۱۱/۳a	۱۷/۵ b	۱۰/۰a	۱۳/۳	۱/۴۳	۲۶۱	۱۴۴	۱۴۲۳	۳۸۱
پاکوپولی	۵۶/۴b	۱۰/۳b	۱۸/۲ a	۹/۱b	۱۱/۹	۱/۵۱	۲۹۰	۱۲۵	۱۴۳۸	۳۸۱
رژیم آبیاری										
۵۰ میلیمتر تبخیر سطحی	۵۹/۰	۱۰/۵	۱۷/۷c	۹/۳	۱۲/۴	۱/۳۶ b	۲۴۲b	۱۱۷	۱۴۰۰	۳۵۹
۱۰۰ " " "	۵۸/۷	۱۰/۶	۱۸/۱ab	۹/۴	۱۲/۵	۱/۴۴ab	۲۶۸ab	۱۲۰	۱۴۲۸	۳۶۵
۱۵۰ " " "	۵۸/۸	۱۰/۸	۱۸/۴a	۹/۵	۱۲/۲	۱/۵۲a	۲۹۴a	۱۲۷	۱۴۲۷	۳۷۹
۲۰۰ " " "	۶۰/۲	۱۰/۸	۱۷/۹bc	۹/۴	۱۲/۷	۱/۵۶a	۲۹۷a	۱۳۵	۱۴۵۱	۳۹۶
زمان برداشت										
برداشت ۱	۴۰/۵ c	۷/۲ c	۱۸/۰b	۶/۵c	۸/۶ c	۱/۳۴b	۲۲۷ b	۱۱۷	۱۴۲۶	۳۴۹b
" ۲	۶۴/۸ b	۱۱/۳ b	۱۷/۴c	۹/۹ b	۱۳/۰ b	۱/۴۲ab	۲۴۸ b	۱۲۴	۱۴۶۰	۳۷۸a
" ۳	۷۲/۳ a	۱۳/۵ a	۱۸/۷a	۱۱/۸a	۱۵/۷ a	۱/۶۴a	۳۰۱ a	۱۳۳	۱۳۹۴	۳۹۷a

۱ـ مقایسه میانگین ها در سطح ۵ درصد انجام شده است .

جدول شماره ۶ــ اثررژیم آبیاری ورقم وزمان برداشت واثرمتقابل آنهاروی عملکرد ریشه

رقم	رژیم آبیاری	عملکرد ریشه (تن درهکتار) برداشت ۱/۱۱	برداشت ۲/۹	برداشت ۳/۹	میانگین
ساخاپولی	I_1	۳۹/۵	۶۰/۶	۶۶/۹	۵۵/۷d
	I_2	۳۹/۹	۶۴/۲	۶۵/۲	۵۶/۴d
	I_3	۳۵/۸	۶۱/۷	۶۷/۸	۵۵/۱d
	I_4	۴۱/۸	۶۲/۳	۷۲/۷	۵۸/۹bcd
	میانگین	۳۸/۳d	۶۲/۲c	۶۸/۲b	
پلی بتا	I_1	۴۱/۷	۶۹/۲	۷۱/۷	۶۳/۵abc
	I_2	۴۵/۲	۶۹/۶	۸۱/۳	۶۵/۴a
	I_3	۴۱/۸	۷۱/۰	۷۱/۸	۶۴/۲ab
	I_4	۴۶/۷	۷۱/۴	۷۷/۹	۶۵/۳a
	میانگین	۴۳/۸ d	۷۰/۳b	۷۹/۷a	
پرکوپولی	I_1	۴۰/۵	۶۲/۳	۷۰/۳	۵۷/۷cd
	I_2	۳۸/۳	۵۸/۳	۶۶/۴	۵۴/۳d
	I_3	۳۶/۷	۶۳/۸	۷۰/۹	۵۷/۱d
	I_4	۳۸/۰	۶۳/۴	۶۷/۷	۵۶/۴d
	میانگین	۳۸/۴ d	۶۱/۹c	۶۸/۸ b	
		اثرمتقابل رژیم × برداشت			
	I_1	۴۰/۶ cd	۶۴/۱b	۷۲/۳ a	
	I_2	۴۱/۲ cd	۶۴/۱b	۷۱/۰ a	
	I_3	۳۸/۱ d	۶۵/۵b	۷۲/۹ a	
	I_4	۴۲/۲ c	۶۵/۷b	۷۲/۸ a	

آنالیز واریانس Polynomial Regression درصد قند ، قند ملاس ، ازت مضر ، سدیم و شاخص ناخالص و عملکرد ریشه نسبت به رژیم آبیاری و تاریخ های برداشت در جدول زیر نشان داده شده است :

جدول ۷

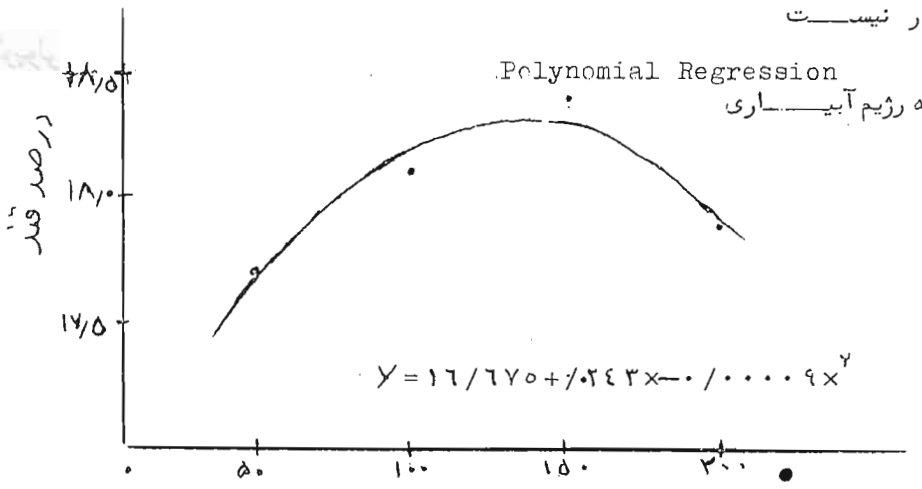
منبع تغییرات	میانگین مربعات					
	قند ریشه %	قند ملاس %	ازت مضر PPM	سدیم PPM	شاخص ناخالص	عملکرد در ریشه تن در هکتار
Linear Reg	۱/۰۹ NS	۰/۶۲ NS	۴۹۲۴۹ **	۵۰۲۳ NS	۲۱۰۹۴ *	۱۸۲۰۲ **
Quadratic Re	۵/۴۷ **	۰/۰۰۱ NS	۳۵۷۱ NS	۱۶۹ NS	۸۱۱ NS	۱۸۲ **
Cubic Reg.	۰/۶۶ NS	۰/۰۰۲ NS	۷۱۴ NS	۱۲ NS	۳۴ NS	—
اشتباه (۱)	۰/۶۳ (۱۸)	۰/۰۵ (۱۸)	۴۶۰۴ (۱۸)	۱۵۳۱ (۱۸)	۲۹۸۰ (۱۸)	۹/۳ (۴۸)

(۱) ــ اعداد داخل پرانتز درجه آزادی را نشان میدهد .

معنی دار در سطح ۵٪

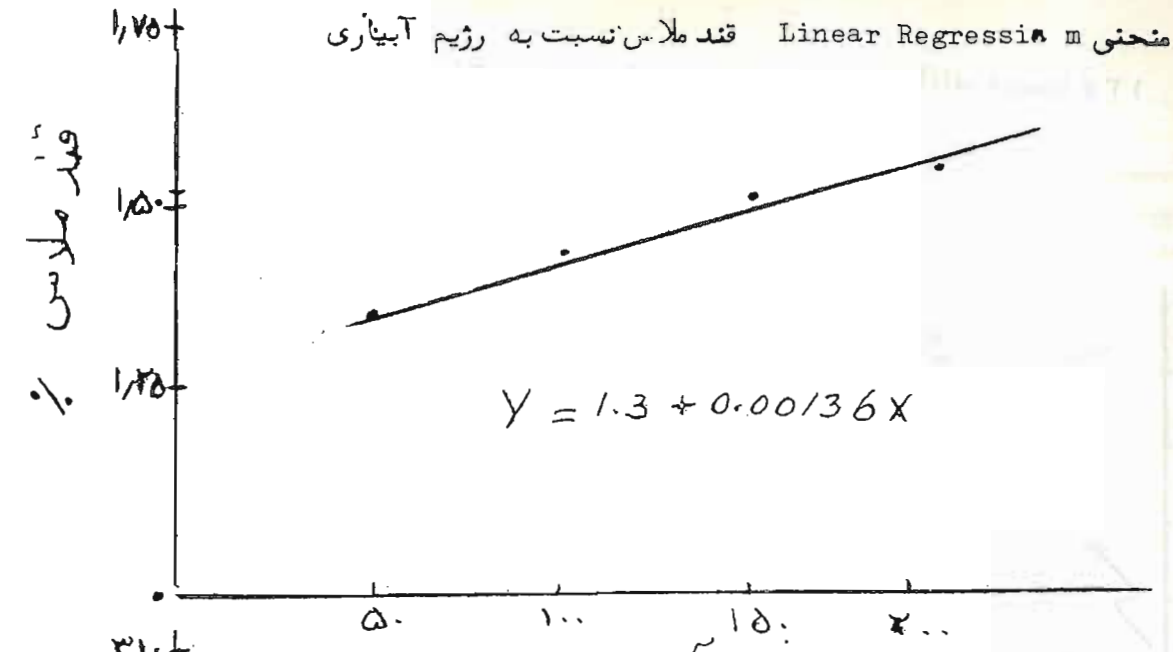
** معنی دار در سطح ۱٪

NS معنی دار نیست

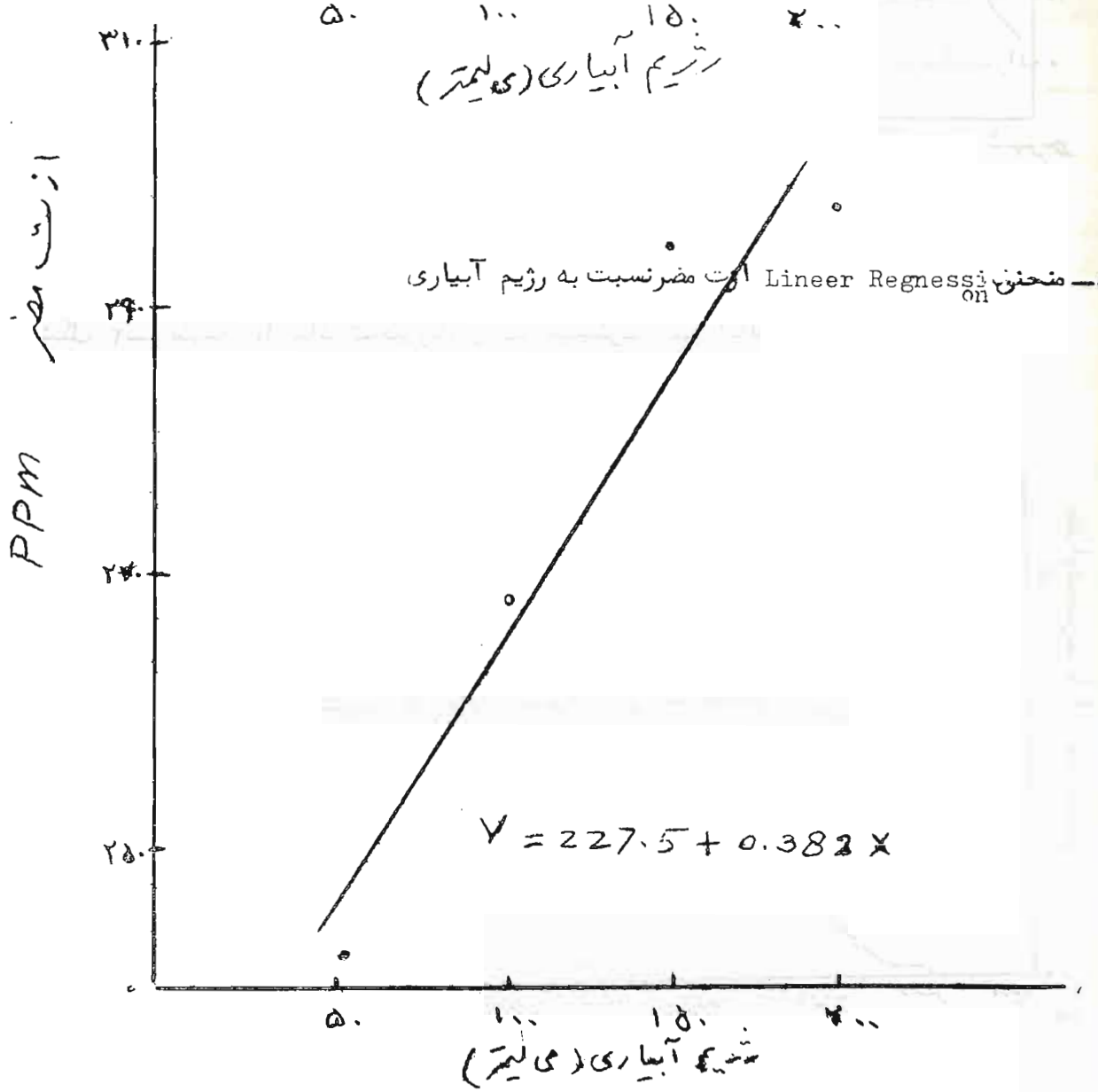


شکل ۳ ــ منحنی Polynomial Regression درصد قند نسبت به رژیم آبیاری

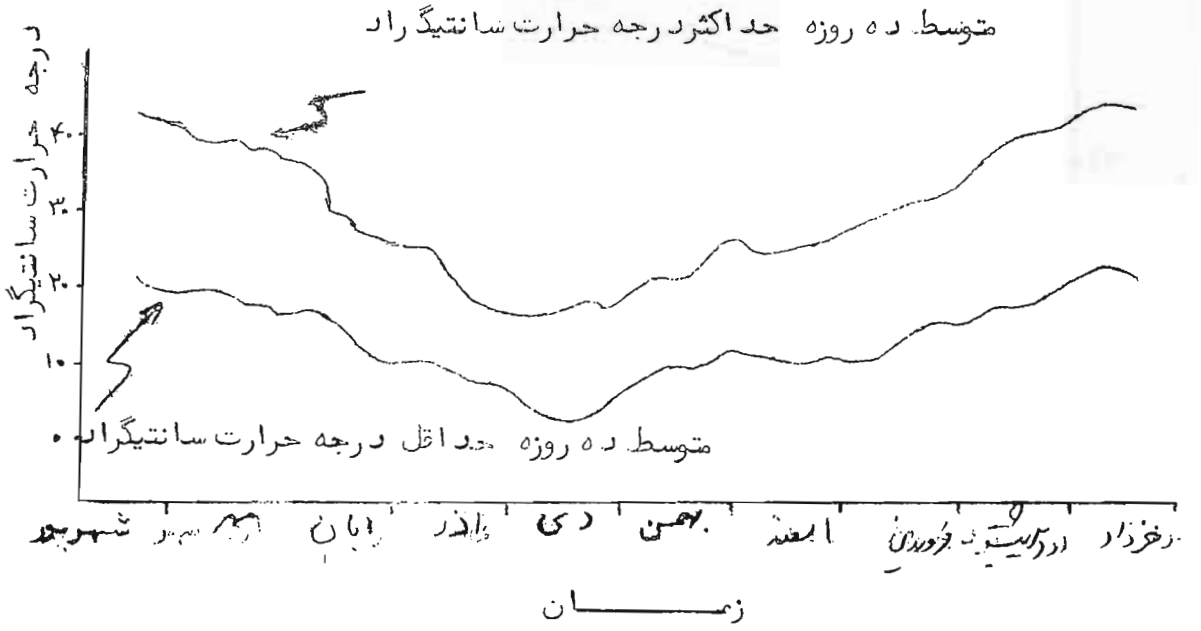
شکل ٤ــ منحنی Linear Regression قند ملاس نسبت به رژیم آبیاری



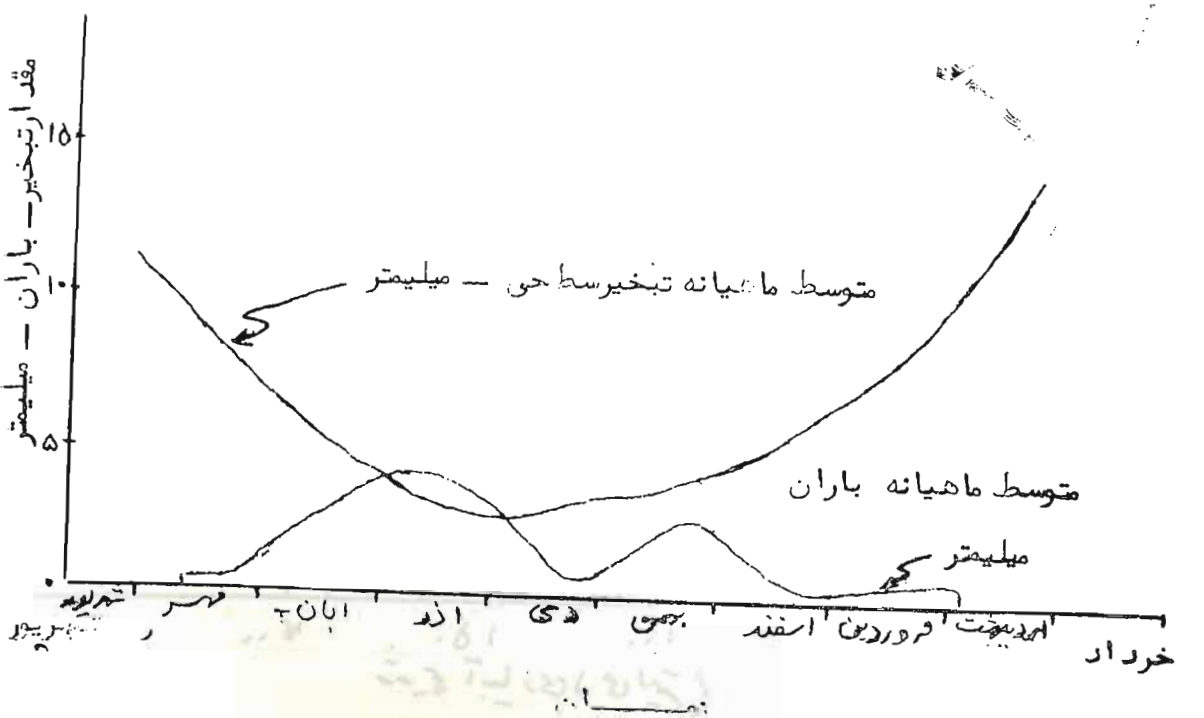
شکل ٥ــ منحنی Lineer Regression ازت مضر نسبت به رژیم آبیاری



شکل ۱ــ تغییرات درجه حرارت ــ ایستگاه هواشناسی صفی آباد ۵۲ــ۱۳۵۱



شکل ۲ــ متوسط ماهیانه تبخیروباران ــ میلیمتر ــ صفی آباد



کتابخانه
دانشکده کشاورزی و طالبه
تاسیس ۱۳۴۴

نتیجه

باتوجه بآنچه که گذشت میتوان نتیجه‌گیری کرد که :

بطور کلی رژیم‌های آبیاری روی عملکرد ریشه تأثیر نداشته‌اند و این را میتوان مربوط به عمیق بودن ریشه چغندر و توانائی آن درکشیدن رطوبت از اعماق (حدود ۱۰۰ سانتیمتر و یا بیشتر) ، حجیم بودن و داشتن ظرفیت جذب سطحی و نگهداری مقدار زیادی آب پس از هرآبیاری و انجام رشد اولیه و بعد از آن تا حدود اواخر زمستان در مواقعی که یا تا موقع تنگ بطور یکنواخت آبیاری شده و یا بارانهای متد اول منطقه احتیاج آبی آنرا برآورده نموده است دانست .

بنظر میرسد آزمایشاتی روی تاریخهای کشت دیرتربایستی انجام شود تا اثر متقابل تاریخ کاشت و برداشت‌وآبیاری مطالعه شود .

رژیم مرطوب ۵۰ میلیمتر تبخیر سطحی کمترین درصد قند را داشته و سه رژیم دیگر در یک سطح هستند.عملکرد قند و قند قابل استخراج قین رژیم نیز کمتر از رژیمهای دیگر میباشد .

بیشترین عملکرد ساده خشک مربوط به رژیم خشک ۲۰۰ میلیمتر تبخیر سطحی است . با اضافه شدن فاصله بین آبیاریها درصد قند ملاس ، سدیم ، ازت مضروشاخص نا خالصی افزایش‌می‌یابد ورگرسیون آنها از Polynomiol درجه یک پیروی میکند . رژیم‌های آبیاری اثری روی پتاسیم ریشه نداشته‌اند .

رقم پلی‌بتا از نظر عملکرد ریشه و عملکرد قند و قند قابل استخراج بردو رقم ساخاپولی و پرکوپولی ارجحیت‌دارد. دو رقم آخر از نظر صفات فوق در یک سطح میباشند .

درصد قند دو رقم ساخاپولی و پرکوپولی تقریباً مساوی یکدیگر بوده و بیش از پلی‌بتا بوده است .

ارقام از نظر زیادی درصد بوته‌های بگل رفته بترتیب عبارتند از پلی‌بتا ، پرکوپولی و ساخاپولی .

هرچه بطول مدت رشدگیاه افزوده میگردد عملکرد ریشه و قند ، قابل استخراج و ماده خشک آنها اضافه میشود ولی درصد افزایش بتدریج کاهش می‌یابد و با توجه به درصد افزایش میتوان‌گفت برداشت ۹ اردیبهشت که طول مدت رشد آن ۲۳۰ روز است برداشتی حدود برداشت اپتیمم Optimum (۲۴۰ روز) میباشد .

درصد قند رابطه منفی با سرعت رشد ریشه داشته است . در فاصله ۱۱ فروردین و ۹ اردیبهشت که عملکرد ریشه ۶۰ درصد افزایش داشته درصد قندکاهش یافته و در فاصله ۹ اردیبهشت و ۹ خرداد که میزان افزایش عملکرد ریشه به ۱۱ درصد تقلیل یافته ، درصد قند افزایش نشان داده است .

افزایش طول مدت رشد باعث افزایش قند ملاس ، ازت مضر ، سدیم و شاخص نا خالصی‌گشته و درصد افزایش تاحدود ۲۳۰ روز طول مدت رشد کمتر و بعد از آن بیشتر میباشد .

افزایش طول مدت رشد درصد بوته‌های بگل رفته را افزایش داده است .

بطور کلی باید خاطر نشان ساخت که در مراحل مختلف رشد چغندر قند نمیتوان از رژیم آبیاری با فواصل یکنواختی پیروی نمود زیرا رشدگیاه و میزان رشد وپراکندگی ریشه (چه از نظر عمق و چه اطراف) عواملی هستند که روی امکان استفاده‌گیاه از آب تأثیر میگذارند . همانطورکه نتایج یکسان آزمایش‌نشان میدهدبا توجه به اثر رژیم‌ها روی‌فاکتورهای اندازه‌گیری شده و تأثیر هرکدام از رژیم‌ها روی فاکتورهای معین ، میتوان رژیم‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلیمتر تبخیر سطحی و یارژیمی‌حدوسط این دو رژیم‌هایا رژیم‌متناسب‌این منطقه‌معرفی نمود که استفاده‌هرکدام از آنهاتابع شرایطجوی ومیزان رشد ریشه و بوته چغندر قند و مقدارکود و حاصلخیزی و جنس خاک و یاسایر خواص فیزیکی و شیمیائی آن میباشد .

مطالعه تأثیر متقابل آب وکود بر عملکرد پنبه ۱۳۵۲

مقدمه : نتایج آزمایشات تأثیر رژیمهای آبیاری و مقدارکود برعملکرد پنبه در دوسال اخیرکه در آن دوره آبیاری ومقدار آب مصرفی این محصول برمبنای تنزل رطوبت خاک به حد ۵۰٪ و ۲۵٪ رطوبت قابل استفاده باقیمانده در خاک درعمق حداکثر ۴۵ سانتیمتری ریشه نبات در دوره‌های مختلف رشد و نمو مورد مطالعه قرارگرفت نشان دادکه :

۱ ـ اختلاف عملکرد رژیمهای مرطوب با رژیمهای خشک معنی‌دار نبوده است .

۲ ـ اختلاف عملکرد رفتارهای کودی معنی‌دار بوده وکود بیشتری داشته است

در سال ۱۳۵۲ بادر نظرگرفتن نکات زیر تغییراتی در مبناهای آزمایش داده شد .

الف ـ نظر باینکه پنبه نباتی است دارای ریشه عمیق لذا برای مطالعه آب مصرفی در نظرگرفتن عمق ۴۵ سانتیمتر از ریشه در منطقه صفی‌آباد کافی نیست . بدین منظور آمارکشاورزی ایالت آریزونا آمریکا که از لحاظ آب و هوا مشابه

منطقه آبیاری دز است بررسی و تصمیم‌گرفته شد که ۸۰٪ توسعه ریشه نبات در آن آمار ساخذ تعیین رطوبت در این آزمایش قرارگیرد . شکل (۱) .

ب - نظر باهمیت آب در کشاورزی و همچنین کم کردن مخارج تولید و در نتیجه بدست آوردن بیشترین بهره از سرمایه‌گذاری در واحد کشت مورد توجه تولید کنندگان است لذا توجیه اقتصادی این دو نکته نیز مورد نظر بوده است .

ج - بعلت وضعیت آب و هوائی نیمه خشک و کمبود مواد آلی خاک و باستناد آزمایشات کود شیمیائی سالهای گذشته که برای تولید حداکثر محصول در واحد سطح مقادیر بیشتری کود ازته مورد لزوم بوده است لذا استفاده از کود ازته بیشتر نیز مورد مطالعه قرارگرفته است .

د - بعلت قطع آبیاری پنبه در منطقه که معمولا اوائل مهرماه است و نزول بارانهای زود رس در نیمه دوم مهرماه برداشت محصول دچار اشکال شده و از کیفیت آن کاسته میشود لذا قطع آبیاری در اوائل شهریورماه و اوائل مهرماه مقایسه شده است .

مشخصات آزمایش

طرح آزمایش : بلوکهای کامل تصادفی
تعداد تکرار : ۵
کشت قبلی : ذرت خوشه‌ای
متد کاشت : ردیف بفواصل یک متر
رفتار کود : برابر شرح زیر (۱)
رژیم آبیاری : برابر شرح زیر (۲)
نوع خاک : برابر شرح زیر (۳)
رقم پنبه : دلتاپاین ۱۶
تاریخ کشت : ۵۲/۱/۱۶

(۱) - رفتار کود اوره :

F_1N_0	کیلوگرم در هکتار
F_3N_{140}	کیلوگرم در هکتار
F_3N_{280}	کیلوگرم در هکتار

(۲) - رژیم آبیاری = جهت تقویم دورآبیاری

I_1 برمبنای ۵۰٪ رطوبت قابل استفاده با قیمانده در عمق ریشه نبات در دوره رشد .

I_3 برمبنای ۲۵٪ رطوبت قابل استفاده با قیمانده در عمق ریشه نبات در دوره رشد .

قطع آبیاری ، :

D_1 برمبنای قطع آب در اوائل شهریورماه

D_2 برمبنای قطع آب در اوائل مهرماه

(۳) - نوع خاک - لیمونی رسی متوسط (Silty clay loam)

حدظرفیت زراعی ۲۰٪ وزنی

حدپژمردگی ۱۲٪ وزنی

متوسط وزن مخصوص ظاهری خاک ۱/۵ در عمق ۱/۲ متر

خلاصه عملیات انجام شده :

مقدار رطوبت خاک بعد از کاشت حدود ظرفیت زراعی در عمق ۳۰ سانتیمتر و ۷۵٪ رطوبت قابل استفاده درعمق ۱۲۰ سانتیمتر بوده است .

جدول ۱ - تعداد و تاریخ های آبیاری رژیمهای مختلف را نشان میدهد :

جدول ۱

تعداد آبیاری	تاریخ آبیاری رژیم I_1D_1 ۵۰٪	فواصل آبیاری — روز	تاریخ آبیاری رژیم I_2D_1 ۲۵٪	فواصل آبیاری — روز
تاریخ کاشت	۵۲/۱/۱۶	—	۵۲/۱/۱۶	—
۱	۵۲/۲/۳	۱۸	۵۲/۲/۲۷	۴۲
۲	۵۲/۲/۲۲	۱۹	۵۲/۳/۲۰	۲۴
۳	۵۲/۳/۵	۱۴	۵۲/۴/۷	۱۸
۴	۵۲/۳/۱۶	۱۱	۵۲/۴/۲۰	۱۳
۵	۵۲/۳/۲۶	۱۰	۵۲/۵/۶	۱۷
۶	۵۲/۴/۴	۹	۵۲/۵/۲۴	۱۸
۷	۵۲/۴/۱۴	۱۰	۵۲/۶/۱۴	۲۱
۸	۵۲/۴/۲۴	۱۰		
۹	۵۲/۵/۱	۸		
۱۰	۵۲/۵/۱۱	۱۰		
۱۱	۵۲/۵/۲۰	۹		
۱۲	۵۲/۵/۳۰	۱۰		
۱۳	۵۲/۶/۱۰	۱۱		

جدول ۲ ــ تعداد وتاریخهای آبیاری رژیم های I_1D_2 و I_2D_2 رانشان‌میدهد :

تعداد آبیاری	تاریخ آبیاری رژیم I_1D_2 ٪۵۰	فواصل آبیاری ــ روز	تاریخ آبیاری رژیم I_2D_2 ٪۲۵	فواصل آبیاری ــ روز
تاریخ کاشت	۵۲/۱/۱۶		۵۲/۱/۱۶	
۱	۵۲/۲/۳		۵۲/۲/۲۷	
۲	۵۲/۲/۲۲		۵۲/۳/۲۰	
۳	۵۲/۳/۵		۵۲/۴/۷	
۴	۵۲/۳/۱۶		۵۲/۴/۲۰	
۵	۵۲/۳/۲۶		۵۲/۵/۶	
۶	۵۲/۴/۴		۵۲/۵/۲۴	
۷	۵۲/۴/۱۴		۵۲/۶/۱۴	
۸	۵۲/۴/۲۴		۵۲/۶/۳۱	۱۶
۹	۵۲/۵/۱		۵۲/۷/۲۱	۲۲
۱۰	۵۲/۵/۱۱		ــــ	
۱۱	۵۲/۵/۲۰		ــــ	
۱۲	۵۲/۵/۳۰		ــــ	
۱۳	۵۲/۶/۱۰		ــــ	
۱۴	۵۲/۶/۲۴	۱۴	ــــ	
۱۵	۵۲/۷/۴	۱۱	ــــ	
۱۶	۵۲/۷/۱۶	۱۲	ــــ	

جدول ۳ ــ تعداد آبیاری ومقادیرآب تحویل شده برحسب مترمکعب در هکتاررانشان میدهد :

رژیم آبیاری	تعداد دفعات آبیاری	مقدارآب تحویل شده
I_1D_1 ٪۵۰	۱۳	۱۳۷۲۵
I_1D_2 ٪۵۰	۱۶	۱۵۸۹۶
I_2D_1 ٪۲۵	۷	۹۷۴۶
I_2D_2 ٪۲۵	۹	۱۲۷۹۰

مطالعه توسعه ریشه . میزان توسعه ریشه پنبه در تاریخهای مختلف اندازه‌گیری و منحنی آن در شکل ۱ رسم شده است .

نتایج محاسبات آماری عملکرد پنبه

جدول ٤ــ میانگین مربعات برداشت اول، وجمع برداشت آزمایش توام آبیاری وکشـــود

منبع تغییرات	درجه آزادی	برداشت اول		جمع برداشت	
		میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F
بلوک	٤	٦٦٩٢٣٤		١٥٥٤١٣	—
قطع آب	١	١٢٧٢٣٦	٠/٣١ NS	٧٤٦٠٢٠٩	٤/٨٢ NS
اشتباه الف	٤	٢٣٩٨٠٢	—	٢٠٢٩٥٢	—
رژیم آبیاری	١	٦٦٩٣٥٦٠٠	١٦٤**	٣٦٦٧٤٢٠٨	٤١/٩٩**
قطع آب +رژیم	١	٢٢٩٤	٠/٠٠٥ NS	٤٩٣٧٧١	٠/٥٦NS
اشتباه ب	٨	٤٥٨٢٤٣	—	٨٧٣٤٤٩	—
مقدار ازت	٢	٩١١٠٣٣	١/٧١ NS	٤٠١٢٠٩٩ *	٣/٩٧
قطع آب ×مقدار ازت	٢	٧٩٥٦٦٦	١/٤٩ NS	٢١١٠٠٨٤ NS	٢/٠٩
آبیاری × ازت	٢	١٤٢١٥٩	٠/٢٧ NS	٧٥٤٨٧٣ NS	٠/٧٥
قطع آب × رژیم‌آبیاری × مقدارازت	٢	٤٧٧٣٩٠	٠/٨٩ NS	١٣٠٩٤٧٣ NS	١/٣
اشتباه ج	٣٢	٥٣٣١٠٢	—	١٠١٠٢٩٠	—
ضریب تنوع الف		٪٥		٪٤	
ضریب تنوع ب		٪٧		٪٧	
ضریب تنوع ج		٪٨		٪٨	

NS معنی دارنیست

** اختلاف معنی دار

مقایسه میانگین عملکرد آزمایش توام مقدارازت × رژیم آبیاری × قطع آب با استفاده ازروش دانکن چند دامنه ای نیومن کولز در سطح ۵٪ بشرح زیراست :

رفتار	برداشت اول کیلوگرم در هکتار	رفتار	جمع برداشت کیلوگرم در هکتار
$D_2I_1F_2$	۵۴۲۵	$D_1I_1F_3$	۷۱۰۲
$D_1I_1F_2$	۵۳۴۰	$D_2I_1F_3$	۶۹۳۲
$D_1I_1F_3$	۵۲۳۰	$D_1I_1F_2$	۶۹۰۵
$D_2I_1F_1$	۵۱۸۸	$D_2I_1F_2$	۶۸۲۰
$D_2I_1F_3$	۵۱۷۲	$D_1I_1F_1$	۶۶۷۳
$D_1I_1F_1$	۵۰۹۵	$D_1I_2F_3$	۶۵۰۹
$D_2I_2F_2$	۴۴۷۸	$D_2I_1F_1$	۶۱۴۲
$D_1I_2F_3$	۴۳۲۷	$D_2I_2F_2$	۶۱۳۸
$D_2I_2F_3$	۴۱۴۷	$D_1I_2F_1$	۶۰۸۹
$D_1I_2F_1$	۴۱۲۳	$D_1I_2F_2$	۶۰۰۸
$D_1I_2F_2$	۴۰۲۷	$D_2I_2F_3$	۵۵۸۰
$D_2I_1F_1$	۴۰۱۰	$D_2I_2F_1$	۵۵۵۸
رفتار اصلی (قطع آب)			
D_2	۴۷۳۷	D_1	۶۵۴۸
D_1	۴۶۹۰	D_2	۶۱۹۵
رفتار فرعی (رژیم آبیاری)			
I_1	۵۲۴۲a	I_1	۶۷۶۳a
I_2	۴۱۸۵b	I_2	۵۹۸۰b

رفتارفرعی دوم (رژیم آبیاری × مقدار اوره)

رفتار	برداشت اول کیلوگرم در هکتار	رفتار	برداشت دوم کیلوگرم در هکتار
I_1F_2	٥٣٨١	I_1F_3	٧٠١٧
I_1F_3	٥٢٠١	I_1F_2	٦٨٦٢
I1F1	٥١٤١	I_1F_1	٦٤٠٧
I_2F_2	٤٢٥٢	I_2F_2	٦٠٧٣
I_2F_3	٤٢٣٧	I_2F_3	٦٠٤٥
I_2F_1	٤٠٢٧	I_2F_1	٥٨٢٣

رفتارفرعی سوم (کود اوره)

F_2	٤٨١٧	F_3	٦٥٣١
F_3	٤٧١٩	F_2	٦٤٦٧
F_1	٤٦٠٤	F_1	٦١١٥

بحث و نتیجه گیری

باتوجه به جداول قبل نتیجه میشود که :

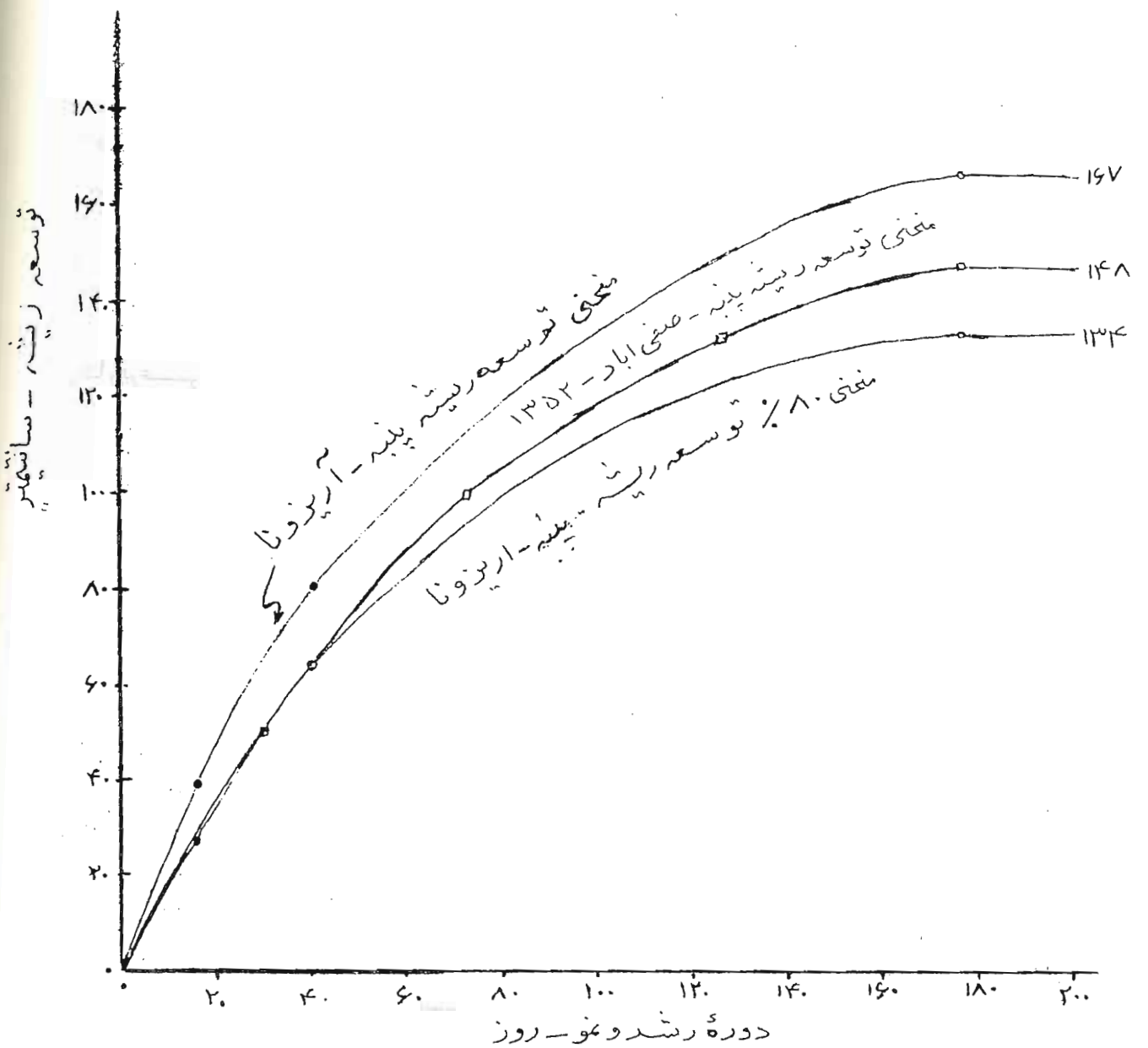
۱ ـ اختلاف عملکرد نسبت به رژیم آبیاری معنی‌دار بوده است و رژیم مرطوب. ٥٪ با ٦٧٦٣ کیلوگرم درهکتار بالاترین عملکرد را داده است و نسبت به رژیم ٢٥٪ مقدار ٧٨٣ کیلوگرم اضافه محصول داشته است این اضافه محصول با مصرف ٣ـ٤ هزار مترمکعب آب بدست آمده که بادر نظرگرفتن بهای آب رژیم مرطوب ارجح تراست .

۲ ـ از نظر اریخ قطع آبیاری اختلاف عملکرد معنی‌دار نیست بنابراین قطع آب در اوائل شهریور باصرفه تراست.

۳ ـ از نظر مصرف کود اوره رفتارهای کود خورده باشاهد اختلاف معنی‌دار دارند ولی با یکدیگر اختلافی‌ندارند .

٤ ـ اثر متقابل بین رفتارها معنی دارنیست

شکل ۱ــ توسعه ریشه پنبه



Growth & The Development of the Cotton Plant in Arizona.
Bulletin A-64

آزمایش کود شیمیائی و آبیاری لوبیا چشم‌بلبلی - سال ۱۳۵۲

مطالعه تأثیر متقابل آب و کود بر عملکرد لوبیا

مشخصات آزمایش

طرح آزمایش : اسپلیت پلات
تعداد تکرار : ٦
رقـــم : کامران
رفتارهای
آزمایش : آبیاری و کودشیمیائی
تاریخ کشت : ۵۲/٤/۲
کشت قبلی : ذرت خوشه‌ای
روش کاشت : دوردیفه برپشته‌هائی بفواصل یک متر
نوع خاک : لیمون رسمی متوسط - حد ظرفیت زراعی ۲۰٪ وحد پژمردگی ۱۲٪ وزن است . وزن مخصوص ظاهری ۱/۵ درعمق ۱/۲ متر .

شرح رفتارهای

مورد آزمایش :

۱ - رژیمهای آبیاری = در این آزمایش سه رژیم آبیاری برمبنای تبخیر سطحی از تشتک کلاس A استاندارد برای تقویم دور آبیاری بترتیب زیر در نظرگرفته شده است :

I_1 بعد از ۷۰ میلیمتر تبخیر آبیاری شده است .
I_2 بعد از ۱۲۰ میلیمتر تبخیر آبیاری شده است .
I_3 بعد از ۲۰۰ میلیمتر تبخیر آبیاری شده است .

روش آبیاری نشتی با استفاده از سیفون و آب ورودی و خروجی بوسیله دستگاههای پارشال فلوم مجهز به دستگاه آب نگار اندازه‌گیری و محاسبه شده است .

۲ - رفتارهای کودی فسفره و ازته برحسب کیلوگرم درهکتار بشرح زیر است :

F1, N0P0 F5, N0 P180

F2, $N_{60}P_0$ F6, $N_{60}P_{180}$

F3, $N_{120}P_0$ F7, $N_{120}P_{180}$

F4, $N_{180}P_0$ F8, $N_{180}P_{180}$

خلاصه عملیات انجام شده :

جدول ۱ــ تعداد دفعات وتاریخ آبیاری رژیمهای مختلف رانشان میدهد .

تعداد آبیاری	تاریخ آبیاری رژیم I1	تاریخ آبیاری رژیم I2	تاریخ آبیاری رژیم I3
۱	۵۲/۴/۷	۵۲/۴/۷	۵۲/۴/۷
۲	۵۲/۴/۱۳	۵۲/۴/۱۳	۵۲/۴/۱۳
۳	۵۲/۴/۲۲	۵۲/۴/۲۵	۵۲/۴/۳۱
٤	۵۲/۴/۲۸	۵۲/۵/٤	۵۲/۵/۱۳
٥	۵۲/۵/٤	۵۲/۵/۱۳	۵۲/۵/۲۷
٦	۵۲/۵/۱۰	۵۲/۵/۲۳	۵۲/٦/۱۱
۷	۵۲/۵/۱٦	۵۲/۵/۳۱	۵۲/٦/۲۵
۸	۵۳/۵/۲۲	۵۲/٦/۸	—
۹	۵۲/۵/۲۸	۵۲/٦/۱۹	—
۱۰	۵۲/٦/۳	۵۲/٦/۲۸	—
۱۱	۵۲/٦/۸	—	—
۱۲	۵۲/٦/۱۳	—	—
۱۳	۵۲/٦/۱۹	—	—
۱٤	۵۲/٦/۲۷	—	—
۱٥	۵۲/۷/۲	—	—

+ تذکر - آبیاریهای اول و دوم در کلیه رژیمهای آبیاری بطور یکنواخت و بمیزان ۱۰۰۰ متر مکعب درهکتار بمنظور جوانه زدن عمل شده و پس از آن رژیمهای آبیاری شروع شده است .

جدول ۲ - مقادیر آب تحویل شده به رژیمهای آبیاری و میزان عملکرد محصول را نشان میدهد :

رژیم آبیاری	دفعات آبیاری	مقدار آب تحویل شده مترمکعب در هکتار	میزان عملکرد کیلوگرم در هکتار
I1	۱۵	۹۷۳۰	۲۳۴۸/۱
I2	۱۰	۸۱۲۵	۲۶۲۸/۱
I3	۷	٦٤٨٦	۲٦٥۰/٤

محاسبات آماری = جدول ۳ــ تجزیه واریانس

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات		F
کل	۱٤۳	۳۰٦۳۱۹۳٦			
تکرار	٥	۱۸۷۳۹۲۰	۳۷٤۷۸٤		۲/۸٤
کود	۷	۱٦۷۱٦۸۰	۲۳۸۸۱۱	NS	۱/۸۱
اشتباه الف	۳٥	٤٦۲۲۰۸۰	۱۳۲۰٥۹		
آبیاری	۲	۲۷۳٥۱۲۰	۱۳٦۲٥٦۰	**	٦/۷۳
کود × آبیاری	۱٤	۳٥٥۰۲۰۸	۲٥۳٥۸٦		۱/۲٥
اشتباه ب	۸۰	۱٦۱۸۸۹۲۸	۲۰۲۳٦۲		

ضریب تنوع الف ۱٤٪

ضریب تنوع ب ۱۷٪

N.S. اختلاف معنی دار وجود ندارد

** اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

جدول ٤ــ عملکرد رژیمهای آبیاری وکود شیمیائی (۱) :

رفتارکود	عملکرد ــ کیلوگرم در هکتار	رژیم آبیاری	عملکرد ــ کیلوگرم در هکتار
N_0P_0	۲۳۹۰	I1	۲۳٤۸ b
$N_{60}P_0$	۲۹۹۹	I2	۲۶۲۸ a
$N_{120}P_0$	۲٤٤۷	I3	۲٦٥۰ a
$N_{180}P_0$	۲٤٦٥		
N_0P_{180}	۲٦۷۹		
$N_{60}P_{180}$	۲٤۷۹		
$N_{120}P_{180}$	۲٦۷٦		
$N_{180}P_{180}$	۲٥۳۱		

(۱) مقایسه میانگین عملکردها با استفاده از روش استیودنت نیومن کولز در سطح ٥٪ بین عملکردهائیکه باحروف مشابه نشان داده شده اختلاف معنی‌دار موجود نیست .

بحث و نتیجه‌گیری

محاسبات آماری نشان میدهد که :

۱ ـ اختلاف عملکردرفتارهای کودی معنی‌دار نبوده است(جداول۳و ٤)رفتار F_5 یا N_0P_{180} با ۲٦۷۹ کیلوگرم درهکتار بالاترین عملکرد را داشته است .

۲ ـ اختلاف عملکرد در رژیمهای آبیاری معنی‌دار بوده است یعنی $I_3 = I_2 > I_1$

۳ ـ اثر متقابل کودو آب برعملکرد معنی‌دار نبوده است .تیمار $F21_2$ یا $N_{60}P_0I_2$ با ۲۸۰۷/۸ کیلوگرم درهکتار بیشترین عملکرد را تولید کرده است .

کلیه این آمار نتیجه یکبار آزمایش است ، نیز این آزمایش تکرار شده است .

مطالعه دورآبیاری و مقادیر آب و کود برای محصولات چغندرقند ، پنبه ، لوبیا

خلاصه :

۱ - چغندر قند

طرح سپلیت سپلیت پلات در ۳تکرار مورد مطالعه قرارگرفت .

چهاررفتارآبیاری برمبنای تبخیرآزادازتشتک کلاس A بترتیب$I_1= 50$ mm $I_2=100$mm, $I_3=150$mm, $I_4=200$mm برای تنظیم دورآبیاری بامقادیرکود یکنواخت $K=O, P=140, N=180$ کیلوگرم در هکتار برروی سه‌رقم ساخاپولی ، پولی‌بتاوپرکوپولی انجام‌گردید . نتایج حاصله نشان داد که :

الف - اختلاف عملکرد قطعات نسبت به رفتارهای آبیاری معنی‌دار نبوده است .

ب - عملکرد ریشه رقم پولی بتا از دورقم دیگر بیشتر است اما از نظر عملکرد قند با آنهاسساوی است عملکرد قند ارقام ساخاپولی وپرکوپولی باهم مساوی است .

ج - اثر متقابل بین ارقام ورفتارهای آبیاری معنی‌دار نبوده است .

۲ - پنبه

طرح بلوکهای تصادفی کامل دره‌تکرار بارقم دلتاپاین ۱۶ مورد مطالعه قرارگرفت دورفتارآبیاری برمبنای تنزل رطوبت خاك درحد $I_1=50\%$, $I_2=\%25$ رطوبت قابل استفاده باقیمانده درخاك ودوتاریخ قطع آبیاری اوائل شهریور اوائل‌مهرماه وسه رفتار کودازته بترتیب :$F_1=ON$, $F_2=120N$, $F_3=240N$ کیلوگرم درهکتار انجام‌گردید . نتایج حاصله نشان‌داد که

الف - اختلاف عملکرد قطعات آزمایشی نسبت به دوتاریخ قطع آب معنی‌دار نبوده است

ب - اختلاف عملکرد قطعات آزمایشی نسبت به رفتارهای آبیاری درسطح یک درصدمعنی‌دار بوده است در نتیجه رفتار I_1 با ۶/۷۶ تن درهکتار حداکثر I_2 با ۵/۹۸ تن درهکتار حداقل بوده است .

ج - اختلاف عملکرد قطعات آزمایشی نسبت به رفتارهای کودی معنی‌دار نبوده است ولی باقطعات شاهدمعنی‌دار است .

د - اختلاف عملکرد نسبت به اثر متقابل رفتارها معنی‌دار نبوده است .

۳ - لوبیا چشم‌بلبلی

طرح کرتهای خوردشده (سپلیت پلات) در۶ تکرار با رقم کامران مورد مطالعه‌قرارگرفت .

سه رفتار آبیاری برمبنای تبخیر آزاد ازتشتک کلاس بترتیب :

$I1= 70$mm $I_2= 120$mm,, $I_3= 200$mm

جهت تنظیم دورآبیاری وتعداد چهاررفتارکود ازته $N=0$, $N=60$, $N=120$, $N=180$ کیلوگرم در هکتار ومقدار $P205=180$ کیلوگرم درهکتار بطور یکنواخت درنظرگرفته شد . نتایج حاصله نشان داد که :

الف - اختلاف عملکرد قطعات آزمایشی نسبت به رفتارهای کودی معنی‌دار نبوده است .بالاترین عملکرد ازرفتار $NoP180$ بمقدار ۲۶۷۹/۴ کیلوگرم درهکتار بوده است .

ب - اختلاف عملکرد قطعات آزمایشی نسبت به رفتارهای آبیاری ۲و۳ معنی‌دار نبوده ولی هردونسبت به رفتار آبیاری I_1 معنی‌دار بوده است .

ج - اختلاف عملکرد قطعات آزمایشی نسبت به تأثیر متقابل کود و آب معنی‌دار نبوده است رفتار $I_2N_{60}P_0$ با ۲۸۵۷/۸ کیلوگرم درهکتار حداکثر محصول راداده است .

سؤالات مطرح شده در سمینار

۱ ـ سطح آب زیر زمینی مشخص نشده است . مقدار آب چه میزان بوده است ؟

جواب

الف ـ مزرعه چغندر قند ـ سطح آب زیر زمینی حدود ۲/۸ متر نسبت به سطح زمین است

ب ـ مزرعه پنبه ـ در عمق سه متری آب زیر زمینی مشاهده نشده است .

ج ـ مزرعه لوبیا ـ سطح آب زیر زمینی حدود ۳ ـ ۲/۵ متر است .

۲ ـ گیاهان نظیر پنبه حداقل سه دوره رشددارند . رشد Vegetative ، دوره‌گل‌دادن، دوره بعد ازگل درموردلوبیا گفته‌شد تیماری که آب بیشتر داده شده محصول کمتری داده است آیاتصور نمی‌شود فاصله آبیاری در تابستان اثرجانبی دیگری داشته است مثل بالا بردن رطوبت .

جواب

احتمالا این تصور درست است . در تکرارهای بعد مورد توجه قرار خواهدگرفت .

۳ ـ موقع برداشت و نحوه برداشت چه بوده است .

جواب

الف ـ برداشت سوم چغندر قند اوائل خرداد ماه بوسیله کارگر انجام شده است .

ب ـ برداشت پنبه از اواخر شهریورماه تا اواسط آبان ماه در چند چین بوسیله کارگر انجام شده است .

ج ـ برداشت لوبیا از نیمه دوم مهرماه به بعد درسه نوبت بوسیله کارگر انجام شده است .

٤ ـ درمورد لوبیا با آب کم میزان محصول بیشتر بوده است . چرا ؟ آیا علت عدم هدایت کافی در خاک نبوده‌است ؟ احتمالا علت مذکور درست باشد که درتکرارهای آینده مطالعه خواهد شد .

جواب

٥ ـ ممکن است اضافه محصول در تیمارهای خشک بعلت فعالیت زیادتر میکروارگانیم‌ها بوده ؟

احتمالا علت مذکور درست باشد که در تکرارهای آینده نمونه‌هائی از ریشه‌های گیاهان رفتارهای مختلف ملاحظه خواهد شد .

٦ ـ در صفحه ۲٥ مقادیر آبی که نوشته شده است مقادیر آبی است که‌عملا داده شده.یا با درنظر گرفتن راندمان‌است؟

جواب

الف ـ کلیه‌محاسبات آبیاری با کسر مقادیرآب خروجی از مقادیر آب‌ورودی است و نفوذ عمقی مطالعه‌نشده‌است.

ب ـ مطالعه‌راندمان‌آبیاری در قطعات آزمایشی‌مورد نظر بوده است‌گرچه رقم متوسط آن ۰/۵۰ است .

Summary

1 – Sugar beets : Experiment performed to determine frequency, and the effect of combined irrigation, caltivar and harvest date on the quantity and quality of yield.

Conclusion drawn from the results indicated:

i) Significant difference in yield between varieties.
Polybeta gave the highest root yield, but sugar yield / hactare was the same as the other varieties, being Sachapoly and Percopoly.

ii) Non significant difference in yield due to irrigation treatments for all the three varieties, minimum water application being 5000 and max 10,000 m 3/Ha.

iii) Non significant differe nce in yield due to interaction between variety and irrigation treatments.

iv) Significant difference in yields due to harvesting dates, the third harvest being 230 days which is very close to the optimum growing time (240) had the highest root and sugar yield.

2 – Cotton: Experiment performed to determine:

a) irrigation termination dates, Early Sept (D1) and Early October (D2).

b) Effect of two irrigation regimes based on soil moisture depletion within the rootzone depth viz:

i) I_1.... 50% available moisture remaining.

ii) I_2.... 25% available moisture remaining.

C) Three fertilizer treatments: (Urea)

i) FI ..... 0. N. kg/ha.
ii) F2 ..... 140 N. kg/ha.
iii) F3 ..... 280 N. kg/ha.

Conclusions drawn from the results revealed:

i) Non significant difference in yields due to irrigation termination dates. D1 gave the Max. yield of 6.55 T/ha. and D2 gave the Min. yield of 6.19 T/ha. It can be deduced from this, that increased irrigations may delayed maturity and gave rise to renewed vegetative growth causing drop in ball formation.

ii) Highly significant difference in yields due to irrigation treatments were observed, I_1 with 6.76 T/ha. and I2 with 5.98 T/ha. gave the Max. and Min. yields respectively.

iii) Significant difference in yields due to fertilier treatments. F3 and F2 gave the highest yields with 6.5 and 6.47 T/ha.
respectively compared to F1.

iv) No significant difference in yield due to interaction between treatments.

3 – Black Eye Beans: Experiment Conducted to determine:

a) Effect of different irrigation and Fertility treatments on yield viz: N–O, N – 60, N–120 and uniform P2 O5 –180 kg/ha.

b) Frequency and amounts ofirrigation based on 3 pan evaporation levels viz:

I_1, to be irrigated after 70 mm of pan evaporation.
I2, to be irrigated after 120 mm of pan evaporation,

and

I_3, to be irrigated after 200 mm of pan evaporation.

Conclusions drawn from the results revealed:

i) Non significant difference in yields due to fertilizer treatments. Highest yield was obtained from No P180 treatment.

ii) Non significant difference in yields due to irrigation treatments of I_2 and I_3 but significant due to 1_1 or $12 - 1_3 > 1_1$.

EVAPORATION MEASUREMENTS
for
ACCURATELY SCHEDULING IRRIGATION

by
Dr. M. C. Jenson *

INTRODUCTION

Many applied approaches have been developed for guiding the decisions of "WHEN" to irrigate and "HOW MUCH" water to apply. These developments are additional to tne numerous researches seeking to express intricate functions of climate energies and transpiration. Applied approaches include:

1. Use of indicator plants that wilt or show water stress about the time a crop should be irrigated. This procedure has not been widely adopted.

2. Electrical resistance blocks that dry as soil dries..... the corresponding increase in electrical resistance indicates decrease in soil moisture. This procedure has been widely used and has inherent problems.

3. Tensiometers that have a sealed water tension system installed to float in intimate contact with the soil moisture tension system..... reading of the resulting tension force indicates need for irrigation. This procedure has been widely used, and has certain problems.

4. Computer scheduling which normally utilizes emperical coefficients for solving one or another form of an energy equation from some energy measurements and applies it to depletion of the soil moisture reservoir. When the reservoir is indicated to be depleted to an allowable level irrigation is called for. This procedure is being promoted in areas of the Western United States and has certain demanding requirements.

5. Scheduling irrigation from evaporation measurements using a near-constant relationship between evaporation and evapotranspiration to account for water used and water remaining in the soil moisture reservoir..... thereby the amount of water to add to refill the soil moisture reservoir is continuously known. This procedure is now used quite widely throughout several countries in the world and requires some basic detail.

All of these applied procedures require an intelligent understanding of water-holding characteristics of soil being irrigated and growth responses to soil moisture for crops being grown. Each procedure depends on recognizing desirable moisture levels to be maintained in the soil for desired crop production.

Without presenting the several arguments, suffice it to say for this presentation that scheduling irrigation from pan evaporation measurements is potentially the most rational, most accurate, least costly, and least troublesome of the identified scheduling procedures. When correctly used, it is a powerful irrigation tool. The purpose of this paper is to review the general basis for the procedure, some of the research investigating relationships, and to point out essential requirements and limitations for the procedure to be used satisfactorily.

*Senior Research Advisor, Safiabad Research Center.

PRINCIPLES.

In the late '40's Penamn (4) wrote functions relating evaporation to climatic energy. As his work continued, he recognized evapotranspiration as an evaporation function and wrote equations to adapt his evaporation function to an evapotranspiration function (5).

In the early '50's in our work at Washington State University, we recognized problems for calculating evaporation from measured energy components and concluded that, for applied use, we should be able to more-accurately measure evaporation directly. Our goal was to develope a practical and accurate procedure for scheduling irrigation. Examination of certain differential equations had convinced us that evaporation measurements held the potential.

EVAPORATION.

The general function for evaporation from a free water surface, E, for a diurnal cycle during which negligible energy was gained or lost through a heat sink is:

$$E = f\ (t, h, w, R_w, l, r_w) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

in which

t = temperature

h = humidity

w = air movement (wind)

R_w = roughness length of water surface

l = light

r_w = reflectance from water surface

Detail studies were made concerning suitable ways to measure representative evaporation and these results were reported by Pruitt (6). It was found that:

1. Representative evaporation could be most accurately, or equally accurately, measured with a "standardized" 4 foot diameter U.S. Weather Bureau pan.

2. It was necessary to "standardize" the pan enviroment to accurately relate evaporation measurements to evapotranspiration conditions of crops.

3. Whereas several evaporimeters had potential for accurately measuring relative evaporation, each device measured a different evaporation volume. If measurements were correctly made, measured volumes were proportional between devices over time.

4. One good evaporation measuring station gave results that may apply accurately to a surrounding homogenous climatic area of several thousand hectares.

Hence "standardized" conditions were defined for measuring evaporation amounts suitable for comparing with measured evapotranspiration amount (2)(6).

EVAPOTRANSPIRATION

Concurrently with investigating evaporation, we were rigorously studying evapotranspiration, ET, for several crops. Studies were carried on throughout several years. Evapotranspiration measurements included intensive gravimetric measurements, accurate field lysimeter (water column supported) measurements (3), and precise phytotron measurements (1). Our base evapotranspiration function was of the order:

$$ET = f' (t, h, w, R, l, r_c, G, A, S, P, M) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

in which t, h, w, and l are as previously defined and:

R = crop roughness length

r_c = reflectance of crop surfaces.

G = relative ground cover of crop

A = age of crop

S = stomatal opening of leaves

P = plant metabolic effectiveness

M = soil moisture stress

Due to obvious variations between crops of some of these factors, it was apparent that ET amounts could vary from crop to crop and that evapotranspiration would have to identified for each crop, ET_c.

To examine the inter-relation between E and ET_c, equation 2 was compared with equation 1:

$$\frac{ET_c}{E} = \frac{f' \quad (t,h,w,R,l, r_c, G,A,S,P,M)}{f \quad (t,h,w,R_w, l, r_w)} \quad \text{- - - - - - - (3)}$$

The relationships in the equation were investigated in elaborate field studies and in precisely controlled phytotron studies. Field studies soon indicated a constant relationship between ET_c and E from the time crop foliage reached about 80% ground cover until harvest for green crops, or until time of hardening-off for ripening for the several other crops studied.

Precision of the phytotron measurements enabled more intimate studies of individual factors. Red Kidney Beans were generally used as the crop in the phytotron (1) due to their adaptability.

TEMPERATURE AND HUMIDITY FACTORS (t,h)

As shown in Figure 1, a constant relationship between ET_c and E existed during wide ranges of change in t and h in the phytotron studies (1).

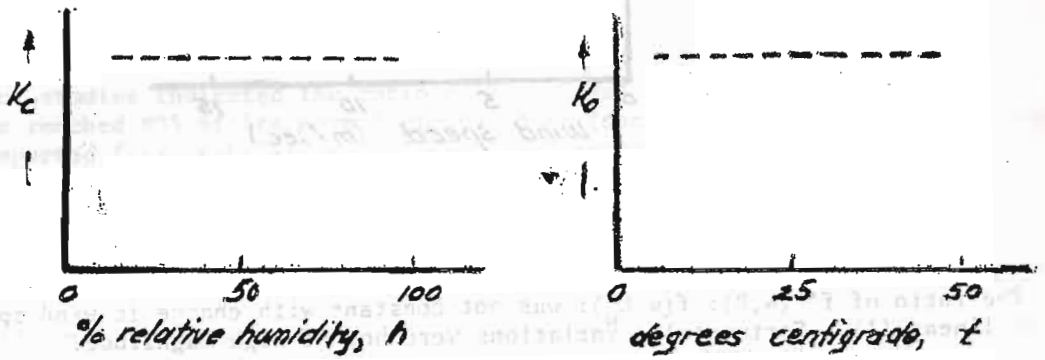


Figure 1

K_c was constant for wide variations of t and h (1).

Hence, it was determined that

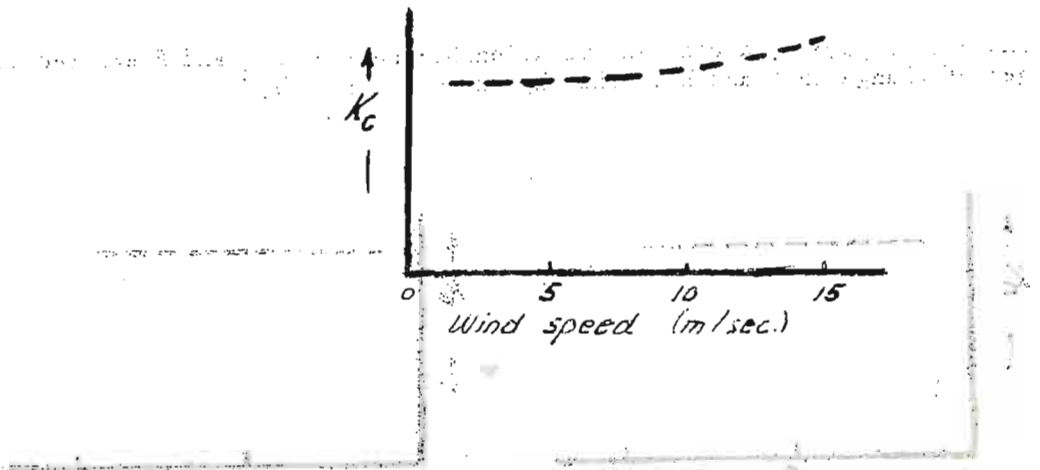
$$\frac{f'(t,\ h)}{f(t,\ h)} = K_c' \quad \text{- - - - - - - - - - (4)}$$

WIND AND ROUGHNESS LENGTH FACTORS (w, R, R_w)

Wind and roughness length were considered together. Roughness length for a small enclosed water surface is well defined and relatively constant. In the case of the evaporation pan, eddy currents initiated by the pan rim projecting above the water surface was an influence, but holding the water level constant in the pan (at 2.5 cm below the pan rim) established a relatively constant influence. Change in air-mixing below the surface of the plant canopy occurred as wind speed changed. This changed rate of moisture transport within the crop foliage. Figure 2 shows results from phytotron studies regarding influence of wind speed on the value of K_c:

Figure 2

The value of K_c was not constant-----and rate of change was not linear as wind speed changed.



The ratio of $f'(w,R) : f(w R_w)$: was not constant with change in wind speed, nor was it linear (1). Fortunately, variations were not of high magnitude.

Results show that variation in magnitude of the K_c factor can occur due to changes in wind enviroment. Hence, as wind enviroment changes significantly from one location to another, there can be change in the K_c value for a crop.

LIGHT, REFLECTANCE, AND STOMATA OPENING FACTORS ($1, r_c, r_w$, S)

The influence of light on evaporation from a free water surface is the heat energy equivalent diminished by the reflectance. The influence of light on plants includes light energy for metabolic processes and heat equivalent diminished by the reflectance. Phytotron studies (1) showed normal light energy for needed metabolic processes to be optimum if light occurred from as little as 9 hours or as long as 18 hours. These results indicated that day lengths of normal cropping seasons were more than adequate to optimize light requirements.

It was concluded that the ratio $f'(1,r_c) : f(1, r_w)$ was constant.

Stomato opening is another factor. For crops studied, light activated opening of the stomato and darkness activated closure, but responses appeared to be some different for different crops. Further, it has been established that some crops actually open stomato during darkness and close during light periods. In the phytotron studies, evapotranspiration was greatly dimished during darkness periods, whereas evaporation rate continued at essentially the same rate during darkness if t and h were held constant. It was necessary to conclude that the ratio of $ET_c : E$ would change as day length changed.

Whereas this factor of change is not important for a crop at one location, it may be significant with change in latitude or when a crop is produced during a winter season rather than during a summer season.

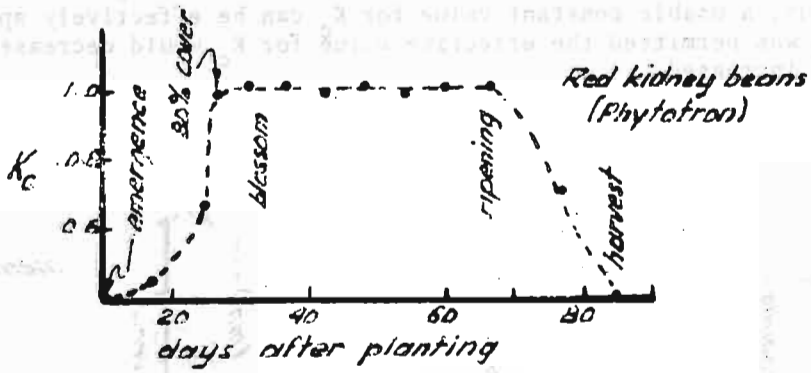
GROUND COVER FACTOR (G)

Interception and energy use for evapotranspiration can change as foliage cover of the ground changes. When seed is first planted, all evapotranspiration is evaporation from the soil surface. When succulent foliage completely covers the ground, soil moisture is almost entirely transmitted to the atmosphere through the transpiration process. It is obvious that degree of ground cover will have an influence on the ratio of ET_c : E and that as ground cover stabilizes, the ratio will stabilize.

Our studies indicated the ratio of ET_c : E was always fairly constant when crop foliage reached 80% of its normal ground cover (see Figure 3). Other researchers have reported fair stability after 50% ground cover was reached (8).

Figure 3

Influences of crop cover and of ripening on value of K_c .



CROP AGE FACTOR (A)

The influence of crop age was studied in field experiments. Both in-the-field and the phytotron studies showed evapotranspiration to be preportionate to evaporation from the time sufficient ground cover was established through until the plant stem started hardening off at ripening time (see Figure 3).

There were some indications of a slightly higher evapotranspiration rate, (proportional to evaporation) at the time of plant flowering. Water use amount due to this observed tendency was small enough to be ignored.

PLANT METABOLIC EFFECTIVENESS FACTOR (P)

Plant cellular structure could place a restriction on water transmission up through the plant system. Hence, one plant specie may have a higher or lower transpiration rate than another, under similar energy-factor conditions, quite aside from the stomatal operation characteristic. For a given crop, this factor would be constant, however, during the succulent growth period.

SOIL MOISTURE STRESS (M)

If soil moisture stress is permitted to increase between irrigations sufficiently to retard optimum plant growth, evapotranspiration will be retarted. This retardation will decrease the magnitude of the ratio ET_c : E.

It is generally accepted that, under good irrigation practice, water should be removed as the limiting factor for production. This implies prevention of soil moisture stress build up that would limit evapotranspiration. Hence, the ratio of ET_c: E would be constant under conditions satisfactory for good irrigation practice.

It can be shown that even under consistent stressing conditions between irrigations, a usable constant value for K_c can be effectively applied. When stressing was permitted the effective value for K_c would decrease as moisture stressing increased.

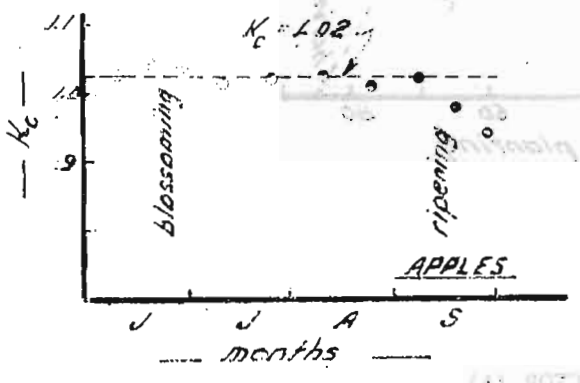


Figure 4

Field measurements of K_c for apples with grass cover crop.....for 1 year of study.

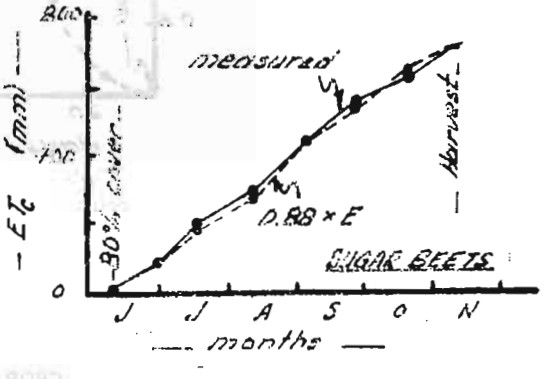


Figure 5

Comparison of measured ET_c for sugar beets and calculated ET_c = 0.88 x E. For one experiment.

FIELD TEST RESULTS.

Field studies of the relationship between ET_c and E showed a near constant relationship to exist, in fact, for several crops studied essentially throughout the growing season. Figures 4 and 5 shows typical field results. The relationship is expressed as:

$$ET_c = K_c \cdot E \quad - - - - - - - - - - - - (5)$$

Table 1 shows K_c values for several crops determined under field cropping conditions in latitude zones as shown..

Table 1. Field measured K_c values in general use for several crops relating evapotranspiration, ET_c, to measured evaporation, E. ($ET_c = K_c \times E$ -----for E values for diurnal measurements of evaporation from a standardized 4 foot diameter USWB evaporation pan).

Crop	K_c *	latitude of original measurements	Crop	K_c *	latitude of original measurements
Alfafla	0.95	46^o - 48^o	Peaches (grass cover)	1.00	46^o - 48^o
Apple Orchard	1.05	"	Peas	1.00	"
Beans (dry)	0.90	"	Potatoes	0.95	"
Citrus (clean cult)	0.60	30^o - 35^o	Raspberries	1.00	"
Clover (ladino)	0.95	46^o - 48^o	Sorghum (dwarf)	0.80	"
Corn (field)	0.80	"	Sorghum	0.90	"
Cotton	0.65	30^o - 35^o	Strawberries	0.45	"
Grapes	0.70	46^o - 48^o	Sugar beets	0.90	"
Orchard, Deciduous (clean cult)	0.80	"			
Orchard Deciduous (grass cover)	1.00 - 1.05	"			
Pasture grasses	0.95	"			

* Values should be checked at new locations. Differences in day length and difference in wind regimes may require some adjustment in K_c values.

CONCLUSIONS.

A highly useful near-constant relationship exists between evapotranspiration of a crop and properly measured evaporation within a wide range of defined conditions. The relationship is defined as:

$$ET_c = K_c \times E$$

This relationship enables accurate and convenient scheduling of irrigation (2). One K_c value applies for a crop at all locations of similar day length and similar wind regimes. The near constant applies from the time representative ground cover is established until the crop is harvested or until the crop ripens, whichever comes first.

The value of K_c can vary for a crop with variation in day length and substantial variation in wind regime. Therefore, it is advisable to check K_c values at new locations when starting to schedule irrigation from evaporation measurements.

For good accuracy, evaporation must be measured under conditions proportionate to the conditions for the evapotranspiration of the crop. For this purpose "Standardized Conditions" have been defined for the evaporation measurement that apply to values given in Table 1.

Utility of the procedure has been demonstrated in widespread field use in several countries as well as by research. Tools have been developed that enable additional refinements (3).

REFERENCES

1. Jensen, M.C., 1967, Growth chamber studies of evapotranspiration by red kidney beans. Trans. ASAE 10 (5).

2. Jensen, M.C., and Middleton, J.E., 1970, Scheduling Irrigation from Pan Evaporation, Cir. 527, Wash. Agri. Expt. Sta., 1970.

3. Middleton, J.E. and Jensen, M.C., Hydraulic Weighing Lysimeter, Cir. 506, Wash. Agri. Expt. Sta., June 1969.

4. Penman, H.L., 1948, Natural evaporation from open water, bare soil, and grass, Royal Soc. Proc. (London), Ser.A, 193: 120-145

5. Penman, H.L., 1963, Vegetation and Hydrology, Commonwealth Bur. Soils, Harpenden, Tech. Comm. No 53, p.124.

6. Pruitt, W.O., 1960, Relation of consumptive use of water to climate, Trans. ASAE 3 (1).

7. Pruitt, W.O., and Jensen,M.C., 1955, Determining when to irrigate, Agri. Engr. Jour. 36 (6).

8. Tanner, C.B., 1963, Basic instrumentation and measurements for plant environment and micrometeorology, Soils Bul. No. 6, Univ. of Wis., Madison, 156 p.

- ABSTRACT -

Evaporation Measurements for Accurately Scheduling Irrigation

by

M. C. Jensen [1]

The differential equation expressing evaporation from a free water surface, E, and the differential equation expressing evapotranspiration from a crop, ET_c, reveals a usable near-constant ratio under normal cropping conditions for optimum production. The relationship is written:

$$ET_c = K_c \times E$$

One crop may have a different K_c value than another. Evaporation amounts can vary from one measuring device to another. Consequently, method of measuring evaporation is important and establishing K_c values for each crop is essential.

The ratio enables interpretting daily evapotranspiration for each crop from daily measurements of evaporation. Hence, the daily amount of water removal from a field can be known and the water reserve left in the field can be continually accounted. Therefore, the time to irrigate and the amount to apply is always known from measurements of evaporation.

Whereas research continues to develop refinements, application of the principle is in widespread use in several countries, both by farmers and researchers. The Safiabad Research Center has studies underway to establish K_c values for crops of the Khuzestan. Refined methods for accurately measuring evaporation are also being studied.

---

1 Senior Research Scientiest, Safiabad Research Center. Formerly Professor and Research Agricultural Engineer, Washington State University, Pullman, Washington.

خلاصه :

استفاده از مقادیر تبخیر سطحی دربرنامه‌بندی آبیاری

نوشته : ماکس . سی . جنسن *

معادله دیفرانسیل تبخیر از سطح آزاد آب (E) ومعادله دیفرانسیل نیازآبی نباتات (ET_c)عملانسبت ثابت نزدیکی را درشرائط معمولی کشت با عملکرد رضایتبخش بدست میدهد . این رابطه بصورت زیر نوشته میشود .

$$ET_c = K_c . E$$

ضریب نباتی در محصولات مختلف متفاوت است و مقادیر تبخیر سطحی نیز بستگی به‌نوع دستگاههای سنجش آن متغیر میباشد . بنابراین روش سنجش تبخیر حائز اهمیت بوده وتعیین ضریب نباتی برای هر محصول ضروری‌است .

باسنجش مقادیر روزانه تبخیر از سطح آزاد آب وکاربرد این نسبت ، نیازآبی روزانه نباتات محاسبه میشود.بنابراین بوسیله این روش میتوان مقادیر آبی راکه بوسیله محصول از مزرعه مصرف میشود تعیین وبا احتساب‌مقادیر ذخیره آب باقیمانده درخاك ، دفعات آبیاری را تنظیم نمود .

بادرنظرگرفتن مقادیر مصرف شده وباقیمانده رطوبت ومشخصات فیزیکی خاك میتوان وقت آبیاری ومدت زمان و مقدار آنرا درهر مرتبه آبیاری محاسبه وعمل نمود .

تحقیقات وسیعی که دراین زمینه انجام‌گرفته امکان کار برداصول این‌روش رابوسیله‌محققین وکشاورزان‌درکشورهای مختلف بمقیاس وسیعی بوجود آورده است .

مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد بررسیهائی درزمینه تعیین ضریب نباتات مناسب خوزستان دردست اجرا دارد وروشهای اندازه‌گیری ومحاسبه دقیق مقادیر تبخیر سطحی نیز مورد بررسی قرارگرفته است .

* مشاور عالی تحقیقات ـ مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد

استاد سابق مهندسی زراعی ـ دانشگاه ایالتی واشنگتن

E, Evaporation, Etc, Evapotranspiration of Crop Kc, Crop Factor

QUESTIONS AND ANSWERS
EVAPORATION MEASUREMENTS FOR ACCURATELY SCHEDULING IRRIGATION

QUESTION 1. Did you account for cloudy hours during the day light hours.

ANSWER : During the numerous field studies, cloudiness influence on both evaporation and ivapatianspiration were an actual part of the measurements. In the phytotron measurements, it was found that considerably less light intensity than full sunlight is needed for normal plant growth.....Light cloudiness probably does not retard normal plant growth processes. Actual minimum light for adequate photosynthesis was not determined, but, cloudiness was probably not one of the significant variables.

QUESTION 2. Why was the Kc value for strawberries so low compared to other crops?

ANSWER : Referring to the differential equation for evapatranspiration, the variables associated with a specific crop are:

R, individual crop roughness length
rc, individual crop surface reflectance
G, individual crop ground cover
S, individual crop stomatal opening characteristics - and
P, individual crop metabolic effectiveness.

The combination of these factors have to be the reasons for Kc for strawberries being low compared with Kc values for other crops. Most probably P, plant metabolic effectiveness, is the most significant of the variables in the wide difference in the case of strawberries.

QUESTION 3. Have the presented Kc values been compared with values measured from lysimeters?

ANSWER : Presented values were established from field measurements which included gravimetric measurements and from special hydraulicweighing lysimeters installed and operated in normal field crops to duplicate field results with higher precision than attainable with gravimetric procedures.

If lysimeter conditions do not duplicate field conditions, different Kc values for the lysimeter-produced crops would be measured, and they could be expected to be near-constant if good practices were followed. Some of these differences have been noted.

QUESTION 4. Are the presented Kc values for potential evapatranspiration conditions and how can they be used in practice?

ANSWER : There are different definitions for the term "potential evapotranspiration" (PET), several referring to either wet surfaces or/and to a particular crop. I have not found this term very useful as (1) evapotranspiration from a specific unstressed crop is primarily a funtion of the net total heat energy and depends on the specific crop, and (2) PET has little application under actual field conditions.

Values of Kc presented apply to normal good unstressed field cropping for the crops shown when evaporation is measured with a standarized USWB evaporation pan.

Daily deplitions from the soil moisture reservoir are calculated by multiplying the near-constant crop factor by the measure of evaporation for the day. When these daily depletions equal the amount you are willing to remove from the reservoir between irrigations, it is time to irrigate. The amount to apply is that amount which the crop has removed (plus your inefficiency in application).

Convenient and simple methods are fully developed for a farmer to keep his "irrigation account". Reference to them is given in the references for this paper. Possibly I could discuss them another time when more time is available.

QUESTION 5. Some work has indicated that evapotranspiration increase may not remain directly proportional to evaporation increase when temperatures are high. Have you measured these variations?

ANSWER : In our phytotron work, the maximum temperature studied was 110° F with the minimum humidity of 15% to 20% (I do not remember the precise minimum per cent humidity attained for the minimum humidity tests.) The crop was Red Kidney beans. The ETc : E ratio remained constant under these conditions. Differences were not noted under field measurements so far.

It is entirely feasible that evaporative energy factors of heat and humidity could be so severe that the plant factors could not keep up with the evapotranspiration demand and the plant would tend to restrict evapotranspitation "by partial closure of the stomata" from moisture stress....even though abundant water were available to the roots. I have never been able to measure such an occurrence in work so far.

Here in the Khuzestan where 50° temperatures with less than 20% Relative humidity do occur, it is possible that the condition occurs. If so, we hope to study it.

QUESTION 6. Some researchers indicate Kc should never exceed the values of 1. Why do your results show some values greater than 1.

ANSER : The concept that Kc cannot exceed 1 for measurements of E with a standardized 4 foot diameter USWB pan is not correctly founded. It is concluded from the notion that since evapatranspiration is an evaporation function, its value should never exceed measured evaporation.

First, evaporation amounts depend on the method of measurement, and tne measured values are, therefore, relative.

Secondly, the notion of not exceeding 1 would probably be true if (a) advective energies were equal or less for the crop than for the evaporating surface, (b) if the coefficient of reflectance for the crop was always equal to or greater than that of the evaporimeter, and (c) the evaporimeter received equal or more surrounding reflected energy than the crop. These conditions are seldom achieved. Other variable factors tend to favor E being greater than ET and the summation influence determines relative value of ET : Ec, Kc is generally less than 1. The notion that Kc cannot exceed 1 is not true.

QUESTION 7. Why did you not mention that Neutron Scattering device as a potential way of scheduling irrigation?

ANSWER : It was not intended to enumerate all known techniques for making "WHEN" and "HOW MUCH" irrigation decisions. Certainly the Neutron divice is a widely used tool even with its several limitations. Other techniques could also be mentioned.

اصول فنی طرح شبکه انهار آبیاری و زهکشی درجه ۳ و ۴

محمد مداح ـ محمد کاظم سیاهی

شرکت مهندسی بین‌المللی هارزا

با همکاری

مؤسسه مهندسین مشاور ف . و ه . ر . فرمانفرمائیان

برای طرحهای کارون و مارون

مقدمه :

کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصاد کشوررا دارا بوده که بسبب رشد سریع جمعیت ولزوم تأمین‌مواد غذائی بمنظور تأمین احتیاجات انسانی ودامی وهمچنین تهیه مواد اولیه صنایع وابسته‌بکشاورزی‌برای سوق‌دادن کشاورزی سنتی به کشاورزی برپایه‌تکنولوژی سهم عمده‌ای دربرنامه‌های‌عمرانی مملکت بآن اختصاص داده شده است . درراه‌نیل باین هدف استفاده صحیح از عوامل کشاورزی ودررأس آنها منابع آب وخاك قرار دارد که بخصوص میتوان برای‌دستیابی باین منظور ارجحیت واهمیت خاصی را بدوعامل ذکرشده معطوف داشت .

بهره‌برداری صحیح ازمنابع آب وخاك جهت افزایش تولید محصول درواحد سطح وحصول بیك کشاورزی مکانیزه وپیشرفته جز بایکپارچه کردن اراضی ، ورفرم کشاورزی واستفاده صحیح از منابع‌آب باانتقال وتوزیع مناسب تا واحدهای زراعی امکان‌پذیر نیست . درسالهای اخیر سیاست دولت درتوسعه منابع آب وخاك‌وگسترش شبکه‌های آبیاری براین اساس بوده است که شبکه‌های آبیاری اراضی زیر سدها تاسیستم توزیع آب درداخل واحدهای مزرعه‌گسترش یابد تا بدینوسیله دست یابی به نتیجه‌نهائی که استفاده صحیح وحداکثر از آب وخاك برای تولید بیشتر محصول میباشد بسهولت انجام‌پذیرد .

براساس هدف فوق شبکه انهار آبیاری وزهکشی درجه ۳و۴ پروژه‌گتوند همزمان‌با سیستم کانالهای اصلی ودرجه ۱و۲ طرح‌گردیده است . ازآنجائیکه اجرای کشاورزی مکانیزه دراراضی یکپارچه‌بانظام بهره‌برداری بوسیله شرکتهای سهامی زراعی یاشرکتهای کشت وصنعت دارای نتایج مفید وثمربخش بوده بنابراین یکی از مبانی اساسی درطرح شبکه انهار درجه ۳و۴ مورد بحث نظام بهره‌برداری کشاورزی بایکی از سیستمهای ذکر شده فوق میباشد .

درتهیه این مقاله سعی براین بوده است که باذکر مشخصات فنی طرح سیستم‌انهار مزرعه وهمچنین‌ارائه نمونه‌های استاندارد برای مقاطع انهار جاده سرویس وساختمانهای کوچك آبیاری درواحد های مزرعه‌گاسی در راه هدف‌دستگاههای اجرائی منابع آب کشور درجهت استاندارد کردن نقشه‌ها ومشخصات فنی شبکه انهار درجه ۳و۴ برداشته شود . اگر چه نظرات طرح شده دراین مقاله‌بیشتر درشبکه‌های آبیاری واحدهای بزرك قابل اجراست ولی اغلب میتواند درسطوح کوچك نیز مورد استفاده‌قرارگیرد .

شرح مختصری از پروژه آبیاری گتوند

محدوده طرح آبیاری گتونددرقسمت شمالی دشتهای خوزستان درپائین دست محلی که رودخانه کارون ازکوهستان بدشت وارد میشود واقع شده است . مساحت ناخالص تحت آبیاری این طرح معادل ۴۳٫۰۰۰ هکتار ومساحت خالص آن معادل ۳۸٫۵۰۰ هکتار میشود که نواحی گتوند ، عقیلی ودیمچه را مشروب مینماید .

قسمت اعظم اراضی طرح درحال حاضر بوسیله زراعت دیم کشت وکار میشود وتنها مساحت محدودی درناحیه عقیلی باسیستم آبیاری سنتی مورد بهره‌برداری قرارمیگیرد . سیستم آبیاری پروژه‌گتوند شامل‌سدانحرافی وآبگیرهای مربوطه کانالهای اصلی وفرعی ، تلمبه‌خانه‌ها راههای دستیابی وسیستم انهار زهکش اصلی وفرعی میباشد.

سد انحرافی‌گتوند برروی رودخانه کارون بفاصله تقریبی ۴٫۵ کیلومتر بالا دست دهستان‌گتوند ودره ۲ کیلومتری شمال شهر شوشتر دردست ساختمان میباشد .

سیستم آبگیری وانتقال آب درپروژه آبیاری‌گتوند بنحوی است که کلیه اراضی طرح درنواحی‌گتوند وعقیلی وبطور متوسط ۹۲٪ اراضی دیمچه هرساله مورد کشت وآبیاری قرارمیگیرد . نواحی گتوند وعقیلی جمعا بمساحت ۱۲۴۰۰ هکتار درطرفین رودخانه کارون برای بهره‌برداری وتولید انواع محصولات کشاورزی درکادر شرکتهای‌سهامی‌زراعی یا شرکتهای کشت وصنعت در نظرگرفته شده‌اند . ناحیه دیمچه بمساحت ۳۰۶۰۰ هکتار کلا بمنظورکشت نیشکر منظور گردیده‌است

سیستم آبگیری وانتقال آب درپروژه آبیاری‌گتوند بنحوی‌است که امکان آبیاری‌وکشت‌سالیانه کلیه اراضی‌گتوند وعقیلی باتراکم سطح کشت تابستانه ۸۵٪ واراضی دیمچه باتراکم کشت ۹۰٪فراهم میباشد .

بمنظور آشنائی بیشتر باشبکه آبیاری پروژه‌گتوند نقشه کلی استقرار سیستم انهار اصلی وفرعی‌آبیاری وزهکشی‌وراههای ارتباطی وهمچنین ؛حل تلمبه‌خانه‌ها بانضمام مشخصات کلی سیستم آبیاری درنقشه ۱٫۵۰۰۰۰ پیوست داده شده است.

شبکه انهار آبیاری وزهکشی درجه ۳و۴ وواحدهای مزرعه درنقشه فوق مشخص نشده است .

مشخصات فنی طرح شبکه انهار آبیاری وزهکشی مزرعه که دراین مقاله مورد بحث قرار میگیردتنها برای اراضی ناحیه‌گتوند وعقیلی نوده وطرح سیستم انهار مزرعه در اراضی ناحیه دیمچه‌برای توسعه کشت نیشکر دارای مشخصات‌فنی جداگانه‌ای میباشد .

تعاریف و اصطلاحات

بمنظور سهولت استفاده از اصطلاحات بکار برده شده دراین مقاله وهمچنین روشن شدن مفاهیم مورد نظر ، تعاریف واصطلاحات مربوطه بشرح زیر ذکر میگردند .

کانال اصلی آبرسانی(Main Canal): کانال اصلی عهده‌دار انتقال آب ازمحل آبگیر سدتاانشعاب‌به کانالهای‌درجه ۱ وهمچنین تغذیه کانالهای درجه ۲ وآبگیرهای زراعی میباشد .

کانال درجه ۱ (Canal) : انتقال وتوزیع آب بکانالهای‌درجه ۲ وتغذیه‌آبگیرهای زراعی‌منتهی‌به کانالهای‌درجه ۳ راانجام میدهند .

کانال‌درجه ۲(Laterel): یانهرفرعی عهده‌دار تغذیه حداقل یک ویا تعدادی ازکانالهای درجه ۳ میباشد .

نهر درجه ۳ (3rd Order Canal): یانهر مزرعه ازپائین‌دست‌دستگاه اندازه‌گیری(پارشال فلوم)واقع درانتهای آبگیر زراعی شروع شده وتغذیه‌انهار درجه ۴ رابعهده دارد .

نهر درجه ۴(4th Order Canal): یا نهرچه آبیاری ازانهاردرجه۳ منشعب‌گردیده وبوسیله‌سیفون‌یاروش های‌دیگر مستقیما اراضی راآبیاری میکند .

نهرزهکشی درجه ۴(4th Order Drain): نهریست که مستقیما آب‌اضافی‌حاصل‌از جریان‌سطحی آبیاری وبارندگیها راجمع‌آوری کرده وبه‌انهار زهکشی درجه ۳ ویاانهار زهکشی طبیعی هدایت میکند .

نهرزهکشی درجه ۳ (3rd Order Drain): نهریست که‌زه‌آب‌حاصله ازانهار درجه۴ را جمع‌آوری کرده‌ودرزهکشهای اصلی وطبیعی تخلیه میکند .

زهکشهای جمع‌آوری کننده و اصلی (Main and Collector Drain) : انهار اصلی زهکشی میباشندکه زه‌آب حاصله ازانهار درجه ۳و۴ راجمع‌آوری نموده وبه زهکشهای طبیعی هدایت میکنند .

سطح ناخالص آبیاری (Gross Irrigation Area) :عبارتست از سطح کل مزرعه‌باکسر قطعات ناهموار ودارای شیب تند وناسناسب برای زراعت ، زهکشهای طبیعی وتپه های پراکنده .

سطح خالص آبیاری (Net Irrigable Area) : سطح خالص آبیاری ساختنی است که عملیات کشت وزرع درآن صورت میگیرد وبطور متوسط معادل ۹۲ درصدسطح ناخالص آبیاری میباشد،۸ درصد سطح باقیمانده شامل مساحت‌اشغال شده بوسیله انهارآبیاری وزهکشی درجه ۳و٤ وجاده‌های مزرعه میباشد .

واحد آبیاری (Farm Unit) : واحد آبیاری مزرعه مساحت پیش‌بینی شده برای آبیاری بوسیله یک آبگیر زراعی (Head Gate Turnout) بوده که دراین پروژه باتوجه به وضعیت پستی وبلندی واستقرار کانالها متفاوت و بطور متوسط حدود ۱۰۰ - ۶۰ هکتار میباشد .

واحد زارعی (Field Block) :مساحتی که مستقیما بوسیله یک نهردرجه ٤ آبیاری میشود وبطور متوسط در حدود ۱۲-۸ هکتار درنظرگرفته میشود .

اصول موردنظر در طرح انهار درجه ۳ و ٤

همانطورکه قبلا ذکرگردید شبکه انهار آبیاری درجه ۳و٤ پروژه‌گتوند جمعا درمساحت ۱۲٤۰۰ هکتار در نواحی گتوند وعقیلی بمنظورکشت محصولات کشاورزی متنوع بمورد اجراگذاشته شده است که مبانی اساسی‌طرح سیستم‌انهار فوق بشرح زیر میباشد :

۱ - انتخاب قطعات زراعی باتوجه به سیستم بهره‌برداری بصورت مکانیزه ویکپارچه درقالب‌شرکتهای کشت‌و صنعت یاشرکتهای سهامی زراعی .

۲ - سیستم انهار بصورت روباز ودرقطعات زراعی تسطیح شده میباشد، بجز درمواردیکه محدودیت‌شیب اراضی ویاناهمواری اراضی از نظر اقتصادی امکان تسطیح وطرح سیستم انهار روباز را محدود سازد . دراینصورت بایستی برای این قطعات پراکنده ازروش های آبیاری بارانی ، تسطیح بطریقه تراس‌بندی ویاآبیاری بطریقه قطره‌ای برای‌توسعه‌آینده برنامه‌ریزی‌گردد .

۳ - کنترل وتوزیع وبهره‌برداری ازشبکه باحداقل هزینه های تعمیر ونگهداری وکارگر آبیار .

٤ - نحوه توزیع وکنترل آب : انتخاب صحیح روش انتقال وتوزیع آب درشبکه های آبیاری منطبق‌با شرایط محلی نوع بهره‌برداری ومحدودیت منابع آب عامل مهمی درطرح سیستم انهار میباشد .

اصولا توزیع وکنترل آب درشبکه های آبیاری بیکی از سه روش زیرویاترکیبی ازاین روش هاصورت میگیرد :

الف - توزیع آب براساس تقاضای قبلی کشاورزان

ب - توزیع آب بطور نوبتی

ج - توزیع آب بصورت دائمی

الف - توزیع آب براساس تقاضای قبلی کشاورزان : دراین روش کشاورزان بایستی ۲٤ تا ۷۲ ساعت‌قبل از مصرف تقاضای خودرا به آبیار ناحیه تسلیم نمایند . این روش به زارع امکان میدهدکه احتیاجات آبی خود را مطابق بابرنامه زراعی وآبیاری خود تنظیم نماید بعلاوه ازهدررفتن آب نیز تاحد ممکن جلوگیری میشود . این روش بهترین وایده‌آل‌ترین روش‌دراسر توزیع آب برای مصرف کننده وسازمان بهره‌برداری بوده وتنها محدودیت آن بالا بودن هزینه های ساختمانی شبکه انتقال اصلی میباشد . علت افزایش هزینه های ساختمانی دراین روش بالا بودن ظرفیت کانالهااست بطوریکه در مواقع حداکثر تقاضا جوابگوی نیازهای مصرف کنندگان باشد ، بعلاوه درسیستمهای بهره‌برداری روش مزارع کوچک(۲۰ هکتار وکمتر) نیز احتیاج به آبگیرها ، دریچه ها ودستگاههای اندازه‌گیری بیشتری میباشدکه بالمال هزینه های ساختمانی وبهره‌برداری را بیشتر میکند .

بمنظور اصلاح این روش ومنطبق کردن آن با شرایط متفاوت بهره‌برداری تغییراتی در آن داده شده است که ازرایج‌ترین آنها انتقال وتوزیع آب بصورت دایم ومنطبق باتقاضای مصرف کنندگان درشبکه کانالهای اصلی وتوزیع آب درداخل واحدهای مزرعه بصورت تناوبی میباشد . باین‌ترتیب که برای هر آبگیر زراعی (تغذیه کننده واحدهای ۱۰۰ هکتاری) مجهز به‌دریچه کشوئی‌در هرزمان که آب مورد نیاز باشد ، انشعاب ازکانال تغذیه کننده مربوطه امکان‌پذیر میباشد منتها توزیع آب درنهرچه های آبیاری هر مزرعه بصورت نوبتی صورت میگیرد .

دراین روش ظرفیت کانالهای اصلی بافرض جریان دایمی آب درکانال ومنظور داشتن حداکثرنیاز آبی در دوره آبیاری طرح میشود .

ب - روش انتقال آب بصورت نوبتی : دراین روش طبق برنامه قبلی تنظیم شده ودر دورهٔ مشخص آب به زارعین تحویل داده میشود . تناوب ممکن است بین دویاچند مصرف کننده ویابین مصرف کنندگان یک کانال فرعی صورت گیرد. از مزایای این روش کاهش هزینه‌های ساختمانی اولیه نسبت‌به روش‌های دیگر بعلت پائین بودن ظرفیت کانالها و همچنین محدود بودن تعداد دستگاههای اندازه‌گیری میباشد وازمعایب آن لزوم برنامه صحیح آبیاری وکشت‌ومحدودیت دورهٔ مصرف آب برای مصرف کننده رامیتوان ذکر کرد . دراین روش بسبب‌آنکه زراعین معمولا بندرت میتوانند وضعیت آبیاری وکشت مطلوب خود را باتناوب‌آبیاری منطبق سازند راندمان آبیاری وعملکرد محصول کاهش مییابد . این روش معمولا درسطح کوچک ومواردیکه تعداد مزارع زیاد باشد بیشتر مورد نظر میباشد .

ج - روش انتقال آب بصورت دائم : دراین روش آب بمیزان ثابت ودائمی دردسترس مصرف کننده قرار میگیرد . این روش بیشتر درسطحهای بزرك بدون محدودیت منابع آب قابل توجیه ومقرون بصرفه میباشد زیرا درقطعات کوچک بدلیل کم بودن بده جریان انهار میزان تلفات زیاد میباشد .

روش توزیع وانتقال آب درطرح شبکه آبیاری‌گتوند بادرنظرگرفتن سیستم بهره‌برداری بصورت‌یکپارچه درکادر شرکتهای سهامی زراعی یا کشت وصنعت (مساحت متوسط مزارع درحدود ۱۰۰ - ۵۰۰ هکتار) وباتوجه به وسعت‌شبکه آبیاری بصورت سیستم اصلاح شده توزیع برحسب تقاضا میباشد یعنی همانطوریکه در بند : الف گفته شد ، جریان آب بطور دائم درکانالهای اصلی وفرعی منطبق باتقاضا وامکان آبگیری برای نهر درجه ۳ تغذیه کنندهٔ مزرعه در هرزمان بمیزان مورد نیازوتوزیع آب بصورت متناوب درداخل مزرعه فراهم میباشد .

۳ - ظرفیت کانالهای‌درجه ۳و۴ آبیاری :

ظرفیت کانالهای درجه * ۳و۴ براساس حداکثر نیازآبی در دوره آبیاری (Peak Period Water requirement) وبادرنظرگرفتن ۸۰٪ تراکم سطح کشت‌برای‌مساحتهای‌بالاتر از هزارهکتار معادل ۱٫۵ لیتر در ثانیه‌درهکتار طرح گردیده‌است بده لازم برای واحدهای مزرعه (Farm Unit) براساس احتیاجات آبی منطقه‌در دورهٔ حداکثر مصرف باتوجه‌برنامه زراعی پیشنهادی وتراکم سطح کشت ۱۰۰٪ ودر نظرگرفتن تلفات انتقال و بهره‌برداری سیستم آبیاری محاسبه‌گردیده است . حداکثر نیاز آبی‌در دوره آبیاری با استفاده از فرمول کریدل وبلانی وتراکم‌سطح کشت ۱۰۰٪ (Cropping Intensity) درمزرعه وبادرنظرگرفتن ۵۰٪راندمان آبیاری‌مزرعه (این رقم در شرایط زمین تسطیح شده باطول قطعات مناسب‌آبیاری خاك یابافت متوسط ومهارت نسبی کارگر آبیار قابل تحصیل است) . معادل ۱٫۷۷ لیتر در ثانیه‌درهکتار محاسبه شده که بامنظور داشتن ۱۰٪ تلفات آبیاری درسیستم انتقال وتوزیع آب‌تاواحدزراعی (Field Block) رقم ۲ لیتر در ثانیه‌درهکتار بدست میآید * (جداول شماره ۱و۲ عملا ظرفیت آبگیرهای‌زراعی (Head Gate Turnout) تغذیه کننده کانالهای‌درجه ۳ به دوبرابر ظرفیت ذکرشده فوق افزایش داده شده تادرآینده امکانات کشت محصولاتی بانیاز آبی بیشتر بصورت تک محصولی یاچند محصولی فراهم باشد .

لازم بتوضیح است که افزایش ظرفیت آبگیرهای زراعی بشرح فوق ، درهزینه ساختمانی آبگیرها بسبب محدود بودن اندازه‌های لوله های آبگیر (قطر لوله بتنی هدایت کننده آب درآبگیرهابرای‌سهولت‌عملیات ساختمانی به اندازه‌های ۶۰و۸۰ سانتیمتر محدود شده است)افزایش کمی را بوجود خواهد آورد که باتوجه بسهولت بهره‌برداری وامکان دستیابی به‌آب بیشتر درمواقع مورد لزوم اقتصادی بنظر میرسد محل آبگیرهای زراعی معمولادربلندترین‌نقطه مزرعه (Farm Unit)قرار گرفته وسطح آب‌درکانال یانهر فرعی تغذیه کننده درمحل آبگیری بوسیله‌ساختمانهای کنترل‌سطح آب (Check Structure) تاارتفاع مناسب برای انحراف آب بمیزان ظرفیت آبگیر تثبیت میگردد . بده‌نهر چه‌های آبیاری براساس مساحت‌هرواحد زراعی مدت زمان آبیاری حداکثر ارتفاع آب آبیاری باتوجه به نمودار شماره ۱ بدست میآید .عملاظرفیت کشش‌انهار درجه ٤ بمیزان بده نهردرجه ۳ مزرعه مربوطه طرح‌میگردد .

---

* برای اطلاع بیشتر از جزئیات مربوط به محاسبه میزان آب مورد نیاز طرح آبیاری گتوند به مقاله ارائه شده توسط این شرکت در دومین سمینار آبیاری مراجعه شود .

جدول ۱-مطالعه توجیهی

احتیاجات آبی دوره حداکثرمصرف (۱)

(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)
ماه ــ نوع محصول	درصد سطح کشت	مصرف آب خالص آبیاری (I) (۲) میلیمتر	مصرف ماهانه تعریق وتبخیر (U_m) میلیمتر	تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (U_p) (۳) میلیمتر در روز	فاصله آبیاری در دوره حداکثرمصرف (۵) : (۳) روز	معدل وزنی تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۵) × (۲) میلیمتر در روز	احتیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثر مصرف (۴) میلیمتر در روز	احتیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثر مصرف (۴) لیتر در ثانیه برای هر هکتار
مرداد								
بونجه	۱۰	۱۰۲	۲۷۲	۱۰ر۰	۱۰	۱ر۰۰	۱ر۸۲	
ذرت خوشه ای	۲۰	۱۰۲	۲۸۵	۱۰ر۶	۱۰	۲ر۱۲	۳ر۸۶	
دانه های روغنی	۱۰	۱۰۲	۲۸۵	۱۰ر۶	۱۰	۱ر۰۶	۱ر۹۸	
پنبه	۱۰	۱۲۷	۲۶۹	۹ر۷	۱۳	۰ر۹۷	۱ر۷۷	
سبزیجات	۱۰	۱۰۲	۱۷۳	۶ر۲	۱۶	۰ر۶۲	۱ر۱۳	
یونجه	۲۵	۱۲۷	۲۴۴	۸ر۸	۱۴	۰ر۷۳	۲ر۰۰ (۵)	
	۸۵						۱۲ر۵۶	۱ر۴۵

(۱) روش مورد استفاده درتعیین تعریق و تبخیردر دوره حداکثرمصرف طبق نشریه فنی شماره ۲۱ اداره حفاظت خاك وزارت کشاورزی ایالات متحده میباشد .

(۲) برابر ٪ دخیره منطقه ریشه میباشد .

(۳) بااستفاده ازستونهای (۳) و (۴) وبکاربردن رابطه $U_p = ۰ر۰۳۴ U_m^{۱ر۰۹} - ۰ر۰۹ \times I$ بدست آمده است.

(۴) با استفاده از راندمانهای آبیاری درمزرعه بابرابره درصد برای تمام محصولات بدست آمده است.

(۵) فرض شده که درماههای تیر ومرداد رطوبت کمتری دراختیاریونجه گذاشته شود تادرحالت غیرفعال که برای جلوگیری از زیانهای حاصله از آب گرم و مبارزه با علفهای هرز لازمست قرارگیرد .

جدول ۲ـ مطالعه توجیهی

احتیاجات آبی دوره حداکثر مصرف (۱)

(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)
ماه ـ نوع محصول	درصد سطح کشت	مصرف آب خالص آبیاری (I) (۲) میلیمتر	مصرف ماهانه تعریق‌وتبخیر (U_m) میلیمتر	تعریق‌وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (U_p) (۳) میلیمتر در روز	فاصله آبیاری در دوره حداکثرمصرف (۵) : (۳) روز	معدل وزنی تعریق وتبخیر در دوره حداکثرمصرف (۵)×(۲) میلیمتر در روز	احیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثرمصرف (۴) میلیمتر در روز	احیاجات آبیاری در مزرعه طی دوره حداکثرمصرف (۴) لیتر در ثانیه برای هرهکتار
مرداد								
برنج	۱۰	۱۰۲	۲۷۲	۱۰ر۰	۱۰	۱ر۰۰	۱ر۸۲	
ذرت خوشه ای	۲۵	۱۰۲	۲۸۵	۱۰ر۶	۱۰	۲ر۶۵	۴ر۸۱	
دانه های روغنی	۱۵	۱۰۲	۲۸۵	۱۰ر۶	۱۰	۱ر۵۹	۲ر۸۹	
پنبه	۱۵	۱۲۷	۲۶۹	۹ر۷	۱۳	۱ر۴۶	۲ر۶۶	
سبزیجات	۱۰	۱۰۲	۱۷۳	۶ر۲	۱۶	۰ر۶۲	۱ر۱۳	
یونجه	۲۵	۱۲۷	۲۴۴	۸ر۸	۱۴	۰ر۷۳	۲ر۰۰ (۵)	
	۱۰۰					۸ر۰۵	۱۵ر۳۱	۱ر۷۷

(۱) روش مورد استفاده درتعیین میزان تعریق و تبخیر در دوره حداکثرمصرف طبق نشریه فنی شماره ۲۱ اداره حفاظت خاك وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا میباشد .

(۲) برابر ٪ ذخیره منطقه ریشه میباشد .

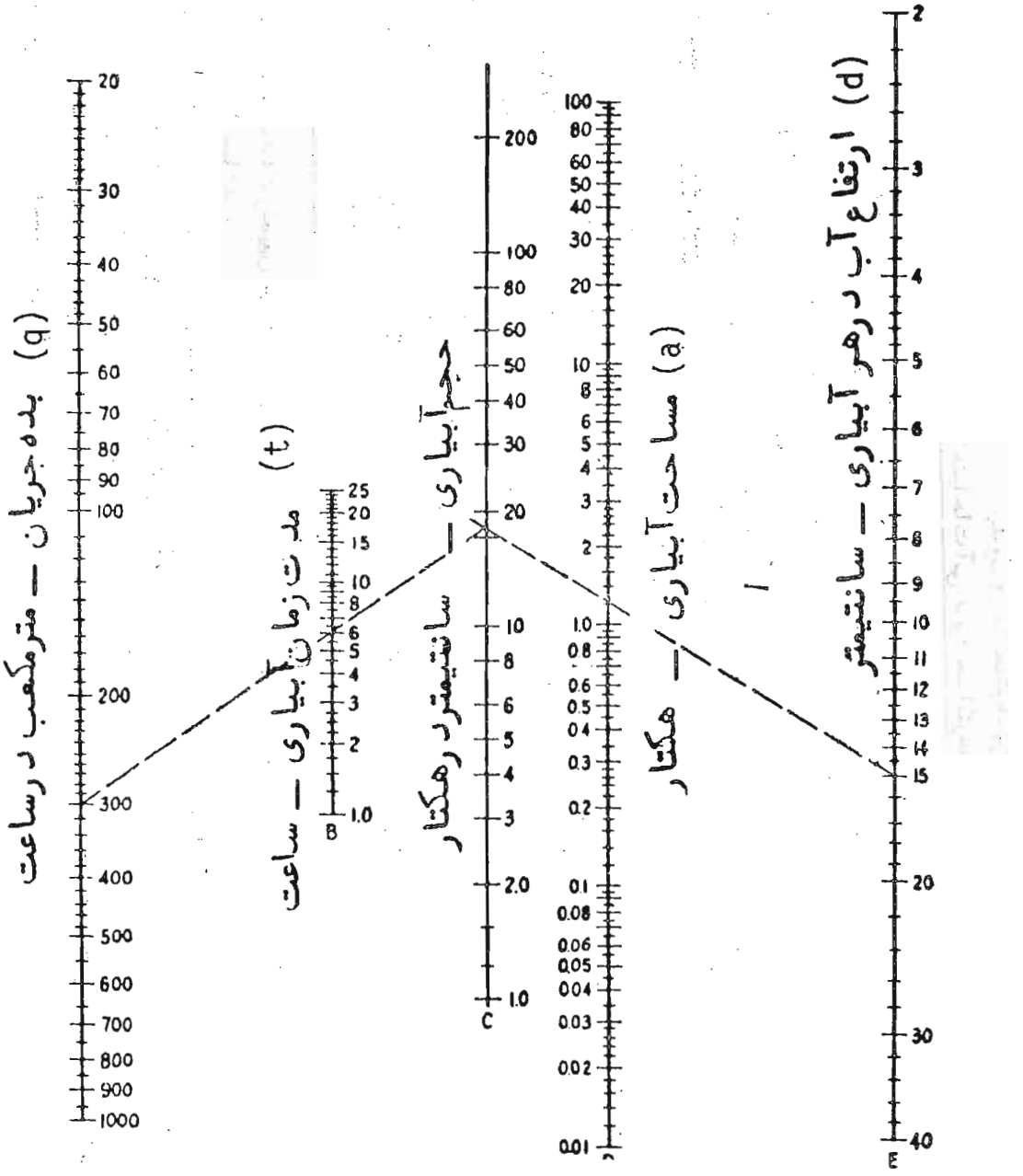
(۳) با استفاده از ستونهای (۳) و (۴) وبکاربردن رابطه $U_p = 0.034 U_m \times \frac{I}{1.09 - 0.09}$ بدست آمده است.

(۴) با استفاده از راندمان آبیاری درمزرعه برابر ۵۵ درصد برای تمام محصولات بدست آمده است.

(۵) فرض شده که درماههای تیر ومرداد رطوبت کمتری دراختیار یونجه گذاشته شود تادرحالت غیرفعال که برای جلوگیری از زیانهای حاصله از آب گرم و مبارزه با علفهای هرز لازمست قرارگیرد .

نمودار ۱ - رابطه بین بده جریان ، مدت آبیاری ، سطح آبیاری و

ارتفاع آب در هر آبیاری qt=ad



برای استفاده از نمودار فوق بترتیب زیر عمل کنید :

۱ - مقادیر داده شده را در محورهای A و B و D مشخص کنید

۲ - با یک خط‌کش نقطه مشخص شده روی محور A را به نقطه مربوطه در محور B وصل کرده امتداد دهید تا محور C را قطع نماید .

۳ - نقطه حاصله در محور C را به نقطه مربوطه در محور D وصل کرده امتداد دهید . نقطه تقاطع خط مذکور با محور E ارتفاع آب در هر آبیاری را مشخص خواهد نمود .

اصول فنی طرح شبکه انهار آبیاری درجه ۳ و ٤

۱ ـ طرح شبکه انهار وجاده‌های سرویس مزرعه : که شامل موارد زیر میباشد :

الف ـ انتخاب حدود مزارع

ب ـ استقرار انهار آبیاری درجه ۳و٤

ج ـ استقرار انهار زهکشی درجه ۳و٤

د ـ استقرار جاده‌های سرویس

ه ـ تسطیح قطعات زراعی

و ـ طرح هیدرولیکی انهار، مقاطع وساظتمانهای‌تیپ

الف ـ انتخاب حدود مزرعه (Farm Boundary) : حدود مزرعه‌باتوجه به وضعیت‌پستی وبلندی‌اراضی، موقعیت زهکشهای طبیعی وسایر عوامل طبیعی ، تاسیسات موجود وهم‌چنین چگونگی ارتفاع سطح آب درکانال تغذیه کننده در مساحت مناسب حدود ۵۰ -۱۰۰ هکتار انتخاب میگردد . بدیهی است حدود تقریبی مزارع درطرح شبکه کانالهای درجه ۱و۲ درنظرگرفته میشود منتها درموقع طرح سیستم انهار مزرعه بادردست داشتن نقشه‌های توپوگرافی دقیق‌تر (مقیاس نقشه‌های مزرعه در پروژه گتوند ۱ : ۲۵۰۰ باخطوط تراز بفاصله ۲۵ سانتیمتر وشبکه‌بندی ٤۰×٤۰ متر میباشد) حدود اولیه مزرعه ومحل آبگیری مورد بررسی قرارگرفته ودرصورت لزوم باتوجه بمواردفوق مورد تجدید نظرقرار میگیرد .

ب ـ استقرار انهار آبیاری درجه ۳و ٤ـ نهردرجه ۳ آبیاری (Third Order Canal) نهر درجه۳ آبیاری بلافاصله بعدازدستگاه اندازه‌گیری (درپروژه آبیاری‌گتونداز پارشال فلوم‌های ۱/۵ فوت‌و۳فوت برای اندازه‌گیری‌بده جریان آبگیرها استفاده‌شده است) که درمنتهی‌الیه آبگیر زراعی واقع شده شروع وباتوجه به پستی وبلندی‌زمین درجهت شیب و یادراستداد خطتراز استداد مییابد مسیر نهردرجه ۳ حتی‌الامکان‌مستقیم طرح‌گردیده واز پیچ وخم‌های متعدد خودداری شده است . حداقل شعاع‌قوس درنهر درجه ۳ معادل ۱۰ متر درنظرگرفته شده است . همچنین بایستی مسیر کانال درجه ۳ را بشکلی طرح نمود که بتوان قطعات مزرعه را بفرم هندسی منظم ومناسب طرح کرد .

مسیر نهرچه‌های آبیاری : (Fourth Order Canal) نهرچه های آبیاری‌دربالاترین‌حدقطعات‌زراعی (Field Blocks) ودرجهت خطوط‌تراز طرح میگردند . حداکثر شیب نهرچه‌های آبیاری‌برای سهولت کارگذاری سیفون‌هامعادل۲ درهزار میباشد وتاحداامکان‌سعی‌میشود که شیب نهرچه‌ها در حدود ۱۰۰/ باشد .

حدود قطعات زراعی بمنظور استقرار نهرچه‌های آبیاری (Field Blocks Boundary) بادرنظرگرفتن پستی وبلندی زمین‌از نظر محدودیت صفحه تسطیح،طول مناسب نشتی‌یا کرت‌باتوجه به‌جنس خاك ، شیب‌زمین، انتخاب مساحت قطعه زراعی بین ۸- ۱۲ هکتار وبافرض حداکثر طول قطعه معادل ۶۰۰ متر برای جلوگیری از اتلاف آب درمسیرنهردرجه٤ طرح میگردد . طول مناسب نشتی یا کرت درخاکهای با مشخصات فیزیکی و شیب متفاوت بوسیله آزمایش در روی نمونه خاکهای منطقه باتوجه به شیب ومدول آبیاری درجدول شماره ۳ درج شده است .

مدول‌آبیاری درکرت (Stream Size) باتوجه به ارتفاع آب درهرآبیاری ، شیب اراضی ، جنس خاك با استفاده از نمودارهای شماره (۲و۳) بدست میآید.حداکثر مدول آبیاری درنشتی‌ها براساس رابطه $Q=\frac{0.63}{S}$ بدست‌میآید که‌درآن Q بده جریان برحسب لیتر درثانیه و S درصد شیب درجهت نشتی‌هامیباشد.عملامدول آبیاری‌برای‌هرنشتی در زراعتهای مختلف متفاوت میباشد ، مثلا برای زراعتهای بانشتی‌های کوچک مانند حبوبات حداکثر ۱٫۵ لیتر درثانیه وبرای‌زراعتهائی مانند نیشکر وذرت تاحداکثر ۲٫۵ لیتر درثانیه منظور میشود .

جدول ۳ ـ تعیین طول آبیاری با در نظر گرفتن جنس خاك ،
شیب جهت آبیاری ونوع آبیاری

آبیاری بطریقه کرتی

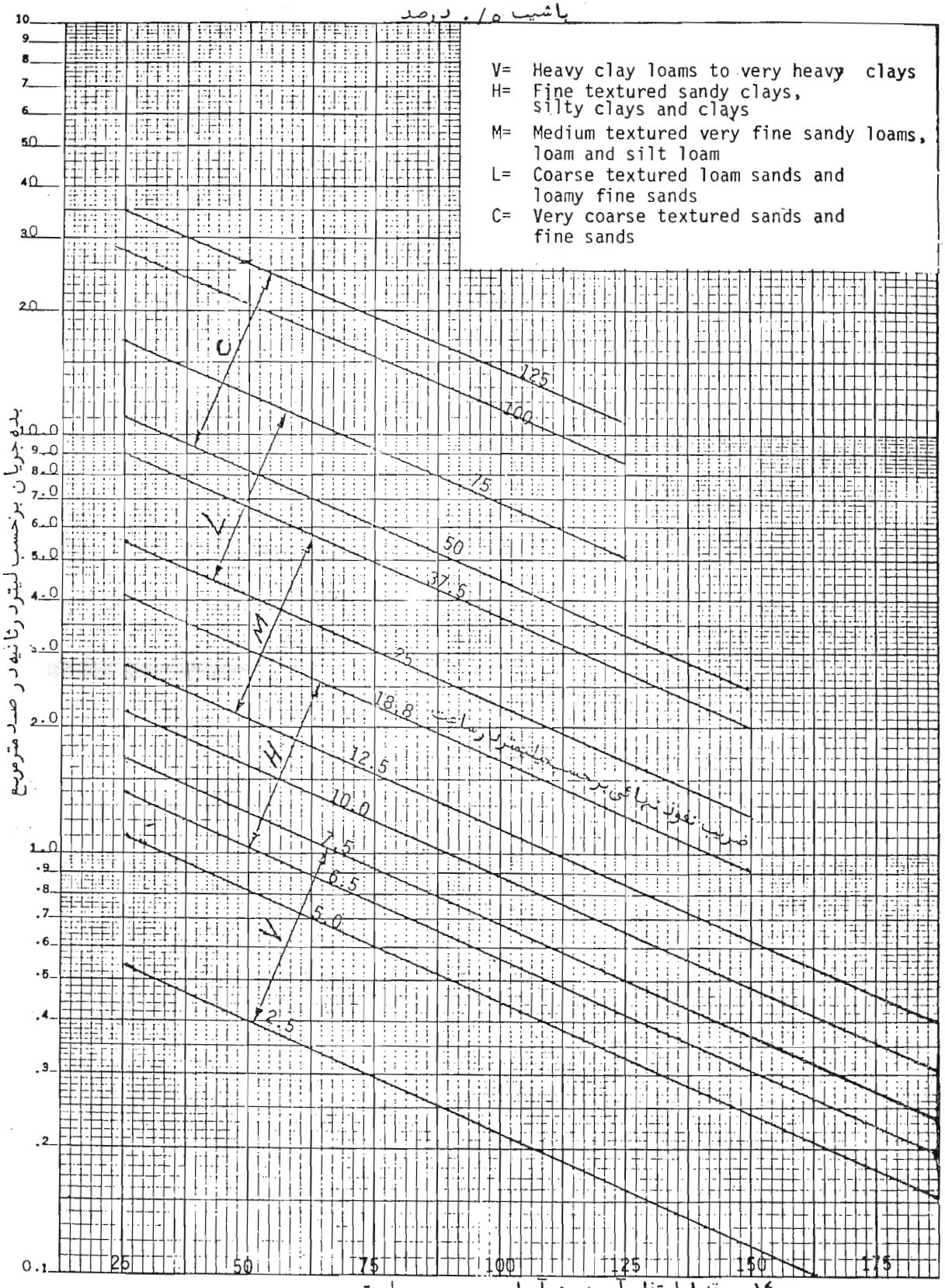
بافت خاك	شیب در جهت آبیاری	بده جریان برحسب	ابعاد کرت برحسب متر	
	در صد	لیتر در ثانیه در یکمتر عرض	عرض	طول
Silt Loam	0.1-0.3	1.7	12-30	225-225
	0.3-0.5	1.4	6-12	225-225
	0.5-1.0	1.0	-6	75-150
	1.0-3.0	0.6	-6	50-100
Silty Clay Lo	0.1-0.3	1.4	12-30	50-250
	0.3-0.5	1.1	6-12	50-250
	0.5-1.0	0.8	-6	75-150
Clay Loam	0.1-0.3	1.2	12-30	200-300
	0.3-0.5	0.9	6-12	100-200
	0.5-0.8	0.6	-6	50-100
Clay	0.1-0.3	1.0	12-30	250+

آبیاری بطریقه نشتی

بافت خاك	شیب در جهت آبیاری	بده جریان برحسب	طول نشتی برحسب متر
		لیتر در ثانیه برای هر نشتی	
Silt Loam	0.1-0.3	1.7	225-225
	0.3-0.5	1.4	225-225
	0.5-1.0	1.0	75-150
Silty Clay Loa	0.1-0.3	1.4	0-250
	0.3-0.5	1.1	0-250
	0.5-0.8	0.8	5-150
Clay Loam	0.1-0.3	1.2	0-300
	0.3-0.5	0.9	0-200
Clay	0.1-0.3	1.0	0+

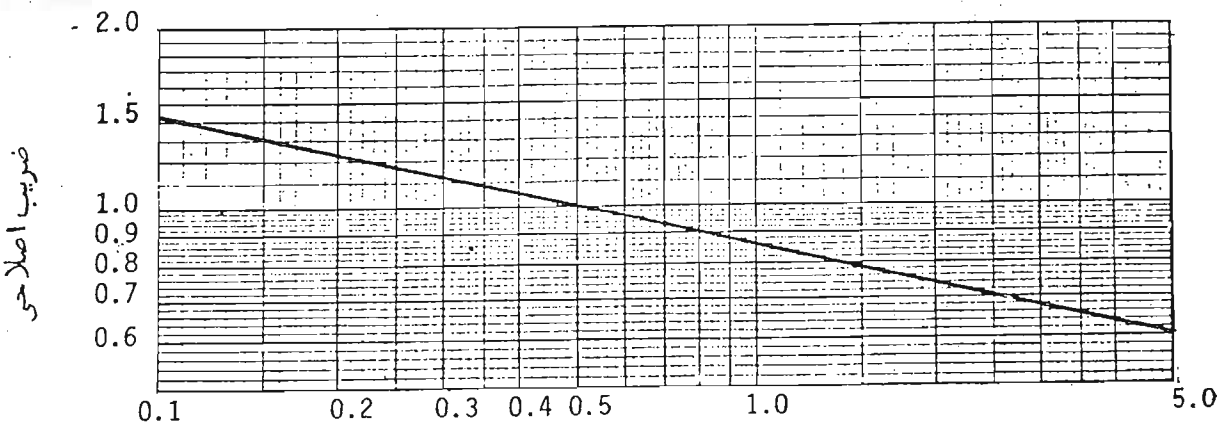
نمودار ۲ ــ تعیین بده جریان واحد برای آبیاری بطریقه کرتی

باشیب ۰/۵ درصد



ـ ۱۴ ـ مقدار ارتفاع آب در هر آبیاری برحسب میلیمتر

نمودار ۳ ضریب اصلاح بده جریان در آبیتری کرتی برای شیبهای غیر از ۰/. درصد



ج - استقرار نهرهای زهکشی درجه ۳ و ٤ : سیستم انهار زهکشی درجه۳و٤ بمنظور جمع‌آوری‌سازاد آب آبیاری‌و آبهای حاصله از جریان‌های سطحی بارندگیهای شدید بترتیب زیر طرح میشوند .

زهکش درجه ۳ درسیرهای گود مزرعه ویادرامتداد حدود مزرعه طرح میشود زهکش های درجه ٤در پائین دست هرواحد زراعی (Field Blocks) درنظرگرفته میشوند .علاوه برزهکش درجه ۳و٤ دربعضی موارد زهکش‌جمع‌آوری کننده (Collector Drain) نیز در طرح انهار زهکشی مزارع درنظرگرفته میشود که آبهای سازاد آبیاری وجریان‌های سطحی را ازچند مزرعه جمع‌آوری وبه زهکش اصلی هدایت میکند .

د - استقرار جاده‌های سرویس: جاده‌های سرویس مزرعه بمنظور سهولت دراسربهره‌برداری ونگهداری انهار درجه۳ وامکان دستیابی از مزرعه به جاده‌های ارتباطی برای ماشین‌آلات کشاورزی وهمچنین حمل ونقل محصول پیش‌بینی شده است .

مسیر جاده‌های سرویس درامتداد انهار درجه ۳ میباشد . علاوه برآن درداخل مزارع نیز جاده‌هائی بمنظور امکان دستیابی به سیستم جاده‌های پروژه وسهولت عبور ماشین‌آلات کشاورزی وهمچنین افزایش راندمان کارماشین‌آلات درنظر گرفته میشود .

جاده‌های مزرعه از نوع C باعرض‌خاکریز ۰ر٤متر و عرض پوشش شنی ۳ر۰ متر میباشد ،ضخامت لایه پوشش حداقل ۱۰ سانتیمتر وارتفاع خاکریز حداقل ۳۰ سانتیمتر بالاتراز سطح تسطیح شده مزرعه میباشد .

ه ـ تسطیح اراضی : پس‌از استقرار سیستم انهار آبیاری وزهکشی‌ومشخص شدن‌حدودقطعات‌زراعی(Field Blocks) اقدام به تسطیح قطعات بصورت جداگانه میشود تسطیح بصورت تنظیم خطوط تراز و روش تقریب و خطا (Contour Adjustment Methld) ویادرنظرگرفتن‌حداکثر شیب ۲ درصد درجهت آبیاری وشیب‌حداکثر ۰۰۲/۰ درجهت نهرچه‌های آبیاری میباشد . حداقل واحد تسطیح ۳ هکتار وحداکثر معادل مساحت قطعه زراعی میباشد . بمنظور تبعیت از پستی وبلندی موجود اراضی میتوان ازدوصفحه تسطیح با شیب متفاوت استفاده نمود. دراینصورت درموردیکه تغییر شیب درجهت آبیاری بصورت محدب میباشد نسبت شیب دوصفحه حداکثر ۲ ودرصورتیکه تغییر شیب بصورت مقعرباشد نسبت شیب دوصفحه حداکثر ۱٫۵ در نظرگرفته میشود . درطرح تسطیح قطعات درصورت لزوم حدود قطعات زراعی و مساحت تسطیح را میتوان مورد تجدید نظر قرار داد تا میزان عملیات خاکی را به حداقل ممکن کاهش داد بمنظور توازن مقادیر خاکبرداری وخاکریزی درهر قطعه نسبت مقادیر خاکبرداری به خاکریزی درحدود ۱٫۶ - ۱٫۲۵متغیر بود که بستگی بنسبت سطح خاکبرداری بسطح خاکریزی جنس خاك وعمق خاکبرداری دارد همچنین در اراضی که‌در سالیان قبل مورد بهره‌برداری زراعی قرارگرفته است بعلت وجود موادآلی وپوکی خاك این نسبت بایدبیشتر از حد متوسط فوق درنظرگرفته شود .

محاسبه میزان خاکبرداری برای پرداخت هزینه بوسیله روش چهار نقطه براساس مجموع ارتفاع خاکبرداری‌و خاکریزی درچهار نقطه از شبکه ویا استفاده از جداول مربوطه بدست میآید .

و ـ طرح هیدرولیکی انهار ، مقاطع و ساختمانهای تیپ

طرح هیدرولیکی ومقاطع انهار درجه ۳و۴ آبیاری : طرح هیدرولیکی مقطع وپروفیل‌طولی انهار درجه ۳و۴ پس‌از تسطیح قطعات زراعی وبترتیب زیر صورت میگیرد .

انهار درجه ۳ : یاحداکثر شیب ۰۰۴/۰ بمنظور جلوگیری ازایجاد سرعت بحرانی وسهولت‌توزیع آب ودراغلب حالات باشیب ۰٫۵ تا ۲ درهزار طرح میشوند . خط سطح آب درانهار درجه ۳ بصورتی طرح میشود که درمحلهای‌تقسیم آب به‌انهار درجه ۴ (Distribution Box) سطح آب معادل ۳۰ سانتیمتر بالاتراز سطح زمین تسطیح شده باشد .

ضریب مانینگ برای محاسبه مقطع انهار درجه ۳ معادل ۰۱۴/۰ وحداکثر سرعت ۱٫۵متر در ثانیه در نظرگرفته شده است .

مقاطع عرضی انهار درجه ۳ بشکل ذوذنقه باشیب بدنه ۱:۱ وعرض کف ۳۰ سانتیمتر وباپوشش بتنی بضخامت ۵ سانتیمتر میباشد .

بسبب مشخص بودن حدود بده جریان وسهولت عملیات ساختمانی سه‌تیپ‌مقطع بشرح فوق منتها با ارتفاع پوشش مختلف برای انهار درجه ۳ پروژه‌گتوند پیش‌بینی شده است ، ارتفاعات پوشش این مقاطع تیپ بترتیب ۵۰، ۶۰ و۷۵ سانتیمتر میباشد .

انتخاب نوع مقطع باتوجه به‌بده جریان، شیب نهر و منظور داشتن‌حداقل ۱۵ سانتیمتر فضای آزاد (Free Board) بالای سطح آب انتخاب میگردد . مقاطع تیپ انتخاب شده‌بصورتی است که حداقل دارای ظرفیت کشش ۲۰۰ تا ۳۰۰ لیتر درثانیه میباشد تا امکان آبیاری مناسب در برنامه‌های آینده توسعه کشاورزی فراهم باشد . علت انتخاب پوشش بتنی برای کانالهای درجه ۳ علاوه برجلوگیری ازتلفات آب ، حداقل هزینه نگهداری وتعمیرات طول عمر کافی،راندمان هیدرولیکی مقطع از نظر سرعت وابعاد ، استقامت در مقابل عوامل مکانیکی وبالاخره امکان کاربرد شیب تند ۱:۱میباشد بمنظور جلوگیری از ترك خوردگی بتن دراثر انقباض وانبساط درزهای انبساط عرضی بفواصل هر ۳متر و باعمق ۲سانتیمتر عرض تحتانی ۱ سانتیمتر وعرض فوقانی ۱٫۵ سانتیمتر پیش‌بینی شده است .

انهار درجه ٤: شیب هیدرولیکی مسیر انهار درجه ٤ ازشیب زمین تسطیح شده تبعیت میکند وبطورکلی بین ٠ر٠ تا ٠ر١ درهزار وحداکثر معادل ٢درهزار طرح میشود .

سطح آب درنهر درجه ٤ بمنظور فراهم بودن امکانات آبیاری با سیفون معادل ٢٠سانتیمتر بالاتر از سطح زمین تسطیح شده درنظرگرفته میشود .

مقطع عرضی انهار درجه ٤ بصورت تیپ از نوع خاکی باشیب شیروانی ١:٠/٥وعرض کف ٣٠ ٤٥و٦٠سانتیمتر عمق متغیر مطابق نقشه شماره C-721 پیوست میباشد . انتخاب مقاطع بامشخصات فوق باتوجه بهشیب مسیر انهار درجه ٤ تغییرات بده جریان ولزوم کفایت ظرفیت کشش معادل بده نهر درجه ٣ میباشد . برای تعیین مشخصات هیدرولیکی انهار درجه ٣ازنمودار شماره ٤ وبرای انهار درجه ٤ از نمودار شماره ٥ استفاده میشود .

مقاطع تیپ انهار زهکشی‌درجه ٣و٤ : بده طرح انهار درجه ٣و٤ باتوجه به راندمان‌آبیاری وجریان‌های سطحی حاصله از بارندگی باتناوب٥ ساله بااحتساب زمان تخلیه ٢٤ ساعت معادل ٣ لیتر درثانیه در هکتار در نظرگرفته شده‌است مقاطع نهرهای زهکشی درجه ٣ بشکل ذوذنقه باشیب شیروانی ١:٠ر١ وعرض کف ١ متر (جهت سهولت عملیات ساختمانی وعملیات دوره بهره‌برداری ونگهداری) درنظرگرفته شده است . مقطع هیدرولیکی انهار درجه ٣باتوجه‌به‌فرمول مانتینگ باضریب n معادل ٠٤٠/. برای حداقل سرعت معادل ٠ر٤٠ متر درثانیه وحداکثر ١ متر در ثانیه کنترل‌میشود . حداقل عمق زهکش‌های‌درجه ٣ معادل ١ مترو درمورد زهکشهای جمع کننده آب حداقل ٠ر١متر میباشد .زهکشهای درجه ٤ بشکل V باشیب‌بدنه ١:٢ ویا عمق ٥٠ سانتیمتر از زمین تسطیح شده درنظرگرفته شده است . (نمودار شماره٦، مشخصات هیدرولیکی زهکش درجه ٣) .

ساختمان‌های هیدرولیکی تیپ برای انهار درجه ٣و٤ : هدف از اجرای ساختمان‌های آبیاری تیپ درشبکه انهار آبیاری وزهکشی درجه ٣و٤ گتوند انتقال کنترل وتوزیع صحیح ومطمئن‌میزان آب مورد نیاز مزرعه از محل آبگیرزراعی تامحل‌نشتی‌یا کرت بادرنظرگرفتن حداقل هزینه بهره‌برداری ، نگهداری وتعداد کارگر آبیار میباشد .

ساختمان‌های هیدرولیکی انهار درجه ٣ و ٤ شامل :

١ - ساختمان‌های کنترل و توزیع آب:ساختمان‌های کنترل وتوزیع آب (Distribution Box) برای تقسیم آب به نهرهای درجه ٤ ودرمحل انشعاب انهار درجه ٤ از درجه ٣ بشکل دوطرفه یاسه طرفه طرح میشوند .

این مقسم‌ها مجهز به‌دریچه کشوئی ساده ازآهن‌گالوا نیره بضخامت ٤ میلیمتر وابعاد ٠٥٠×٤٠ سانتیمتر میباشد . مقسم ممکن است توأم با مجرای عبور آب از زیر جاده سرویس (Culvert) باشد . مجاری عبور آب نهرچه‌های آبیاری بشکل صندوقه آبرو بابعاد ٠٦٠ر×٠٥٠ر.متر میباشد .

٢ - ساختمانهای کنترل شیب : ساختمانهای کنترل شیب وسرعت برروی انهار درجه٣درجائیکه شیب زمین تسطیح شده درمسیر کانال ازشیب مجازذکر شده برای کانالهای درجه ٣ بیشتر باشدبکار میرود . ساختمانهای دراپ باساختمان کنترل سطح آب (Check) که مجهز به‌دریچه کشوئی‌ساده میباشد اغلب بصورت توأم طرح‌میشوند. حوضچه سکون ساده (Stilling Basin) درروی نهرهای درجه ٣ در بالا دست‌جعبه تقسیم ودر مواردیکه شیب مسیر نهربیش‌از ٠٠٠ر. (شیب بحرانی) باشد بکار میرود . برای اینمنظورکف کانال بطول ٨ متر دربالا دست جعبه تقسیم بطور افقی ساخته میشود وعلاوه برآن ارتفاع پوشش درطول معینی بالادست جعبه تقسیم اضافه میشود .

ساختمان تنظیم سطح آب (Check) : ساختمان تنظیم‌سطح آب‌در مسیر انهار مزرعه‌بمنظور بالا آوردن‌سطح آب در بالادست نهر برای سهولت انحراف آب‌به نهر درجه ٤ از نهر درجه ٣ ویابه نشتی‌وکرت از نهر درجه ٤ طرح میشوند .

این ساختمانها در روی کانال درجه ٣ بصورت ثابت ودائمی ودرروی کانال‌های درجه ٤ بصورت متحرك ویاثابت طرح میشوند .

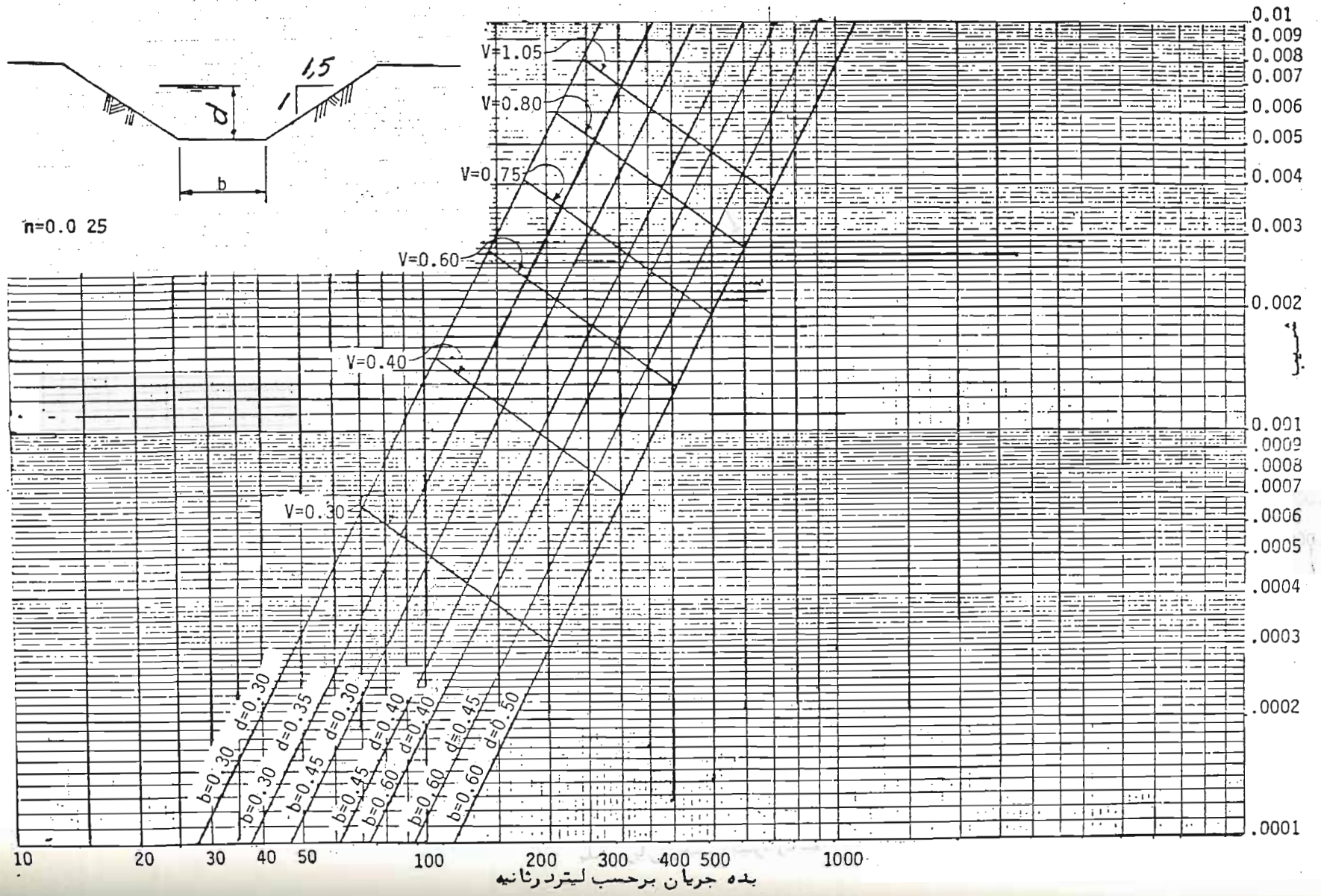
وسایل موقت تنظیم سطح آب برروی نهر درجه ٤ را میتوان پس‌ازآبیاری هر قسمت از مزرعه‌ازبالا دست به پائین دست نهر منتقل نمود .

٣ - ساختمانهای عبور نهر از زیر جاده: ساختمانهای هیدرولیکی که دراین مورد بکار برده میشوندعبارتند از کالورت وسیفون .

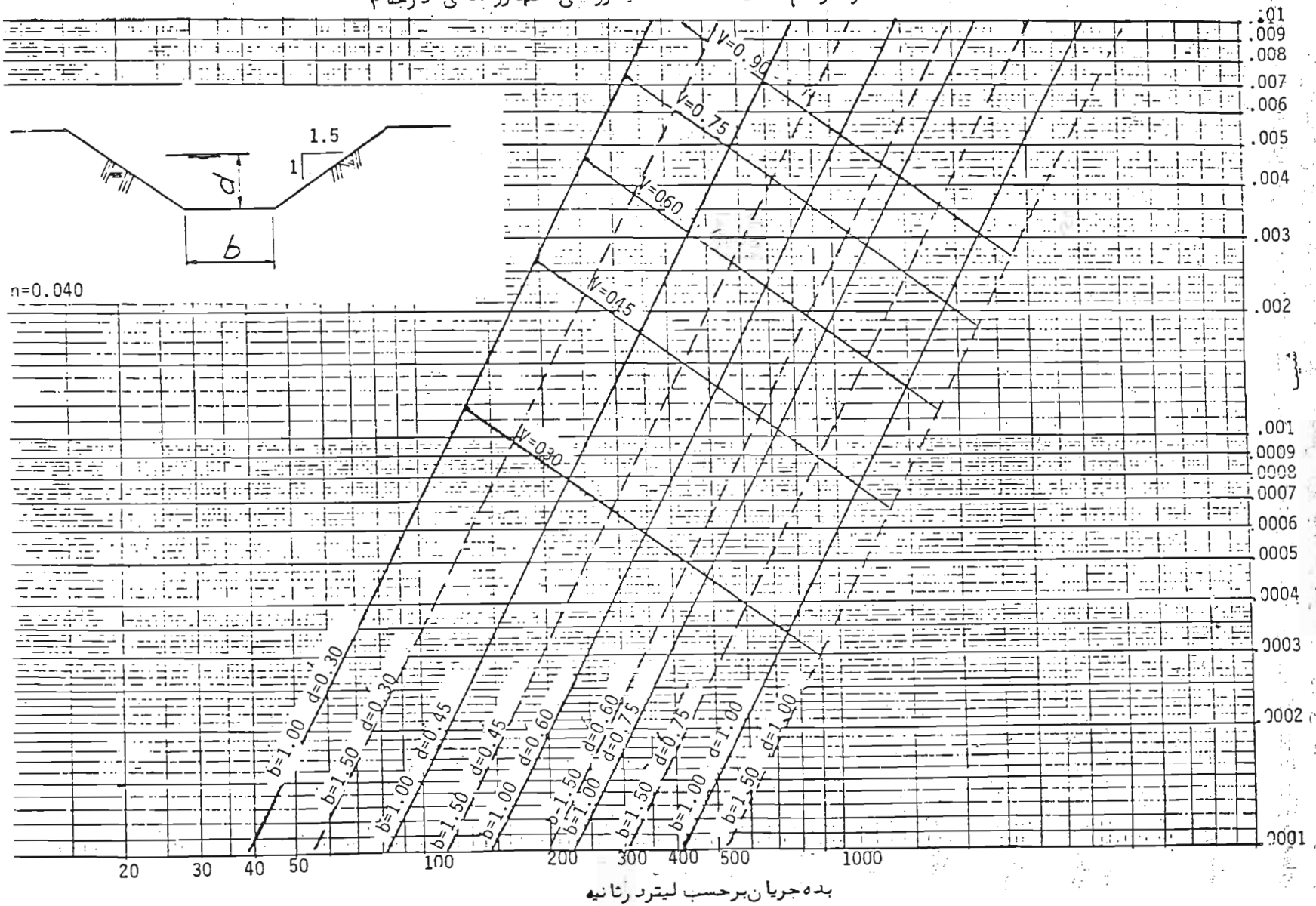
نمودار ٤ ــ مشخصات هیدرولیکی انهار آبیاری درجه ۳

بده جریان برحسب لیتر در ثانیه

نمودار ۵ ــ مشخصات هیدرولیکی انهار آبیاری درجه ۴



نمودار ٦ ـ مشخصات هیدرولیکی انهار زهکشی درجه ۳



کالورت سهلترین وارزانترین وسیله عبور نهر یازهکش اززیر جاده سرویس یاجاده‌ارتباطی میباشد که میتوان از مصالح مختلف‌مانند لوله‌های بتنی‌پیش ساخته بقطر ۳۰تا ۶۰ سانتیمتر ویا صندوقه آبرو (Box Culvert) ویااز لوله‌های فلزی موجدار (Corrugated Metal Pipe) استفاده نمود .

ساختمان سیفون برای عبور نهر از زیر جاده درمواقعی است که سطح آب درنهر درجه ۳ هم‌سطح یابالاتراز سطح جاده باشد وهمچنین دربعضی موارد برای عبور نهر از زیرزهکش های طبیعی از سیفون استفاده میگردد.

ساختمان‌های هیدرولیکی برروی انهار درجه ۳و٤ زهکشی شامل :

۱ ـ **ساختمان عبور زهکش‌اززیر جاده** (Culvert) : که در محل تقاطع زهکش درجه ۳یا ٤ باجاده‌های سرویس مزرعه ساخته میشود وازلوله‌های بتن مسلح پیش ساخته بقطر داخلی ۶۰تا ۸۰ سانتیمتر برای زهکش درجه ۳ولوله‌های بتنی بقطر ۳۰ سانتیمتر برای زهکشهای درجه ٤ استفاده میشود .

۲ ـ **ساختمان دراب** (Drop Structure) : برای کنترل‌شیب درمسیرانهارزهکش درجه ۳ ازدراپ‌با مصالح سنگی (Riprap) وباشیب حداکثر ۱:۸ استفاده شده است .

۳ ـ **ساختمان محل تخلیه زهکش** (Drain Outlet) : برای هدایت هرز آب زهکش درجه ۳ یا ٤به زهکش جمع‌آوری کننده ویاازهکش درجه ٤ به زهکش درجه ۳ درنظر گرفته شده وشامل لوله‌های‌بتنی مسلح بقطر داخلی ۶۰ یا ۸۰ سانتیمتر (برای زهکش درجه ۳) ویا بقطر ۳۰ سانتیمتر (زهکش درجه ٤) برای فراهم‌آوردن امکانات عبور جاده ویک قسمت بتنی ومصالح سنگچین درنهر جمع‌آوری کننده بمنظور جلوگیری ازفرسایش میباشد .

کلیه ساختمان‌های هیدرولیکی روی کانالها وزهکش‌ها ازبتن مسلح بضخامت ۱۰سانتیمتر وشامل یک لایه‌فولادی از نوع مفتول پیش‌جوش (Welded Wire Mesh) بقطر ۸تا ۱۲میلیمتر میباشد .

برآورد هزینه عملیات اجرائی شبکه انهار آبیاری و زهکش درجه۳ و ٤ : مقادیرکار و هزینه‌اجرای شبکه انهار آبیاری وزهکشی مزرعه وبخصوص حجم عملیات تسطیح واحدهای زراعی درشرایط پروژه‌های مختلف از نظر وضعیت توپوگرافی ، وسعت منطقه مورد توسعه ، نحوه توزیع وکنترل آب وبالاخره نوع پوشش کانال‌ها متفاوت میباشد .

دراین قسمت مقادیرکار وهزینه‌های احداث شبکه انهار آبیاری وزهکشی مزرعه درهرهکتار درمقیاس‌وسیع باشرایط بهره‌برداری درقالب شرکتهای سهامی زراعی وسیستم توزیع آب مزرعه بشرح مندرج دربند الف صفحه ۳ ، درجدول‌شماره٤ ضمیمه داده شده است .

این جدول باتوجه به موارد زیر تهیه شده است :

ـ مقادیرکار متوسط ارقام محاسبه شده‌برای ۱۰ مزرعه بامساحت مختلف وشرایط متفاوت‌توپوگرافی میباشد .

ـ هزینه هرمتر طول نهر درجه ۳ شامل خاکبرداری ، خاکریزی وکوبیدن وپوشش بتنی کانال میباشد .

ـ هزینه هرمتر طول نهر درجه ٤ شامل خاکبرداری ، خاکریزی وکوبیدن میباشد .

ـ بهای واحد مقادیرکار پیشنهادی براساس ترکیب قیمتهای واحد پیشنهادی مناقصه‌پروژه آبیاری ناحیه‌گتوند در اسفندماه ۵۲ داده شده است .

ـ بهای واحد بتن مسلح برای ساختمانهای آبیاری وزهکشی شامل قیمت بتن ،قالب‌بندی ، میله‌گردفولادی و خاکبرداری وخاک کوبی اطراف ساختمان مربوطه میباشد .

ـ بهای واحد لوله‌های بتنی ترکیبی از قیمت‌واحدلوله‌های بتنی وبتن مسلح بوده وشامل کلیه‌هزینه‌های حمل گودبرداری ، کارگذاری وخاک کوبی ترانشه میباشد .

جدول ٤ــ هزینه عملیات احداث شبکه انهار مزرعه وتسطیح اراضی درهکتار

شرح عملیات	مقدار	واحد	بهای واحد (ریال)	بهای کل (ریال)	درصد از کل هزینه
نهر آبیاری درجه ۳	۱۱	مترطول	۶۰۰	۶٫۶۰۰	۱۰٫۶۰
نهر آبیاری درجه ٤	٤٤	مترطول	۱۲۰	۵٫۲۸۰	۸٫٤۷
نهر زهکش درجه ۳	۱٤	مترطول	۱٤۳	۲٫۰۰۲	۳٫۲۱
نهر زهکش درجه ٤	٤۵	مترطول	۲٤	۱٫۰۸۰	۱٫۷۳
جاده سرویس	٤۰	مترطول	۱۷۰	۶٫۸۰۰	۱۰٫۹۱
بتن مسلح ساختمانهای هیدرولیکی	۰٫۷	مترمکعب	۱۲٫۳۰۰	۸٫۶۱۰	۱۳٫۸۲
لوله‌های بتنی	۱٫۳	مترطول	—	٤٫۰۰۰	۶٫٤۲
سنگچین وقشرشنی مربوطه	—	--	—	۵۸۰	۰/۹۳
دریچه‌های کشوئی جعبه تقسیم آب	—	—	—	۷۶۰	۱٫۲۲
تسطیح اراضی	۷۰۰	مترمکعب	۳۸	۲۶٫۶۰۰	٤۲٫۶۹
جمع کل	—	—	—	۶۲٫۳۱۲	۱۰۰٫۰۰

"SUMMARY"

Design criteria for third and fourth order irrigation system

Third and fourth order canal are designed according to the following rules:

A. Type of Operation. The general rule in the design of 3rd & 4th order irrigation system of Gotvand Project has been based on establishment of farm corporation or agribusiness companies.

B. Delivery System. Irrigation water is delivered by modified demand, delivery sastem which deliver water to the farm with one or two days notice in advance in the quantity that the users require.

C. Canal Capacity. 3rd order canal designed capacity is equivalent to the head gate turnout capacity, based on peak period crop water requirement, cropping pattern & intensity.

4th order canal capacity based on soil type, land slope, depth of water per irrigation,irrigated area, daily system operation time, irrigation interval, and method of irrigation.

D. Farm Block Size. For selecting the farm blocks, physical properties of soil in point of length of run, topography, land leveling and convenience in water distribution and operation of farm machinery is considered.

E. Irrigation & Drainage Canal Layout. 3rd order canals starting right after the measuring device and according to the topography it will be parallel to contours or crossing them. Location and distance of 4th order canls will be based on topography and lengh of rn.

F. Farm Access Roads. For operation and maintenance of the irrigation system as well as access to connecting roads and for increasing efficiency of agricultural machineries farm roads have been designed along the 3rd order canals and drains and inside the farms according to the required specifications.

G. Land Leveling. After farm system layout land leveling will be carried out within each field blocks. Land leveling is made by contour adjustment method on blocks not less than 3 hectares in size. Average cut is about 700 cum/ha.

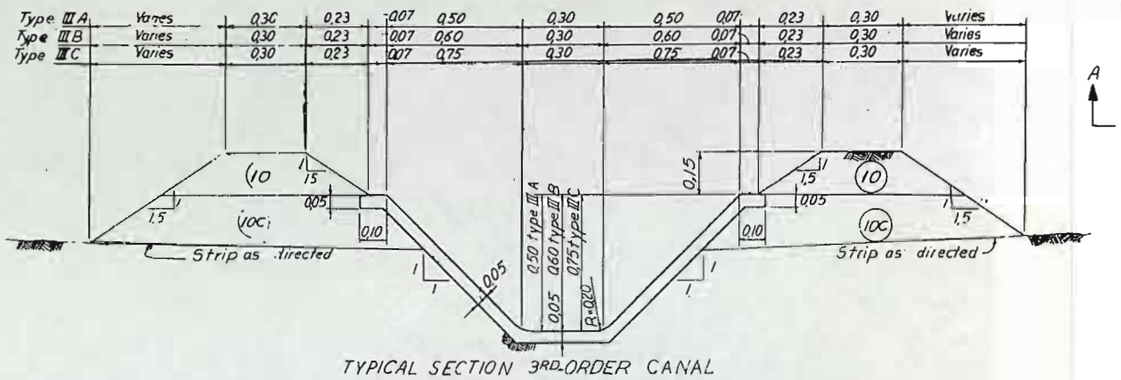
H. Typical Canal and Drain Section. Typical 3rd & 4th order canals section are designed according to discharge, velocity and convenience of construction. 3rd order are lined generally to save delivery losses and maintenance costs. Unlined canal have been proposed for 4th order canals unless in the case of high velocity and steep slope which requires lined section.

I. Typical Irrigation & Drainage Structures. Irrigation structures for this purpose include measuring device, distribution boxes, checks, checkdrops & siphons. Drainage structures include clulverts and drops.

J. Construction Cost. Construction cost for 3rd and 4th order irrigation system in Gotvand Unit amounts to 35700 Rls/ha and 26600 Rls/ha for land leveling.

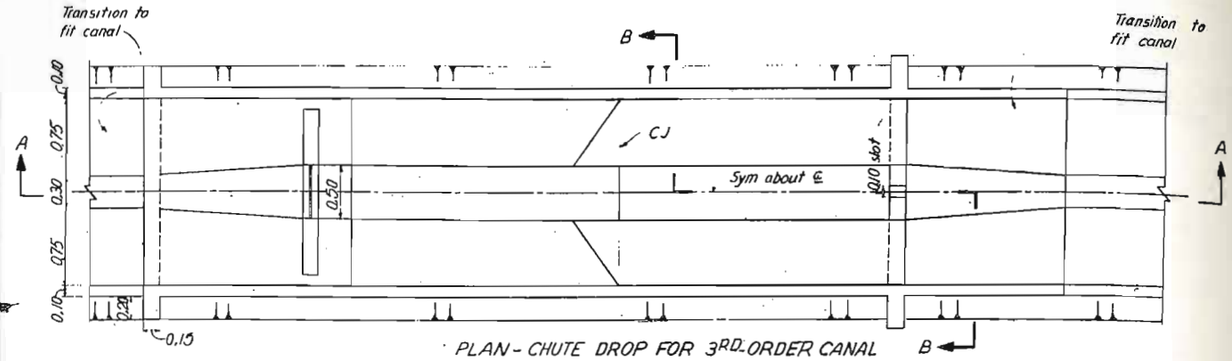
Construction cost per hectare for 3rd and 4th Order Irrigation System Including Land Leveling

Description	Quantity	Unit	Unit Price (Rials)	Amount (Rials)	Per cent of Total
3rd order Canal	11	lin m	600	6,600	10.60
4th order Canal	44	lin m	120	5,280	8.47
3rd order Drain	14	lin m	143	2,002	3.21
4th order Drain	45	lin m	24	1,080	1.73
Access Road	40	lin m	170	6,800	10.91
Reinforced concrete for structures	0.7	cu m	12,300	8,610	13.82
Concrete pipe	1.3	lin m	--	4,000	6.42
Distribution Box Gates	--	--	--	760	1.22
Riprap and Bedding	--	--	--	580	0.93
Land Leveling	700	cu m	38	26,600	42.69
Total				62,312	100.00

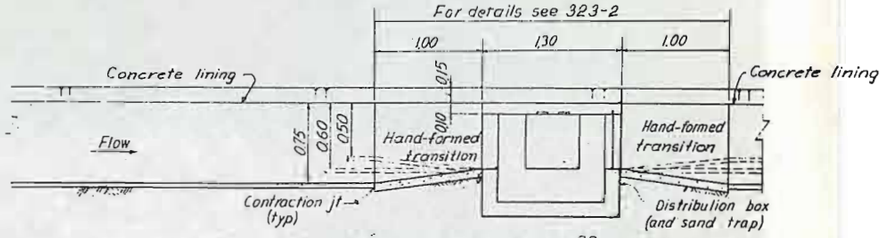


TYPICAL SECTION 3RD-ORDER CANAL

type IIIA -0.50 deep
type IIIB -0.60 deep
type IIIC -0.75 deep
nts

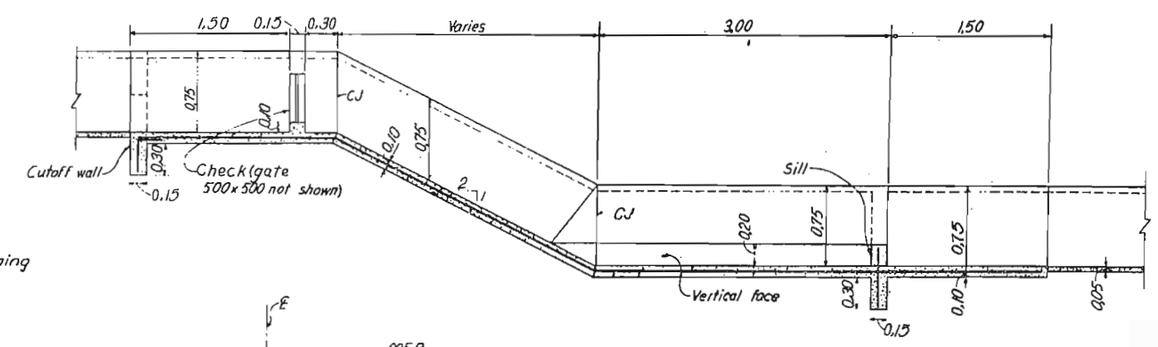


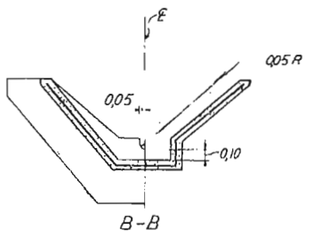
PLAN - CHUTE DROP FOR 3RD-ORDER CANAL



TYPICAL LONGITUDINAL SECTION THRU 3RD ORDER CANAL
WITH DISTRIBUTION BOX (WITHOUT CULVERTS)

0 0.5
1:25

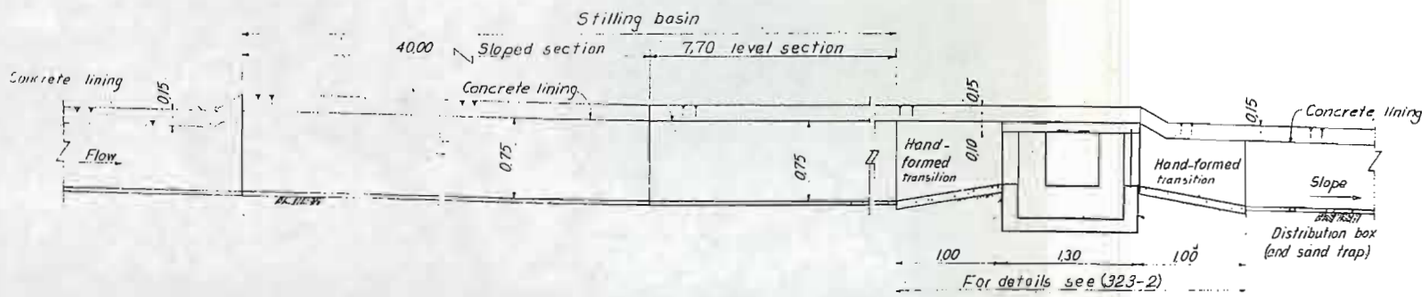




B-B

NOTES.

1. For 3rd-order lined canal, provide transverse grooves 0.01 wide by 0.02 deep every 3.00 center to center
2. 3rd-order canals may or may not have roadways on either side; farm layout drawings indicate location and type of the roads.
3. All reinforcement not marked and all needed longitudinal reinforcement shall be ϕ12, 30oc, ew, in center except handformed transitions, which shall have ϕ 8, 30oc, ew, in center.
   Equivalent wire mesh may be used
4. No joint sealant or water stops are required in contraction joints.
5. Chute drops for 4th-order canals similar to 3rd-order canal chute drops. Make transitions to and from 4th-order canal to fit chute drop.



TYPICAL LONGITUDINAL SECTION THRU 3RD ORDER CANAL
WITH STILLING BASIN AND DISTRIBUTION BOX (WITHOUT CULVERTS)
(nts)

0 0.5m
1:10
Except as noted

IMPERIAL GOVERNMENT OF IRAN
MINISTRY OF WATER AND POWER
KHUZESTAN WATER AND POWER AUTHORITY

GOTVAND IRRIGATION PROJECT | IRRIGATION SYSTEM

FARM DEVELOPMENT
STANDARD IRRIGATION STRUCTURES
SHEET 1

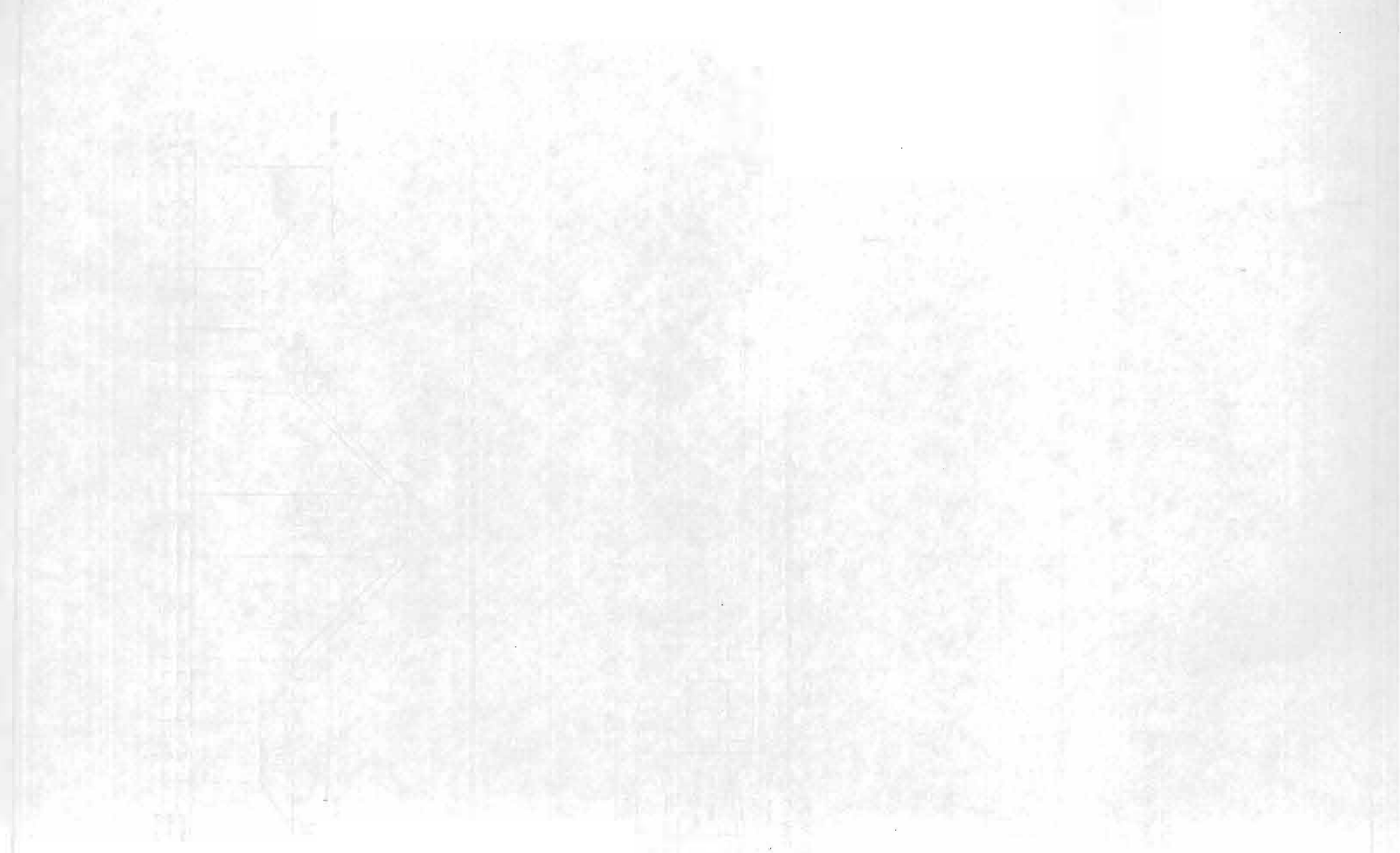
CONSULTING ENGINEERS
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL
ASSOCIATED FOR THE KARUN/MARUN PROJECTS IN IRAN WITH
F. & H. R. FARMAN-FARMAIAN

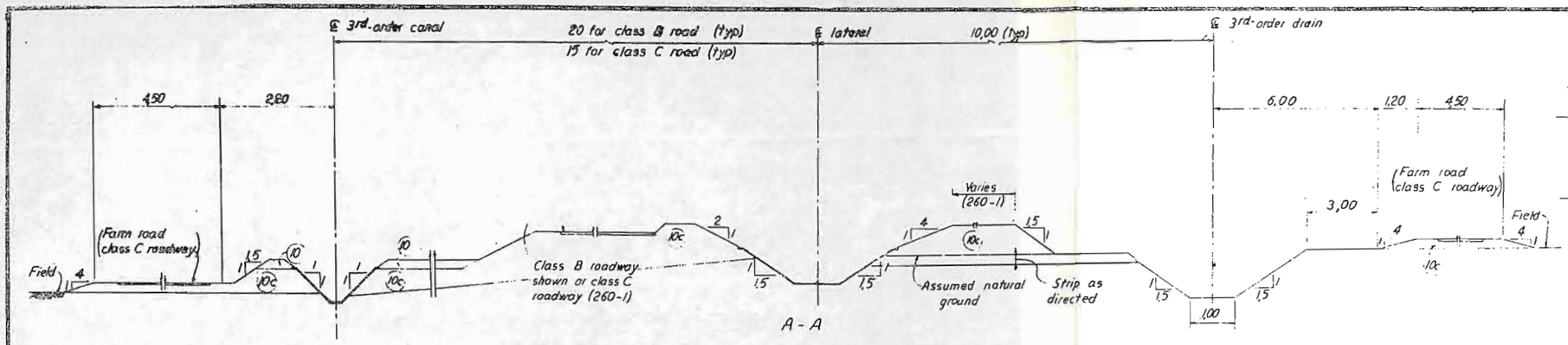
APPROVED ____ RO

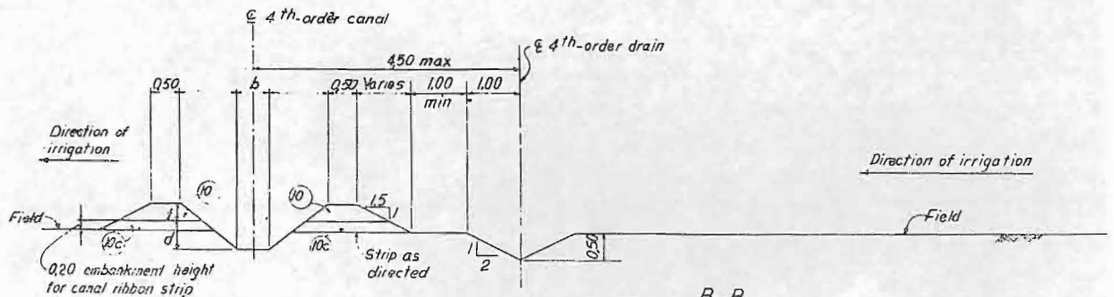
Designed & checked	E.M.K / S.N
Drawn & checked	A.I / S.J
Staff Engineer	E.H.F.F.
Resident Manager	

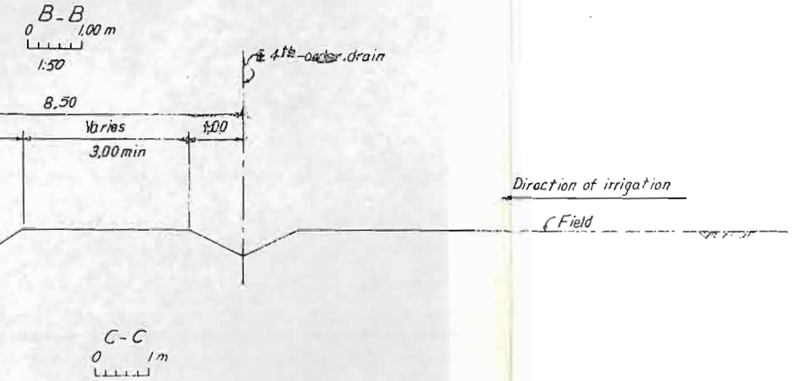
REV. NO.	DATE	NATURE OF REVISION	BY	CHKD.	APPR.

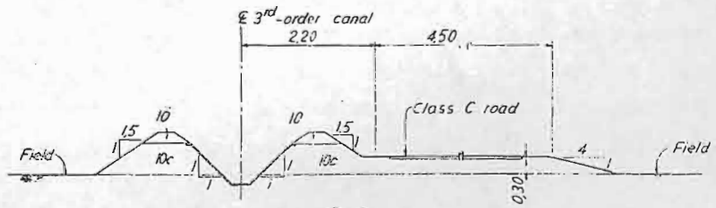
TEHRAN, IRAN | DATE: MAR. 1973 | DWG 627 C 323-1

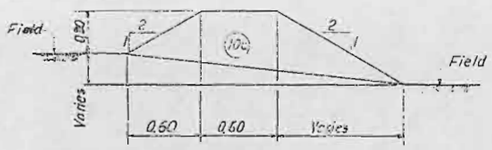






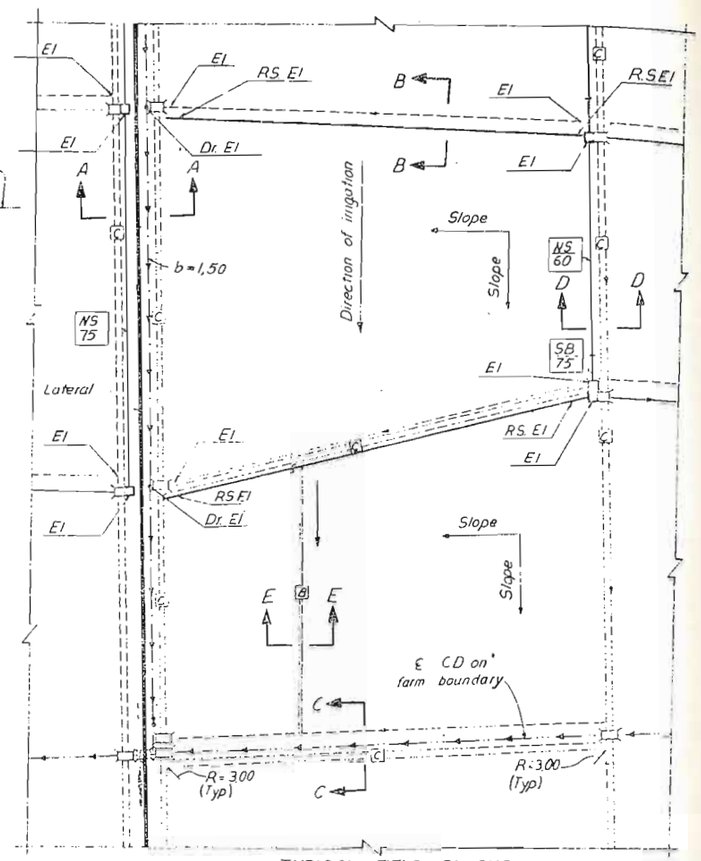




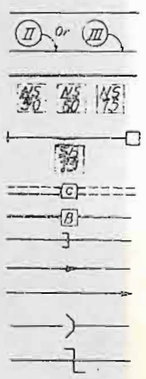


TYPICAL SECTION THRU BORDER DIKE
(Separating blocks of different level)

4th-order Canal dimensions			
Type of section	b	d	f
I	0,60	0,45	0,30
II	0,45	0,40	0,20
III	0,30	0,35	0,20



TYPICAL FIELD BLOCKS
0 50m
1:2500



SYMBOLS & ABBREVIATIONS

- 4th-order canal with section type I
- 4th-order canal section type II or III
- 3rd-order canal indicating normal section of 0,50 0,60 and 0,75 depth of lining
- Stilling basin of 3rd-order canal and distribution box, 0,75 depth of lining
- Farm road class C
- Border dike
- Check
- Direction of flow
- In-field direction of irrigation
- Transition
- Chute drop
- 4th-order drain
- 3rd-order drain
- Collector drain (for sections see Dwg 324)
- Drain drop (riprap lined) (Dwg 324)
- Culvert
- Drain inlet

b=1,00 b=1,50

Ribbon strip
Collector drain
Drain elevation
Invert elevation

RS
CD
Dr El
Inv El

1. Elevations shown on distribution boxes, indicate top of concrete elevation of distribution box.

mts
Except as noted

Designed & checked	EMK	SH
Drawn & checked	A.I.	SH
Civil Engineer		
Resident Manager		

REV. NO.	DATE	NATURE OF REVISION	BY	CHKD	APPR.
1	Apr.10 1974	General revision	SH-J	EMK	

IMPERIAL GOVERNMENT OF IRAN
MINISTRY OF WATER AND POWER
KHUZESTAN WATER AND POWER AUTHORITY

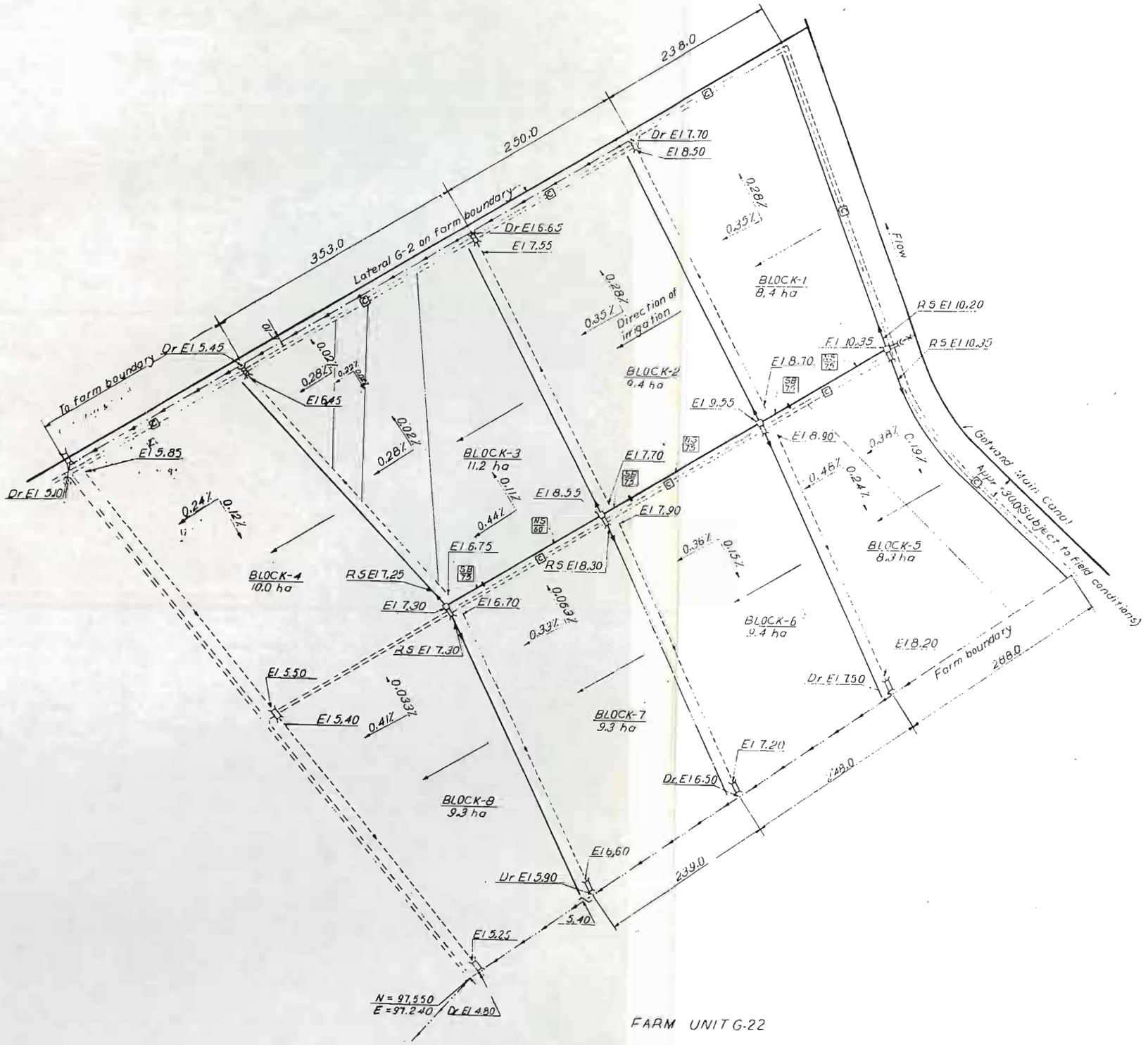
GOTVAND IRRIGATION PROJECT | IRRIGATION SYSTEM

FARM DEVELOPMENT
TYPICAL FIELD-BLOCK SECTIONS

CONSULTING ENGINEERS
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL
ASSOCIATED FOR THE KARUN/KARUH PROJECTS IN IRAN WITH
F & H. R. FARMAN-FARMAIAN

APPROVED _____ R1

TEHRAN, IRAN | DATE MAR 1973 | DWG 627 C-321



LEGEND

Existing | Fill / Elev. / Cut | Or

NOTES:

1. For distribution box location see dwg 325-22 B
2. Add 190.0 to all elevations.
3. All drainage culverts are 0.30 I.D. unless otherwise shown.
4. Construct when necessary ribbon strips to maintain indicated elevations for 3rd & 4th order canals.
5. Fill and cut are in centimeters.

0 50 100 150 m
1:2500

IMPERIAL GOVERNMENT OF IRAN
MINISTRY OF WATER AND POWER
KHUZESTAN WATER AND POWER AUTHORITY

GOTVAND IRRIGATION PROJECT | IRRIGATION SYSTEM

FARM LAYOUT
GOTVAND UNIT-SHEET 22A

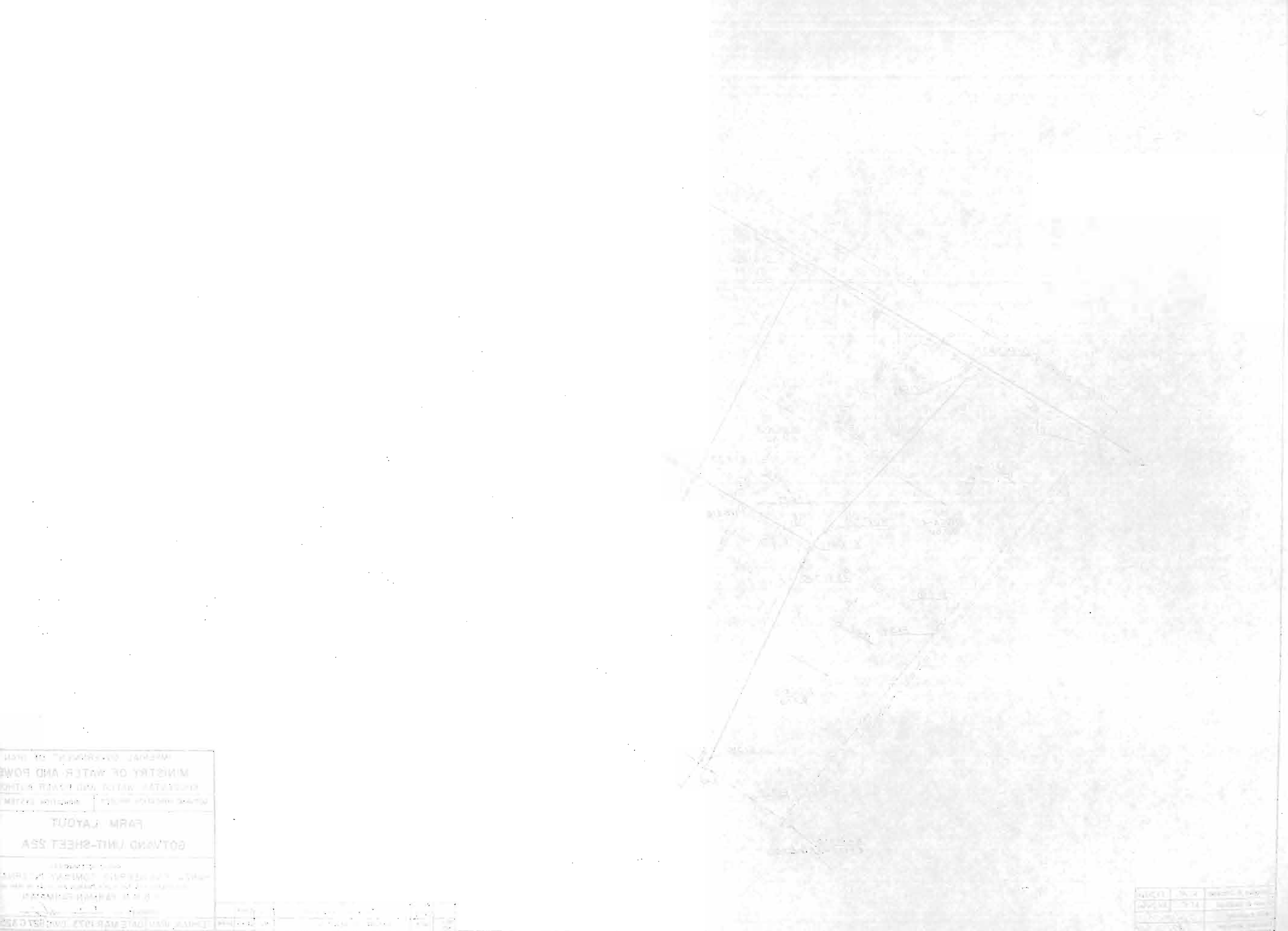
CONSULTING ENGINEERS
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL
ASSOCIATED FOR THE KARUN/MARUN PROJECTS IN IRAN WITH
F. & H. R. FARMAN-FARMAIAN

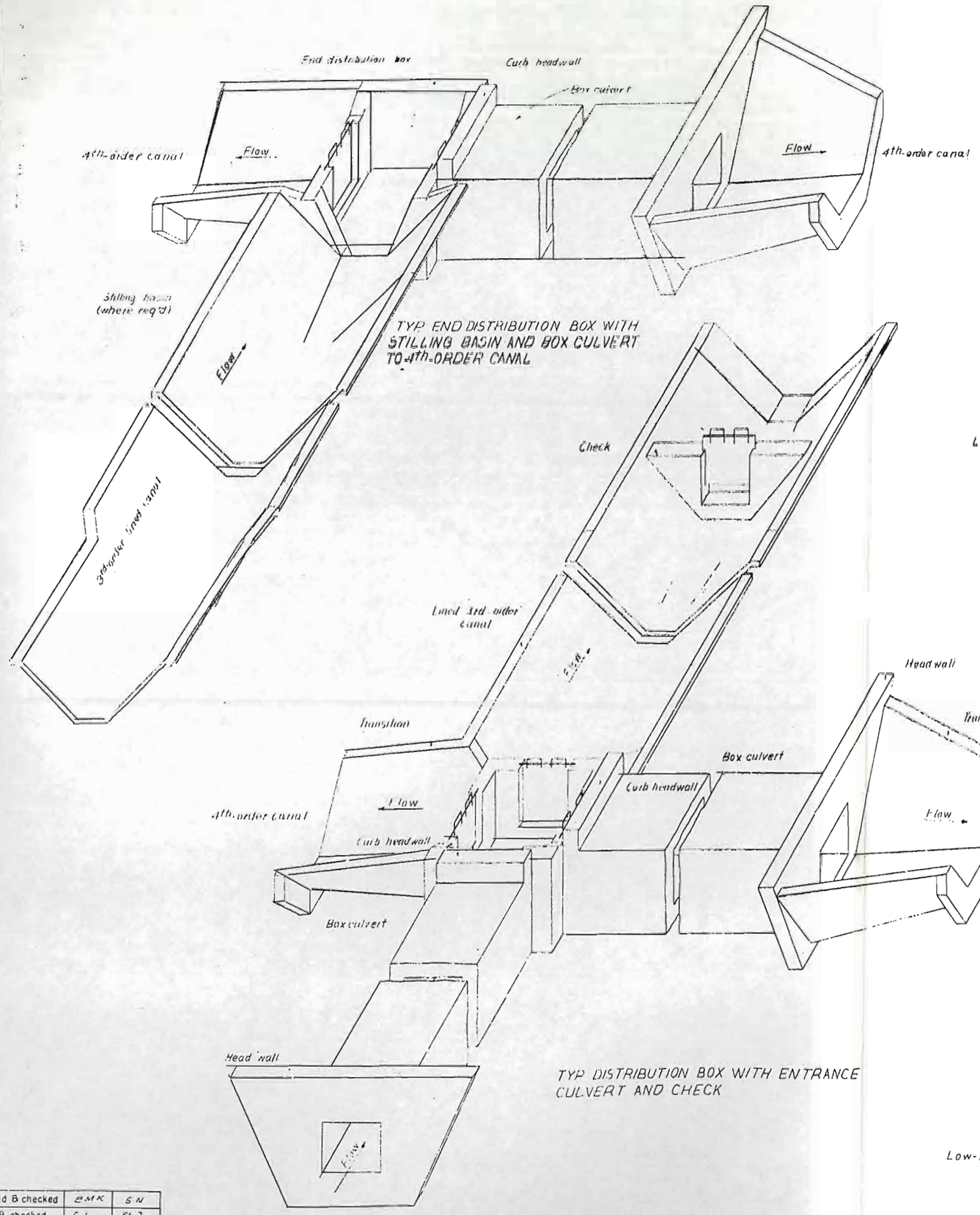
APPROVED

TEHRAN, IRAN | DATE: MAR 1973 | DWG 827 C 325-22A

REV. NO.	DATE	NATURE OF REVISION	BY	CHKD.	APPR.
1	Apr. 10 1974	General revision	EH-J	EMK	

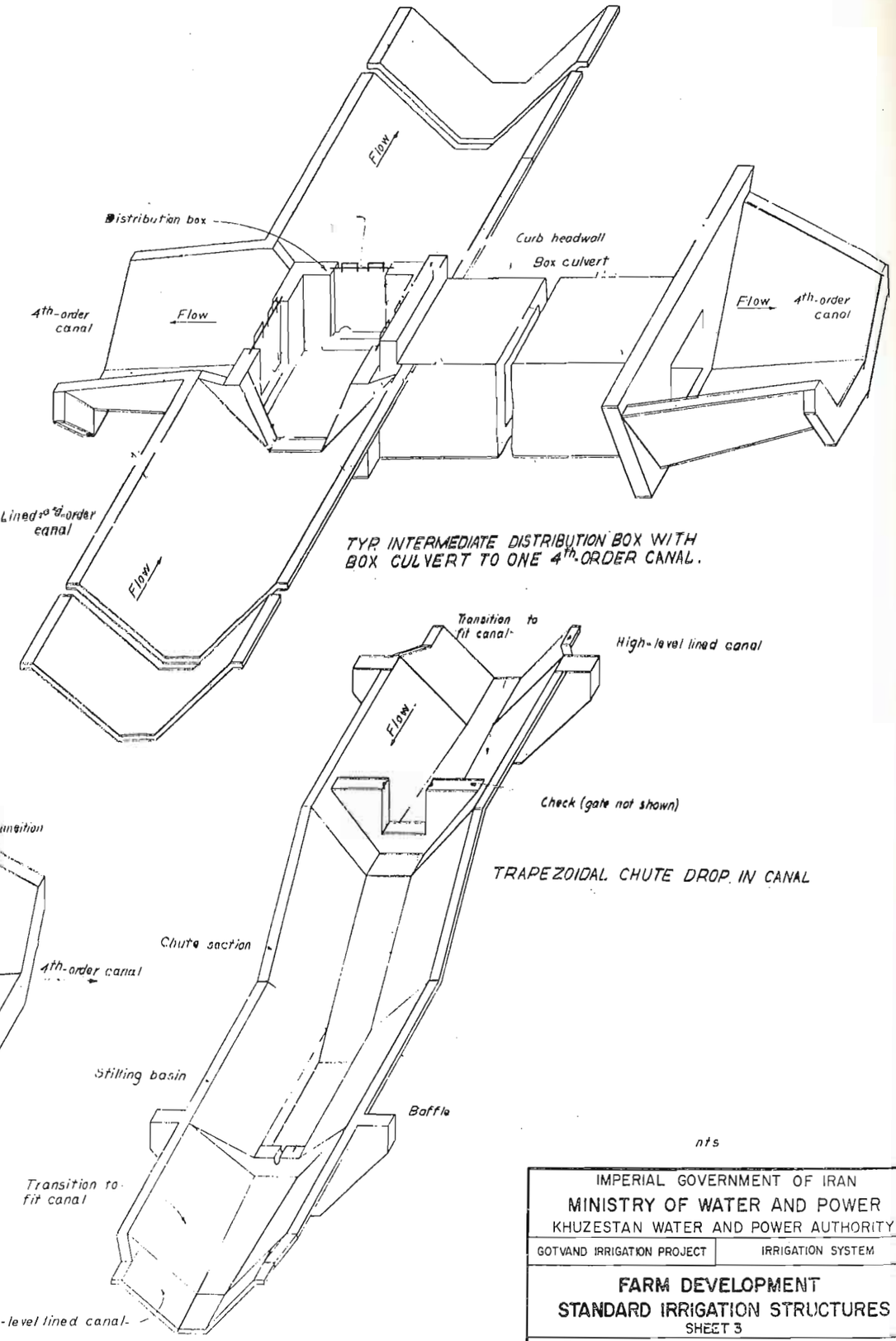
Designed & checked	S.N	Sh. Jafari
Drawn & checked	M-F	SA. Jafari
Staff Engineer		
Resident Manager		





TYP END DISTRIBUTION BOX WITH STILLING BASIN AND BOX CULVERT TO 4th-ORDER CANAL

TYP DISTRIBUTION BOX WITH ENTRANCE CULVERT AND CHECK



TYP INTERMEDIATE DISTRIBUTION BOX WITH BOX CULVERT TO ONE 4th-ORDER CANAL.

TRAPEZOIDAL CHUTE DROP IN CANAL

nts

Designed & checked	E.M.K	S.N
Drawn & checked	A.L	S.A.J
Staff Engineer	E.M.K.	
Resident Manager		

REV. NO.	DATE	NATURE OF REVISION	BY	CHKD.	APPR.

IMPERIAL GOVERNMENT OF IRAN
MINISTRY OF WATER AND POWER
KHUZESTAN WATER AND POWER AUTHORITY

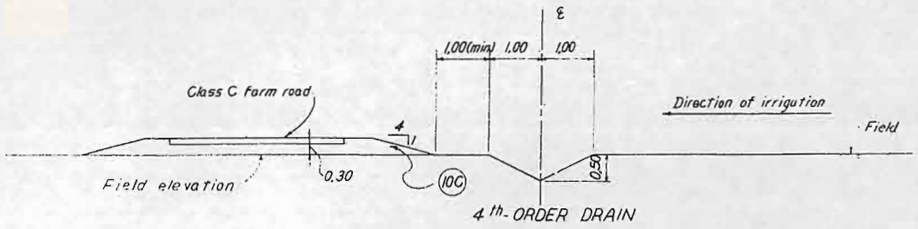
GOTVAND IRRIGATION PROJECT | IRRIGATION SYSTEM

FARM DEVELOPMENT
STANDARD IRRIGATION STRUCTURES
SHEET 3

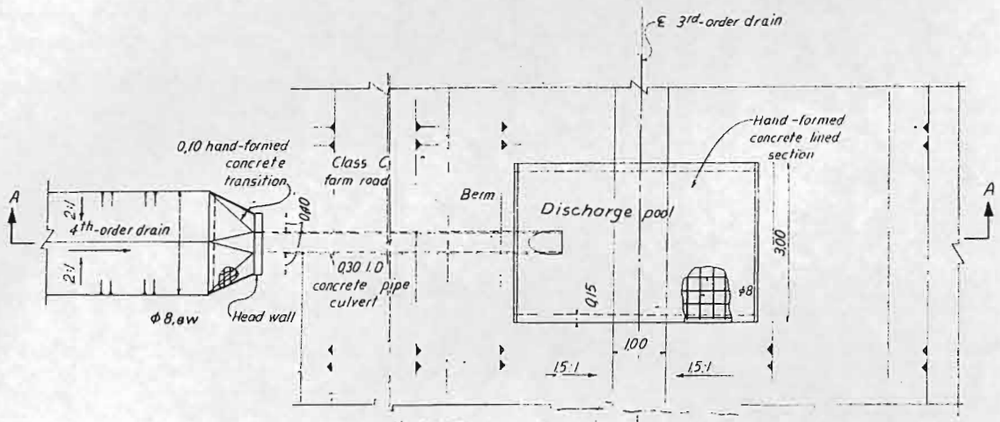
CONSULTING ENGINEERS
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL
ASSOCIATED FOR THE KARUN/MARUN PROJECTS IN IRAN WITH
F. & H. R. FARMAN-FARMAIAN

APPROVED

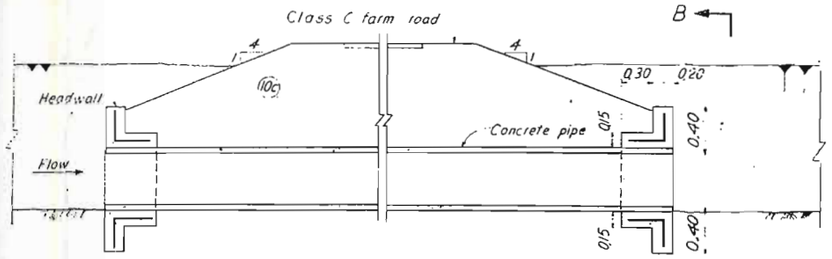
TEHRAN, IRAN | DATE: MAR. 1973 | DWG 627C 323 - 3



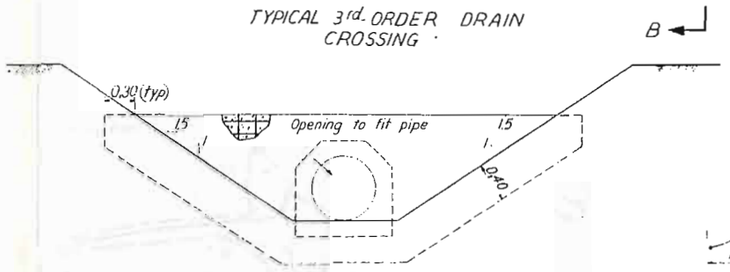
4th-ORDER DRAIN



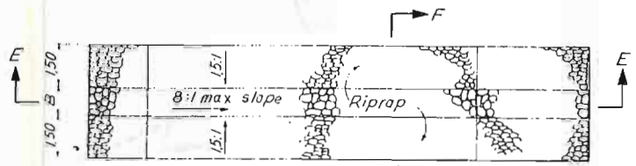
TYPICAL 4th-ORDER DRAIN DISCHARGE STRUCTURE TO 3rd-ORDER DRAIN



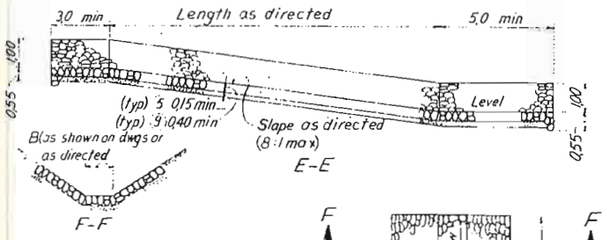
TYPICAL 3rd-ORDER DRAIN CROSSING

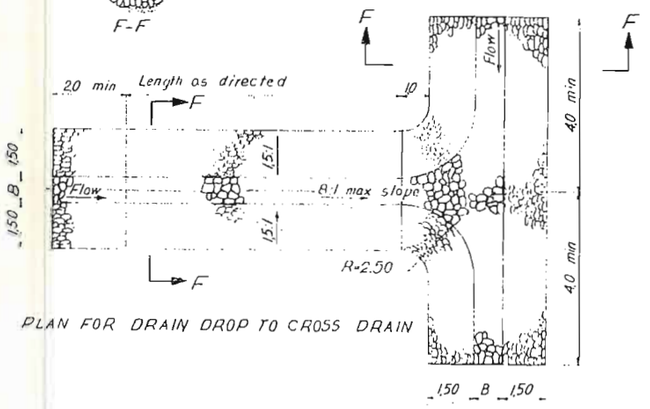


B-B



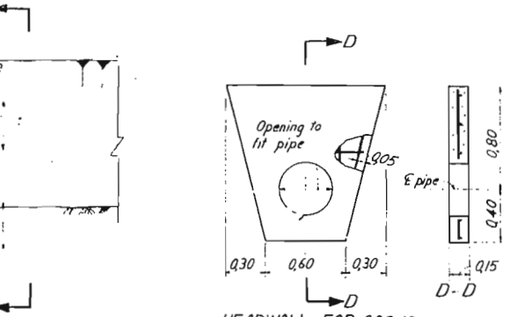
PLAN FOR IN-LINE DROP





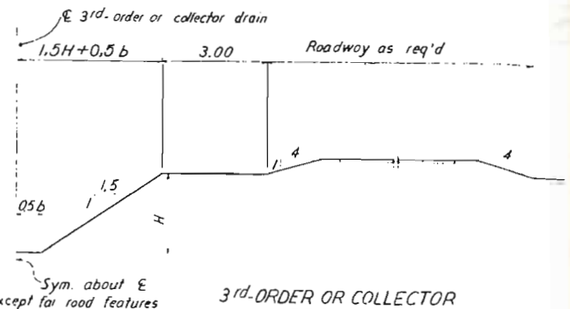
PLAN FOR DRAIN DROP TO CROSS DRAIN

TYP DRAIN DROPS



HEADWALL FOR 0.30 I.D. CONCRETE PIPE

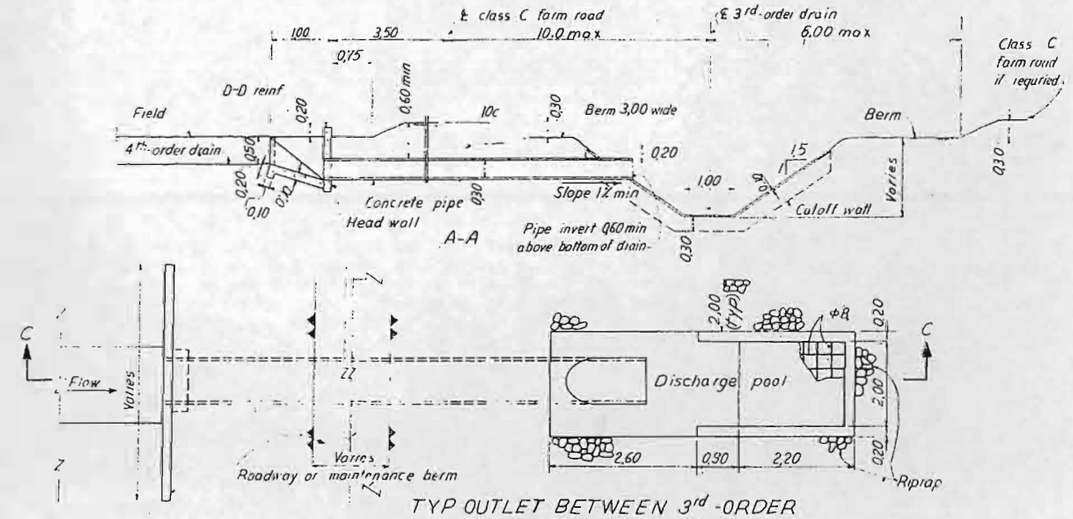
0 0.5
1:20



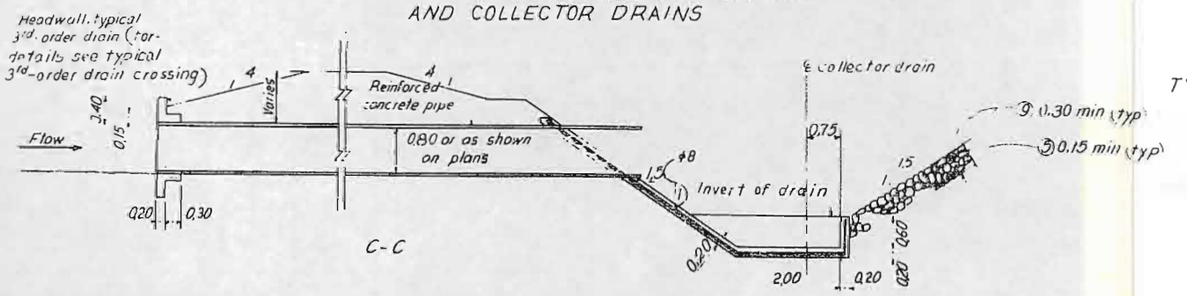
3rd-ORDER OR COLLECTOR DRAIN

3rd-order and collector drain dimensions		
b	Variable see farm develop drawings	Drain description and symbols
1.00		3rd-order drain
1.00		collector drain
1.50		collector drain
1.50		collector drain

NOTE:
All reinf Φ12.30 oc unless ... shown.



TYP OUTLET BETWEEN 3rd-ORDER AND COLLECTOR DRAINS



Except as noted

Designed & checked	EMK	SN
Drawn & checked	AI	SAJ
Staff Engineer	SAJ	
Resident Manager		

REV. NO.	DATE	NATURE OF REVISION	BY	CHKD.	APPR.
1	April 1974	General revision	SH-J	EMK	

IMPERIAL GOVERNMENT OF IRAN
MINISTRY OF WATER AND POWER
KHUZESTAN WATER AND POWER AUTHORITY

GOTVAND IRRIGATION PROJECT | IRRIGATION SYSTEM

FARM DEVELOPMENT STANDARD DRAIN STRUCTURES

CONSULTING ENGINEERS
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL
ASSOCIATED FOR THE KARUN/MARUN PROJECTS IN IRAN WITH
F & H. R. FARMAN-FARMAIAN

APPROVED R1

TEHRAN, IRAN | DATE: MAR. 1973 | DWG 627 C 324

Significant Data

Irrigation System	Gross Irrigable Area	Net Irrigable Area
Gravity	39,500 ha	35,300 ha
Pump Lift	3,500 ha	3,200 ha

Pumping Plants	
No.	3
Lift	6 m
Capacity	2, 3 to 4, 7 cu. m/sec
Main Canals	
Length	140 Km
Type	Concrete lined
Capacity	5, 0 to 90, 0 cu. m/sec
Laterals	
Length	140 Km
Type	Concrete lined
Capacity	0, 3 to 5, 0 cu. m/sec
Drainage System	
Length	160 Km
Type	Open channels
Tile Drainage	400 ha
Access Roads	
Length	170 Km
Type	Gravel surface

Table of Quantity

Item	Quantity	
Excavation	8,078,000	cu. m
Fill	9,658,000	cu. m
Concrete lining	190,000	cu. m
Concrete in structures	66,000	cu. m
No of structures	1050	

Daimcheh Pump Canal
To Dezful
Shur River
Gomar
Gomar Safar
Gomar Bulurg
Daimcheh West Canal
Dezful-Shushtar Road Relocation
Gotvand Pain
Gotvand Bala
Daimcheh Pumping Plant
Samandi Sultan
Ali Saleh
Sheik Reza
Existing Road (Remove)
Mullia Safar
Canal Bifurcation
Maesum Ali
Haji Gholamali
Asia
Main Canal
UPPER DAIMCHEH WEST
UPPER DAIMCHEH EAST
Upper Daimcheh Unit
Lower Daimcheh Unit
Lorch River
Sheik Azim
Ali
Hajal
Sheik Hajar
Lorch River
Dez River
Sheik Abdul Nabi
Zay Dan
Safar
Nagar Pumping Plant
Nagar Pump Canal
Nagar Canal
Nagar Busurg
Gholam Ali Khan
Nagar Kuchek Hajar
Mikraki
Hussein Abad
Bazal
Tayoreh
Daimcheh East Canal
Sardar Abad
Hassan Abad
Mohammad Small
Mohammad Reza
Sarhang
Abdul Ali
Makineh
All Roshan
LOWER DAIMCHEH UNIT
Gotvand Access Road
Existing road
Gotvand Pump Canal
Gotvand Pumping Plant
Gotvand Main Canal
Gotvand Diversion Dam Site
GOTVAND UNIT
GOTVAND
Aghili Main Canal
Shagamgah
Abasali
Agha Rahim
Janat Mahan
AGHILI UNIT
Halda
Esfagul
Waysi
Gapras
Arabon
Zahida
Kushkane
Rudani
Zolm Abad
Mondani
Bardila
Khaldan Diversion Channel
Salt Creek Diversion Dike
All Mohammad
Shushtar Housing and Operations Center
Karun River
SHUSHTAR
To Ahwaz
Ram Ali

KEY MAP
SOVIET UNION
CASPIAN SEA
TEHRAN
MASHAD
IRAN
PERSIAN GULF
PROJECT AREA
IRAQ
AFGHANISTAN
SAUDI ARABIA
PAKISTAN

LEGEND
- Asphalt road
- Gravel road
- Village
- Land allocation
- Canal
- Lateral
- Project drain
- Natural drain
- Railroad (future)

0 1 2 3 Km.
1:50.000

Designed & checked			
Drawn & checked	Jand	M.Sh	M.M
Engineer			
Manager			

REV. NO.	DATE	NATURE OF REVISION	BY	CHKD.	APPR.

IMPERIAL GOVERNMENT OF IRAN
MINISTRY OF WATER AND POWER
KHUZESTAN WATER AND POWER AUTHORITY

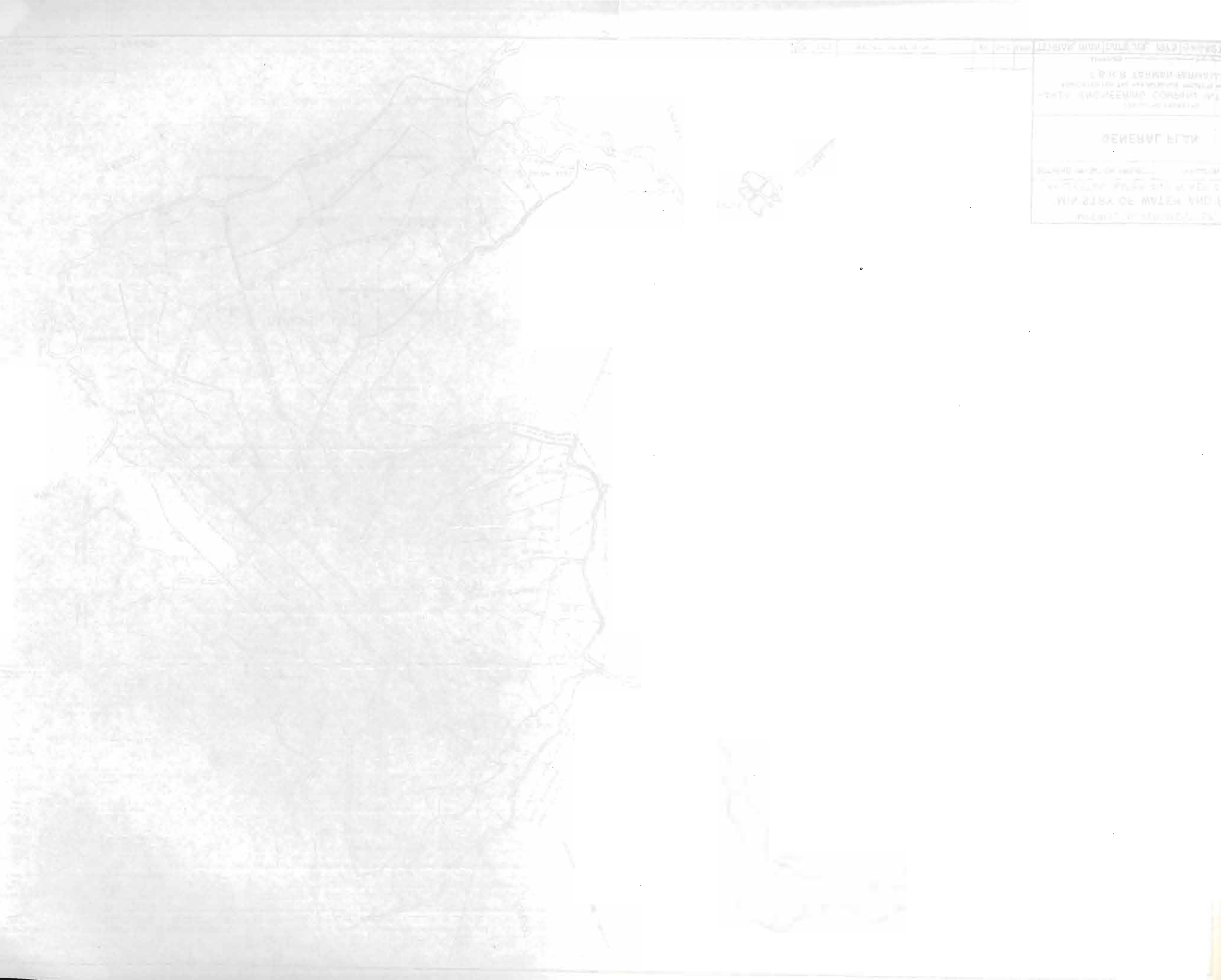
GOTVAND IRRIGATION PROJECT | IRRIGATION SYSTEM

GENERAL PLAN

CONSULTING ENGINEERS
HARZA ENGINEERING COMPANY INTERNATIONAL
ASSOCIATED FOR THE KARUN/MARUN PROJECTS IN IRAN WITH
F. & H. R. FARMAN-FARMAIAN

APPROVED

TEHRAN, IRAN | DATE JUL. 1973 | DWG 627 C 802



طرق اندازه‌گیری آب در پروژه‌های آبیاری

سازمان آب و برق خوزستان ـ قسمت آبیاری دز

کمال خسرو شاهی

خلاصه :

طرق اندازه‌گیری در شبکه‌های آبیاری

الف : طرقی که فعلا استفاده میشود .

ب : طرقی که جدیداً ارائه شده و در حال پیاده شدن درپروژه میباشد .

طرقی که فعلا استفاده میشود :

۱ ـ اندازه‌گیری با سرریزها ـ شرح کل سرریزها بیان شده و بعدافرمول‌های مربوطه ذکر و نمونه جداولی که‌مورد استفاده قرارمیگیرد ارائه میشود .

۲ ـ دریچه‌های قطاعی (رادیال‌گیت) : شرحی درمورد دریچه‌ها و فرمول‌ها که دراین طرح بررسی‌گردیده و قابل استفاده تشخیص داده شده ارائه و نمونه جدولی که محاسبه‌گردیده ضمیمه میباشد .

۳ ـ سرریزها : انواع سرریزهائی که در اینجا مورد استفاده است شرح و فرمول‌ها ذکر شده است .

٤ ـ دریچه‌های اسلایدگیت : نوع دریچه‌ها و فرمول‌های اندازه‌گیری ذکر میشود .

٥ ـ پارشال فلوم‌ها : نوع و فرمول و جدول شرح داده میشود .

٦ ـ اندازه‌گیری شدت جریان بامولینه شرح مختصر داده شده وطرق‌اندازه‌گیری آن بیان میشود .

طرقی که جدیداً دراین طرح مورد استفاده قرار گرفته :

۱ ـ اشل ثبات : با استفاده از ارتفاع آب ثبت شده و فرمول مانینگ و همچنین طرح اولیه کانال مقدارکلی آب تحویل شده حساب میگردد و بیان میشود .

۲ ـ فلومتر : شرحی از این دستگاهها بیان و موارد استفاده آنها ذکر میگردد .

درخاتمه شرحی هم از اهمیت اندازه‌گیری آب درکانال‌ها و پروژه‌ها در چند صفحه بیان میشود .

پیش گفتار :

در این مقاله از فرمول‌های جدید و یا تحقیقاتی نوسخن گفته نشده بلکه از طرق متداول که هردانشجوی علم آب‌در اولین روز تحصیل با این شیوه آشنائی‌حاصل میکند دراین پروژه پیاده شده که در اینجا بزبان ساده معایب و محاسن این طرق بعد از ۱۰ سال بکار بردن ذکر میشود .

طرق اندازه‌گیری آب در شبکه‌های آبیاری

جهت مدیریت یک پروژه آبیاری و کنترل و تنظیم و تقسیم آب بطور دقیق بمنظور استفاده‌های کشاورزی و صنعتی بایستی طرق اندازه‌گیری آب در پروژه را بدقت بررسی و کارکنان را در اینمورد کارآموزی داده و ماتبا این طرق بوسائل مختلف کنترل و بررسی و در صورت لزوم طرق جدید را ارائه کرد طرقی که ذیلا شرح داده میشود درپروژه آبیاری‌سدمحمد رضاشاه پهلوی اجراء میگردد این پروژه در سطح ۱۲۰/۰۰۰ هکتار پیاده خواهد شد که دارای ۶۰۰ کیلومتر کانال‌های اصلی و فرعی و ۷۰۰ کیلومتر زهکشی و ۳۰۰ کیلو مترجاده میباشد که واحد تقسیم آب بطور متوسط برای ۱۰۰ هکتار میباشد .

طرق اندازه‌گیری آب که در حال حاضر بکار برده میشود بقرار ذیل است :

۱ - موقعیکه آب از سد پهلوی با عبور از توربین‌ها - سرریزها - ودریچه‌های شستشو خارج میگردد مقدار آن طبق منحنی‌های ذیل اندازه‌گیری میشود و هر ۴ ساعت یکبار به ایستگاه بعدی این سد تنظیمی‌گزارش میگردد

۲ - بعد از سدپهلوی بالای دریاچه سد تنظیمی یکبار دیگر آب رودخانه درتله زنگ بطریقه سولینه و استفاده از منحنی‌های تهیه شده اندازه‌گیری میشود .

طریقه عمل : با استفاده از تله اسکی هفته‌ای دوبار اندازه‌گیری آب باسولینه انجام‌گرفته و بااستفاده از سطح مقطع رودخانه سطح آب و منحنی مربوطه بااشل نصب شده برای مقادیر مختلف آب رسم و باتکرار اندازه‌گیری و اصلاح منحنی‌ها میتوان جدولی که نشان دهنده رابطه بین‌اشل کنار رودخانه و مقدار آب باشد بدست آورد و با استفاده ازاین‌اشل و جدول مقدار آب رودخانه اندازه‌گیری میگردد .

۳ - بعد از سد تنظیمی یکبار دیگر آب رودخانه بطریقه تله اسکی قرائت اشل رودخانه و با استفاده از منحنی و جداول مربوطه اندازه‌گیری شده و اندازه‌گیری راههای مختلف با هم مقایسه میگردد .

۴ - اندازه‌گیری‌های متداول درسد انحرافی :

۱ - ۴ - سرریز :

درسد انحرافی سرریزی بطول ۳۹۴ متر ساخته شده که با استفاده از اشل رودخانه و همچنین منحنی پیوست‌میتوان مقدار آبی که از سرریز سد خارج میگردد اندازه‌گیری نمود .

۲ - ۴ دریچه‌های تخلیه

دریچه‌های تخلیه این سد بصورت قوسی بوده که مقدار آب تخلیه شده طبق جدول‌های موجود که بعداً شرح آنها داده خواهد شد اندازه‌گیری میگردد .

اندازه‌گیری‌های متداول آب در کانال‌ها

جهت اندازه‌گیری آب درکانال‌ها وکنترل و تنظیم آن از روشهای ذیل استفاده میگردد .

۱ - دریچه‌های قطاعی :

در ابتدای اکثر کانال‌های اصلی و فرعی جهت برگرداندن آب درکانال از دریچه‌های قطاعی استفاده میشود که بطور مثال طرح دریچه اصلی کانال اصلی غربی در ذیل نمایش داده شده که جهت اندازه‌گیری و تهیه جداول مربوطه از فرمول مربوط به آن که در بالا ذکرگردیده استفاده‌گردیده است .

طریقه عمل : این فرمول در دانشگاه کلراد و برای دریچه‌های قطاعی که مشخصات آنها نسبتاً مشابه بادریچه‌های نصب شده در پروژه آبیاری دز میباشد پیدا شده که‌با استفاده ازاین فرمول و آزمایش آن در اینجا قابل قبول‌تشخیص‌داده شده است برای انجام اینکار کانال غربی شرق دز بنام W4 انتخاب گردید آب‌این کانال که‌حد اکثر ظرفیت آن ۱۶ متر

مکعب در ثانیه میباشد در حدود ۵۰ بار اندازه‌گیری‌شد و مقادیر بدست آمده با مولینه و فرمول مقایسه گردیداختلاف بین ۱٪ ابی۵٪ متغیر بود که با در نظرگرفتن ۵٪ اشتباه قابل قبول‌جهت اندازه‌گیری آب در این پروژه فرمول مورد قبول واقع و جدول‌های مربوطه تهیه‌گردید

معایب و اشکالات این روش :

همانطوریکه میدانیم موقعیکه دریچه بازمیشود بطور قوی حرکت نموده درصورتیکه در فرمول فوق a مربوط به گشودگی دریچه بطور عمودی میباشد لذا لازم است طرقی پیدا کرد که ارتفاع عمودی‌گشودگی دریچه را بدست آورد ودریچه‌های قوسی که در این پروژه نصب‌گردیده دونوع میباشند که ذیلا شرح داده میشود .

الف ـ دریچه‌هائی که درصدگشودگی قابل اندازه‌گیری میباشد .

دراین نوع دریچه‌ها که توسط کارخانه گروپ آلمان نصب‌گردیده درصدگشودگی دریچه روی صفحه مدرجی‌مشخص میگردد و معایب این روش بقرار ذیل میباشد .

ـ بعضی اوقات بعلت شل شدن پیچ های مربوط و یا سرخوردن دنده‌ها درجه ممکن است بین ۱٪ الی ۲٪ اشتباه نشان دهد و اگر ۱۰۰٪گشودگی دریچه ۶ متر باشد یعنی اشتباه بین ۶ الی ۱۲ سانتیمتر ارتفاع عمودی خواهد بود که با احتساب مقدار آب اشتباه قابل قبول نبوده و بایستی درصدد راه حل جدیدی بود .

با اینکه درصدگشودگی دریچه نشان داده میشود ولی این درصد به تنهائی قابل استفاده در فرمول نبوده وبایستی به ارتفاع عمودی‌گشودگی تبدیل‌گردد این خود مستلزم پیدا کردن روش مناسب جهت‌اندازه‌گیری ارتفاع بازشدن‌عمودی دریچه میباشد .

این مسائل تا حدودی در این پروژه حل شده و امید است با طرح این مسائل در سومین سمینارآبیاری و زهکشی راه‌حلهای علمی‌و مناسب و ساده‌تری توسط دانشمندان شرکت کننده در سمینارهای بعدی پیدا و ارائه‌گردد .

۳ ـ دریچه‌هائی که هیچگونه دستگاهی جهت نشان دادن‌گشودگی در آنها نصب نگردیده است در این دریچه‌ها وسائلی که نشان دهنده ارتفاع بازشدن‌عمودی‌دریچه و یادرصدگشودگی آن‌باشد نصب‌نگردیده‌و استفاده ازاین‌فرمول منوط به‌پیدا کردن راهی است که‌گشودگی‌عمودی‌دریچه‌را نشان‌دهدبرای اینکار روش‌های ذیل‌بکار برده شده است:

۱ ـ ب ـ آب‌کانال رابسته ودریچه را یک سانتیمتر باز وارتفاع بازشدن بین‌کف دریچه و سطح بتن باخط‌کش اندازه‌گیری و این اندازه‌گیری‌ها روی‌کابل‌و یا بدنه بتن علامت‌گذاری وبعد رنگ زده شده و شماره‌گذاری میگردد

۲ ـ ب ـ صفحه‌ای روی دنده‌های متحرک جعبه دنده دریچه قرار داده و عقربهٔ ثابتی روی شفت دریچه قرارسیدهند که ارتفاع بازشدن دریچه‌که بطریقه بالا بدست میاید روی این صفحه علامت‌گذاری و بعداً توسط‌گروه تراشکاری خطهای مربوطه روی صفحه‌تراش داده شده و سوار میشود که بدینوسیله میتوان ارتفاع‌گشودگی دریچه را پیدا نمود .

۳ ـ ب ـ باقرار دادن دستک مساحی (Staff یاراد) درقسمت تحتانی‌دریچه و با استفاده از دوربین‌نقشه‌برداری وبازکردن دریچه یک‌سانتی‌متر بیک سانتی‌متر و خواندن‌سانتی‌مترها بوسیلهٔ‌دوربین میتوان این‌ارتفاعات به نقاط مختلف دریچه که‌دربالا ذکرگردید مقدارگشودگی دریچه را پیدا نمود .

معایب این روش

۱ ـ بعلت انقباض و انبساط کابل دریچه در تابستان و زمستان اندازه دقیق و حقیقی‌گشودگی بدست نخواهد آمد.

۲ ـ بعلت بریدگی کابل و تعویض آن بایستی بکبار دیگر کابل را مدرج نمود .

۳ ـ قرار دادن عقربه درکنارهٔ بتن و یاروی دریچه در مقابل عوامل فیزیکی (از قبیل انسان و حیوان) آسیب‌پذیر بوده و اکثراً شکسته شده و از بین میروند .

۴ ـ رنگ‌کردن‌کنارهٔ بتن در مقابل عوامل جوی (ازقبیل باران و خورشید) و همچنین تهٔ نشین‌شدن رسوبات آسیب‌پذیربوده و باعث از بین رفتن‌رنگ آن میگردد و لازم است سالیانه یکبارهردریچه رامدرج نمود بیش ازصددریچه قطاعی درسال که مستلزم بستن آب و تحمل مخارج و زحمت زیادی میباشد عملی نیست .

۵ ـ بعلت قرارگرفتن فاصلهٔ بین دنده‌ها و همچنین شل شدن آنها و سرخوردن دنده‌ها اندازهٔ دقیق درروش ۳ ـ ب نیز بدست نمیآید .

ج - روش جدید

آخرین روشی که جهت‌اندازه‌گیری ارتفاع عمودی‌گشودگی دریچه‌های قطاعی بکار برده میشود نصب اشل‌ویا درجه (گیج Gauge) روی بدنهٔ جلوی دریچه و مدرج کردن آن‌بطرق فوق‌و همچنین از طریقه‌محاسبه که‌خیلی ساده‌تر و عملی‌تر میباشد میتوان میزان‌گشودگی را پیدا نمود .

معایب این روش

۱ - چون این اشل لعابی میباشد لذا دربازارهای محلی قابل حصول نبوده و لازم است ازکارخانه‌های سازندهٔ ظروف لعابی کمک‌گرفت که این خود مستلزم صرف هزینه و اتلاف وقت میباشد .

۲ - چون این‌اشل‌ها در داخل آب قرار میگیرند لذا بعد از مدتی زنگ‌زده و فلز آن‌خورده میشودو همچنین دراثر ته نشین شدن رسوبات روی اشل لازم است بابروس سوئی تمیزکاری‌گردد که این خود مسائل بیشتری را پیش میآورد که از ذکر آنها خودداری میگردد در اثر این عملیات وآسیب‌پذیری اشل لازم است هرچند سال یکبار (حدودهر۴-۵ سال) این اشل‌ها تعویض‌گردد که خود باعث بالارفتن هزینه‌های نگهداری کانال میگردد .

۳ - عقربهٔ نشان دهندهٔ میزان‌گشودگی در این حالت روی بتن نصب میگرددکه خود در مقابل عوامل انسانی و حیوانی آسیب‌پذیر میباشد .

۲ - سرریزها :

در بعضی ازکانالها جهت‌اندازه‌گیری آب کانالها خصوصاً آبی که بعلت اضافه بودن درکانال از طریق مجرای خروج آب (سرفته) کانالها (SPillway) خارج میگردند سرریزهای لبه پهن و لبه‌تیز ساخته شده و با نصب‌اشل درکنارهٔ سرریز و پیداکردن ارتفاع آب در آن و با استفاده از منحنی‌ها و فرمول‌های‌مربوطه که همگی از آن اطلاع داریم جداولی تهیه و مقدار آب اندازه‌گیری میگردد

۳ - اندازه‌گیری آب دردریچه‌های (Slidegate)

همانطوریکه میدانیم این دریچه‌ها بطور عمودی قرارگرفته و دریچه از فرم کشوئی در صفحه مقطع آهن‌ساخته میشود و اندازه‌گیری ارتفاع گشودگی بسیار ساده بوده میتوان با حرکت شفت عمودی بدست آورد .برای اندازه‌گیری آب دراین دریچه‌ها با استفاده از جداولی که بافرمول $Q=Ca\sqrt{2gH}$ تهیه‌گردیده‌محاسبه میگردد .

دراین فرمول Q عبارت ازدبی‌آب به مترمکعب درثانیه

a ارتفاع عمودی دریچه به متر

H ارتفاع آب در جلو دریچه به متر با اشل‌های نصب شده اندازه‌گیری میگردد .

C ضریب مربوطه که با استفاده از اندازه‌گیری‌های متعدد با مولینه برای هردریچه بدست میآیدو هرچندسال یکبار این ضریب اندازه‌گیری و تصمیمات لازم انجام میگیرد . این فرمول برای حالاتی که دریچه بصورت آزاد کاربکند بکار برده میشود .

۴ - اندازه‌گیری آب با مولینه

این روش در هنگام یادگیری الفبای علم آب‌یادگرفته میشود وو از ذکر آن در اینجا خودداری و موارد استعمال آن قبلا اشاره شده و یا بعداً ذکر میگردد .

۵ - علامت گذاری اولیه :

افرادی که کار توزیع آب را در این شبکه انجام میدهند افرادی کم تجربه هستندکه فقط دارای دیپلم متوسطه میباشند و در دوران استخدام هیچگونه تجربه‌ای دراموراب و آبیاری ندارند لذا برای کنترل سطح آب درکانال درمراحل اولیه از علامت‌گذاری استفاده میگردد یعنی با علامت‌گذاشتن در روی بتن و یا بدنهٔ کانال تغییرات سطح آب را مشاهده و در صورت زیاد بودن کار خود راکنترل و در صورتی که نتواند راه حل مناسبی پیداکند به سرپرست خود رجوع و رفع اشکال مینماید .

۶ - اندازه‌گیری آب در پارشال فلوم

متداول‌ترین و یا ساده‌ترین اندازه‌گیری آب در پروژه‌های آبیاری دستگاه پارشال فلوم میباشد و پارشال‌هائی که

دراین پروژه برای اندازه‌گیری آب تعبیه شده بتنی و دهانه بتن ۱ تا ۳ فوت تغییر میباشد و عموماً پارشال‌هائی که بـه واحدهای ۱۰ هکتار آب تحویل داده میشود ساخته شده است و یک پارشال ۱۵ فوتی جهت تحویل آب به قسمت نیشکر هفت تپه نیز ساخته شده است که اندازه‌گیری و آمار برداری با اشل ثبات انجام میگیرد .

در اینجا طرز استفاده از پارشال‌ها و همچنین فرمول‌های هیدرولیکی آن صرفنظر شده فقط معایب و محاسن این روش طی چندین سال استفاده از این دستگاه ذکر میگردد .

معایب این روش

۱ - هزینه اولیه بالا بوده و مستلزم سرمایه‌گذاری بطور متوسط - /۳٤۰۰۰ ریال برای هردستگاه میباشد و اگر سرمایه‌گذاری برای اینکار برای قسمت آبیاری دزکه درحدود ۲۰۰۰ دستگاه پارشال فلوم خواهد داشت صرف هزینه بالغ ۶۸/۰۰۰/۰۰۰ ریال میباشد .

۲ - در طراحی تسطیح زمینهای زیر دستگاه پارشال محدودیت ایجاد مینماید . زیرا تسطیح زمینها بایستی طوری انجام‌گیرد که پارسال فلوم بطور آزاد کاربکند درصورتیکه اگر پارشال فلوم نبود میشد از ارتفاع آب‌درکانال‌پیروی نمود که در اینصورت از حجم خاکبرداری و خاکریزی کاسته میشد .

۳ - بعلت تغییرات در انهار آبیاری و بالا و پائین شدن ارتفاع آب در نهر در دستگاه پارشال فلوم تأثیر نمـوده و باعث پائین آوردن اندازه‌گیری میگردد .

٤ - اندازه‌گیری آب در پارشال‌های کاملا غرق عملی نبوده و در این حالت غیر قابل استفاده میباشد و در قسمت آبیاری دز بطور متوسط ۳۰٪ دریچه‌ها بصورت مستغرق بوده و قابل اندازه‌گیری نمیباشد

۵ - برای اندازه‌گیری آب در پارشال‌های مستغرق لازم است از مولینه استفاده شود که این خود مستلزم صرف هزینه جهت اندازه‌گیری میباشد زیراکه هرپارشال مستغرق لازم است در هفته سه بار با مولینه اندازه‌گیری شود .

۶ - میتوان با اندازه‌گیری‌های مداوم سنجی و یا جدول مربوط به پارشال را تهیه نمود ولی باتغییراتی که درانهار داده میشود درجهٔ غرق بودن پارشال متغیر بوده لذا نمیتوان از سنجی ثابتی استفاده کرد .

۷ - بعلت‌گذاشتن سنگ‌و یاگونی پرماسه در دهانهٔ پارشال فلوم توسط مصرف‌کننده باعث اختلال در تنظیم آب میشود .

۸ - بعلت پرشدن چاهک‌های پارشال بوسیله سنگ و یاسواد خارجی توسط افراد ناشناس اندازه‌گیری ارتفاع آب در چاهک‌ها را مشکل نموده و ناگزیر بایستی ارتفاع آب را درگلوی پارشال اندازه‌گیری نمودکه این خود از دقت عمل میکاهد .

۹ - بایستی هنگام ساختن پارشال فلوم دقت عمل زیادی بکار برد در غیر اینصورت اندازه‌گیری‌های صحیحی‌بدست نخواهد آمد .

۱۰ - هزینه نگداری آن خصوصاً در پائین دست‌گلوی پارشال فلوم نسبتاً گران میباشد .

محاسن دستگاه پارشال فلوم

۱ - اندازه‌گیری آب در این دستگاه ساده‌تر از سایر دستگاه‌ها میباشد .

۲ - اندازه‌گیری آب در این دستگاه نیازی به تخصص و تبحر زیاد ندارد .

طرق جدیدی که در این پروژه اجراء میشود

۱ - اشل ثبات : باساختن چاهک‌هائی که درکناره‌کانالها و نصب اشل ثبات مرتباً ارتفاع آب درکانالهاثبت و با استفاده از فرمول مانینگ و طرح اولیه کانال و تهیه جداول و سنجی‌ها مقدار آب کانال‌اندازه‌گیری میشود و اینکار اکثراً جهت احتساب مقدارکلی آب که درکانال جریان یافته بکار برده میشود و باین طریق مقدار اندازه‌گیری‌های دریچه‌های قطاعی نیز کنترل میگردد .

و همچنین همانطوریکه در بالا اشاره شد اشل ثبات درپارشال فلوم ۱۲ فوتی انتهای کانال اصلی غربی نصب گردیده که‌با استفاده‌از جدول پارشال واشل‌ثبات‌حجم کلی آبی که‌به طرح نیشکر هفت‌تپه‌تحویل میگرددمحاسبه‌میگردد.

معایب این روش

۱ - این روش بیشتر درکانالهای بتنی که‌طرح اولیهٔ آن غیر قابل تغییر میباشد بکار برده میشود. ومحدویت در استفادهٔ آن ایجاد مینماید .

۲ - بعلت جمع شدن شن و مواد خارجی درکف کانال‌های بتنی دقت اندازه‌گیری پائین آمده و هرسال‌بایستی‌سطح مقطع کانال‌اندازه‌گیری‌گردد .

۳ - بعلت‌گران بودن اشلهای ثباتی که ارتفاع آب را مستقیماً نشان دهد محدویت در استفاده آن ایجادمینماید .

٤ - بعلت‌گران بودن اشلهای ثبات سالیانه از اشل‌های هفتگی استفاده میشود که این خود باعث صرف هزینه تعویض کاغذ آن و رسیدگی بیشتری را در بردارد .

۲- فلومتر (Flow Meter)

این دستگاه که جدیداً جهت اندازه‌گیری آب بار برده میشود شبیه مولینه بوده‌و با این تفاوت که فلومتر دارای تبدیل سرعت جریان به حجم و نشان دهندهٔ مقدار جریان و ثبت آن به حجم کلی میباشد واین دستگاه انواع مختلف دارد در اینجا فقط دونوع آن که در این پروژه جهت استفاده در حال اجرا میباشد شرح داده میشود .

الف ـ فلومتر جهت اندازه‌گیری آب درکانال‌های روباز

ب ـ فلومتر جهت اندازه‌گیری آب در لوله‌های تحت فشار

الف ـ این دستگاه همانطوریکه در شکل پیوست نشان داده است از پروانهٔ متحرک که با کم و زیاد شدن‌سرعت آب که‌بستگی به مقدار آن دارد کم‌و زیاد شده و حرکت‌پروانه بادنده‌به‌تبدیل‌ها منتقل‌و بعداز تبدیل سرعت به‌حجم‌آب عقربه‌نشان دهندهٔ آن مقدار آب در حال جریان را بطور مستقیم نشان و همچنین حجم آن را بطور دائمی جمع در خود حفظ مینماید .

موارد استعمال آن :

این دستگاه فقط آب خروجی از لوله‌های خروجی که آب را ازکانال خارج مینماید و بایستی همیشه بصورت مستغرق باشد اندازه‌گیری مینماید زیراکه همیشه بایستی هرمقدار آبیکه از لوله خارج مینمایدتمام سطح مقطع آن را بپوشاند و این دستگاه را بایستی طوری سوارکرد که مرکز پروانه آن درست درمرکز لوله آب‌خروجی قرارگیرد درغیر اینصورت‌از دقت آن کاسته میشود .

این دستگاه درنقاطی قابل استفاده میباشد که جلو دستگاه حداقل یک عدد لوله یک متری بطور مستقیم سوار شده باشد در غیر اینصورت طبق شکل بایستی باز صفحات فلزی که در داخل لوله جهت مستقیم کردن جریان آب بکار برده میشود استفاده نمود.

دقت دستگاه :

اشتباه دستگاه ممکن است ۲٪ بیشتر ویا کمتر از مقداری باشد که نشان میدهد.

نوع مواد تشکیل‌دهنده دستگاه :

این دستگاه کلا از موادی ساخته شده است که در مقابل زنگ‌زدگی در آب ومواد شیمیائی مقاوم میباشد . پروانه این دستگاه از پلاستیک ساخته شده ومیتوان آن را در هوای آزاد تا ٦٨ درجهٔ سانتیگراد نگهداری ودر آب بیش از ٤٠ درجهٔ سانتیگراد بکار برد.

انواع دستگاه :

این دستگاه را با ظرفیت‌های مختلف میتوان در لوله‌های بین ۱۰ الی ۷۲ اینچ بکار برد همانطوریکه درجدول‌های پیوست نشان داده شده است هر دستگاه برای یک نوع لوله درجه‌بندی‌گردیده یعنی فلومتر ۱۰ اینچی برای لوله‌های خروجی ۱۰ اینچی وفلومتر ۷۲ اینچی برای لوله‌های بقطر ۷۲ اینچ بایستی بکار برده شود که البته حداکثر وحداقل آبی که در انواع فلومتر میتوان اندازه‌گیری کرد در جدول فوق‌الذکر نشان داده شده است.

مزایای این دستگاه با مقایسه با پارشال فلوم

۱ - دقت اندازه‌گیری این دستگاه بیش از پارشال فلوم میباشد.

۲ - بسادگی قابل حمل ونصب درهر نقطه مورد نظر از کانال میباشد.

۳ - مقدار حجم کلی آب را که از لوله خارج میشود ثبت مینماید.

٤ - برعکس پارشال فلوم قرائت مقدار آب بسیار ساده بوده واحتیاج به استفاده از جدول نمیباشد.

٥ - سرمایه اولیه در این روش خیلی کمتر از پارشال فلوم میباشد اگر فرض کنیم که درمدت ۳۰ سال که پارشال‌فلوم طرح‌ریزی میشود بجای آن از فلومتر استفاده‌گردد بسادگی میتوان بجای ٤۰ دستگاه پارشال یک دستگاه فلومتر را بکار گرفت واگر درمدت ۳۰ سال از دو دستگاه (هردستگاه مدت ۱٥ سال) استفاده‌گردد وتفاوت سرمایهٔ اولیه پارشال فلوم و فلومتر بشرح‌ذیل‌میباشد. همانطوریکه‌در بالا اشاره شدهر دستگاه پارشال فلوم احتیاج به ۳٦۰۰۰/- ریال‌سرمایه‌گذاری‌دارد.

۳٦۰۰۰×٤۰=۲۰٤۰۰۰

واگر درمدت ۳۰ سال از دو دستگاه استفاده شود وقیمت دستگاه بطور متوسط ۸۰۰۰۰/- ریال میباشد.

۸۰۰۰۰×۲= ۱٦۰/۰۰۰

۲/٤۰/۰۰۰-۱٦۰/۰۰۰= ۱/۷۸۰/۰۰۰

پس اختلاف سرمایه‌گذاری اولیه در این دو روش ۱/۷۸۰/۰۰۰ ریال میباشد البته در این محاسبه هزینه‌های نگهداری وتعمیرات هردو روش‌محاسبه نگردیده . آشکارا پیداست که‌هزینهٔ نگهداری وتعمیرات ٤۰ دستگاه پارشال‌فلوم کمتر از دو دستگاه فلومتر میباشد.

٦ - پارشال فلوم منحصراً دریک نقطه آب را اندازه‌گیری مینماید درصورتیکه میتوان از یک دستگاه فلومتر درنقاط مختلف مقدار آب را اندازه‌گیری نمود.

۷ - با استفاده از این دستگاه تا حدودی محدودیت طرح‌تسطیح اراضی را از بین برده ومسئله غرق شدن پارشال‌فلوم در این روش مطرح نمیباشد وتنها عامل محدودکننده طرح تسطح ارتفاع آب درکانال میباشد.

۸ - تغییرات در انهار آب‌رسانی مزرعه در دقت اندازه‌گیری تأثیری نداشته ومیتوان بسادگی مقدار آب را اندازه‌گیری نمود درصورتیکه در پارشال فلوم محدودیت‌هائی را در اندازه‌گیری ایجاد مینماید.

معایب این دستگاه

۱ - اگر در این دستگاه دریک جا برای همیشه نصب‌گردد احتمال خرابکاری توسط افراد غیرمجاز در میان بوده و آسیب‌پذیری آن بیشتر از پارشال فلوم میباشد.

۲ - اگر این دستگاه دریک نقطه نصب نشود مشکلات حمل‌ونقل ایجاد مینماید که بایستی مأمور توزیع آب در ماشین خود حمل کرده وآب را در نقاط مختلف اندازه‌گیری نماید واین حمل‌ونقل درصورت بی‌دقتی باعث خرابی دستگاه میگردد.

۳ - خرید و وارد نمودن آن ازکارخانه سازنده مدتی طول میکشد.

٤ - احتیاج به انبارکردن لوازم یدکی دستگاه میباشد.

نتیجه : با مقایسه اجمالی معایب ومحاسن آن میتوان‌گفت که فلومتر از بسیاری جهات برپارشال ارجحیت دارد.

سؤالات مطرح شده در سمینار

سؤال ۱ - فلومتر برای چه مقدار دبی است ؟

جواب ۱ - فلومتر باندازه‌های مختلف میباشد که برای اندازه‌گیری‌های مختلف بکار برده میشود بطوریکه‌فلومتر ۱۰ اینچ که ۱٦۰ گالن در دقیقه وتا ۷۲ اینچ ۷٥۰۰۰ گالن در دقیقه را اندازه‌گیری مینماید.

سؤال ۲ - چرا در لوله‌های تحت فشار از روزنه استفاده نمی‌شود.

جواب ۲ - مزیت فلومتر به روزنه این است که نصب فلومتر بسیار ساده بوده ومیتوان بسادگی آنرا قرائت نمود و همچنین مقدارکلی آب را از لوله خارج نموده وثبت می‌نماید درصورتیکه روزنه این امتیاز را ندارد.

سؤال ۳ - چرا مقدار جریان درکانالهای اصلی از فرمول رادیاگیت‌ها استفاده می‌شود. آیا نمیشود از وسائل ثبات استفاده کرد ؟

جواب ۳ ـ وسایل ثبات فقط سطح آب را ثبت می‌نماید که این خود تنهائی قابل استفاده نبوده ومنظوربااندازه‌گیری مقدار جریان آب درکانال میباشد ولی در وضع فعلی با استفاده از سطح آب ثبت شده وفرمول‌مانتیگ میتوان مقدار آب را اندازه‌گیری نمائیم ولی این اثر دراکثر کانالها قابل استفاده نبوده زیرا که کانالهای خاکی طرح اولیه قابل‌تغییروکانالهای بتنی مواد خارجی درکف کانال جمع ودرنتیجه اندازه دقیق آب را نشان نمیدهد.

سؤال ٤ ـ درمقام مقایسه با سیستم Norpic کداسیک از سیستم‌ها ازنظر اصولی صحیح تر است.

جواب ٤ ـ بنظر بنده سیستم نیرپیک ازنظر نگهداری درمقابل عوامل مکانیکی (حیوانی وانسانی) مشکل بوده و سیستم پیاده شده در این پروژه درمقابل این عوامل مقاومت بیشتری دارد.

Summary of Mr. Khosrowshahi's

Article:

The Measurement Method in Dez Irrigation System:

a) The Method applied in present time.

b) The Method presented recently which is going to be applied in the project.

Methods applied in the time being:

1- Measurement with the Spillways-Details of spillways are given and after the indication of relevant formulas the sample of tables used is presented.

2- The redial Cates: Specification of the gates and the formalas investigated in this

3- Spillways: All the types of spillways used are described and the related formalas are given.

4- Slide-Cates: the type of slide gates and the measuring formalas are given.

5- Parshal-Flumes: the type of parshall-Flumes and the related tabulations are described.

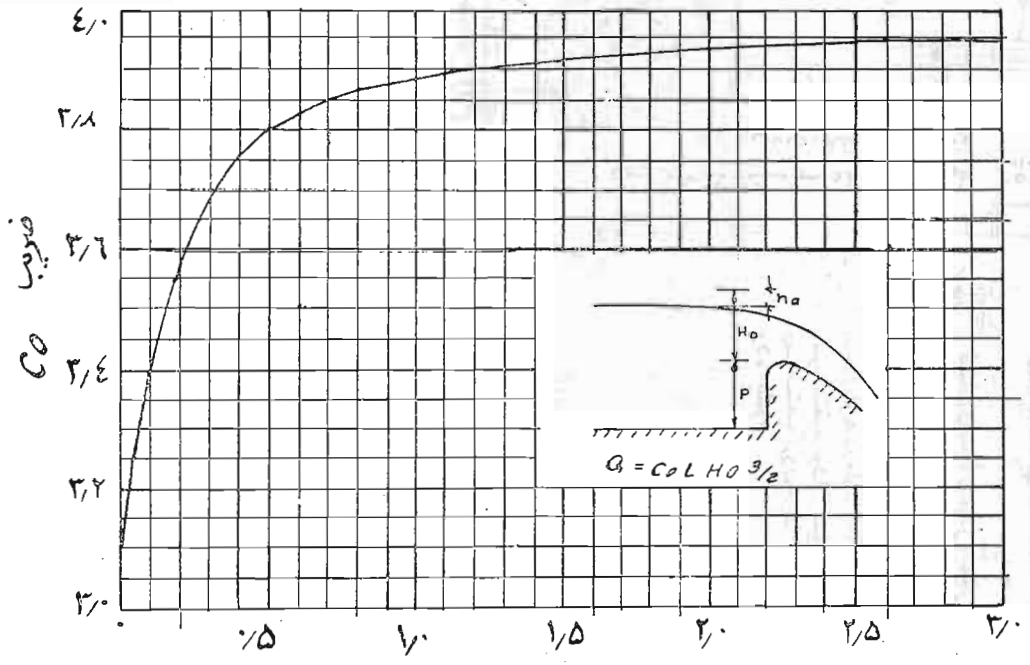
6- Measurement of velocity by relevant Water Cuage is briefly described and the method of measuring is defined.

New Methods Applied in this Project:

1- Record-Meeter: with utilizing the water elevation records and the "MANNING" formula ans the intial design of canal the amount of diliverw edaterisc omputed and indicated.

2- FLOW- Meeter: A description about such instrument is given and the application case are described.

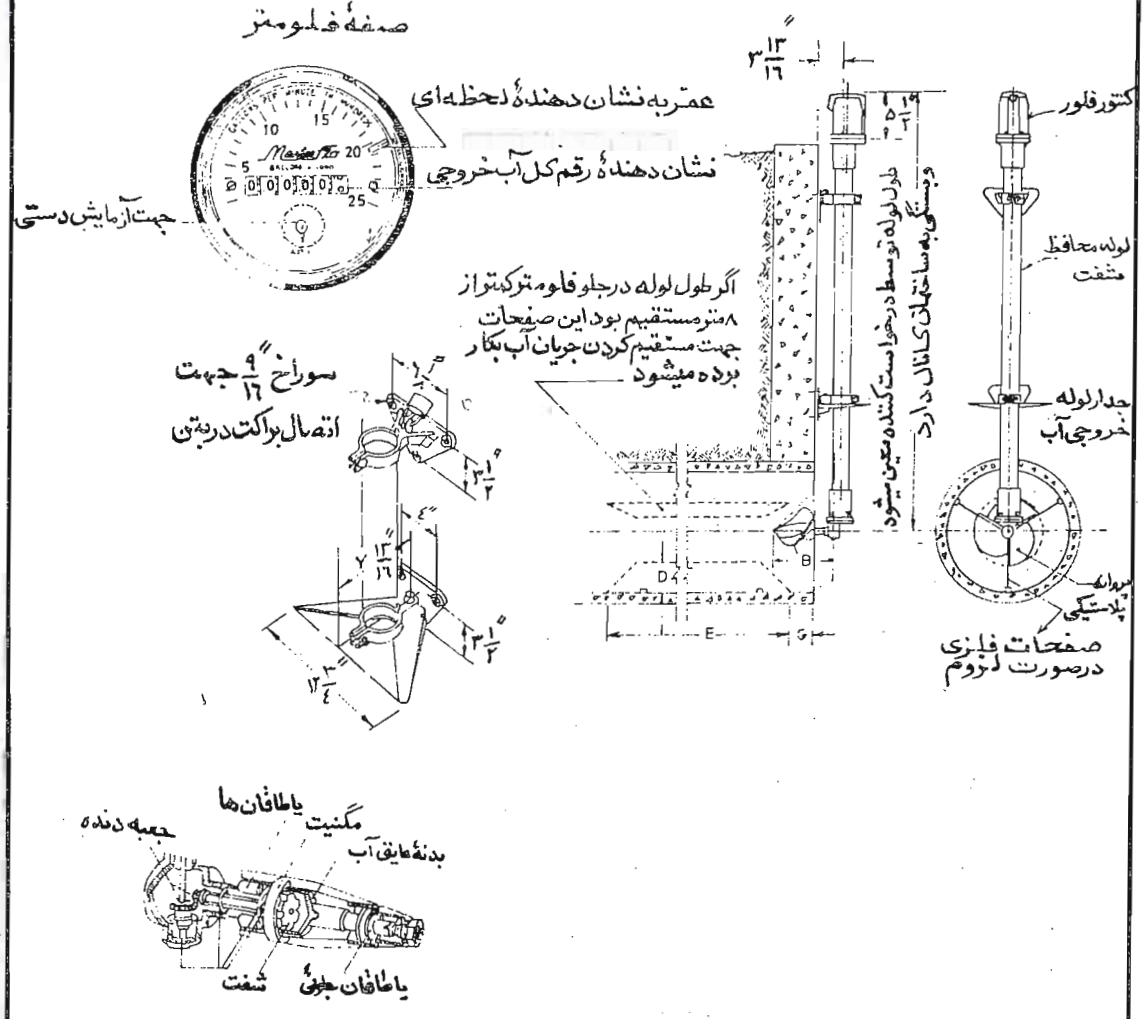
In the end of Article, a detail in regard the importance of water measurement in the projects canals is given in some pages.



نسبت $\frac{P}{H_0}$

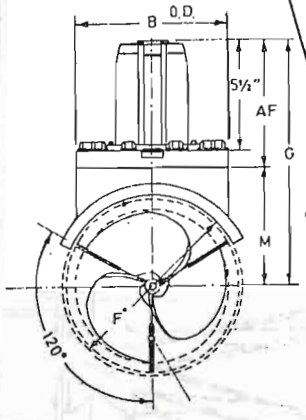
منحنی اندازه گیری ضریب Co در سرریز سد انحرافی

فلومتر جهت اندازه گیری آب در مخارج خروجی آب از کانال

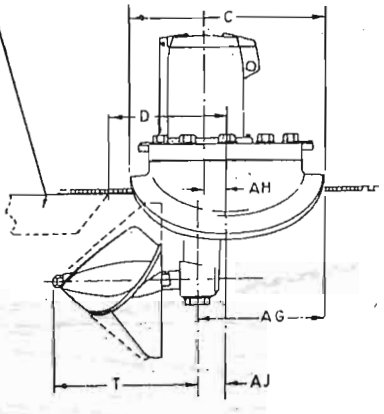


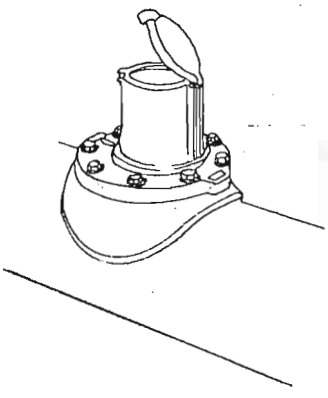
فلومتر جهت اندازه گیری آب در لوله های تحت فشار پس از اسپارلینگ

در صورتیکه محل نصب کمتر از ۸ متر لوله
مستقیم داشته باشد این پره ها را نصب مینمایند



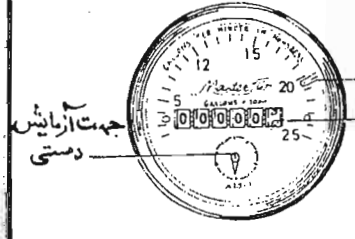
پروانه فلومتر





شمای ظاهر و طرز نصب
فلومتر روی لوله

صفحهٔ فلومتر



عقربه نشان دهندهٔ لحظه‌ای

نشان دهنده رقم کل آب خروجی

$$Q = Cd\, a\, b\, \sqrt{2gy_1}$$

$$Cd = 0/1 + 1/07\left(\frac{y_1}{a} - 1\right)^{-0/905}\left(\frac{y_1 - y_2}{a}\right)^{\left(0/918 - 0/0233\frac{y_1}{a}\right)}$$

y_1 = ارتفاع آب بالادست دریچه

y_2 = ارتفاع آب پائین دست دریچه

h = اختلاف آب بالادست و پائین دست دریچه

a = ارتفاع عمودی گشودگی دریچه

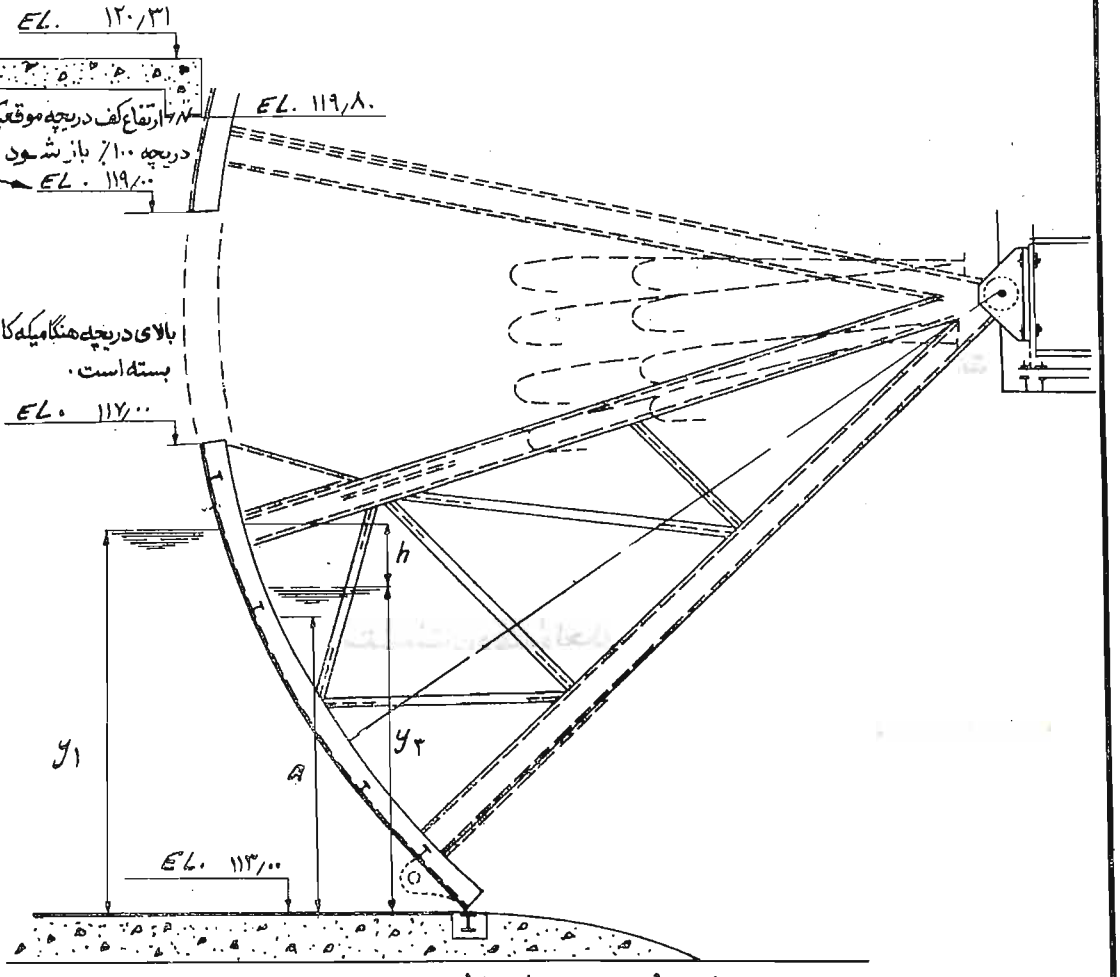
Q = مقدار آب خروجی از دریچه

b = عرض دریچه

$g = 9/81$ متر در مجذور ثانیه

$EL.$ = ارتفاع از سطح دریا

Cd = ضریب جریان دریچه



سد انحرافی - دریچه شستشو ۴×۱۵ متر

تهیه: کمال خسروشاهی

مقیاس ۱:۵۰

$$Q = cd\, a\, b \sqrt{g y_1}$$

$$cd = ٠/٦٠٦ \left(\frac{y_1}{a} - ١ \right)^{٠/٨٢٢٧}$$

y_1 = ارتفاع آب در بالادست دریچه

a = ارتفاع عمودی گشودگی دریچه

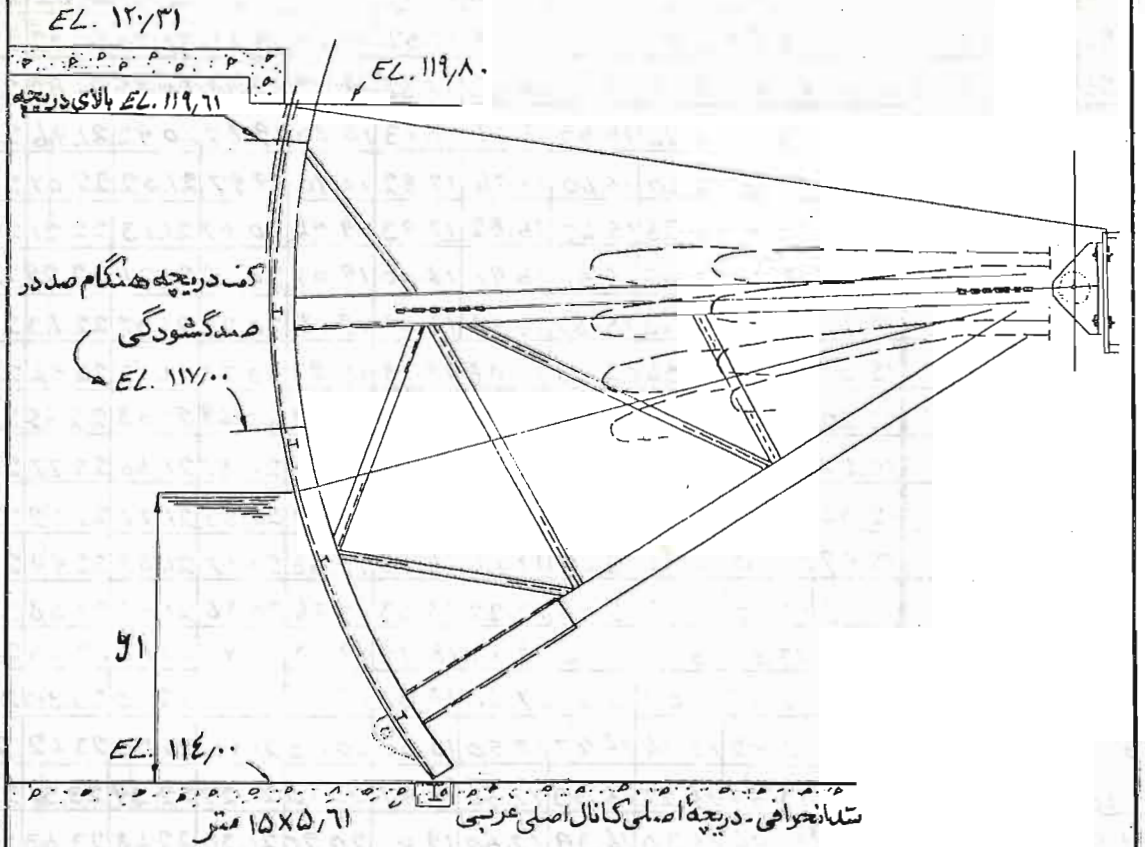
cd = ضریب جریان دریچه

Q = مقدار جریان آب از زیر دریچه

b = عرض دریچه

$g = ٩/٨١$ متر در مجذور ثانیه

z = ارتفاع از سطح دریا



تهیه از : کمال خسروشاهی

مقیاس ١:٥٠

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
116.00	9.04	10.09	11.06	12.08	13.33	14.33	15.33	16.32	17.30	18.28	19.24	20.21	21.17	22.12
116.02	9.10	10.11	11.12	12.19	13.38	14.41	15.41	16.42	17.42	18.38	19.37	20.33	21.28	22.25
116.04	9.15	10.16	11.17	12.25	13.48	14.50	15.51	16.50	17.50	18.49	19.47	20.46	21.42	22.39
116.06	9.18	10.21	11.23	12.30	13.55	14.58	15.60	16.59	17.60	18.60	19.38	20.55	21.54	22.46
116.08		10.26	11.33	12.39	13.65	14.66	15.68	16.71	17.70	18.70	19.72	20.69	21.66	22.64
116.10		10.33	11.40	12.47	13.73	14.75	15.78	16.79	17.81	18.82	19.81	20.77	21.79	2 18
116.12		10.39	11.48	12.53	13.80	14.85	15.88	16.90	17.92	18.93	19.94	20.92	21.93	22.89
116.14		10.44	11.55	12.59	13.69	14.92	15.96	17.00	18.01	19.03	20.03	21.05	22.03	23.01
116.16		10.49	11.63	12.65	13.74	15.01	16.05	17.08	18.12	19.14	20.16	21.15	22.17	23.18
116.18		10.61	11.68	12.71	13.81	15.08	16.13	17.19	18.23	19.26	20.28	21.28	22.31	23.29
116.20		10.66	11.73	12.76	13.88	15.16	16.22	17.28	18.30	19.34	20.36	21.40	22.40	23.4
116.22		10.71	11.78	12.82	13.97	15.26	16.32	17.36	18.42	19.46	20.49	21.50	22.54	23.56
116.24		10.76	11.83	12.87	14.02	15.32	16.38	17.46	18.49	19.54	20.60	21.62	22.63	23.61
116.26		10.83	11.89	12.93	14.09	15.41	16.48	17.54	18.60	19.66	20.70	21.72	22.77	23.80
116.28		10.88	11.94	13.03	14.17	15.48	16.56	17.64	18.72	19.78	20.82	21.89	22.91	23.9
116.30		10.93	12.00	13.11	14.24	15.55	16.66	17.73	18.80	19.87	20.92	21.96	23.01	24.01
116.32		10.97	12.04	13.18	14.30	15.40	16.74	17.82	18.90	19.97	21.02	22.07	23.15	21
116.34			12.10	13.27	14.36	15.47	16.82	17.93	19.04	20.07	21.13	22.21	23.24	24.3
116.36			12.16	13.34	14.42	15.58	16.91	18.00	19.09	20.17	21.24	22.29	23.37	24.4
116.38			12.24	13.42	14.48	15.67	16.99	18.08	19.18	20.26	21.37	22.43	23.51	24.5
116.40			12.37	13.48	14.54	15.73	17.08	18.18	19.28	20.37	21.45	22.54	23.60	24.6
116.42			12.42	13.54	14.61	15.80	17.16	18.28	19.39	20.49	21.58	22.65	23.74	24.7
116.44			12.47	13.59	14.66	15.86	17.24	18.35	19.47	20.57	21.66	22.77	23.82	24.9
116.46			12.54	13.64	14.74	15.92	17.31	18.45	19.57	20.68	21.77	22.92	23.95	25.0
116.48			12.59	13.70	14.82	16.02	17.41	18.56	19.66	20.77	21.87	22.99	24.06	25.1
116.50			12.66	13.75	14.92	16.08	17.27	18.63	19.76	20.88	21.98	23.08	24.19	25.2
116.52			12.70	13.81	15.00	16.14	17.33	18.72	19.83	20.96	22.07	23.20	24.28	25.3
116.54			12.76	13.87	15.07	16.21	17.41	18.81	19.95	21.08	22.20	23.30	24.42	25.53
116.56			12.81	13.92	15.14	16.27	17.50	18.90	20.03	21.16	22.28	23.42	24.51	25.63
116.58			12.86	13.99	15.22	16.33	17.54	18.97	20.10	21.27	22.39	23.51	24.64	25.76
116.60				14.04	15.30	16.39	17.60	19.07	20.20	21.35	22.48	23.63	24.73	25.86
116.62				14.10	15.36	16.46	17.71	19.15	20.32	21.47	22.61	23.73	24.87	26.0
116.64				14.21	15.42	16.52	17.77	19.25	20.39	21.55	22.72	23.85	24.97	26.10
116.66				14.32	15.48	16.61	17.86	19.28	20.44	21.66	22.81	23.94	25.09	26.2
116.68				14.37	15.53	16.66	17.81	19.09	20.56	21.73	22.91	24.05	25.17	26.3
116.70				14.45	15.59	16.78	17.99	19.22	20.68	21.85	23.01	24.15	25.31	26.4

KWPA

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10
116.72				14.50	15.65	16.86	18.06	19.30	20.75	21.93	23.09	24.27	25.41	26.
116.74				14.55	15.71	16.92	18.12	19.37	20.86	22.04	23.21	24.36	25.53	26.
116.76				14.63	15.76	17.01	18.19	19.44	20.93	22.12	23.29	24.48	25.63	26.
116.78				14.68	15.82	17.12	18.26	19.53	21.04	22.23	23.41	24.57	25.75	26.
116.80				14.73	15.88	17.18	18.32	19.60	21.11	22.31	23.52	24.69	25.85	27.
116.82				14.79	15.96	17.26	18.39	19.65	21.22	22.42	23.61	24.78	25.98	2.
116.84				14.84	16.03	17.32	18.48	19.77	21.29	22.50	23.69	24.90	26.07	27.
116.86					16.09	17.39	18.57	19.84	21.05	22.61	23.81	24.99	26.20	27.
116.88					16.21	17.45	18.44	19.91	21.18	22.69	23.89	25.12	26.29	27
116.90					16.27	17.51	18.73	19.98	21.26	22.80	24.01	25.20	26.42	27.
116.92					16.35	17.57	18.82	20.05	21.33	22.88	24.10	25.33	26.51	27.
116.94					16.41	17.63	18.94	20.12	21.41	22.96	24.21	25.42	26.64	27.
116.96					16.51	17.69	19.00	20.19	21.51	23.08	24.30	25.54	26.74	27.
116.98					16.54	17.71	19.08	20.25	21.54	23.14	24.40	25.62	26.85	28.
117.00					16.64	17.83	19.15	20.32	21.62	23.25	24.49	25.71	26.95	28.

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
116.00	23.06	24.00	24.96	25.87	26.79	27.72	28.63	29.55	30.45	31.36	32.25	33.15	34.03	34.9
116.02	23.24	24.15	25.09	26.03	26.99	27.90	28.80	29.74	30.63	31.56	32.43	33.34	34.24	35.15
116.04	23.35	24.31	25.26	26.19	27.12	28.04	28.99	29.89	30.83	31.71	32.64	33.56	34.47	35.37
116.06	23.45	24.41	25.36	26.30	27.27	28.20	29.11	30.06	31.01	31.90	32.82	33.73	34.63	35.52
116.08	23.62	24.58	25.54	26.49	27.43	28.40	29.32	30.27	31.18	32.12	33.06	33.94	34.86	35.78
116.10	23.77	24.74	25.70	26.66	27.60	28.53	29.50	30.42	31.38	32.33	33.22	34.15	35.08	36.00
116.12	23.88	24.86	25.83	26.78	27.77	28.71	29.69	30.69	31.58	32.48	33.43	34.37	35.30	36.18
116.14	24.03	25.01	25.99	26.95	27.91	28.81	29.79	30.81	31.73	32.69	33.64	34.59	35.47	36.41
116.16	24.18	25.13	26.15	27.12	28.08	29.03	30.02	30.95	31.93	32.89	33.80	34.75	35.70	36.64
116.18	24.30	25.29	26.27	27.25	28.26	29.21	30.16	31.15	32.13	33.05	34.01	34.97	35.92	36.81
116.20	24.43	25.43	26.42	27.40	28.37	29.38	30.33	31.32	32.26	33.23	34.20	35.11	36.07	37.02
116.22	24.54	25.55	26.54	27.57	28.55	29.52	30.52	31.47	32.46	33.44	34.36	35.33	36.29	37.25
116.24	24.68	25.69	26.69	27.68	28.70	29.68	30.64	31.64	32.64	33.57	34.55	35.53	36.49	37.46
116.26	24.83	25.85	26.85	27.85	28.84	29.86	30.83	31.84	32.78	33.78	34.77	35.69	36.66	37.63
116.28	24.95	25.96	26.98	27.98	29.02	30.00	31.02	31.99	33.05	34.09	34.93	35.91	36.89	37.86
116.30	25.10	26.13	27.14	28.15	29.15	30.18	31.16	32.18	33.14	34.15	35.14	36.13	37.06	38.04
116.32	25.21	26.21	27.27	28.29	29.30	30.32	31.32	32.32	33.32	34.32	35.30	36.29	37.26	38
116.34	25.35	26.39	27.42	28.43	29.49	30.49	31.48	32.51	33.53	34.49	35.50	36.50	37.49	38.48
116.36	25.48	26.53	27.56	28.59	29.60	30.65	31.65	32.68	33.65	34.68	35.69	36.64	37.64	38.63
116.38	25.60	26.65	27.69	28.72	29.78	30.79	31.84	32.83	33.86	34.84	35.85	36.86	37.87	38.86
116.40	25.74	26.79	27.84	28.87	29.90	30.96	31.96	33.01	33.99	35.02	36.04	37.06	38.07	39.09
116.42	25.85	26.91	27.96	29.04	30.07	31.09	32.15	33.15	34.20	35.23	36.21	37.23	38.24	39.25
116.44	25.99	27.06	28.11	29.16	30.19	31.26	32.28	33.33	34.38	35.37	36.40	37.43	38.45	39.46
116.46	26.09	27.16	28.22	29.31	30.35	31.38	32.45	33.46	34.51	35.56	36.60	37.57	38.60	39.61
116.48	26.24	27.32	28.39	29.44	30.45	31.57	32.59	33.66	34.72	35.72	36.76	37.80	38.83	39.85
116.50	26.34	27.42	28.53	29.60	30.65	31.73	32.72	33.84	34.85	35.91	36.95	38.00	38.97	40.00
116.52	26.48	27.57	28.64	29.71	30.81	31.85	32.94	33.96	34.98	36.04	37.09	38.14	39.18	40.21
116.54	26.64	27.69	28.81	29.88	30.94	32.04	33.08	34.16	35.19	36.25	37.31	38.36	39.41	40.45
116.56	26.74	27.83	28.92	29.99	31.10	32.16	33.26	34.29	35.37	36.44	37.45	38.51	39.56	40.60
116.58	26.87	27.98	29.03	30.15	31.22	32.33	33.38	34.47	35.50	36.58	37.65	38.71	39.71	40.81
116.60	26.98	28.08	29.18	30.26	31.38	32.45	33.55	34.60	35.69	36.77	37.79	38.86	39.91	40.93
116.62	27.18	28.24	29.35	30.44	31.52	32.64	33.70	34.80	35.84	36.93	38.01	39.08	40.15	41.21
116.64	27.23	28.35	29.45	30.55	31.68	32.76	33.87	34.93	36.03	37.12	38.21	39.23	40.30	41.35
116.66	27.37	28.49	29.61	30.71	31.80	32.93	34.00	35.11	36.22	37.26	38.35	39.37	40.50	41.57
116.68	27.45	28.58	29.70	30.80	31.94	33.03	34.15	35.22	36.33	37.43	38.52	39.55	40.63	41.70
116.70	27.61	28.74	29.87	30.98	32.08	33.22	34.30	35.42	36.54	37.59	38.69	39.78	40.86	41.94

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	
116.72	27.71	28.85	29.97	31.13	32.24	33.34	34.47	35.55	36.67	37.78	38.88	39.92	41.01	4
116.74	27.84	28.99	30.13	31.25	32.36	33.51	34.60	35.73	36.86	37.92	39.03	40.13	41.22	4
116.76	27.95	29.10	30.24	31.36	32.52	33.63	34.77	35.86	36.99	38.11	39.22	40.27	41.37	4
116.78	28.09	29.25	30.39	31.52	32.64	33.80	34.90	36.04	37.18	38.25	39.36	40.48	41.58	4
116.80	28.19	29.35	30.50	31.63	32.80	33.92	35.08	36.17	37.31	38.44	39.57	40.68	41.73	4
116.82	28.34	29.50	30.65	31.79	32.92	34.09	35.20	36.35	37.50	38.58	39.71	40.83	41.94	4
116.84	28.44	29.60	30.76	31.91	33.09	34.21	35.28	36.48	37.63	38.77	39.91	40.98	42.09	4
116.86	28.54	29.71	30.91	32.06	33.21	34.33	35.50	36.67	37.77	38.91	39.99	41.18	42.31	4
116.88	28.68	29.86	31.02	32.18	33.37	34.51	35.68	36.80	37.96	39.11	40.25	41.33	42.39	4
116.90	28.78	29.96	31.18	32.34	33.49	34.68	35.81	36.98	38.09	39.25	40.39	41.53	42.67	4
116.92	28.92	30.11	31.29	32.45	33.65	34.80	35.99	37.11	38.30	39.44	40.59	41.68	42.88	4
116.94	29.02	30.22	31.40	32.61	33.77	34.97	36.11	37.29	38.41	39.58	40.34	41.89	43.03	4
116.96	29.17	30.36	31.55	32.73	33.94	35.09	36.29	37.42	38.60	39.76	40.88	42.03	43.18	4
116.98	29.25	30.45	31.64	32.87	34.04	35.20	36.40	37.04	38.72	39.89	41.06	42.22	43.37	4
117.00	29.39	30.60	31.80	32.98	34.16	35.37	36.52	37.72	38.91	40.09	41.20	42.36	43.52	4

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5
116.00	35.80	36.68	37.55	38.42	39.35	40.14	41.00	41.85	42.71	43.55	44.39	45.22	46.05	46.89
116.02	36.04	36.93	37.81	38.69	39.56	40.42	41.28	42.13	42.97	43.81	44.64	45.54	46.36	47.18
116.04	36.22	37.11	38.00	38.88	39.77	40.62	41.54	42.40	43.25	44.09	44.93	45.76	46.66	47.49
116.06	36.43	37.32	38.22	39.10	39.98	40.85	41.72	42.58	43.50	44.35	45.19	46.03	46.93	47.76
116.08	36.69	37.59	38.49	39.38	40.26	41.14	42.02	42.88	43.74	44.67	45.52	46.36	47.20	48.10
116.10	36.92	37.83	38.73	39.63	40.52	41.41	42.29	43.16	44.02	44.88	45.67	46.66	47.50	48.34
116.12	37.10	38.01	38.92	39.82	40.72	41.61	42.56	43.43	44.31	45.17	46.03	46.96	47.81	48.65
116.14	37.33	38.25	39.17	40.08	40.98	41.87	42.76	43.64	44.59	45.46	46.32	47.18	48.11	48.96
116.16	37.57	38.50	39.42	40.33	41.24	42.14	43.03	43.92	44.80	45.75	46.62	47.48	48.34	49.27
116.18	37.75	38.68	39.60	40.52	41.43	42.40	43.30	44.20	45.08	45.97	46.84	47.78	48.65	49.51
116.20	37.96	38.90	39.82	40.75	41.67	42.58	43.48	44.45	45.34	46.22	47.10	48.05	48.92	49.79
116.22	38.20	39.14	40.07	41.00	41.93	42.84	43.75	44.66	45.62	46.52	47.40	48.28	49.23	50.10
116.24	38.35	39.30	40.24	41.17	42.16	43.08	44.00	44.91	45.81	46.78	47.67	48.55	49.43	50.38
116.26	38.59	39.54	40.49	41.42	42.36	43.28	44.27	45.19	46.09	46.99	47.89	48.85	49.74	50.62
116.28	38.83	39.78	40.74	41.68	42.63	43.55	44.48	45.40	46.38	47.29	48.19	49.08	50.09	50.93
116.30	39.01	39.97	40.92	41.87	42.88	43.82	44.75	45.68	46.59	47.58	48.49	49.39	50.28	51.25
116.32	39.23	40.18	41.15	42.12	43.06	44.01	44.96	45.91	46.84	47.78	48.79	49.64	50.57	51.
116.34	39.46	40.43	41.40	42.36	43.32	44.26	45.20	46.14	47.14	48.06	48.98	49.96	50.87	51.77
116.36	39.61	40.59	41.56	42.55	43.49	44.50	45.45	46.36	47.59	48.32	49.25	50.16	51.15	52.05
116.38	39.85	40.84	41.82	42.79	43.75	44.71	45.66	46.67	47.61	48.54	49.55	50.47	51.38	52.37
116.40	40.01	41.00	42.04	43.02	43.99	44.95	45.91	46.87	47.87	48.81	49.74	50.66	51.66	52.57
116.42	40.25	41.24	42.23	43.21	44.19	45.15	46.18	47.14	48.09	49.03	50.04	50.97	51.89	52.89
116.44	40.47	41.47	42.46	43.44	44.42	45.40	46.36	47.39	48.35	49.28	50.23	51.25	52.18	53.18
116.46	40.62	41.63	42.62	43.61	44.66	45.64	46.61	47.58	48.53	49.56	50.51	51.44	52.46	53.38
116.48	40.86	41.87	42.88	43.87	44.86	45.84	46.89	47.86	48.82	49.78	50.81	51.75	52.69	53.71
116.50	41.02	41.97	43.04	44.11	45.10	46.09	47.07	48.04	49.08	50.05	51.00	52.03	52.97	53.91
116.52	41.24	42.26	43.27	44.27	45.27	46.33	47.32	48.30	49.27	50.31	51.27	52.23	53.26	54.20
116.54	41.48	42.51	43.52	44.54	45.54	46.54	47.53	48.59	49.56	50.54	51.50	52.54	53.49	54.52
116.56	41.64	42.67	43.69	44.70	45.71	46.78	47.78	48.77	49.75	50.80	51.77	52.74	53.78	54.73
116.58	41.86	42.89	43.92	44.94	45.95	46.96	47.96	49.03	50.01	50.99	52.05	53.02	53.99	55.02
116.60	42.01	43.05	44.08	45.11	46.19	47.21	48.21	49.21	50.28	51.26	52.24	53.30	54.26	55.22
116.62	42.26	43.30	44.34	45.37	46.39	47.41	48.49	49.50	50.50	51.49	52.55	53.53	54.58	55.55
116.64	42.41	43.46	44.50	45.61	46.64	47.66	48.67	49.68	50.76	51.76	52.74	53.81	54.79	55.84
116.66	42.63	43.69	44.73	45.78	46.81	47.83	48.93	49.94	50.95	52.03	53.02	54.01	55.07	56.05
116.68	42.77	43.82	44.87	45.98	47.02	48.05	49.08	50.17	51.18	52.19	53.26	54.26	55.24	56.31
116.70	43.01	44.08	45.13	46.18	47.22	48.33	49.36	50.38	51.40	52.49	53.49	54.49	55.56	56.55

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAH

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT												
	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0
116.72	43.17	44.24	45.36	46.42	47.47	48.51	49.54	50.65	51.67	52.68	53.77	54.77	55.77
116.74	43.39	44.46	45.53	46.59	47.64	48.76	49.80	50.83	51.85	52.95	53.96	55.05	56.05
116.76	43.55	44.62	45.76	46.83	47.88	48.94	49.98	51.09	52.12	53.14	54.24	55.25	56.34
116.78	43.77	44.85	45.93	47.00	48.06	49.19	50.23	51.28	52.39	53.42	54.44	55.54	56.55
116.80	43.93	45.01	46.16	47.24	48.30	49.36	50.41	51.54	52.58	53.61	54.72	55.74	56.84
116.82	44.15	45.24	46.33	47.41	48.48	49.61	50.67	51.72	52.84	53.88	54.91	56.02	57.04
116.84	44.31	45.40	46.49	47.65	48.72	49.79	50.85	51.99	53.03	54.03	55.19	56.22	57.33
116.86	44.53	45.63	46.73	47.82	48.90	50.04	51.11	52.17	53.30	54.35	55.39	56.51	57.54
116.88	44.69	45.73	46.89	48.06	49.14	50.22	51.29	52.43	53.49	54.54	55.67	56.71	57.83
116.90	44.91	46.03	47.13	48.23	49.32	50.47	51.55	52.62	53.76	54.82	55.87	57.00	58.03
116.92	45.07	46.19	47.37	48.47	49.56	50.65	51.73	52.88	53.95	55.01	56.15	57.20	58.33
116.94	45.30	46.42	47.53	48.64	49.74	50.91	51.99	53.07	54.22	55.29	56.35	57.48	58.53
116.96	45.43	46.58	47.70	48.88	49.99	51.08	52.17	53.34	54.41	55.48	56.63	57.69	58.82
116.98	45.63	46.78	47.91	49.02	50.13	51.31	52.40	53.49	54.65	55.73	56.79	57.94	58.99
117.00	45.81	46.95	48.07	49.27	50.38	51.49	52.59	53.76	54.84	55.92	57.08	58.14	59.29

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GA

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROV

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT											
	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5
116.00	47.71	48.53	49.34	50.13	50.99	51.77	52.57	53.37	54.15	54.91	55.74	56.49
116.02	47.99	48.87	49.67	50.46	51.33	52.11	52.89	53.74	54.51	55.27	56.11	56.86
116.04	48.30	49.11	50.00	50.79	51.58	52.45	53.23	54.10	54.87	55.63	56.48	57.24
116.06	48.58	49.40	50.28	51.09	51.88	52.76	53.54	54.41	55.19	55.96	56.81	57.57
116.08	48.93	49.75	50.64	51.45	52.24	53.05	53.93	54.72	55.59	56.36	57.22	57.97
116.10	1.9 25	50.67	50.89	51.79	52.59	53.40	54.28	55.07	55.95	56.73	57.50	58.27
116.12	49.48	50.39	51.22	52.12	52.93	53.74	54.63	55.43	56.31	57.09	57.87	58.74
116.14	49.80	50.72	51.55	52.37	53.27	54.09	54.98	55.78	56.58	57.46	58.24	59.12
116.16	50.12	50.96	51.88	52.70	53.61	54.43	55.24	56.14	56.94	57.83	58.62	59.50
116.18	50.44	51.28	52.21	53.04	53.87	54.78	55.60	56.50	57.30	58.20	58.99	59.78
116.20	50.72	51.57	52.42	53.34	54.17	55.09	55.91	56.73	57.63	58.43	59.33	60.12
116.22	50.96	51.90	52.75	53.59	54.52	55.35	56.27	57.09	58.00	58.81	59.71	60.50
116.24	51.25	52.11	53.04	53.89	54.82	55.66	56.58	57.41	58.32	59.14	59.95	60.85
116.26	51.57	52.43	53.21	54.23	55.08	56.01	56.85	57.77	58.60	59.51	60.32	61.23
116.28	51.89	52.76	53.63	54.57	55.42	56.36	57.20	58.28	58.98	59.88	60.70	61.62
116.30	52.13	53.09	53.96	54.82	55.77	56.62	57.56	58.40	59.33	60.16	61.08	61.90
116.32	52.41	53.32	54.23	55.14	56.04	56.94	57.83	58.73	59.61	60.50	61.37	62.26
116.34	52.74	53.63	54.51	55.47	56.34	57.29	58.15	59.09	59.93	60.87	61.70	62.63
116.36	53.03	53.92	54.81	55.77	56.65	57.61	58.47	59.32	60.27	61.21	62.05	62.98
116.38	53.27	54.17	55.14	56.03	57.00	57.87	58.83	59.69	60.64	61.49	62.43	63.27
116.40	53.56	54.46	55.36	56.33	57.22	58.18	59.06	60.01	60.87	61.82	62.77	63.61
116.42	53.81	54.80	55.70	56.68	57.57	58.54	59.42	60.38	61.25	62.20	63.06	64.00
116.44	54.10	55.01	56.00	56.90	57.88	58.76	59.74	60.61	61.58	62.44	63.40	64.35
116.46	54.39	55.30	56.21	57.20	58.10	59.08	59.97	60.85	61.91	62.78	63.74	64.60
116.48	54.63	55.64	56.55	57.55	58.45	59.44	60.33	61.31	62.19	63.16	64.03	64.99
116.50	54.93	55.85	56.86	57.77	58.77	59.69	60.66	61.55	62.53	63.40	64.38	65.34
116.52	55.13	56.15	57.07	58.08	58.99	59.99	60.89	61.88	62.86	63.74	64.72	65.59
116.54	55.46	56.49	57.41	58.34	59.34	60.35	61.25	62.25	63.14	64.13	65.01	65.99
116.56	55.76	56.70	57.72	58.65	59.66	60.58	61.58	62.48	63.48	64.37	65.36	66.34
116.58	55.97	56.99	57.94	58.96	59.88	60.90	61.81	62.82	63.72	64.71	65.71	66.57
116.60	56.26	57.21	58.24	59.18	60.20	61.13	62.14	63.15	64.06	65.06	65.95	66.94
116.62	56.60	57.55	58.50	59.53	60.46	61.49	62.51	63.42	64.43	65.34	66.34	67.34
116.64	56.81	57.85	58.80	59.84	60.78	61.81	62.74	63.76	64.67	65.69	66.69	67.59
116.66	57.10	58.07	59.11	60.02	61.10	62.04	63.07	63.99	65.01	66.03	66.94	67.95
116.68	57.28	58.33	59.29	60.34	61.29	62.33	63.26	64.29	65.32	66.23	67.25	68.26
116.70	57.61	58.58	59.64	60.60	61.65	62.59	63.63	64.67	65.60	66.62	67.54	68.56

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5
116.00	47.71	48.53	49.34	50.13	50.99	51.77	52.57	53.37	54.15	54.91	55.74	56.49	57.32	58.05
116.02	47.99	48.87	49.67	50.46	51.33	52.11	52.89	53.74	54.51	55.27	56.11	56.86	57.60	58.44
116.04	48.30	49.11	50.00	50.79	51.58	52.45	53.23	54.10	54.87	55.63	56.48	57.24	58.08	58.82
116.06	48.58	49.40	50.28	51.09	51.88	52.76	53.54	54.41	55.19	55.96	56.81	57.57	58.42	59.17
116.08	48.93	49.75	50.64	51.45	52.26	53.05	53.93	54.72	55.59	56.36	57.22	57.99	58.74	59 9
116.10	1.9 25	50.07	50.89	51.79	52.59	53.40	54.28	55.07	55.95	56.73	57.50	58.27	59.13	59.98
116.12	49.48	50.39	51.22	52.12	52.93	53.74	54.63	55.43	56.31	57.09	57.87	58.74	59.51	60.37
116.14	49.80	50.72	51.55	52.37	53.27	54.09	54.98	55.78	56.58	57.46	58.24	59.12	59.89	60.76
116.16	50.12	50.96	51.88	52.70	53.61	54.43	55.24	56.14	56.94	57.83	58.62	59.50	60.28	61 15
116.18	50.44	51.28	52.21	53.04	53.87	54.78	55.60	56.50	57.30	58.20	58.99	59.78	60.66	61 44
116.20	50.72	51.57	52.42	53.34	54.17	55.09	55.91	56.73	57.63	58.43	59.33	60.12	61.01	61 79
116.22	50.96	51.90	52.75	53.59	54.52	55.35	56.27	57.09	58.00	58.81	59.71	60.50	61.40	62 18
116.24	51.25	52.11	53.04	53.89	54.82	55.66	56.58	57.41	58.32	59.14	59.95	60.85	61.64	62 54
116.26	51.57	52.43	53.21	54.23	55.08	56.01	56.85	57.77	58.60	59.51	60.32	61.23	62.03	62 93
116.28	51.89	52.76	53.63	54.57	55.42	56.36	57.20	58.28	58.98	59.88	60.70	61.62	62.42	63 33
116.30	52.13	53.09	53.96	54.82	55.77	56.62	57.56	58.40	59.33	60.16	61.08	61.90	62.82	63 62
116.32	52.41	53.32	54.23	55.14	56.04	56.94	57.83	58.73	59.61	60.50	61.37	62.26	63.12	63 97
116.34	52.74	53.63	54.51	55.47	56.34	57.29	58.15	59.09	59.93	60.87	61.70	62.63	63.45	64.37
116.36	53.03	53.92	54.81	55.77	56.65	57.61	58.47	59.32	60.27	61.21	62.05	62.98	63.81	64.73
116.38	53.27	54.17	55.14	56.03	57.00	57.87	58.83	59.69	60.64	61.49	62.43	63.27	64.20	65.03
116.40	53.56	54.46	55.36	56.33	57.22	58.18	59.06	60.01	60.87	61.82	62.77	63.61	64.55	65.38
116.42	53.81	54.80	55.70	56.68	57.57	58.54	59.42	60.38	61.25	62.20	63.06	64.00	64.85	65.79
116.44	54.10	55.01	56.00	56.90	57.88	58.76	59.74	60.61	61.58	62.44	63.40	64.35	65.20	66.15
116.46	54.39	55.30	56.21	57.20	58.10	59.08	59.97	60.85	61.91	62.78	63.74	64.60	65.56	66.40
116.48	54.63	55.64	56.55	57.55	58.45	59.44	60.33	61.31	62.19	63.16	64.03	64.99	65.95	66.80
116.50	54.93	55.85	56.86	57.77	58.77	59.69	60.66	61.55	62.53	63.40	64.38	65.34	66.20	67.16
116.52	55.13	56.15	57.07	58.08	58.99	59.99	60.89	61.88	62.86	63.74	64.72	65.59	66.56	67.53
116.54	55.46	56.49	57.41	58.34	59.34	60.35	61.25	62.25	63.14	64.13	65.01	65.99	66.96	67.83
116.56	55.76	56.70	57.72	58.65	59.66	60.58	61.58	62.48	63.48	64.37	65.36	66.34	67.21	68.19
116.58	55.97	56.99	57.94	58.96	59.88	60.90	61.81	62.82	63.72	64.71	65.71	66.59	67.57	68.55
116.60	56.26	57.21	58.24	59.18	60.20	61.13	62.14	63.15	64.06	65.06	65.95	66.94	67.93	68.81
116.62	56.60	57.55	58.50	59.53	60.46	61.49	62.51	63.42	64.43	65.34	66.34	67.34	68.29	69.22
116.64	56.81	57.85	58.80	59.84	60.78	61.81	62.74	63.76	64.67	65.69	66.69	67.59	68.59	69.59
116.66	57.10	58.07	59.11	60.02	61.10	62.04	63.07	63.99	65.01	66.03	66.94	67.95	68.84	69.84
116.68	57.28	58.33	59.29	60.34	61.29	62.33	63.26	64.29	65.39	66.23	67.25	68.26	69.16	70.17
116.70	57.61	58.58	59.64	60.60	61.65	62.59	63.63	64.67	65.60	66.62	67.54	68.56	69.57	70.47

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	3
116.72	57.82	58.89	59.86	60.91	61.87	62.92	63.96	64.90	65.94	66.87	67.89	68.91	69.82	70
116.74	58.12	59.10	60.17	61.23	62.19	63.25	64.20	65.24	66.18	67.21	68.14	69.17	70.19	71
116.76	58.33	59.41	60.39	61.45	62.52	63.48	64.53	65.48	66.52	67.56	68.49	69.53	70.55	71
116.78	58.63	59.71	60.70	61.77	62.74	63.80	64.76	65.82	66.87	67.81	68.85	69.78	70.81	71
116.80	58.93	59.93	61.01	61.99	63.06	64.03	65.10	66.05	67.11	68.16	69.10	70.14	71.06	72
116.82	59.15	60.24	61.23	62.31	63.29	64.36	65.33	66.39	67.45	68.40	69.45	70.50	71.43	72
116.84	59.45	60.45	61.54	62.53	63.62	64.59	65.67	66.73	67.69	68.75	69.81	70.75	71.46	72
116.86	59.66	60.76	61.76	62.85	63.84	64.92	66.00	66.97	68.04	69.00	70.06	71.12	72.05	73
116.88	59.96	60.98	62.08	63.08	64.17	65.15	66.24	67.31	68.28	69.35	70.42	71.37	72.42	73
116.90	60.27	61.28	62.30	63.40	64.39	65.49	66.57	67.55	68.63	69.71	70.67	71.73	72.79	73
116.92	60.48	61.50	62.61	63.62	64.72	65.72	66.81	67.89	68.87	69.95	71.03	71.98	73.05	74
11694	60.69	61.81	62.83	63.94	65.05	66.05	67.15	68.13	69.22	70.31	71.28	72.35	73.42	74
116.96	61.00	62.03	63.15	64.16	65.28	66.38	67.38	68.48	69.46	70.55	71.46	72.60	73.68	74
11698	61.17	62.30	63.33	64.45	65.46	66.57	67.68	68.68	69.77	70.87	71.84	72.93	74.01	75
117.00	61.48	62.52	63.65	64.67	65.79	66.91	67.92	69.09	70.02	71.11	72.21	73.30	74.27	75

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5
116.00	58.78	59.60	60.31	61.12	61.83	62.53	63.33	64.02	64.81	65.48	66.18	66.94	67.60	68.25
116.02	59.17	59.99	60.71	61.53	62.24	62.94	63.75	64.44	65.24	65.92	66.60	67.38	68.05	68.88
116.04	59.56	60.39	61.11	61.94	62.65	63.36	64.17	64.87	65.67	66.36	67.15	67.83	68.73	69.28
116.06	59.91	60.74	61.47	62.30	63.02	63.84	64.55	65.25	66.06	66.75	67.55	68.23	69.02	69.69
116.08	60.34	61.18	61.92	62.75	63.48	64.30	65.02	65.84	66.54	67.24	67.89	68.73	69.53	70.20
116.10	60.73	61.55	62.32	63.16	63.89	64.72	65.44	66.27	66.97	67.79	68.49	69.18	69.98	70.66
116.12	61.13	61.98	62.73	63.57	64.31	65.14	65.87	66.70	67.41	68.23	68.93	69.75	70.44	71.25
116.14	61.52	62.38	63.13	63.98	64.72	65.57	66.29	67.13	67.85	68.68	69.38	70.20	70.90	71.71
116.16	61.92	62.78	63.54	64.40	65.14	65.99	66.72	67.56	68.29	69.12	69.83	70.66	71.36	72.17
116.18	62.31	63.08	63.95	64.70	65.56	66.30	67.15	68.00	68.73	69.57	70.28	71.11	71.82	72.64
116.20	62.67	63.44	64.31	65.07	66.08	66.68	67.54	68.39	69.12	69.96	70.69	71.52	72.23	73.04
116.22	63.07	63.85	64.72	65.51	66.36	67.11	67.97	68.71	69.56	70.41	71.14	71.98	72.70	73.53
116.24	63.32	64.21	65.09	65.84	66.73	67.49	68.36	69.10	69.96	70.70	71.54	72.39	73.11	73.95
116.26	63.72	64.61	65.39	66.28	67.15	67.92	68.79	69.54	70.40	71.15	72.00	72.85	73.58	74.42
116.28	64.28	65.02	65.81	66.69	67.47	68.35	69.22	69.98	70.85	71.60	72.46	73.31	74.04	74.89
116.30	64.53	65.43	66.22	67.11	67.89	68.78	69.54	70.42	71.30	72.05	72.91	73.95	74.51	75.36
116.32	64.86	65.72	66.58	67.42	68.27	69.13	69.96	70.95	71.64	72.46	73.29	74.10	74.92	7: 3
116.34	65.29	66.10	67.00	67.80	68.70	69.48	70.37	71.26	72.03	72.91	73.78	74.53	75.40	76.14
116.36	65.55	66.46	67.27	68.18	69.08	69.87	70.76	71.66	72.43	73.31	74.07	74.95	75.82	76.56
116.38	65.95	66.87	67.68	68.60	69.39	70.30	71.17	71.98	72.88	73.77	74.53	75.41	76.29	77.04
116.40	66.32	67.13	68.06	68.98	69.78	70.69	71.60	72.38	73.28	74.05	74.95	75.83	76.59	77.47
116.42	66.72	67.55	68.48	69.29	70.21	71.12	71.92	72.83	73.73	74.51	75.41	76.30	77.06	77.95
116.44	66.98	67.92	68.85	69.67	70.59	71.40	72.31	73.23	74.02	74.92	75.82	76.60	77.49	78.38
116.46	67.35	68.29	69.11	70.04	70.98	71.79	72.71	73.63	74.42	75.33	76.24	77.02	77.92	78.81
116.48	67.75	68.59	69.54	70.48	71.30	72.23	73.15	73.95	74.88	75.79	76.58	77.49	78.26	79.16
116.50	68.01	68.96	69.91	70.74	71.68	72.62	73.43	74.36	75.29	76.08	77.00	77.9.	7..62	79.59
116.52	68.38	69.34	70.18	71.13	72.07	72.89	73.83	74.76	75.57	76.50	77.42	78.34	79.12	80.07
116.54	68.79	69.64	70.60	71.56	72.51	73.34	74.28	75.22	76.03	76.96	77.89	78.68	79.60	80.54
116.56	69.16	70.02	70.98	71.94	72.78	73.73	74.68	75.50	76.56	77.37	78.18	79.11	80.03	80.95
116.58	69.31	70.39	71.36	72.21	73.17	74.13	74.96	75.91	76.85	77.66	78.60	79.53	80.46	81.25
116.60	69.79	70.77	71.63	72.60	73.56	74.40	75.36	76.31	77.14	78.08	79.02	79.96	80.76	81.79
116.62	70.21	71.08	72.05	73.03	73.88	74.85	75.81	76.64	77.60	78.55	79.50	80.31	81.25	82.18
116.64	70.47	71.45	72.44	73.30	74.27	75.25	76.09	77.05	78.01	78.97	79.79	80.74	81.68	82.65
116.66	70.84	71.72	72.70	73.69	74.67	75.52	76.49	77.46	78.43	79.26	80.21	81.17	81.98	82.91
116.68	71.06	72.05	73.04	74.03	74.90	75.88	76.85	77.70	78.67	79.63	80.59	81.42	82.37	83.31
116.70	71.47	72.48	73.36	74.35	75.34	76.39	77.18	78.16	79.13	80.10	80.94	81.90	82.85	83.8

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38
116.72	71.84	72.74	73.74	74.74	75.73	76.60	77.59	78.57	79.55	80.39	81.36	82.33	83.29	84
116.74	72.11	73.12	74.13	75.01	76.01	77.00	78.00	78.86	79.84	80.82	81.79	82.63	83.60	84
116.76	72.49	73.50	74.40	75.40	76.41	77.41	78.28	79.27	80.26	81.24	82.09	83.06	84.03	85
116.78	72.86	73.77	74.78	75.80	76.68	77.69	78.69	79.68	80.65	81.53	82.52	83.50	84.47	85
116.80	73.13	74.15	75.17	76.07	77.08	78.09	79.10	79.97	80.97	81.96	82.95	83.80	84.78	85
116.82	73.50	74.42	75.44	76.46	77.48	78.37	79.38	80.39	81.39	82.39	83.25	84.24	85.22	86
116.84	73.77	74.80	75.83	76.74	77.76	78.78	79.79	80.81	81.68	82.68	83.68	84.67	85.66	86
116.86	74.15	75.19	76.10	77.13	78.16	79.18	80.07	81.09	82.10	83.11	84.11	84.97	85.97	86
116.88	74.41	75.45	76.49	77.53	78.44	79.46	80.49	81.51	82.52	83.40	84.41	85.41	86.41	87
116.90	74.79	75.84	76.76	77.80	78.84	79.87	80.90	81.80	82.82	83.83	84.84	85.85	86.72	87
116.92	75.17	76.11	77.16	78.20	79.24	80.15	81.19	82.21	83.24	84.26	85.14	86.16	87.16	88
116.94	75.44	76.49	77.55	78.48	79.52	80.56	81.60	82.50	83.53	84.56	85.58	86.60	87.61	88
116.96	75.82	76.76	77.82	78.87	79.93	80.84	81.89	82.92	83.96	84.99	86.02	86.90	87.92	88
116.98	76.04	77.11	78.17	79.10	80.16	81.21	82.25	83.30	84.20	85.24	86.27	87.29	88.31	89
117.00	76.42	77.37	78.44	79.50	80.56	81.62	82.54	83.59	84.63	85.67	86.70	87.73	88.62	89

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5
116.00	68.97	69.66	70.30	71.05	71.90	72.30	73.05	73.66	74.26	74.86	75.45	76.04	76.70	77.33
116.02	69.48	70.13	70.89	71.53	72.16	72.91	73.54	74.15	74.89	75.50	76.09	76.68	77.27	77.85
116.04	69.94	70.72	71.37	72.01	72.76	73.40	74.01	74.78	75.39	76.00	76.60	77.34	77.93	78.51
116.06	70.36	71.14	71.79	72.56	73.20	73.84	74.60	75.22	75.84	76.58	77.20	77.80	78.53	79.13
116.08	70.99	71.66	72.44	73.09	73.74	74.51	75.15	75.78	76.53	77.15	77.77	78.51	79.11	79.71
116.10	71.46	72.13	72.92	73.57	74.35	75.00	75.64	76.41	77.03	77.80	78.42	79.03	79.64	80.38
116.12	71.93	72.60	73.39	74.06	74.84	75.49	76.27	76.91	77.51	78.31	78.93	79.69	80.30	80.91
116.14	72.39	73.20	73.87	74.67	75.33	75.99	76.77	77.42	78.19	78.83	79.59	80.22	80.83	81.59
116.16	72.86	73.67	74.35	75.15	75.82	76.61	77.27	78.06	78.76	79.34	80.11	80.74	81.51	82.12
116.18	73.34	74.15	74.83	75.64	76.31	77.11	77.77	78.56	79.21	80.00	80.63	81.41	82.04	82.58
116.20	73.76	74.58	75.27	76.08	76.75	77.56	78.28	79.02	79.67	80.46	81.10	81.88	82.51	83.29
116.22	74.23	75.06	75.74	76.57	77.25	78.05	78.86	79.53	80.32	80.98	81.77	82.41	83.19	83.82
116.24	74.66	75.49	76.18	77.01	77.82	78.50	79.31	80.01	80.79	81.45	82.24	82.89	83.64	84.31
116.26	75.13	75.97	76.67	77.50	78.32	79.01	79.82	80.50	81.30	81.97	82.77	83.56	84.21	84.85
116.28	75.61	76.45	77.16	77.99	78.82	79.51	80.33	81.01	81.82	82.63	83.30	84.10	84.75	85.54
116.30	76.09	76.93	77.65	78.48	79.32	80.01	80.84	81.52	82.34	83.16	83.83	84.63	85.29	86.09
116.32	76.52	77.37	78.08	78.93	79.77	80.47	81.30	81.99	82.81	83.63	84.30	85.11	85.77	86.58
116.34	77.00	77.85	78.58	79.42	80.27	80.97	81.81	82.50	83.33	84.16	84.84	85.65	86.47	87.13
116.36	77.43	78.29	79.02	79.87	80.72	81.43	82.27	82.97	83.80	84.63	85.31	86.14	86.95	87.62
116.38	77.91	78.78	79.51	80.37	81.22	81.94	82.79	83.49	84.33	85.16	85.85	86.68	87.50	88.17
116.40	78.34	79.09	79.95	80.82	81.52	82.40	83.25	83.95	84.90	85.64	86.33	87.16	87.99	88.66
116.42	78.83	79.58	80.45	81.32	82.05	82.91	83.77	84.48	85.33	86.17	86.87	87.71	88.54	89.22
116.44	79.13	80.01	80.89	81.77	82.50	83.37	84.18	84.95	85.80	86.65	87.35	88.19	89.03	89.72
116.46	79.57	80.46	81.34	82.08	82.96	83.83	84.70	85.42	86.28	87.13	87.84	88.68	89.53	90.21
116.48	80.06	80.95	81.84	82.59	83.47	84.34	85.07	85.94	86.81	87.67	88.38	89.23	90.08	90.93
116.50	80.50	81.39	82.15	83.04	83.92	84.81	85.54	86.41	87.28	88.00	88.86	89.72	90.58	91.27
116.52	80.93	81.70	82.60	83.49	84.38	85.13	86.01	86.89	87.76	88.49	89.35	90.21	90.92	91.77
116.54	81.43	82.20	83.10	84.00	84.75	85.65	86.50	87.42	88.15	89.03	89.90	90.77	91.48	92.34
116.56	81.73	82.64	83.55	84.46	85.22	86.11	87.00	87.89	88.63	89.51	90.39	91.26	91.98	92.84
116.58	82.17	83.09	84.00	84.77	85.68	86.58	87.48	88.22	89.11	90.00	90.88	91.60	92.48	93.35
116.60	82.62	83.54	84.32	85.23	86.14	87.05	87.80	88.70	89.59	90.48	91.22	92.10	92.98	93.85
116.62	83.11	83.90	84.82	85.74	86.66	87.42	88.33	89.23	90.13	91.03	91.77	92.66	93.54	94.42
116.64	83.42	84.35	85.28	86.20	86.98	87.89	88.81	89.71	90.47	91.37	92.26	93.16	94.04	94.77
116.66	83.86	84.80	85.73	86.59	87.44	88.36	89.28	90.19	90.95	91.86	92.60	93.50	94.39	95.28
116.68	84.26	85.20	86.00	86.93	87.86	88.78	89.55	90.47	91.38	92.29	93.20	94.10	94.84	95.73
116.70	84.62	85.57	86.51	87.44	88.38	89.16	90.09	91.01	91.93	92.84	93.60	94.50	95.41	96.30

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAH

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT												
	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0
116.72	85.07	86.02	86.96	87.86	88.70	89.63	90.57	91.49	92.42	93.18	94.10	95.01	95.91
116.74	85.52	86.47	87.28	88.23	89.17	90.11	91.04	91.98	92.75	93.67	94.59	95.51	96.42
116.76	85.97	86.79	87.74	88.69	89.64	90.58	91.37	92.31	93.24	94.17	95.10	96.02	96.77
116.78	86.28	87.24	88.20	89.16	90.11	90.91	91.86	92.80	93.73	94.67	95.44	96.36	97.28
116.80	86.73	87.70	88.52	89.48	90.44	91.39	92.34	93.28	94.23	95.01	95.94	96.87	97.80
116.82	87.18	88.01	88.98	89.95	90.91	91.87	92.82	93.62	94.56	95.51	96.44	97.38	98.31
116.84	87.49	88.47	89.45	90.42	91.38	92.19	93.15	94.11	95.06	96.01	96.95	97.89	98.66
116.86	87.95	88.93	89.76	90.74	91.71	92.67	93.64	94.60	95.55	96.35	97.29	98.24	99.18
116.88	88.26	89.25	90.23	91.21	92.18	93.16	94.12	94.93	95.89	96.85	97.80	98.75	99.69
116.90	88.71	89.71	90.69	91.68	92.51	93.48	94.46	95.43	96.39	97.35	98.31	99.26	100.21
116.92	89.17	90.17	91.01	92.00	92.99	93.97	94.94	95.92	96.89	97.85	98.65	99.91	100.57
116.94	89.48	90.48	91.48	92.48	93.46	94.45	95.28	96.25	97.23	98.20	99.16	100.13	101.08
116.96	89.94	90.95	91.95	92.95	93.79	94.78	95.77	96.75	97.73	98.70	99.67	100.64	101.61
116.98	90.20	91.21	92.22	93.22	94.22	95.21	96.20	97.19	98.33	98.99	99.96	100.93	101.90
117.00	90.66	91.68	92.69	93.69	94.70	95.70	96.70	97.53	98.51	99.50	100.48	101.45	102.42

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	46.0	46.5	47.0	47.5	48.0	48.5	49.0	49.5	50.0	50.5	51.0	51.5	52.0	52.5
116.00	77.90	78.46	79.02	79.57	80.11	80.65	81.03	81.56	82.08	82.44	82.94			
116.02	78.28	79.13	79.70	80.25	80.80	81.35	81.73	82.27	82.79	83.31	83.66	84.17		
116.04	79.09	79.67	80.38	80.94	81.50	82.05	82.59	82.98	83.51	84.03	84.55	85.06	85.40	
116.06	79.71	80.29	80.86	81.43	82.14	82.69	83.24	83.63	84.16	84.70	85.22	85.74	86.25	86.59
116.08	80.44	81.03	81.60	82.18	82.74	83.30	83.86	84.41	84.95	85.48	86.01	86.53	87.05	87.56
116.10	80.98	81.57	82.29	82.87	83.45	84.01	84.57	85.12	85.67	86.21	86.75	87.28	87.80	88.31
116.12	81.66	82.25	82.84	83.42	84.15	84.72	85.29	85.85	86.40	86.95	87.49	88.02	88.55	89.07
116.14	82.19	82.79	83.53	84.12	84.71	85.28	86.01	86.57	87.13	87.68	88.23	88.77	89.30	89.83
116.16	82.73	83.48	84.08	84.83	85.42	86.00	86.67	87.30	87.87	88.42	88.98	89.52	90.06	90.59
116.18	83.42	84.03	84.78	85.38	85.98	86.72	87.30	87.87	88.44	89.01	89.72	90.28	90.82	91.36
116.20	83.91	84.67	85.28	85.88	86.63	87.22	87.81	88.55	89.12	89.69	90.25	90.97	91.52	92.07
116.22	84.45	85.22	85.83	86.59	87.20	87.95	88.54	89.12	89.79	90.44	91.01	91.57	92.29	92.84
116.24	85.09	85.71	86.48	87.09	87.70	88.46	89.05	89.80	90.39	90.97	91.70	92.23	92.83	93.38
116.26	85.63	86.26	87.04	87.66	88.42	89.03	89.79	90.38	90.97	91.72	92.30	92.87	93.43	94.16
116.28	86.18	86.97	87.60	88.46	89.00	89.76	90.37	91.13	91.72	92.31	93.06	93.64	94.66	94.94
116.30	86.73	87.52	88.16	88.94	89.56	90.34	90.95	91.71	92.31	93.07	93.66	94.24	94.98	95.55
116.32	87.08	88.02	88.81	89.45	90.25	90.85	91.63	92.24	93.00	93.60	94.36	94.95	95.53	96.
116.34	87.93	88.58	89.38	90.01	90.65	91.43	92.21	92.82	93.60	94.20	94.96	95.56	96.31	96.89
116.36	88.28	89.08	89.88	90.53	91.32	92.11	92.73	93.52	94.13	94.90	95.51	96.27	96.86	97.62
116.38	88.99	89.64	90.45	91.25	91.90	92.69	93.32	94.11	94.73	95.50	96.11	96.88	97.65	98.24
116.40	89.49	90.30	90.96	91.77	92.41	93.21	94.01	94.64	95.43	96.04	96.83	97.43	98.20	98.80
116.42	90.04	90.87	91.53	92.34	92.99	93.80	94.60	95.23	96.03	96.65	97.43	98.22	98.82	99.60
116.44	90.55	91.37	92.04	92.70	93.67	94.32	95.13	95.77	96.57	97.36	97.98	98.77	99.38	100.16
116.46	91.05	91.88	92.71	9338	94.20	94.85	95.66	96.47	97.11	97.91	98.93	99.32	100.11	100.72
116.48	91.61	92.45	9312	93.95	94.78	95.44	96.25	97.07	97.71	98.52	99.32	99.94	100.73	101.35
116.50	92.12	92.96	93.64	94.47	95.30	95.97	96.79	97.61	98.25	99.06	99.87	100.50	101.30	102.09
116.52	92.63	93.47	94.16	95.00	95.83	96.50	97.32	98.15	98.80	99.61	100.42	101.06	101.86	102.66
116.54	93.19	94.05	94.73	95.58	96.41	97.09	97.92	98.75	99.40	100.22	101.04	101.68	102.49	103.29
116.56	93.70	94.56	95.25	9610	96.95	97.62	98.46	99.29	100.12	100.78	101.60	102.42	103.05	103.86
116.58	94.05	94.92	95.77	96.63	97.48	98.16	99.09	99.84	100.67	101.33	102.16	102.98	103.62	104.43
116.60	94.57	95.43	96.29	97.15	98.01	98.69	99.54	100.38	101.22	101.88	102.71	103.54	104.19	105.01
116.62	95.14	96.01	96.88	97.74	98.43	99.29	100.16	100.99	101.66	102.50	103.34	104.17	104.82	105.65
116.64	95.65	96.53	97.40	98.27	98.97	99.83	100.69	101.54	102.21	103.06	103.90	104.74	105.39	106.22
116.66	96.17	97.05	97.92	98.63	99.50	100.37	101.23	102.09	102.77	103.62	104.47	105.31	105.96	106.80
116.68	96.62	97.51	98.39	99.10	99.98	100.85	101.71	102.40	103.26	104.11	104.96	105.81	106.47	107.31
116.70	97.20	98.09	98.81	99.69	100.57	101.45	102.32	103.19	103.88	104.74	105.59	106.45	107.11	107.96

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAH

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT												
	46.0	46.5	47.0	47.5	48.0	48.5	49.0	49.5	50.0	50.5	51.0	51.5	52.0
116.72	97.72	98.45	99.34	100.23	101.11	101.99	102.70	103.57	104.44	105.30	106.16	106.84	107.69
116.74	98.07	98.97	99.87	100.76	101.65	102.36	103.24	104.12	104.99	105.88	106.73	107.41	108.27
116.76	98.59	99.50	100.40	101.30	102.02	102.91	103.79	104.68	105.55	106.43	107.12	107.98	108.84
116.78	99.12	100.02	100.93	101.66	102.57	103.45	104.35	105.23	106.12	106.81	107.69	108.56	109.42
116.80	99.54	100.39	101.29	102.20	103.10	104.00	104.90	105.79	106.50	107.38	108.26	109.13	110.01
116.82	100.00	100.91	101.83	102.74	103.65	104.55	105.45	106.17	107.06	107.95	108.83	109.71	110.59
116.84	100.52	101.44	102.36	103.28	104.19	104.92	105.83	106.73	107.62	108.52	109.41	110.29	111.17
116.86	101.05	101.97	102.90	103.65	104.56	105.48	106.39	107.29	108.19	109.09	109.98	110.68	111.57
116.88	101.57	102.34	103.26	104.19	105.11	106.03	106.94	107.85	108.76	109.66	110.37	111.27	112.16
116.90	101.93	102.87	103.80	104.73	105.66	106.58	107.50	108.41	109.33	110.05	110.95	111.85	112.74
116.92	102.46	103.40	104.34	105.98	106.21	106.96	107.88	108.80	109.71	110.62	111.53	112.43	113.33
116.94	102.99	103.94	104.88	105.65	106.58	107.51	108.44	109.36	110.28	111.20	112.11	113.02	113.92
116.96	103.33	104.30	105.25	106.19	107.13	108.07	109.00	109.93	110.85	111.77	112.50	113.41	114.32
116.98	103.82	104.78	105.73	106.68	107.62	108.56	109.50	110.25	111.17	112.10	113.02	113.93	114.85
117.00	104.36	105.32	106.27	107.05	107.99	108.94	109.88	110.82	111.75	112.68	113.60	114.52	115.44

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	53.0	53.5	54.0	54.5	55.0	55.5	56.0	56.5	57.0	57.5	58.0	58.5	59.0	59.5
116.00														
116.02														
116.04														
116.06														
116.08	87.90													
116.10	88.82	89.16	89.66											
116.12	89.59	90.09	90.43	90.92										
116.14	90.35	90.87	91.37	91.88	92.20									
116.16	91.12	91.64	92.15	92.66	92.99	93.48								
116.18	91.89	92.42	92.94	93.45	93.96	94.28	94.77							
116.20	92.60	93.13	93.66	94.18	94.69	95.20	95.70	96.01						
116.22	93.38	93.92	94.45	94.97	95.49	96.00	96.51	97.01	97.31					
116.24	94.10	94.64	95.18	95.21	96.23	96.75	97.26	97.76	98.26	98.56				
116.26	94.71	95.43	95.97	96.51	97.04	97.56	98.08	98.58	99.09	99.58	100.07			
116.28	95.50	96.05	96.60	97.33	97.85	98.38	98.90	99.41	99.92	100.43	100.92	101.41		
116.30	96.12	96.85	97.40	97.94	98.66	99.20	99.72	100.24	100.76	101.27	101.77	102.24	102.75	
116.32	96.84	97.40	98.14	98.69	99.23	99.77	100.48	101.01	101.53	102.04	102.55	103.05	10354	3
116.34	97.64	98.21	98.77	99.50	100.05	100.59	101.13	101.66	102.37	102.89	103.40	103.91	104.41	104.90
116.36	98.37	98.77	99.51	100.07	100.63	101.28	101.90	102.43	102.96	103.68	104.19	104.70	105.21	105.70
116.38	98.82	99.57	100.15	100.89	101.45	102.00	102.73	103.28	103.81	104.34	104.86	105.57	106.08	106.58
116.40	99.56	100.14	100.90	101.47	102.21	102.77	103.32	104.06	104.60	105.13	105.66	106.18	106.89	107.39
116.42	100.19	100.95	101.53	102.11	102.86	103.42	104.17	104.72	105.26	105.99	106.52	107.05	107.57	108.28
116.44	100.75	101.52	102.11	102.87	103.44	104.20	104.76	105.50	106.05	106.59	107.33	107.86	108.38	108.90
116.46	101.50	102.09	102.86	103.45	104.21	104.78	105.54	106.10	106.65	107.39	107.93	108.67	109.40	109.52
116.48	102.13	102.91	103.51	104.28	104.86	105.63	106.20	106.96	107.51	108.07	108.81	109.35	109.88	110.61
116.50	102.70	103.49	104.09	104.86	105.45	106.22	106.79	107.56	108.12	108.87	109.42	110.17	110.71	111.24
116.52	103.27	104.06	104.67	105.45	106.23	106.81	107.58	108.16	108.92	109.48	110.23	110.78	111.53	112.07
116.54	103.91	104.71	105.50	106.29	106.89	107.48	108.25	109.02	109.60	110.36	110.92	111.68	112.22	112.97
116.56	104.67	105.28	106.08	106.88	107.48	108.26	108.85	109.63	110.21	110.97	111.54	112.30	112.85	113.60
116.58	105.24	105.87	106.67	107.47	108.07	108.86	109.65	110.24	111.01	111.59	112.36	112.92	113.68	114.23
116.60	105.82	106.45	107.25	108.06	108.67	109.46	110.25	110.65	111.43	112.41	112.98	113.75	114.31	115.07
116.62	106.47	107.10	107.91	108.72	109.52	110.13	110.93	111.72	112.31	113.09	113.67	114.45	115.22	115.78
116.64	107.05	107.87	108.50	109.31	110.12	110.73	111.53	112.33	112.93	113.72	114.50	115.08	115.85	116.42
116.66	107.63	108.45	109.09	109.91	110.72	111.34	112.14	112.95	113.54	114.34	115.13	115.71	116.49	117.27
116.68	108.15	108.98	109.61	110.44	111.25	111.87	112.68	113.49	114.29	115.09	115.69	116.48	117.06	117.84
116.70	108.80	109.63	110.27	111.10	111.93	112.75	113.37	114.18	114.99	115.79	116.39	117.18	117.77	118.55

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	53.0	53.5	54.0	54.5	55.0	55.5	56.0	56.5	57.0	57.5	58.0	58.5	59.0	59
116.72	109.38	110.22	110.87	111.70	112.53	113.36	113.98	114.80	115.61	116.42	117.02	117.82	118.62	119
116.74	109.97	110.81	111.46	112.30	113.14	113.97	114.59	115.41	116.23	117.05	117.65	118.46	119.26	119
116.76	110.56	111.22	112.06	112.90	113.74	114.58	115.21	116.04	116.86	117.68	118.29	119.10	119.90	120
116.78	111.15	111.81	112.66	113.51	114.35	115.19	115.83	116.66	117.49	118.31	119.13	119.74	120.55	121
116.80	111.74	112.41	113.26	114.11	114.50	115.81	116.45	117.28	118.11	118.94	119.56	120.38	121.19	122
116.82	112.14	113.00	113.86	114.72	115.58	116.22	117.07	117.91	118.74	119.58	120.41	121.02	121.84	12
116.84	112.73	113.60	114.47	115.33	116.19	116.84	117.69	118.53	119.38	120.21	121.05	121.67	122.49	123
116.86	113.33	114.20	115.07	115.94	116.80	117.66	118.31	119.16	120.01	120.85	121.48	122.31	123.14	123
116.88	113.92	114.80	115.68	116.55	117.22	118.08	118.94	119.79	120.64	121.49	122.12	122.96	123.80	12
116.90	114.52	115.40	116.29	116.96	117.83	118.70	119.56	120.42	121.28	122.13	122.77	123.61	124.45	125
116.92	115.12	115.81	116.69	117.57	118.45	119.32	120.19	121.06	121.92	122.56	123.41	124.26	125.11	125
116.94	115.53	116.42	117.30	118.19	119.07	119.95	120.82	121.69	122.35	123.21	124.06	124.92	125.76	12
116.96	116.13	117.02	117.92	118.80	119.69	120.57	121.45	122.12	122.98	123.85	124.71	125.57	126.42	12
116.98	116.67	117.56	118.46	119.35	120.24	120.92	121.80	122.68	123.55	124.42	125.29	126.15	127.01	12
117.00	117.26	118.17	119.07	119.77	120.66	121.55	122.44	123.32	124.20	125.07	126.94	126.81	127.67	128

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

DISCHARGE IN M^3/sec THROUGH DEVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

LE. UP. MITER	OPENING IN PERCENT													
	60.0	60.5	61.0	61.5	62.0	62.5	63.0	63.5	64.0	64.5	65.0	65.5	66.0	66.5
116.34	105.38													
116.36	106.19	106.68												
116.38	107.08	107.57	108.05											
116.40	107.90	108.39	108.88	109.36										
116.42	108.79	109.29	109.78	110.27	110.75									
116.44	109.61	110.12	110.61	111.11	111.59									
116.46	109.83	110.54	111.45	111.95	112.44	112.92	113.40							
116.48	111.13	111.65	112.36	112.87	113.36	113.85	114.34	114.81						
116.50	111.97	112.49	113.00	113.72	114.22	114.71	115.20	115.68	116.16					
116.52	112.60	113.33	113.85	114.36	114.86	115.58	116.07	116.56	117.04	117.51				
116.54	113.51	114.04	114.77	115.29	115.80	116.30	117.02	117.51	117.99	118.47	118.94			
116.56	114.14	114.88	115.41	116.15	116.66	117.17	117.67	118.39	118.88	119.58	119.84	120.53		
116.58	114.98	115.52	116.27	116.79	117.31	118.04	1118.55	119.05	119.77	120.26	120.74	121.21	121.68	
116.60	115.62	116.38	116.91	117.66	118.18	118.70	119.43	119.94	120.44	121.15	121.65	122.12	122.59	123.06
116.62	115.54	117.09	117.85	118.38	119.13	119.65	120.17	120.90	121.41	121.91	122.62	123.11	123.59	124.0
116.64	117.19	117.95	118.50	119.25	119.79	120.32	121.06	121.57	122.31	122.81	123.31	124.02	124.51	124.9
116.66	117.83	118.60	119.15	119.91	120.45	121.20	121.73	122.47	122.98	123.72	124.22	124.71	125.43	125.9
116.68	118.62	119.18	119.95	120.50	121.26	121.79	122.54	123.07	123.81	124.32	125.06	125.56	126.05	126.7
116.70	119.34	119.90	120.68	121.45	121.99	122.76	123.29	124.05	124.57	125.31	125.82	126.33	127.06	127.5

K.W.P.A

O & M - WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARTION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	60.0	60.5	61.0	61.5	62.0	625	63.0	63.5	64.0	64.5	65.0	65.5	66.0	66
116.72	119.98	120.77	121.33	122.11	122.88	123.43	124.19	124.72	125.48	126.00	126.75	127.26	127.76	128.
116.74	120.64	121.42	121.99	122.77	123.55	124.10	124.87	125.41	126.16	126.92	127.44	128.19	128.69	129
116.76	121.29	122.08	122.87	123.44	124.22	125.00	125.55	126.32	126.85	127.61	128.37	128.89	129.63	130
116.78	121.94	122.74	123.54	124.11	124.89	125.67	126.23	127.00	127.77	128.30	129.07	129.59	130.34	130
116.80	122.60	123.40	124.20	125.00	125.57	126.35	127.14	127.69	128.46	129.23	129.76	130.53	131.05	131
116.82	123.47	124.06	124.87	125.67	126.46	127.03	127.82	128.60	129.15	129.91	130.47	131.23	131.99	132
116.84	124.13	124.73	125.53	126.34	127.14	127.71	128.51	129.29	129.85	130.63	131.40	131.94	132.70	133
116.86	124.79	125.39	126.20	127.01	127.82	128.40	129.19	129.99	130.78	131.33	132.11	132.65	133.42	134
116.88	125.45	126.06	126.88	127.69	128.50	129.31	129.88	130.68	131.48	132.03	132.82	133.60	134.37	134
116.90	126.12	126.73	127.55	128.37	129.18	130.00	130.57	131.38	132.18	132.97	133.52	134.31	135.09	135
116.92	126.78	127.62	128.22	129.05	129.87	130.68	131.50	132.07	132.88	133.68	134.47	135.03	135.81	136.
116.94	127.45	128.07	128.90	129.73	130.54	131.37	131.96	132.77	133.58	134.39	135.19	135.74	136.53	137
116.96	128.12	128.74	129.58	130.41	131.24	132.07	132.66	133.74	134.29	135.10	135.90	136.46	137.26	138
116.98	128.72	129.34	130.18	131.02	131.85	132.68	133.28	134.10	13491	135.73	136.54	137.34	137.90	138
117.00	129.16	130.01	130.86	131.70	132.54	133.38	134.21	134.80	135.62	136.44	137.26	138.07	138.63	139

K.W.P.A

O & M-WEST MAIN CANAL

FREE DISCHARGE IN M^3/sec THROUGH DIVERSION DAM INTAKE RADIAL GATE

ARRANGEMENT & PREPARATION: K. KHOSROWSHAHI

EL. UP. METER	OPENING IN PERCENT													
	67.0	67.5	68.0	68.5	69.0	69.5	70.0	70.5	71.0	71.5	72.0	72.5	73.0	73.5
116.72	128.98	129.70	130.18	130.65	131.11	131.81								
116.74	129.92	130.41	131.14	131.61	132.08	132.54	133.24							
116.76	130.64	131.37	131.85	132.58	133.05	13352	133.98	134.68						
116.78	131.59	132.09	132.82	133.30	134.03	134.50	134.96	135.42	136.13	136.57				
116.80	132.31	133.05	133.54	134.28	134.76	135.23	135.96	136.42	136.87	137.58	138.02			
116.82	133.27	133.77	134.52	135.01	135.74	136.22	136.70	137.42	137.88	138.33	139.04	139.48		
116.84	133.98	134.74	135.24	135.99	136.48	137.22	137.69	138.16	138.89	139.34	139.79	140.50	140.94	
116.86	134.71	135.47	136.22	136.72	137.47	137.96	138.70	139.17	139.64	140.36	140.82	141.53	141.98	142.41
116.88	135.68	136.44	136.95	137.71	138.21	138.96	139.44	140.18	140.66	141.12	141.85	142.30	143.01	143.45
116.90	136.40	137.17	137.69	138.45	138.95	139.70	140.45	140.94	141.67	142.14	142.61	143.34	143.79	144.50
116.92	137.13	137.90	138.67	139.19	139.95	140.45	141.20	141.69	142.44	142.91	143.64	144.11	144.83	145.29
116.94	137.86	138.64	139.41	140.18	140.70	141.46	141.96	142.71	143.20	143.68	144.42	145.15	145.61	146.34
116.96	138.84	139.37	140.15	140.93	141.45	142.21	142.98	143.47	144.23	144.98	145.46	145.93	146.66	147.12
116.98	139.49	140.28	140.81	141.59	142.37	142.88	143.65	144.42	144.91	145.66	146.15	146.89	147.36	148.10
117.00	140.23	141.02	141.56	142.34	143.12	143.64	144.41	145.18	145.94	146.71	147.19	147.67	148.42	148.89

مقایسه هزینه عملیات تسطیح اراضی جهت آبیاری بروش سطحی و مقایسه اقتصادی آن با ایجاد تأسیسات آبیاری بروش بارانی

مهدی مبین

سازمان آب و برق خوزستان ـ قسمت آبیاری دز

بمنظور مقایسه هزینه عملیات تسطیح اراضی با سرمایه‌گذاری جهت ایجاد تأسیسات آبیاری بارانی به جمع‌آوری اطلاعاتی در اینمورد از یکی از شرکتهای کشت وصنعت که درقسمت آبیاری دز مشغول فعالیت میباشد اقدام‌گردید. مساحت قسمت آبیاری دز حدود ۹۶ هزار هکتار ناخالص که شبکه آبیاری وزهکشی درنیمی بیشتر از مساحت کل آن با تمام رسیده‌وبقیه در دست ساختمان میباشد. کانالهای آبرسانی براساس ظرفیت ۲ لیتر در ثانیه در هکتار طرح‌ریزی شده و کانالهای فرعی تا ابتدای هر واحد حدود ۱۰۰ هکتار ساخته شده است ، یک دریچه آبیاری برای تأمین آب هر واحد در نظرگرفته شده است ، زهکشهای اصلی به زهکشهای هرواحد صد هکتاری مرتبط شده وجاده‌های عمومی قطعات هزار هکتاری را دربر میگیرد. ازکل اراضی قسمت آبیاری دز تاکنون حدود ۶۵ هزار هکتار به شرکتهای کشت وصنعت اختصاص داده شده ومدت زمان اجاره این اراضی ۳۰ سال میباشد ، شرکتهای مزبور متعهد هستند که بمنظور توسعه و ایجاد امکانات بهره‌برداری از اراضی استیجاری در داخل قطعات یکصد هکتاری حداقل تا هزار دلار سرمایه‌گذاری و بساختمان شبکه‌های سه و چهار تا قطعات زراعی ، تسطیح زمین ، زهکشی فقط جهت جمع‌آوری زه‌آبهای سطحی و راههای ارتباطی لازم داخل مزارع و سایر امورکشاورزی حداکثر ظرف مدت پنجسال از تاریخ تحویل هر قطعه زمین اقدام‌نمایند.

مقایسه هزینه‌های تسطیح زمین با ایجاد تأسیسات آبیاری بارانی موضوع این مقاله در منطقه مورد عمل شرکت کشت و صنعت ایران ـ شلکات انجام شده است . اراضی شرکت کشت و صنعت ایران ـ شلکات حدود ۱۷۳۰۰ هکتار و در قطعه اول تحویل شده بمساحت ۵۰۶۵ هکتار مشغول کار میباشد ، عملیات تسطیح اراضی این شرکت از اوائل ماه نوامبر ۱۹۷۱ شروع و تا پایان سال ۱۹۷۳ جمعاً ۳۶۶۴ هکتار از اراضی مزبور را تسطیح نموده است .

حد متوسط میزان خاکبرداری و خاکریزی ۱۲۰۰ مترمکعب در هکتار و حد متوسط مساحت قطعات زراعی ۱۲ هکتار و شیب حد متوسط زمین ۰/۲۵ درصد میباشد ، بطور متوسط ۱۲ ساختمان تقسیم‌و تنظیم آب و حدود ۵ کیلومتر راه داخل مزارع در هر واحد یکصد هکتاری ساخته شده است . هزینه واقعی عملیات تسطیح زمین در مساحت ۳۶۶۴ هکتار حد متوسط ۳۳۴۰۰ ریال در هکتار شده است این مبلغ با توجه به استهلاک و سوخت و تعمیرات ماشین آلات ، هزینه کارگر و آب‌بها جهت آبیاری سنگین قبل از شروع کشت ، هزینه طراحی و نقشه‌برداری و سایر هزینه‌های مربوطه طبق جدول ضمیمه محاسبه شده است .

جدول هزینه تسطیح اراضـــــی

شماره ردیف	شرح خدمـــــات	هزینه خدمات ریال/هکتار
۱	صاف کردن اولیه با بولدوزر	۱۱۴۰
۲	نقشه برداری و تهیه طرح و نظارت	۲۳۱۰
۳	تسطیح با اسکریپر ۱	۱۳۷۸۰
٤	شخم عمیق با بولدوزر ۲	۱٤٤۰
٥	ساختمانهای تقسیم و تنظیم و انهار آبیاری و کالورتها و جاده بین مزارع	۱۰۲٦۰
٦	آبیاری سنگین ۳	۱۰٥۰
۷	دیسك سنگین	۱٥۲۰
۸	صاف کردن ثانوی ٤	۱۱۰۰
	جمع کل هزینه در هکتار	۳۳٤۰۰ ریال

1- Rough levelling
2- Ripping
3- Pre-Irrigation
4- Land plane

بموازات فعالیتهای تسطیح اراضی در شرکت کشت و صنعت ایران - شلکات سازمان آب و برق خوزستان باین شرکت اجازه داد که بمنظور بررسی بازده آبیاری و امکانات افزایش مصرف مفید آب و همچنین اضافه عملکرد محصولات مختلف از روش آبیاری بارانی در حدود ۵۰۰ هکتار از اراضی استیجاری اقدام نماید. شرکت مذکور قطعاتی را که هزینه عملیات تسطیح اراضی در آنها از حدمعمول بیشتر و تقریباً با اشکالات فنی روبرو میشد انتخاب وجمعاً در ۵۲۷ هکتار از اراضی اقدام بایجاد تأسیسات باران مصنوعی نمود. تأسیسات مورد استفاده در این روش شامل احداث یک رزروآر نسبتاً کوچک بعد از دریچه آبیاری و نصب دیزل پمپ با ظرفیت آبدهی حدود ۸۰ لیتر در ثانیه میباشد، لوله های اصلی از لوله های ایرانیت بقطر ۱۰ - ٤ اینچ بطور ثابت در زیر زمین کارگذاشته شده و لوله های فرعی از آلومینیوم بقطر ٤ اینچ

متحرک بوده و فواصل فواره‌ها ۱۸×۱۸ متر با فشار ۳/۰ اتمسفر و ظرفیت آبپاشی هر فواره ۸/. لیتر در ثانیه میباشد . لوله‌های اصلی ایرانیت و لوله‌های فرعی آلومینیومی بدون اتصالات در ایران تهیه و خریداری شده و بقیه وسائل شامل موتور پمپ وکلیه اتصالات و ملحقات لوله‌های اصلی و فرعی و ضمائم و فواره‌ها از شرکت رایت‌رین انگلستان از خارج وارد شده است . بهای تمام شده ایجاد تأسیسات آبیاری بروش بارانی در سطح ۵۲۷ هکتار از هزار هر هکتار ۴۲۰۰۰ ریال شده است که از این مبلغ ۲۳۷۰۰ ریال بابت وسائلی است که از خارج وارد شده و بقیه بمبلغ ۱۸۳۰۰ ریال بابت لوله‌های اصلی و فرعی و نصب وسائل و ساختمانهای مربوطه میباشد . ضمناً متذکر میگردد که این قیمتها مربوط بسه سالهای ۵۱ - ۵۲ بوده و در مورد وارد کردن وسائل باران مصنوعی از خارج این شرکت نسبت به پرداخت ۱۲٪ سود بازرگانی معاف بوده است .

با مقایسه دو رقم سرمایه‌گذاری جهت ایجاد تأسیسات آبیاری بروش بارانی و تسطیح اراضی جهت آبیاری بروش سطحی در حوزه مورد عمل شرکت مذکور و در تاریخهای یاد شده چنین نتیجه‌گرفته میشود که هزینه ایجاد تأسیسات باران مصنوعی نسبت به تسطیح اراضی ۲۶٪ افزایش داشته است و ظاهراً بنظر میآید که استفاده از روش بارانی در بدو سرمایه‌گذاری مقرون بصرفه نبوده است .

شرکت کشت و صنعت ایران ـ شلکات بهره‌برداری از سیستم آبیاری بطریقه بارانی را بمقیاس وسیع منطقه‌ای در خوزستان عملا از سال ۱۳۵۲ آغاز نموده و در جریان تهیه ریز ارقام و هزینه‌های مربوط به نگهداری و بهره‌برداری از این سیستم آبیاری میباشد . در اینجا فقط به ذکر میزان آب صرفه‌جوئی شده در سیستم آبیاری باران مصنوعی در قطعه پنجاه هکتاری زیر کشت چغندر قند نسبت به سیستم آبیاری نشتی در قطعه سی‌وپنج هکتاری اکتفا میگردد . میزان آب مصرف شده در سیستم بارانی ۹۷۷۰ مترمکعب در هکتار و در طریقه آبیاری نشتی ۱۸۴۹۰ مترمکعب در هکتار بودة است . با توجه به نرخ آب بها در قسمت آبیاری دز از قرار هر مترمکعبی ۲/. ریال ارزش آب صرفه‌جوئی شده در روش بارانی در کشت چغندرقند برابر با ۱۷۴۴ ریال در هکتار میباشد . بطور یقین در سالهای آینده مسائل مهم اقتصادی از لحاظ مصرف مفید آب ، عملکرد بیشتر و سایر اثرات استفاده از طریقه بارانی روی انواع محصولات کشاورزی توسط شرکت مذکور مورد بررسی و مطالعه قرار خواهدگرفت . لذا اظهارنظر قطعی از لحاظ مقایسه اقتصادی اجرای دو روش مختلف آبیاری منوط به حصول نتایج و بررسی مسائل مربوطه خواهد بود .

سئوالات مطرح شده در سمینار

۱ ـ فشار در داخل لوله‌های ایرانیت چقدر است ؟

جواب : ـ فشار در داخل لوله‌های اصلی ایرانیت حدود ۵/۰ اتمسفر میباشد .

۲ ـ ارقام داده شده در جدول مربوطه هزینه نقشه‌برداری کم است علت آن چیست ؟

جواب : ـ کم بودن هزینه نقشه‌برداری علت بخصوصی ندارد و این رقم حقیقی است که شرکت مذکور با توجه به مساحت زیاد بدست آورده است .

۳ ـ معمولا لاترالها در پروژه‌های بارانی کمتر از سه اینچ است . چرا آنرا ۳ اینچ گرفته‌اید ؟

جواب : ـ معمولا در پروژه‌های بزرگ آبیاری بارانی برای لاترالهای متحرک از لوله های سه اینچ استفاده میکنند و لاترالهای کم‌تر از سه اینچ بیشتر در سیستم‌های ثابت بکار برده می‌شود .

۴ ـ راجع به هزینه‌های غیر ثابت هر روش نیز بایستی تحقیق می‌شده چرا نشده است ؟

جواب : ـ همانطورکه قبلا متذکرگردید نظر باینکه شرکت مذکور بهره‌برداری از سیستم بارانی را عملا از پائیز سال ۵۲ شروع کرده است لذا در جریان تهیه هزینه‌های غیر ثابت وریز ارقام مربوطه و مقایسه آنها در دو روش مختلف میباشد .

۵ ـ چه نوع فیلتری در سیستم بکار رفته است ؟ آیا بکار بردن فیلتر لازم است ؟

جواب : ـ معمولا از توری‌های سیمی استفاده میکنند و بکار بردن این توری‌ها از داخل شدن مواد زائد ازجمله علفهای هرز به لوله ها جلوگیری میکند.

۶ ـ در لاترالها دستگاه کنترل فشار بوده است یا نه و اختلاف فشار مجاز را چقدر در نظرگرفته شده است ؟

جواب : ـ در لاترالها دستگاه فشارسنج ثابت نصب نشده است و معمولا سعی میکنند که اختلاف فشار از ۲۰٪ تجاوز نکند .

SUMMARY

Economic Comparison of Gravity and Sprinkler Irrigation Methods-Dez Irrigation Division.

Sprinkler irrigation was introduced at KWPA Agricultural Research center at Safi Abad 10 years ago. The objective was to determine physical limitations of that method of irrigation under Khuzestan conditions and to generally Compare this method with commen gravity methods as regard to Satisfactory Crop Producion. No attempt was made to estamine this question in practice presented itself when the Agri-business firm, Iran-Shell Cott during 1351-1352 installed with KWPA approval sprinkler Irrigation systems on 527 hectares of their leased lands.

Briefly the systems installed included buried asbestoes cement main lines with valve controls three inch portable aluminum sprinkler lines and diesel powered booster pump. Over night storage basins were constructed to ensure uniform water supply. Total costs for installation averaged Rls. 42,000 per hectare. This cost is comparable to those culculated in feasibility studies made previous in DID. Cost of preparing comparable lands by Iran-Shell Cott have been Rls. 33,400 per hectare. After the first year of operation this firm made certain changes in the original plan of operations for the systems. There appear to be further adjustments required, especially to improve application efficiencies and to reduce labor costs. For these reasons it is not yet possible to fully evaluate the annual water costs or more inportantly ths unit cost of produ tion for crops irrigated by the two methods. We plan to make further study during the coming years.

بررسی حدود کاربرد فرمولهای هیدرولیکی کانالها و مقایسه با سیستمهای اندازه‌گیری آبی

حبیب‌الله تدین - علی‌اصغر موحد دانش

دانشکده کشاورزی دانشگاه آذرآبادگان

خلاصه :

ابتدا سعی گردیده است با استفاده از فرمولهای معمول در جریانات تحت فشار رابطه‌ای لگاریتمی برای تعیین ضریب فرمول شزی و ارتباط آن با زبری جدار کانال بدست آید سپس بکمک داده‌هایی که در اختیار بوده است تصحیحی روی فرمول مذکور انجام گرفته و بالاخره اعدادی که از طریق آزمایشات و سیستمهای اندازه‌گیری آبی بدست آمده‌اند با اعداد حاصله از این رابطه و فرمول مانینگ مورد مقایسه قرارگرفته‌اند در پایان امکان تعمیم فرمول مزبور برای انواع مختلف کانال و در شرایط گوناگون بررسی شده است .

RESUME.

Cette étude comprend un certain nombre d'essais et d'analyse des formules existentes sur l'écoulement sous-pression afin de trouver une solution pour adapter l'équoition logarithmique dans la recherche du coéficient de Chézy pour la déterminationa du rugosité des canaux découverts. On a apporté des corrections à ladite formule, à l'aide des données experimentales, et enfin une étude comparative est entamée entre les données numériques et les coefficients du formule de Maning. A la fin de cette étude a été developpés les possibilités d'extention du formule logarithmique au cas diverses des canaux découverts.

مقدمه :

هدف از مطالعه :

فرمولهایی که در حال حاضر برای محاسبات هیدرولیکی و طراحی کانالهای روباز بکار می‌روند همواره دارای دقت کمتری از فرمولهای لوله‌های تحت فشار است و این بیشتر بخاطر انتخاب مشکل و ضعیف زبری جدار و بستر کانال میباشد که در محاسبهٔ ضریب C فرمول شزی وارد میشود . در محاسبه این ضریب در اکثر فرمولهای موجود وضعیت زبری جدار طوری داده میشود که قابل اندازه‌گیری نیست بلکه قابل برآورد است (ازقبیل جدار خاکی ، جدار خاکی در شرایط خوب

در شرایط بد ـ جدار سنگی و غیره) و این امر دشواریهائی را در عمل بوجود آورده و منشأ اشتباهات میگردد . بطوری که برای یک نوع جدار توسط دو نفر ممکن است دو ضریب مختلف انتخاب‌گردد . بعلاوه در مورد لوله‌ها اکثراً فرم مقطع مدور بوده و وضعیت جدارها نیز به یک سری از حالات معین محدود میشود و حال آنکه در کانالها مخصوصاً اگر جریانات طبیعی آب و رودخانه‌ها را نیز به حساب آوریم معمولا حالات متغیرتری از وضعیت جدار و فرم مقطع وجود دارد در اینجا انتخاب طول مشخصه‌ای که واقعاً نمایانگر فرم مقطع باشد کار آسانی نیست‌از طرفی‌در محاسبات‌دقیق‌تر وابستگی ضریب C فرمول شزی فقط بفورم مقطع و زبری جدار محدود نمیشود بلکه حالاتی در عمل وجود دارند که در آنها دخالت عدد رینولدز را نباید نادیده‌گرفت تحقیقات جدید براین اساس پیش میرود که با تلفیق فرمولهای تجربی برای تعیین ضریب C (فرمول مانینگ ـ کوتر ـ بازن) و فرمولهای جریانات تحت فشار امکان اندازه‌گیری ضریب مربوط به وضعیت جدار کانال فراهم آید . این تحقیق نیز رویهٔ مذکور را دنبال کرده است بدین ترتیب سعی شده با استفاده از فرمولهای جدید لوله‌های تحت فشار مثلا فرمول کلبروک ـ فرمول نیکورادزه که ضریب اصطکاک λ لوله را به زبری و قطر لوله مربوط میسازد فرمولی ارائه‌گردد که ضریب C فرمول شزی به زبری نسبی جدار کانال و نیز شعاع ئیدرولیکی مقطع مربوط‌گردد . از آنجائیکه ضریب زبری نسبی کمیت قابل اندازه‌گیری است دقت محاسبه C بیشتر خواهد بود فرمول بدست آمده با یک سلسله از اعدادیکه در اختیارمان بوده مقایسه و در آن تصحیحی بکار رفته است . داده‌های حاصله از آزمایشاتیکه بر روی کانالهای موجود در مزارع نمونهٔ خلعت‌پوشان وابسته به دانشکده کشاورزی تبریز توسط ارائه دهندگان این مقاله انجام گرفته دقت فرمول پیشنهادی مذکور را مورد تائید قرار میدهد . لازم است‌گفته شود که در این مقاله هدف اساسی ارائه یک فرمول قطعی برای محاسبه C نیست بلکه همانطوریکه‌گفته شد هدف اینست که نشانه‌ای بدست آید تا بتوان امیدوار بود که در حالات‌گوناگون و در شرایط بسیار متنوع کانالها امکان جانشین نمودن کمیت اندازه‌پذیر ε بجای ضریب n فرمول مانینگ و کوتر و یا γ فرمول بازن برای محاسبه C وجود دارد .

بررسی مطالعات انجام یافته

بمنظور تعیین ضریب C فرمول کلاسیک شزی $V=C\sqrt{RI}$ که توسط مهندس فرانسوی آنتوان شزی‌برای اولین‌بار درسال ۱۷۷۵ بدنبال آزمایشات متعدد ارائه‌گردید فرمولهای آمپیریک زیادی پیشنهاد شده است از آن جمله :

فرمول بازن Bazin $C=\frac{87}{1+\frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$ ، فرمول کانکیه ـ کوتر (Ganguillet- Kutter)

$$C=\frac{23+\frac{0{,}00155}{i}+\frac{1}{n}}{1+\left(23+\frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{n}{\sqrt{R}}}$$

و فرمول مانینگ Manning $C=\frac{1}{n}R^{1/6}$ و غیره .....

که در آنها n و γ مبین وضعیت زبری جدار کانال i شیب و R شعاع ئیدرولیکی است منتها فرمول مانینگ به علت یک‌جمله‌ای بودن ودرنتیجه سهولت‌در انجام محاسبات مخصوصاًدر کشورهای آنگلوساکسون بیشتر متداول است. استریکلر Strickler سعی کرده است‌اندازهٔ ضریب n مانینگ وگانیکه ـ کوتر را (که‌هردو یکی است) دریک فرمول ، با شعاع ئیدرولیکی وابعاد مواد تشکیل‌دهنده جدار کانالهای خاکی وسنگی (غیر مفروش) مربوط سازد از این قرار :

$$K=\frac{1}{n}=26\left(\frac{R}{d_{35}}\right)^{1/6}$$

که در آن R شعاع ئیدرولیکی و d_{35} قطر (برحسب متر) قطری است نظیر d_x که با پرسانتیل ۳۵٪ مشخص گردیده است باین مفهوم که d_{35} قطری است که ۳۵٪ نمونه (از نظر وزنی) قطری کمتر از آن دارد.

درسال ۱۹۰۷ Szesztay براساس داده‌هائیکه در اختیار داشت رابطه زیر را برای تعیین ضریب n پیشنهاد کرد .

$$\frac{1}{n} = 19,8 \log \frac{915}{\varepsilon}$$

که در آن ε برحسب سانتیمتر نماینده زبری مطلق جدار کانال است :

درسالهای اخیر وبویژه پس از تحقیقات پرانتدال Prandtl نیکوراد Nikuradze کارمن Karman و کلبروك Colbrookدرمورد فرمولهای ئیدرولیکی لوله های تحت فشار مطالعات دامنه‌داری انجام گرفته تابلکه بتوان نتایج تحقیقات مذکوروحدود کاربرد فرمولهای مورد بحث رادر جریان با سطح آزاد تعمیم دادولی به علت محدود بودن تعداد آزمایشات بدست آمده اغلب ناهمگن بوده وهریک فقط در چهارچوب معین وشرایط مخصوص آزمایشات میتوانند مورد استفاده قرارگیرند.

از جمله فرمولهایی که در اینمورد پیشنهاد شده یکی فرمول تیس Thijesse (۱۹۴۹) $C = 18 \log \frac{12R}{\varepsilon}$ و دیگری فرمول پول Powel (۱۹۵۰) است

$$C = -23 \log \left[\frac{\varepsilon}{R} + \frac{C}{3,5 Re.} \right]$$

که درحالت خاص جدار زبر داریم $C=23\log\frac{R}{\varepsilon}$ واین تغییر در فرمول ناشی از زیادبودن عدد رینولدز در شرایط چنین جریانی است.

در فرمول اخیر بطوریکه دیده میشود R_e یعنی عدد رینولدز دخالت داده شده است وبالاخره از فرمول کرمپ Crump (۱۹۵۶) میتوان نام برد که مشتق از فرمول کلبروك میباشد.

$$C = -\sqrt{32g} \log \left[0,0676 \frac{\varepsilon}{R} + \frac{0,222\nu}{R\sqrt{gIR}} \right]$$

(ضریب لزوجت حرکتی مایع است)

دریک بررسی کلی متذکر میشویم که فرمولهای نامبرده با مخالفت عده زیادی از ئیدرولیسینها که فرمولهای آمپریک بازن ـ کوتر ـ گانیکه ومانینگ را ترجیح میدهند مواجه شده است ولی این نکته نباید ازنظر دور بماند که فرمولهای جدید از آنجائیکه دارای پایه واساس قوانین مکانیک سیالات است شایسته توجه بیشتری میباشد وبویژه در این فرمولها ضریب مربوط به وضعیت جدار کانال بصورت ضریب زبری ε که یک کمیت قابل اندازه‌گیری است (هرچند مشکل) تبدیل میگردد

آزمایشات و تجربیات عملی

در این تحقیق روال کار همانگونه که در مقدمه گفته شد انتخاب فرمول نیکورادزه در مورد جریانات تحت فشار و تعمیم آن در جریان با سطح آزاد بوده است در مورد کانالهای خاکی مورد مطالعه از دخالت دادن عدد رینولد و بعلت غالب بودن عامل زبری خودداری شده است در فرمول نیکورادزه ضریب اصطکاك λ بوسیله رابطه زیربه‌ضریب زبری نسبی جدار لوله مربوط میشود .

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{\varepsilon}{3,7D}$$

با جانشین کردن $4R$ بجای D رابطه بالا را بصورت زیر در آورده ایم :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \frac{\varepsilon}{14,8R} = 2 \log \frac{14,8R}{\varepsilon}$$

و اما مقایسه فرمول دارسی — ویسباخ $i = \frac{\lambda}{4R} \cdot \frac{v^2}{2g}$ و شزی معلوم میدارد که : $C = \frac{\sqrt{8g}}{\sqrt{\lambda}}$
با تلفیق این رابطه و رابطه لگاریتمی بالا ضریب C بر حسب R و ε بشرح زیر بدست میآید .

$$C = \sqrt{8g} \cdot 2 \log \frac{14,8R}{\varepsilon} = 17,7 \log \frac{14,8R}{\varepsilon}$$

با بررسی ارقام حاصله از مشاهداتیکه در این مورد انجام گرفته و در اختیار داشتیم به این نتیجه رسیدیم که در فرمول بالا باید تصحیحی بدین طریق صورت گیرد .

$$C = 13,6 \log \frac{14,8R}{\varepsilon} \longrightarrow C = 16 + 13,6 \log \frac{R}{\varepsilon}$$

فرمول اخیر با سری نتایج آزمایشاتی که درکانالهای خاکی موجود در مزارع نمونه خلعت‌پوشان و رودخانه مهران‌رود بوسیله تهیه کنندگان این مقاله انجام گرفت بطور رضایت‌بخشی تطبیق میکند .

ارقام حاصله از آزمایشات مذکور که با دبیهای مختلف و روی چند کانال با شیبهای متفاوت انجام‌گرفته در جدول صفحه بعد داده شده است در هر آزمایش دبی بکمک پارشال فلوم‌هایی که قبلا در آزمایشگاه تاراژ شده بودند اندازه‌گیری شده است فقط در مورد آزمایشاتی که با دبی نسبتاً زیاد (حدود ۷۰۰ لیتر در ثانیه) و روی رودخانه مهران‌رود انجام‌گرفت تعیین دبی بوسیله اندازه‌گیری سرعت جریان آب با مولینه و بررسی توزیع سرعت در مقطع جریان بعمل آمد (روش دوبل انتگراسیون)

هر آزمایش چندین بار تکرارگردید تا برداشت کمیتها با حداقل اشتباه صورت‌گیرد . جدول مورد بحث برحسب اندازه‌های صعودی شعاع ئیدرولیکی مرتب شده است در آن ارقام نظیر C حاصله از آزمایشات با ارقام بدست آمده ازفرمول مانینگ و فرمول لگاریتمی پیشنهادی مقایسه‌گردیده است بعلاوه یک ستون به شیب کانالها و ستون دیگر به ε زبری جدار اختصاص یافته است .

اکثر آزمایشات برای وضع جدارکانال مشخص یعنی جدار خاکی - پوشیده از علف با شرایط بد انجام‌گرفته و به همین جهت نتیجه آزمایشات با اعداد حاصله‌از فرمول مانینگ نظیر $n=0.4$ مورد مقایسه قرارگرفته‌اند‌درکانالهای مورد آزمایش و رودخانه مهران رود کمیت ε قطر متوسط سنگهائی است که پوشش کف یا جدارکانال را تشکیل داده‌اند درچند مورد اندازه‌گیری شده برای کانالها ۶ - ۴ سانتیمتر و در رودخانه مهران‌رود ۱۰ - ۴ سانتیمتر بدست آمد (با تقریب) بعلاوه یکسری آزمایش نیز روی قطعه کانال بتونی در همان محل انجام‌گرفت که درآن $\varepsilon = 6$ میلیمتر بدست آمد . (در اینجا ε ارتفاع متوسط برجستگیهای بستر کانال منظور شده است) .

در شکل منحنی تغییرات C نسبت به R شعاع هیدرولیکی اندازه‌گیری شده و مقدارهای نظیر محاسبه شده بازاء $n = 0.4$ و یا $\varepsilon = 6$ سانتیمتر بترتیب از فرمول مانینگ و فرمول پیشنهادی رسم گردیده است .

نتیجه :

در این سری آزمایشات هرچند تعداد آنها محدود بوده و بنابراین باز هم قابل گسترش است از بررسی اعداد وارقام حاصله میتوان نتایج زیر را بدست آورد :

۱ ـ این مطلب که اعداد بدست آمده از طریق فرمول پیشنهادی با ارقام حاصله از آزمایشات انجام‌گرفته تطبیق میکند و حتی در مواردی میزان این تطابق در مقایسه با فرمول مانینگ بیشتر است کاملا امیدوارکننده میباشد .

۲ ـ از آنجائیکه ضریب زبری ε کانالها کمیتی است قابل اندازه‌گیری بنظر میرسد به فرمول لگاریتمی مشابهی‌بتواند در مورد تمام کانالها و با پوششهای مختلف نیز تعمیم داده شود و از آنجائیکه این فرمول مبتنی بر اصول و قوانین مکانیک است میتوان انتظار داشت که در آینده بیشتر مورد توجه قرارگیرد .

۳ ـ مشکل عمده کار در این حالت اندازه‌گیری ضریب زبری ε است ولی این بدان معنی نیست که ε عیناً جانشین n مانینگ یا γ بازن شده است بلکه مزیت کمیت ε به ضرایب مذکور دیگر در اینست که اندازه گیری مستقیم آن غیرممکن نیست .

٤ ـ مسئله ارتباط زبری ε با دانه‌بندی بطریقی که استریکلر نیز مطرح کرده است میتواند بطور جدی‌تر تا حصول یک رابطه قطعی که در عمل مورد استفاده قرارگیرد عنوان‌گردد .

٥ ـ در حالات جدار کاملا صاف نیز ممکن است بتوان با دخالت دادن عدد رینولدز به همانگونه که در محاسبه افت بار لوله های تحت فشار عمل میشود فرمول کلبروک را برای $\varepsilon = 0$ مورد توجه قرار دارد .

٦ ـ تعداد آزمایشات برای یک اظهارنظر قطعی باید خیلی بیش از آن باشد که در اینجا انجام‌گرفته به همین جهت در نظر است چنین آزمایشاتی روی کانالهای ساخته شده و در شرایط متفاوت بازاء زبریهای مختلف بطریقی که مطرح گردید تکرار شود و بنابراین مسئله با یک دید کلی‌تر مورد بررسی قرارگیرد .

۷ ـ حتی در انتخاب شعاع ئیدرولیکی R بعنوان طول مشخصه‌مقطع‌مخصوصاً برای فرمهایی‌از کانالها که بامقطعای متداول فاصله دارندنیز تجدید نظرگردد و این حالت‌نه تنها در آبراهه های طبیعی بلکه در حالت پیری کانالهای‌ساخته شده قابل رویت است .

۸ ـ اندازه دبی در آزمایشات مورد بحث با توجه به امکانات موجود چندان متغیر نبوده و از ۱٦ ـ ۳۰ لیتر در ثانیه برای کانالهای معمولی تا حدود ۷۰۰ لیتر در ثانیه برای رودخانه مهران‌رود و بهمین جهت لازم است دنباله آزمایشات از نظر دبی در قلمرو وسیعتری ادامه یابد .

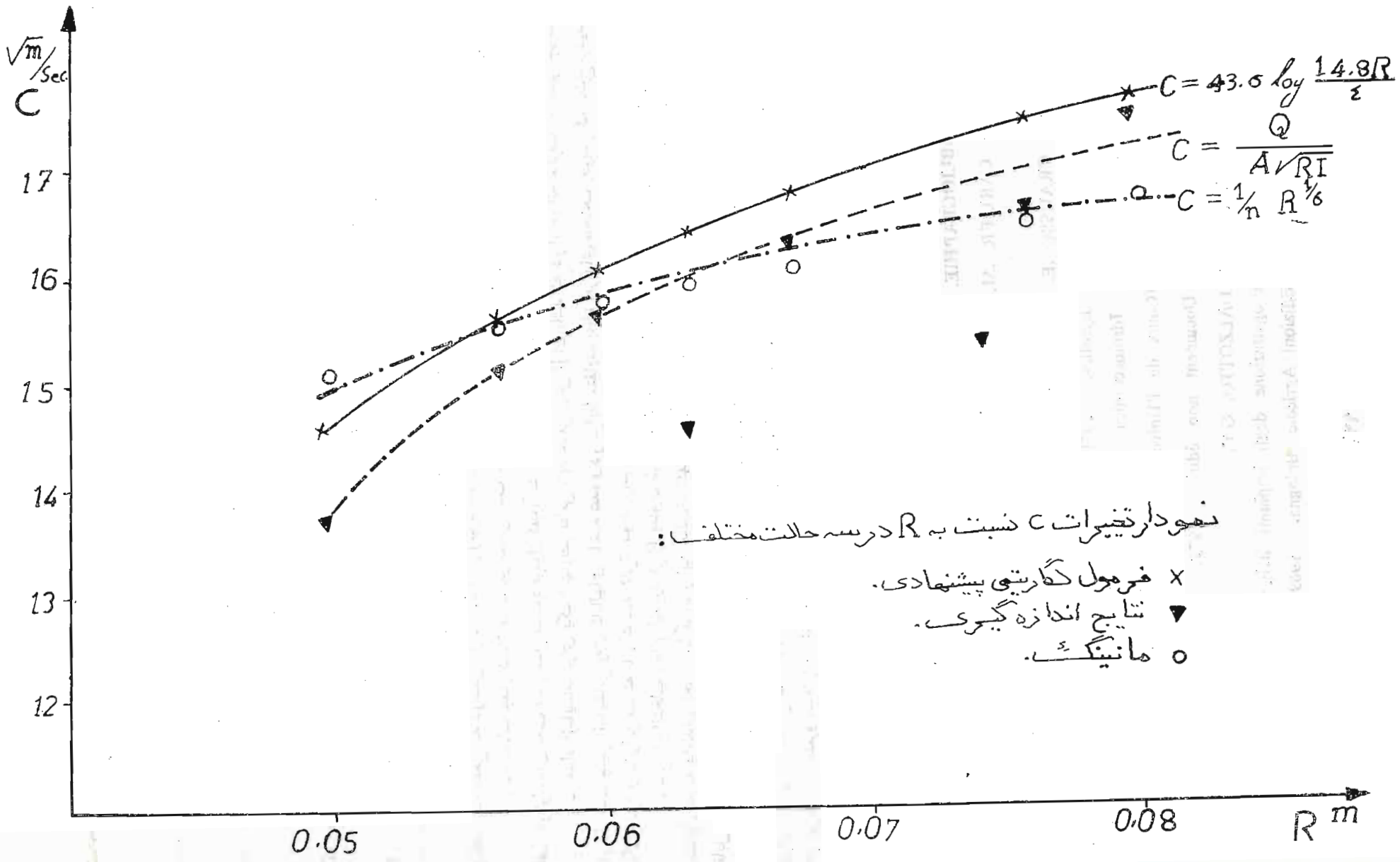
BIBLIOGRAPHIE.

1- CARLIER .M. Hydraulique Générale et Appliquée. Eyrolles. 1972

2- CRAUSSE .E. Hydraulique des Canaux Découverts. Eyrolles. 1951 .

3- GHETTI .A. Idromeccanica Applicata. (Cours de l'Université de Padova. Document non édité. 1973)

4- GINI . M. et DALZOTTO. G.F. Progettazione degli impianti irrigui Edizioni Agricole Bologna. 1969



نمودار تغییرات c نسبت به R در سه حالت مختلف:

× فرمول لگاریتمی پیشنهادی.

▼ نتایج اندازه گیری.

○ مانینگ.

جدول - مقایسه ضریب C ازمایشی با فرمولهای مانینگ و فرمول تجربی پیشنهادی

	ε m	n $\frac{Sec.}{m^{1/3}}$	C $\sqrt{m}/Sec.$ $= 13.6 \log \frac{14.8R}{\varepsilon}$	C $\sqrt{m}/Sec.$ $= \frac{1}{n} R^{1/6}$ مانینگ	C $\sqrt{m}/Sec.$ $= \frac{Q}{A\sqrt{RI}}$ اندازه‌گیری شده	i شیب ‰	R شعاع هیدرولیکی بر حسب متر	
	0.06	0.04	14.43	14.96	13.54	8	0.046	1
	0.06	0.04	14.55	15.01	14.42	11	0.047	2
	0.06	0.04	15.48	15.41	14.98	1	0.055	3
	0.06	0.04	15.90	15.60	15.40	4	0.059	4
	0.06	0.04	16.29	15.76	14.38	8	0.063	5
	0.06	0.04	16.54	15.93	16.01	4	0.067	6
	0.06	0.04	17.12	16.20	15.27	8	0.074	7
	0.06	0.04	17.28	16.27	16.32	11	0.076	8
	0.06	0.04	17.30	16.34	16.20	8	0.078	9
	0.06	0.04	17.59	16.41	17.20	4	0.08	10
	0.04	0.035	18.59	18.02	18.26	11	0.063	11
	0.06	0.04	19.22	18.69	23.73	15.00	0.175	12
	0.006	0.02	25.42	28.88	24.61	11.2	0.03	13

سئوالات مطرح شده در سمینار

سؤال ۱ ـ تعداد و نوع آزمایشات بچه صورت بوده است ؟ آیا کیفیت آب و وزن مخصوص آن درنظرگرفته شده‌است؟

جواب ـ تعداد آزمایشات در حدود ۲۰ مورد بوده است و در هر مورد برای کاهش اشتباه حاصله از اندازه‌گیری هر آزمایش چند بار تکرار شده است . در مورد نوع آزمایش اگر منظور نحوه اندازه‌گیری باشد ، اندازه‌گیریهای دبی بکمک پارشال فلوم انجام گرفته و سایر پارامترها با وسائل دقیق و بطور مستقیم اندازه‌گیری شده است منبع آب در حالات آزمایشات ما زیرزمینی بوده و در یک مورد که آب رودخانه بوده است زلال و بدون مواد معلق است لذا وزن مخصوص بعلت تأثیر پذیری قابل اغماضیکه آزمایشات میتوانست از آن داشته باشد اندازه‌گیری نشده است و اصولا معتقدیم که تغییرات وزن مخصوص در آبهای جاری کانالهای آبیاری در حدی نخواهد بود که تأثیر معنی‌داری در اینگونه آزمایشات داشته باشد .

سؤال ۲ ـ چرا اندازه‌گیری با سولینه انجام شده است ؟ از روش وزنی یا حجمی چرا استفاده نشده است ؟ مخصوص در آبهای جاری کانالهای آبیاری در حدی نخواهد بود که تأثیر معنی‌داری دراینگونه داشته باشد .

جواب ـ اگر منظور سئوال روش اندازه‌گیری حجمی یعنی اندازه‌گیری حجم و زمان است یا وزن و زمان تصدیق خواهند فرمود که این روش دارای جنبه آزمایشگاهی است نه صحرائی و بیشتر برای Calibration دستگاههای اندازه‌گیری بکار میرود ولی چنانچه منظور کاربرد دستگاههای اندازه‌گیری دبی معمول در کانالها است مثل پارشال فلوم و سر ریز این کار انجام گرفته است جز در یک مورد که حالت رودخانه‌ای بوده و در آن شرایط نیز بهترین روش معمول اندازه‌گیری با سولینه با کاربرد متد دوبل انتگراسیون است که بکارگرفته شده است .

۳ ـ انتخاب یک مقدار n برای جدار یک کانال برچه مبنائی بوده است ؟ ازکجا معلوم شده است که این مقدار برای جدار موردنظر مناسب است ؟

جواب ـ اصولا هدف از طرح مقاله همین است چون n فرمول مانیگ بطور کیفی انتخاب میشود و در اینجا نیز با توجه بنوع جدار انتخاب شده است سعی میشود که این نقیصه با قابل اندازه‌گیری کردن ضریب جانشین ε حذف شود والا در عمل برای انتخاب n تکرار مسئله وجود ندارد تا معلوم شود کدام مقدار قابل قبول‌تر است مخصوصاً در پروژه‌های محاسباتی n قبلا انتخاب میشود در عمل همانطوریکه در این آزمایشات نیز انجام یافته n با توجه به نوع جدار و جدول مانیگ با حدس انتخاب میشود و اصولا نکته همین است .

سؤال ٤ ـ ε یک کمیت است آنرا چطور اندازه‌گرفته‌اید ؟ از آنجائیکه سطح زبری در کانال یا رودخانه یک‌نواخت نیست چطور آنرا برآورد میکنید ؟

جواب ـ اندازه‌گیری زبری ε بکمک قالب‌گیری صورت‌گرفته است در مورد تغییر زبری در مناطق مختلف سطح کانال این مسئله در رودخانه‌ها بیش از کانالهای آبیاری مطرح است لذا اولا در کانالها پدیده غالبی نیست و در رودخانه‌ها نیز یا زبری متوسط و یا مقاطع فرضی انتخاب میشود که در مورد یک نوع اندازه‌گیری رودخانه‌ای در این مقاله زبری جدار تقریباً یکنواخت بوده است .

سؤال ٥ ـ عدد رینولدز در جریان آب کانالها چندان مؤثر نیست ؟ چرا و چطور وضع کانال را با این عدد تطبیق میکنید ؟

جواب ـ بطوریکه از روابطی که برای بدست آوردن عدد C براساس فرمول نیکورادسه معلوم میشود عدد Re رینولدز را بعلت عدم دخالتی که در ضریب C دارد حذف کرده‌ایم شاید اشتباهی رخ دهد بدین ترتیب که R که به مقادیر مختلف در این مقاله ارائه شده است با عدد رینولدز Re تعبیر شود که چنین نیست Re شعاع هیدرولیکی است .

سؤال ٦ ـ سطح مقطع کانال چه شکلی داشته است ؟ آیا با عمقهای کمتر آب آزمایشی انجام شده است ؟ آیا در مورد R بزرگتر از ۱/. آزمایشی صورت‌گرفته است ؟

جواب ـ ذوذنقه‌ای. آزمایشات برای دبی‌های مختلف و قهرا در حالت جریان متشابه برای اعماق مختلف صورت گرفته است . خیر در مورد R بزرگتر از ۱/. فعلا آزمایش صورت نگرفته سعی میشود که امکاناتی فراهم آید تا این عمل صورت گیرد .

روش های تخمین مقدار آب مصرفی گیاهان

محمود آدرنگی

سازمان آب و برق خوزستان ـ طرح ساختمانی دز

خلاصه : در این مقاله در مورد استفاده از روش بلانی و کریدل و سایر روش ها و فرمول های وضع شده برای تخمین مقدار آب لازم برای مصرف نباتات مختلف بحث شده است .

با توجه به شرائط اقلیمی خوزستان که تشابه زیادی با ایالت آریزونا در ایالات متحده آمریکا دارد ، نتایج تحقیقات بدست آمده برای میزان مصرف آب در ایالت مزبور برای خوزستان پیشنهادگردیده است .

استفاده از روش بلانی ـ کریدل : Blaney Criddle

همانطوریکه دیدیم صورت عمومی این فرمول بصورت $U = \sum kf = KF$ $u = kf$ میباشد . که در این فرمول :

K : ضریب مقدار آب مصرفی عملی گیاه برای فصل رشد میباشد . این ضریب برای گیاهان مختلف فرق مینماید .

F : مجموع ضرائب میزان مصرف ماهیانه برای فصل رشد میباشد (و یا جمع حاصلضرب های مقدار متوسط درجه حرارت ماهیانه و درصد ماهیانه ساعات روز سال میباشد .)

U : مقدار آب مصرفی گیاه در ماه بحسب اینچ .

K : ضریب مصرف آب عملی گیاه برای ماه (که بسته به نوع گیاه ـ فرق مینماید) .

f : ضریب ماهیانه مقدار مصرف (که حاصلضرب متوسط درجه حرارت ماهیانه و درصد ماهیانه ساعات روز درسال میباشد) .

t : مقدار متوسط ماهیانه درجه حرارت بحسب درجه فارنهایت .

r : درصد ماهیانه ساعات روز در سال ـ مقدار K برای عرض جغرافیائی ۰ تا ۶۰ درجه شمالی خط استوا در جدول شماره ۱ داده شده است .

تبصره : مقادیر (t) و (P) و (f) و (K) را میتوان برای مدتی کمتر از یکماه نیز اعمال نمود .

فرمول بلانی ـ کریدل در حال حاضر بصورت زیر تعدیل گردیده است

$$k = kt \times kc$$

که : Kt

ضریب اقلیمی (۱) بوده و بستگی به مقدار حرارت متوسط (t) دارد .

$$kt = 0.0173t - 0.314$$

مقادیر Kt برای درجه حرارت متوسط مابین ۳۶ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت .

1) Climatic Coefficient

در جدول ٤ نشان داده شده است .

Kc : ضریبی است که نشان‌دهنده مرحله‌رشدگیاه میباشد.مقادیر این ضریب از منحنی‌های شکل ۱و۲ بدست‌می‌آید

ضریب مصرف آب F برای نواحی که آمار درجه حرارت درهر ماه موجود باشدودرصورت بکار بردن درصد ساعات مطابق جدول (۱) قابل محاسبه میباشد. سپس مقدار U یا میزان‌مصرف آب کل‌از ضرب کردن مقدارF درK یا ضریب‌عملی مقدار مصرف‌گیاه بدست می‌آید.

این رابطه اجازه میدهد که مقدار مصرف آب فصلی درهر ناحیه‌برای‌گیاهانی که مقدار K آنها به تجربه معلوم بوده و یا قابل تخمین میباشد محاسبه‌گردد.

ضرایب مصرف آب‌فصلی :

ضریب مصرف آب K دربعضی نواحی ایالات‌غربی- ایالات متحده بطور تجربی محاسبه شده‌اند. مقدار مصرف U ، اندازه‌گیری شده واین جزئیات تناسب با درجه حرارت وفصل رشدگیاه بوده‌اند.

ضریب مصرف‌گیاه K پس از رابطهٔ $K = \frac{U}{F}$ محاسبه شده است.

ضرایب بدست آمده از این رهگذر البته اندکی متغییر بوده‌اند که علت آن وجود عوامل مختلف (ازقبیل خاك ، آبرسانی و روش‌های آبیاری) میباشد. ضرائب بدست آمده درصورت لازم وپس از تحلیل جزئیات تعدیل‌گردیده‌اند واطمینان حاصل شده است که ضرائب بدست آمده پس از این تعدیلات برای استفاده تحت شرایط معمولی قابل اطمینان هستند.

در جدول شماره ۲ مقادیر ضریب K یا ضریب‌فصلی مقدار آب مصرفی‌گیاه که برای‌گیاهان مختلف توسط بلانی و کریدل داده شده است نشان داده شده است. البته این حدود تغییرات قطعی نبوده وگاهی ممکن است تغییراتی در خارج از این حدود داشته باشد.

ضرایب ماهیانه یا کوتاه مدت :

تغییرات ضریب K که مربوط به ضریب فصلی میباشد برای یک‌گیاه تغییراتی دارد که درمورد ضریب‌دوره کوتاه‌مدت K این تغییرات بیشتر میباشند. این‌تغییرات بزرگ تحت تأثیری مقداری عوامل که باید درموقع محاسبه وتخمین ضرائب مورد توجه باشند. اگرچه این عوامل متعدد میباشند ولی اهم آنها درجه حرارت ومرحله رشدگیاه میباشد. در مراحل بعدی این مقاله راجع به این عوامل صحبت خواهد شد.

فصل رشد گیاه :

درکاربرد فرمول بلانی ـ کریدل برای محاسبه مقدار مصرف فصلی آب فصل رشدگیاه قاعدتاً برای‌گیاهان مختلف بین دو یخ بندان درنظرگرفته میشود ویا این دوره از آخرین یخ بندان شدید واز بین برنده‌گیاه در بهار تا آخر دوره درنظر گرفته میشود.

برای غالب‌گیاهان این زمان برای احتساب وتخمین مقدار آب فصلی کافی میباشد ولی برای تخمین وبرآورد مقدار آب مصرفی کوتاه مدت فصل رشدگیاه باید با دقت بیشتری معین‌گردد. در اغلب نواحی آماری که نشان‌دهنده تاریخ کشت نمو و برداشت محصول باشد موجود میباشد که در موارد لزوم میتوانند قابل استفاده باشند درسایر نواحی‌ممکن است آمار درجه حرارت خود میتواند برای تخمین موعدهای فوق مورد استفاده واقع‌گردد.

درجدول ۳ میتوان بعنوان راهنمائی برای تخمین موعدهای فوق استفاده کرد.

ضریب اقلیمی (۱) Kt :

با توجه باینکه ثابت شده است مقداری از عوامل اقلیمی روی میزان آب مصرفی‌گیاهان تأثیر مینمایند ولی بخاطر اینکه مقدار زیادی از این عوامل همچون رطوبت نسبی ، جریان باد ، ساعت آفتابی وغیره قابل دسترسی نمی‌باشند لذا لازم است بیشتر از آمار درجه حرارت که تقریباً درهر جا قابل دسترسی میباشند استفاده نمود.

1) Climatic Coefficient

درسال ۱۹۵٤ جی-تی-فلان(۱) برای پیدا کردن رابطه‌ای مابین ضریب مقدار مصرف ماهیانه آب(K) با درجه حرارت ماهیانه متوسط(t) اقدام نمود وبرمبنای این تجربیات ضریب Kt یا ضریب درجه حرارت‌وضع گردید که با رابطه Kt =./·173t - ./314 نشان داده میشود. در جدول ٤ مقادیر Kt برای درجه حرارت‌های مابین ۳۳ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت داده شده است.

KC ضریب مرحله رشد گیاه (۲) :

همانطوریکه قبلا ذکرگردید یکی از عواملی که روی میزان آب مصرفی تأثیر بسیار زیادی داردگذشته از فصل رشد گیاه خودگیاه یا مرحله رشد میباشد.

مرحله رشد اساساً متغییر است بدین معنی که‌گیاهان در مرحله رشد سریع بیشتر از موقعی که تازه کاشته شده‌اند آب مصرف خواهند کرد ، همچنین بدیهی است که علاوه برمرحله رشدگیاه مقدار آب مصرفی تا حد زیادی بسته به خودگیاه تغییر خواهد کرد ، فی‌المثل برای‌گیاهان ناپایدار یا سالیانه بیشتر ازگیاهان پایدار مثل یونجه وعلوفه ودرختان خواهدبود.

برای وارد کردن این تغییرات در مقدار آب مصرفی ضریب رشدگیاه Kc درفرمول مربوطه وارد شده است، وقتی‌مقادیر ضریب Kc درمقابل زمان یا مرحله رشدگیاه پیاده‌گردد منحنی‌های مشابه منحنی‌های ۱ و۲ که بضمیمه این مقاله میباشند بدست می‌آیند. از این منحنی‌ها میتوان برای محاسبه Kc استفاده نمود که اگر با Kt مربوطه ومناسب بکار روند میتوان ضریب مقدار آب مصرفی یک دوره کوتاه یا یک ماهه را بدست آورد.

همچنین بنظر میرسد که ضریب Kc تحت عواملی غیر از آنچه که مربوط به‌خود نبات باشد تغییر مینماید ، بنابراین منحنی‌های مربوطه نمیتوانند درسطح جهانی قابل استفاده دقیق باشند. ولی مع‌الوصف در این منحنی‌ها در نواحی بسیار ومنجمله در نواحی که جزئیات مربوط به مقدار مصرف آب در دسترس باشد میتوان استفاده نمود.

برای نباتات سالیانه (منظور نباتاتی که عمر آن یکسال میباشد) همانند ذرت ، مقادیر ضریب Kc بیشتر بصورت تابعی از درصد فصل رشدگیاه پیاده شده است.

درشکل ۱ مقادیر پیشنهادی برای ذرت نشان داده شده است.

برای‌گیاهان پایدار همانند یونجه ، مقادیر ضریب Kc بهتر است برمبنای ماهیانه پیاده شوند.شکل شماره ۲ مقادیر مربوط به یونجه را نشان میدهد. سایر منحنی‌ها مربوط به‌گیاهان مختلف میباشد.

مفروضات مربوط درکاربرد فرمول بلانی ـ کریدل :

برای اعمال نتایج مطالعات مربوط به مقدار آب مصرفی دریک ناحیه برای ناحیه‌ای دیگر غالباً لازم است که‌فرضاتی را برنهاد نمود.

همانطوریکه قبلا اشاره‌گردید درصورتیکه اطلاعات اساسی مکفی برای یک ناحیه در دسترس باشد از این اطلاعات میتوان استفاده کرد ولی درصورت فقدان اینگونه اطلاعات مفروضات زیر را جهت اعمال فرمول مقدار مصرف آب جهت انتقال جزئیات از ناحیه‌ای به ناحیه دیگر باید قائل‌گردید :

۱ ـ تغییرات مقدار مصرف فصلی "U" آب مستقیماً با ضریب مصرف F بستگی دارد.

۲ ـ رشدگیاه واز بین رفتن آن با کمبود آب در مرحله رشدگیاه بطور اخص محدود نمی‌گردد.

۳ ـ مراحل رشد برای یونجه ، علوفه ، باغ ها وگیاهان طبیعی‌گرچه خارج از یخ‌بندان نیز ادامه یابد ولی عملا محدود به این دوره‌ها فرض میشوند. از بین رفتن‌گیاه وابسته به رشدگیاه با تغییرات طول دوره رشد تغییر می‌نماید.

مقدار مصرف آب در دوره پیک(۳) :

دوره پیک مصرف آب دوره‌ای است که طی آن مقدار آب مصرفی‌گیاه حداکثر میباشد ، این دوره برای‌گیاهان‌مختلف

(1 J.T. Phelan

2) Crop Growth Stage Coefficient

3) Peak Period

در زمان‌های مختلفی اتفاق می‌افتد ، لذا ممکن است برای‌گروهی از نباتات این دوره منطبق با دوره پیک پروژه نباشد و حتی شایدگروهی از نباتات در دوره پیک پروژه هنوز رشد نکرده باشند.

عوامل مؤثر بر مقدار مصرف دوره پیک :

مهم‌ترین عوامل مؤثر بمقدار آب مصرفی در دوره پیک نباتات ، درجه حرارت ومقدار خالص آبیاری (۱) می‌باشد.

درجه حرارت : تحلیل آمار متوسط درجه حرارت روزانه درهرماه وبرای هرمحل نشان داده است که درجه حرارت متوسط برای‌گرمترین ۵ روز ، بزرگتر از درجه حرارت متوسط برای‌گرمترین ده روز میباشد وبهمین منوال درجه حرارت متوسط گرمترین ۱۰ روز بزرگتر از درجه حرارت متوسط‌گرمترین ۱۵ روز خواهد بود والی آخر.

از آنجائیکه میزان مصرف آب برآورد شده توسط متدبلانی و کریدل بطور مستقیم با درجه حرارت بستگی دارد ، واضح است که هرچه دوره پیک کوتاه‌تر باشد درجه حرارت متوسط مربوطه زیادتر بوده وبنابراین مقدار آب مصرفی بیشتر خواهد بود.

عمق خالص آبیاری :

طول دوره پیک عبارتست از تعداد روزهائیکه طی آن مقدار آب مصرفی خالص آبیاری کمتر از مقدار آب حد پیک برای این دوره میباشد ، بنابراین هرچه مقدار خالص آبیاری کمتر باشد دوره کوتاه‌تری مورد مصرف قرارگرفته وميزان‌مصرف درطول دوره پیک را افزایش خواهد داد. بالعکس هرچه مقدار آبیاری خالص بیشتر باشد میزان مصرف در دوره پیک کمتر خواهد بود.

در جدول شماره ۵ میزان مصرف متوسط روزانه برای دوران پیک که وابسته بمقدار مصرف ماهیانه برآورد شده و مقدار خالص آبیاری میباشد نشان داده شده است. بعنوان راهنمائی برای استفاده از این جدول در حالت مربوط به یونجه کشت شده در حوالی شهر دنور (۲) میتواند مورد استفاده قرارگیرد.

طبق محاسبات نمونه شماره ۲ ملاحظه خواهدگردید که دوران مصرف پیک ماه ژوئیه بوده ومقدار متوسط ماهیانه مصرف آن ۷/۸ اینچ میباشد. مقدار خالص آبیاری منتج از راههای آبیاری ایالات کلورادو و۴/۲ اینچ میباشد ، لذا با انترپولاسیون جدول مقدار مصرف دوره پیک برای هرروز ۰/۲۸ اینچ خواهد بود.

روش پیشنهادی برای استفاده از جدول شماره ۵ جهت برآورد وتخمین بشرح زیر خلاصه شده ومحاسبات نمونه‌شماره ۳ بعنوان راهها ذکرگردیده است.

۱ ـ مقدار آبیاری خالص لازم (I) را برای‌گیاه مورد نظر در اراضی پروژه محاسبه‌گردد.

۲ ـ مقدار مصرف ماهیانه (U_m)برای هرگیاه در ناحیه پروژه برای ماهی که‌بزرگترین مصرف نتیجه آب‌را داشته است محاسبه‌گردد. (توجه شود که اگرگیاهی فقط درقسمتی از ماه از آب استفاده نموده است. مقدار مصرف آن باید با تقسیم کردن مقدار تخمین به قسمتهائی از ماه که‌گیاه از آب استفاده نموده است انجام‌گردد).

۳ ـ از جدول ۵ با استفاده از مقادیر مناسب برای(I) و(U_m) مقدار مصرف آب برای دوره پیک (U_p)وبرای هر کدام از سه محصول‌محاسبه شود .

۴ ـ با بکار بردن نمونه نحوه توزیع خاك ومحصول که برای محصول پروژه درنظر است ، مقدار آب مصرفی دوره پیک برای پروژه حساب شده .

بارندگی‌های مؤثر :

بارندگی‌های مؤثر قسمتی از مقدار آب لازم برای مصرف‌گیاه را تأمین مینماید ، این مقدار برای نواحی خشك ناچیز وبرای نواحی مرطوب طبعاً قابل ملاحظه میباشد. در محاسبات مقدار آب مورد نیاز با احتساب تأثیر بارندگی باید معلوم داشت که چه مقدار از آب مورد نیازگیاه باید توسط آبیاری انجام‌گردد ، درصورتیکه آمار مورد نیاز برای بارندگی‌های مؤثر در دسترس نباشد ، لازم است که از آمار بارندگی‌های کل جهت تخمین قسمتهائی از بارندگی که مؤثر بوده‌اند استفاده نمود. ذیلا نحوه تخمین مورد بحث توضیح داده میشود :

---

1) Net Depth of Irrigation

2) Denver

عوامل مؤثر برای مؤثر کردن بارندگی :

بارندگی کل (۱) : در نواحی خشک که بارندگی (اعم از برف وباران) درفصل رشدگیاهان ناچیز میباشد سطح رطوبت خاك در مقطع خاك درموقع نزول بارندگی‌ها اغلب بنحوی است که مقدار آب وارد شده به خاك در دسترس گیاه برای مصرف آن میباشد. آفت‌های ناشی از جریانات سطح الارض ویا نفوذ آب در اعماق خارج از حوزه عمل ریشه‌گیاه غالباً قابل چشم‌پوشی هستند. بنابراین میزان تأثیر بارندگی در این نواحی معمولا بالنسبه بالا میباشد.

در نواحی مرطوب رگبارها وبارندگی‌های با شدت زیاد در فصل رشدگیاهان بوقوع می‌پیوندد. مقدار آب ناشی از این بارندگی‌های شدید مازاد برآنچه که در خاك برای مصرف‌گیاه ومحصول باید ذخیره شود میباشد. این مقدار آب اضافی بصورت جریان سطحی ویا نفوذ در قشرهای خارج از دسترس ریشه‌گیاه بهدر میرود. اگر موقع وقوع چنین بارندگی‌ها و رگبارهائی بلافاصله بعداز آبیاری مزارع باشد ، هر آینه احتمال دارد کلیه آب ناشی از بارندگی بهدر رود. بنابراین در نواحی که شدت وميزان بارندگی‌ها برای دوره رشد محصولات زیاد میباشد میزان تأثیر بارندگی‌ها در مقام مقایسه با حالت فوق کم میباشد .

بعنوان مثال در Albuqureque نیز مکزیکو که میزان کل بارندگی در تمامی طول فصل رشد محصولات ۸ اینچ میباشد، مقدار متوسط میزان تأثیر بارندگی ۹۲ درصد است . ولی در Baton Rouge ، لویزیانا که مقدار کل بارندگی برای فصل رشد محصولات ۳۹/٤ اینچ میباشد میزان تأثیر بارندگی‌ها فقط ٦٤ درصد است .

مقدار آب مورد مصرف : اگر مقدار آب مورد مصرف یک محصول زیاد باشد رطوبت قابل استفاده موجود در مقطع خاك بسرعت کاهش می‌یابد . لذا بمحض نزول بارندگی زمین ظرفیت قابل ذخیره خود را نسبتاً بطور سریعی کسب میکند در صورتی که بارندگی شدید و قابل ملاحظه‌ای بوقوع پیوندد . مقدار آبی که لازم است رطوبت خاك را مجدداً به‌میزان ظرفیت قبلی برساند مقدار زیادی بوده و در نتیجه مقدار آب تلف شده بر اثر جریان سطحی‌و یا نفوذ یافته در عمق کم خواهد بود .

بالعکس در حالیکه مقدار مصرف آب توسط‌گیاه کم باشد ، ظرفیت ذخیره آب که باید توسط بارندگی تأمین‌گردد با سرعت کمتری انجام می‌گیرد و در موقعیکه بارندگی اتفاق می‌افتد ظرفیت کمتری از خاك آماده جذب آب بارندگی است وبنابراین مقدار آب هرز رفته نسبتاً بیشتر خواهد بود . بنابراین میتوان‌گفت هرچه میزان مصرف آب توسط‌محصول بیشتر باشد مقدار تأثیر بارندگی بیشتر خواهد بود و هرچه میزان مصرف آب توسط‌گیاه کمتر باشد میزان تأثیر بارندگی کمتر خواهد بود .

مقدار خالص آبیاری (۲) : همانطوریکه قبلا نیزگفته شد مقدار خالص آبیاری بستگی به ظرفیت پروفیل خاك در ناحیه ریشه‌گیاهان برای ذخیره سریع رطوبت جهت مصرف‌گیاه دارد . درصورتیکه این ظرفیت پائین بوده و باران یا رگباری با شدت قابل ملاحظه اتفاق می‌افتد تنها قسمتی از نزولات ممکن است برای پر کردن رطوبت خاك به حدی که در محل بوده موردنیاز باشد و میزان تأثیر بارندگی و در نتیجه پائین می‌آید ، بالعکس در صورتیکه ظرفیت بالا باشد تمامی و یا قسمت زیادی از آب بارندگی میتواند در خاك ذخیره‌گردد . در این صورت میزان تأثیر بارندگی بالنسبه بالا خواهد بود .

باران مؤثر ماهیانه (۳): برای نشان دادن رابطه مابین بارندگی مؤثر و سه ضریب تغییری که قبلا درباره آنها سخن گفتیم منحنی‌ها وجد اولی تهیه‌گردیده است . [شکل ۳ و جدول ٦] که ممکن است از منحنی‌ها و جدول که نتیجه هر دو یکی خواهد بود استفاده شود . منحنی‌ها و جدول رابطه مابین بارندگی مؤثر متوسط‌ماهیانه (٤) (re) ، بارندگی متوسط ماهیانه(٥) (r t) و مقدار مصرف متوسط ماهیانه (U)را نشان میدهند . مقادیر (re) برمبنای مقدار خالص آبیاری مساوی ۳ اینچ‌میباشد سایر ضرائبی هم که برای تبدیل به عمق خالص میباشند نیز نشان داده شده‌اند . بعنوان مثال : محصول ذرت عمل آمده در خاك ماسه‌ای ، عمق خالص آبیاری اثر ۲ اینچ میباشد . مقدار مصرف ماهیانه متوسط برای ماه جولای ۸/۷۹ اینچ بوده و مقدار متوسط بارندگی ماهیانه برای ماه جولای ٥/۸٥ اینچ میباشد . با استفاده از جدول ۹ مقدار متوسط بارندگی مؤثر ماهیانه برای ماه جولای : ٤/٤٥ =۳ ۹/.×۷۸/٤ اینچ خواهد بود .

---

1) Total Rainfall
2) Net Irrigation Application
3) Monthly Effective Rainfall
4) Average Monthly Effective Rainfall
5) Mean Monthly Rainfall

بارندگی مؤثر فصلی (۱) :

مقدار متوسط بارندگی مؤثر فصلی : از اضافه کردن مقادیر متوسط بارندگی‌های مؤثر برای ماهها و اجزاء زمانی که فصل رشدگیاه را تشکیل میدهند برای‌گیاه مربوطه بدست می‌آید .

استفاده عملی از فرمول تجربی بلانی و کریدل برای ناحیه خوزستان :

استفاده عملی از فرمول تجربی بلالی و کریدل برای ناحیه خوزستان :

نظر باینکه از نظر شرائط درجه حرارت که عامل مؤثر در اعمال و استفاده از روش بلانی و کریدل میباشد و سایر عوامل مؤثر ناحیه خوزستان تشابه زیادی با ایالت آریزونا دارد لذا بعلت قلت آمار میتوان از نتایج بدست آمده برای ایالت آریزونا ، در ناحیه خوزستان استفاده نمود .

در اعمال فرمول بلانی و کریدل در آریزونا فرض شده است که اگر

t : مقدار متوسط درجه حرارت ماهیانه بحسب درجه فارنهایت .

p : درصد ماهیانه ساعات روز برای سال

$f \frac{t \times p}{100}$: ضریب ماهیانه‌مقدار مصرف‌باشد.

در جدول شماره ۸ مقدار فصلی و نیمه فصلی ضریب‌های k برای‌گیاهان رشد کرده در آریزونا بدست می‌آید ، در صورتیکه از ضرائب k مربوط به ۱۰ روز استفاده‌گردد درصد مربوطه ساعات آفتابی روز و مقدار متوسط درجه‌حرارت برای ۱۰ روز در ناحیه موردنظر باید بکار روند .

منحنی‌های بدست آمده برای مقدار مصرف متوسط مصرف آب در آریزونا که میتواند در خوزستان مورد استفاده قرار گیرد در آخر این مقاله از شماره ۲۵ تا ٤۵ نشان داده شده‌اند .

روش‌های دیگر : از روش‌های دیگری که جهت تخمین مقدار آب موردنیاز برای آبیاری میتوان نام برد روش پن‌من(۲) میباشد رابطه پن‌من بصورت فرمول زیر است :

$$E_t = \frac{\Delta H + 0.27 E_a}{\Delta - 0.27}$$

که مقادیر E_a ،H از روابط :

$$H = RA\,(1-r)\,(0.18 + 0.55\,n/N) = \sigma\, Ta^{4}(0.56-0.092\sqrt{ed})\,(0.10 + 0.9\,n/N)$$

$$Ea = 0.35\,(ea - ed)\,(1+0.0098\,U_2)$$

بدست می‌آیند . در فرمولهای فوق :

H : ذخیره‌گرمای روزانه در سطح در میلیمتر $\frac{H_2O}{روز}$

R_a : مقدار متوسط تشعشع اضافی خاک بحسب‌میلیمتر آب در روز .

r : ضریب دخالت سطح .

n : مدت واقعی هوای آفتابی روشن .

N : حداکثر ممکن زمان هوای آفتابی روشن . ضریب وابسته به درجه حرارت .

e_d : فشار اشباع بخار آب در نقطه شبنم .

E_a : تبخیر

e_a : فشار اشباع بخار آب در متوسط درجه حرارت (میلیمتر جیوه)

u_2 : مقدار متوسط سرعت باد در ارتفاع دوستری از سطح زمین (بحسب میل - در روز) .

E_t : مقدار مصرف آب (۳)

u_1 : سرعت باد اندازه‌گیری شده بحسب میل در روز در ارتفاع k فوت از سطح زمین .

Δ : شیب منحنی فشار بخار آب اشباع شده هوا در درجه حرارت مطلق T_a درجه فارنهایت. ازجمله روش‌های دیگر میتوان متدلاری - جانسون(۴) است که

---

1) Seasonal Effective Rainfall 2) Penman 3) Evapo-Transpiration (Consumptive Use)

4) Lowry-Johnson

برای اراضی بزرگ میباشد و مورد استفاده ای برای مزارع کوچك و متفـــرد ندارد و مدتها توسط U.S.B.R مورد استفاده بوده است گواینکه در حال حاضر U.S.B.R. از متد جنسن ــ هیز [1] استفاده مینماید . در این روش رابطه ای خطی بین حرارت موثر [2] و مصرف آب مفـــروض است ، حرارت موثر عبارت است از مجموع درجات حرارت روز برای حرارت های حداکثر روزهای فصل رشد بیش از ۳۲ درجه فارنهایت میباشد .

رابطه لاری ــ جانسون بصورت زیر است :

$$U = 0.8 + 0.156\ F$$

که در آن : U: مقدار مصرف آب بحسب Acre-feet برای Acre

F: حرارت موثر

دیگر از روش های تعیین مقدار مصرف آب روش جنسن ــ هیز [3] میباشد که در آن از انرژی تشعشع خورشید استفاده میگردد . معادلات عملی تشعشع بصورت :

$$LE = K_c \times \Phi_1 \times R_n$$
$$LE = K_c \times \Phi_2 \times R_s$$
$$LE = K_c \times \Phi_3 \times RA$$

میباشد که در آن k_c ضریب گیاه [4] ، R_A تشعشع سطحی اضافی ، Φ_3, Φ_2, Φ_1 مقدار تشعشع مطلق میباشند . حاصلضرب‌های $\Phi_1 R_n$ ، $\Phi_2 R_s$ ، $\Phi_3 R_A$ نشـــان دهنده بالقوه مقدار مصرف آب و یا حد فوقانی آن میباشند . LE مقدار گرمـــای ذخیره یا نهفته در حجم خاك میباشد . از فرمول بالانس انرژی نیز مقدار گرمـــای ذخیره مدت می‌آید که بصورت :

$$LE = (1-r)R_s - R_{et} - A-G$$
$$(1-r)R_s - R_{et} = R_n .$$
$$LE = R_n - A - G.$$

مقادیر ضریب k_c برای گیاهان و محصولات مختلف در منحنی های ضمیمه نشـــان داده شده اند .

1. Irrigation Water Requirements
Technical Release No.21, U.S. Dept. of Agriculture
2. Emprical Methods of Estimating or Predicting Evapo-transpiration Using Radiation. By:M.E. Jensen
3. Irrigation Principles and Practice - Israelson-Hansen.
4. Consumptive Use of Water by Crops in Arizona, Technical Bulletin 169.

---

1. Jensen-Haise
2. Effective Heat
3. Jensen-Haise
4. Crop-Coefficient

Table 1.--Monthly percentage of daytime hours (p) of the year for latitudes 18° to 65° north of the equator.

Latitude North	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
65°	3.52	5.13	7.96	9.97	12.72	14.15	13.59	11.18	8.55	6.53	4.08	2.62
64°	3.81	5.27	8.00	9.92	12.50	13.63	13.26	11.08	8.56	6.63	4.32	3.02
63°	4.07	5.39	8.04	9.86	12.29	13.24	12.97	10.97	8.56	6.73	4.52	3.36
62°	4.31	5.49	8.07	9.80	12.11	12.92	12.73	10.87	8.55	6.80	4.70	3.65
61°	4.51	5.58	8.09	9.74	11.94	12.66	12.51	10.77	8.55	6.88	4.86	3.91
60°	4.70	5.67	8.11	9.69	11.78	12.41	12.31	10.68	8.54	6.95	5.02	4.14
59°	4.86	5.76	8.13	9.64	11.64	12.19	12.13	10.60	8.53	7.00	5.17	4.35
58°	5.02	5.84	8.14	9.59	11.50	12.00	11.96	10.52	8.53	7.06	5.30	4.54
57°	5.17	5.91	8.15	9.53	11.38	11.83	11.81	10.44	8.52	7.13	5.42	4.71
56°	5.31	5.98	8.17	9.48	11.26	11.68	11.67	10.36	8.52	7.18	5.52	4.87
55°	5.44	6.04	8.18	9.44	11.15	11.53	11.54	10.29	8.51	7.23	5.63	5.02
54°	5.56	6.10	8.19	9.40	11.04	11.39	11.42	10.22	8.50	7.28	5.74	5.16
53°	5.68	6.16	8.20	9.36	10.94	11.26	11.30	10.16	8.49	7.32	5.83	5.30
52°	5.79	6.22	8.21	9.32	10.85	11.14	11.19	10.10	8.48	7.36	5.92	5.42
51°	5.89	6.27	8.23	9.28	10.76	11.02	11.09	10.05	8.47	7.40	6.00	5.54
50°	5.99	6.32	8.24	9.24	10.68	10.92	10.99	9.99	8.46	7.44	6.08	5.65
49°	6.08	6.36	8.25	9.20	10.60	10.82	10.90	9.94	8.46	7.48	6.16	5.75
48°	6.17	6.41	8.26	9.17	10.52	10.72	10.81	9.89	8.45	7.51	6.24	5.85
47°	6.25	6.45	8.27	9.14	10.45	10.63	10.73	9.84	8.44	7.54	6.31	5.95
46°	6.33	6.50	8.28	9.11	10.38	10.53	10.65	9.79	8.43	7.58	6.37	6.05
45°	6.40	6.54	8.29	9.08	10.31	10.46	10.57	9.73	8.42	7.61	6.43	6.14
44°	6.48	6.57	8.29	9.05	10.25	10.39	10.49	9.71	8.41	7.64	6.50	6.22
43°	6.55	6.61	8.30	9.02	10.19	10.31	10.42	9.66	8.40	7.67	6.56	6.31
42°	6.61	6.65	8.30	8.99	10.13	10.24	10.35	9.62	8.40	7.70	6.62	6.39
41°	6.68	6.68	8.31	8.96	10.07	10.16	10.29	9.59	8.39	7.72	6.68	6.47
40°	6.75	6.72	8.32	8.93	10.01	10.09	10.22	9.55	8.39	7.75	6.73	6.54
39°	6.81	6.75	8.33	8.91	9.95	10.03	10.16	9.51	8.38	7.78	6.78	6.61
38°	6.87	6.79	8.33	8.89	9.90	9.96	10.11	9.47	8.37	7.80	6.83	6.68
37°	6.92	6.82	8.34	8.87	9.85	9.89	10.05	9.44	8.37	7.83	6.88	6.74
36°	6.98	6.85	8.35	8.85	9.80	9.82	9.99	9.41	8.36	7.85	6.93	6.81
35°	7.04	6.88	8.35	8.82	9.76	9.76	9.93	9.37	8.36	7.88	6.98	6.87
34°	7.10	6.91	8.35	8.80	9.71	9.71	9.88	9.34	8.35	7.90	7.02	6.93
33°	7.15	6.94	8.36	8.77	9.67	9.65	9.83	9.31	8.35	7.92	7.06	6.99
32°	7.20	6.97	8.36	8.75	9.62	9.60	9.77	9.28	8.34	7.95	7.11	7.05
31°	7.25	6.99	8.36	8.73	9.58	9.55	9.72	9.24	8.34	7.97	7.16	7.11
30°	7.31	7.02	8.37	8.71	9.54	9.49	9.67	9.21	8.33	7.99	7.20	7.16
29°	7.35	7.05	8.37	8.69	9.50	9.44	9.62	9.19	8.33	8.00	7.24	7.22
28°	7.40	7.07	8.37	8.67	9.46	9.39	9.58	9.17	8.32	8.02	7.28	7.27
27°	7.44	7.10	8.38	8.66	9.41	9.34	9.53	9.14	8.32	8.04	7.32	7.32
26°	7.49	7.12	8.38	8.64	9.37	9.29	9.49	9.11	8.32	8.06	7.36	7.37
25°	7.54	7.14	8.39	8.62	9.33	9.24	9.45	9.08	8.31	8.08	7.40	7.42
24°	7.58	7.16	8.39	8.60	9.30	9.19	9.40	9.06	8.31	8.10	7.44	7.47
23°	7.62	7.19	8.40	8.58	9.26	9.15	9.36	9.04	8.30	8.12	7.47	7.51
22°	7.67	7.21	8.40	8.56	9.22	9.11	9.32	9.01	8.30	8.13	7.51	7.56
21°	7.71	7.24	8.41	8.55	9.18	9.06	9.28	8.98	8.29	8.15	7.55	7.60
20°	7.75	7.26	8.41	8.53	9.15	9.02	9.24	8.95	8.29	8.17	7.58	7.65
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.12	8.97	9.20	8.93	8.29	8.19	7.61	7.70
18°	7.83	7.31	8.41	8.50	9.08	8.93	9.16	8.90	8.29	8.20	7.65	7.74

Table 1.--Monthly percentage of daytime hours (p) of the year for latitudes 0° to 20° north of the equator

Latitude North	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
20°	7.75	7.26	8.41	8.53	9.15	9.02	9.24	8.95	8.29	8.17	7.58	7.65
19°	7.79	7.28	8.41	8.51	9.12	8.97	9.20	8.93	8.29	8.19	7.61	7.70
18°	7.83	7.31	8.41	8.50	9.08	8.93	9.16	8.90	8.29	8.20	7.65	7.74
17°	7.87	7.33	8.42	8.48	9.04	8.89	9.12	8.88	8.28	8.22	7.68	7.79
16°	7.91	7.35	8.42	8.47	9.01	8.85	9.08	8.85	8.28	8.23	7.72	7.83
15°	7.94	7.37	8.43	8.45	8.98	8.81	9.04	8.83	8.27	8.25	7.75	7.88
14°	7.98	7.39	8.43	8.43	8.94	8.77	9.00	8.80	8.27	8.27	7.79	7.93
13°	8.02	7.41	8.43	8.42	8.91	8.73	8.96	8.78	8.26	8.29	7.82	7.97
12°	8.06	7.43	8.44	8.40	8.87	8.69	8.92	8.76	8.26	8.31	7.85	8.01
11°	8.10	7.45	8.44	8.39	8.84	8.65	8.88	8.73	8.26	8.33	7.88	8.05
10°	8.14	7.47	8.45	8.37	8.81	8.61	8.85	8.71	8.25	8.34	7.91	8.09
9°	8.18	7.49	8.45	8.35	8.77	8.57	8.81	8.68	8.25	8.36	7.95	8.14
8°	8.21	7.51	8.45	8.34	8.74	8.53	8.78	8.66	8.25	8.37	7.98	8.18
7°	8.25	7.53	8.46	8.32	8.71	8.49	8.74	8.64	8.25	8.38	8.01	8.22
6°	8.28	7.55	8.46	8.31	8.68	8.45	8.71	8.62	8.24	8.40	8.04	8.26
5°	8.32	7.57	8.47	8.29	8.65	8.41	8.67	8.60	8.24	8.41	8.07	8.30
4°	8.36	7.59	8.47	8.28	8.62	8.37	8.64	8.57	8.23	8.43	8.10	8.34
3°	8.40	7.61	8.48	8.26	8.58	8.33	8.60	8.55	8.23	8.45	8.13	8.38
2°	8.43	7.63	8.49	8.25	8.55	8.29	8.57	8.53	8.22	8.46	8.16	8.42
1°	8.47	7.65	8.49	8.23	8.52	8.25	8.53	8.51	8.22	8.48	8.19	8.46
0°	8.50	7.67	8.49	8.22	8.49	8.22	8.50	8.49	8.21	8.49	8.22	8.50

Table 2.--Seasonal consumptive-use crop coefficients (K) for irrigated crops

Crop	Length of Normal Growing Season or Period 1/	Consumptive-use coefficient (K) 2/
Alfalfa	Between frosts	0.80 to 0.90
Bananas	Full year	.80 to 1.00
Beans	3 months	.60 to .70
Cocoa	Full year	.70 to .80
Coffee	Full year	.70 to .80
Corn (Maize)	4 months	.75 to .85
Cotton	7 months	.60 to .70
Dates	Full year	.65 to .80
Flax	7 to 8 months	.70 to .80
Grains, small	3 months	.75 to .85
Grain, sorghums	4 to 5 months	.70 to .80
Oilseeds	3 to 5 months	.65 to .75
Orchard crops:		
Avocado	Full year	.50 to .55
Grapefruit	Full year	.55 to .65
Orange and lemon	Full year	.45 to .55
Walnuts	Between frosts	.60 to .70
Deciduous	Between frosts	.60 to .70
Pasture crops:		
Grass	Between frosts	.75 to .85
Ladino whiteclover	Between frosts	.80 to .85
Potatoes	3 to 5 months	.65 to .75
Rice	3 to 5 months	1.00 to 1.10
Soybeans	140 days	.65 to .70
Sugar beet	6 months	.65 to .75
Sugarcane	Full year	.80 to .90
Tobacco	4 months	.70 to .80
Tomatoes	4 months	.65 to .70
Truck crops, small	2 to 4 months	.60 to .70
Vineyard	5 to 7 months	.50 to .60

1/ Length of season depends largely on variety and time of year when the crop is grown. Annual crops grown during the winter period may take much longer than if grown in the summertime.

2/ The lower values of (K) for use in the Blaney-Criddle formula, U = KF, are for the more humid areas, and the higher values are for the more arid climates.

Table 3.--A guide for determining planting dates, maturity dates and lengths of growing seasons as related to mean air temperature

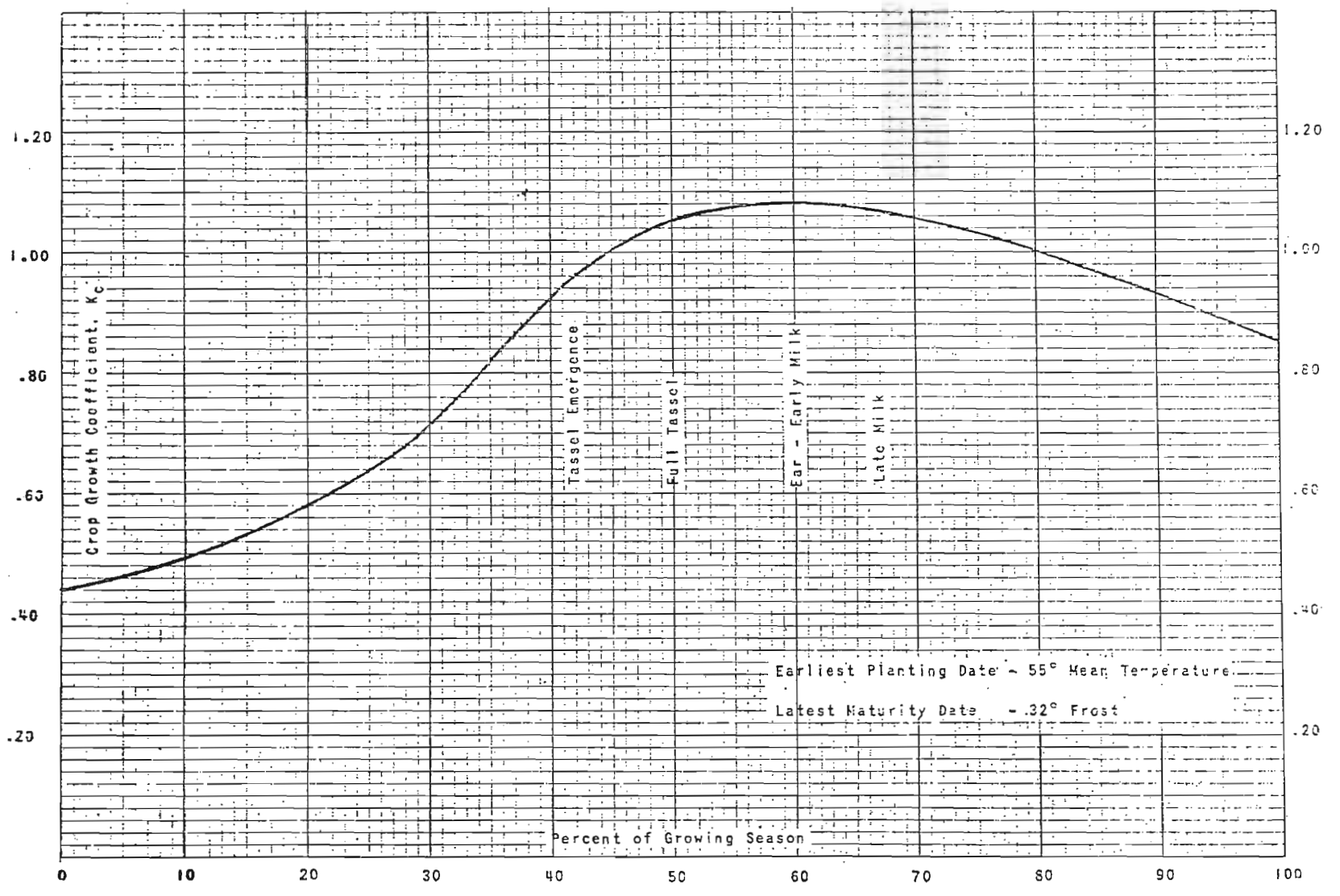
Crop	Earliest moisture-use or planting date as related to mean air temperature	Latest moisture-use or maturing date as related to mean air temperature	*Growing Season Days
Perennial Crops			
Alfalfa	50° mean temp.	28° frost	Variable
Grasses, cool	45° mean temp.	45° mean temp.	Variable
Orchards, decid.	50° mean temp.	45° mean temp.	Variable
Grapes	55° mean temp.	50° mean temp.	Variable
Annual Crops			
Beans, dry	60° mean temp.	32° frost	90 - 100
Corn	55° mean temp.	32° frost	140 - Max.
Cotton	62° mean temp.	32° frost	240 - Max.
Grain, spring	45° mean temp.	32° frost	130 - Max.
Potatoes, late	60° mean temp.	32° frost	130 - Max.
Sorghum, grain	60° mean temp.	32° frost	130 - Max.
Sugar beets	28° frost	28° frost	180 - Max.
Wheat, winter (Fall season)		45° mean temp.	
(Spring season)	45° mean temp.		

Table 4.--Values of the climatic coefficient, k_t, 1/
for
various mean air temperature, t.

t °F	k_t	t °F	k_t	t °F	k_t
36	.31	61	.74	86	1.17
37	.33	62	.76	87	1.19
38	.34	63	.78	88	1.21
39	.36	64	.79	89	1.23
40	.38	65	.81	90	1.24
41	.40	66	.83	91	1.26
42	.41	67	.85	92	1.28
43	.43	68	.86	93	1.30
44	.45	69	.88	94	1.31
45	.46	70	.90	95	1.33
46	.48	71	.91	96	1.35
47	.50	72	.93	97	1.36
48	.52	73	.95	98	1.38
49	.53	74	.97	99	1.40
50	.55	75	.98	100	1.42
51	.57	76	1.00		
52	.59	77	1.02		
53	.60	78	1.04		
54	.62	79	1.05		
55	.64	80	1.07		
56	.66	81	1.09		
57	.67	82	1.11		
58	.69	83	1.12		
59	.71	84	1.14		
60	.72	85	1.16		

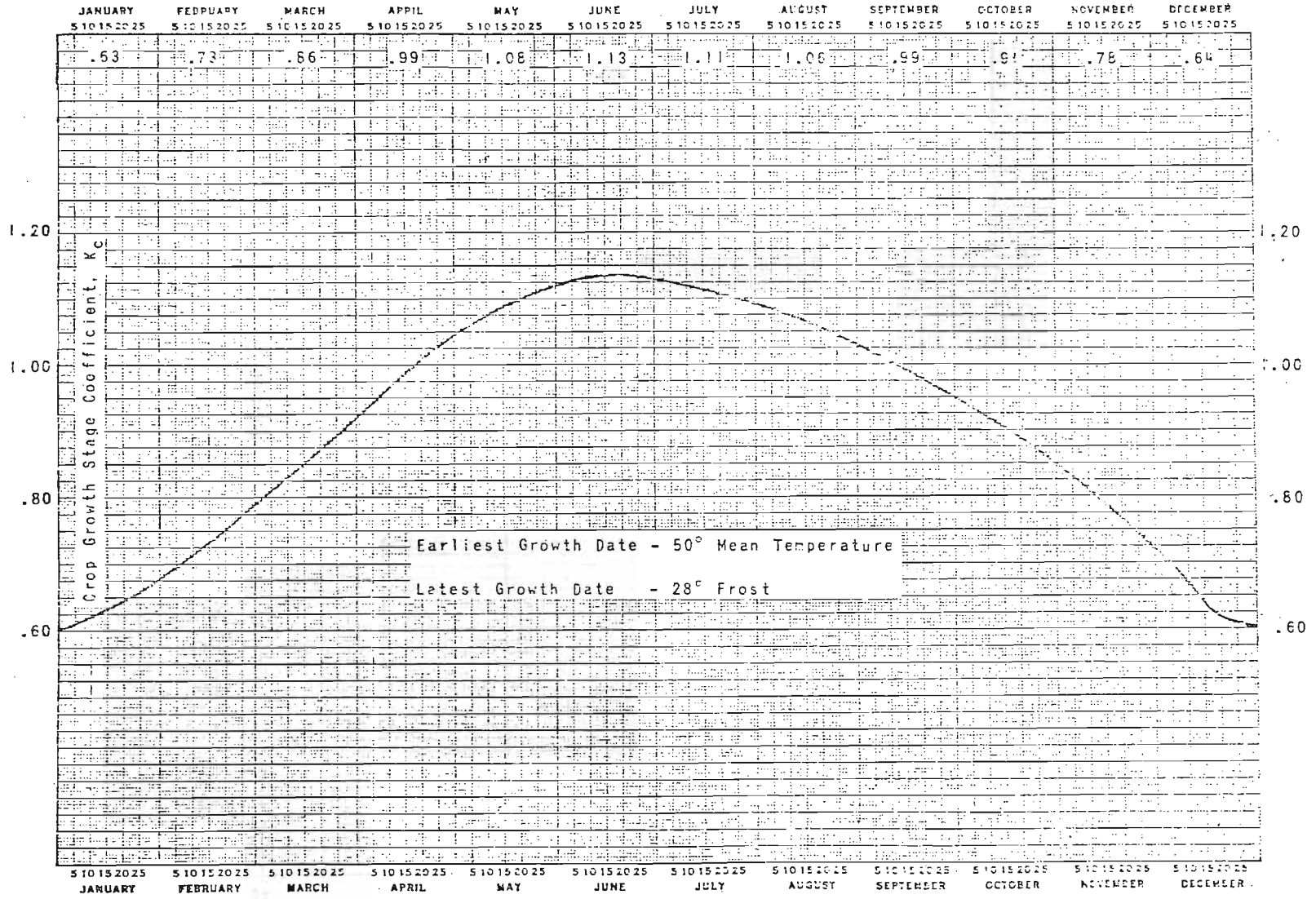
1/ Values of (k_t) are based on the formula, $k_t = .0173\ t - .314$

for mean temperatures less than 36°, use $k_t = .300$.



Crop growth stage coefficient curve for corn (grain)

Curve No. 1



Crop growth stage coefficient curve for alfalfa

Curve No. 2

Sample Calculation No. 1.--Estimate of average daily, monthly and seasonal consumptive-use
by
Corn at Raleigh, North Carolina
(Harvested for grain)

Lat. 35° 47' North

(1) Month or Period	(2) Midpoint of Period	(3) Accum. Days to Midpoint	(4) Percent of Growing Season	(5) Mean Air Temp. t. ° F.	(6) Daylight Hours p. Percent	(7) Cons. Use Factor f.	(8) Climatic Coeff. k_t	(9) Growth Stage Coeff. k_c	(10) Cons. Use Coeff. k	(11) Monthly Cons. Use u. Inches	(12) Daily Cons. Use u. In./Day
Apr. 20											
	Apr. 25	5	4.2	63.5	3.05	1.94	.79	.46	.36	.70	.070
May											
	May 15	25	20.8	69.2	9.79	6.77	.88	.59	.52	3.52	.114
June											
	June 15	56	46.7	76.9	9.81	7.54	1.02	1.02	1.04	7.84	.261
July											
	July 15	86	71.7	79.4	9.98	7.92	1.06	1.05	1.11	8.79	.284
Aug.											
	Aug. 9	111	92.5	78.3	5.52	4.32	1.04	.91	.95	4.10	.228
Aug. 18											
Season Total										24.95	

Sample Calculation No. 2.--Estimate of average, daily, monthly and seasonal consumptive-use by Alfalfa at Denver, Colorado

Lat. 39° 40' North

(1) Month or Period	(2) Midpoint of Period	(3) Days in Period	(4) Mean Air Temp. t. ° F.	(5) Daylight Hours p. Percent	(6) Cons. Use Factor f	(7) Climatic Coeff. k_t	(8) Growth Stage Coeff. k_c	(9) Cons. Use Coeff. k	(10) Monthly Cons. Use u Inches	(11) Daily Cons. Use u In./Day
Apr. 24										
	Apr. 27	6	51.1	1.87	.96	.57	1.03	.59	.57	.095
May										
	May 15	31	56.3	9.99	5.62	.66	1.08	.71	3.99	.129
June										
	June 15	30	66.4	10.07	6.69	.84	1.13	.95	6.36	.212
July										
	July 15	31	72.8	10.20	7.43	.95	1.11	1.05	7.80	.252
Aug.										
	Aug. 15	31	71.3	9.54	6.80	.92	1.06	.98	6.66	.215
Sept.										
	Sept. 15	30	62.7	8.39	5.26	.77	.99	.76	4.00	.133
Oct.										
	Oct. 12	25	53.5	6.31	3.38	.61	.91	.56	1.89	.076
Oct. 25										
Season Total									31.27	

Table 5.--Peak period average daily consumptive use rates (u_p) as related to estimated actual monthly use (u_m)

Net Irrigation Application I (Inches)	Computed Peak Monthly Consumptive Use Rate (u_m) in Inches 1/																
	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
	Peak Period Daily Use Rate (u_p) in Inches per Day																
1.0	.15	.18	.20	.22	.24	.26	.28	.31	.33	.35	.37	.40	.42	.44	.46	.49	.51
1.5	.15	.17	.19	.21	.23	.25	.27	.29	.32	.34	.36	.38	.41	.43	.45	.47	.50
2.0	.15	.16	.18	.20	.23	.25	.27	.29	.31	.33	.35	.37	.39	.41	.44	.46	.48
2.5	.14	.16	.18	.20	.22	.24	.26	.28	.30	.32	.34	.36	.39	.41	.43	.45	.47
3.0	.14	.16	.18	.20	.22	.24	.26	.28	.30	.32	.34	.36	.38	.40	.42	.44	.46
3.5	.14	.16	.18	.19	.21	.23	.25	.27	.29	.31	.33	.35	.37	.39	.41	.44	.46
4.0	.14	.15	.17	.19	.21	.23	.25	.27	.29	.31	.33	.35	.37	.39	.41	.43	.45
4.5	.14	.15	.17	.19	.21	.23	.25	.27	.29	.31	.33	.35	.37	.39	.41	.43	.45
5.0	.13	.15	.17	.19	.21	.23	.25	.26	.28	.30	.32	.34	.36	.38	.40	.42	.44
5.5	.13	.15	.17	.19	.21	.22	.24	.26	.28	.30	.32	.34	.36	.38	.40	.42	.44
6.0	.13	.15	.17	.19	.20	.22	.24	.26	.28	.30	.32	.34	.36	.38	.40	.41	.43

1/ Based on the formula $u_p = 0.034\ u_m^{1.09}\ I^{-.09}$ where
u_p = Average daily peak period consumptive use in inches.
u_m = Average consumptive use for the peak month in inches.
I = Net irrigation application in inches.

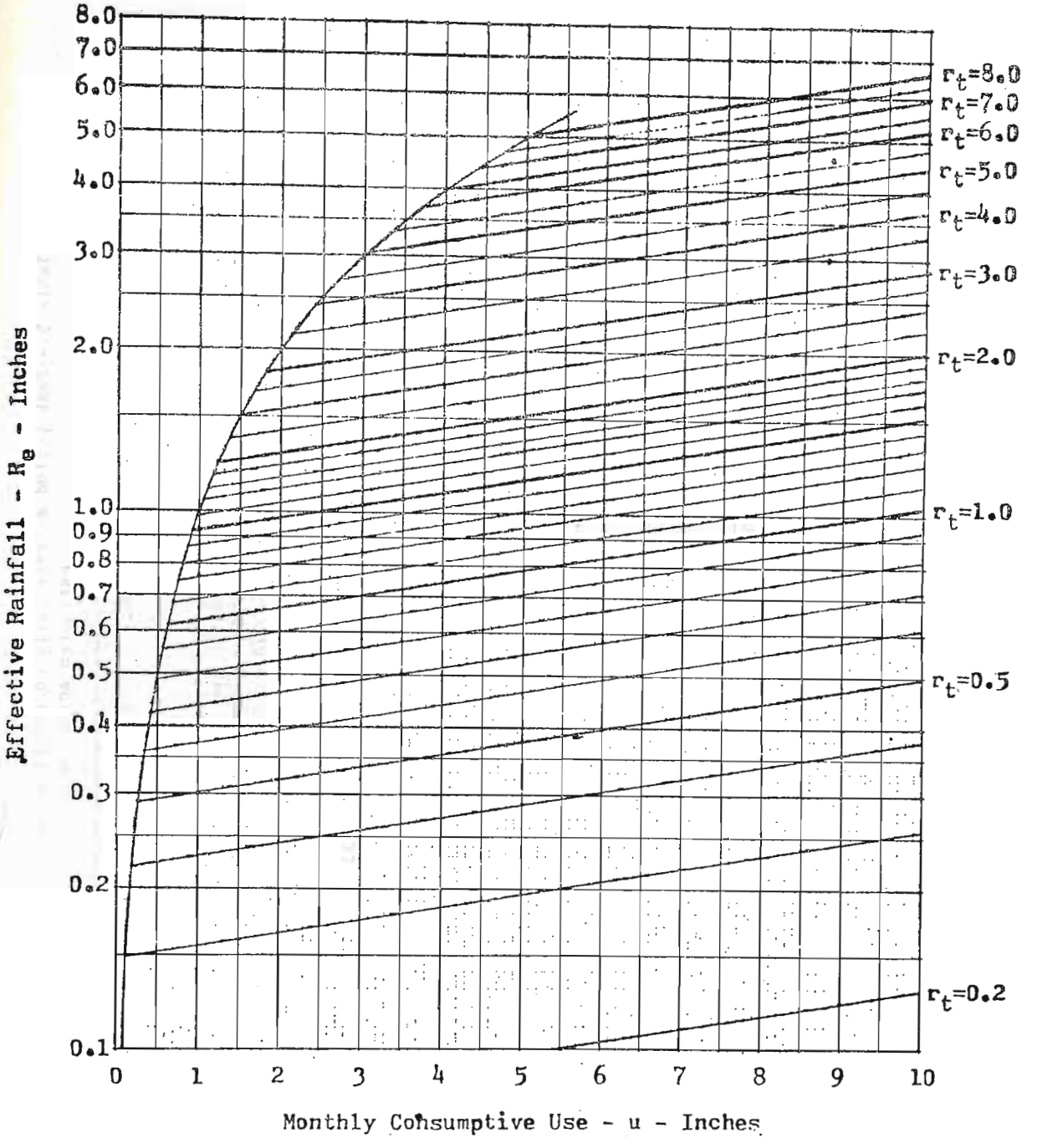


Figure 3 - Average monthly effective rainfall[1/] as related to mean monthly rainfall and average monthly consumptive use.

1/ Based on 3-inch net depth of application. For other net depths of application, multiply by the factors shown in Table 6.

Table 6.--Average monthly effective rainfall[1/] as related to mean monthly rainfall and average monthly consumptive use

Monthly Mean Rainfall r_t Inches	Average Monthly Consumptive Use, u, in Inches										
	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.00
	Average Monthly Effective Rainfall, r_e, in Inches										
0.0	0.00	00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.45	0.47	0.50
1.0	0.59	0.63	0.66	0.70	0.74	0.78	0.83	0.88	0.93	0.98	1.00
1.5	0.87	0.93	0.98	1.03	1.09	1.16	1.22	1.29	1.37	1.45	1.50
2.0	1.14	1.21	1.27	1.35	1.43	1.51	1.59	1.69	1.78	1.88	1.99
2.5	1.39	1.47	1.56	1.65	1.74	1.84	1.95	2.06	2.18	2.30	2.44
3.0		1.73	1.83	1.94	2.05	2.17	2.29	2.42	2.56	2.71	2.86
3.5		1.98	2.10	2.22	2.35	2.48	2.62	2.77	2.93	3.10	3.28
4.0		2.23	2.36	2.49	2.63	2.79	2.95	3.12	3.29	3.48	3.68
4.5			2.61	2.76	2.92	3.09	3.26	3.45	3.65	3.86	4.08
5.0			2.86	3.02	3.20	3.38	3.57	3.78	4.00	4.23	4.47
5.5			3.10	3.28	3.47	3.67	3.88	4.10	4.34	4.59	4.85
6.0				3.53	3.74	3.95	4.18	4.42	4.67	4.94	5.23
6.5				3.79	4.00	4.23	4.48	4.73	5.00	5.29	5.60
7.0	Note:			4.03	4.26	4.51	4.77	5.04	5.33	5.64	5.96
7.5	Values below line exceed monthly consumptive use and are to be used for				4.52	4.78	5.06	5.35	5.65	5.98	6.32
8.0	interpolation only.				4.78	5.05	5.34	5.65	5.97	6.32	6.68

1/ Based on 3-inch net depth of application. For other net depths of application, multiply by the factors shown below.

Net Depth of Application	(D)	.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
Factor	(f)	.72	.77	.86	.93	.97	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07

Note: Average monthly effective rainfall cannot exceed average monthly rainfall or average monthly consumptive use. When the application of the above factors results in a value of effective rainfall exceeding either, this value must be reduced to a value equal the lesser of the two.

$$r_e = (0.70917\ r_t^{0.82416} - 0.11556)(10)^{0.02426u}\ (f)$$

where $f = (0.531747 + 0.295164D - 0.057697D^2 + 0.003804D^3)$

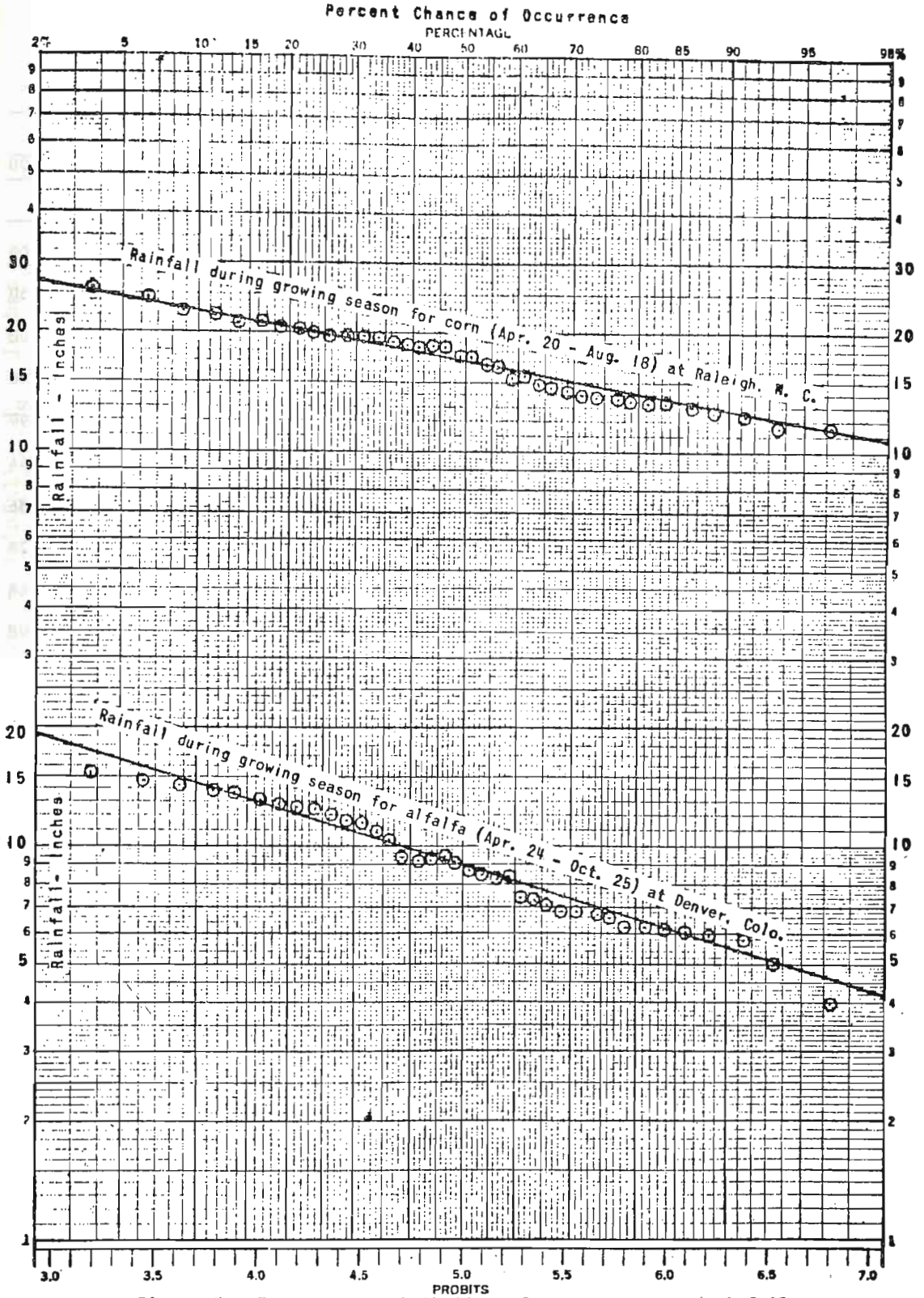
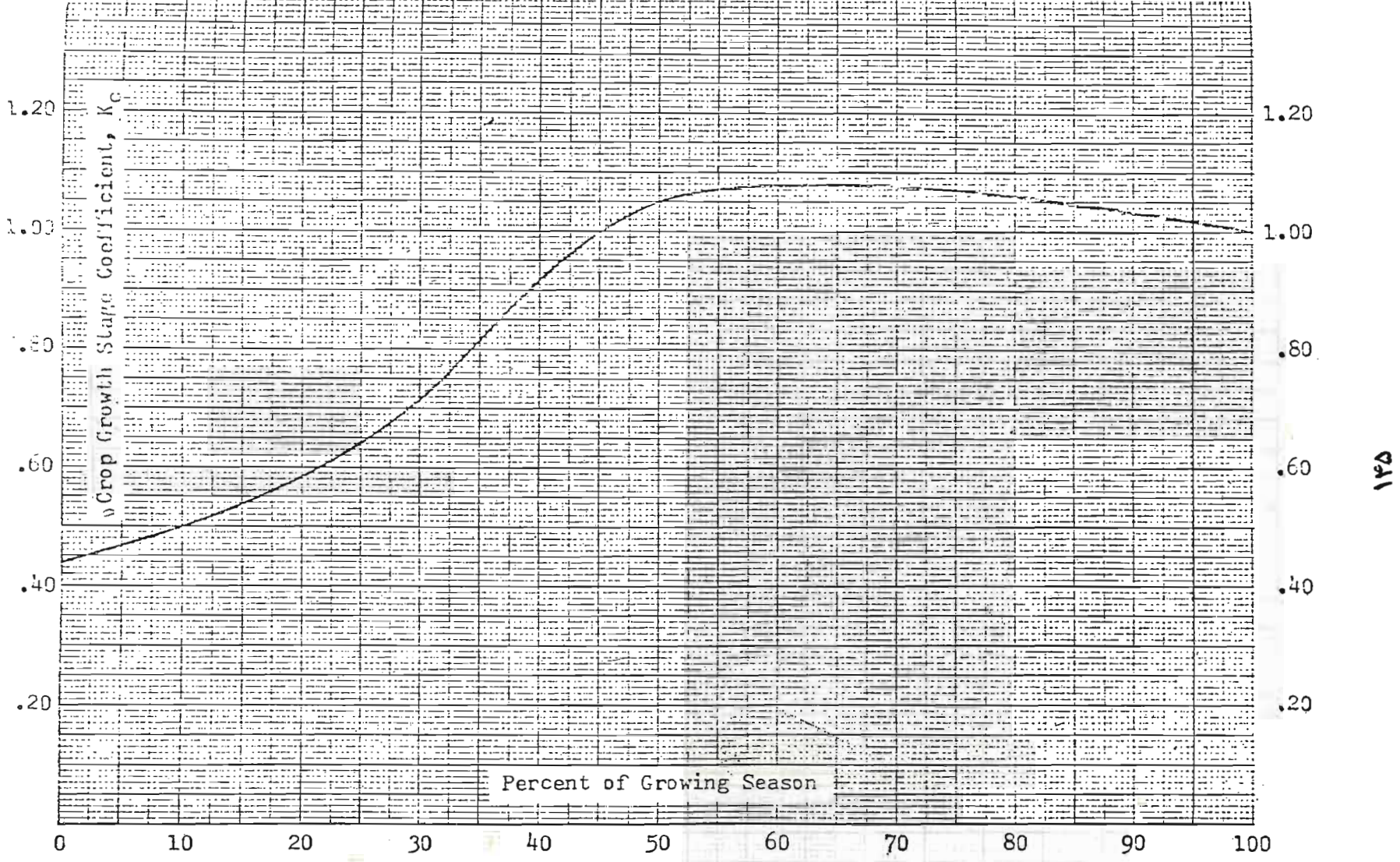
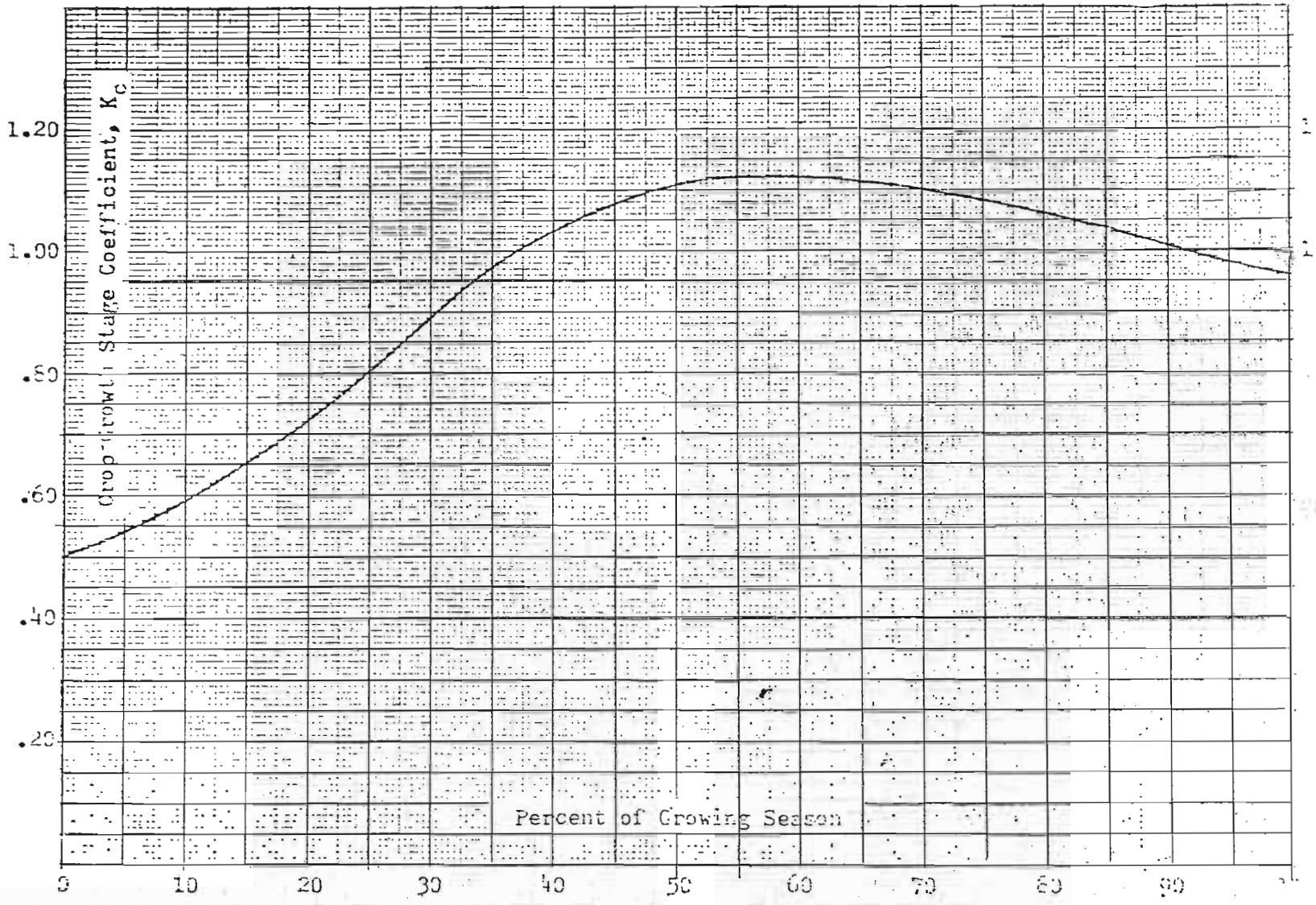


Figure 4 - Frequency distribution of growing season rainfall.



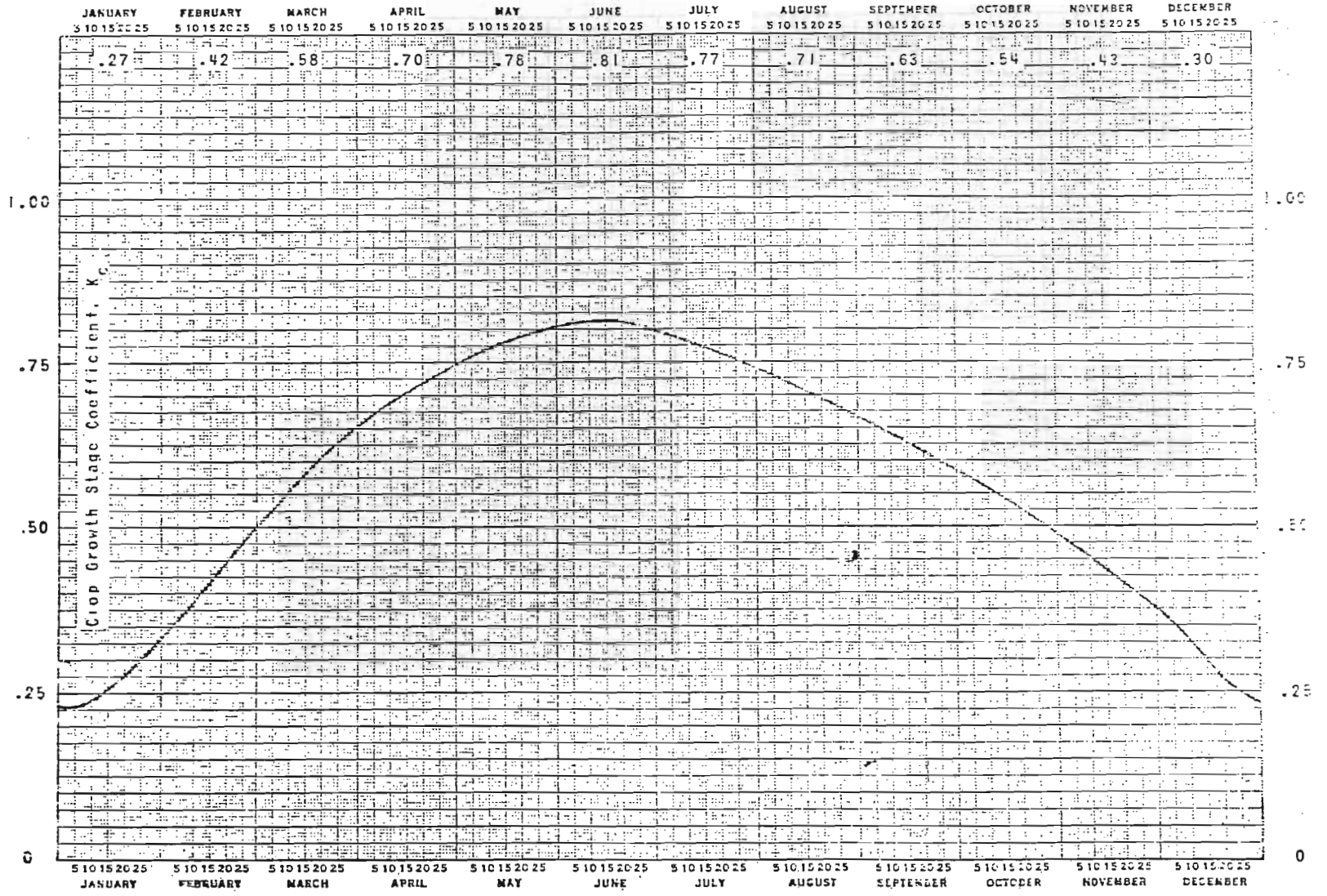
Crop growth stage coefficient curve for sweet corn

Curve 5



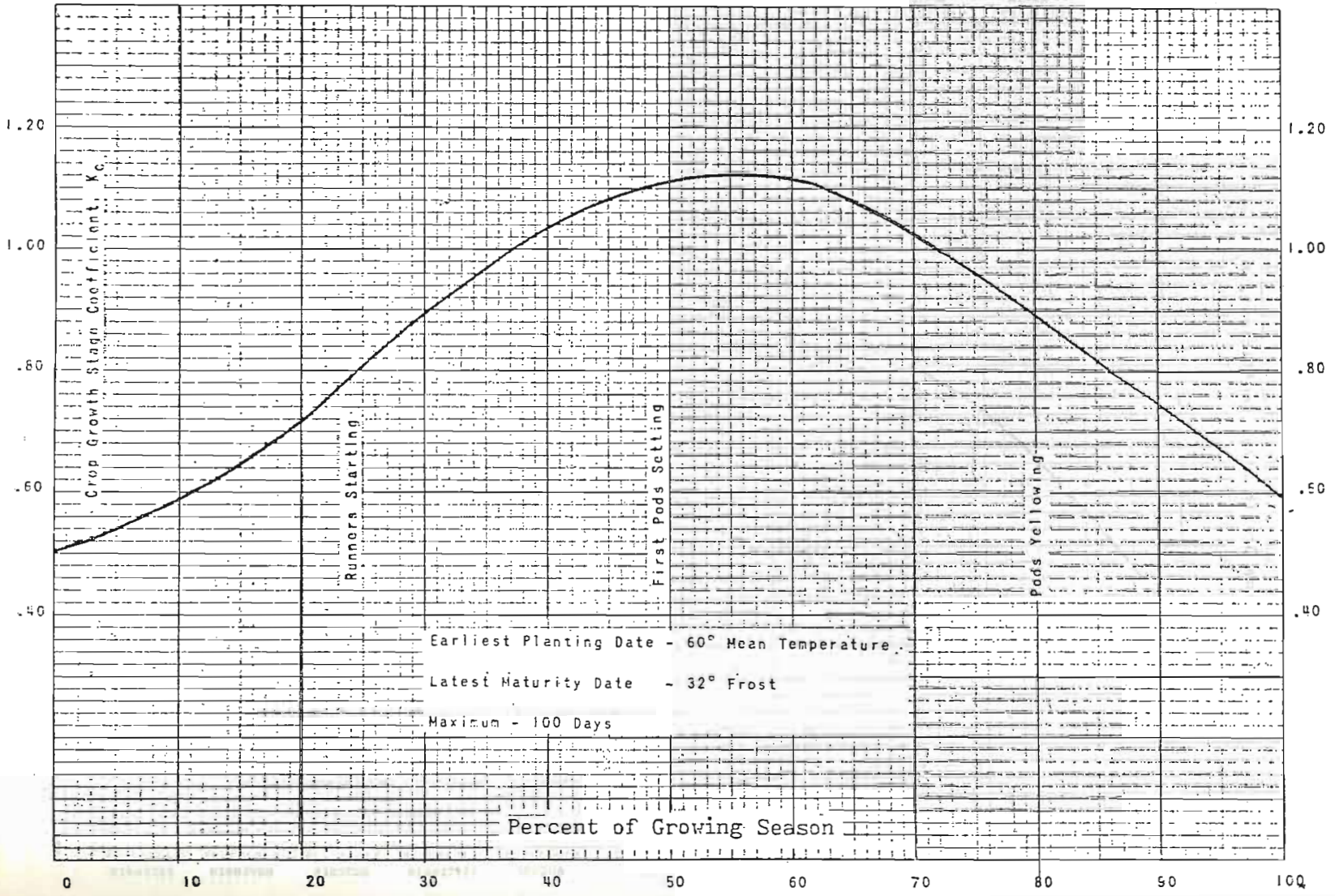
Crop growth stage coefficient curve for peas

Curve No. 6



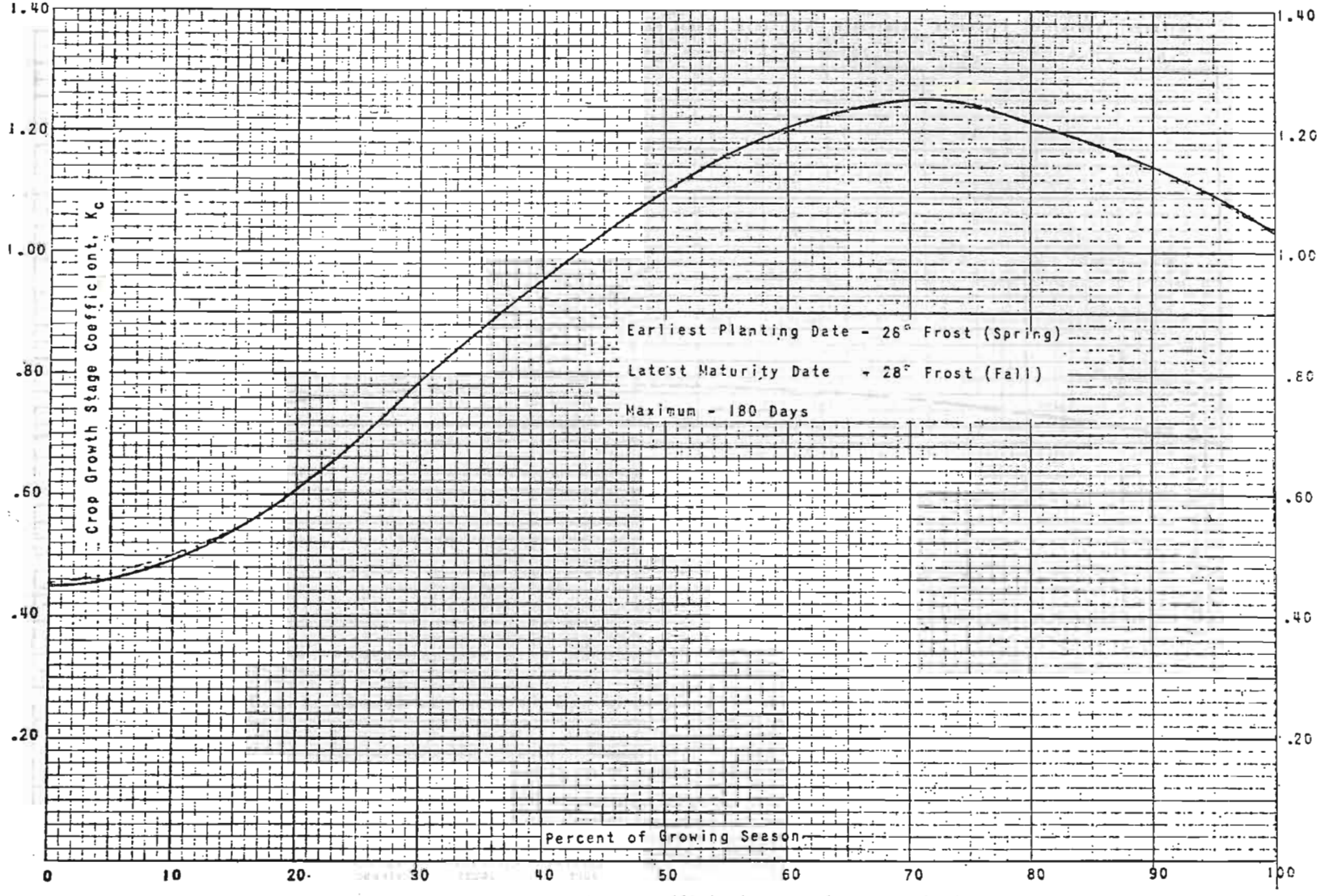
Crop growth stage coefficient curve for avocados

Curve No. 7



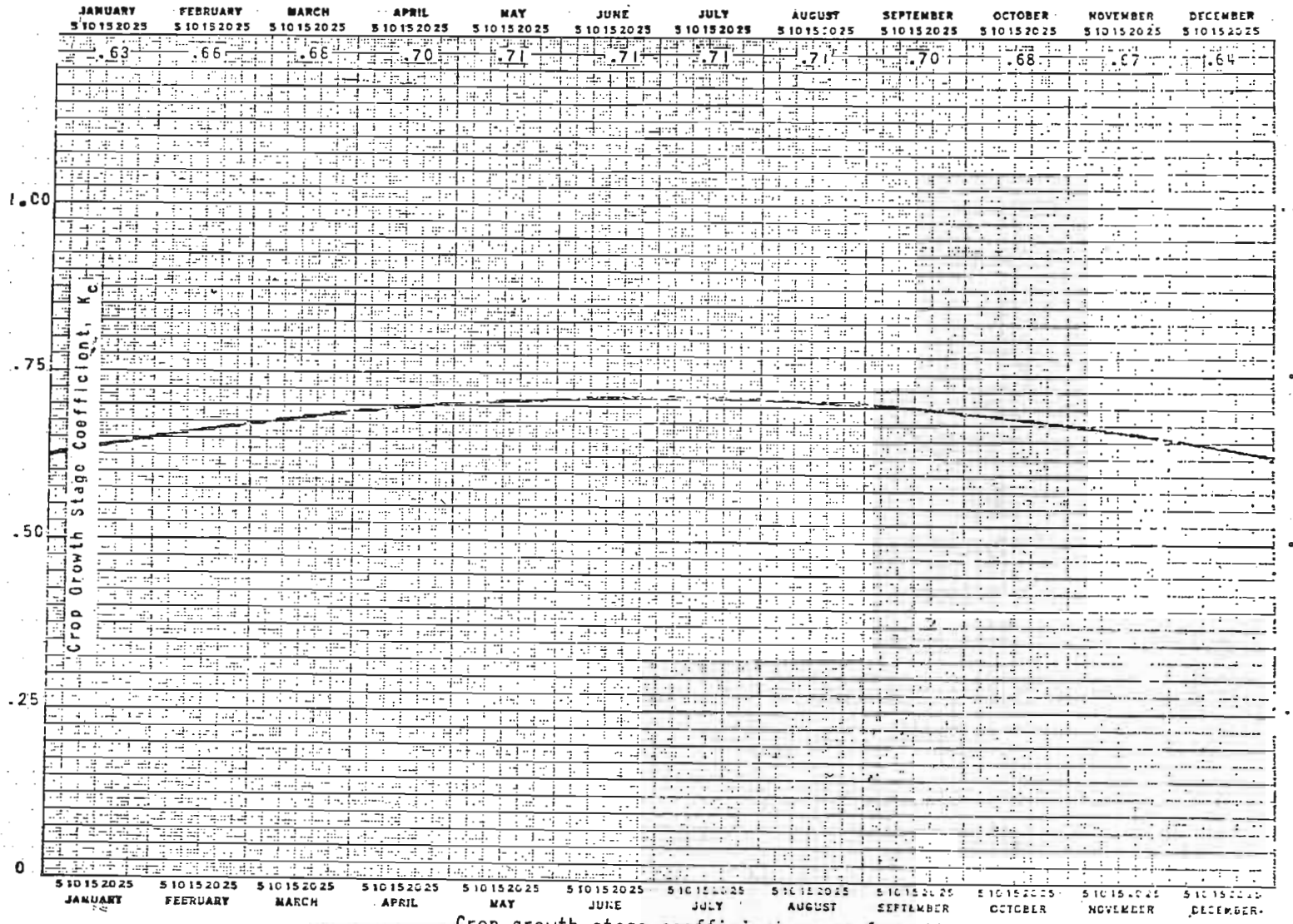
Crop growth stage coefficient curve for dry beans

Curve No. 8



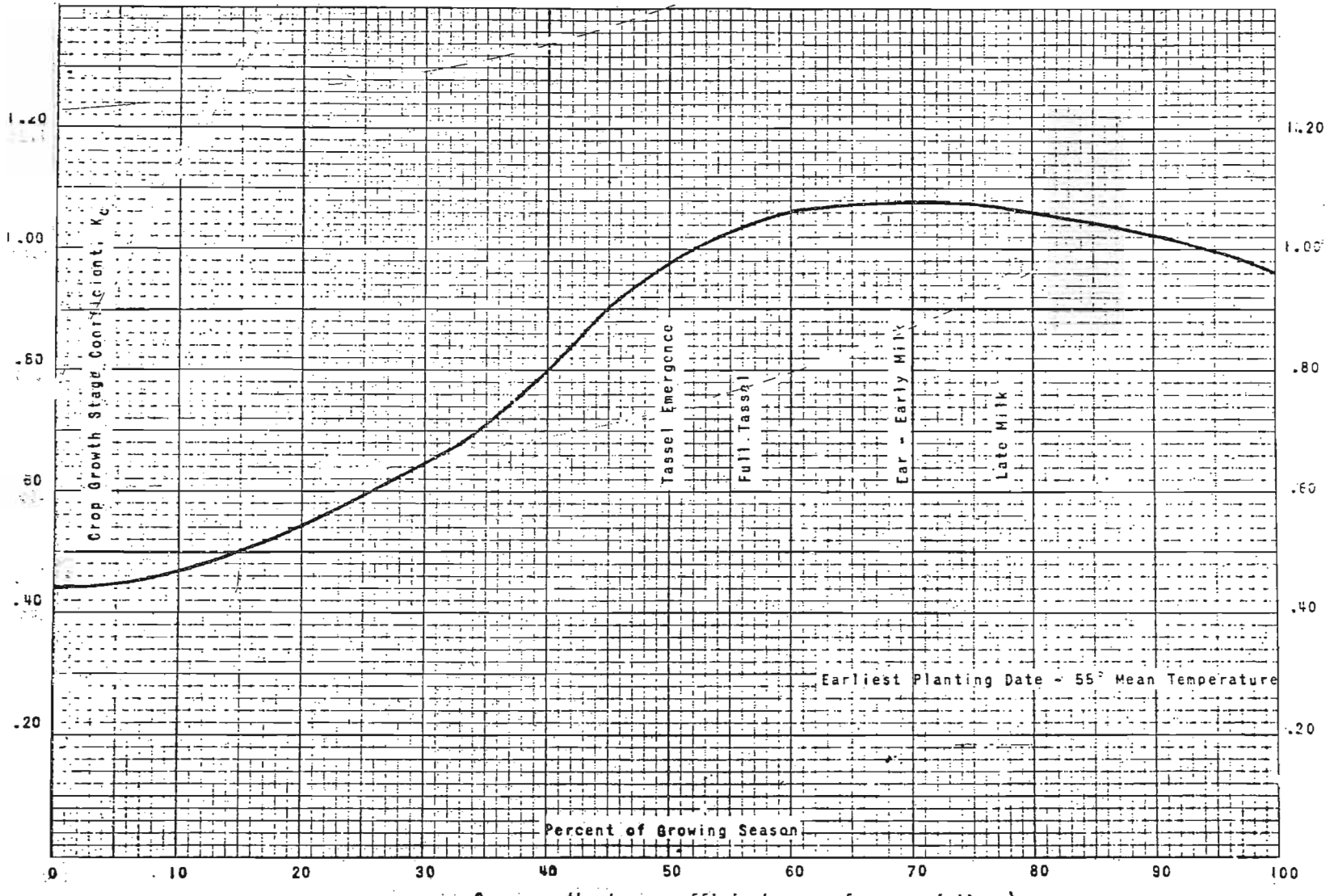
Crop growth stage coefficient curve for sugar beets

Curve No. 9



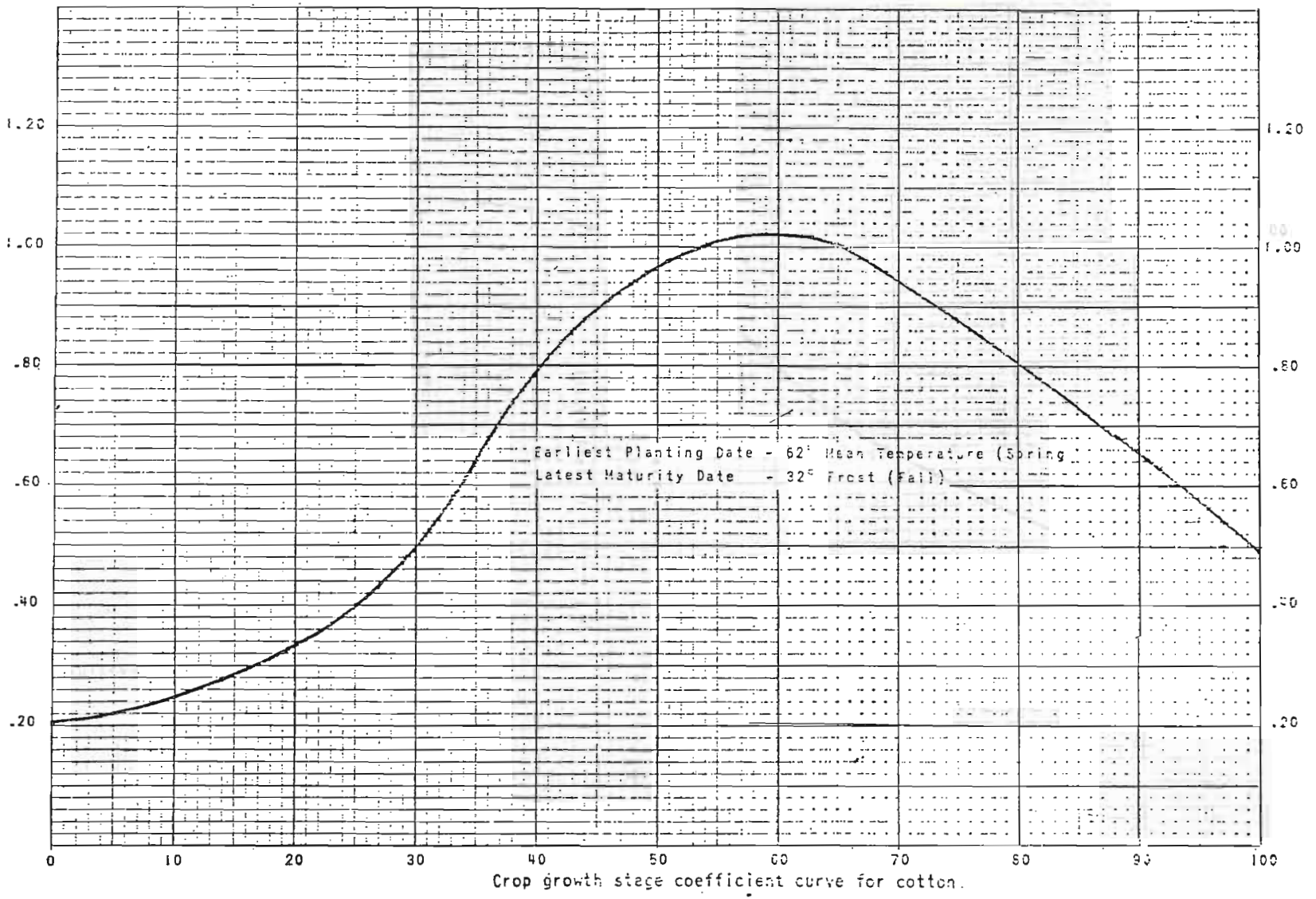
Crop growth stage coefficient curve for citrus

Curve No. 10



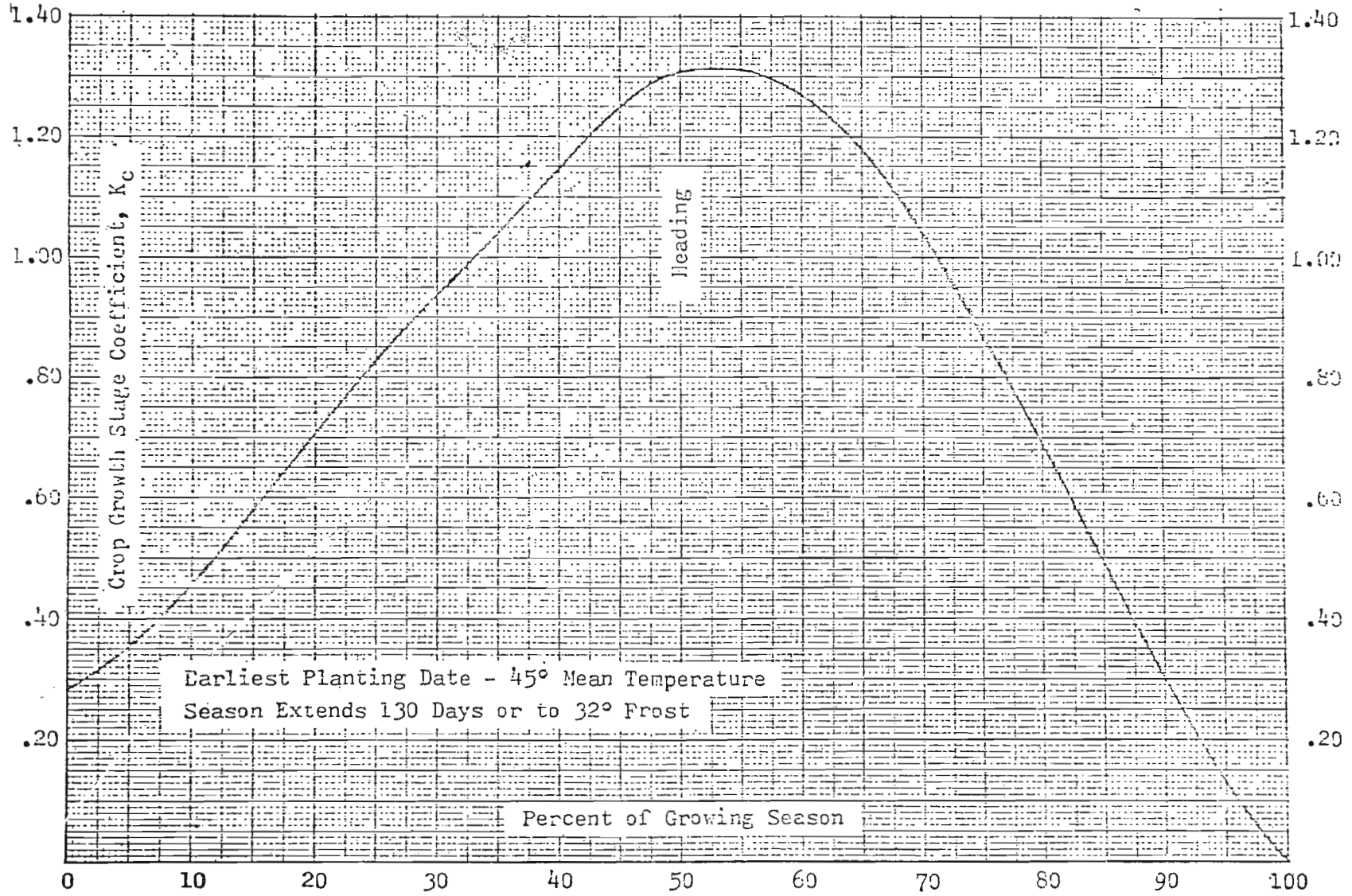
Crop growth stage coefficient curve for corn (silage)

Curve No. 11



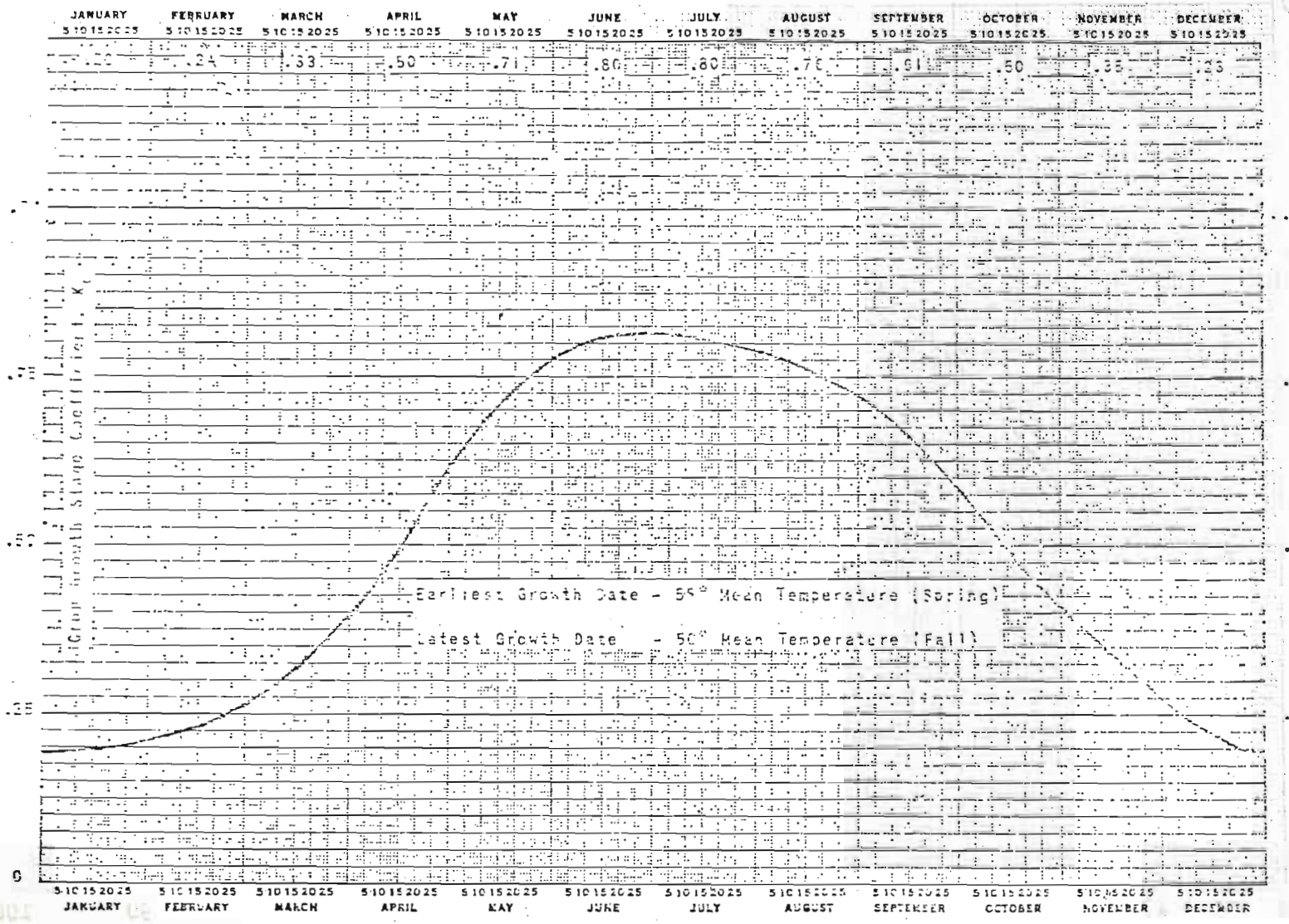
Crop growth stage coefficient curve for cotton.

Curve No. 12



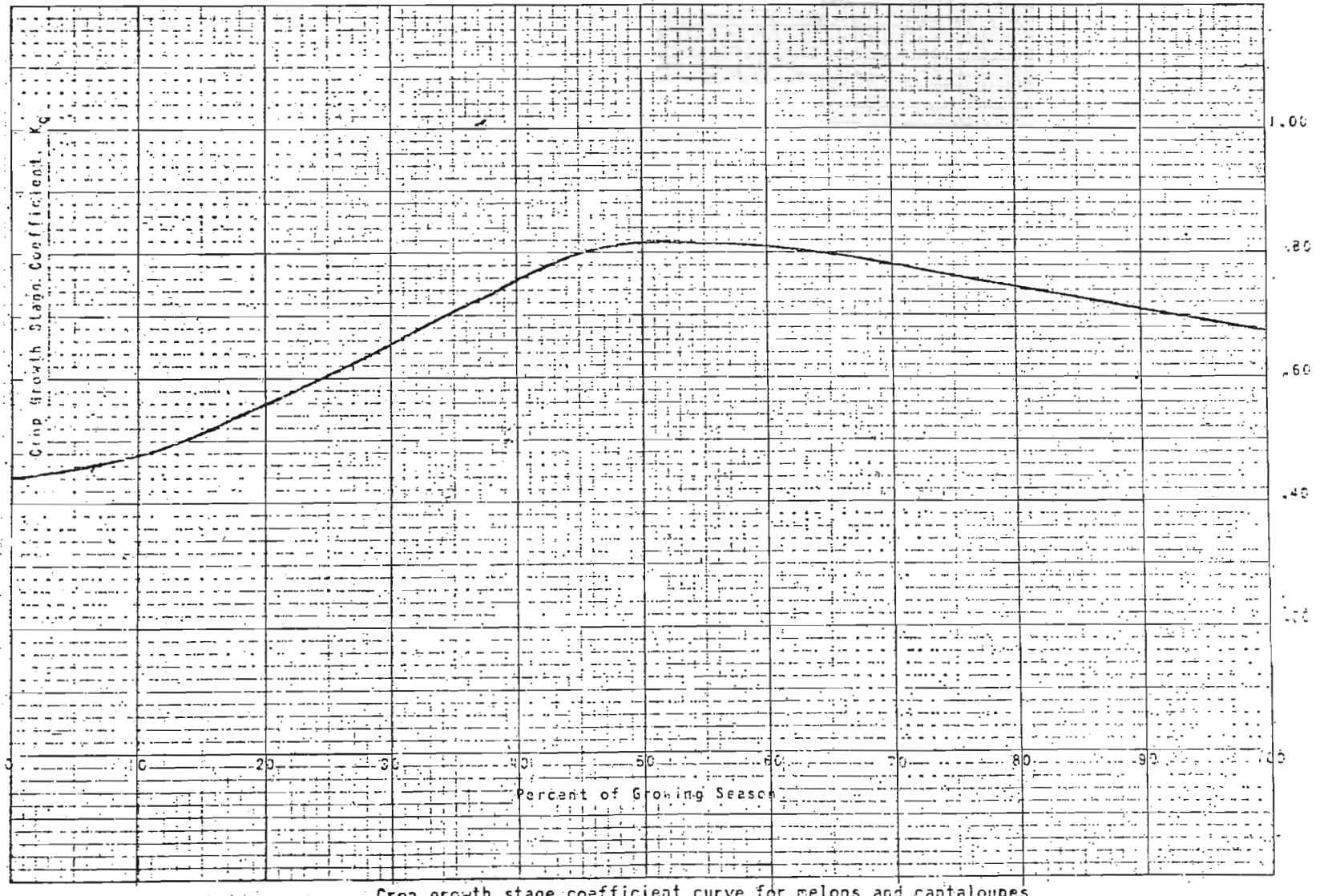
Crop growth stage coefficient curve for spring grain

Curve No. 13



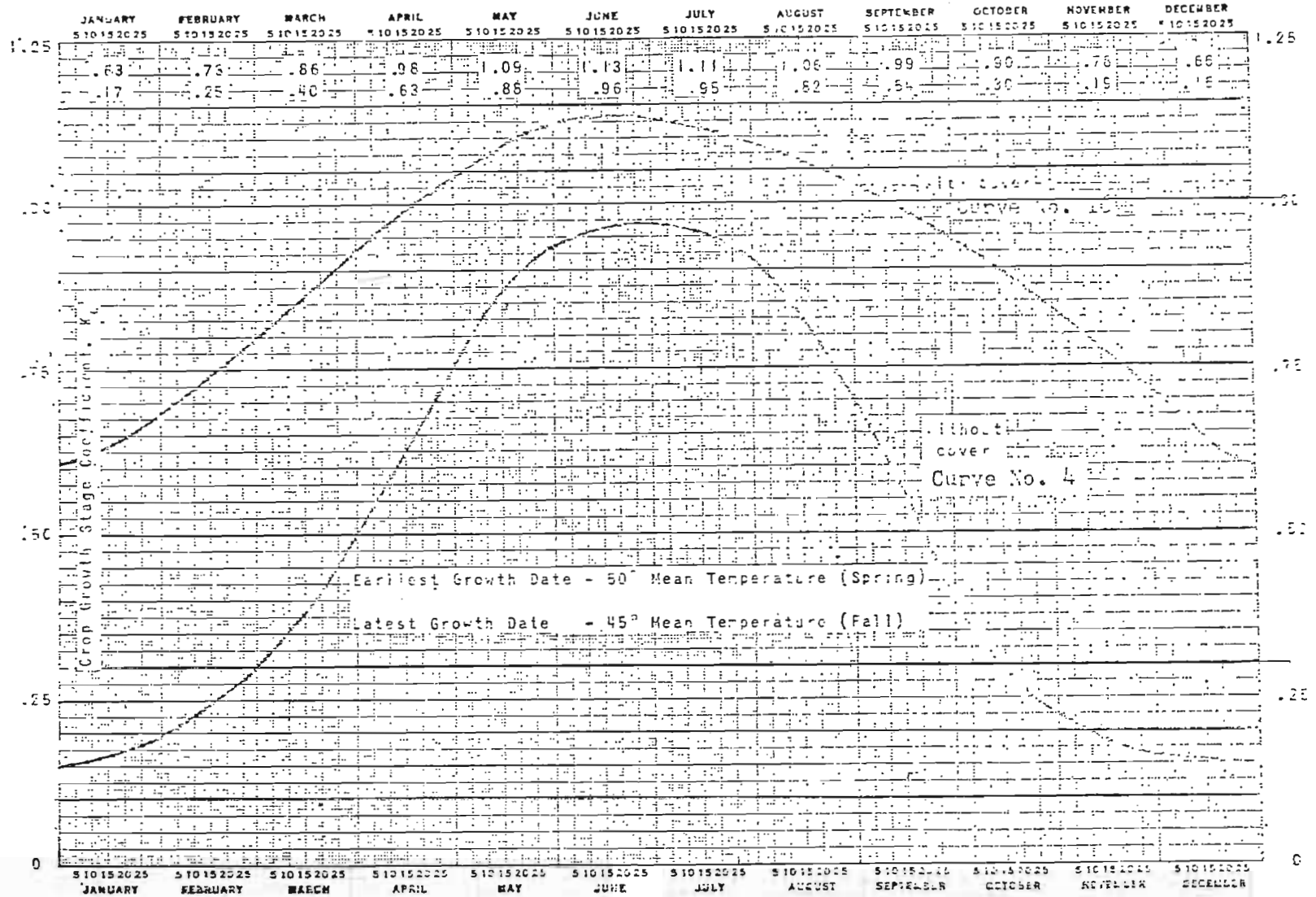
Crop growth stage coefficient curve for grapes

Curve No. 14



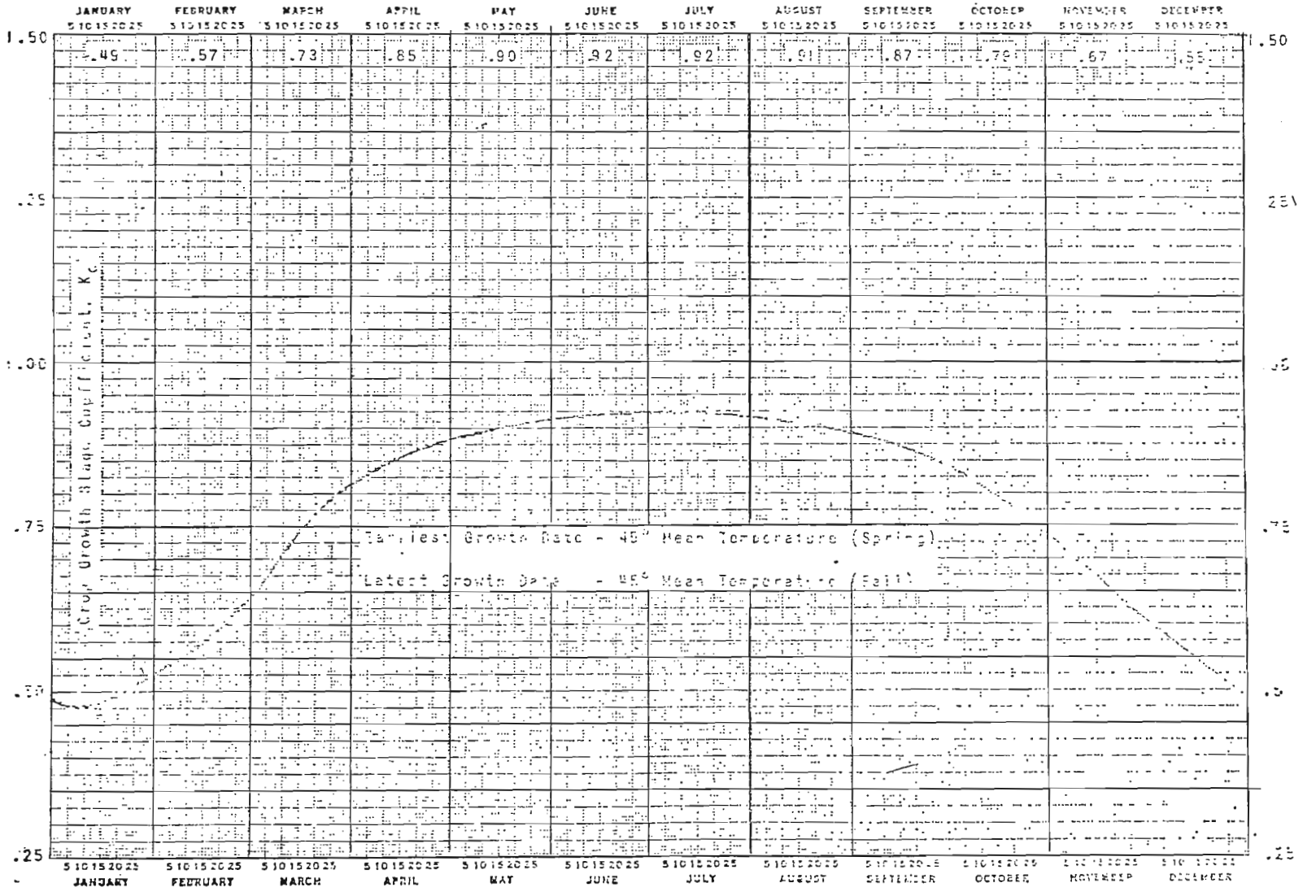
Crop growth stage coefficient curve for melons and cantaloupes

Curve No. 15



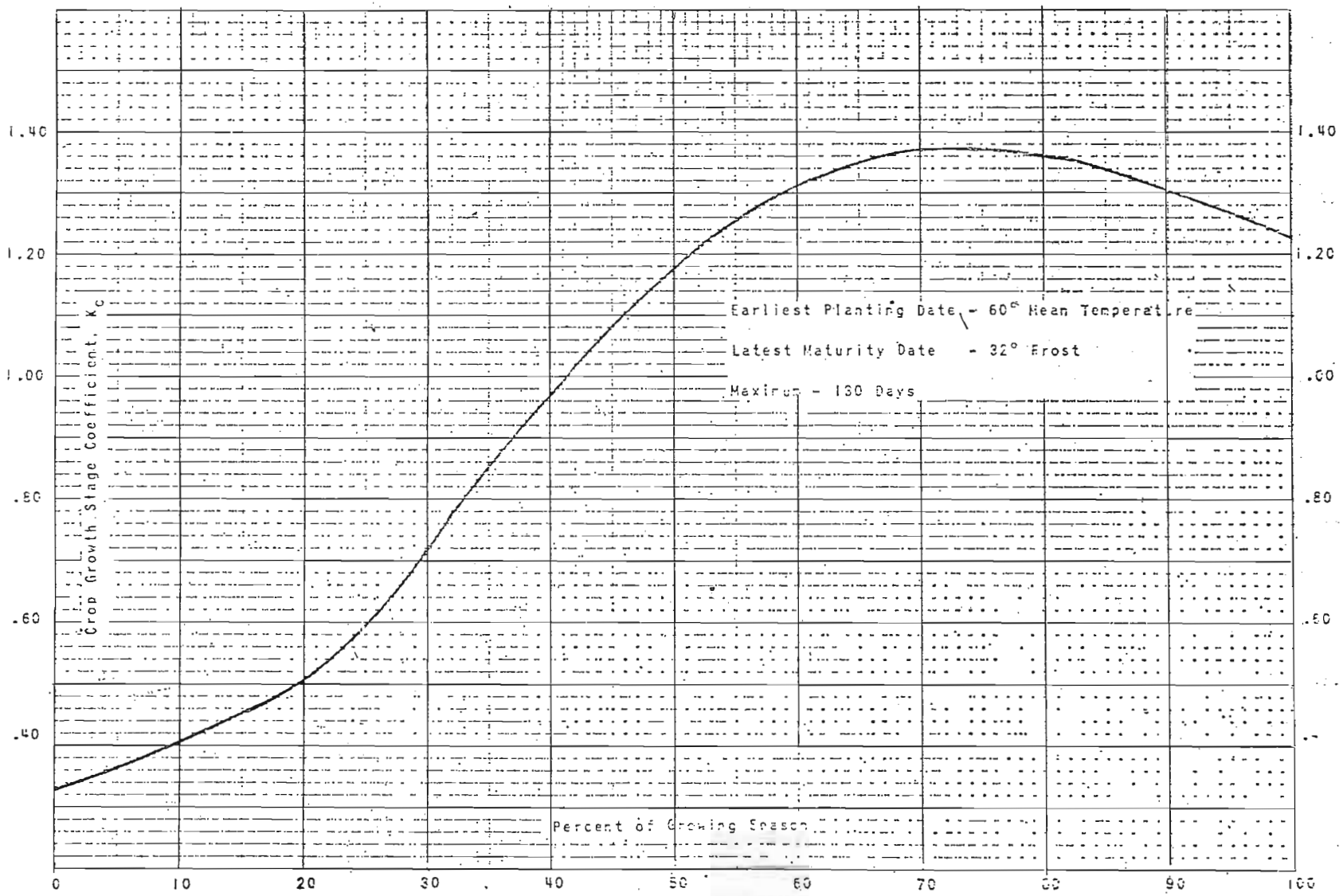
Crop growth stage coefficient curve for deciduous orchards

Curves No. 4 & No. 16



Crop growth stage coefficient curve for pasture grasses

Curve No. 17



Crop growth stage coefficient curve for Irish potatoes

Curve No. 18

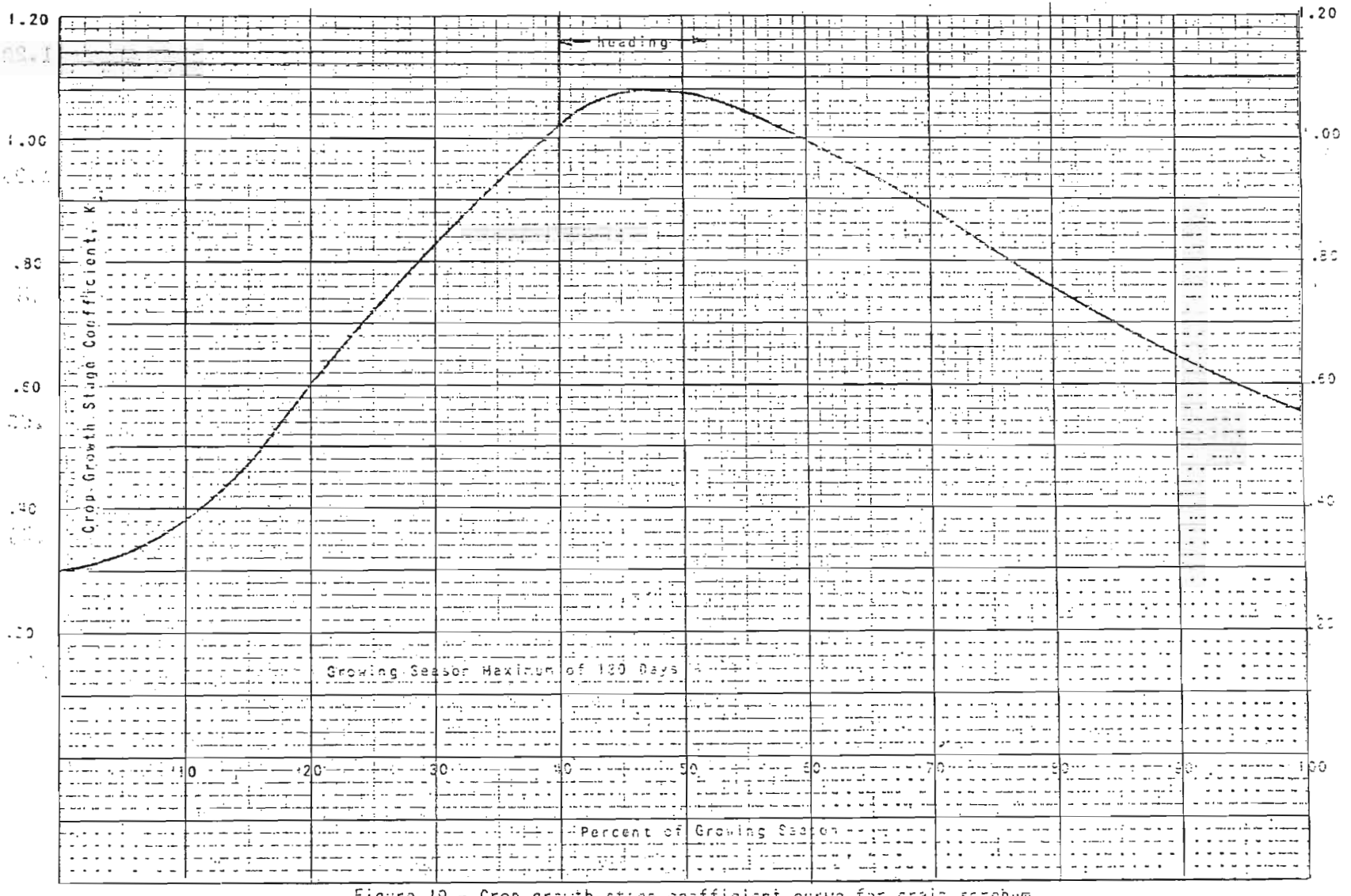
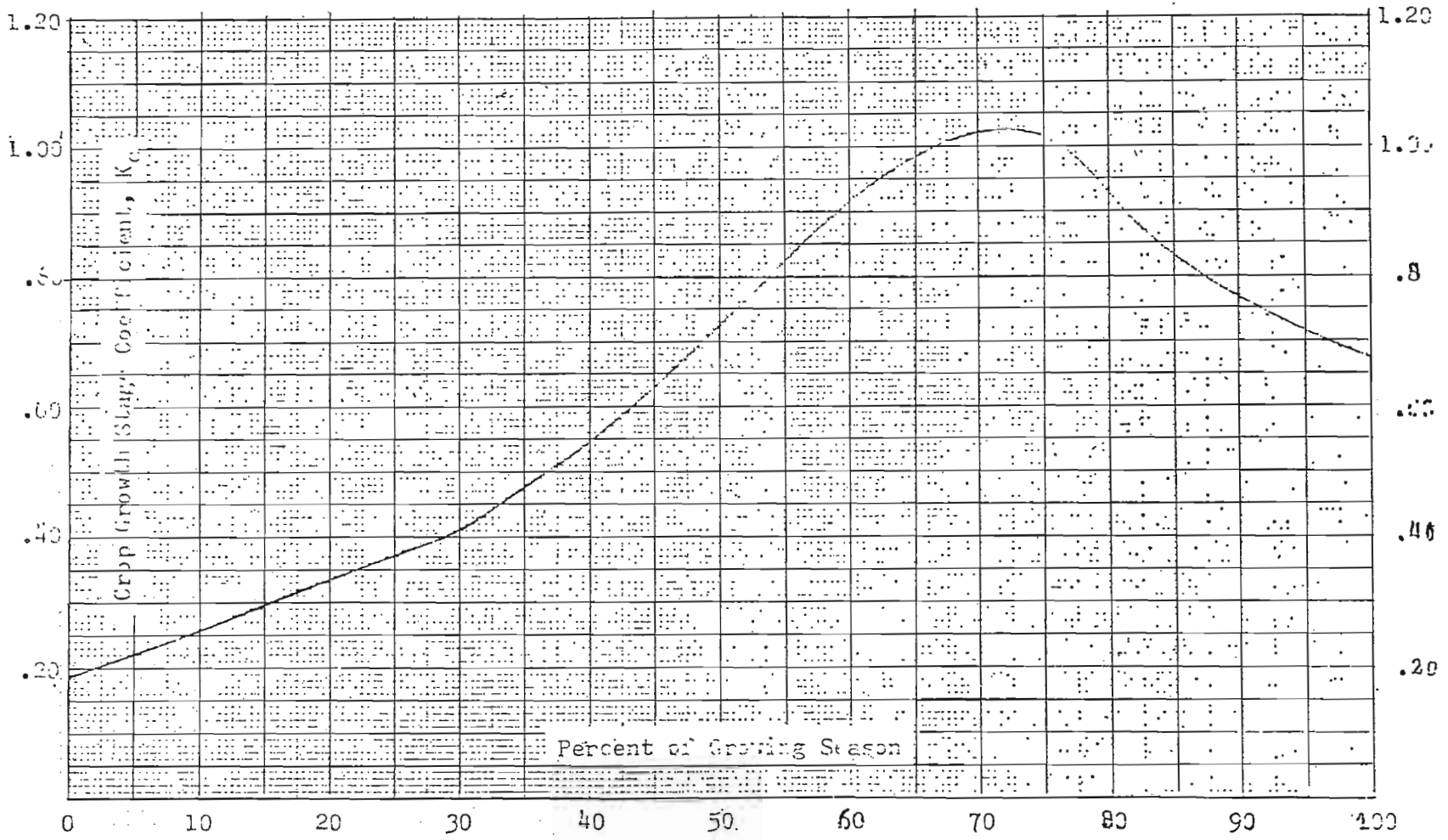


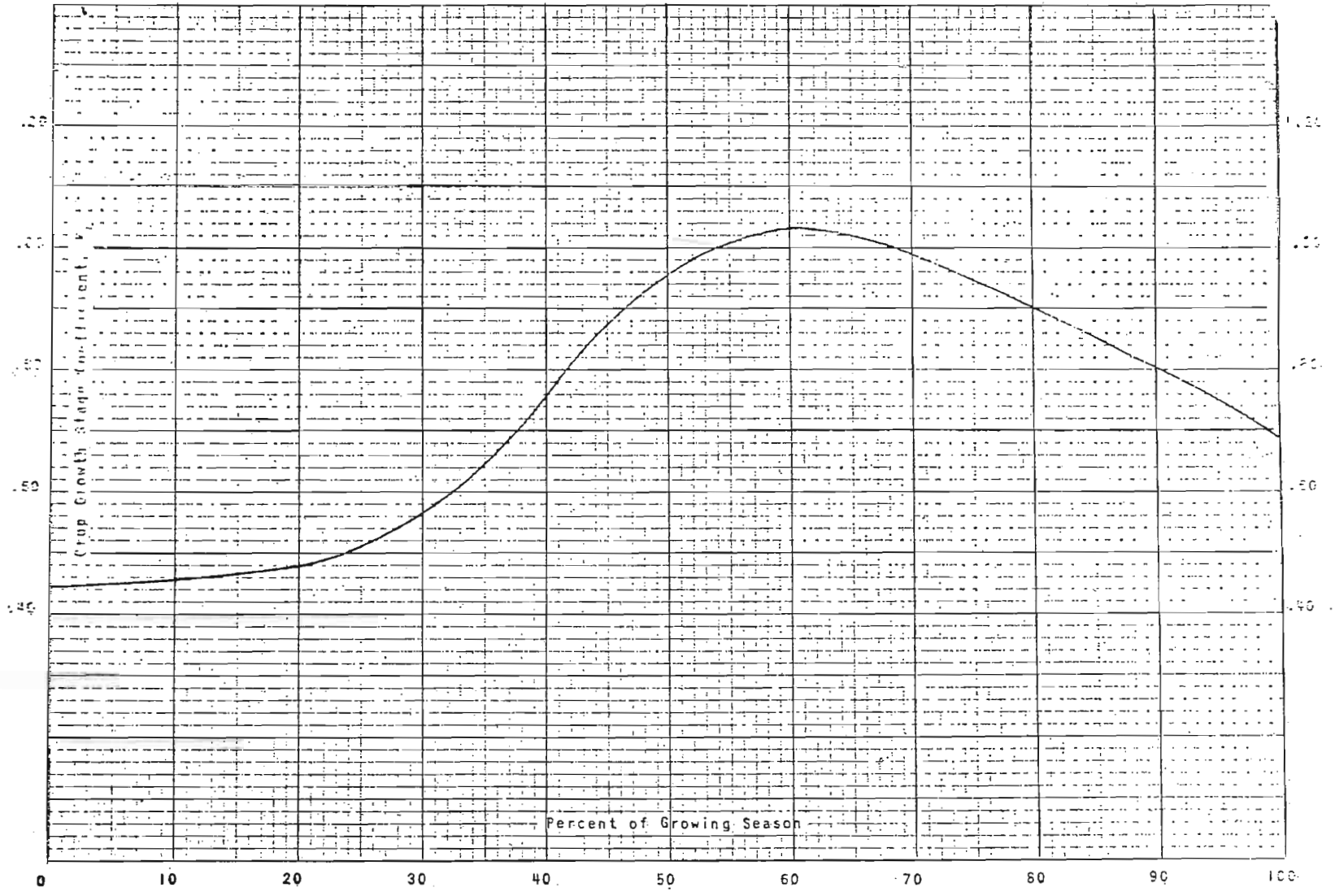
Figure 19 - Crop growth stage coefficient curve for grain sorghum

Curve No. 19



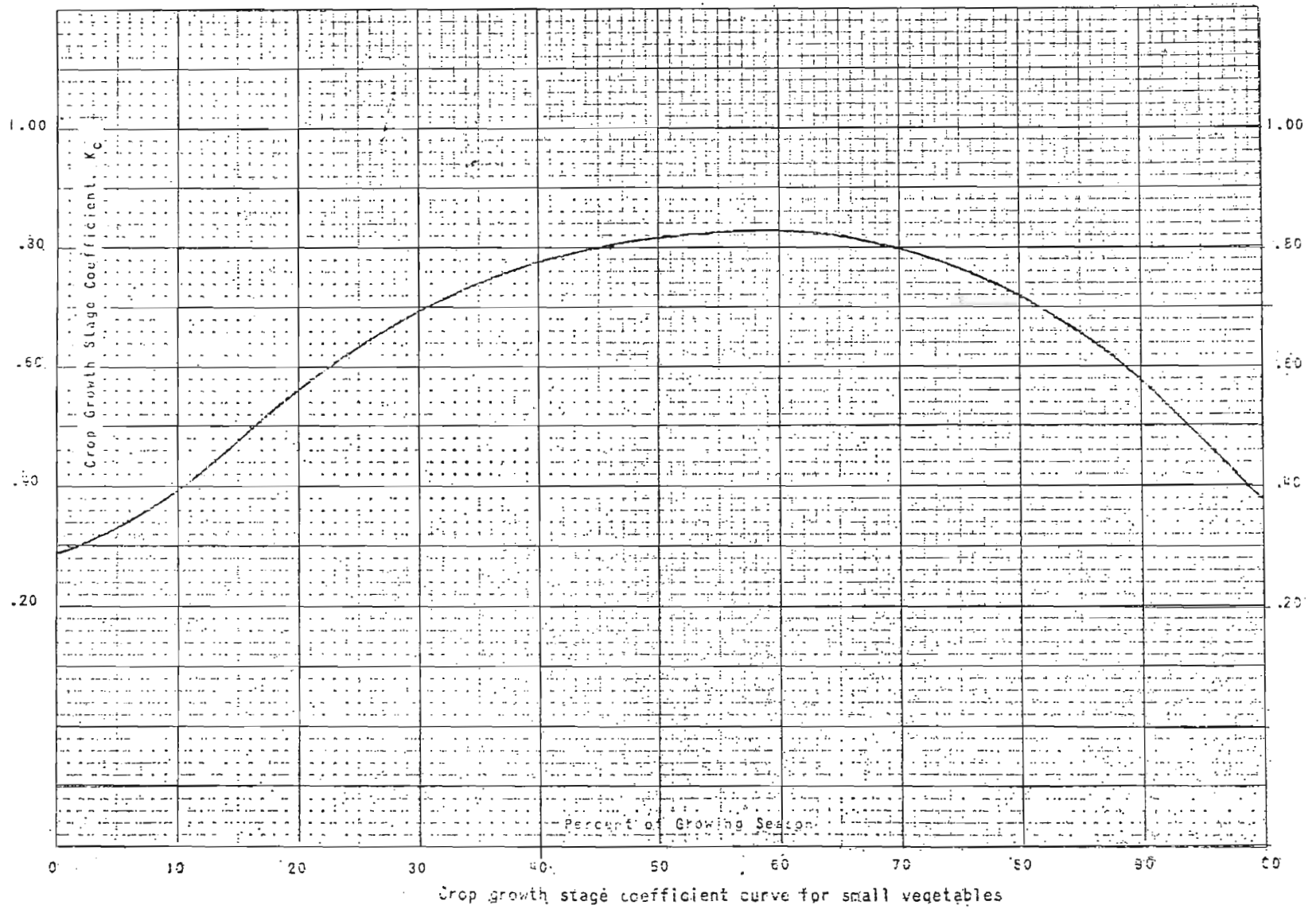
Crop growth stage coefficient curve for soybeans

Curve No. 29



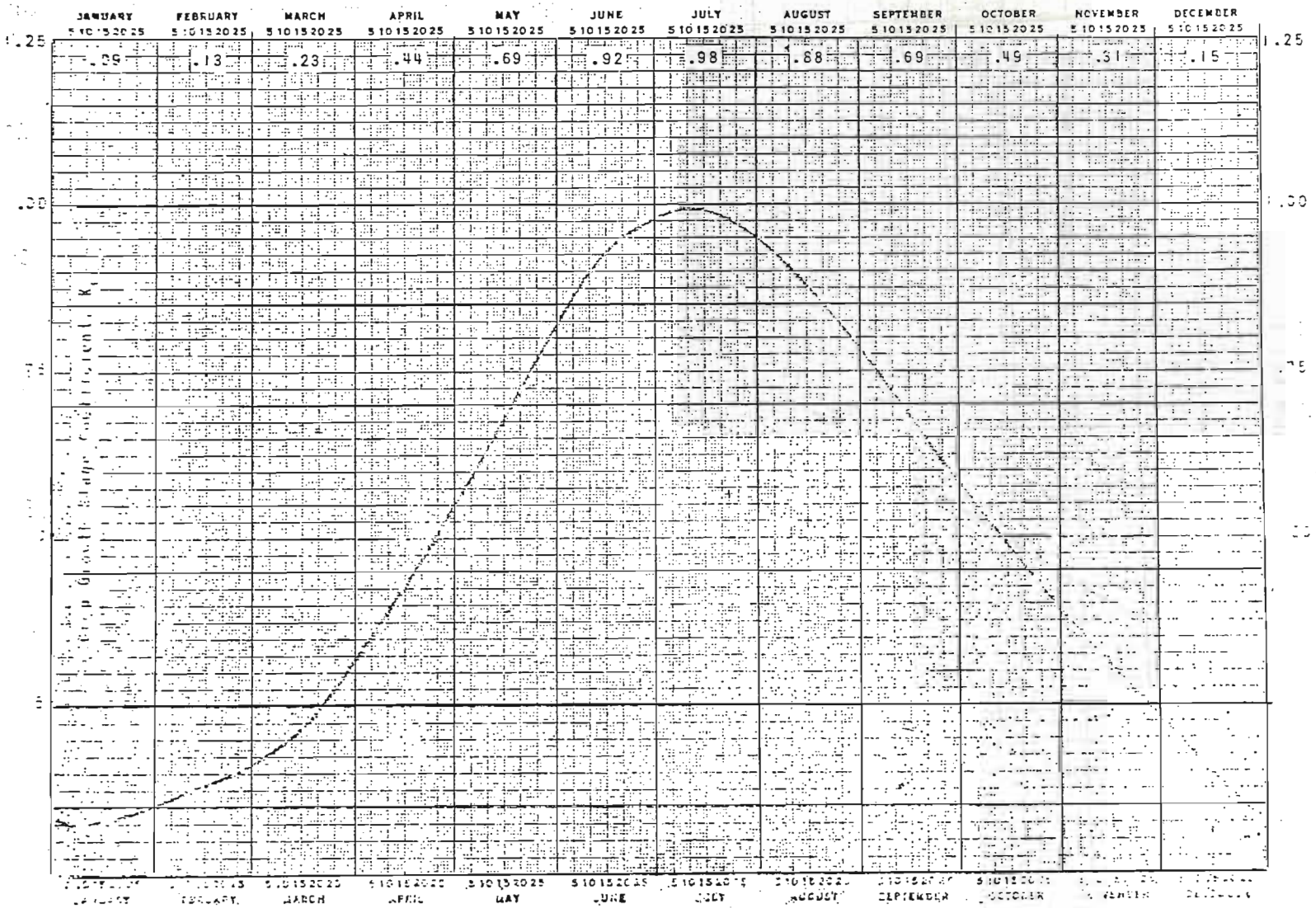
Crop growth stage coefficient curve for tomatoes

Curve No. 21



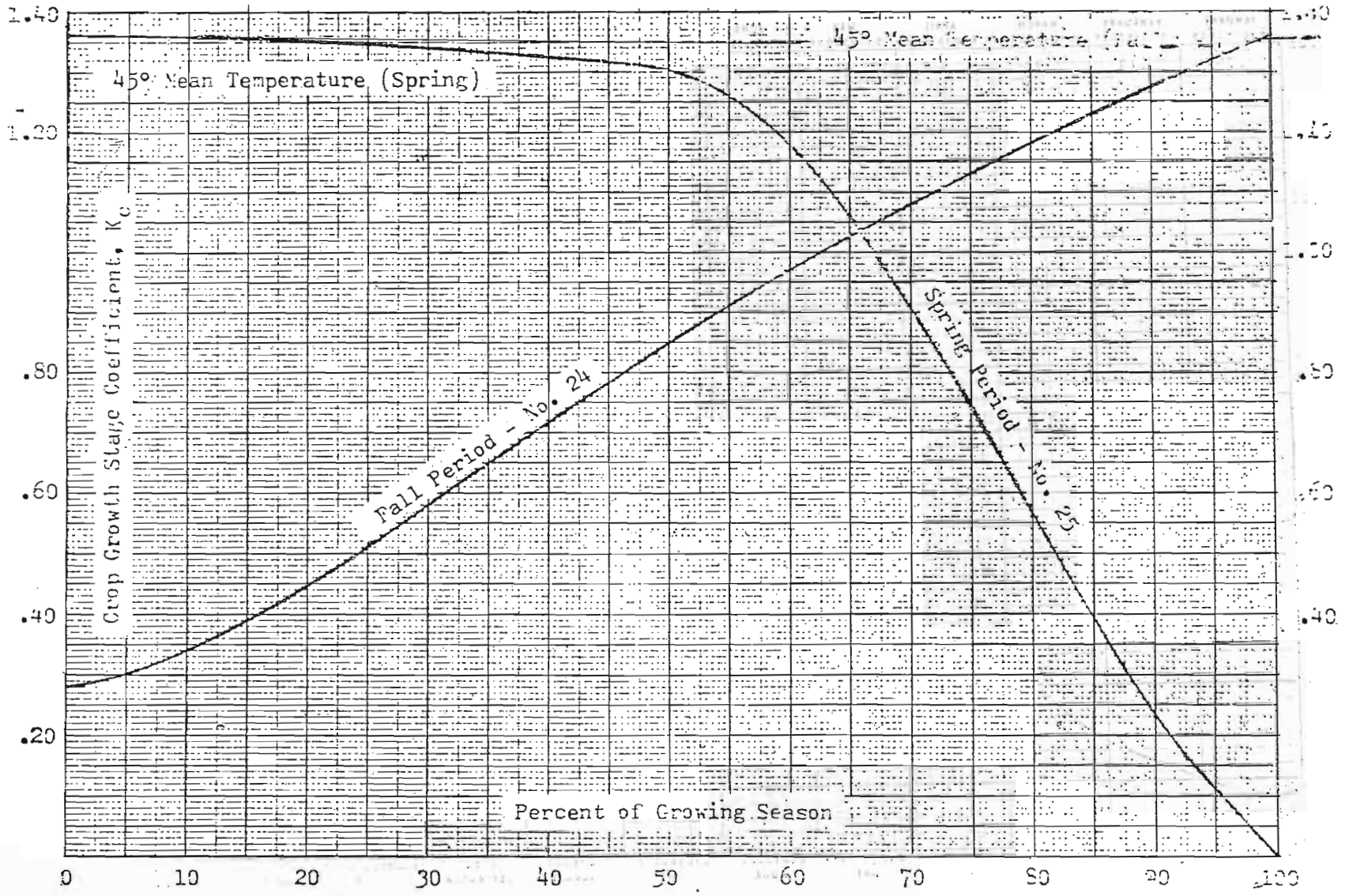
Crop growth stage coefficient curve for small vegetables

Curve No. 22



Crop growth stage coefficient curve for walnuts

Curve No. 23



Crop growth stage coefficient curves for winter wheat

Curves No. 24 and 25

Table 7.--Average ratios applicable to effective rainfall

Average Annual Rainfall (Inches)	Percent Chance of Occurrence				
	50	60	70	80	90
3	0.80	0.68	0.56	0.45	0.33
4	.84	.72	.61	.50	.38
5	.87	.76	.65	.54	.42
6	.88	.78	.68	.57	.45
7	.89	.79	.69	.60	.48
8	.90	.81	.71	.62	.51
9	.91	.82	.73	.63	.53
10	.92	.83	.75	.65	.55
12	.93	.85	.78	.69	.58
14	.94	.86	.79	.71	.61
16	.95	.88	.81	.73	.63
18	.95	.89	.82	.74	.65
20	.96	.90	.83	.75	.67
22	.96	.90	.84	.77	.69
24	.97	.91	.84	.78	.70
26	.97	.92	.85	.79	.71
28	.97	.92	.86	.80	.72
30	.97	.93	.87	.81	.73
35	.98	.93	.88	.82	.75
40	.98	.94	.89	.83	.77
45	.98	.94	.90	.84	.78
50	.98	.95	.91	.85	.79
55	.99	.95	.91	.86	.80
60	.99	.95	.91	.87	.81
70	.99	.95	.92	.88	.83
80	.99	.95	.92	.89	.85
90	.99	.96	.93	.90	.86

Table 1. Computed Seasonal "K" and Semi-monthly "k" Values for Use in the Blaney-Criddle Formula CU = KF or u = kf

Crop	Seasonal "K" Values	January		February		March		April		May		Semi-Monthly Values June		July		August		September		October		November		December	
		1-15	16-31	1-14	15-28	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31
Cash and Oil Crops																									
Castor Beans	0.84								.07	.21	.35	.58	.98	.95	.93	.86	1.08	1.44	1.56	1.23	.82	.48			
Cotton	0.79							.06	.11	.20	.34	.50	.79	1.10	1.30	1.43	1.36	1.23	1.00	.79	.47	.27			
Flax	0.78	.84	.86	.82	.85	.81	1.07	1.24	1.26	.79	.59	.38	.27									.68	.81	.87	.90
Safflower	1.21	.08	.20	.23	.44	.59	1.01	1.63	2.21	1.98	1.00	1.70	1.43	.34											
Soy Beans	0.68												.24	.38	.45	.71	.93	1.13	1.07	.86	.68				
Bermuda Lawn and Hay Crops																									
Alfalfa	1.20				.92	1.20	1.22	1.18	1.34	1.31	1.42	1.39	1.33	1.30	1.16	1.14	1.06	1.39	1.27	1.10	.87	.80	.80		
Bermuda Lawn	0.97								.66	.70	.88	1.00	1.12	1.19	1.15	1.16	1.05	.96	.82	.71					
Blue Panicum Grass	0.98							.83	1.03	1.03	1.11	1.07	1.03	1.11	1.11	1.10	1.01	.95	.89	.89	.75	.32			
Small Grain and Forage Crops																									
Barley	1.09	.25	.39	.79	.99	1.17	1.38	2.08	1.74	.99															.12
Sorghum Grain (Single crop)	0.87													.14	.74	1.29	1.67	1.34	.86	.51	.18				
Sorghum Grain (Double crop)	0.90							.03	.28	.71	1.37	1.61	1.60	.90	.71	.59	.96	1.66	1.18	.90	.67	.56	.44	.16	
Sorghum Forage (Double crop)	0.94							.02	.32	.80	1.42	1.49	1.42	1.05	.74	.59	1.15	1.79	1.39	1.10	.73	.56	.44	.10	
Wheat	0.99	.18	.25	.32	.40	.55	1.28	1.70	1.94	1.22	.51														
Fruits																									
Grapefruit	0.66	.45	.55	.48	.47	.47	.50	.49	.52	.55	.62	.67	.70	.76	.71	.80	.75	.79	.76	.83	.69	.72	.58	.63	.61
Grapes	0.70						.35	.33	.56	.78	1.06	.73	.77	.79											
Oranges	0.53	.34	.44	.43	.52	.39	.43	.42	.49	.47	.47	.55	.56	.58	.57	.66	.59	.63	.65	.69	.55	.59	.58	.46	.34
Vegetables																									
Broccoli	0.77	.95	1.09	1.08														.12	.27	.62	.85	1.29	1.09	1.08	.91
Cabbage (early)	0.72	.89	.80															.07	.23	.56	1.02	1.33	1.15	1.05	.94
Cabbage (late)	0.82	1.07	.95	.86	.89	.65												.12	.41	.81	1.02	1.29	1.21	1.14	1.04
Cantaloupe	0.74							.06	.20	.27	.78	1.32	1.34	.81											
Carrots	0.63	.89	.75	.66	.69	.40													.05	.25	.53	1.19	1.06	.94	.86
Cauliflower	0.78	1.07	.85															.11	.30	.51	.82	1.29	1.36	1.41	1.14
Lettuce	0.50																		.07	.27	.43	.59	.75	.98	.90
Onions (dry)	0.80	.30	.38	.46	.67	.95	1.50	1.66	1.81	.85												.02	.05	.11	.20
Onions (green)	0.88	.99	.85																.26	.38	1.06	1.38	1.28	1.17	1.03
Potatoes	1.01				.03	.09	.34	.93	1.65	1.78	1.53	.85													
Sweet Corn	0.98						.07	.26	.62	1.19	1.82	1.49													
Green Manure Crops																									
Guar	0.78													.38	.81	1.00	.93								
Papago Peas	1.01		.21	.47	.62	.91	1.29	1.54	1.42	1.08								.83	.81	.87	.64				
Sesbania	0.82														.11	.72	1.28	1.26							

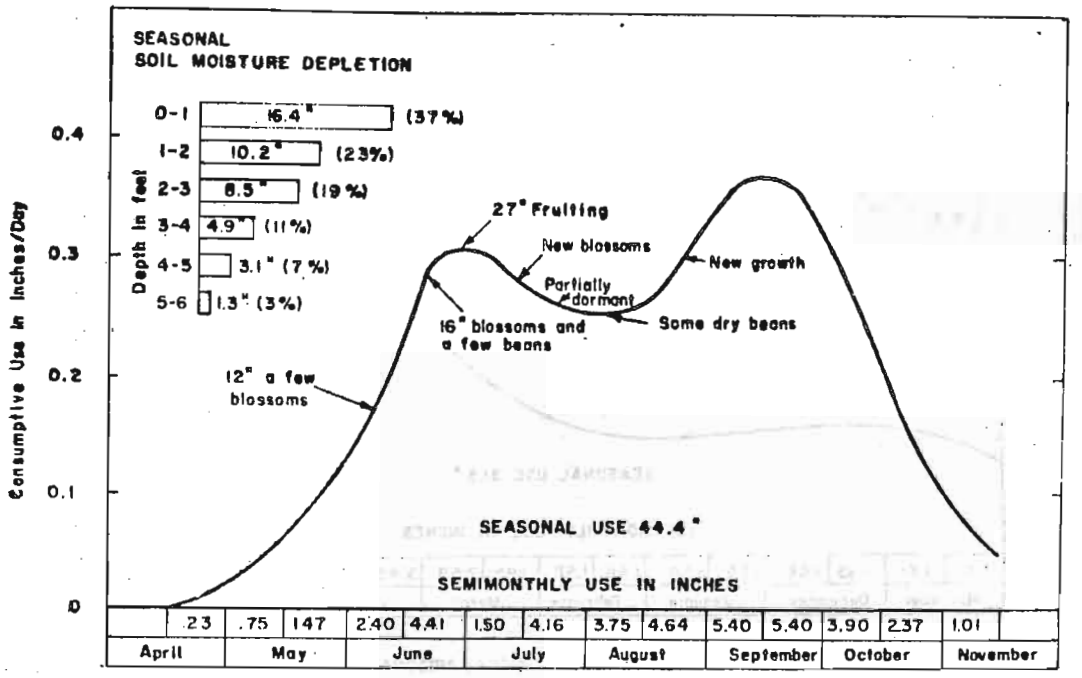


FIGURE L MEAN CONSUMPTIVE USE FOR CASTOR BEANS AT MESA, ARIZONA. 1958

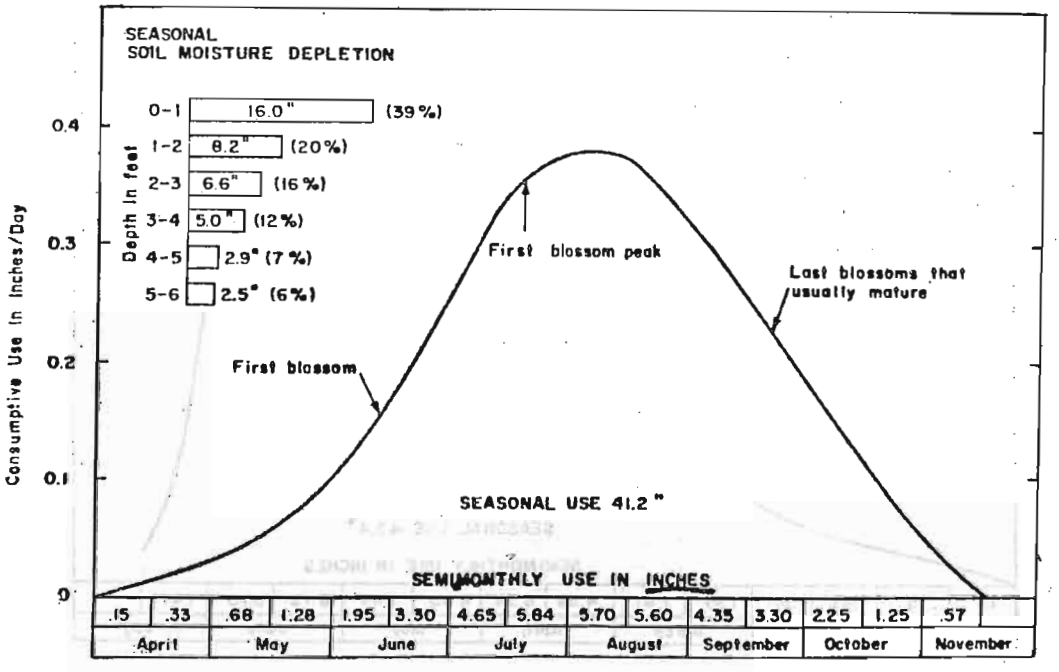


FIGURE 2. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR COTTON AT MESA AND TEMPE, ARIZONA. 1954-1962, INCL.

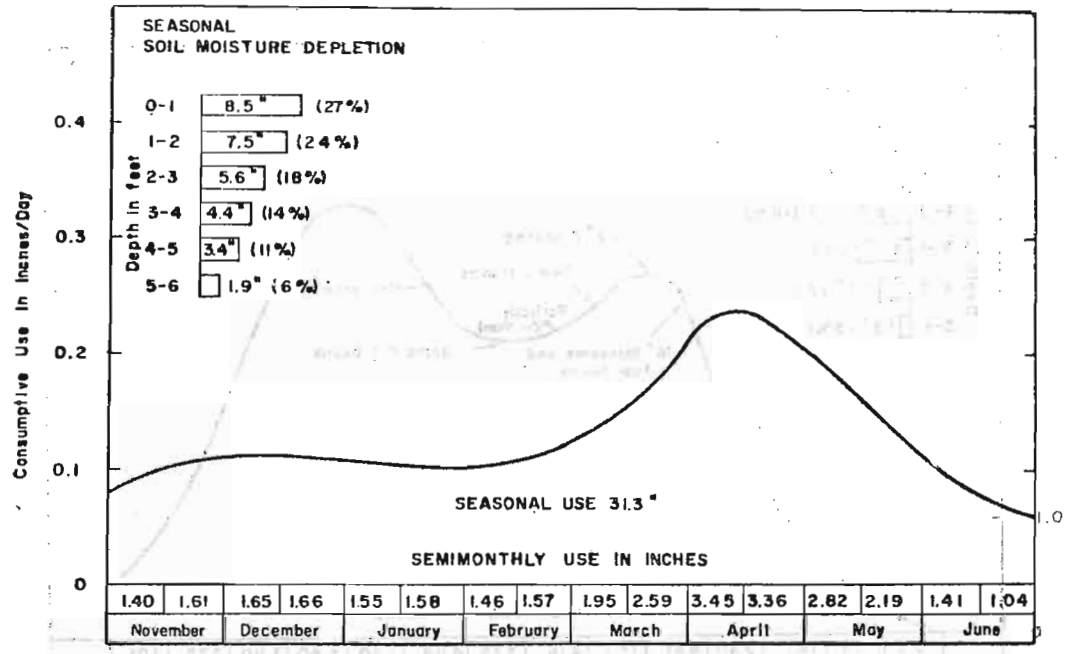


FIGURE 3. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR FLAX AT MESA, ARIZONA. 1943-1944

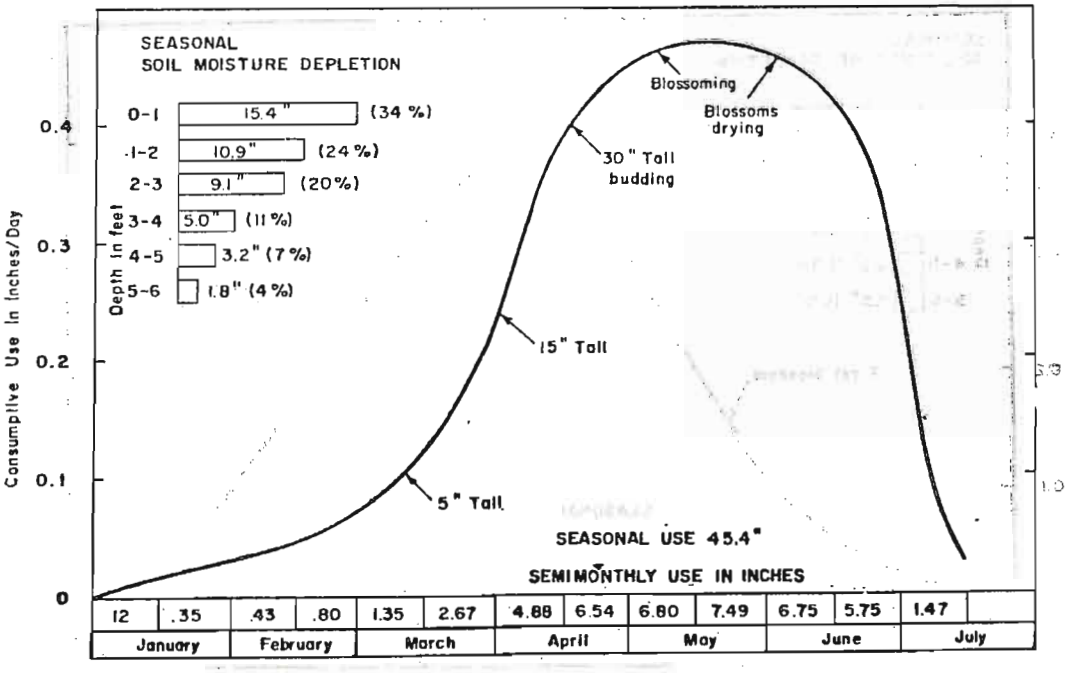


FIGURE 4. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR SAFFLOWER AT MESA, ARIZONA. 1958-1959-1960-1963-1964

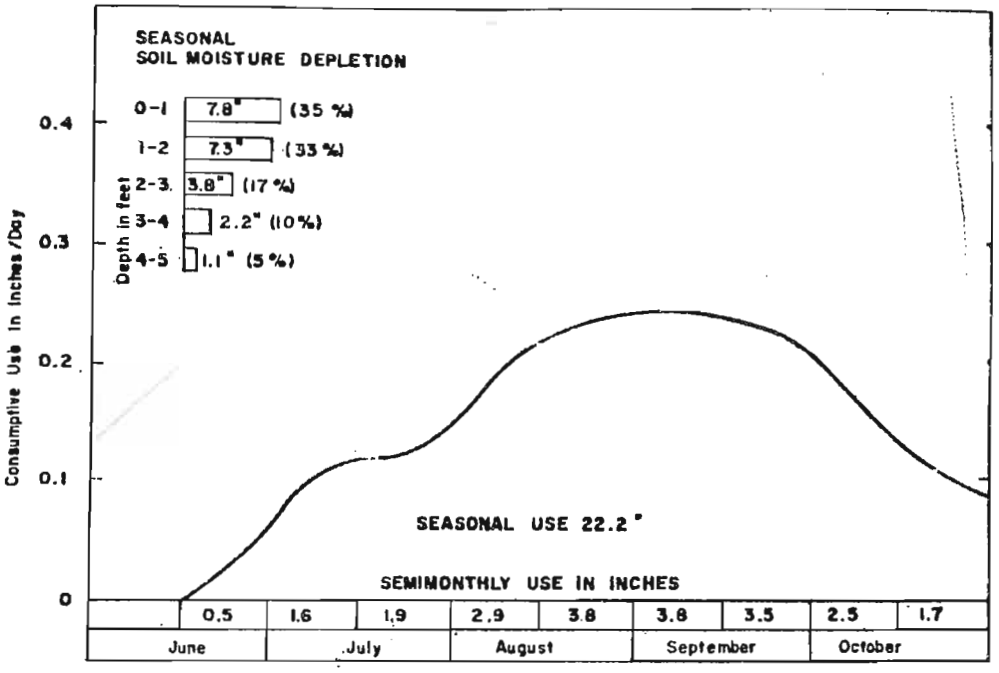


FIGURE 5. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR SOYBEANS AT MESA, ARIZONA. 1944

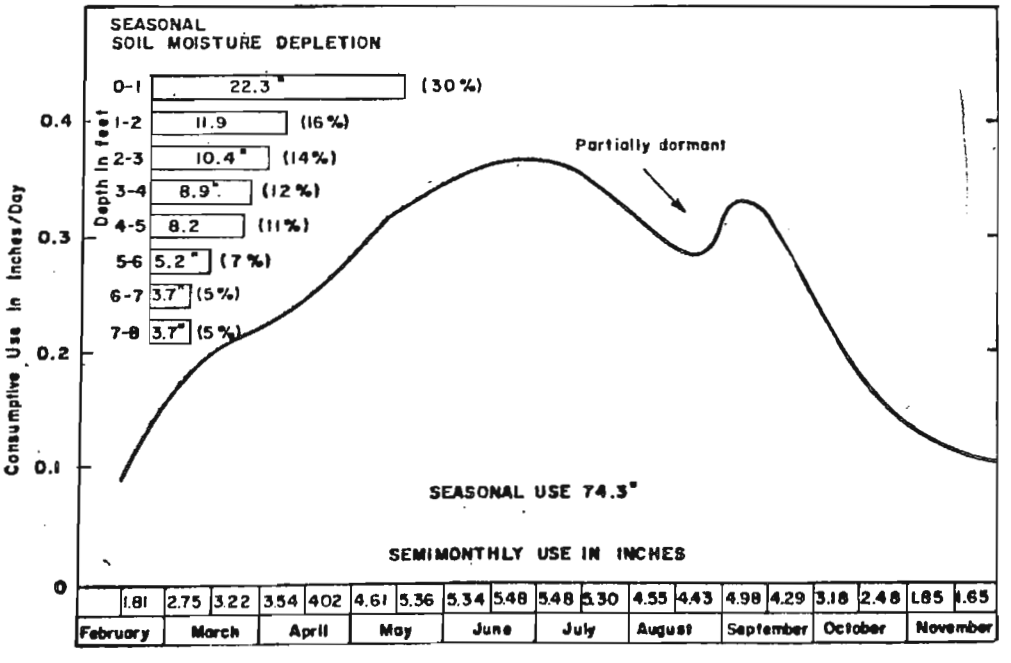


FIGURE 6. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR ALFALFA AT MESA AND TEMPE, ARIZONA. 1946-1950-1962-1963

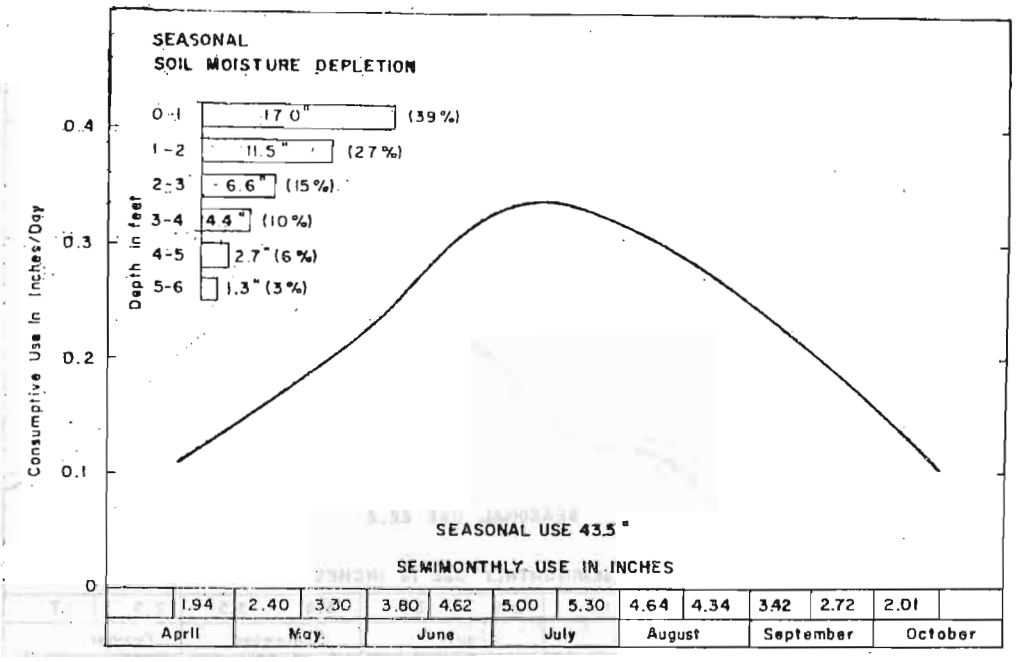


FIGURE 7. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR BERMUDA LAWN AT MESA AND TEMPE, ARIZONA 1959-1960-1962-1963-1964.

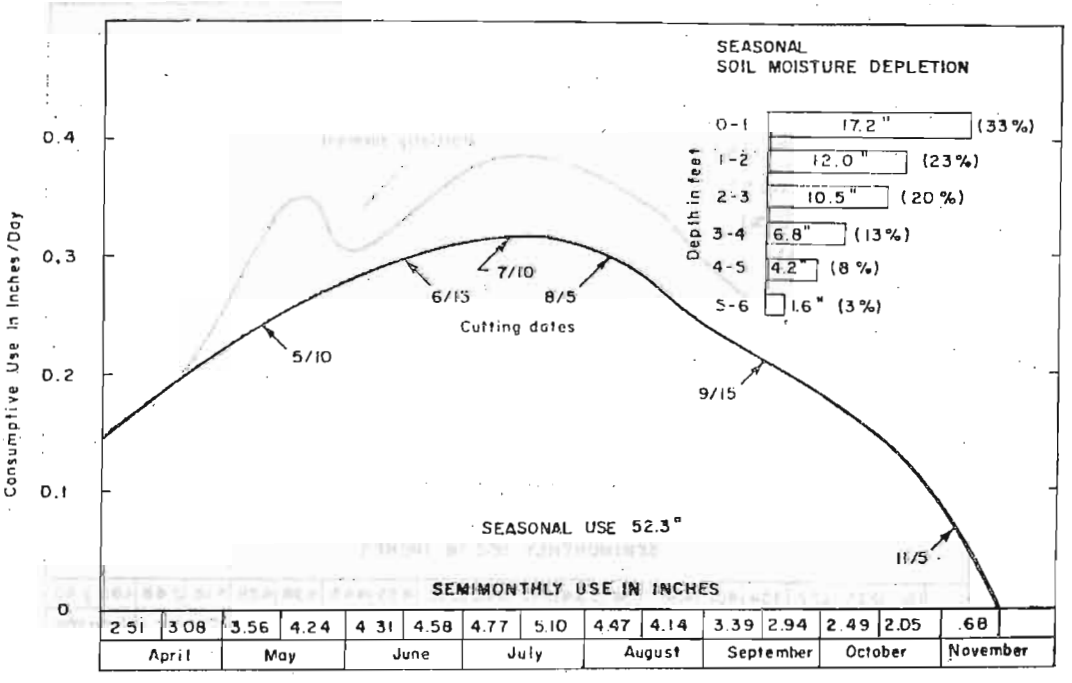


FIGURE 8. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR BLUE PANIC GRASS AT MESA, ARIZONA 1960-1961

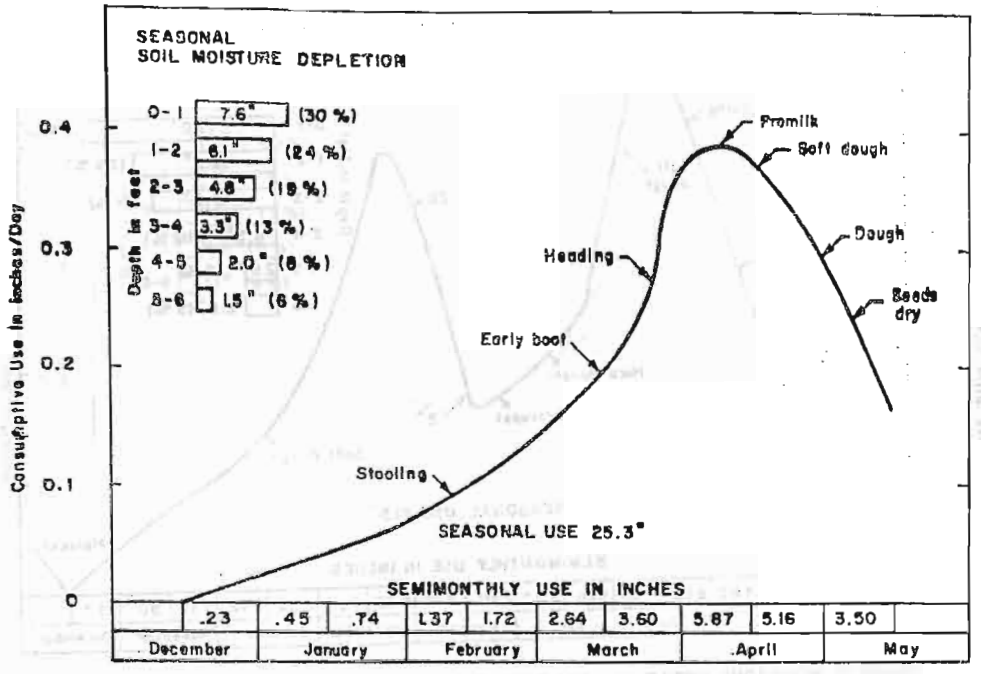


FIGURE 9. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR BARLEY AT MESA, ARIZONA. 1952-1953-1956

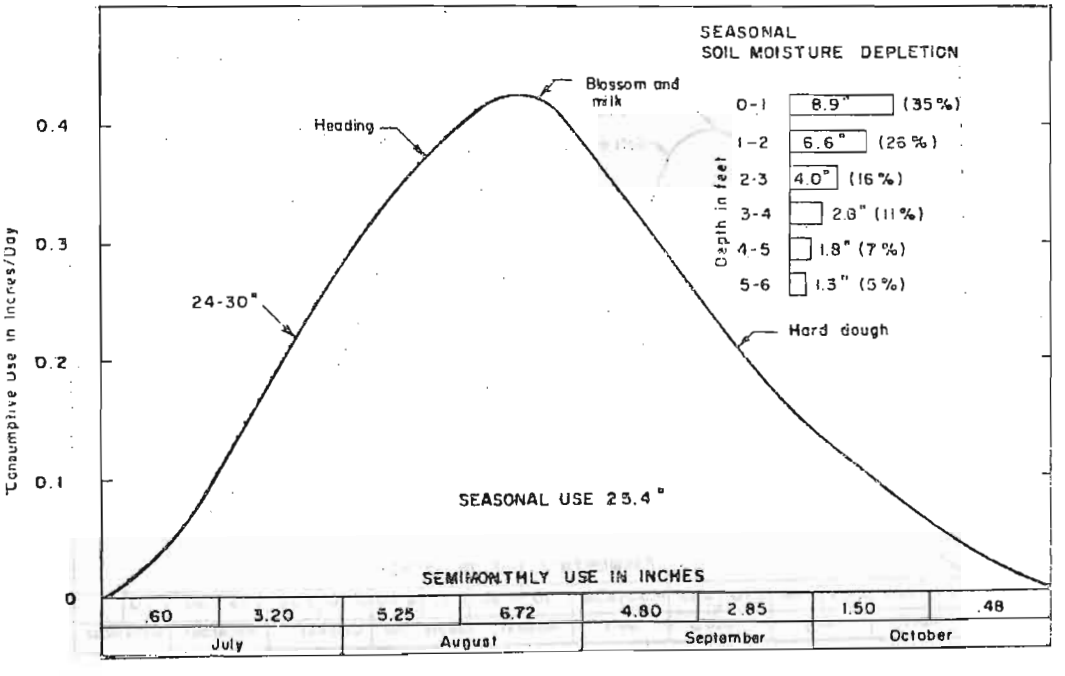


FIGURE 10. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR GRAIN SORGHUM AT MESA, ARIZONA. 1955-1956-1957-1958-1960

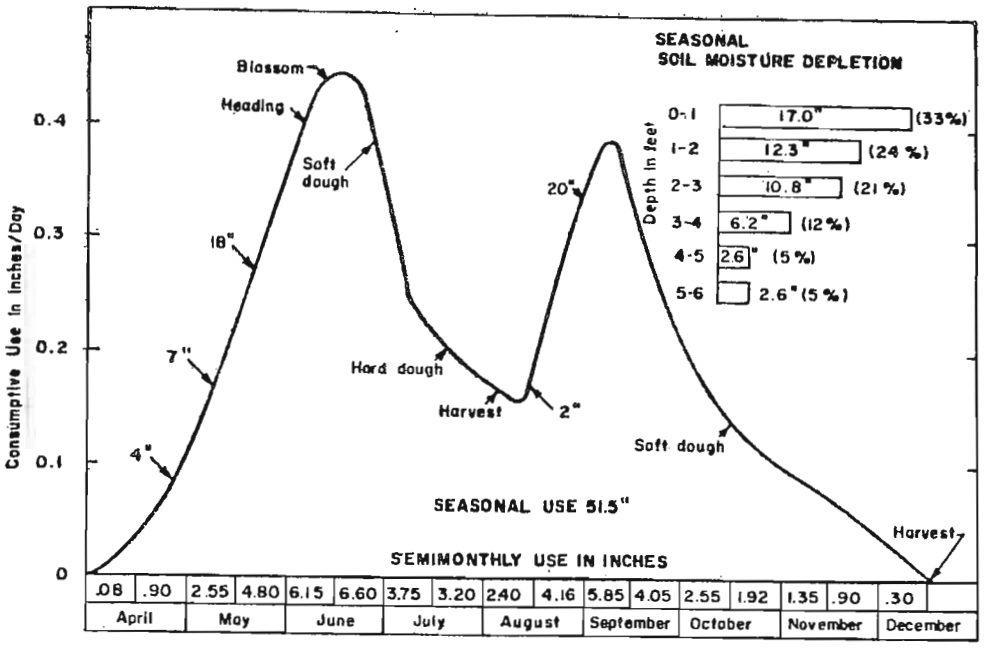


FIGURE 11. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR DOUBLE-CROPPED GRAIN SORGHUM AT MESA, ARIZONA 1962.

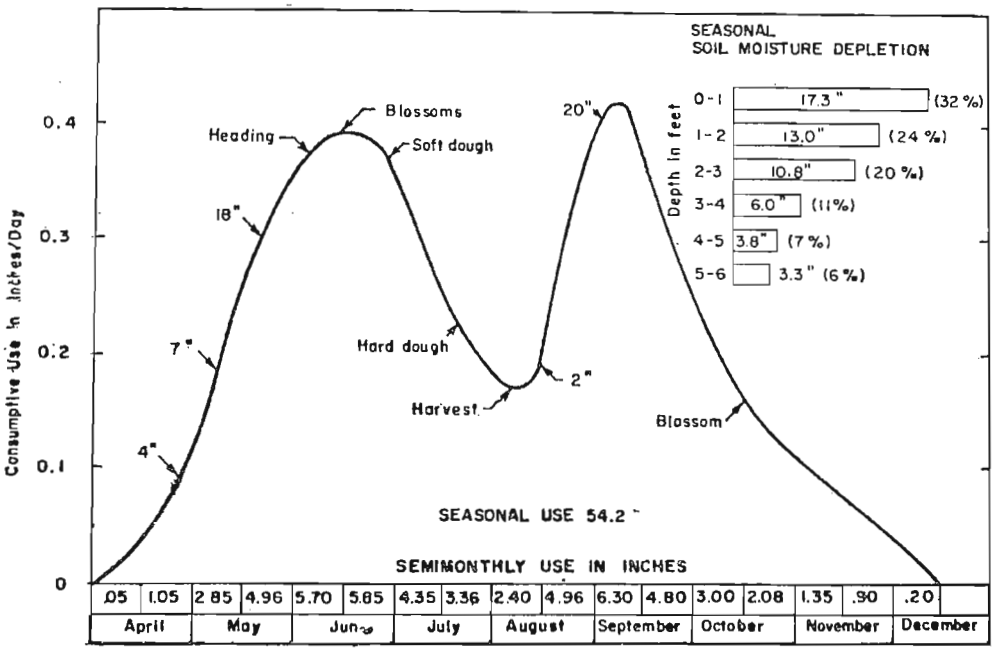


FIGURE 12. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR DOUBLE-CROPPED FORAGE SORGHUM AT MESA, ARIZONA. 1962.

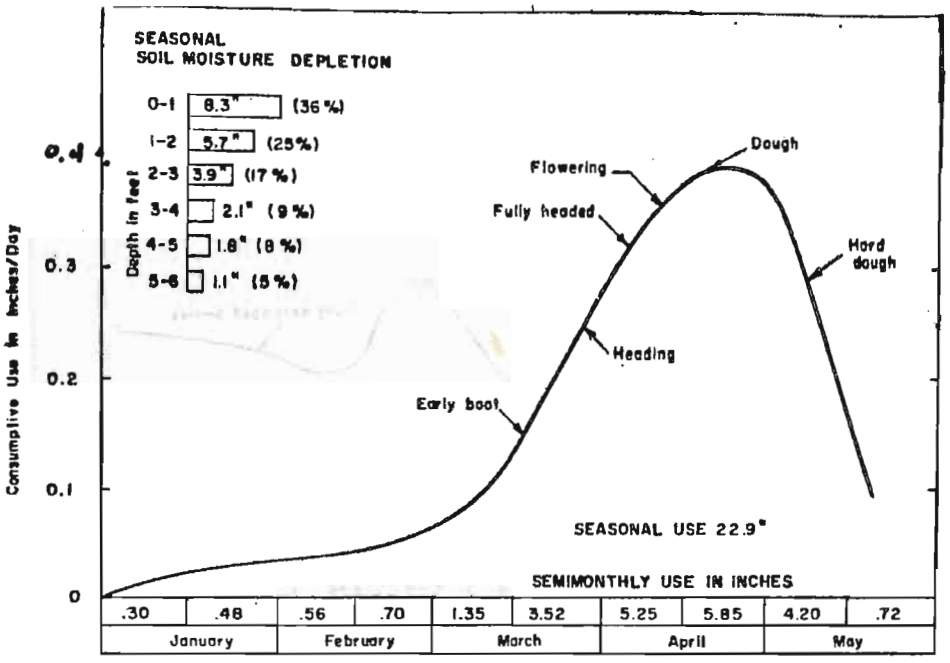


FIGURE 13. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR WHEAT AT MESA, ARIZONA. 1959-1960

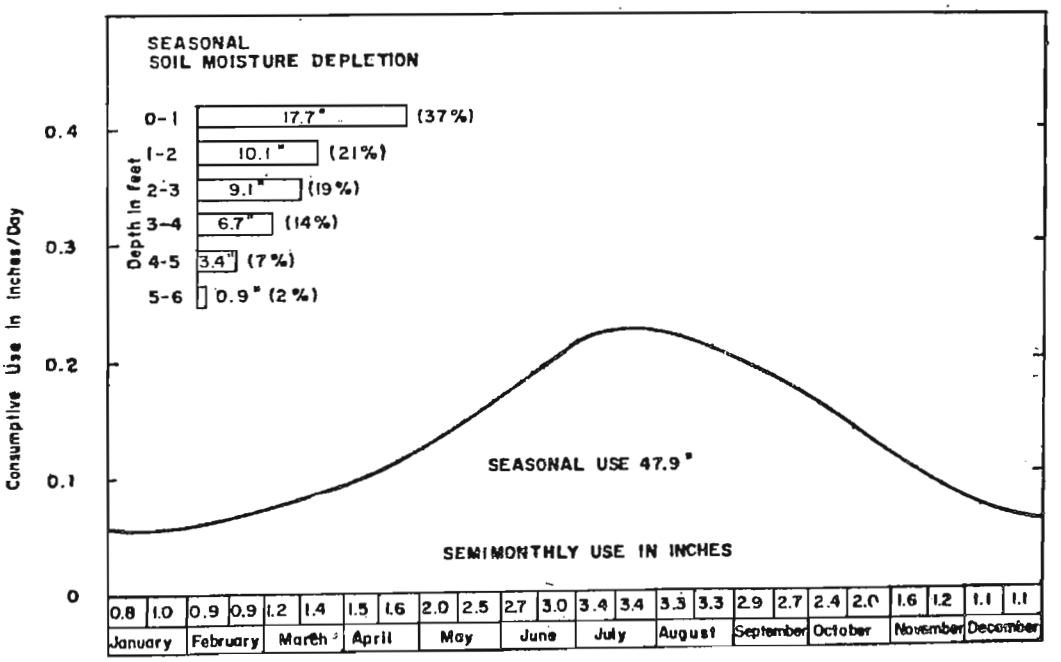


FIGURE 14. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR GRAPEFRUIT AT PHOENIX, ARIZONA. 1931-1934, INCL.

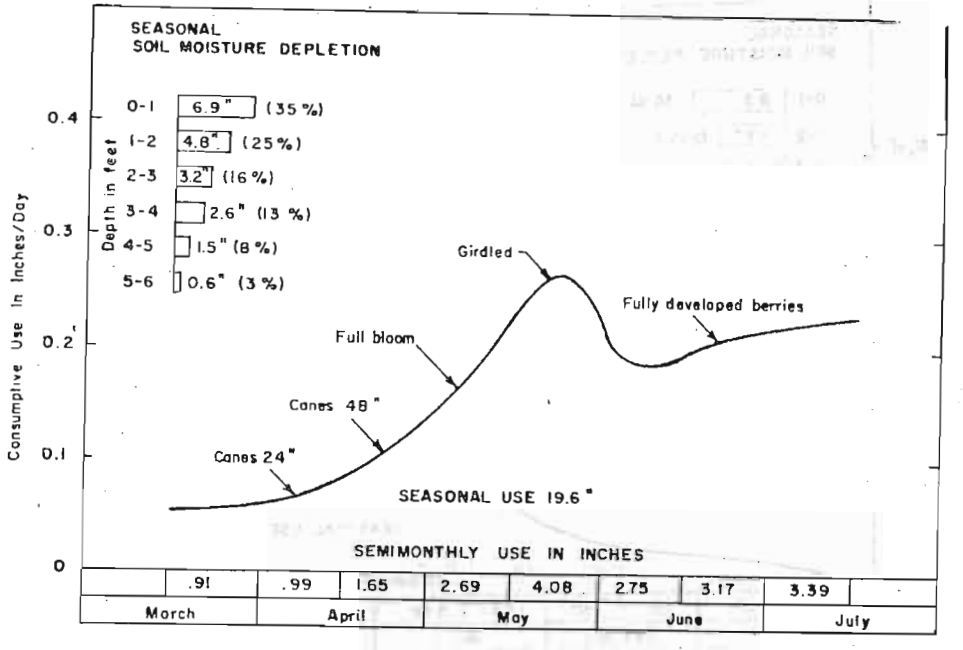


FIGURE 15. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR GRAPES AT MESA AND LITCHFIELD PARK, ARIZONA. 1961-1964, INCL.

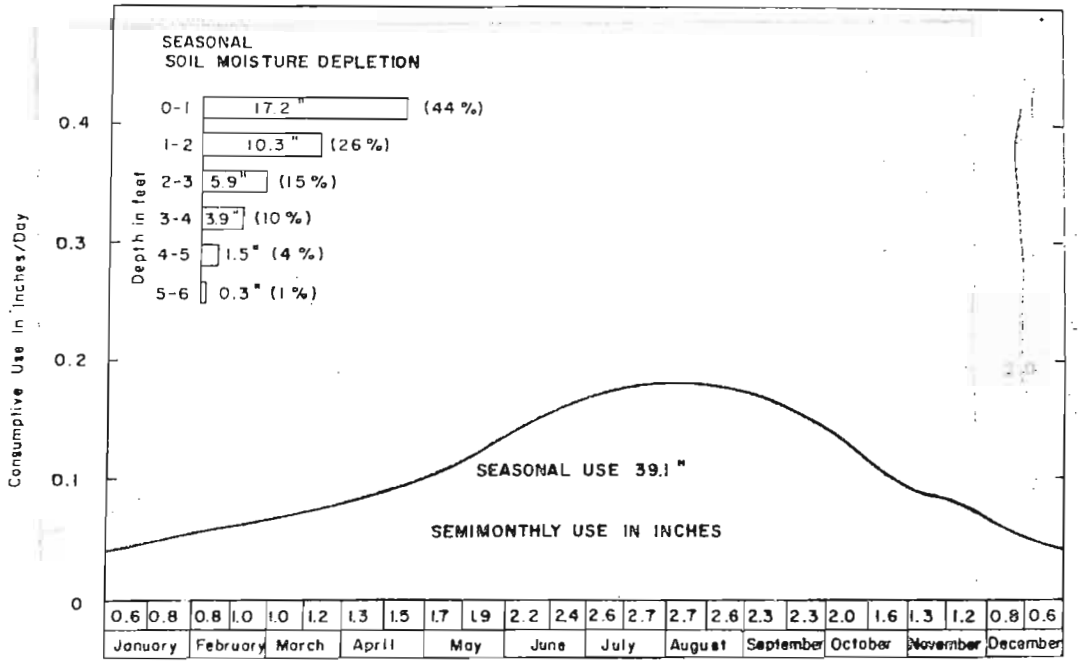


FIGURE 16 MEAN CONSUMPTIVE USE FOR NAVEL ORANGES AT PHOENIX, ARIZONA, 1931-1934, INCL.

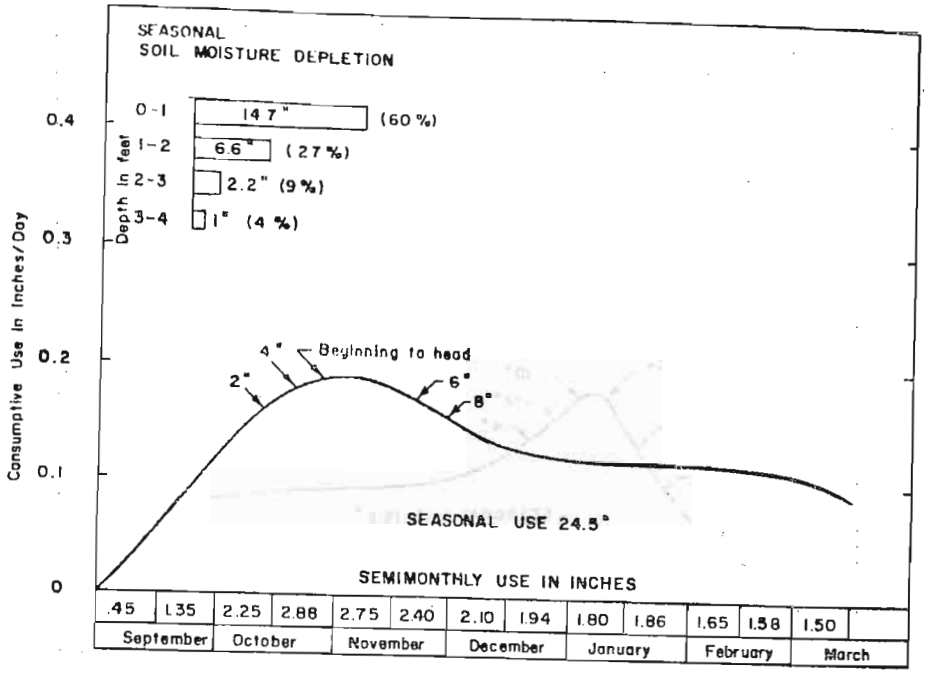


FIGURE 19. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR LATE CABBAGE AT MESA, ARIZONA. 1960-1962, INCL.

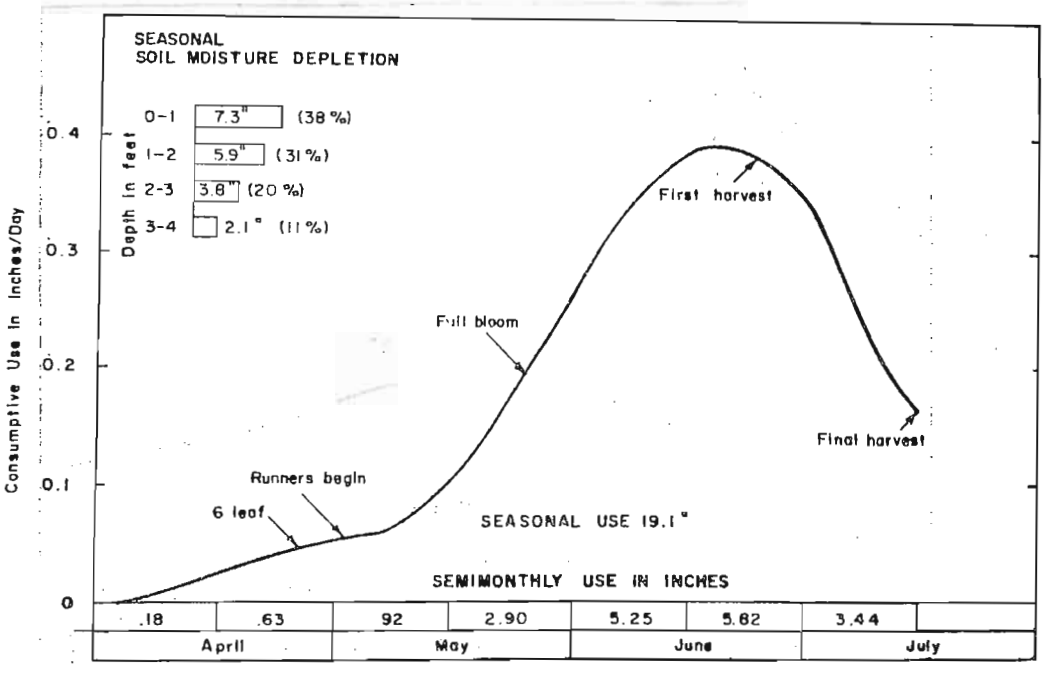


FIGURE 20. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR CANTALOUPES AT MESA, ARIZONA. 1959-1962, INCL.

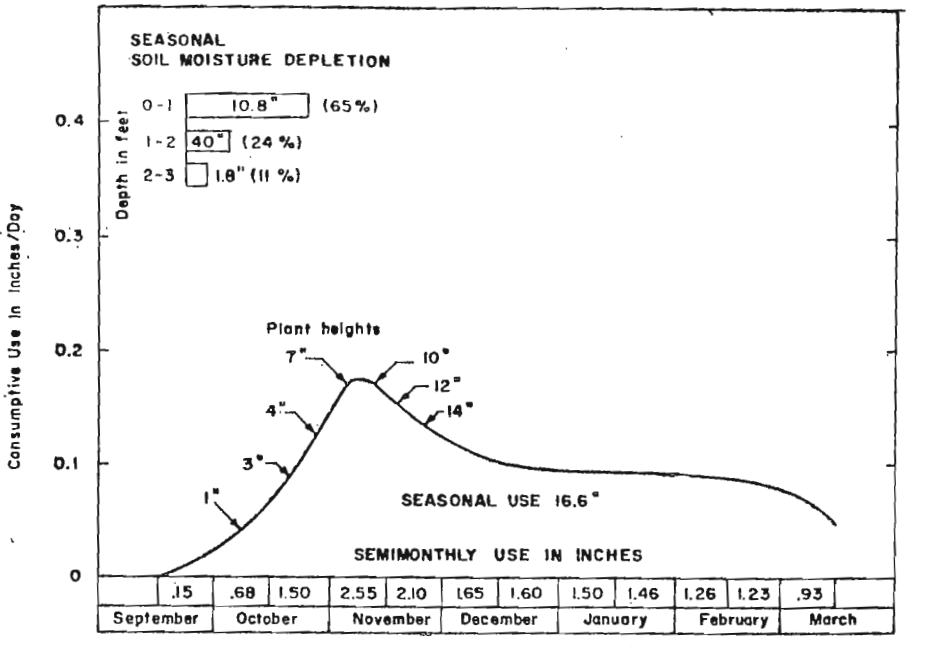


FIGURE 21. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR CARROTS AT MESA, ARIZONA. 1960-1962, INCL.

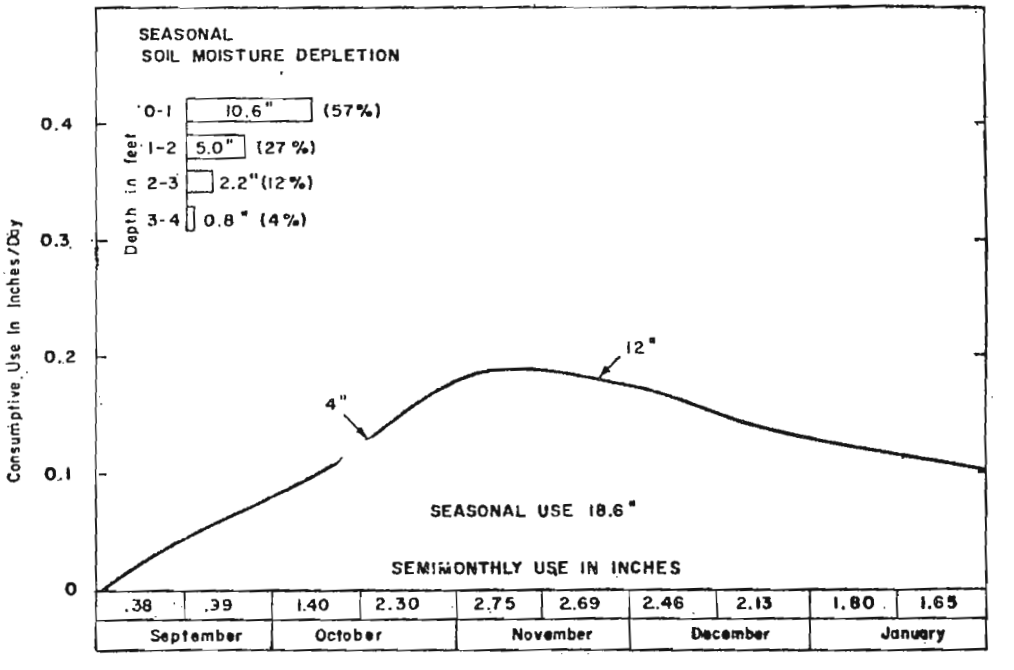


FIGURE 22. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR CAULIFLOWER AT MESA, ARIZONA. 1960-1962, INCL.

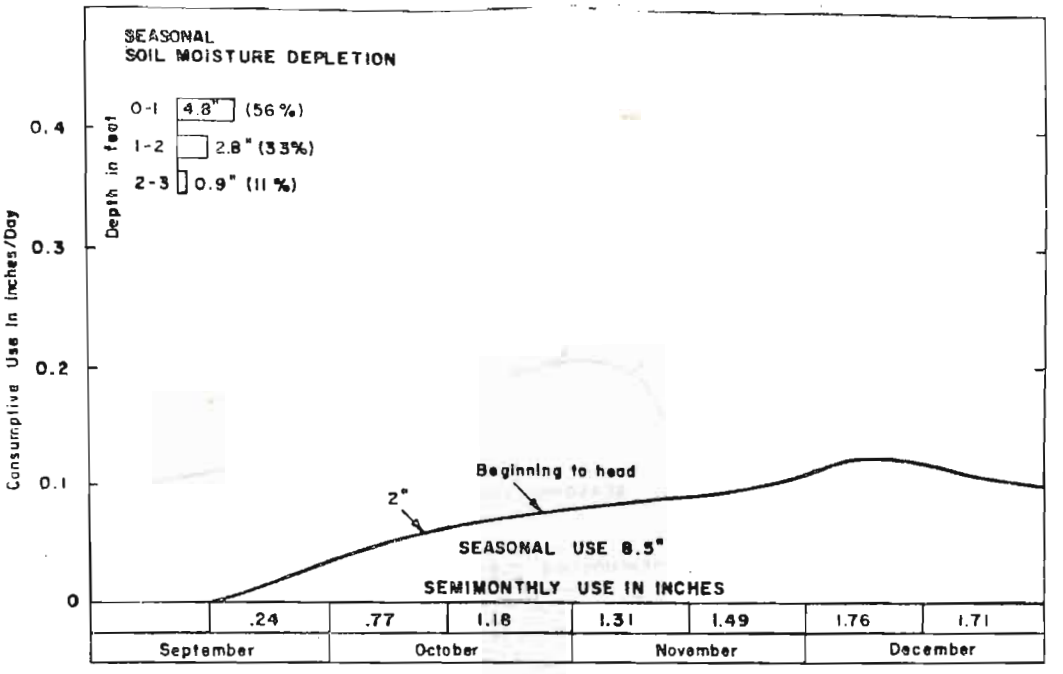


FIGURE 23. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR LETTUCE AT MESA, ARIZONA. 1960-1962, INCL

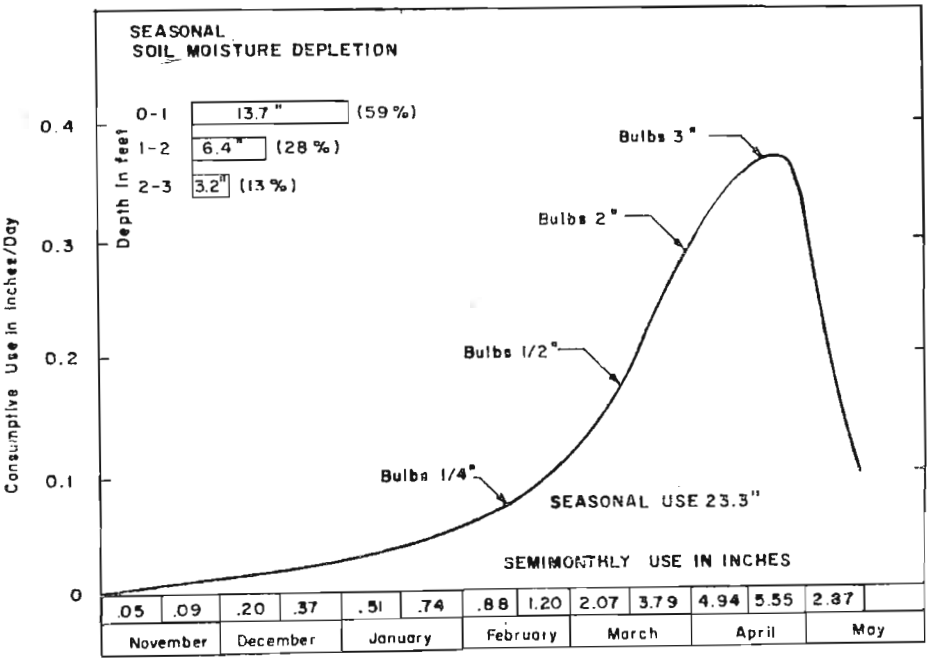


FIGURE 24. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR DRY ONIONS AT MESA, ARIZONA. 1961-1952-1964

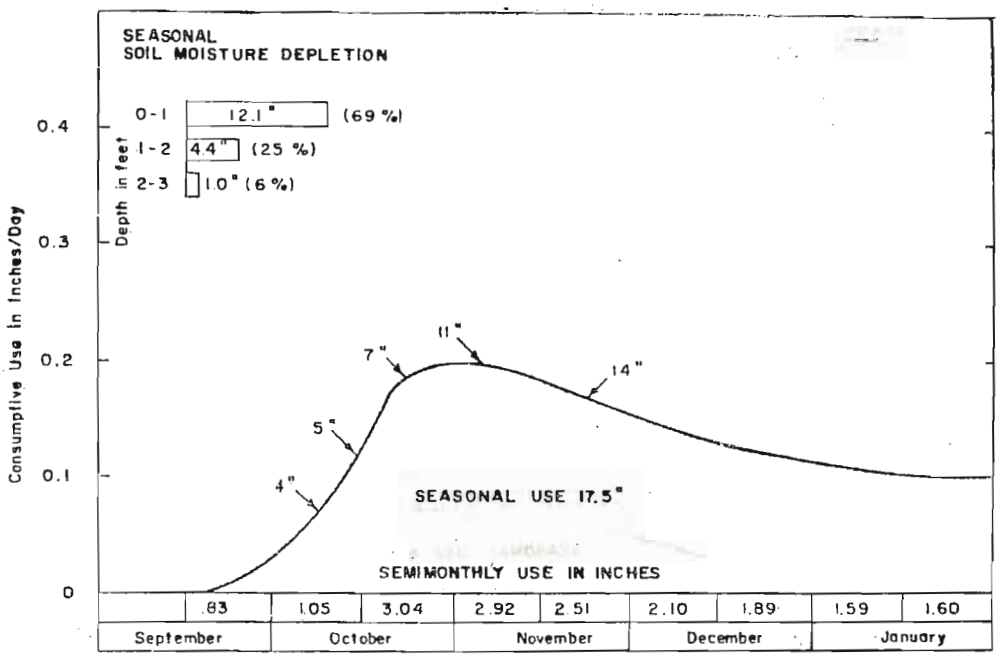


FIGURE 25. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR GREEN ONIONS AT MESA, ARIZONA. 1960-1962, INCL.

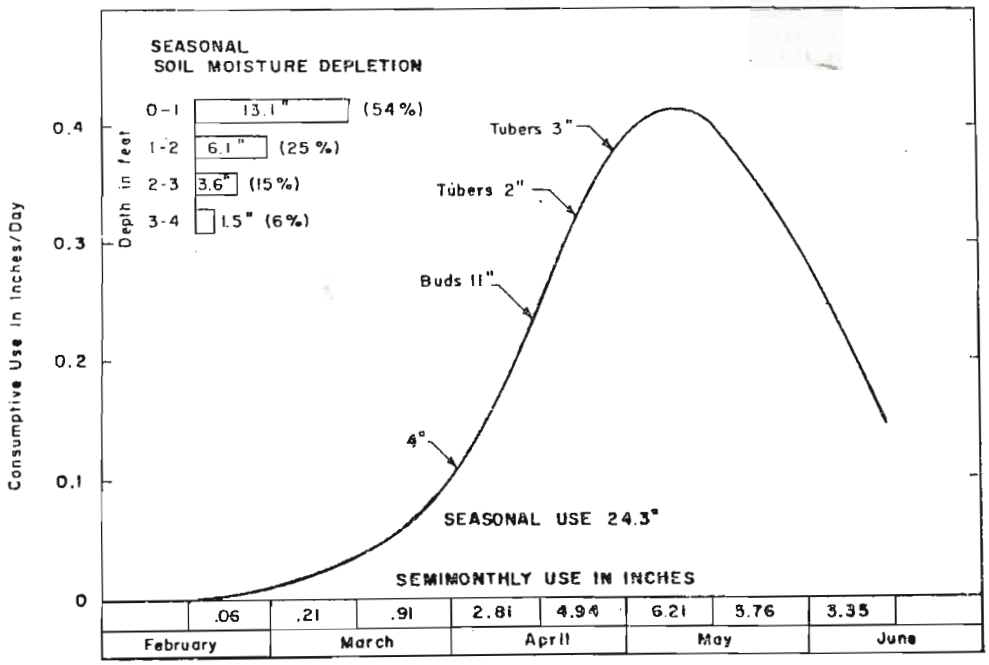


FIGURE 26. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR POTATOES AT MESA, ARIZONA. 1959-1963, INCL.

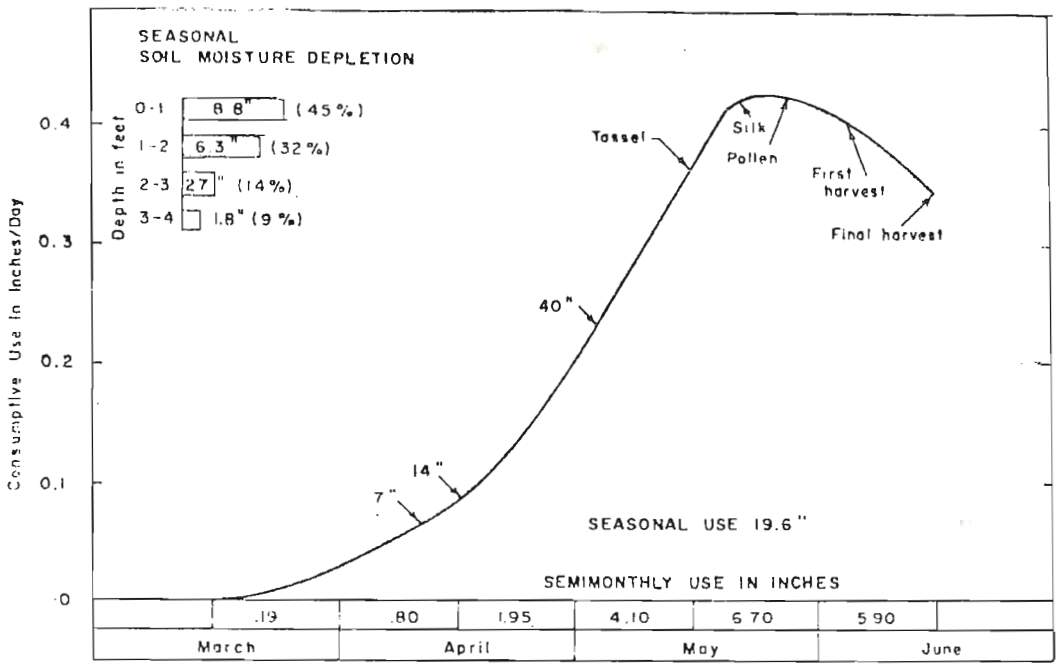


FIGURE 27. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR SWEET CORN AT MESA, ARIZONA. 1959-1961-1962

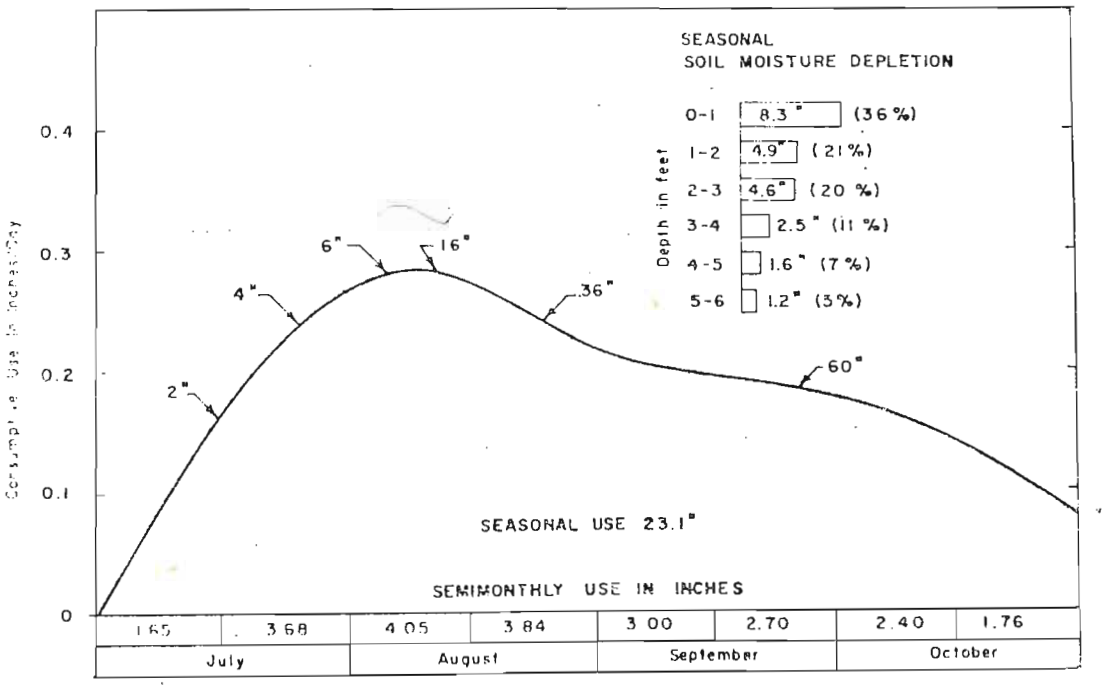


FIGURE 28. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR GUAR AT MESA, ARIZONA. 1946-1959-1960

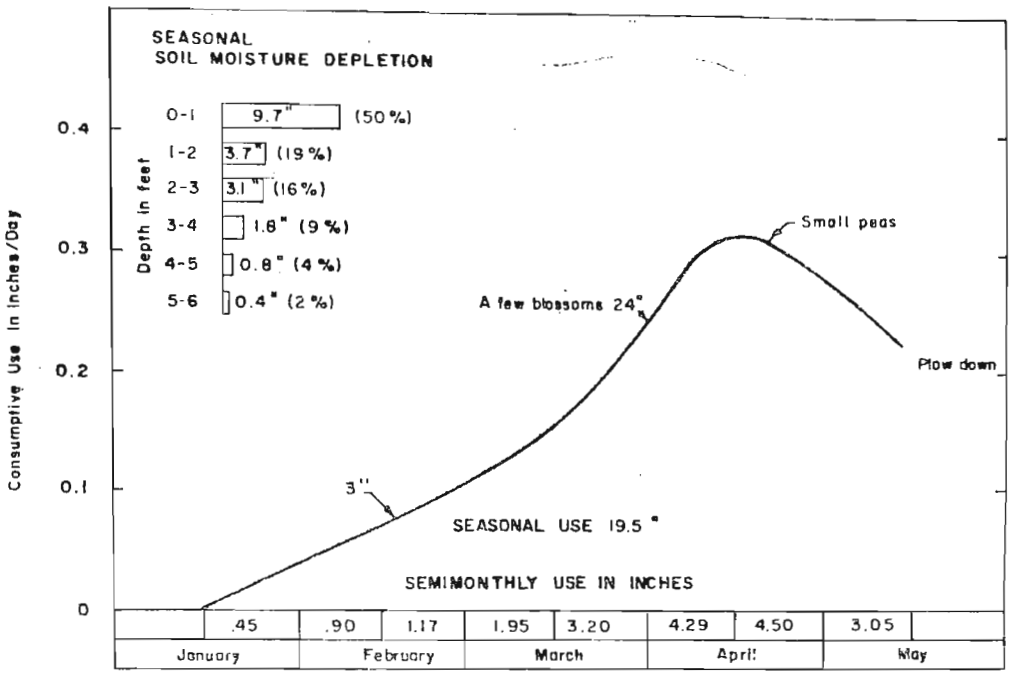


FIGURE 29. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR PAPAGO PEAS AT MESA, ARIZONA. 1958

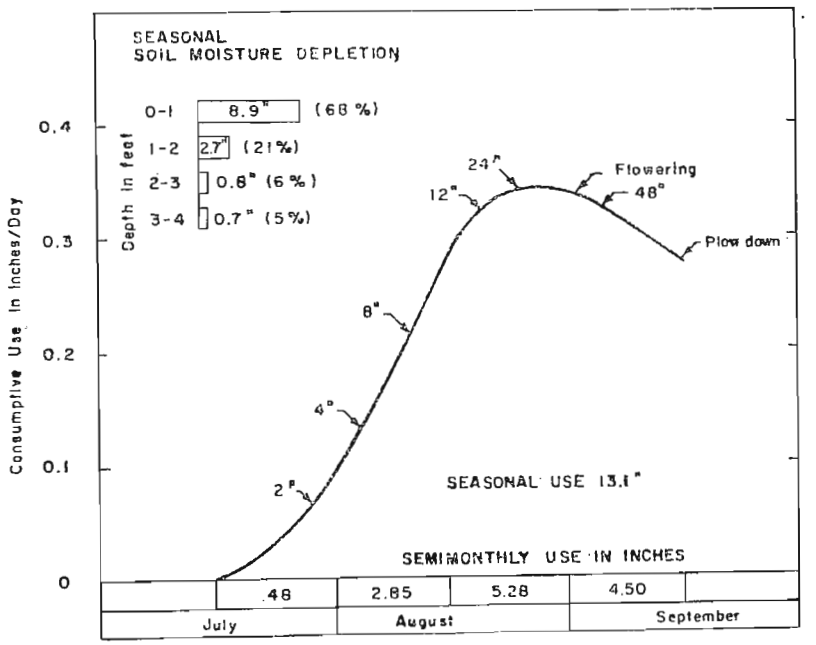
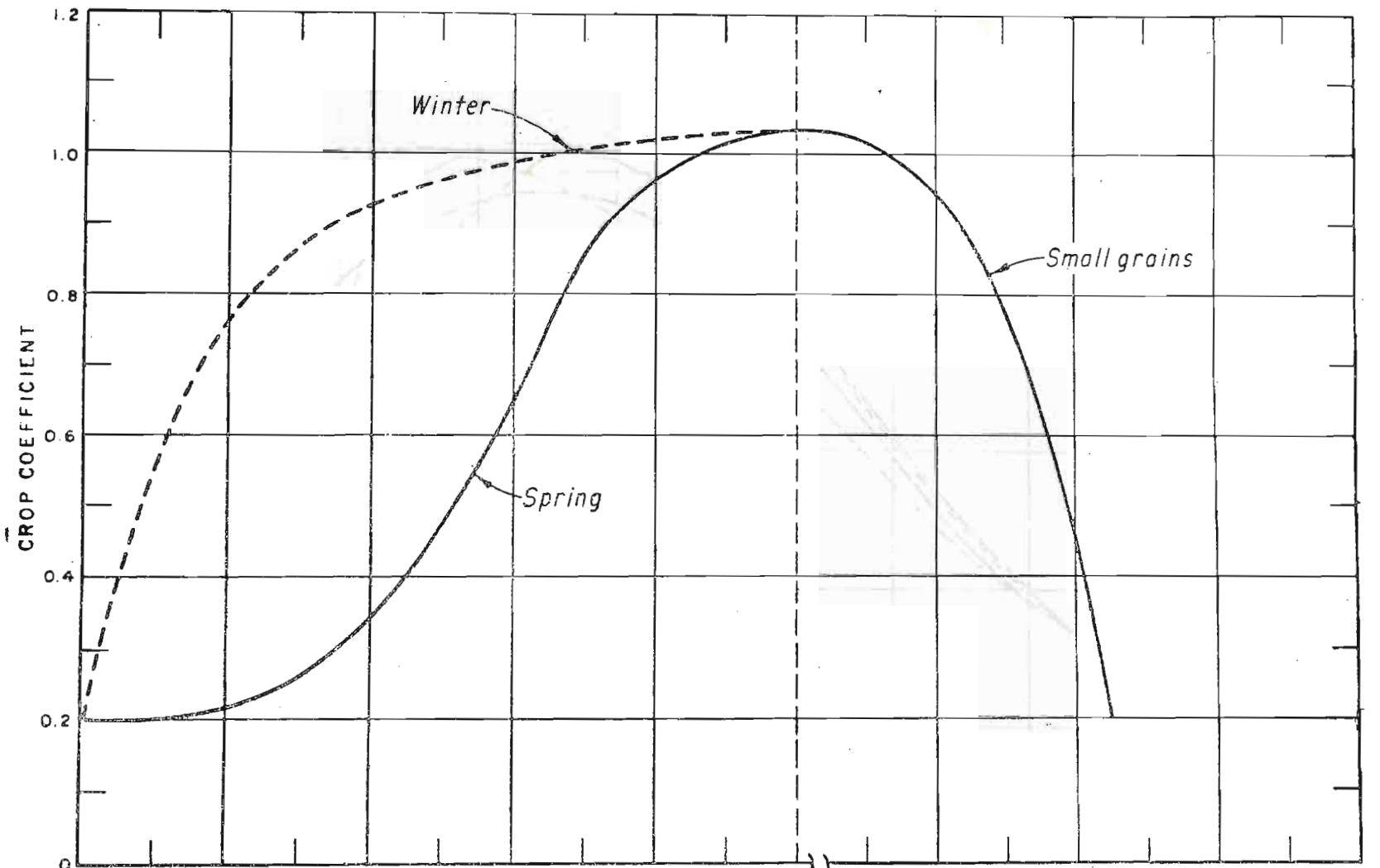
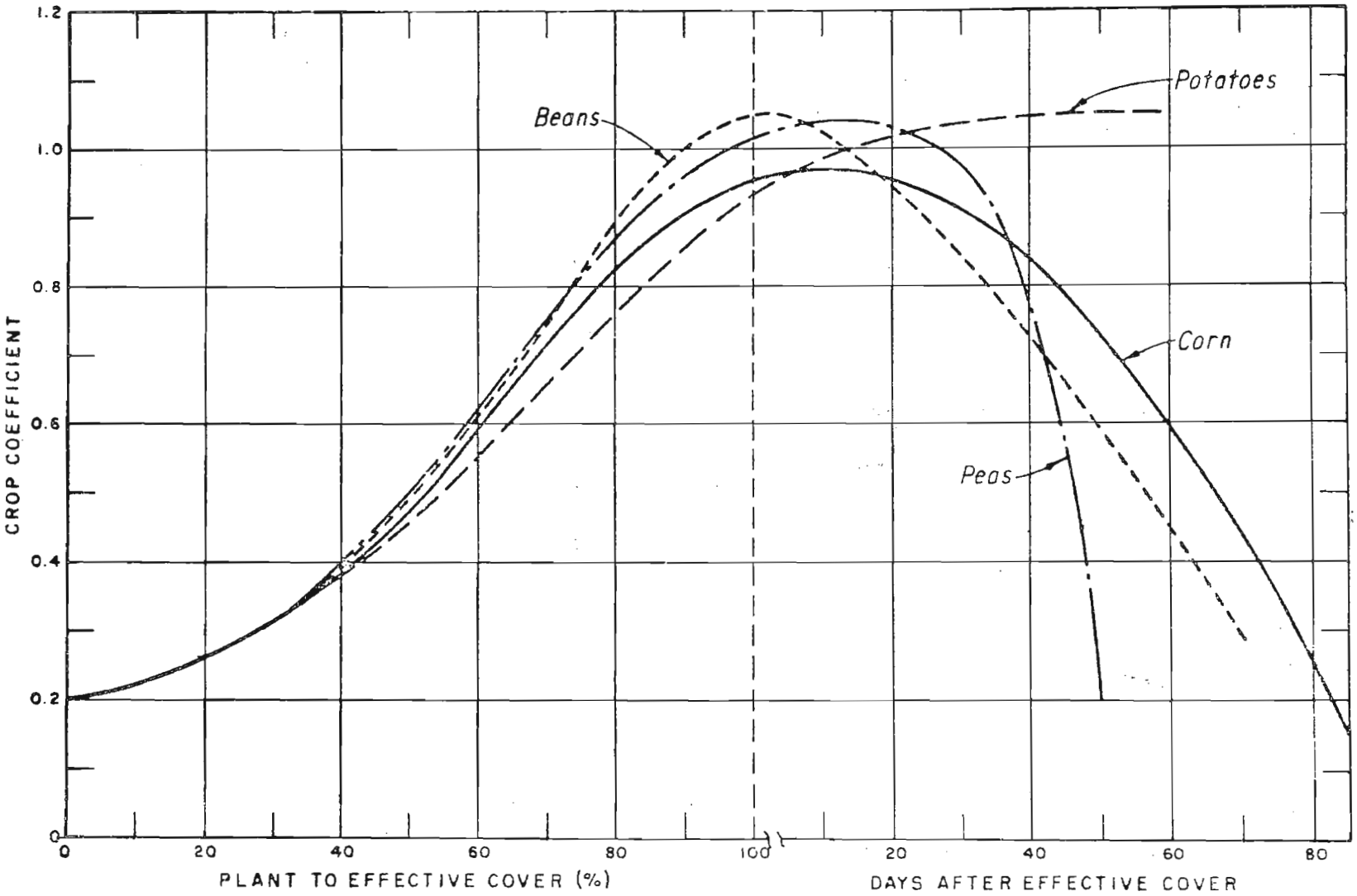


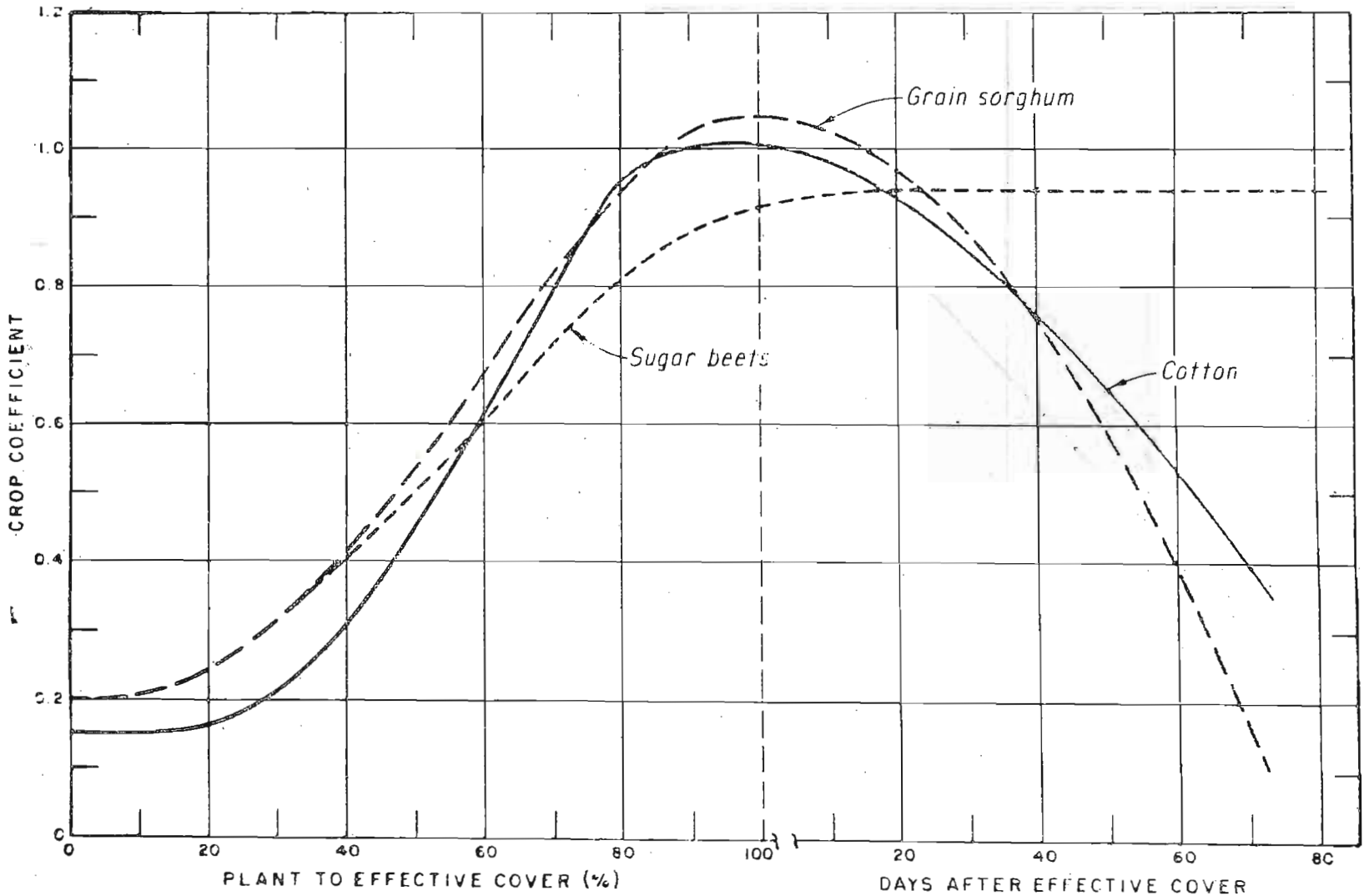
FIGURE 30. MEAN CONSUMPTIVE USE FOR SESBANIA AT MESA, ARIZONA. 1959



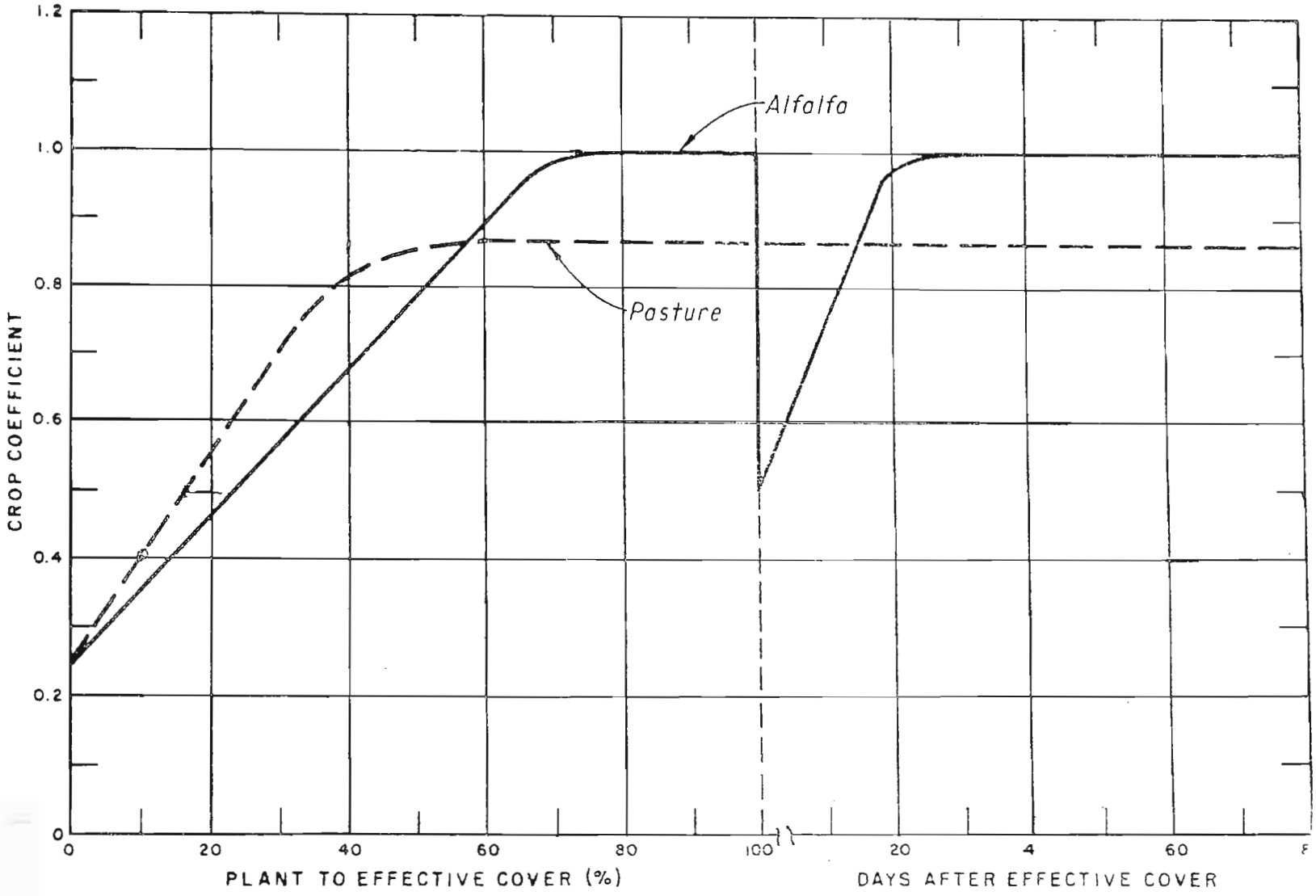
JENSEN-HAISE CROP CURVES



JENSEN-HAISE CROP CURVES



JENSEN-HAISE CROP CURVES



JENSEN-HAISE CROP CURVES

پوشش کانالها

کمال خسروشاهی

سازمان آب و برق خوزستان ـ قسمت آبیاری دز

۱- ارزان‌ترین وسیله جلوگیری تلفات آب درانهار

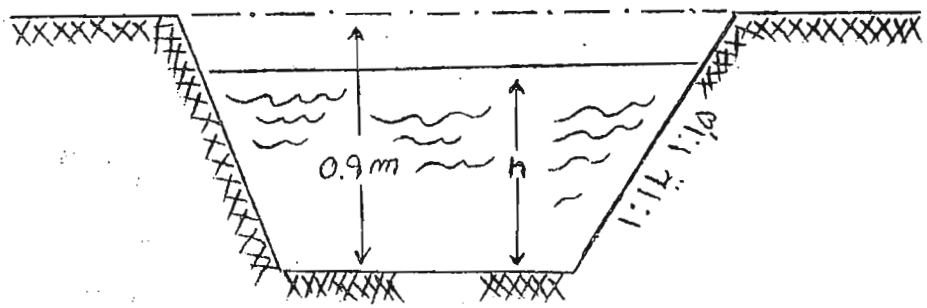
مقدمه :

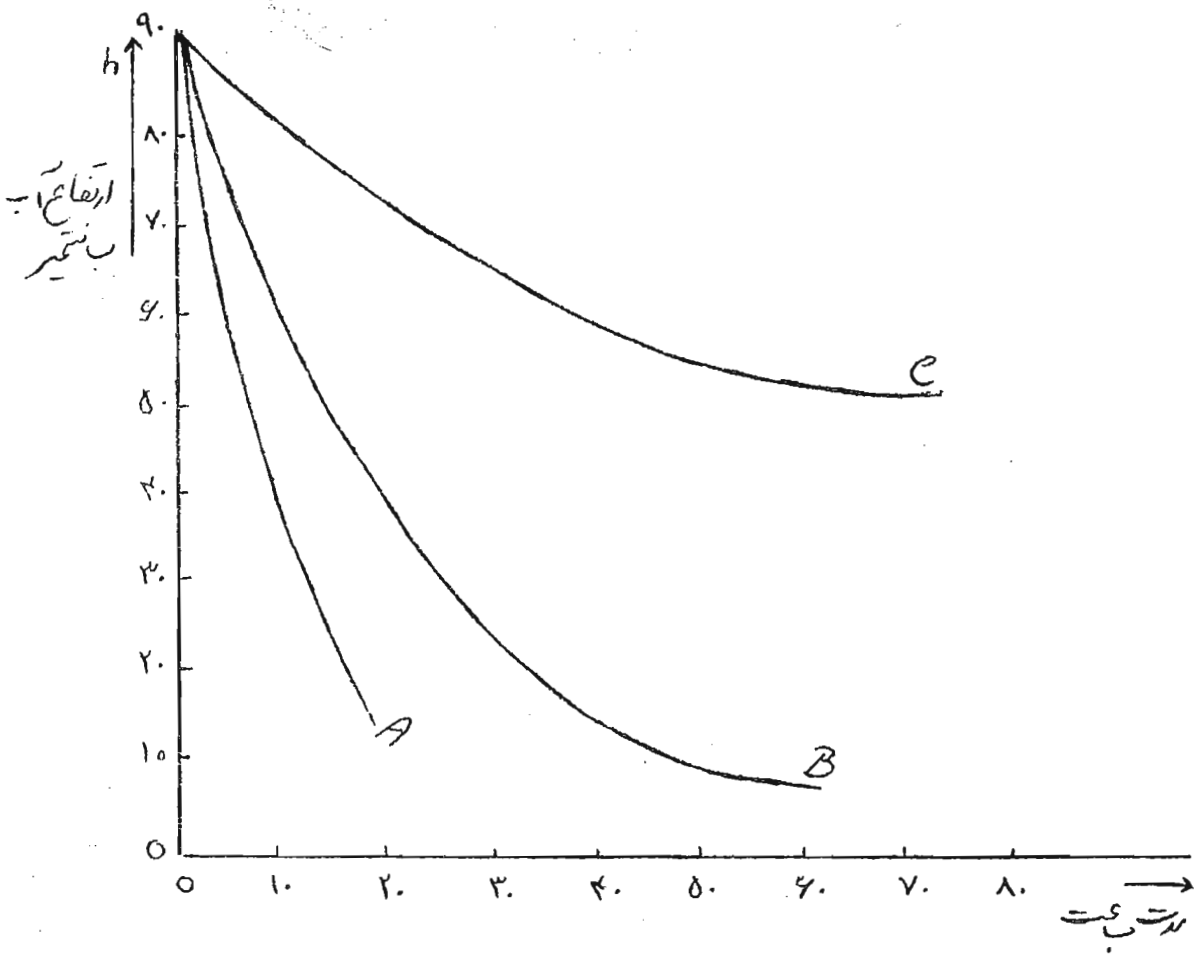
درنقاطی از دنیا که آب کنترل شده توزیع وتحویل میگردد اهمیت غیر قابل نفوذ کردن کانال کاملاروش وهمچنین استفاده ازآب تلف شده درکانال‌ها ـ مخازن آب‌آشامیدنی ویاداشپروری ویا استخرهای ذخیرهٔ جهت آتش‌نشانی مسئله مهم واساسی را تشکیل میدهد . مسئولین امر درپی یافتن طرحی هستند که بتوانند حداکثر استفاده را ازآب‌موجود بنمایند.

در حدود ۱٫۲۰۰٫۰۰۰ هکتار ازاراضی قابل استفاده دنیا بطریقه آب کنترل شده آبیاری میشوندو اگر تجزیه و تحلیلی از آب تلف شده دروسایل آب‌تحویلی به این اراضی بشود بخوبی آشکار میشود که یافتن و اجرای طرق‌مختلف وارزان قیمت‌جهت‌غیر قابل‌نفوذ کردن کانال‌هابخصوص‌در مناطقی بامنابع آب‌و بارندگی کمتر کاملااقتصادی‌وحیاتی‌است.

بیش از ۹۰٪ کانال‌های شبکه‌های آبیاری دردنیاپوشش نشده ودارای خاصیت نفوذپذیری در مقابل آب‌میباشند. بنابراین برای رسیدن به راندمان آبیاری بهتر و همچنین استفاده از حداکثر آب موجود و آب تلف شده وظیفهٔ هرشخص مسئول است که درپی‌یافتن راهی جهت کم کردن تلفات آب درکانال‌ها و پیداکردن مواد اولیه ارزان قیمت‌و مؤثر برای جلوگیری از تلفات نفوذی درکانال‌ها و یا غیر قابل نفوذ کردن ترک‌هاو درزهائیکه درکانال‌های‌پوشش شده ایجاد میشود باشد در دنیا بندرت پروژه‌ای پیدا میشود که بخواهد بدنه‌های خارجی کانال و یا مخازن آب‌را غیرقابل نفوذ و یا پوشش نماید مشکل اساسی پوشش کردن کانال‌ها همان قطع آب تحویلی به مصرف کننده‌و شروع کارپوشش میباشد پس کانال‌هائیکه مدتی خالی و یاخشک باشند میتوان پوشش نمود و یا برنامه‌را طوری تنظیم نمود که‌باحداقل مدت قطع آب حداکثر کارپوشش را انجام داد چون اینکار در بعضی نقاط در قسمت آبیاری دزکه در تمام‌فصول آبیاری انجام میگیرد امکان‌پذیر نخواهد بود پس باید دنبال راهی بود که بدون قطع آب بتوان عمل پوشش‌و غیر قابل نفوذ کردن کانال را انجام داد درسال‌های اخیر طریقهٔ جدیدی جهت غیر قابل نفوذ کردن کانال‌ها پوشش خاکی و حتی پوشش شده‌بتنی و یا سایر انواع پوششی که در آنها ترک و درزهائی ایجاد شده و باعث تلف شدن آب میگرددآزمایش وپیشنهاد شده است . این روش عبارت از داخل نمودن اسولسیون بیتیوم درکانال‌ها که بتدریج بیتیوم موجود درکانال در درزهاو ترک‌ها ته‌نشین ولایهٔ غیر قابل‌نفوذی در مقابل‌آب ایجادمی‌نماید، این روش‌میارزه‌باتلفات آب‌درکانال‌ها برای اولین‌بار در سال ۱۹۵۵ درفرانسه در منطقه‌ای که درکانال‌های خاکی آن بیش از ۹۰٪ آب موجود تلف و از بین می‌رفت و همزمان با فرانسه درکشور ایتالیا روش فوق‌الذکر اجراء و نتایج قابل ملاحظه‌ای از آن‌گرفته شد دراین گزارش بیشتر از نتایج بکاربردن این روش در ایتالیا صحبت خواهد شد .

دقت آب در کانال خاکی





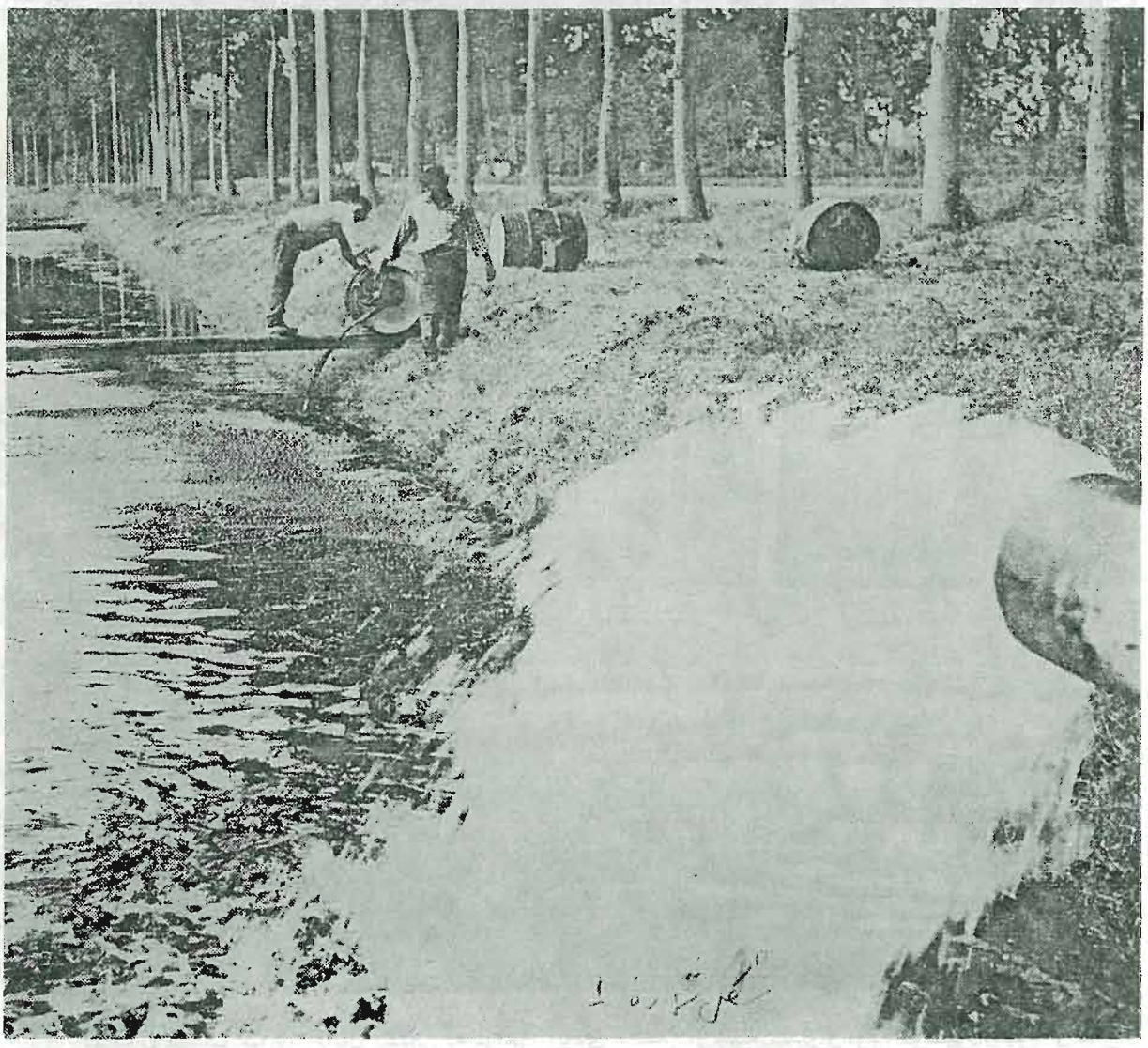
A = قبل از اجرای روش

B = هنگام اجرای روش

C = بعد از اجرای روش

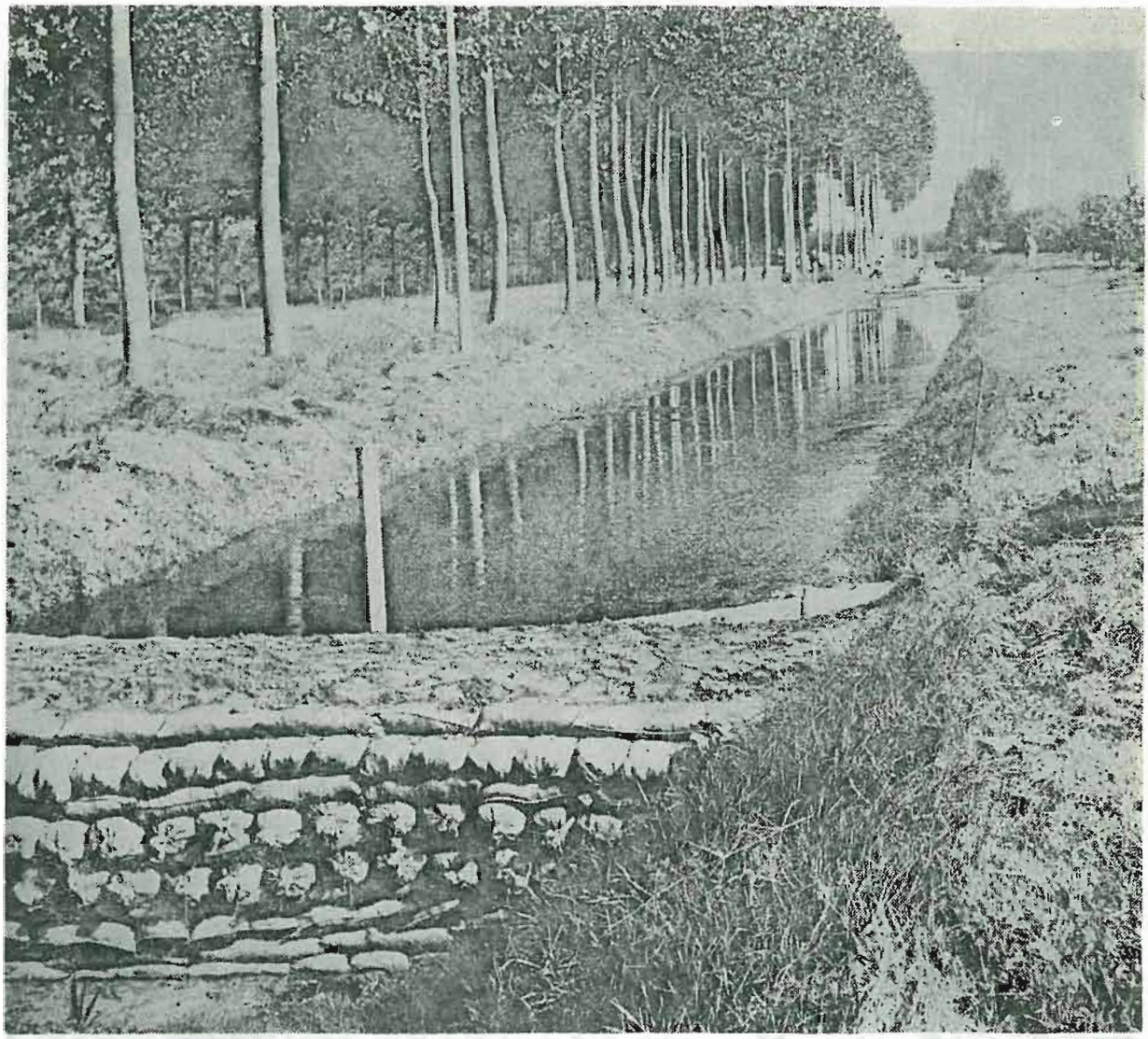
اجـرای روش

روش اصلی در اجرای این امر ریختن و جاری ساختن امولسیون‌بیتیوم درداخل آب کانال‌و یا مخزن میباشد که طبیعیاً بعدازمدتی ذرات بیتیوم در منافذ خاک جمع و باعث پائین آمدن نفوذ پذیری کانال و یا مخزن میگیرد . روش فوق‌الذکر را درکانال‌های آبیاری از نظر تئوری میتوان در آب جاری و ساکن اجراء نمود ولی موقعی بهترین نتیجه حاصل خواهد شد که این عمل در آب ساکن انجام‌گیرد دراینحالت میتوان در اجرای روش کنترل بهتری نمود. عموماً کانال‌های آبیاری دارای ساختمان آب‌بند ـ دریچه بوده پس ساکن کردن آب درکانال بسیار ساده‌و درصورت لزوم میتوان از بندهائی که درکانال زده میشود استفاده نمود تا آب را بصورت ساکن درآورده و بیتیوم‌را درآن وارد نمود (شکل ۱ و ۲)



قبل از اجرای عمل بایستی علف‌های درز بدنه‌های کانال را کاملا پاک کرده و بعدامولسیون‌بیتیوم را واردآب نمود . در صورت لزوم میتوان کانال را کاملا لایروبی و آن را بصورت طرح اولیه برگرداند. البته اینکار در تعمیرات و نگهداری کانال که بطور سالیانه انجام میگیرد و قابل‌اجراء است و هزینه آن نباید جزوهزینه‌های روش اجرای عمل منظور شود اگر درکانال‌ها ترک‌ها و درزهائی با عرض بیشتر ایجاد شده باشد قبل از داخل نمودن بیتیوم‌بایستی این ترک‌ها بوسلهٔ بتن و یا آسفالت تعمیر و بعد روش را اجراء نمود . (شکل ۳) این‌عمل را جهت غیر قابل نفوذ کردن سوراخ های ایجاد توسطموش های صحرائی درکانال‌های خاکی نیز میتوان اجراء کرد .

بعد از تهیهٔ مقدمات و انجام کارهای لازم که فوقاً اشاره شد آب را در کانال و یا مخازن آب تا حد ماگزیمم ارتفاع آن پر می کنند. آن وقت امولسیون بیتیوم را در نقاط مختلف کانال در یک زمان بآب داخل می نمایند نتیجه بهتر موقعی حاصل میشود که بهم زنی در داخل آب کانال قرار داد تا آب و امولسیون بیتیوم بطور مرتب مخلوط شود. هنگامیکه امولسیون در آب کانال اضافه گردید تا آخر اجرای روش با اینکه ارتفاع آن در کانال یا مخزن در اثر نشست کم میشود نبایستی آبی در کانال اضافه شود. کم شدن ارتفاع آب در ساعات اولیه اجرای روش سریع بوده ولی بعداً کم کم از سرعت آن کاسته میشود بطوریکه بعد از ٤٨ ساعت ارتفاع آب ثابت شده و پائین آمدن آن متوقف میشود. بعد از ٤٨ ساعت میتوان از کانال بهره برداری و آب تحویل مصرف کنندگان داد.



کم شدن نشست آب در کانال بستگی به مراحل زیادی داشته از جمله مقدار و نوع امولسیون بیتیوم و خلل و خاک و مواد موجود در آب ولی میتوان گفت که پائین آوردن تلفات آب در کانال بطور متوسط بین ۷۰٪ الی ۹۰٪ خواهد بود. این عمل ۳ یا ٤ سال یکبار بایستی تکرار گردد و در سال های بعدی مقدار امولسیون مصرف شده کمتر از دفعهٔ اول خواهد بود.

اصولا این نوع پوشش بوسیلهٔ تعمیرات کانال بطور کامل از بین نخواهد رفت. بطوریکه در بعضی مواقع نفوذ آب در بدنه های کانال که بیشتر تغییرات در آن انجام میگیرد کمتر از کف کانال میباشد.

مشخصات موادی که مورد استفاده قرار میگیرد

اصولا موادی که جهت غیرقابل نفوذ کردن کانال ها بکار برده میشوند باید دارای مشخصات ذیل باشند .

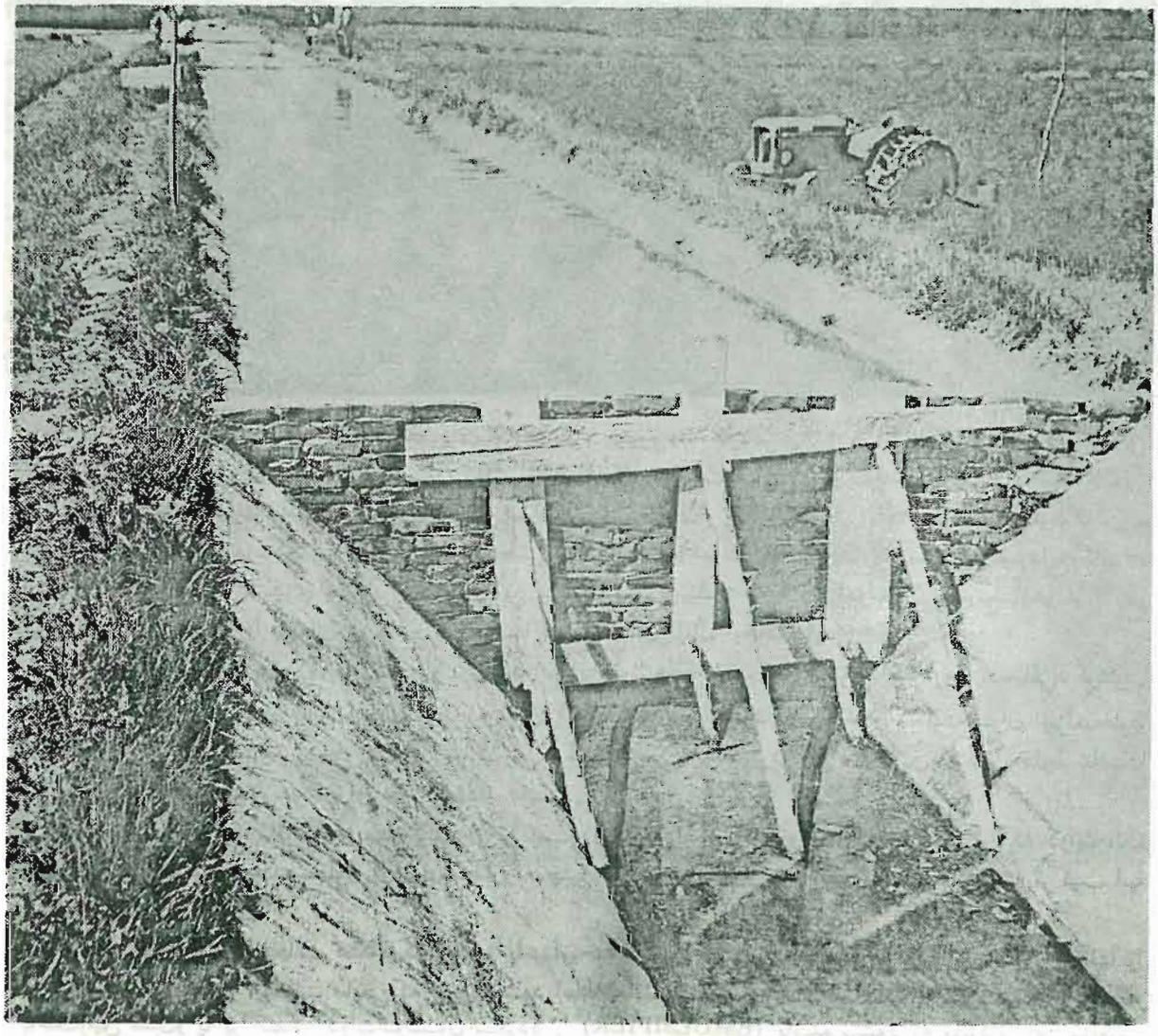
۱ ـ قیمت مواد پائین و بکاربردن آنها ساده و سریع باشد

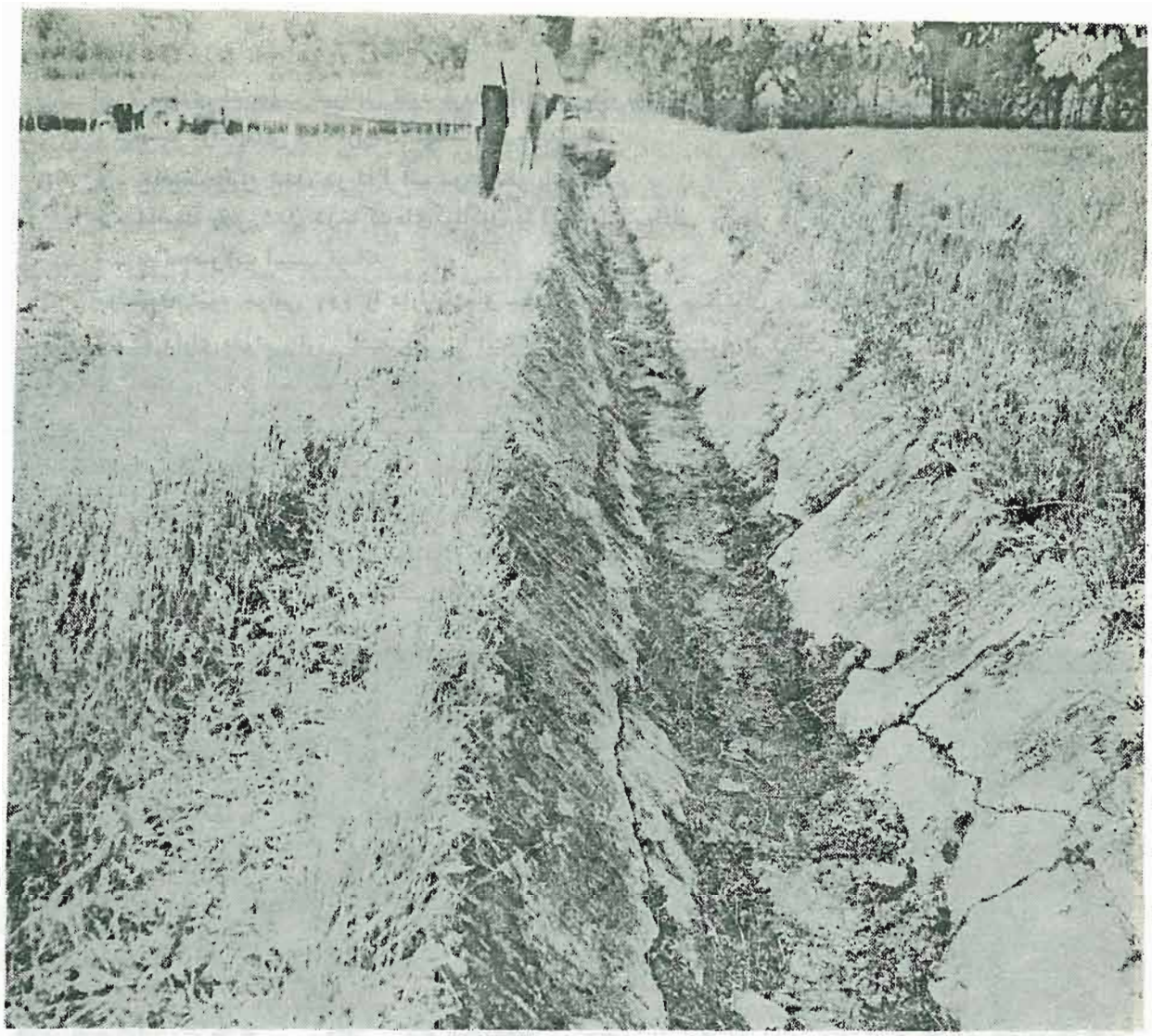
۲ ـ خاصیت رقیق شدن در PH آب مورد نظر باشد

۳ ـ خاصیت رقیق شدن درخاک های گوناگون با PH های مختلف و مؤثر در غیرقابل نفوذ کردن آنها باشد

٤ ـ به محصولات آسیب نرساند

اسولسیون بیتیوم خواص ۱و٤ را دارا بوده و جهت خواص ۲ و ۳ میتوان بامطالعه خاک و آب کانال از انواع مختلف آن که دارای خواص فوق باشند یکی را انتخاب نمود . البته نمیتوان ترکیبات اسولسیون را برای شرایط مختلفی که ممکن است درآب و یاخاک پیش بیاید عوض نمود ، زیراکه برای اینکار لازم است تجزیه های مختلفی ازمخلوط نموده و بیتیوم یا اسولسیون های مختلف تهیه نمود که اینکار عملی و مقرون بصرفه نخواهد بود . برای حل این مسئله مایعات و مواد مختلفی که ذرات بیتیوم را تثبیت وآنرارقیق می نماید تهیه ودراختیار مصرف کنندگان قرار دادهشد که این مایعات دارای خاصیت شکنندگی در اسولسیون و خاصیت نفوذی آنراکم می نمایند که تلفات دراسولسیون کمتر شود این نوع اسولسیون قابل استفاده برای خاکهای گوناگون با خلل و فرج مختلف و همچنین درآب های با PH متفاوت خواهد بود و اشکالی در مصرف پیش نخواهد آمد .





اجرای این روش در ایتالیا با توسعه و تهیه یک نوع بیتیوم بنام کولاس‌میلا (COLAS MISCELA)شکل (شماره ٥) که این نوع بیتیوم‌دارای امولسیون کولاس(COLAS) باخاصیت‌تغییرپذیری‌و امولسیون‌ترولاس(TEROLAS) باکازئین‌تثبیت‌شده میباشد.عموماً نسبت کولاس‌در امولسیون‌بیتیوم‌رابالاتر میگیرند‌بخاطر اینکه این‌نوع مخلوط که‌اجراء آن در عمل بآسانی صورت‌گرفته و براحتی درآب پخش میگردد اساساً جهت رقیق کردن امرلیسون دونوع‌مایع بکاربرده میشود که‌یکی‌گیاهی و دیگری حیوانی میباشد و این مایعات باعث میشود که ذرات امولسیون بتدریج ازهم جدا ودر درزکانال‌ها ته‌نشین و یا پرده‌ای در سطح خارجی خاک بدنه‌های کانال ایجاد نماید .

توجـه: جهت‌روشن‌شدن تعاریف بکار برده شده در این نوشته‌لازم است تعاریفی‌چند از تعاریف شیمیائی‌ذکرشود.

۱ ـ مخلوط : مخلوط به عملی میگویند که از بهم‌آمیختن دومایع بوجود آید که دراین حالت‌میتوان اجزاءمخلوط را بوسیله صافی ازهم جدا نمود مثل مخلوط خاک‌رس و آب که بعد از جداکردن مواد تشکیل‌دهنده، مخلوط خاصیت اجزاء تغییر نکرده و همان خواص اولیه را خواهند داشت .

۲ ـ محلول : به مایعی‌گفته میشود که از ترکیب دومایع‌و یایک جسم و یک مایع بدست آید که دراینحالت نمیتوان اجزاء تشکیل دهنده محلول را از هم جدا و همچنین خواص دومایع و جسم تغییر پیدا می‌کند مثل‌ترکیب آب و اسید ویا سس و اسید .

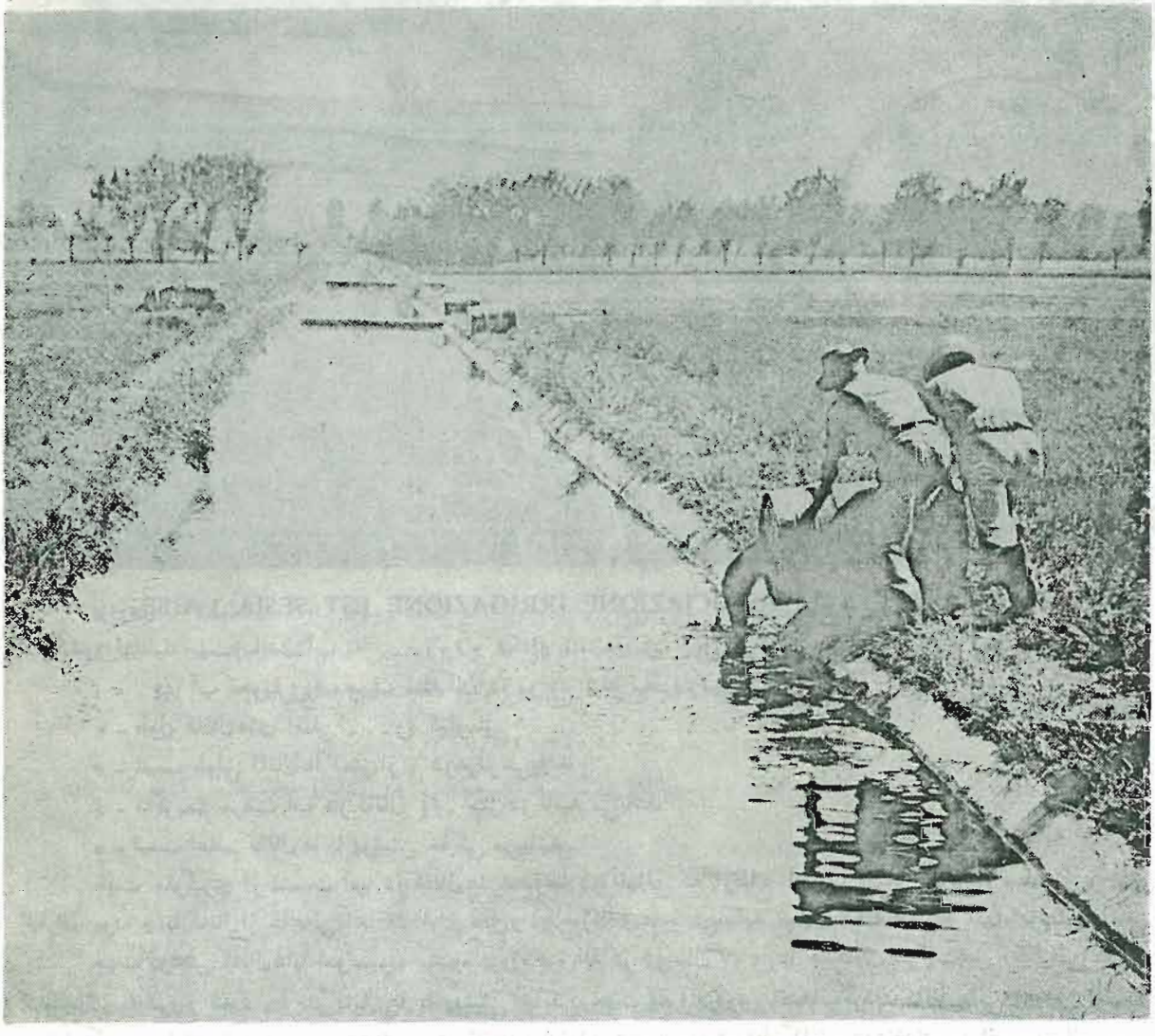
۳ ـ تعلیق : در اینحالت هنگامیکه دومایع باهم‌آمیخته میشوند در ضمن حفظ خواص‌اولیه خود نمیتوان آنها را از هم جدا نمود که در اینحالت مایعی که رقیق میشود اصطلاحاً امولسیون (EMULSION) مثل شیر و مایعی که باعث‌رقیق شدن‌و یا پراکندگی ذرات‌امولسیون میگردد . (EMULSIFIER) نامیده میشود که ماناگزیر این مایعاتی

که باعث پخش ذرات اسولسیون میگردد مایع رقیق کننده و این عمل را عمل رقیق کردن بکار برده‌ایم .

قطر مواد تشکیل دهنده کولاس‌میلابین ۰٫۰۲ الی ۰٫۰٤ میلیمتر میباشد که به‌همین دلیل‌میتوان این نوع بیتیوم را در خاک‌های‌گوناگون با خلل و فرج مختلف بآسانی بکار برد ، همچنین این نوع اسولسیون راسیتوان در خاکهای شنی و خاکهائی که ضریب نفوذپذیری آنها ۳ - ۱۰ سانتیمتر در ثانیه و درخاکهای رسی یا ضریب نفوذ پذیری 10^{-6} سانتیمتر در ثانیه باشد بکار برد .

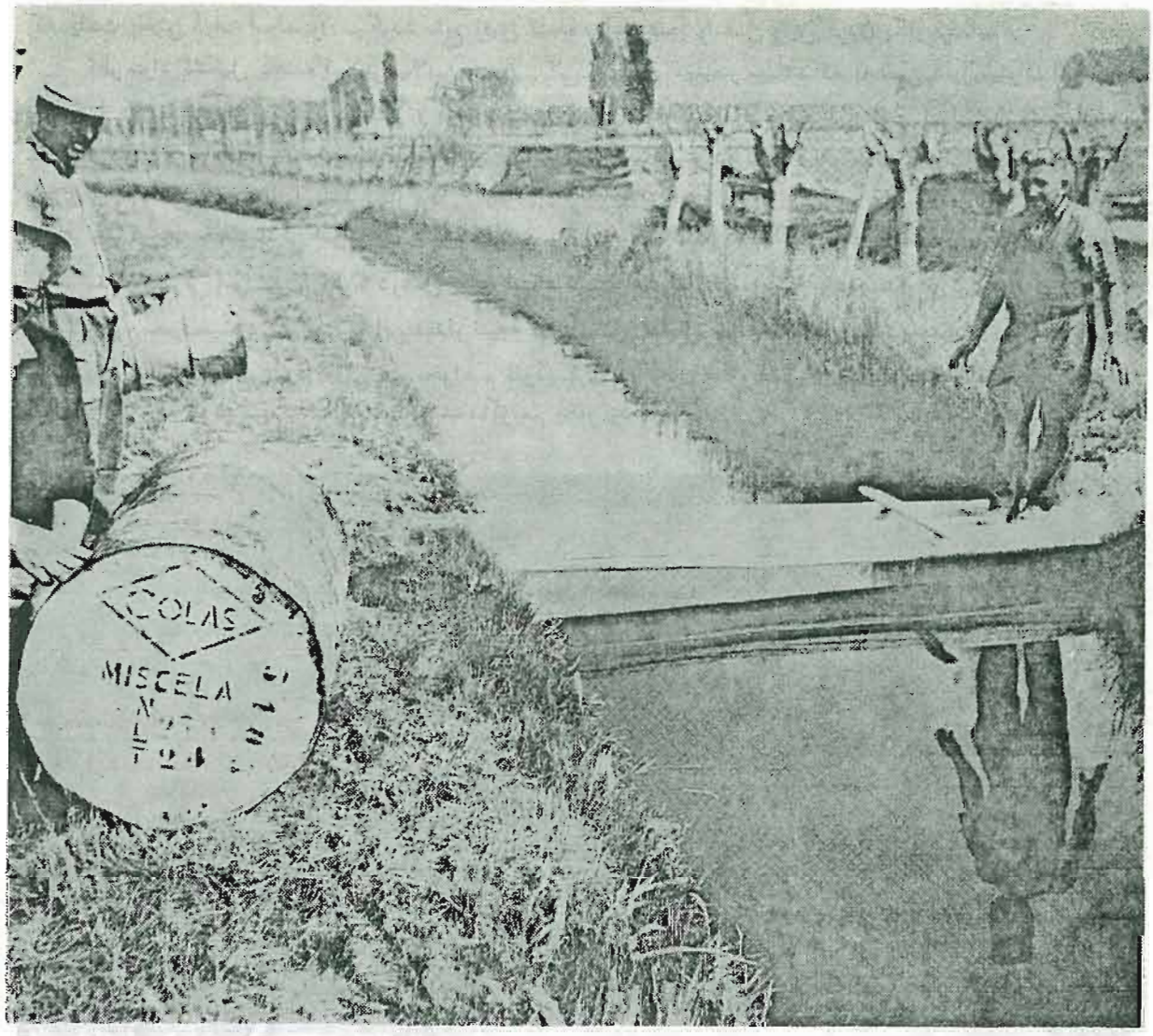
۱ - توجه : جهت‌سادگی اسولسیون بیتیوم کولاس‌میلا (COLAS MISCELA) بانام اختصاری‌بکار برده میشود.

مقدار مصرفی اسولسیون C.M درعمل برای اینکه قیمت‌واحد تمام شده پائین باشدبمقدار ۳ کیلوگرام از C . M درهرمتر مربع‌مصرف‌میشود که البته با این مقدار نتیجهٔ نسبتاًمطلوبی‌حاصل خواهدشد بطوریکه‌در حدود ۷۰٪ تا ۹۰٪ از نفوذپذیری کانال کاسته میشود . ولی اگر بخواهیم نفوذپذیری درکانال بطورکامل و رضایت بخش انجام‌گیرد میتوان مقدار ۵ کیلوگرام درمترمربع‌در سطح خیس شده ماگزیمم بکار برد .



توجه : سطح خیس شده ماگزیمم : هنگامیکه ارتفاع آب درکانال به ماگزیمم ارتفاع طرح‌ریزی شده رسانده شود سطحی ازکانال خیس میشودکه این سطح را سطح‌ماگزیمم خیس شده می‌نامیم . در زیر مثال‌هائی که عملا در کشور ایتالیا انجام‌گرفته‌ذکر میشود .

۱ - اجراء روش درکانال باپوشش خاکی



پروژه AIES (ASSOCIAZIONE IRRIGAZIONE EST SESIA)واقع درنزدیکی نوارا (NOVARA) درکشور ایتالیا جهت‌رساندن آب به ۲۲۲۵۰۰ هکتار با مشخصات ذیل طرح‌ریزی و اجراءگردیده است .

۱ - ٤۰٪ آب تحویلی به مصرف کنندگان در مزارع برنج مصرف میشود

۲ - طول کانال‌های اصلی ۴۰۰۰ کیلومتر

۳ - شیب طولی کانال‌ها کمتر از ۱ درهزار می‌باشد

٤ - ماگزیمم سرعت آب درکانال ٤/۰ متر در ثانیه می‌باشد

۵ - قیمت اعظم کانال‌ها با پوشش خاکی می‌باشد

جهت جلوگیری از نشست آب درکانال‌ها خصوصاً در آنهائی که ارتفاع آب در آن‌ها بالاتر از سطح زمین‌های اطراف بوده و یا کانال‌از جاهائی‌باخاک‌دارای‌خلل‌و ایفرج‌زیادی‌عبور می‌نماید تصمیم‌گرفته شد که آنهارا‌پوشش‌نمایند.

جهت پوشش کانال‌هابا اسولسیون بیتیوم پروژه فوق‌الذکر در سال ۱۹۶۲ با همکاری شرکت‌شل ایتالیائی SPA مطالعاتی را شروع نمود . اکثرکانال‌ها با پوشش خاکی جهت اجرا بروروش انتخاب‌گردید کانال‌هائی که‌باین ترتیب پوشش‌گردید دارای ظرفیت ۱۰ مترمکعب در ثانیه و ارتفاع آب ۱/۵ مترمقطع کانال ذوذنقه‌ای باکف ۵مترالی ۹ یا ۱۰ متر . درکانال‌ها هر ۱۰۰ متر سدی جهت ریختن‌بیتیوم زده شد و در وحله اول کانال لاروبی و تمام‌علف‌های آن تمیز و بعدکانال را تاحد ارتفاع ماگزیمم پرآب نمودند آنوقت اسولسیون‌بیتیوم درفواصل مختلف درکانال ریخته‌شد بیتیوم درآب پراکنده شده و در داخل درزها نفوذ می‌کند دراثرته نشین شدن آن در درزها و چا در سطح خاک نفوذ آب درکانال کم و یا بطورکلی از بین میرود .

روش غیر قابل نفوذ کردن کانال‌ها با اسولسیون نتیجه خوبی داده است جهت‌گرفتن بهترین نتیجه‌از این روش بایستی ۳/۰ کیلوگرام در مترمربع سطح خیس شده مصرف شود .

بعد از سال ۱۹۶۲ بتدریج این روش توسعه یافت بطوریکه در سال ۱۹۶۷ طول کانال‌های پوشش شده به ۷ کیلومتر رسید که برای اینکار ۱۳۰ تن از اسولسیون C-M مصرف شده بود درصد کم شدن تلفات آب در کانال‌بستگی به کانال و نوع روش داشته و بعضی اوقات میتوان این نسبت را تا ۱۰۰٪ پائین آورد . منحنی پیوست‌رابطهٔ بین کم شدن نشست آب نسبت به زمان نشان داده شده است . همانطوریکه در منحنی‌های مربوطه‌نشان‌داده‌شده است کم شدن نشست آب در ساعت اولیه پوشش زیاد بوده که بعد از ۸۰ ساعت به یک رقم ثابت رسیده و درآن سطح ثابت می‌ماند:

قیمت تمام شده این روش

قیمت یک کیلوگرام اسولسیونC.M۳ ریال می‌باشد که اگر در هرمترمربع سطح پوشش ۳/۰ کیلوگرام مصرف شود پس هزینه اسولسیون درهرمترمربع ۱۰/۰ ریال می‌باشد و اگر سایر مخارج از قبیل سد زدنو ریختن مایع درآب ۵ ریال درمترمربع حساب شود هزینه تمام شدهٔ برای هرمترمربع کانال ۱۵/۰ ریال می‌باشد .

مثال : فرض کنیم میخواهیم کانالی با مشخصات ذیل با این روش‌پوشش نمائیم :

۱ - عرض کانال درکف ۱/۵ متر

۲ - ارتفاع آب درکانال یک متر

۳ - شیب بدنه‌ها ۱/۵

٤ - متوسط سالیانه آب تحویلی این کانال ۵۰۰ مترمکعب در ثانیه باشد

۵ - نشست آب درکانال ۱۵ ٪

٦ - طول کانال ٤ کیلو متر

میخواهیم این روش را تجزیه و تحلیل کنیم که آیا مقرون بصرف است که چنین کانالی را با این روش غیرقابل نفوذ نمائیم یا نه .

سطح خیس شده کانال عبارت از :

مترمربع ۱/۵ = ۱/۸ +۱/۸ + ۱/۵

پس سطحی که بااین روش بایستی غیرقابل نفوذگردد عبارت خواهد بوداز :

مترمربع ۲۰٤۰۰=۵/۱×٤×۱۰۰۰

همانطوریکه دربالا ذکر شد هزینه هرمتر این روش ۱۵/۰ ریال می‌باشد وچون کارکنان‌قسمت آبیاری دز دارای تجربه‌ای در اینکار نیستند وهمچنین اگر بالا رفتن قیمت‌ها را در نظر بگیریم‌فرض کنیم که هزینه‌تمام شده برای‌هرمتر مربع ۲۰ ریال باشد پس برای جلوگیری از نشست دراین کانال هزینه لازم عبارت خواهدبود از :

۲۰/٤۰۰×۲۰=٤۰۸/۰۰۰

حال تلفات آب را دراین کانال که ۱۵٪ میباشد باقیمت هرمتر مکعب ۲۰/ ریال محاسبه می کنیم تلفات‌ریالی آب درسال عبارت خواهد بود از :

$$\frac{۵۰۰\times۸٦٤۰۰\times۳٦۵\times۱۵\times۰/۲}{۱۰۰۰\times۱۰۰} = ٤۷۳۰٤۰/-$$

همانطوریکه دربالا اشاره شد اگر کانال یک دفعه پوشش شود سه سال موثر خواهدبود و فرض کنیم‌تلفات آب در کانال ۷۰٪پائین آمده باشد پس سرمایه صرفه‌جوئی شده درسه‌سال عبارت‌خواهد بود :

$$\text{ریال تلفات آب درسال} = \frac{٤۷۳/۰٤۰\times۷۰\times۳}{۱۰۰} = ۸۹۳/۳۸۱$$

صرفه‌جوئی در سه سال در ٤ کیلومتر کانال ٤٨٥/٣٨١=٤٠٨/٠٠٠-٨٩٣/٣٨١

همانطوریکه قبلا اشارشد چون این نوع پوشش غشاء نازکی از بیتیوم سطح خاك را می‌پوشاند لذا علف درسطح کانال سبز نمیشود لذا دراین محاسبه مخارج لایروبی وزنجیرکشی کانال محاسبه نگردیده است لذاذیلا مخارج نگهداری نیز بطور تقریبی ذکر میشود .

اگر فرض کنیم این کانال درسال ٦ بار زنجیرکشی شود متوسط قیمت زنجیرکشی ١/٢ ریال‌در متر طول میباشد پس در سال مخارج زنجیرکشی این کانال عبارت از :

ریال ٤٠٠٠×٦×١/٢=٢٨٨٠٠

ودرسه سال ریال ٢٨٨٠٠×٣=٨٦٤٠٠

وفرض کنیم که درسال این کانال یک دفعه‌لایروبی‌گردد و هزینه متوسط لایروبی در هرمتر مربع در حدود٥ ریال می‌باشد پس هزینه‌لایروبی درسال عبارت خواهد بوداز :

ریال ٢٠٤٠٠×٥=١٠٢٠٠٠

پس درسه‌سال‌خرج‌لایروبی کانال :ریال ١٠٢٠٠٠×٣=٣٠٦٠٠٠

پس هزینه صرفه‌جوئی شده با استفاده ازاین نوع پوشش‌درسه سال عبارت خواهد بوداز :

ریال ٤٨٥/٣٨١+٨٦/٤٠٠+٣٠٦/٠٠٠=٨٦٧/٧٨١

پس‌دراین‌نوع کانال بطول٤ کیلومتر میتوان بااستفاده از این روش‌مبلغ ٨٦٧/٧٨١ ریال‌در سه‌سال‌صرفه‌جوئی‌نمود.

٢ ـ اجرای روش درکانال‌های باپوشش بتنی

پروژه JONSORZIO DI BONIFICA DE IRRIGAZIONE HAVAROLO (CBIN) دارای ٤٠٤/٦٠٠ هکتارزمین‌قابل آبیاری داشته‌که ٤٠ کیلومترکانال‌های‌این پروژه بتنی‌و ٧٠ کیلومترکانال فرعی‌دارای پوشش‌خاکی داردضخامت‌بتن در ٤٠ کیلومتر این کانال‌ها بعلت‌ساله کشیدن بادست‌مختلف بوده‌وبین ١٢-٦سانتیمتر می‌باشد که‌متوسط ضخامت بتن ٨سانتیمتر می‌باشد . پروژهCBINدر سال ١٩٦٤ جهت جلوگیری از تلفات آب تصمیم‌گرفت که‌از اسولسیون کولاس‌میلابا همان روش که‌جهت‌غیرقابل نفوذکردن کانال‌های‌خاکی‌ذکر شداستفاده‌نماید‌خصوصاًدر نقاطی که‌شکستگی وترك‌درکانال‌هازیاد بود تاسال١٩٦٧ مقدار ٤٥ تن از اسولسیون‌فوق‌درکانال‌هابمقدار ٢ کیلوگرم‌در متر مربع‌مصرف‌گردید برای تمیزکردن وبندزدن درکانال بفواصل ٢٠٠-٣٠٠متربطور متوسط ٢ ریال در مترمربع هزینه مصرف‌گردید قیمت اسولسیون بمقدار ٢ کیلوگرم در مترمربع جمعاً ٦ ریال در مترمربع می‌باشد وجهت مصرف وریختن آن جمعاً ٨ریال درمتر مربع هزینه مصرف‌گردید .در صورتیکه اگر تعمیرات این کانال هر ٦ یا ٨ سال انجام‌گیرد قیمت تمام‌شده تعمیرات‌وتمیز کاری‌کانال بوسیله ماشین ١٠ ریال در مترمربع وبادست ٢٠/- ریال در متر مربع می‌باشد . پس اگر قیمت‌های‌تمام شده تعمیرات وغیرقابل نفوذکردن کانال بااسولسیون کولاس میلا مقایسه‌گردد ملاحظه میشود که هزینه غیرقابل‌نفوذکردن پائین‌تراز تعمیرات‌کانال می‌باشد البته دراین جا قیمت آب تلف شده محاسبه نگردیده است . برای‌گرفتن‌نتیجه بهتر لازم است عمل در ٤-٣ سال یکبار تکرارگردد .

نتیجه :

بطورکلی‌میتوان نتیجه‌گرفت که غیر قابل نفوذکردن‌کانال‌ها با اسولسیون‌بیتیوم‌مزایای‌ذیل‌در بر خواهدداشت.

١ ـ قیمت مواد اولیه وهزینه‌های کارگری پائین میباشد

٢ ـ اجرای این روش خیلی ساده می‌باشد

٣ ـ این روش را میتوان همزمان بابرنامه تعمیراتی‌کانال‌ها اجرا نمود پس هزینه‌های تمیزکاری ولایروبی‌کانال دراین روش حذف میشود واحتیاجی به تخلیه‌کانال ویابستن آب‌کانال بمدت زیاد نخواهد داشت

٤ ـ میتوان اسولسیون‌بیتیوم بمقدار قابل ملاحظه باخرج کم جهت‌جلوگیری‌از تلفات‌کانال‌های‌خاکی‌وبتن‌تهیه‌نمود

٥ ـ اسولسیون بیتیوم به محصولات‌کشاورزی اثر سوء ندارد

پایداری ودوام این نوع پوشش قابل مقایسه باروش‌های پوشش‌کانال‌با آسفالت وآسفالت بتن ویابتن‌نبوده واین روش‌را در مواقعیکه بخواهند تلفات آب و یاتغییرکانال بطور موقت انجام‌گیری بکار میبرند .

۲ ـ پوششش کانالها با مخلوط اسفالت و بتن

مقدمه : ایران کشوری است با هوای خشک و منابع آب کمتر پس جهت حداکثر استفاده از منابع آب موجود لازم است تلفات آب را در وسایل انتقال آن بحداقل برسانیم برای رسیدن به این حداقل بایستی وسایل انتقال آب را که ارزانترین آنها کانال روباز میباشد بطرقی که متداول میباشد پوشش کرد .

برای پوشش و غیرقابل نفوذ کردن کانالها تاکنون طرق مختلفی ارائه گردیده که عملیترین و مهمترین آنها پوشش بتن میباشد البته این روش معایبی در بردارد که ذیلا بآنها اشاره میشود .

۱ ـ کانالی که با بتن پوشش میشود برای انقباض و انبساط آن درزها بعرض متوسط ۲ سانتی‌متر در طول ۳ ـ ٤ مترگذاشته میشود که انقباض و انبساط بتن در هوای سرد و یاگرم باعث ترکیدن و از بین رفتن آن نگردد و عموماً این درزها (JOINT) بوسیلهٔ انواع مختلف مواد قیری پر میگردند ولی هر قدر دقت در انجام آن‌بکار برده شود باز بطور ایده‌آل امکان‌پذیر نمیباشد که این درزها را غیرقابل نفوذ نمود پس بهر ترتیب کانالهای بتنی بطور کامل غیرقابل نفوذ نبوده و تا حدودی آب نفوذ و تلف میگردد که در بعضی مواقع این تلفات به ۱۵٪ نیز میرسد .

۲ ـ این نوع کانالها با وجود داشتن درز (جوینت JOINT) باز هم در مقابل انقباض و انبساط بتن مقاومت نکرده و ترک‌هائی در آنها ایجاد و در نتیجه نفوذ و تلفات در آن افزایش مییابد هر قدر در تعمیرات و نگهداری کانالها دقت و سعی شود باز هم نمیتوان نفوذپذیری آن را بطور کامل از بین برد .

۳ ـ گاهی اوقات کمبود مواد اولیه نظیر سیمان باعث کندی پیشرفت کار و عقب افتادن برنامه‌های طرح‌ریزی شده میگردد نظیر سالهای اخیر در ایران .

اگر نگاهی اجمالی به‌گزارشات و روشهای مختلف پوشش کانالها با آسفالت یا آسفالت بتن بیندازیم درمییابیم که این روش معایب موجود در پوشش بتن نبوده و تنها عیب این روش خالی بودن کانال بمدت زیاد میباشد از آنجائیکه در خوزستان خصوصاً در قسمت آبیاری دز در تمام فصول سال آبیاری ادامه داشته و کانالها همیشه پرآب میباشند لذا دراین نقطه از ایران این عیب نیز برطرف میگردد . البته لازم بتذکر است که نگارنده تجربه‌ای در اینکار نداشته ولی اخیراً مطالعاتی جهت اجرای این روش در قسمت آبیاری دز در خوزستان انجام‌گرفته که تعدادی ازکانالهای آبرسانی خود را خصوصاً کانالهائی که در سال‌های قبل بتن‌گردیده ولی در اثر بهره‌برداری چندین ساله پوشش آنها تا حدودی از بین رفته است اجراء نماید برای رسیدن باین هدف لازم بود اطلاعات اولیه و تعاریف روشها به زبان فارسی جمع‌آوری و در دسترس علاقمندان خصوصاً افرادی که چنین طرحی را در پروژه آبیاری دز پیاده خواهند نمود قرار داد تا با مطالعهٔ این چند کلمه آگاهی سطحی به این روش پیدا کرده تا بتوان از تجربیات دیگران استفاده نمود امید است در آینده با جمع‌آوری اطلاعات و روشهای مختلف این نوع پوشش و ترجمهٔ گزارشات و تجربیات و آزمایشات دیگران بزبان فارسی نوشتهٔ قابل استفادهٔ و کاملی در دسترس علاقمندان قرار دهم .

مواد تشکیل دهندهٔ آسفالت

تعریف: آسفالت از مخلوط کردن قیر معدنی(بیتیوم یا بیتیومن(BITUMEN) که از تصفیه نفت خام در پالایشگاه بدست میآید و مواد تشکیل دهندهٔ آن که شن و ماسه و مواد دیگر میباشد تهیه میگردد در آمریکا اصطلاحاً به بیتیوم و یا قیر غیر معدنی آسفالت ـ بتن یا آسفالت مینامند ولی در این نوشته ما تعریف فوق‌الذکر را دنبال خواهیم کرد .

بیتیوم از مواد لزج قابل ارتجاعی تشکیل یافته که شکل ظاهری آن بستگی بمدت تهیه و حرارت آن دارد که از نظر ظاهری به سه دسته تقسیم میشود .

۱ ـ تهیه در مدت و حرارت کم

اگر بیتیوم در مدت کم و با درجهٔ حرارت پائین‌تری تهیه‌گردد دارای خاصیت فنری‌بوده و میتوان آنرا با موادتشکیل دهندهٔ بتن و فولاد مقایسه کرد .

۲ ـ تهیه در مدت و حرارت زیاد

اگر تهیهٔ بیتیوم در مدت طولانی با درجه حرارت بالاتری باشد خاصیت لزجی پیدا کرده و شبیه مایعات‌سنگین نظیر جیوه می‌باشد .

۳ ـ تهیه در مدت و حرارت متوسط

اگر بیتیوم در مدت متوسط (نه حالت‌اول نه حالت دوم) بلکه بین این دو حالت تهیه شده باشد خاصیت لزج‌قابل ارتجاع نظیر پلاستیک پیدا خواهد کرد .

خاصیت بیتیوم

بیتیوم دارای موادی میباشد که در مقابل رطوبت و آب کاملا غیر قابل نفوذ بوده و دارای خاصیت چسبندگی با تمام مواد میباشد بعد از چسبیدن بیتیوم با مواد ماده پایداری را بوجود میآورد که دوام قابل توجهی خواهد داشت . در اکثر موارد بیتیوم را میتوان با حرارت دادن خاصیت لزجی آنرا کاملا پائین آورده تا بصورت مایع قابل پاشیدن و یامخلوط با مواد دیگر درآورد میتوان آنرا در حرارت‌های کمتر که قابل حل شدن بوده یا مذاب باشد نیز بکاربرد بیتیوم در حالت شیری (امولسیون) دارای خاصیت قابل پراکندگی خوبی داشته و در آب بصورت قطرات ریز پراکنده میشود اگر بیتیوم بصورت امولسیون بکار برده شود بعد از مصرف قطرات آن شکسته و آب موجود در داخل قطرات تبخیر و مواد تشکیل دهنده بیتیوم متراکم‌گشته و جسم جامد پایداری را بوجود میآورد . قیرومذاب مخلوطی از بیتیوم و حلال آن میباشد که بعد از بکار بردن آن حلال بتدریج تبخیر و بیتیوم باقیمانده ماده موردنظر را بجا میگذارد .

اسفالت عبارتنداز : مخلوط متناسبی از بیتیوم و سنگ ریزه میباشد که خاصیت لزجی و پلاستیکی آن از خواص تشکیل دهنده آن میباشد شکل و خاصیت مواد تشکیل دهنده بیتیوم بستگی به مقدار حرارت در هنگام تهیه آن دارد اگر بخواهند دوام آن در حرارت‌های بالاتر بیشتر باشد بایستی تهیه با درجه حرارت بیشتر انجام پذیرد . زمان تهیه نیز در شکل و خاصیت آسفالت بی‌تأثیر نبوده و در زمانهای مختلف خواص گوناگونی پیدا خواهد کرد یعنی اگر زمان تهیه مدت کمی باشد بیتیوم بصورت غلیظ و سفت تهیه میشود ولی اگر این زمان زیاد باشدرغلظت آن کم بوده و بصورت مایع درمیآید و از خواص این حالت قابلیت انحناءپذیری آن میباشد یعنی اگر طبقه زیری آسفالت که خاک فشرده میباشد نشست بکندآسفالت خاصیت شکل‌پذیری خود را حفظ و شکل نشست شده خاک را پیدا کرده و ترک در آن ایجاد نمیشود .

پایداری و عمر آسفالت بستگی زیادی به دوام مواد تشکیل دهنده آن دارد بیتیوم خود بتنهائی از مواد پایداری تشکیل یافته ولی با اینحال در فضای آزاد به مقدار قابل ملاحظه‌ای فسادپذیر میباشد مقدار بیتیومی که در اطراف سنگ ریزه‌ها جمع میشود معمولا دارای ضخامت کمتری بوده پس‌با در نظرگرفتن فسادپذیری بیتیوم در هوای آزاد بایستی دقت بیشتری در اجرای عمل بکار برد و از عواملی که باعث کم شدن عمر آسفالت میگردد فضاهای خالی موجود در آسفالت میباشد پس در هنگام طرح‌ریزی نسبت‌های مواد تشکیل دهنده آسفالت و پهن کردن آن و یا در هنگام کوبیدن در عمل بایستی حداکثر دقت را بکار بست تا فضاهای خالی در آسفالت به حداقل برسد . ٤ سال کار و تجربه بکار بردن بیتیوم درکارهای هیدرولیکی نشان داده است که اگر فضای خالی موجود در آسفالت پائین‌تر از ٤٪ باشد این رقم قابل قبول بوده و آسفالت پایداری متناسبی خواهد داشت همچنین تجربه نشان میدهد در آسفالت که فضای خالی آن پائین‌تر از ٤٪ باشد غیرقابل نفوذ در مقابل آب بوده و همین عمل باعث دوام بیشتر آن میگردد زیرا که نفوذ آب یکی از بزرگترین عوامل مخرب آسفالت میباشد .

موارد استعمال بیتیوم

بیتیوم دارای موارد استعمال زیادی در رشته‌های مختلف مخصوصاً درکارهای هیدرولیکی و آبی مهمترین موارد استعمال آن با متدهای متداول بشرح ذیل میباشد .

۱ ـ آسفالت‌گرم مخلوط با بتن جهت پوشش کانالهای روباز

آسفالت با بتن از مخلوط شن ، ماسه ، سیمان ، بیتیوم و مواد فیلر تشکیل میبابد عموماً این مخلوط در دستگاه تهیه آسفالت‌گرم تهیه و باکامیون به محل کار حمل و بوسیله ماشین و یا با دست در بدنه کانالها پخش و به ضخامت لازم پهن میگردد که البته این قشر پهن شده را بایستی با غلطک کوبیده و محکم کاری نمود بطوریکه در بالا اشاره شد بیتیوم در حرارت‌های پائین سفت و بصورت جامد درمیآید پس بعد از پهن کردن آسفالت قبل از اینکه مخلوط حرارت و خاصیت شکل‌پذیری خود را از دست بدهد کوبیدن صورت بگیرد که در غیر اینصورت اینکار امکان‌پذیر نخواهد بود .

امروزه همزمان با پیشرفت‌های تکنولوژی وسایل انجام اینکار نیز تغییر و پخش آسفالت با فورم‌های پیش ساخته بصورت کانال SLIPFORM که‌در کانالهای باحجم کار بیشتری انجام میگیرد جایگزین انجام کار بادست گردیده است در کانالهای کوچک با حجم کارکمتر پخش آسفالت با دست از نظر اقتصادی مقرون بصرفه و عملی‌تر میباشد البته در کارهای سخت و دستگیر مثل آسفالت بتن زیر پلها و ساختمان‌ها وتأسیسات آبی کانالها بهترین و عملی‌ترین طریقه‌پخش آسفالت و انجام کار دستی میباشد مهمترین عامل محدود کننده در این طریقه کوبیدن آن قبل از سردشدن مخلوط آسفالت بتن میباشد یعنی باید باندازه‌ای پخش کرد که قبل از سردشدن آن بتوان آن را کوبیده و محکم کاری نمود .

بعد از پخش و کوبیدن مخلوط آسفالت ـ بتن و انجام کارفضای خالی موجود در آن نبایستی بیش از ٤٪ باشد که پیداکردن این رقم نیز بتوسط نمونه‌برداری امکان‌پذیر میباشد مقاومت واستقامت آسفالت ـ بتن بستگی به این رقم داشته وبرای به حداقل رساندن آن بایستی دقت وتوجه بیشتری در تهیه مخلوط وبکار بردن مواد به‌نسبت‌های متناسب وهمچنین در اجراء کار نمود.

۲ ـ بتن مخلوط با آسفالت سرد در پوشش کانالهای روباز

در این طریقه بیتیوم بصورت مذاب ویا محلول بکار برده میشود امتیاز این طریقه در بکار بستن آن در حرارت‌های پائین میباشد یعنی احتیاجی به بکارگرفتن دستگاه وانرژی جهت بالا بردن حرارت مخلوط نمیباشد در اینحالت فضاهای خالی موجود در مخلوط باعث تبخیر آب آن‌شده و زودتر خشک وجامد میگردد در این‌طریقه علاوه‌براینکه بیتیوم موجود در مخلوط باعث خشک شدن مخلوط میگردد بلکه دراثر تبخیر آب خفره‌های خالی‌در آن ایجاد واین حفره‌ها عامل مؤثر نفوذ ریشه‌ها در داخل مخلوط وحتی در زیر پوشش شده وترك‌خوردگیهائی در بدنه کانال ایجاد ودرنتیجه از بین رفتن آن آن میشود و از معایب همین روش بوجود آمدن ترك و دوام کمتر آن میباشدکه این عیب در روش اول وجود ندارد.

۳ ـ پوشش انهار روباز بطریقهٔ آسفالت ـ بتن پیش ساخته

این طریقه را میتوان پوشش سقف با مصالح ساختمانی پیش ساخته مقایسه نمود اغلب‌این مواد از پیش در کارخانه ساخته شده وبه محل حمل وبکارگرفته میشود صفحات پیش ساخته تشکیل یافته از بتن مسلح همراه با بیتیوم مخلوط با هوای فشرده (این نوع بیتیوم قیر مخصوص است که هنگام‌گرم کردن هوای فشرده در آن داخل نموده وباقی میماند) وفایبروگلاس فشرده در وسط آن ـ در این طریقه چون مواد مصالح مصرفی قبلا درکارخانه ساخته میشود لذا کیفیت پوشش فقط بستگی در بکاربردن صفحات پیش ساخته ودقت درکارگذاشتن آنها خواهد داشت وهمچنین این طریقه شامل امتیازات ماشینی ومعایب دستی را دربر نخواهد داشت یگانه عیب بزرگ این روش نداشتن ماده خوب جهت پر کردن فاصله ودرزهای بین قالب‌های پیش ساخته میباشد آسیب‌پذیری این مواد عموماً مکانیکی بوده مثل سوراخ شدن وشکستگی توسط حیوانات ویا انسان وطول عمر وپایداری آنها بستگی به جلوگیری ونگهداری آنها دربمقابل آسیب‌های مکانیکی دارد یکی از مزایای این روش را میتوان درکانالهای کوچک جستجوکرد یعنی اگر بدنه کانال باندازه‌ای باشد که عرض‌قالب‌بتواند تمام آنرا پوشاند تابتوان آنرا بطول در بدنه کانال قرار داداز مزایای بیشتری‌برخوردار خواهد بود

٤ ـ پوشش کانال بتوسط پاشیدن قیرگرم با هوای فشرده آن.

این روش بیشتر در آمریکا معمول بوده وکار باینصورت انجام میگیردکه بعداز خاکبرداری کانال یک قشر از

بیتیوم‌گرم ومذاب به ضخامت ۸-۱۰ سیلیمتر که با هوای فشرده مخلوط میباشد روی خاك بدنه وکف پاشیده میشود تا آنجائیکه سطح خارجی خاك کانال کاملا با این جاده پوشانده شود واین قشر بدنه‌ها وکف کانال را درمقابل فرسایش آب وسبز شدن علف در آن محافظت مینماید این غشا با پاشیدن یک نوع بیتیوم‌مخصوص که انجام آن بایستی در حرارت بالاتری صورت‌گیرد بوجود خواهد آمد وبرای دست یافتن به ضخامت مورد قبول بایستی چندین دفعه قیر مذاب رویهم پاشیده شود پوشش با این سیستم با اینکه درمقابل آب غیرقابل نفوذمیباشد ولی درمقابل‌آسیب‌های مکانیکی واشعهٔ ماوراء بنفش ناپایدار بوده وبایستی درمقابل چنین عوامل آن را محافظت نمود برای محافظت چنین پوششی معمولا از مواد دانه‌بندی شده وآسفالت یا بتن ارزان قیمت بطوریکه روی بیتیوم را کاملا بپوشاند استفاده میشود. از امتیازات مشخصهٔ این روش در سادگی بکار بردن آن میباشد زیرا که این طریقه احتیاجی به دستگاه تهیهٔ آسفالت ـ بتن‌گرم ودستگاههای گران قیمت و وسایل کوبیدن وپخش کردن ندارد واز مزایای دیگر این روش نیز میتوان سادگی تعمیرات آن را ذکرنمود یعنی اگر ترکی درچنین کانالی ایجاد شود بسهولت میتوان آنرا با پاشیدن بیتیوم‌گرم ومذاب تعمیر نمود.

معایب روش فوق‌الذکر :

معایب این روش را میتوان بصورت ذیل خلاصه وذکر نمود.

۱ ـ تثبیت یک چنین مایع در بدنهٔ شیب‌دار کانال مشکل بوده وبه محض اینکه مایع مذاب در بدنه پاشیده میشود شروع به جاری شدن نموده وایستادگی کمی در بدنه خواهد داشت ودرصورتیکه مصرف آن درسطح صاف وبدون شیب شکل فوق را برطرف مینماید.

۲ ـ غشاء بوجود آمده در بدنه وکف کانال مقاومت کمتری درمقابل آب وسبز شدن علفها خواهد داشت.

۳ ـ این روش لزوم خاکبرداری بیشتری درکانال ایجاب مینماید وقبل از پاشیدن ماده مذاب بایستی بدنه وکف کانال سطح صافی داشته باشد (باصطلاح علمی بایستی رگلاژ شده باشد).

٤ ـ درسطح خط آب درکانال (داغ آب ویا بالای سطح تر شده) علف سبز شده‌کندن ویا از بین بردن این علفها خود عاملی است که غشاء پوششی کنده شده واز بین برود ودرنتیجه دوام کمتری داشته باشد ودرصورتیکه یک چنین‌عیبی در روش اول وجود ندارد.

پس با درنظر گرفتن معایب ومحاسن این روش میتوان بطورکلی نتیجه‌گرفت که روش فوق جهت غیرقابل نفوذ وپوشش کردن مخازن وحوضچه های آبیاری که شیب در بدنه کمتر وسرعت آب ناچیز ودائماً پرآب باشند قابل استفاده میباشد.

۵ ـ پوشش کانال بوسیلهٔ بیتیوم مذاب مخلوط با هوای فشرده ومواد پیش ساخته :

این روش ترکیبی است ازطرق ۲ و٤ که دربالا شرح آنها داده شد قالب پیش ساخته شده آسفالت ـ بتن ازکارخانه سازنده بآسانی قابل حصول بوده ودرمقابل آب پایداری بیشتری دارد ولی معایب ذکر شده در روش ٤ محدودیت بکار بردن این روش را بیشتر مینماید.

٦ ـ پوشش کانال با استفاده از مایع‌حل شونده (امولسیون (EMULSION)

این روش بطور موقتی جلوی نفوذ آب درکانالها راگرفته ولی دائمی نخواهد بود.

این روش بیشتر درفرانسه و ایتالیا جهت غیر قابل نفوذ کردن کانا های موجود بکار برده میشود جهت اجرای روش فوق‌الذکر سطح آب درکانال تا حد ماگزیمم آن بالا آورده بعد امولسیون بیتیوم را در آب بتدریج میریزند وهنگام عمل بایستی دقت بشود که مخلوط امولسیون هنگام اضافه کردن درکانال مرتباً بهم زده شود هنگامیکه این مایع در آب ریخته شد در آن پخش وهمراه آب وارد سوراخهائی که آب در آنها نفوذ میکرد میگردد وبتدریج در آن جمع وقشر نازکی از بیتیوم این سوراخ ها را پر کرده ودرنتیجه باعث غیرقابل نفوذ شدن کانال میگردد.

این روش را میتوان‌جهت غیرقابل‌نفوذ کردن و تعمیر ترك کانالهای بتنی نیز بکار برد این طریقه جلو نشت آب را بطورکامل از بین نبرده بلکه نفوذپذیری آن را بین ۷۰٪-۸۰٪ کاهش میدهد از این روش میتوان جهت تعمیر درزهای بزرگی که درکانالهای بتنی ایجاد میشود بکار برد زیرا که بعلت زیادی عرض ترك امولسیون بیتیوم نمیتواند بصورت قشر نازك در آن نشست نماید بایستی درنظر داشت قشر بوجود آمده در بدنه وکف کانالها دراثر نگهداری کانال (مثل کندن یا بردن علفها ـ زنجیرکشی) ویا خشك بودن آن درمواقعیکه آب به مصرف کننده تحویل نمیگردد از بین رفته وبرای پوشش مجدد بایستی از امولسیون بیتیوم بروش بالا استفاده نمود ومیتوان درسال چندین‌دفعه این طریقه را بکار برد زیرا

که عمل آن بسیار ساده و کم خرج وبه تخصص ومهارت وماشین‌آلات مخصوص احتیاجی ندارد.

قیمت تمام شده روشهای مختلف و مقایسهٔ آنها

با نوساناتی که‌قیمت مواد اولیه در بازارهای داخلی وبین‌المللی دارد مشکل بتوان رقم ثابتی که نشان‌دهنده قیمت تمام شده یک روش ویا مقایسهٔ قیمت واحد در روش های مختلف باشد بدست آورد قیمت واحد تمام شده بستگی به عوامل زیر دارد .

۱ ـ منطقهٔ عمل

محل ومنطقهٔ اجرای پوشش به طریقه های ذکر شده عامل مؤثری در نوسان قیمت واحد تمام شده دارد زیرا که مزد کارگر ماهر ـ اجاره ویا قیمت ماشین‌آلات مورد لزوم خاك وحرارت ـ جاده‌های ارتباطی جهت حمل ونقل قیمت مواد اولیه درمناطق مختلف متفاوت بوده وهمین اختلاف قیمت هزینهٔ عمل را پائین‌وبالا میبرد وبایستی‌قیمت عوامل ذکر شده با استانداردهای بین‌المللی مقایسه‌گردد.

۲ ـ نوع ساختمان وحجم کار

قیمت واحد کار بستگی به نوع ساختمانی که میخواهیم پوشش بکنیم خواهد داشت که آیا ساختمان دستگیر ویا کار در آن ساده میباشد وهمچنین حجم کار که آیا کار درسطح کوچك ویا با اشل بزرگ اجراء میگردد قیمت واحد را تغییر خواهد داد.

۳ ـ نوع روش اجرائی

همانطوریکه درشرح روشهای مختلف‌گفته شد قیمت واحد تمام شده کار بستگی به روشهای اجرائی داشته زیرا که ممکن است بیتیوم مصرفی مایع یا جامد ویا اسولسیون وهمچنین مخلوط با بتن قوی ویا ضعیف که این بحداقل خود باعث نوسان درقیمت‌تمام‌شده میباشد به‌همین دلیل نمیتوان قیمت‌تمام شده روشهای مختلف‌را باهم مقایسه نمود زیرا که‌هر روش دارای محاسن ویا معایبی میباشد که نمیتوان فقط روی قیمت تمام شده تصمیم‌گیری کرد بلکه انتخاب روش بستگی به امکانات وهدف نهائی از اجراء کار خواهد داشت.

قیمت تمام شده روشهای مختلف که درسال ۱۹۷۳ در اروپا اجراء شده وبا قیمت مواد اولیه درهمان سال محاسبه گردیده است ذیلا شرح داده میشود.

۱ ـ آسفالت ـ بتن ـگرم ونگین

قیمت تمام شده هرتن این نوع مخلوط بین ۱۳۶۰ الی ۷۲۰ ریال می‌باشد که قیمت‌هر مترمربع پوشش کانال با ۱۰ سانتی‌متر ضخامت ۳۴۰ الی ۶۸۰ ریال میباشد در این روش میتوان ضخامت مورد لزوم را در دو نوبت ۵ سانتی متری ایجاد نمود که قشر اول مخلوطی از آسفالت‌گرم وبتن سبك (با درصد سیمان کمتر) که قیمت تمام شده این نوع مخلوط تنی ۳۴۰ الی ۶۸۰ ریال میباشد باین ترتیب میتوان قیمت تمام شده هر مترمربع پوشش را با ۱۰ سانتی‌متر ضخامت به ۲۰۴ الی ۵۲۰ ریال تقلیل داد .

۲ ـ مخلوط آسفالت سرد وبتن

قیمت تمام شده در این روش جهت کارهای کوچك پائین‌تر از روش اول بوده ولی درکارهای با حجم بیشتر فرق زیادی بین دو روش وجود نخواهد داشت .

۳ ـ آسفالت ـ بتن پیش ساخته

قیمت تمام شده این روش بستگی به کیفیت ونوع قالب‌های پیش ساخته شده داشته ولی بطورکلی بین ۸۵ الی ۲۰۵ ریال برای هر مترمربع میباشد.

۴ ـ پاشیدن بیتیوم‌گرم مخلوط با هوا

در این روش قیمت واحد تمام شده بستگی به کیفیت بدنهٔ خاکی کانال ونوع پوشش حفاظتی بالای قشر قیرپاشیده دارد ولی بطورکلی قیمت برای هر مترمربع بین ۸۵ الی ۲۰۵ ریال متغییر میباشد.

۵ ـ بیتیوم مذاب مخلوط با هوا وآسفالت بتن پیش ساخته

قیمت تمام شده در این روش برای هر مترمربع کار ـ بین ۱۷۰/ـ الی ۳۴۰ ریال متغیر خواهد بود.

۶ ـ پاشیدن اسولسیون بیتیوم :

عامل اصلی درقیمت تمام شده این روش همان قیمت اولیهٔ امولسیون بیتیوم بوده که بین ۳٤الی ۱۰۲ ریال برای هر مترمربع میباشد.

۷ ـ قیمت تمام شده روشهای فوق‌الذکر را میتوان با قیمت واحد تمام شده بتن که با ضخامت۵ سانتی‌متر بین ۲۰۵ الی ٤۲۵ ریال برای هر مترمربع میباشد اگر این ضخامت را به ۱۰ سانتی‌متر افزایش بدهیم قیمت تمام شده برای هر مترمربع بین ۳٤۰ الی ٦۸۰ ریال خواهد بود .

توجه : قیمت‌های فوق‌الذکر برمبنای هر پوند انگلیسی برابر با ۱۷۰ ریال محاسبه‌گردیده است.

انتخاب روش پوشش کانال از بین طرق ذکر شده

با درنظرگرفتن قیمت ومنابع مواد اولیه وهمچنین مزد کارگر بنظر میرسد که بهترین روش پوشش کانالها در ایران پوشش با مخلوط آسفالت‌گرم با بتن میباشد تجارب وآزمایشات انجام‌گرفته نشان میدهد که این نوع پوشش دارای مقاومت قابل ملاحظه‌ای در برابر عوامل زیان‌آور مکانیکی وهمچنین آب داشته وعمر آن بیشتر وهزینهٔ نگهداری کمتری دارد. مشکل اساسی این روش بالا بودن هزینهٔ اولیه ولزوم دستگاههای تهیه آسفالت وپخش وکوبیدن آن میباشد مسئلهٔ دیگر در این روش داشتن کارگران وکارکنان مجرب وبا مهارت کافی میباشد که در وضع فعلی پیدا کردن چنین افراد خود مشکل بزرگی را در اجرای این روش پیش خواهد آورد البته نباید فراموش کرد که در هر رشته داشتن افراد مجرب جز با کارکردن آنها وکسب تجربه عملی نخواهد بود پیداست که این پوشش در سال‌های نخست دارای کیفیت وکمیت ایده‌آل وبا استاندارد تعیین شده نخواهد بود ولی با کمی کار وتمرین میتوان این نوع پوشش را درسطح مملکت بطور اقتصادی وهمچنین با حجم بیشتر انجام داد. بطور مثال میتوان گفت که ساختمان این نوع پوشش درسالهای اول که در آلمان وفرانسه اجراءگردید اقتصادی نبوده وازکیفیت خوبی برخوردار نبوده ولی بعد از چندین سال کار وکسب تجربه درحال حاضر درممالک ذکر شده کار با کیفیت عالی وبطور اقتصادی در حجم بیشتری انجام میگیرد بطوریکه درحال‌حاضر در این دو کشور اکثر کانالها با مخلوط آسفالت‌گرم با بتن پوشش میشود ونتیجهٔ بهتری‌گرفته میشود.

مراحل ساختمان پوشش کانالهای آبیاری بطریقهٔ آسفالت ـ بتن

برای اجراء این روش بایستی ٤ مرحله ذیل را بکار بست :

مرحله ۱ ـ احتساب نسبت مواد تشکیل دهنده مخلوط در آزمایشگاه ، در این مرحله بایستی ۳ نکته مهم زیر بدقت رعایت گردد .

۱ ـ مخلوط بایستی حداکثر وزن مخصوص با حداقل کوبیدن (COMPUCTION) باشد .

۲ ـ دارای حداکثر پایداری در بدنهٔ شیب‌دار کانال باشد .

۳ ـ دارای خاصیت شکل‌پذیری باشد یعنی با نشست کردن قشر خاک زیری پوشش نیز از شکل جدید پیروی کرده و ترک ایجاد نگردد .

نکات فوق‌الذکر را میتوان با بکار بردن وسایل ذیل در آزمایشگاه بطور دقیق مطالعه و نتیجه‌گیری نمود .

۱ ـ کوبیدن مخلوط بوسیلهٔ دستگاه مارشال (MURSHALL-COMPUCTOR) این دستگاه مفیدترین وسیله جهت مطالعهٔاثر عمل کوبیدن در وزن مخصوص مخلوط میباشد بعبارت دیگر از این وسیله برای پیدا کردن رقم‌حداقل کوبیدن که حداکثر وزن مخصوص مخلوط را بدست بدهد استفاده میشود .

این حقیقت بایستی از نظر دور نشود که اثر غلطک درکوبیدن مخلوط در بدنه شیب‌دار کانال کمتر از سطح افقی میباشد بنابراین انتخاب اصلی بنسبت مواد اولیه مخلوط عبارت از :

پیدا کردن نسبتی است که با حداقل کار درکوبیدن در بدنهٔ کانال حداکثر وزن مخصوص را حاصل نماید بهترین نمونه درآزمایشگاهی موقتی بدست آمد که با ۵ تا ۱۰ ضربه با دستگاه مارشال فضای خالی مخلوط کمتر از ٤٪ باشد .

۲ ـ آزمایش محلـــــول

الف ـ در عمل وقتی محلول بیتیوم در بدنه کوبیده شده کانال پاشیده میشود درجه حرارت آن (درجه حرارت بین ۱۲۰ ـ ۱٦۰ درجه سانتیگراد که آنهم نسبت به نوع بیتیوم متغیر میباشد) باندازه‌ای باشد که مایع جریان یافته در بدنهٔ

کانال به حداقل برسد برای این آزمایش محلول را با غلظت موردنظر در قالب تخته‌ای که درست با شیب بدنهٔ کانال قرار داده میشود ریخته و ۱/۵ ساعت بعد از ریختن محلول اگر تختهٔ بدنه زیری قالب را دربیاوریم اگر غلظت ایده‌آل باشد بعد از کندن بدنه زیری قالب نبایستی مایع جریان یابد و اگر مایع جریان داشته باشد این آزمایش را با تغییراتی که در غلظت محلول میدهند آنقدر ادامه میدهند تا غلظت موردنظر بدست آید .

ب ـ غلظت موردنظر را میتوان عملا در بدنهٔ کانالها نیز بدست آورد بدین طریق که محلول‌را در بدنهٔ کوبیده شده کانال میپاشند و درجهٔ حرارت محلول بین ۶۰ الی ۸۰ سانتی‌گراد خواهد بود بعد از پاشیدن محلول جریان خیلی کمی از آن در بدنه وجود خواهد داشت بطور مثال ۳ میلیمتر جریان محلول در طول ۳۰ سانتی‌متر نمونه قابل قبول خواهد بود البته بشرطی که این جریان بعد از ۲۴ ساعت بطور کلی قطع گردد و میتوان اینکار را با غلظت‌های مختلف محلول آنقدر ادامه داد تا غلظت مورد نظر بدست آید.

۳ ـ آزمایش قابلیت انحناء و نفوذپذیری در این آزمایش مخلوط آسفالت ـ بتن را روی یک قالب گرد که زیر آن ماسه قرار داده میشود پهن کرده و آب تحت فشار روی آن قرار میدهند از آنجا میتوان مقدار آب نفوذی در مخلوط را پیدا کرد و این مقدار بایستی خیلی جزئی و قابل اندازه‌گیری نباشد و نفوذ کمتر از ۰٫۷ سانتی‌متر در ثانیه قابل قبول خواهد بود بعد از آزمایش نفوذپذیری ماسه زیر قالب را خالی میکنیم و با خالی کردن ماسه باید مخلوط بدون ترک خوردن از شکل جدید پیروی نموده و هیچگونه شکستگی ایجاد نگردد . در نوشته‌های بعدی اطلاعات دقیقی برای پیدا کردن نفوذپذیری و قابلیت انحناء مخلوط داده خواهد شد .

البته این روش جهت اندازه‌گیری قابلیت انحناء و شکل پذیری مخلوط طرح‌ریزی شده ولی میتوان‌تواناًاین آزمایش نفوذپذیری آنرا نیز اندازه‌گیری نمود با بررسی وضع ظاهری مخلوط میتوان در مورد نسبت مواد تشکیل‌دهندهٔ مخلوط تصمیم‌گیری نمود که این روش بیشتر در جاده‌ها و سطوح افقی که مخلوط جریان پیدا نمی‌کند قابل‌استفاده میباشد بعد از اینکه مخلوط در این سطوح پخش شد موقع کوبیدن بیتیوم به سطح جاده آمده و این عمل باعث بالا بردن‌دوام و پایداری پوشش میگردد برای پیدا کردن بهترین نسبت مخلوط جهت پوشش بدنه کانالها از همان روشهای ذکر شده‌در بالا یعنی کوبیدن بروش مارشال و همچنین پیدا کردن نسبت مخلوط تا آنجائیکه از آزمایش کوبیدن بروش مارشال نتیجهٔ‌مطلوب بدست آید بعد از اینکه نسبت مخلوط باین ترتیب بدست آمد بایستی آزمایش نفوذپذیری و انحناءپذیری‌مخلوط‌را انجام داد و تا آنجائیکه لازم است نسبت مواد را در مخلوط تغییر داد تا رقم ایده‌آل‌بدست آید و نتیجه مطلوب‌از آزمایشات حاصل‌گردد بعد از پیدا کردن بهترین نسبت مواد تشکیل دهنده مخلوط میتوان آنرا عملا جهت پوشش کانالهااجراء کرد

مرحله ۲ کنترل نتیجه کار بوسیلهٔ آزمایشگاه که بتوسط پیمان‌کار انجام میگیرد این کار جهت کنترل‌و بررسی نتایج کارهائی است که عملا انجام میگیرد بکار برده میشود یعنی با این کار میخواهیم‌بررسی کنیم که آیا نتایج آزمایشات انجام‌گرفته در آزمایشگاه بطور کامل عملا اجرا شده یا نه برای این کار از نمونه‌هائی که بوسیله کندن‌از پوشش کانال بدست میآید استفاده نموده و این نمونه‌ها را تحت آزمایش قرار داده و نتیجهٔ آن‌را با نتایج بدست آمده در آزمایشگاه‌مقایسه مینمایند در این مرحله روش پهن کردن و کوبیدن مخلوط در بدنهٔ کانال کنترل و بررسی میگردد البته‌میتوان نسبت مواد مخلوط را در دستگاه تهیهٔ آسفالت بتن کنترول نمود ولی برای اطمینان خاطر بایستی نمونه‌برداری را انجام و نتیجه‌تحت وارسی قرارگیرد .

در تمام مراحل انجام کار بایستی بتوسط نمونه هائی که برداشته میشود نسبت‌مخلوط درجه حرارت آن هنگام پهن کردن و کوبیدن مرتباً یادداشت‌برداری‌گردد و اثر درجهٔ کوبیدگی در تغییرات وزن مخصوص‌مخلوطی که درکانال پهن میگردد وارسی و کنترل نمود . اساس این آزمایش آماربرداری مرتب از مشخصات انجام‌کار میباشد و این‌مشخصات عبارتند از :

۱ ـ نسبت مخلوط آسفالت ـ بتن
۲ ـ روشهای مختلف مخلوط کردن
۳ ـ نوع حمل این مخلوط از دستگاه به محل کار
۴ ـ روشهای پهن کردن مخلوط در بدنهٔ کانال

۵ ـ درجهٔ حرارت مخلوط هنگام پهن کردن و کوبیدن
۶ ـ درجه کوبیدگی مخلوط و فضاهای خالی موجود درآن که بایستی کمتر از ٤٪ باشد .
۷ ـ روشهای کوبیدن مخلوط در بدنه
۱ ـ نسبت مخلوط آسفالت ـ بتن
۲ ـ روشهای مختلف مخلوط کردن
۳ ـ نوع حمل این مخلوط از دستگاه به محل کار
٤ ـ روشهای پهن کردن مخلوط در بدنهٔ کانال
۵ ـ درجهٔ حرارت مخلوط هنگام پهن کردن و کوبیدن
۶ ـ درجه کوبیدگی مخلوط و فضاهای خالی موجود در آن که بایستی کمتر از ٤٪ باشد
۷ ـ روشهای کوبیدن مخلوط در بدنه

آزمایش روی نمونه‌های برداشت شده از کار انجام گرفته و خاتمه یافته بهترین نتیجه را بدست خواهد داد دراین آزمایش میتوان قشر زیر پوشش آسفالت ـ بتن و ضخامت آن را بدست آورد مخلوط آسفالت ـ بتن را میتوان مستقیماً روی خاك کوبیده شده بشرطی که ضخامت آن کمتر از ۸ الی ۱۰ سانتی‌متر نباشد پهن کرد اگر قشر زیری مخلوط را با بتن سبك و یا بیتیوم مذاب پاشیده شده بپوشانیم میتوانیم ضخامت پوشش آسفالت ـ بتن را بین ۵ الی۸ سانتی متر تقلیل داد ولی اگر قشر زیری آسفالت باشد میتوان آسفالت ـ بتن را بضخامت ٤ الی ۶ سانتی متر بکار برد که نتیجهٔ ایده‌آل از آن حاصل خواهد شد .

اگر مخلوط خاصیت انجمادی و سرد شوندگی بالائی داشته باشد (یعنی مخلوط در مدت کم و حرارت بالاتر سرد و منجمد شود) ضخامت کم آن اشکالی در کوبیدن و محکم کردن پوشش خواهد داشت . :

مرحله ۳ آزمایشات لازم درکارهای انجام‌گرفته درکارهای با حجم بیشتر

در این مرحله روشهای ذکر شده در مرحلهٔ دوم بدون‌هیچگونه تغییری انجام‌پذیر میباشد نمونه‌های لازم بعداز اتمام کار برداشته شده و آزمایشات لازم انجام میگیرد .

برای بدست آوردن نتیجهٔ بهتر از کار توصیه میشود که تشکیلات خوبی جهت انجام کمار داده شده و همکاری نزدیکی بین تهیهٔ آسفالت و پخش آن و کوبیدن صورت‌گیرد و سعی شود که تهیه دستگاه مخلوط آسفالت بتن تعطیل نگشته و بعد از تهیه آن هرچه زودتر مخلوط پهن وکوبیده شود و بایستی تشریک‌مساعی ایده‌آل بین انجام دهندهٔ کارهای تهیه‌کننده قشرزیری مخلوط پخش‌کننده و تهیه‌کننده آن و همچنین کسی که‌مخلوط را کوبیده و محکم مینماید بوجود آورد .

مرحله ٤ ـ استفاده از ماشین‌آلات :

ممکن است تمام مراحل کار غیر از کوبیدن مخلوط که بایستی با غلطك انجام شود همگی با دست امکان‌پذیر میباشد میتوان از ماشین‌آلات مخصوص فرم پیش ساخته بشکل کانال(SLIPFORM) که باعث بالابردن‌راندمان کار و صاف‌شدن سطح پوشش کانال استفاده نمود .

استفاده از امکانات موجود در ایران

آزمایشگاه شرکت ملی نفت ایران قادر میباشد که آزمایشات لازم در اجرای روش ۱ ـ بطرز خوبی انجام دهد .

آزمایشگاه وزارت راه در عین حالیکه میتواند تا حدودی در عملیات روش ۱ کمک مؤثری بنماید آزمایشات لازم جهت اجرای روشهای ۲ و ۳ و ٤ را بخوبی انجام دهد آزمایشگاه هیدرولیك وزارت آب و برق قادر به اجرای آزمایشات لازم جهت بکاربستن روش ۲ میباشد . روش ۳ با حجم کار بزرگتر قابل اجراء در کانالهای طرح‌قروین و طرحهای کانال کشی خوزستان میباشد .

البته لازم بتذکر است کسانی که میخواهند از این روش‌ها جهت پوشش کانالها استفاده نمایند برای بکار بستن آنها با همکاری شرکت اشل طی بازدیدی که از کشورهای اروپائی که روشهای فوق را در دست اجراء دارند عملا دراین رشته کارآموزی لازم را دیده تا مهارت و تجربه کافی برای اجرا کسب نمایند .

برنامه زمانی جهت بازدید و کارآموزی :

تاریخی که میتوان از مراحل چهارگانه حین اجراء وبازدید وکارآموزی نمود عبارتند از :

مرحله ۱	فوریه - می	۱۹۷٤
مرحله ۲	می - جون	۱۹۷٤
مرحله ۳	جولای - سپتامبر	۱۹۷٤
مرحله ٤	ازاکتبرتاآخرشال ۱۹۷٤ تا ۱۹۷۵	

سایر موارد استعمال :

روش پوشش یا بیتوم را میتوان در مخازن آب بشرط اینکه نکات ذیل رعایت گردد بکار برد .

۱ - در صورتی میتوان از محلول بیتیوم جهت غیر قابل نفوذ کردن مخازن آب استفاده نمود که این مخازن پرآب بوده و مدت زیادی خالی و خشک نمانند و در غیر اینصورت باعث از بین رفتن پوشش و در نتیجه غیر قابل استفاده شدن روش فوق میگردد .

۲ - در ایران جهت غیرقابل نفوذ کردن مخازن آب و گرفتن روزنه های ایجاد شده در آنها بهترین روش پاشیدن امولسیون بیتیوم که بصورت غشاء نامرئی باعث گرفته شدن روزنه ها میگردد بکار برد .

سئوالات مطرح شده در سمینار

۱ ـ پاشیدن قیر بچه صورت بوده است ؟ گرم یا روش دیگری ؟

جواب : پاشیدن قیر روی بدنه کانالها بصورت گرم میباشد .

سؤال ۲ ـ ارقام مربوط به قیمت پوششهای مختلف مربوط بکشورهای دیگر است آیا این ارقام در ایران صدق میکنند ؟ مواد اولیه این پوشش ها اکثراً گران هستند آیا باین موضوع توجه شده است !؟

جواب: قیر در ایران ارزانتر از سایر کشورها میباشدزیرا که مواد اولیه آن از تصفیه‌خانه شرکت ملی‌نفت در آبادان بدست میآید .

سؤال ۳ ـ آیا برای جلوگیری از نفوذ آب‌در درزهای پوشش سیمانی (Joint) کانال‌اقدامی شده است؟ اگرشده‌است بچه نحو بوده است ؟

جواب: برای جلوگیری از نفوذ آب در کانالها ـ در درزها (Joint) بوسیله آسفالت (مخلوط ماسه‌و قیر گرم پر میگردند ، .

سؤال ٤ ـ مخلوط آسفالت و سیمان مقاومتی در برابر نیروهای فشاری ندارند آیا این موضوع بررسی شده است ؟

جواب : این موضوع بررسی شده و تحمل فشار لازم را دارد .

سؤال ٥ نسبت ترکیب مخلوط اسفالت و سیمان چقدر است ؟

جواب: نسبت‌های مختلف دارد که بهترین‌نسبت را برای محل بایستی با آزمایشات لازم پیدا کرد .

سؤال ٦ ـ مقدار تلفات در درزها(Joints) که در گزارش ۱٥٪ ذکر شده است زیاد است چرا ؟ این مقدارتلفات آب برای چه طولی از کانال است ؟

جواب: برای٤ کیلومتر میباشد .

سؤال ۷ ـ در مخلوط آسفالت و سیمان ، سیمان رل فیلر دارد آیا میتوان از مواد دیگری استفاده کرد ؟

جواب:سیمان در حین داشتن رل فیلر مقاومت و استقامت مخلوطرا زیادتر کرده و ما تجربه‌ای‌در این‌زمینه‌اینکه بتوان از مواد دیگر استفاده نمائیم نداریم .

سؤال ۸ ـ آیا آزمایشاتی روی علف‌کشها برای از بین بردن علفهائیکه زیر لایه سیمان رشد میکنند شده است ؟

جواب:تاکنون این آزمایشات در این پروژه اجرا نگردیده است.

سؤال ۹ ـ محلول بیتیوم در چه شیبی بکار میرود ؟ اگر این محلول قسری بجای میگذارد آیا این قشر مقاوم است؟

جواب: جهت پیدا کردن‌شیب مناسب و همچنین مخلوط مناسبتر میتوان از آزمایشی که در مقاله بآن اشاره‌گردیده پیدا و بکار برد .

سؤال ۱۰ ـ چرا از مخلوط اسفالت و سیمان برای پرکردن درزها (Joints) در پوشش سیمانی بکار نمیرود ؟ چه روشی برای این منظور خوب است ؟

جواب:راحت‌ترین و ارزانترین وسیله برای اینکار همان بود که در بالا ذکر گردید .

بررسی و تعیین احتیاجات آبی نیشکر در هفت‌تپه

سازمان آب و برق خوزستان - طرح نیشکر هفت‌تپه

نظام‌الدین بنی‌عباسی - محمد حسن قانعی

خلاصه :

خوزستان از جمله نقاطی است که کشت نیشکر از سالیان خیلی قدیم در آن رواج داشته ولی بطرق گوناگون زراعت پربرکت آن در اثر عوامل مختلف منهدم‌گشته ودر بوته فراموشی سپرده شده است .

احیاء صنعت قند از نیشکر از سال ۱۳۳۸ مجدداً در جلگه خوزستان شروع شده و امروزه کشت نیشکر دوباره بصورت یک زراعت وسیع دراین استان زرخیز شکل میگیرد . در حال حاضر ۱۰۷۲۳ هکتاراز اراضی هفت‌تپه اختصاص به کشت نیشکر دارد که سالیانه حدود ۹۱۰۰ تا ۹۲۰۰ هکتار از آن بهره‌برداری میشود .

آمار سالیانه ۱۳ سال‌گذشته میزان بارندگی دراین ناحیه را حدود ۲۶۰ میلیمتر و میزان تبخیر را حدود ۳۰۰۰ میلیمتر نشان میدهد . حداقل درجه حرارت ۱۰ - درجه در سردترین نقطه و حداکثر درجه حرارت ۵۲ درجه سانتیگراد بوده است .

باتوجه به رشد نیشکر که حدود ۹۵ درصدآن از فروردین تا مهر ماه صورت میگیرد و عدم بارندگی درماههای رشد نیشکر (خردادتا شهریور) بقای زراعت نیشکر فقط وفقط بستگی به آبیاری داشته ودر غیر اینصورت عملی نیست .احتیاج نیشکر به آب زیاد بوده وبرای برداشت یک محصول خوب درواحد سطح بایستی آب کافی بخصوص در فصل رشد در اختیارگیاه قرارگیرد . این امر مهم باایجاد یک شبکه آبیاری منظم در تمام اراضی زیرکشت نیشکر عملی میشود . آب مورد نیاز تا سال ۱۳۵۰ بوسیله پمپاژ ازرودخانه دز تأمین میگردید ولی در حال حاضر بوسیله کانال عظیم سیمانی که دارای ظرفیت آبی‌حداکثر حدود ۳۰ متر مکعب در ثانیه بوده وازانشعابات شبکه آبیاری دز میباشد تغذیه میشود و فقط در موارد ضروری از رودخانه دزپمپاژ میگردد .

از خصوصیات نیشکرکاری هفت تپه رشد وشکل‌گیری کلیه پاراسترهای مؤثر برای یک کشاورزی فعال و مکانیزه در همه سطوح عملیاتی است که دراین‌مقاله بررسیها وکارهای تحقیقاتی وعملی که درزمینه آبیاری انجام‌گردیده تشریح شده است .

بررسی ومطالعه برای تعمیم یک رژیم آبی متناسب باشرایط محیطی هفت تپه که قابل عمل در یک زراعت وسیع مکانیزه بوده بدون اینکه‌احتیاج بمهارت زیاد داشته باشد از ابتدای امر مورد نظر بوده است و روی این‌اصل آزمایشات مختلفی که بطور مستقیم ویاغیر مستقیم در مورد آبیاری انجام شده مورد بحث قرارگرفته ودر هر قسمت اشکالات وامتیازات

تشریح شده ونتایج حاصله باتوجه به سایر عوامل وابسته که دریک زراعت‌گسترده و پیشرفته وجود دارد تجزیه و تبلیل شده است .

برای انتخاب یک فرمول تجربی که گویای تعیین نزدیکترین میزان واقعی احتیاج آبی‌گیاه نیشکر در شرائط هفت تپه باشد از عوامل‌خاك وگیاه کمک گرفته‌شده وتعیین دوره‌های آبیاری درطول فصل رشد درخاکهای مختلف بااستفاده از تعیین رطوبت در غلاف نیشکر وتعیین رطوبت درخاك باتوجه‌به میزان مصرف آب روزانه در طرحهای آزمایشی وهمچنین در سطح کلی مزارع بایکدیگر مقایسه شده‌اند ونتیجه همه بررسیها ومطالعات بدست‌آوردن فرمول تجربی متناسب‌با شرائط منطقه است که بوسیله تعیین میزان رطوبت موجود در غلاف نیشکر وتغییرات آن در طول فصل رشد حاصل شده است .

تعیین رژیم آبی نیشکر بااین روش که‌قسمتی‌از روش تعیین احتیاجات آبی‌وغذائی‌نیشکر (Crop-logging)میباشد بسیار آسان وکم خرج بوده و قابل تعمیم دریک زراعت وسیع نیشکرکاری در هرنوع خاك وهمچنین گونه‌های مختلف نیشکر در شرائط اقلیمی هفت‌تپه میباشد .

مقدمه :

یکی‌از پادشاهان‌ایلامی بنام Shutruk-Nahunteدر ۱۲ قرن قبل‌از میلاد مسیح برکتیبه‌ای‌چنین‌حکاکی کرده است « بفرمان‌خدای بزرگم Inshushinak تعدادی‌ستون راکه بوسیله پادشاهان سلسله Anshan درست‌شده بودنداز محلشان (واقع‌درکوههای بختیاری)بطرف شوش‌بردم.در مسیرم بطرف شوش از شهرهائی نظیر Nahutir-ma,Khutukim گذشتم وسپس‌به‌رودخانه‌ای بنام Idide (دز) رسیدم وبوسیله ۵ کلک (نوعی‌قایق)ازاین رودگذشته و بعد به‌شهر Dur-Untashi (چغازنبیل) رسیدم .وپس‌ازگذشتن ازاین محل از شهر Tikni گذشته وبه شوش‌رفتم وپس‌ازاینکه این‌ستونها را به‌خدای بزرگم اهداکردم دوباره بطرکشورم برگشتم »شهر Tikni هفت تپه فعلی است‌ونشان میدهدکه‌از قدیم محل سکونت وپیدایش تمدنهائی بوده است وبه‌گفته باستان شناسان شهری به مساحت ۶۰۰ هکتار بوده است و برای‌حفاری کامل این منطقه زمانی برابر ۳۰۰ سال لازم است. طبق‌گفته Noel نیشکر بوسیله اسکندربه ایران آورده شد وبرای‌اولین مرتبه در گندیشاپورکه شهری بوده است در نزدیکی دزفول ساکاروز سفید ساخته شده است و اصولا اطلاق کلمه خوزستان براین ناحیه بعلت وجود مزارع نیشکر زیاد بوده است وکشت‌وکار این زراعت مفید تا ۱۲قرن پس از میلاد مسیح ادامه‌داشته و در اثر عوامل مختلف طبیعی وگاه یورشهای مهاجمین کم کم کشت‌وکار این محصول روبخرابی نهاد. خوشبختانه در سالهای اخیر بر اثر توجه دولت به تولید شکر در داخل مملکت بار دیگر کشت نیشکر مورد بررسی قرارگرفت‌و همزمان با شروع عمران دوباره استان زرخیز خوزستان و با تأسیس سد محمدرضا شاه پهلوی کشت نیشکر از سال ۱۳۳۸ در هفت‌تپه شروع گردید .

وضع جغرافیائی و آب و هوای هفت‌تپه :

الف : وضع جغرافیائی :

هفت‌تپه‌در عرض جغرافیائیN ۳۲/۰۴و طولE ۴۸/۰۲۱ ما بین دو رودخانه شاوور و دز واقع است (در ۱۰ کیلو متری‌شمال اهواز و ۵۰ کیلومتری جنوب دزفول) وتا بخش باستانی شوش ۱۵ کیلومتر فاصله دارد .

ارتفاع آن از سطح دریا از ۴۲تا ۸۲متر نوسان دارد . مساحت‌زیرکشت نیشکر بالغ بر۱۰۷۲۳ هکتار است که تمامی این مقدار بزیرکشت رفته است .

ب : وضع آب و هوا :

آمار هواشناسی ایستگاه مرکزی قسمت نیشکر هفت تپه از سال ۱۳۴۰ تاسال ۱۳۵۱ در جدول شماره۱ مندرج است . میزان متوسط بارندگی سالیانه در طول این دوره برابر با۲۵۶ میلیمتر است . حداکثربارندگی درطی ۲ماه دی‌وبهمن بوده ودرسه ماه تیر ، مرداد وشهریور مطلقاً بارندگی وجود ندارد . کمترین درجه حرارت دراین دوره۱۲ ساله‌دردیماه بوده است که درجه حرارت‌به C ۱۰- درجه سانتیگراد رسیده وبیشترین درجه حرارت درماه تیر بوده که‌برابر ۵۲ درجه‌سانتیگراد

بوده است . مقدار تبخیر دراین ناحیه زیاد است ومیزان متوسط سالیانه در طول این دوره برابر ۲۹۷۸ میلیمتر بوده است . مقایسه متوسط میزان تبخیر بامقدار متوسط بارندگی سالیانه (۲۰۶ میلیمتر) لزوم آبیاریهای زیاد دراین منطقه برای زراعت نیشکر را کاملا تأیید مینماید . حداکثر تبخیر از اردیبهشت تا شهریور است که متوسط حداکثر روزانه آن در تیرماه برابر ۱۰ میلیمتر است وحداقل آن درماههای دی وبهمن واسفنداست که حداقل متوسط روزانه آن دردی ماه برابر ۲ میلیمتر میباشد . بیشترین رطوبت نسبی معمولا در ماههای آبان تا اواخر اسفند است وحداقل آن از خرداد تا اواخر شهریور میباشد.

وضع خاك :

اصولا خاکهای هفت تپه دارای منشاء آبرفتی بوده وتأثیر عوامل خاکسازی در تشکیل خاك دراین منطقه ضعیف است . درقسمت نیشکر هفت تپه سه نوع خاك بشرح زیر وجود دارد :

۱ - سری شوش (Shush series) که بیشتر شامل زمینهای شمالی وشمال شرقی هفت تپه میباشد و دارای خاکهای Alluvial سنگین تاخیلی سنگین بوده ، بافت خاك دراین سری بیشتر Silty clay و Clay میباشد .

۲ - سری هفت تپه (Haft Tappeh series) که شامل پاره‌ای از قسمتهای مرکزی و تمامی زمینهای جنوبی هفت تپه است و مبدا آنها از مواد رسوبی وماسه سنگ میباشد واکثرا دارای بافت خاکی نظیر Silty clay و Clay loam و Clay است .

۳ - سری آبرفتی (Flood plain series) که شامل بعضی از مزارع شرقی هفت تپه است . خاك این سری در اثر تناوب طغیانهای رودخانه دز بوجود آمده وبافت خاك عموماً Loam میباشد .

همچنین مقدارکمی از زمینهای قسمت نیشکر هفت تپه جزوسری میان آب میباشد .

شبکه آبیاری قسمت نیشکر هفت تپه :

سیستم آبیاری در هفت تپه سیستم کانال و حوضچه (Rescrvoir) میباشد . از ابتدای تأسیس طرح نیشکر تاسال ۱۳۵۱ تهیه آب بوسیله پمپاژ از رودخانه دز بود و برای این منظور سه تلمبه خانه به شمارههای ۱ تا ۳ ایجادگردید .

در تلمبه خانه شماره ۱ که ایستگاه اصلی آبرسانی بود معداد ۱۰ عدد پمپ وجودداشت که هریک در دقیقه حداکثر ۹۰ متر مکعب آب از رودخانه دزپمپاژ میکردندوآب را تا ارتفاعی برابر ۱۰ متر بالا میبردند . سوخت پمپها از نفت سیاه بود . در تلمبه خانه شماره ۲ و۳ بترتیب ۵و۲ عددپمپ با مشخصات ذکر شده فوق وجود داشت . لیکن از سال ۱۳۵۱ سیستم آبرسانی طرح باایجاد یک کانال اصلی از سد انحرافی قسمت آبیاری دز تغییرکرد وآب مصرفی برای زراعت نیشکر بااین کانال تأمین میگردد . طول این کانال برابر ۳۵ کیلومتر است که در محل اتصال به شبکه آبیاری هفت تپه یک پارشال فلوم ۱۵ فوتی قرار دارد وظرفیت حداکثر این کانال ۳۰ متر مکعب در ثانیه میباشد .در حال حاضر از تلمبه خانه شماره ۱ بمیزان ۴۰٪ ظرفیت آن استفاده میگردد و تلمبه خانه شماره ۲ تعطیل ودر تلمبه خانه شماره ۳ سه عدد پمپ برقی نصب گردیده است . طول کانال اصلی وکانالهای درجه دو ودرجه سه بشرح زیر است :

کانال اصلی	۱۵/۱۰ کیلومتر
کانال درجه ۲	۶۲/۰۷ کیلومتر
کانال درجه ۳	۱۶۲/۱۸ کیلومتر

تعداد حوضچه های ذخیره آب برابر ۱۴ عدد میباشند که گنجایش آنها برابر است با ۱/۳۱۷/۰۰۰ متر مکعب که کوچکترین وبزرگترین آنها بترتیب برابر ۲۰/۰۰۰ و ۲۰۰/۰۰۰ متر مکعب ظرفیت ذخیره کردن آبرادارند .(شکل شماره ۱ نشان دهنده شبکه آبیاری هفت تپه میباشد .)

جدول شماره ۱ - اطلاعات هواشناسی قسمت نیشکر هفت تپه

ماه	میزان بارندگی (میلیمتر) ۱۳۳۸-۱۳۵۱		معدل حداکثر درجه حرارت (سانتیگراد) ۱۳۳۸-۱۳۵۱		معدل حداقل درجه حرارت (سانتیگراد) ۱۳۳۸-۱۳۵۱		معدل روزانه رطوبت نسبی (درصد) ۱۳۳۹-۱۳۵۱		تبخیر روزانه (میلیمتر) ۱۳۴۰-۱۳۵۱		انرژی خورشید (گرم کالری بر سانتیمتر مربع در روز) ۱۳۴۰-۱۳۵۱	
	معدل	حدود	معدل	بیشترین	معدل	کمترین	حداکثر	حداقل	معدل	حدود	معدل	حدود
فروردین	۳۶/۶	۱۴۳/۵-۰/۰	۳۱/۰	۴۰/۰	۱۲/۲	۱/۰	۸۲/۳	۲۹/۸	۶/۴	۱۰/۵۵-۳/۷۱	۴۸۸	۵۲۶-۴۳۲
اردیبهشت	۱۶/۴	۷۰/۷-۱/۲	۳۶/۹	۴۶/۵	۱۷/۴	۶/۵	۷۲/۷	۲۴/۷	۱۰/۲	۱۴/۲۳-۶/۴۰	۵۶۲	۶۳۷-۵۰۸
خرداد	۰/۲	۳/۰-۰/۰	۴۳/۴	۴۹/۸	۲۱/۳	۷/۵	۵۷/۹	۱۷/۹	۱۵/۱	۲۱/۶۶-۱۰/۹۴	۶۳۲	۶۷۹-۵۸۶
تیر	۰/۰	۰/۰	۴۵/۹	۵۳/۰	۲۳/۲	۱۴/۴	۵۸/۷	۱۶/۸	۱۶/۰	۲۲/۵۰-۱۰/۳۰	۶۲۷	۶۵۹-۵۷۴
مرداد	۰/۰	۰/۰	۴۵/۷	۵۰/۰	۲۳/۴	۱۴/۰	۶۳/۴	۱۷/۳	۱۴/۱	۱۸/۶۵-۹/۵۴	۵۸۶	۶۱۳-۵۴۵
شهریور	۰/۰	۰/۰	۴۳/۴	۴۸/۶	۱۹/۷	۱۰/۸	۶۷/۰	۱۶/۸	۱۱/۴	۱۵/۹۴-۷/۶۳	۵۴۳	۶۰۱-۴۷۸
مهر	۱/۵	۱۰/۸-۰/۰	۳۸/۰	۴۴/۲	۱۵/۲	۴/۵	۷۱/۷	۱۹/۶	۷/۶	۱۱/۲۵-۴/۷۰	۴۳۰	۴۸۰-۳۳۷
آبان	۳۳/۴	۱۱۱/۲-۰/۰	۲۹/۹	۳۹/۵	۱۱/۳	-۲/۸	۸۰/۹	۲۹/۹	۴/۳	۶/۳۲-۲/۷۳	۳۰۲	۳۳۷-۲۲۹
آذر	۳۹/۹	۱۴۳/۴-۰/۰	۲۲/۹	۳۱/۳	۶/۶	-۳/۵	۸۹/۱	۳۸/۷	۲/۱	۳/۹۶-۱/۲۸	۲۵۱	۲۷۵-۲۰۶
دی	۵۰/۳	۱۴۹/۰-۴/۱	۱۹/۶	۲۸/۰	۴/۵	-۸/۳	۹۲/۶	۴۳/۹	۲/۲	۳/۱۰-۱/۳۲	۲۴۴	۳۰۱-۲۰۴
بهمن	۵۵/۸	۲۰۶/۰-۱۲/۵	۲۱/۶	۲۷/۵	۵/۸	-۱۰/۰	۹۲/۶	۴۲/۴	۲/۵	۳/۵۱-۱/۳۷	۲۸۴	۳۰۲-۲۶۱
اسفند	۲۲/۱	۷۳/۳-۴/۵	۲۴/۴	۳۲/۰	۸/۷	-۰/۴	۸۶/۹	۲۹/۹	۴/۶	۶/۸۴-۳/۱۶	۳۸۹	۴۳۷-۳۰۴
معدل سالیانه	۲۵۶/۲		۳۰۴/۰		۱۴/۴		۷۶/۳	۲۷/۳	۲۹۷/۹			

آبیاری در زراعت نیشکر :

آبیاری برای تولید یک محصول خوب در زراعت نیشکر در تمام نقاط نیشکر کاری دنیا اولین ومهمترین عامل محسوب میشود واهمیت آبیاری در مناطقی نظیر خوزستان مسلماً خیلی زیاد بوده زیراکه بدون آبیاری امکان تولید محصول وجود ندارد .

درنقاطی که نیشکربصورت دیم بعمل میآید تولید محصول نسبت به میزان باران سالیانه نوسان میکند وآزمایشات انجام شده درآفریقای جنوبی که در ۶ آزمایش مختلف ودر طول ۱۷ دوره برداشت محصول انجام شده است نشان داده که استفاده از آبیاری برای مواقعیکه باران بتأخیربیافتد میزان محصول را بطور متوسط تاحدود ۳۰ تن درهکتار افزایش میدهد وبرای تولید این محصول اضافی میزان ۳۵۰ میلیمتر آب اضافی مصرف شده‌است (۱) . همچنین این آزمایشات نشان داده که در شرائط آب وهوائی آفریقای جنوبی مقدارکل آب مصرفی بطور متوسط برای یک‌هکتار در حدود ۲۵۰ میلیمتر میباشد که حداکثر این مقدار در ماه ژانویه وحداقل در ماه مه بوسیله‌گیاه مصرف شده است (۱) . هرچند که در رشدنیشکر عواملی دیگر نیز دخالت دارد وطبق آزمایشات انجام‌گرفته درکالیفرنیا در خاکهای شنی که شور نباشند بعلت قابلیت بیشتر جذب آب بوسیله‌گیاه از خاك حالت وقفه رشد در حدود نقطه‌پژمردگی ایجاد میشود ولی دریک خاك رسی این‌حالت در حدود ۵۰ در صد رطوبت Field capacity بوجود میآید. در صورتیکه‌خاك از نوع خاکهای شنی که شور باشدحالت کاهش در حدود رطوبت Field capacity نیز رخ خواهد داد .همچنین‌مطالعات انجام شده در مورد ارتباط‌رشدبارطوبت خاك‌مؤید آنستکه هرگاه رطوبت بطور یکنواخت دریک دوره کامل آبیاری دراختیارگیاه قرارگیرد دراینصورت نسبت رشد ارتباطی به میزان رطوبت خاك قبل از هردوره آبیاری نخواهد داشت .

صرفنظر از خاك عوامل‌گیاهی نیز در مورد ارتباط رشد با رطوبت مؤثر میباشند ، چه قسمتهای مختلف‌گیاه‌حساسیت متفاوتی به میزان رطوبت دارند .مثلا حساسیت عملیات فتوسنتز وتنفس کم ، نسبت مواد خشک اندکی زیادتراما وزن ترورشد طولی حساسیت بیشتری بارطوبت دارند . همچنین وضعیت‌ریشه درگیاهان مختلف از لحاظ حساسیت آنها نسبت به رطوبت تأثیر دارد .مثلا بعضی ازگیاهان که رشد ریشه آنها سریع میباشد امکان دارد خاك از لحاظ رطوبت در سطح کمی باشد ولی‌گیاه حالت پژمردگی نشان ندهدوبطورکلی‌گیاهانی که دارای تراکم ریشه کمتری میباشند ویااینکه ریشه‌آنها عمیق نباشد حساسیت بیشتری نسبت به آبیاری بروز خواهند داد .

حساسیت‌گیاهان نسبت به آب درخاکهائی که تحت فشارکمتری مقداربیشتری آب قابل استفاده از دست میدهند کمتر از حالتی است که‌گیاه اجباراً تحت فشار زیادتری بخواهد آب را جذب نماید . بنابراین آبیاری درخاکهای نوع دوم برای اینکه‌گیاه بتواند رشدی مشابه باخاکهای نوع اول داشته باشد میزان بیشتری لازم است واین حالت‌درخاکهای مختلف هفت تپه کاملا مشهود است . لذا باتوجه به اهمیت مسئله آبیاری در زراعت نیشکر مطالعه میزان آب مورد احتیاج این‌گیاه بسیار لازم‌است .درهاوائی برای این منظور طبق توصیه Cornelison و Humbert (۳) از بلوك گچی (Bauylous block) استفاده میشود که بدلایل زیر امکان استفاده از این وسیله در هفت‌تپه مشکل است :

۱ ـ شرط موقعیت در اندازه‌گیری رطوبت خاك بااین دستگاه اینستکه بلوکهای‌گچی بدقت نصب شوند و محل نصب آنهادر عمق $\frac{۲}{۳}$ منطقه تجمع ریشه‌ها باشند واین بدین معنی است که محل نصب دستگاه برحسب رشد وسن گیاه بایستی تغییر کند که در واحد بزرگی نظیر هفت‌تپه بسختی امکان‌پذیر است .

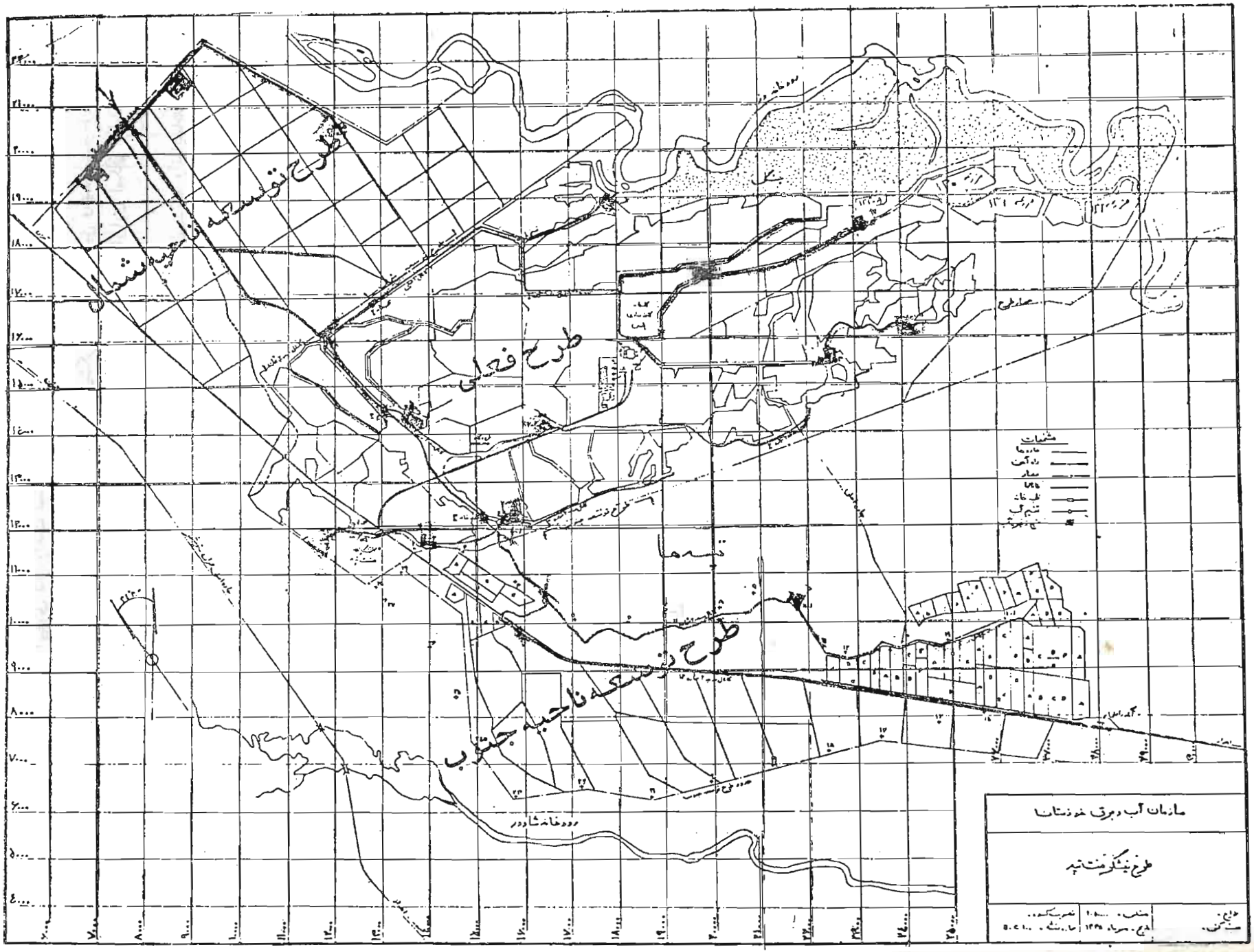
۲ ـ برطبق مطالعات انجام شده برای هر ۴ هکتارزمین در صورتیکه خاك مزرعه‌نسبتاً یکنواخت باشد حداقل ۴ ایستگاه و در هر ایستگاه سه بلوك‌گچی لازم است که باتوجه به یکنواخت نبودن خاك در هفت تپه وبزرك بودن سطح زیرکشت امکان استفاده از این وسیله برای تعیین رطوبت دراین ناحیه بسیارگران تمام‌خواهد شد

ناچاراً برای تعیین آب مورد احتیاج نیشکر طرق دیگری مورد بررسی‌قرارگرفت ومتدهای زیر مورد ارزیابی واقع‌شدند:

۱ ـ استفاده از فرمول Belany & Criddle

۲ ـ استفاده از مقدار تبخیر وآبیاری برمبنای آن .

۳ ـ استفاده از روش نمونه‌گیری رطوبت خاك .



شکل شماره ۱- شبکه آبیاری قسمت نیشکر هفت تپه .

٤ ـ استفاده از روش نمونه‌گیری رطوبت غلاف نیشکر (Crop Iogging) .

۱ ـ تعیین آب مورد احتیاج نیشکر با استفاده از فرمول Belany & Criddle :

درسال ۱۳۳۹ یک سری آزمایشات آبیاری توسط یک شرکت هلندی برای تعیین آب مورد نیاز نیشکر با استفاده از فرمول Belany & Criddle انجام شدومیزان آب‌مورد نیاز در حدود ۱/٦ تا ۲/۱ میلیمتر در روز برای ماههای‌رشدنیشکر بدست آمد . لیکن بعلت کافی نبودن آمار هواشناسی باین اعداد نمیتوان اطمینان کامل داشت . همچنین محاسبه میزان آب مصرفی نیشکر درایستگاه دجله‌عراق بااستفاده از آمار هواشناسی نشان داده که‌نتایج‌حاصله بافرمول Penman مطابقت بیشتری از فرمولهای Belany & Criddle و Thranthwaite دارد .

۲ ـ تعیین آب مورد احتیاج نیشکر با استفاده از مقدار تبخیر وآبیاری برمبنای آن :

در سال ۱۳٤٤ تصمیم‌گرفته شد که میزان آب مصرفی برمبنای تبخیر حساب شده و برای این منظور یکسری آزمایش آبیاری انجام‌گردید .

دراولین آزمایشات ٤ تیمار ۰/. ، ۱ ، ۱/۰ ، و۲ سانتیمتر آب درروز برای ماههای تیر تا سپر انتخاب گردید . متوسط تبخیر روزانه برای ماههای فوق بشرح زیر است :

		متوسط تبخیر روزانه
تیر	۱۳٤٤	۱٦/۷۱ میلیمتر
مرداد	"	۱۳/٦۸ "
شهریور	"	۱۱/۸۳ "
مهر	"	۷/۳۰ "

(وضعیت تیمارها نسبت به درصد تبخیر در جدول شماره ۲ منعکس است.)

جدول شماره ۲ - وضعیت تیمارها نسبت به درصد تبخیر .

ماه / تیمار	۰/۵ سانتیمتر در روز	۱ سانتیمتر در روز	۱/۵ سانتیمتر در روز	۲ سانتیمتر در روز
تیر	۳۰	٦۰	۹۰	۱۲۰
مرداد	۳٦	۷۳	۱۱۰	۱٤٦
شهریور	٤۲	۸٤	۱۲۷	۱٦۹
مهر	٦۸	۱۳۷	۲۰۵	۲۷٤
معدل	٤٤	۷۰/۸	۱۳۳	۱۷۷/۲

نتایج‌حاصله از این آزمایش بشرح ذیل است :

نوسان دستگاه رطوبت سنج در تیمارهای ۰/. و ۱ سانتیمتر در روز زیاد بوده است . لازم است توضیح داده شود که که قرائت دستگاه رطوبت سنج روزانه بوده و مرتباً از دستگاه مراقبت شده است که از هر لحاظ خوب باشد . رشد طولی ساقه نیشکر و همچنین نوسان رطوبت سنج برای تیمارهای ۰/. سانتیمتر در روز و ۱/۰ سانتیمتر در اشکال شماره ۲ و ۳ نشان داده شده و نتایج کلی آزمایش در جدول‌های شماره ۳و٤ مندرج است .

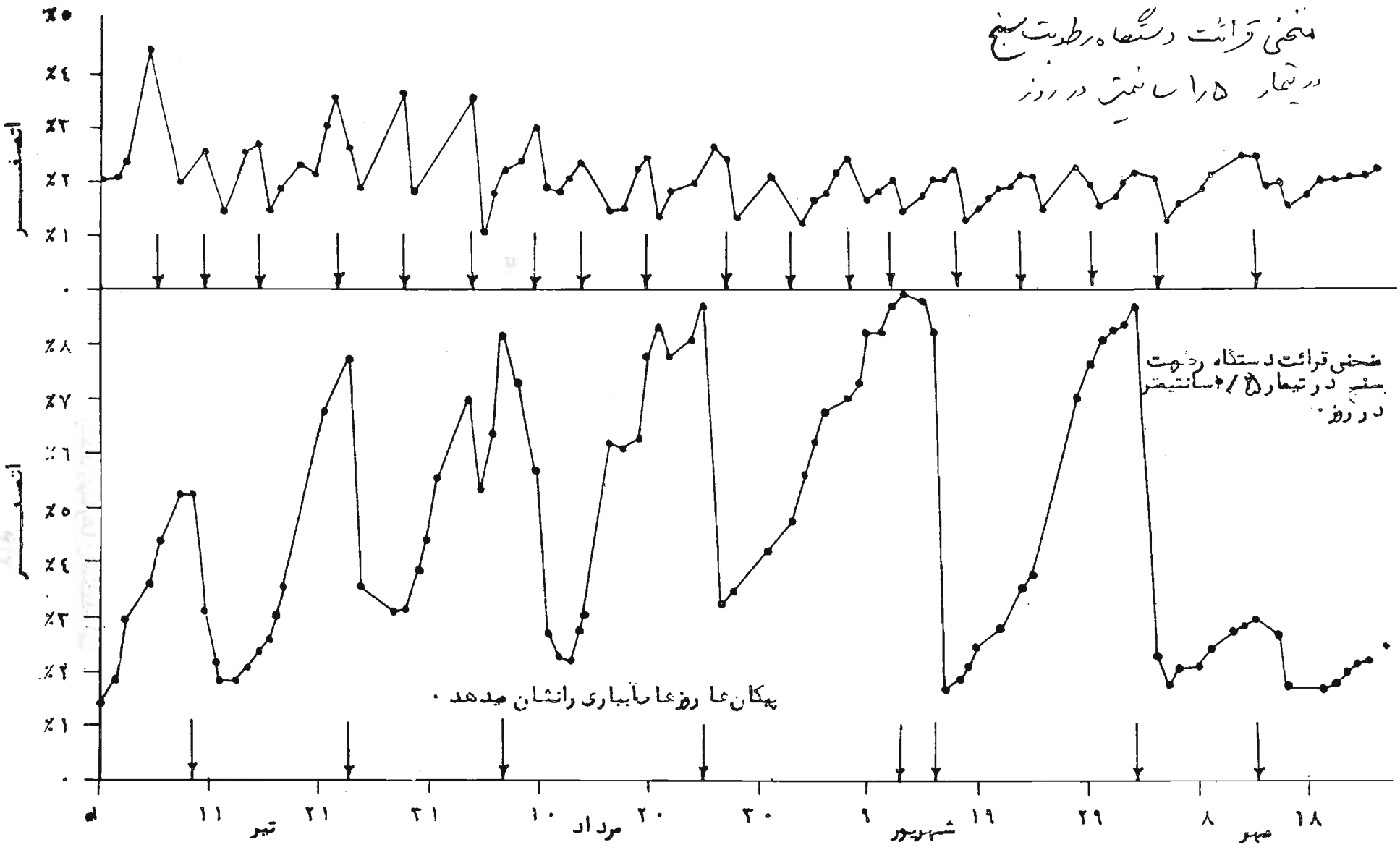
جدول شماره ۳ - نتایج کلی آزمایش آبیاری

مصرف آب روزانه (سانتیمتر)	متر مکعب آب در هکتار	تعداد کل دورهای آبیاری	متوسط دورهای آبیاری (روز)	رشد طولی ساقه نیشکر بر حسب سانتیمتر				تن در هکتار	
				اول تیر ۱۳۴٤	۱۱ مرداد ۱۳۴٤	۸ شهریور ۱۳۴٤	۲۵ مهر ۱۳۴٤	نیشکر	شکر سفید
۰/۵	٤٦٨٦	٦	۱٤/۷	۱۰٦	۲۰۲	۲۳٤	۲٦۷	۱۱٦/٤	۱۵/۵
۱/۰	۸۹۸۹	۱۱	۸/۱	۱۰۷	۲۰۲	۲٦۳	۲۹۲	۱۳٤/۱	۱۷/٦۷
۱/۵	۱۳۷٦۱	۱۷	۵/۳	۱۰۹	۲۲۷	۲۷۰	۳۱۰	۱٤۲/۵	۱۹/٤۱
۲/۰	۱۸۷۲	۲٤	۳/۹	۱۰۳	۲۳۰	۲۸۳	۳۱۲	۱٤٤/۱	۱۹/۲۲

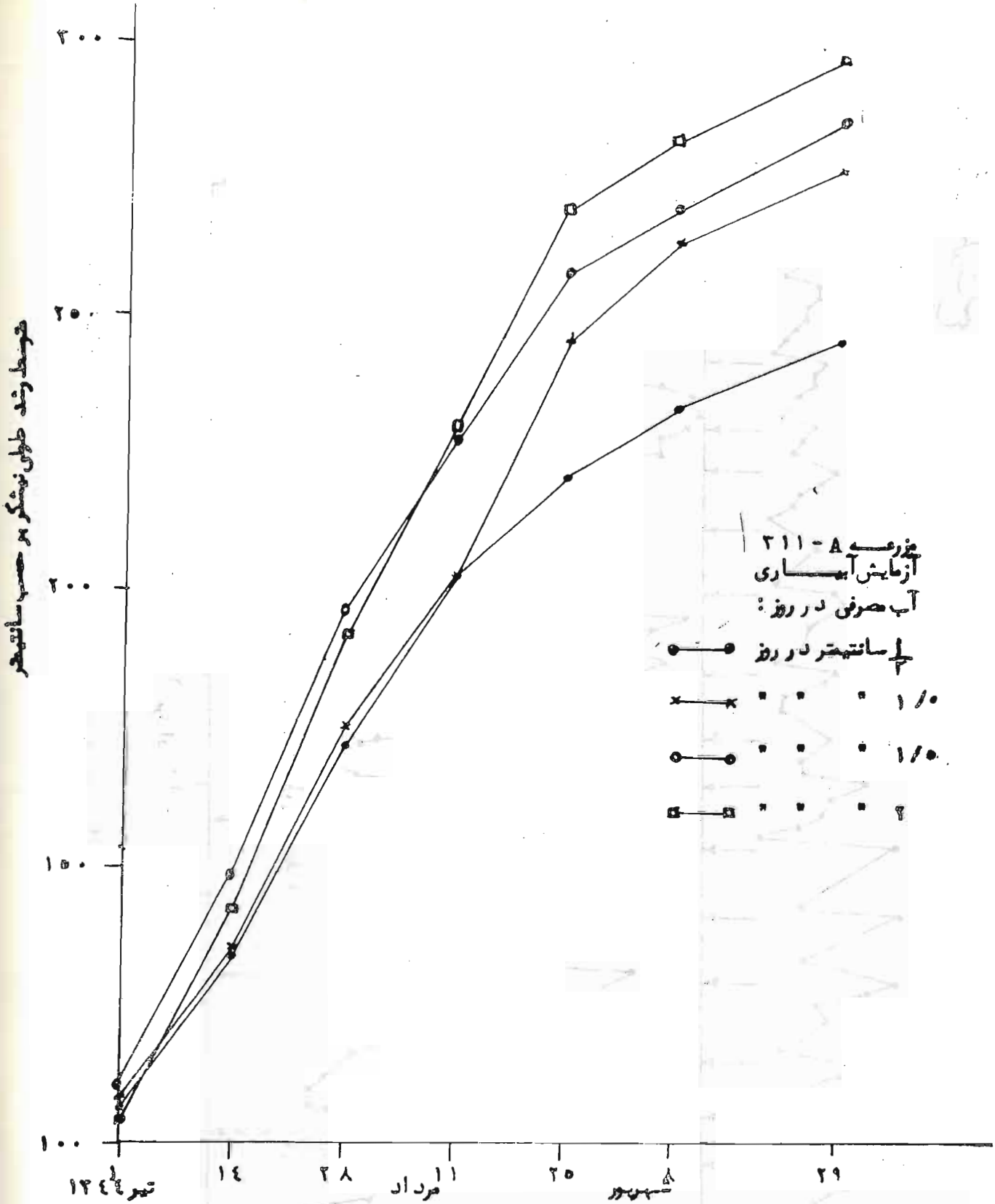
جدول شماره ٤ - درصد رطوبت در غلاف نیشکر و خاک

مصرف آب روزانه (سانتیمتر)	رطوبت خاک بر حسب درصد وزن خشک				رطوبت غلاف نیشکر بر حسب درصد وزن تر			
	تیر	مرداد	شهریور	مهر	تیر	مرداد	شهریور	مهر
۰/۵	۹/٦۳	۷/۵٦	٦/٦٤	۸/۸۷	۸۲/٦	۸۰/٤	۷۷/۲	۷۸/۷
۱/۰	۹/۳۲	۹/٤۷	۱۱/۵٦	۱٤/۵۵	۸۲/۹	۸۲/۳	۸۰/۵	۸۲/۸
۱/۵	۱۳/۷۵	۱٤/٦۲	۱٦/۱٤	۱۷/۵۱	۸٤/۹	۸۳/٦	۸۱/۰	۸۱/۵
۲/۰	۱٤/۹۰	۱۵/۹۹	۱۷/۲۰	۱٦/۱۱	۸٤/۸	۸۳/۸	۸۱/۷	۸۳/۰

چنانکه ملاحظه میشود محصول نیشکر در تیمارهای ۱/۰ و ۲ سانتیمتر آب در روز از تیمارهای ۱ و ۰/۰ سانتیمتر در روز بیشتر بوده و اختلاف محصول از لحاظ آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار است . البته اختلاف آب مصرفی در هکتار در تیمار ۲ سانتیمتر در حدود ۲ برابر تیمار ۱ سانتیمتر و تقریباً چهار برابر تیمار ۰/۵ سانتیمتری است .



شکل شماره ۲- قرائت دستگاه رطوبت سنج در مزرعه A-۲۱۱۰



شکل شماره ۳- مقایسه رشد در تیمارهای مختلف آبیاری در مزرعه A - ۲۱۱.

استنباط کلی از این آزمایش نشان دهنده این مطلب است که مصرف آب روزانه در حدود ۱/۰ سانتیمتر در روز در دوره رشد نیشکر در خاکهای سری هفت‌تپه کافی است و این مقدار مصرف آب با آبیای بفواصل ۵ تا ۶ روز یکبار تأمین میگردد ضمناً بطوریکه در شکل شماره ۳ ملاحظه میگردد نوسان رطوبت سنج برای رژیم آبی ۱/۰ سانتیمتر در روز نسبتاً رضایتبخش‌بوده و با توجه ثه این مسئله اقدام‌به‌نصب Irrometer در مزارع شد که بعداً به آن‌اشاره‌خواهدشد .

درآزمایش بعدی که درسال ۱۳۴۶ انجام‌گرفت دونوع خاک ازسری‌های شوش وآبرفتی انتخاب‌گردیدوتیمارهای مورد آزمون عبارت بودند از میزان مصرف آب در هکتار برمبنای ۱ ، ۱/۰ ، ۲ و ۲/۰ سانتیمتر در روز برای ماههای خرداد تا شهریور . وضعیت تیمارها نسبت به درصدتبخیر روزانه بصورت ذیل است :

۱ سانتیمتر در روز		٪۵۶	تبخیر
۱/۵	" " "	٪۷۸	"
۲	" " "	٪۱۱۲	"
۲/۵	" " "	٪۱۴۰	"

جدول شماره ۵ - تأثیر رطوبت بر میزان محصول نیشکروشکر د رمزرعه F - ۱۳۱

مصرف آب در روز (سانتیمتر)	کل آب مصرفی در هکتار (مترمکعب)	تن نیشکر در هکتار	تن شکر در هکتار	تعداد دوره های آبیاری	متوسط دوره آبیاری (روز)
۱	۱۱۶۵۵	۱۳۱/۰	۱۳/۲۶	۹	۱۴/۳
۱/۵	۲۰۴۰۵	۱۵۱/۱	۱۵/۲۰	۱۶	۷/۲
۲	۲۴۶۶۷	۱۵۶/۵	۱۶/۰۵	۱۹	۶/۶
۲/۵	۲۶۶۸۴	۱۶۴/۵	۱۷/۲۵	۲۲	۵/۰

جدول شماره ۶ - تأثیر رژیمهای مختلف آبیاری د ر میزان رطوبت خاک و غلاف نیشکر د ر مزرعه F - ۱۳۱ .

مصرف آب د رروز / ماه	درصد رطوبت							
	۱ سانتیمترد رروز		۱/۵ سانتیمترد رروز		۲ سانتیمترد رروز		۲/۵ سانتیمتر د رروز	
	خاک	غلاف نیشکر	خاک	غلاف نیشکر	خاک	غلاف نیشکر	خاک	غلاف نیشکر
خرداد	۱۶/۸۹	۸۵/۲	۱۶/۱۰	۸۶/۰	۱۹/۲۵	۸۵/۶	۱۸/۹۱	۸۶/۲
تیر	۱۵/۷۳	۸۴/۷	۱۷/۲۷	۸۵/۹	۱۶/۰۳	۸۵/۵	۱۹/۶۰	۸۶/۱
مرداد	۱۰/۰۵	۸۱/۷	۱۴/۲۰	۸۴/۱	۱۷/۱۷	۸۴/۹	۱۷/۲۱	۸۴/۶
شهریور	۶/۴۸	۸۰/۴	۱۳/۴۲	۸۱/۰	۱۷/۴۹	۸۱/۷	۱۷/۸۴	۸۱/۹

بطوریکه در آزمایش مزرعه F - ۱۳۱ که زیر کشت گونه CP 48-103 بوده است ملاحظه میشود میزان عملکرد در هکتار برای محصول نیشکر و شکر در سطح ۵٪ معنی دار بوده و تیمارهای ۲ و ۲/۵ سانتیمتر آب مصرفی در روز بهتر میباشند ولی تکرار همین آزمایش در مزرعه F - ۲۵۰ که زیر کشت گونه NCo 310 بوده و دارای خاکی رسی و سنگین میباشد (سری شوش) فقط دارای تمایلی در جهت افزایش محصول متناسب با تیمارهای مورد آزمون است (جداول شماره ۷ و ۸).

جدول شماره ۷ - تأثیر رطوبت بر میزان محصول نیشکر و شکر در مزرعه F - ۲۵۰

مقدار آب در روز (سانتیمتر)	تن نیشکر در هکتار	تن شکر در هکتار	کل آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	دوره آبیاری (روز)	متوسط دوره آبیاری (روز)
۱	۹۷/۲	۹/۵۴	۱۴۳۴۴	۹	۱۷/۲
۱/۵	۹۹/۷	۱۰/۱۳	۱۷۷۳۲	۱۵	۹/۶
۲	۱۰۸/۴	۱۰/۵۰	۲۴۴۸۵	۲۰	۶/۹
۲/۵	۱۱۲/۰	۱۰/۶۹	۲۹۸۰۳	۲۶	۵/۵

جدول شماره ۸ - تأثیر رژیمهای مختلف آبیاری بر میزان رطوبت و غلاف نیشکر در مزرعه F - ۲۵۰.

مصرف آب / ماه و روز	درصد رطوبت							
	۱ سانتیمتر در روز		۱/۵ سانتیمتر در روز		۲ سانتیمتر در روز		۲/۵ سانتیمتر در روز	
	خاک	غلاف نیشکر	خاک	غلاف نیشکر	خاک	غلاف نیشکر	خاک	غلاف نیشکر
خرداد	۱۶/۶۱	۸۲/۵	۱۸/۲۳	۸۳/۱	۱۸/۳۱	۸۳/۶	۱۸/۸۰	۸۳/۵
تیر	۱۵/۳۷	۸۰/۶	۱۷/۵۹	۸۱/۶	۱۷/۸۷	۸۳/۱	۱۸/۳۷	۸۳/۶
مرداد	۱۴/۱۴	۸۰/۰	۱۶/۳۵	۸۲/۵	۱۷/۶۰	۸۳/۲	۱۸/۴۵	۸۳/۶
شهریور	۱۶/۳۶	۸۰/۷	۱۸/۷۴	۸۲/۰	۱۹/۲۱	۸۲/۸	۱۹/۲۲	۸۳/۰

نظیر این آزمایش درورودزیا انجام‌گرفته و تیمارهائی از ۳۷٪ تا ۱۰۰٪ تبخیر انتخاب کرده و در سه سال متوالی میزان محصول نیشکر و شکر اندازه‌گیری شده است و نتیجه‌گرفته‌اند که در صورتیکه آبیاری بیش از ۵۰٪ تبخیر بشود افزایش محصولی برای نیشکر در حدود ۳۰ تن در هکتار و برای شکر درحدود ۴/۵ تن خواهند داشت و حداکثر تولید محصول موقعی حاصل شده است که میزان خالص آب مصرف شده در حدود میزان تبخیر بوده است (۴) و اندازه‌گیری آب مصرف شده در شرائط هفت‌تپه نیز مؤید این نظریه است.

کلا میتوان گفت برای آبیاری با بازده خوب در سیستم Furrow ۱/۲ تا ۱/۴ برابر میزان تبخیر آب لازم است (بدون درنظرگرفتن راندمان آبیاری) و اگر سیستم خوب نباشد این نسبت ۱/۴ تا ۱۶ میتواند باشد.

از معایب این روش وابستگی زیاد آن به آمار تبخیر ناحیه‌ای است که اولا میبایستی این آمار مربوط به یکدوره طویل‌المدت هواشناسی باشد و ثانیاً تغییرات تبخیر درماههای رشد نیشکر برای سالهای مختلف زیاد نباشد تا بتوان دریک مجتمع کشت و صنعت نظیر هفت‌تپه از پیش برای یک مدت ۱۰ روزه برنامه آبیاری را تعیین کرد.

حداقل وحداکثر تبخیر روزانه درایستگاه‌هواشناسی هفت‌تپه (برحسب میلیمتر) از سال ۱۳۴۳ تا ۱۳۵۲ درجدول

جدول شماره ۹- حد اقل وحد اکثر تبخیر در ایستگاه هواشناسی هفت تپه (برحسب میلیمتر) مربوط به یکروز.

ماه	۱۳۴۳			۱۳۴۴			۱۳۴۵		
	حد اقل	حد اکثر	معدل	حد اقل	حد اکثر	معدل	حد اقل	حد اکثر	معدل
فروردین	۶/۱۶	۱۸/۴۸	۱۰/۵۵	۳/۰۸	۱۲/۳۲	۶/۹۲	۳/۵۲	۱۱/۸۸	۷/۲۴
اردیبهشت	۶/۶۰	۲۴/۶۴	۱۳/۷۲	۷/۹۲	۲۰/۶۸	۱۲/۸۳	۸/۳۶	۲/۰۰	۱۴/۰۴
خرداد	۱۳/۲۰	۳۱/۶۸	۲۱/۲۵	۱۲/۷۶	۲۷/۲۸	۱۸/۱۸	۱۲/۷۶	۳۲/۵۶	۲۰/۰۷
تیر	۱۳/۲۰	۳۳/۴۴	۲۱/۲۳	۱۱/۴۴	۳۳/۰۰	۲۲/۲۶	۱۲/۷۶	۳۲/۵۶	۱۹/۰۵
مرداد	۱۳/۶۴	۲۱/۵۶	۱۸/۳۸	۱۱/۴۴	۲۶/۴۰	۱۷/۰۲	۱۱/۰۰	۳۶/۵۲	۱۶/۷۶
شهریور	۱۰/۱۲	۲۴/۶۴	۱۴/۷۸	۹/۲۴	۲۲/۸۸	۱۴/۹۲	۷/۴۸	۲۹/۴۸	۱۳/۴۱
مهر	۵/۲۸	۱۶/۲۸	۹/۳۱	۶/۶۰	۲۲/۰۰	۹/۵۲	۴/۸۳	۱۹/۳۶	۹/۸۳

ماه	۱۳۴۶			۱۳۴۷			۱۳۴۸		
	حد اقل	حد اکثر	معدل	حد اقل	حد اکثر	معدل	حد اقل	حد اکثر	معدل
فروردین	۳/۹۴	۱۳/۲۰	۸/۲۹	۳/۰۴	۱۳/۲۰	۷/۰۷	۱/۴۴	۹/۲۴	۴/۶۱
اردیبهشت	۰/۴۴	۱۸/۰۴	۱۰/۶۳	۳/۹۶	۱۷/۱۶	۱۰/۵۲	۴/۸۴	۱۵/۸۴	۱۰/۰۹
خرداد	۱۱/۰۰	۲۳/۷۶	۱۷/۰۴	۷/۹۲	۲۴/۲۰	۱۷/۲۹	۹/۶۸	۲۳/۷۶	۱۶/۲۸
تیر	۱۴/۵۲	۳۱/۶۸	۲۲/۵۰	۱۴/۰۸	۲۵/۵۲	۱۷/۲۶	۱۲/۷۶	۲۴/۲۰	۱۸/۲۵
مرداد	۱۴/۰۸	۲۷/۲۸	۱۸/۶۵	۱۰/۵۶	۲۴/۶۴	۱۶/۴۲	۱۱/۴۴	۲۴/۲۰	۱۷/۴۶
شهریور	۶/۶۰	۲۰/۲۴	۱۴/۱۱	۹/۶۸	۲۳/۳۲	۱۴/۴۵	۹/۶۸	۱۶/۲۸	۱۱/۹۹
مهر	۲/۶۴	۱۴/۹۶	۹/۹۹	۴/۸۴	۱۳/۲۰	۹/۳۱	۵/۲۸	۱۹/۸۰	۱۰/۴۳

ماه	۱۳۴۹			۱۳۵۰			۱۳۵۱		
	حد اقل	حد اکثر	معدل	حد اقل	حد اکثر	معدل	حد اقل	حد اکثر	معدل
فروردین	۴/۸۴	۱۴/۵۲	۸/۶۹	۳/۱۸	۱۳/۶۴	۶/۳	۲/۰۶	۸/۴۰	۵/۳
اردیبهشت	۵/۷۲	۲۸/۱۶	۱۴/۲۳	۵/۷۲	۱۸/۰۴	۱۲/۳	۱/۳۲	۱۲/۷۶	۷/۹
خرداد	۱۱/۸۸	۲۸/۶۰	۲۱/۶۶	۸/۸۰	۲۲/۴۴	۱۵/۲	۸/۸۰	۲۲/۸۸	۱۴/۳
تیر	۱۱/۰۰	۲۹/۹۲	۱۹/۳۲	۱۳/۶۴	۲۶/۴۰	۱۸/۳	۱۰/۴۰	۲۴/۶۴	۱۶/۹
مرداد	۱۲/۳۲	۲۵/۵۲	۱۷/۵۰	۱۰/۱۲	۲۲/۸۸	۱۴/۶	۹/۶۸	۲۴/۶۴	۱۴/۹
شهریور	۱۰/۵۶	۲۲/۴۴	۱۴/۶۱	۷/۰۴	۲۲/۸۸	۱۱/۴	۵/۲۸	۱۹/۸۰	۱۱/۲
مهر	۷/۴۸	۲۰/۲۴	۱۱/۲۵	۳/۹۶	۱۲/۷۶	۷/۹	۳/۹۶	۱۲/۷۶	۶/۹

ماه	۱۳۵۲		
	حد اقل	حد اکثر	معدل
فروردین	۳/۹۸	۱۱/۹۶	۷/۰۰
اردیبهشت	۶/۶۰	۱۸/۰۴	۱۱/۱
خرداد	۹/۲۴	۲۳/۷۶	۱۶/۰
تیر	۹/۲۴	۱۸/۹۲	۱۴/۰
مرداد	۹/۶۸	۱۹/۳۶	۱۲/۲
شهریور	۷/۴۸	۱۴/۵۲	۱۱/۰
مهر	۳/۰۸	۸/۳۶	۶/۲

شماره ۹ مندرج است و حداقل تبخیر دراین دوره ۰/۴۴ میلیمتر و حداکثر آن ۳۶/۵۲ میلیمتر بوده و با این اختلاف برنامه‌ریزی آبیاری در شرایط هفت‌تپه امری بسیار مشکل است .

۳ - تعیین آب مورد نیاز نیشکر بوسیله نمونه‌گیری از خاک :

تعیین آب مورد مصرف نیشکر بوسیله نمونه‌گیری از خاک و پیداکردن رطوبت آن متدی بوده که از سال ۱۳۳۸ شروع و توأم با آزمایش سایر روشها مورد بررسی قرارگرفته است .

اولین آزمایش در سال ۱۳۳۸ شروع و در آن تیمارهائی بترتیب ۵ روزه ، ۷ روزه ، ۱۰ روزه و ۱۲ روزه بایکدیگر مقایسه و برای تعیین رطوبت خاک از تانسیومتر استفاده میگردید .

در آزمایش دیگری که در سال ۱۳۳۹ انجام‌گردید علاوه برمقایسه دوره‌های آبیاری ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ روزه وتعیین رطوبت خاک تا عمق ۴۰ سانتیمتری و نصب Irrometer در همین عمق اقدام به نمونه‌گیری غلاف نیشکر و تعیین درصد رطوبت موجود درآن در دوره رشد نیشکر شده است .

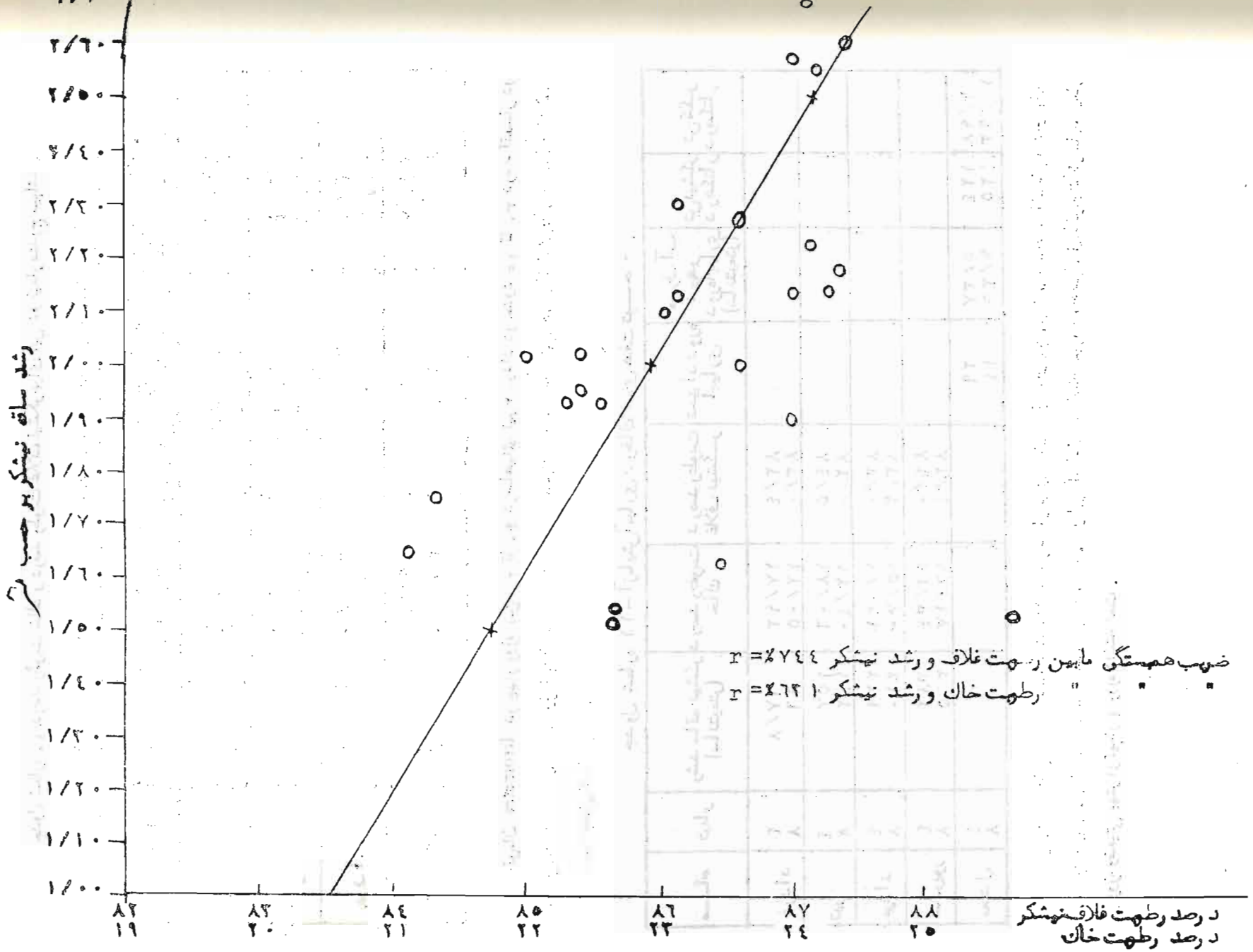
در سال ۱۳۴۰ در مزرعه ۳۰۱ یک آزمایش آبیاری انجام شده استکه نمونه‌های خاک وگیاه و قرائت‌تانسیومتر در یک محل از خطوط کاشت‌گرفته شده است . تجزیه برگی دراین آزمایش در فاصله ۴ هفته از یکدیگر انجام شده است (متد معمول و متد اول درهاوائی) ولی نمونه‌گیری خاک‌و قرائت Irrometer قبل از هرآبیاری انجام‌شده است‌وتیمارهای این آزمایش نظیر آزمایش قبلی است .

اندازه‌گیری رشد طولی ساقه نیشکر دراین آزمایش نشانداده است‌که بین تیمارهای ۳ و ۴ و ۵ روزه اختلاف معنی‌دار وجود نداشته ولی این سه تیمار با تیمارهای ۶ و ۷ روزه در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده و همچنین همبستگی بین رشد و رطوبت خاک و رطوبت‌گیاه مقایسه شده است‌که ضریب همبستگی درمورد رشد و رطوبت غلاف نیشکر $r=0/744$ و برای خاک $r=0/631$ بوده است (شکل شماره ۴) .گرچه اختلاف معنی‌دارد در رشد طولی ساقه نیشکر در این آزمایش وجود داشته است ولی از لحاظ میزان نیشکر و درصد قند اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردیده است اما درصد میزان قند در تیمارهای ۵ ، ۶ و ۷ روزه بهتر از ۴ و ۳ روزه بوده است .

باتوجه به نتایج این آزمایش . آزمایشی بصورت دورههای ۴ ، ۸ و ۱۰ روزه برروی محصول سال بعد ادامه پیدا کرد .

کرتهائی از آزمایشی که با تیمار ۱۰ روزه آبیاری شده‌اند بعلت کافی نبودن آب‌نیشکر صدمه دیده و آزمایش دراین کرتها ادامه پیدا نکرد . پلوتهای تیمار ۴ روزه در یکدوره بهره‌برداری ۳۰بار و بطور متوسط درهردوره ۰/۶ سانتیمتر آب مصرف شده است و زمان آبیاری سه ساعت و ۲۳ دقیقه بوده است در حالیکه در پلوتهای ۸ روزه جمعاً ۱۴ بارآبیاری شده‌اند . متوسط میزان مصرف آب ۱۰/۵ سانتیمتر بوده و زمان آبیاری حدود ۶ ساعت بوده است . دراین آزمایش رطوبت خاک و غلاف نیشکر دومرتبه درماه و قبل از آبیاری اندازه‌گیری شده است . (مساحت هرکرت ۳۳/. هکتار وگونه نیشکر Co421و سیفون مورد استفاده ۵/. اینچی بوده است .)

میزان محصول نیشکر در تیمار ۴ روزه ۱۰۲/۸ تن در هکتار و در تیمار ۸ روزه ۹۳/۸ تن در هکتار بوده که از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده ولی Trend درجهت آبیاری ۴ روزه است . همچنین متوسط‌تن شکر سفیددر هکتار بترتیب برای ۴ روزه برابر ۹/۲۵ و ۸/۵ بوده است .



شکل شماره ٤- مقایسه ضریب همبستگی رشد با رطوبت خاک و رطوبت غلاف نیشکر.

در جدول شماره ۱۰ درصد رطوبت خاك و درصد رطوبت غلاف نیشکر برای این دو تیمار مندرج میباشد .

جدول شماره ۱۰ -میزان رشد و درصد رطوبت در غلاف نیشکر و خـــاك .

ماه	تیمار	رشد ساقه نیشکر (سانتیمتر)	درصد رطوبت خاك در عمق ۴۰ سانتیمتر	درصد رطوبت غلاف نیشکر
خرداد	۴	۵۵/۴	۱۶/۸۷	۸۳/۷
	۸	۵۵/۲	۱۴/۸۰	۸۱/۹
تیر	۴	۹۵/۵	۱۶/۱۵	۸۳/۴
	۸	۱۰۱/۰	۱۴/۲۶	۸۱/۱
مرداد	۴	۱۶۴/۰	۱۶/۳۳	۸۳/۱
	۸	۱۷۵/۰	۱۵/۰۶	۸۲/۴
شهریور	۴	۱۹۲/۰	۱۷/۸	۸۲/۷
	۸	۲۰۶/۰	۱۶/۵	۸۱/۰

نوسان Irrometes در چهار روزه بین ۲۰ تا ۴۰ در ماههای تیر و مرداد در حدود ۱۵ تا ۳۰ درصد اتمسفر در شهریور بوده است و برای ۸ روزه نوسان شدید و اعداد قابل اطمینان نیستند . همچنین همین آزمایش باگونه CP 36 - 105 تکرار شده (جدول شماره ۱۱) .

جدول شماره ۱۱ - آزمایش آبیاری در خاك سری هفت تپـــه -

ماه	تیمار	رشد ساقه نیشکر (سانتیمتر)	درصد رطوبت خاك	درصد رطوبت غلاف نیشکر	تعداد دوره آبیاری	مصرف آب در هر دوره آبیاری (سانتیمتر)	تن نیشکر در هکتار	تن شکر در هکتار
خرداد	۴	۶۷/۸	۱۷/۹۳	۸۲/۴				
	۸	۶۶	۱۲/۰۵	۸۳/۰				
تیر	۴	۱۵۷	۱۸/۰۶	۸۴/۵				
	۸	۱۴۲	۱۲/۴۰	۸۲/۰				
مرداد	۴	۲۲۹	۱۷/۲۱	۸۳/۰				
	۸	۲۱۰	۱۵/۷۰	۸۳/۲				
شهریور	۴	۲۸۲	۱۶/۳۴	۸۲/۰				
	۸	۲۶۵	۱۶/۱۷	۸۲/۴				
معدل	۴				۲۹	۵/۳۷	۱۲۴	۹/۹۸
	۸				۱۴	۹/۳۵	۱۲۵	۱۰/۹۳

در این آزمایش نیز نوسانات Irrometer در تیمار ۸ روزه خیلی زیاد و بین ۳۰ تا ۶۵ درصد اتمسفر بود و برای چهار روزه بین ۲۰ تا ۳۰ درصد اتمسفر بوده است . در این آزمایش از لحاظ میزان محصول نیشکر و شکر سفید تیمار ۸ روزه وضعیتی بهتر از تیمار ۴ روزه داشته است .

با ادامه مطالعات تصمیم‌گرفته شد که تیمارهای در ماههای مختلف رشد تغییر یابند تا بیشتر جوابگوی احتیاجات گیاه باشند و نتیجتاً آزمایشی با تیمارهای ذیل انجام گردید :

دوره‌های آبیاری در ماههای رشد نیشکر

تیمار	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۱	٦	٥	۷	۸
۲	٦	۷	٥	۸
۳	٦	٥	٥	۸
٤	٦	۷	۷	۸

درصد رطوبت خاك و غلات نیشکر در این آزمایش در جدول شماره ۱۲ نوشته شده است .

جدول شماره ۱۲ - وضعیت رطوبت خاك و غلاف نیشکر در ماههای مختلف آبیاری در مزرعه ۳۰٤ .

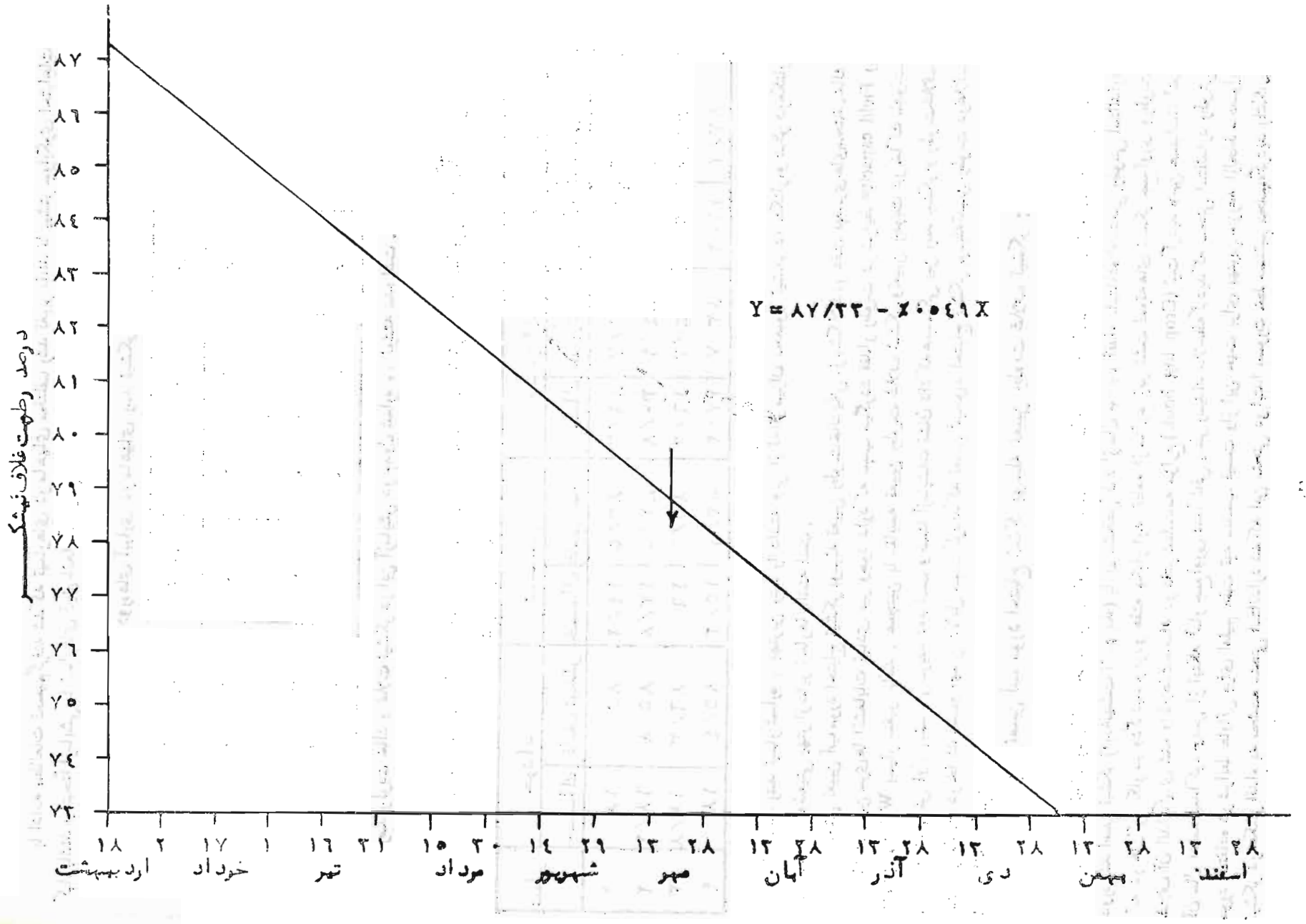
تیمار	خرداد		تیر		مرداد		شهریور	
	خاك	غلاف نیشکر	خاك	غلاف نیشکر	خاك	غلاف نیشکر	خاك	غلاف نیشکر
۱	۱۸	۸٥	۱٤/۲	۸۳/٥	۱۸/۷	۸٤/۷	۱٤/۳	۸۰/۹
۲	۱۸/۳	۸٥/۸	۱۳/۸	۸۲/٥	۲۰/۸	۸٤/۹	۱٤/۱	۸۱/۸
۳	۱۸/۸	۸٦/۳	۱٦	۸٥/۲	۱۹/۹	۸٥/۲	۱۹/٦	۸۳/۳
٤	۱۸	۸٥/٤	۱٥/۳	۸۳/۲	۱۷/۲	۸۳/۷	۱۹/۲	۸۳/۲

از لحاظ رشد تیمار شماره ۱ بهترین رشد را داشته ولی از لحاظ میزان محصول نیشکر در هکتار و شکر درهکتار تیمار شماره ۲ وضعیتی بهتر از سایر تیمارها داشته است .

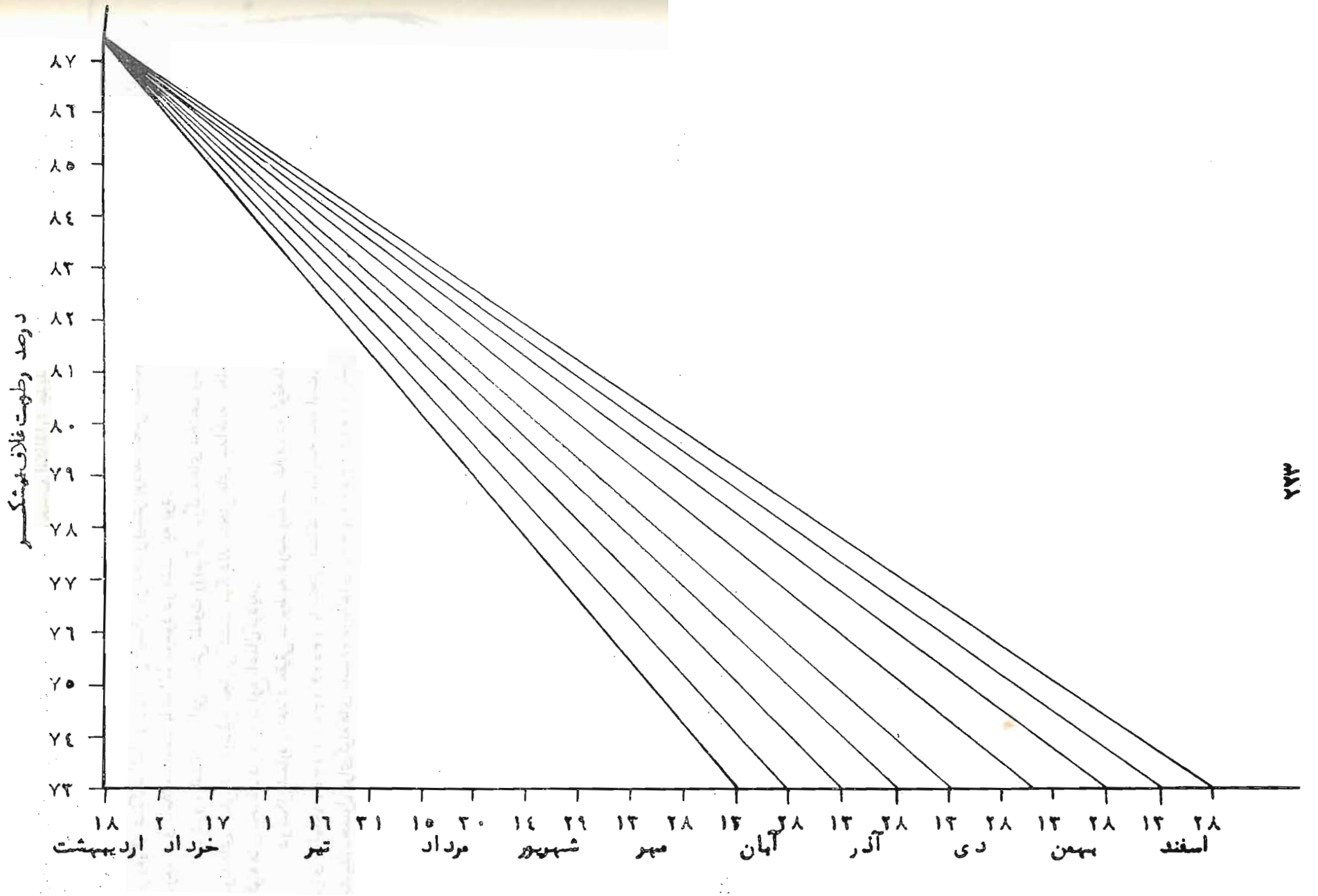
در روش تعیین آب مورد احتیاج نیشکر بوسیله تعیین رطوبت خاك یکی از مشکلات در هفت تپه‌سری‌های مختلف خاك است که در این سری‌ها انشعابات زیادی نیز وجود دارد که سبب میگردد مقدار رطوبت در شرایط Field capacity و Welting point بسیار متغیر باشد . همچنین با مقایسه تعیین رطوبت غلاف نیشکر وتعیین رطوبت در خاك سهولت و سرعت در روش اول بیشتر از طریقه دوم است و ضمناً آزمایشات نشان داد که همبستگی بین رشد نیشکر و رطوبت غلاف بیش از رطوبت در خاك است و بهمین دلایل سبب گردید که تعیین آب‌مورد احتیاج نیشکر بوسیله تعیین رطوبت درغلاف نیشکر انجام بگیرد .

٤ : تعیین آب مورد احتیاج نیشکر بوسیله تعیین رطوبت غلاف نیشکر :

بموازات انجام آزمایشات مختلف جهت تعیین آب مصرفی وپیدا کردن روشی که بهتر بتوان دوره‌های آبیاری را در دوره رشد اصلی نیشکر (اردیبهشت تا مهرماه) با آن مشخص کرد از سال ۱۳٤۳ اقدام باستفاده از منحنی رطوبتی استاندارد که در هاوائی بکار میرود گردید وهردو هفته یکبار ازهر قطعه از مزارع زیر کشت نمونه های نیشکر جمع‌آوری ورطوبت غلاف آن اندازه‌گیری شده واطلاعات‌حاصله در دفتر شناسنامه مزارع (Crop log book) ثبت گردید واین عملیات‌تا آخر آن سال ادامه پیدا کرد وپس از اینکه آمار جمع‌آوری شده کافی بنظر رسیدند ملاحظه گردید که منحنی استاندارد رطوبتی مورد استفاده در شرایط هاوائی برای اقلیم هفت تپه مناسب نیست واز این جهت برای بهترین مزرعه ازلحاظ محصول نیشکر در هکتار اقدام به محاسبه منحنی استاندارد شد که این منحنی در ابتدا بصورت خط مستقیم محاسبه گردید (اشکال



شکل شماره ۵- درصد رطوبت غلاف گونه NCo 310.



شکل شماره ٦- نمودار درصد رطوبت در غلاف نیشکر گونه NCO 310 برای مزارع مختلف بر حسب تاریخ درو.

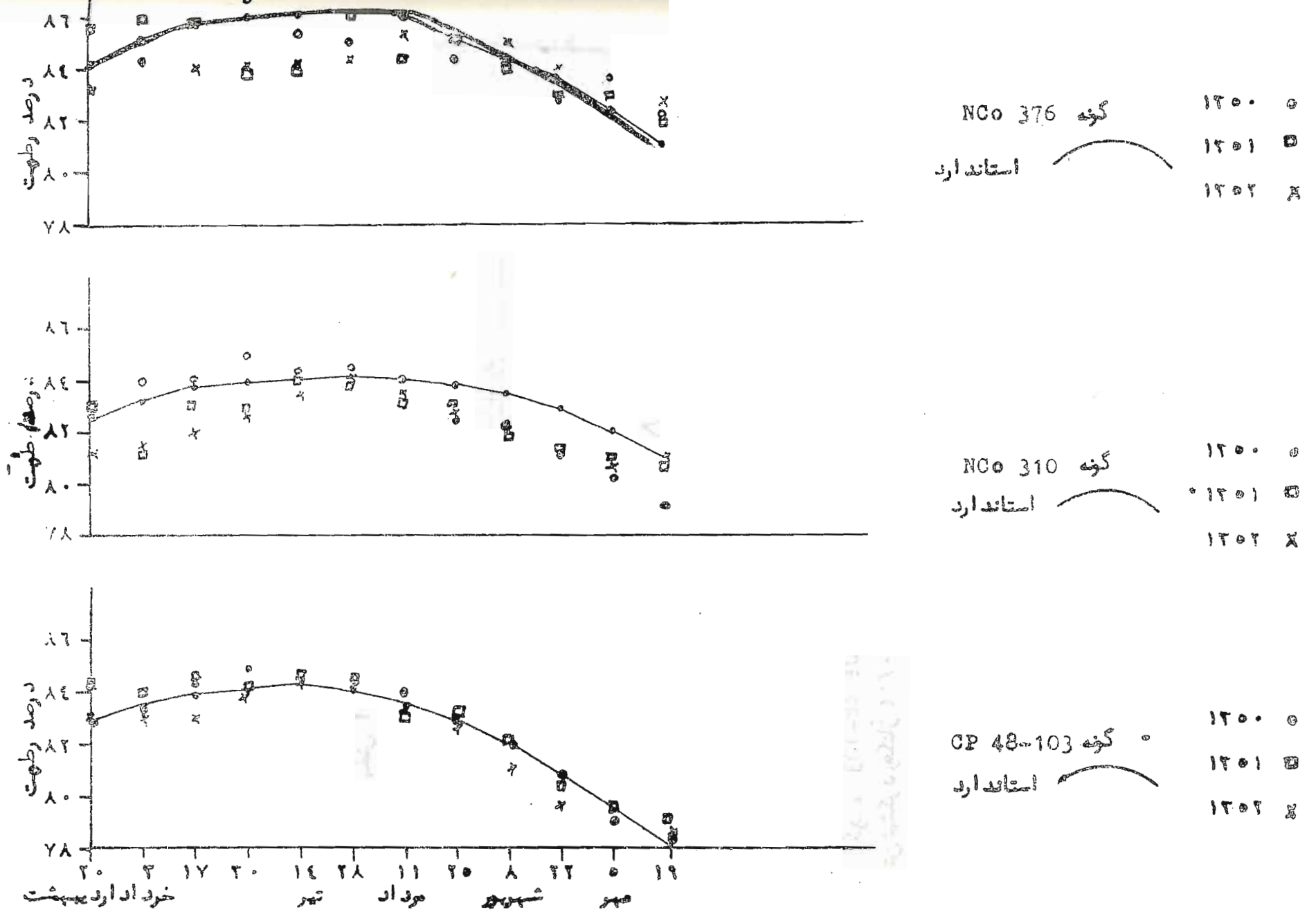
شماره ٥ و٦) و رژیم آبی کلیه مزارع از سال ١٣٤٤ برحسب استاندارد جدید تعیین‌گردید. (جهت اطلاع در این باره به گزارش تعیین احتیاجات آبی وغذائی نیشکر ارائه شده در دومین سمینار آبیاری وزهکشی رجوع شود.) تا سال ١٣٤٨ از همین منحنی که بصورت خط مستقیم بود استفاده میشد تا اینکه در این سال با استفاده از آمار واطلاعات موجود برای مزارعیکه عملکرد آنها از ١٠٠ تن نیشکر در هکتار بیشتر بودند منحنی استاندارد جدیدی محاسبه شد که بصورت معادله درجه ٢ و کاملا متناسب با شرائط موجود در هفت تپه بود.

با شروع استفاده از این منحنی تفاوت رژیم آبی درگونه‌های مختلف نیشکر نیز مشاهده‌گردید و روی این اصل برای گونه‌های اصلی که درسطح تجارتی کشت میگردند منحنی‌های جداگانه محاسبه واز سال ١٣٤٩ رژیم آبی متناسب با گونه‌های مختلف درکلیه مزارع اعمال‌گردید.

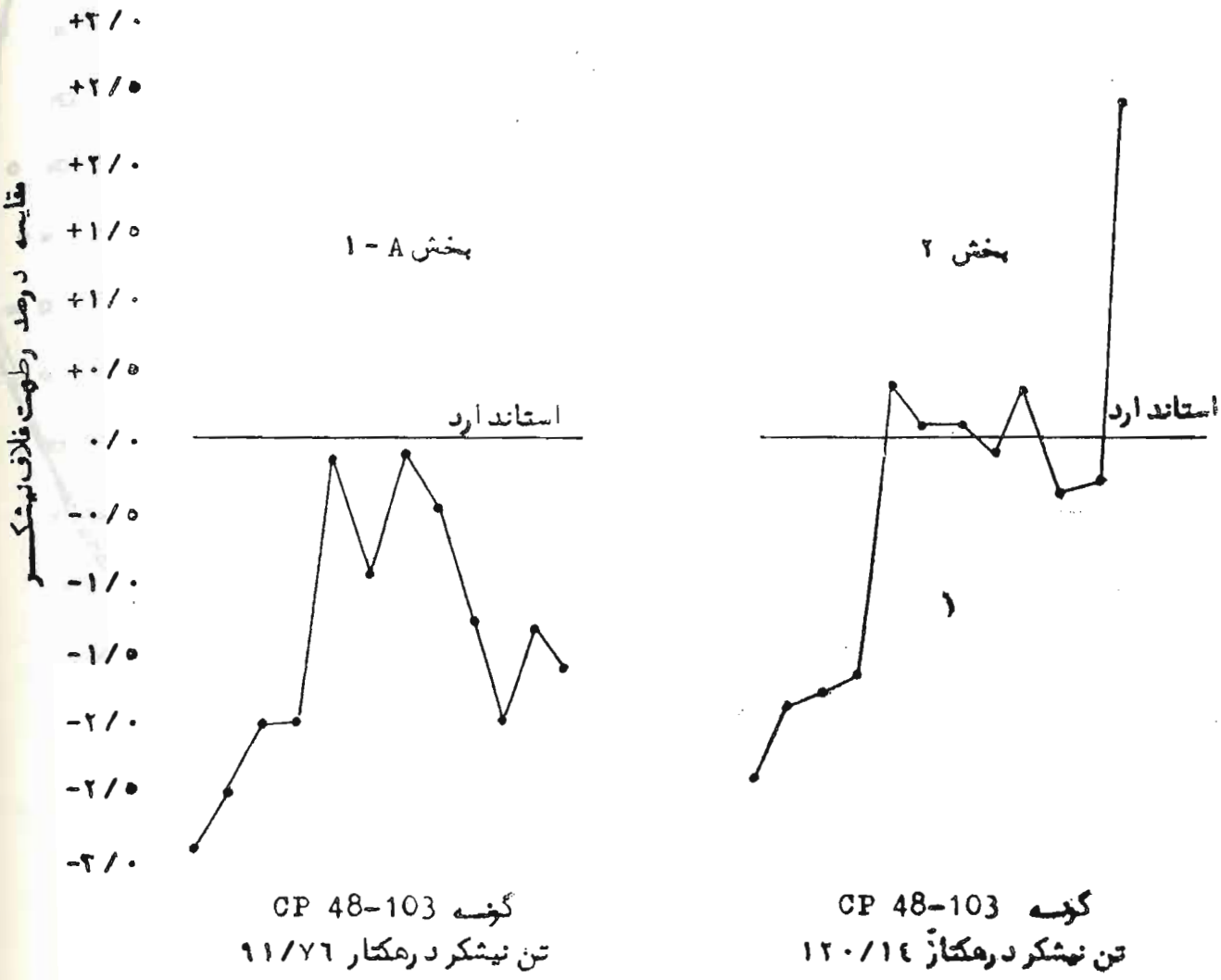
در شکل شماره ٧ اعداد حقیقی مربوط به درصد رطوبت غلاف درگونه‌های CP 48-103 , NCo 310 و NCo 376 برای سالهای ١٣٥٠ ، ١٣٥١ و١٣٥٢ با منحنی استاندارد مقایسه شده است. در اینجا لازم است که متذکر شویم میزان متوسط محصول برای‌گونه‌های نامبرده درسالهای ١٣٥٠ ، ١٣٥١ و١٣٥٢ بشرح زیر میباشد :

گونه	میزان متوسط محصول خالص تن در هکتار در سالهای مختلف		
	١٣٥٠	١٣٥١	١٣٥٢
CP 48-103	١٣٣/٨٥	١٣٠/٥٤	١٢٢/١٧
NCo 376	١٢٥/٨٣	١٥٢/٠٩	١٢٠/٤٩
NCo 310	١١٠/٩١	١٢٤/٤٠	١١٤/٨١

در تأیید روش Crop logging درشکل شماره ٨مقایسه منحنی‌های حقیقی رطوبت‌غلاف که از دو بخش مختلف مزارع هفت تپه برای یک‌گونه معین بدست آمده با منحنی استاندارد نشان داده شده است.



شکل شماره ۷- درصد رطوبت در غلاف نسبت به گونه های مختلف .



شکل شماره ۸- مقایسه منحنی‌های حقیقی رطوبت غلاف با منحنی استاندارد در دو بخش مختلف قسمت نیشکر هفت تپه ۰

منابع

1. G.D. Thompson and D.F. Callings. Experiment Station of the South African Sugar Association Bulletin No. 17.
2. Robert M. Hagan, 1957. Report of progress in research. California Agriculture, 11(4):9.
3. A.H. Cornelison and R.P. Hambert, 1960. Irrigation interval controlin the Hawaii Sugar Industry. Hawaiian Planters Record, 55:333-343.
4. J.M. Gosnell, 1970. Optimum irrigation levels for cane under burnt and trashed conditions. Proceeding of the South African Sugar Techno Logists Association, June 1970.

۵ - پرونده‌های موجود در کتابخانه اداره تحقیقات کشاورزی قسمت نیشکر هفت تپه از سال ۱۳۳۸ تا ۱۳۵۲ .

۶ - شاپور حاج رسولها. ۱۳۵۱ .تعیین احتیاجات آبی وغذائی نیشکر بوسیله تجزیه‌گیاه (Crop Logging) در طرح نیشکر هفت تپه (منعکس شده در نشریه دوسین سمینار آبیاری وزهکشی شیراز. آبانماه ۱۳۵۱ ، صفحات (۱۱۱-۹۹).

سئوال و جوابهائی که در سمینار مطرح شده است

۱ ـ س : آیا در این آزمایش از بلوکهای گچی استفاده شده است یا نه ؟

ج : ارقام بدست آمده از بلوکهای گچی درصورتی قابل اطمینان هستند که پس از آبیاری حتماً یکدوره خشکی نیز وجود داشته باشد وچون زراعت نیشکر بعلت آبیاریهای سنگین فاقد چنین دوره‌ای است لذا به ارقام بدست آمده ازبلوکهای گچی نمیتوان مطمئن بود.

۲ ـ س : در نقشه پیوست گزارش تعدادی مخازن ذخیره آب دیده میشود آیا این مخازن قبل از اجرای طرح آبیاری ساخته شده‌اند یا بعد از آن ؟ چرا بجای ساختن مخازن آب عمل آبیاری در شب انجام نمیشود ؟

ج : چون ظرفیت کانالهای آبیاری هفت تپه برای یک آبیاری ۱٤ ساعته کافی نمیباشند لذا از مخازن ذخیره آب استفاده میشود وعلت آبیاری نکردن نیشکر ، اولا بعلت بلند شدن این گیاه درماههای رشد است که بلندی ساقه آن تاحدود ۳ متر میرسد ودرنتیجه کنترل آبیاری مشکل میشود وثانیاً دلیل دیگر امکان مورد حمله قرارگرفتن کارگران آبیار بوسیله حیوانات وحشی است. لازم بتوضیح است که درهنگام کشت نیشکر چون هنوز زمین پوشیده نیست در شب آبیاری انجام میگیرد.

۳ ـ س : مقدار کل مصرف نیشکر برای تیمار ۱۰ میلیمتر در روز چقدر بوده است ؟

ج : مقدار کل آب مصرفی برای این تیمار در ماههای مورد آزمایش (از تیر تا مهرماه) درهر هکتار ۲۰٤۰۰ مترمکعب است.

٤ ـ س : در جدول شماره ٤ صفحه یازده ستون رطوبت خاك برحسب درصد وزن خشک در شهریورماه عدد ٦/٦ بچشم میخورد. ٦/٦ درصد رطوبت چه مقدار رطوبت ازنظر ظرفیت زراعی است ؟ قدرت‌جذب آب (Strees) خاك برای این مقدار رطوبت چقدر است (برحسب آتمسفر) ؟

ج : این درصد رطوبتی تقریباً نزدیک نقطه پژمردگی است که خودگیاه نیز این حالت را نشان داده (پژمردگی و زرد شدن برگ) وبرای جذب چنین رطوبتی بایدگیاه فشاری بیش از ۸ آتمسفر ایجاد نماید.

٥ ـ س : آیا واریته های مختلف نیشکر ازنظر مصرف آب مساوی بوده است ؟

ج : واریته های مختلف نیشکر ازنظر مصرف آب با هم اختلاف دارند اما این اختلاف زیاد نمیباشند ومنحنی‌های مربوط به رژیم آبیاری گونه های مختلف نیز تا اندازه‌ای با یدیگر اختلاف دارند (شکل شماره ۷).

٦ ـ س : آیا ضریب همبستگی بین رطوبت خاك وغلاف ورشد نیشکر R است یا R^2؟

ج : ضریب همبستگی برحسب R است .

۷ ـ س : آیا ضریب R= ٪٦۳۱ معنی‌دار است ؟

ج : طبق جدول r این مقدار معنی‌دار است .

۸ ـ س : در ٤ یا ٥ سالگی عمق نفوذ ریشه نیشکر چقدر است ؟

ج : تجمع ریشه نیشکر معمولا بین ٤٥ تا ٦۰ سانتیمتر است ولی عمق ریشه نیشکرگاهی به ۱/٥ متر نیز میرسد.

SUMMARY

Sugarcane cultivation in Khuzestan had been attempted many centuries ago, and there are historical records that thel ands surrounding the Haft Tappeh Cane Sugar Project were once as green as the plantation is today. However, it had been abondoned for a variety of reasons.

Sugarcane cultivation was started again in 1959 (1338) , and the area has expanded rapidly to its present level of 10,670 hectares, with an annual harvest from 9100-9200 ha.

Weather data at Haft Tappeh of the Past 13 years indicate an average annual rainfall of about 260 mm, and evaporation of 3000 mm. The extreme minimum temperature has been-10c and the extreme maximum 52c.

Sugarcane growth data have shown that 95% of the growth is made from apri to september. Since there is no rain in the summer months, all growth depends on irrigation water supplied by an extensive distribution system on the plantation.

Water was pumped directly from the Dez river through 1971 (1350) but at present is supplied by a large lined canal of the Dez Irrigation Project, with a capacity of 30 cubic meters per second at the Haft Tappeh boundry. This is supplemented as needed by the pumping station on the Dez river.

Irrigation experimentation at Haft Tappeh has had the aim of developing an uncomplicated but effective system, and this has been achived in a method sensitve to various soil and plant factors, Irrigation at Haft Tappeh is based on analysis of leaf-sheath moisture during growth, and this is readily understood, simple, and reliable.

One of the outstanding features of Haft Tappeh is the improvement in all measures of yield, and indication of a well organized agriculture.

محاسبه تبخیر از طشتك کلاس A با فرمول اصلاح‌شده کریستیانسن

مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاك

عبدالرضا خسروی

مقدمه :

قبلا در مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك بطور متوسط شش سال اطلاعات هواشناسی برای ٤٤ ایستگاه سینوپتیک و ٥٠ ایستگاه هواشناسی میزان تبخیر ازسطح آزاد آب وتبخیر وتعرق با بکار بردن فرمولهای پن‌من وبلینی کریدل توسط دستگاه کمپیوتر IBM 360 تخمین زده شده است(١).* نویسنده این مقاله از اطلاعات هواشناسی بکار برده شده در این محاسبات وارقام تبخیر از طشتك کلاسA(٢) برای پیدا کردن یک فرمول تجربی براساس روش کریستیانسن(٣) برای محاسبه تبخیر از سطح طشتك کلاس A استفاده نموده ونتایج را با ارقام بدست آمده از فرمولهای کریستیانسن ، هارگریوز(٤) ، پن‌من وبلینی کریدل(١) مقایسه نموده است.

فرمولهای تجربی بطورکلی درصورتیکه براساس نتایج اندازه‌گیری شده در مناطق تغییر پیدا نکنند بسیارگمراه کننده خواهند بود ومخصوصاً مقایسه ارقام این فرمولها با هم اساسی نخواهد بود چون معلوم نیست کدامیک با شرائط منطقه تطبیق میکند .

بنابراین ضرورت داردهر فرمول تجربی قبل از اینکه از آن در طرح ریزی استفاده شود برای منطقه موردنظر اصلاح گردد.

در این مطالعه از ارقام تبخیر که توسط طشتك کلاس A در نقاط مختلف اندازه‌گیری گردیده برای اصلاح فرمول های کریستیانسن استفاده شده است .

روش مطالعه

اطلاعات هواشناسی :

اطلاعات هواشناسی بکار برده شده در این مطالعه بشرح زیر میباشد :

١ ـ سرعت باد ـ برحسب متر در ثانیه در ارتفاع دو متر از سطح زمین
٢ ـ متوسط درجه حرارت ماهیانه ـ برحسب سانتیگراد
٣ ـ متوسط رطوبت نسبی ماهیانه ـ برحسب اعشاری
٤ ـ نسبت ساعات آفتابی واقعی به ساعات آفتابی ماکزیمم n/N
٥ ـ بارندگی ماهیانه ـ برحسب میلیمتر
٦ ـ تبخیر از طشتك کلاس A ـ برحسب میلیمتر

۷ ـ تشعشع خورشید بوسیله فرمولهای زیر محاسبه گردیده است :

$$RMM = RMD \times DM \qquad [1] *$$

در این فرمول RMM میزان تشعشع خورشید برحسب میلیمتر تبخیر (معدل ماهیانه) و DM تعداد روز در ماه میباشد بطوریکه :

$$RMD = 10\ RLD/\ (595.9 - 0.55TM) \qquad [2]$$

که در آن RMD ،میزان تشعشع خورشید برحسب میلیمتر تبخیر در روز ، RLD ، میزان تشعشع اتمسفر برحسب لانگلی در روز (کالری در سانتیمتر مربع در روز)

* در این مقاله شماره فرمولها بترتیب این شکل نشان داده شده است

TM ، درجه حرارت برحسب سانتیگراد و (595.9-055 TM) حرارت تبخیر برحسب کالری درگرم میباشد .

RLD را نیز میتوان از رابطه زیر بدست آورد :

$$RLD = 120\ (\ DL \sin (\times LA/57\ .\ 2958\ ) \sin (DER) + 7.6394$$
$$\text{Cos}\ (\ XlA/57.2958\ )\ \text{Cos}\ (DER\ )\ \text{Sin}\ (OM)^{3}\ /ES \qquad [3]$$

که در آن DL، طول روزبرحسب ساعت است که از این رابطه بدست میآید

$$DL = OM/o.\ 1309 \qquad [4]$$

علاماتی که در فرمول شماره ۳ بکار رفته است بشرح زیر تعریف میگردند :

$$OM = \text{Arc tan}\ (1-Z^{2}/Z) \qquad [5]$$
$$DER = DEC/\ 57\ .\ 2958 \qquad [6]$$
$$Z = -\tan (xLA/57.2958)\ \tan (DER) \qquad [7]$$

که در آنها XLA ، عرض جغرافیایی ایستگاه برحسب درجه، DER ، انحراف ماهیانه خورشید برحسب رادیان ، DEC انحراف ماهیانه خورشید برحسب درجه و ES ، مربع معدل فاصله زمین بخورشید در طول یکماه میباشد .

فرمول تبخیر از سطح طشتک :

اطلاعات هواشناسی ۶ ایستگاه که میزان اندازه‌گیری شده تبخیر از سطح طشتک کلاس A موجود بود در این مطالعه بکار برده شد . جدول شماره ۱ مشخصات این ایستگاهها را نشان میدهد .

جدول شماره ۱ ـ مشخصات ایستگاههای هواشناسی که از اطلاعات آنها برای اصلاح فرمول تبخیر استفاده شده است

شماره	کد	نام	عرض جغرافیائی درجه	طول جغرافیائی درجه	ارتفاع از سطح دریا متر	سالهای اطلاعات
۱	۱۱۱	گنبد قابوس	۳۷/۲۵	۵۵/۱۷	۳۶	۲
۲	٤۰۰	مرودشت	۲۹/۸۷	۵۲/۸۰	۱۵۰۰	٤
۳	٤۱٦	اهواز	۳۱/۳۳	٤۸/٦۷	۲۰	۲
٤	۵۰٦	اصفهان	۳۲/۵۷	۵۱/۵۰	۱٦۱۰	۲
۵	۵۰۸	شاهرود	۳٦/٤۲	۵٤/۹۷	۱۳٤۰	۲
٦	٦۰۸	یزد	۳۱/۹۰	۵٤۰٤۲	۱۲۳۳	۲

برای بدست آوردن فرمولی که با شرائط این مناطق تطبیق نماید وبا توجه به محدود بودن نوع آمار هواشناسی که در ایستگاههای معمولی جمع‌آوری میگردد فرمول کریستیانسن که کاملا تجربی میباشد انتخاب گردید. این فرمول اخیراً ازصورت کلاسیک خارج شده وعملا درطرحی که ایشان سرپرستی آنرا عهده‌دار است میزان تبخیر وتعرق برای بیشترممالک آمریکای لاتین بوسیله‌دستگاه کمپیوتر محاسبه گردیده‌واین اطلاعات برای تنظیم برنامه آبیاری محصولات مختلف بکار برده میشود. البته این فرمول مثل سایر فرمولها درصورتیکه برای مناطق اصلاح نگردد نتایج صحیحی عاید نخواهد کرد.

در این مطالعه آخرین فرمول کریستیانسن که برای ونزوئلا بدست آمده بعنوان پایه انتخاب‌گردید وبا استفاده از برنامه کمپیوتر شماره K_1 (ضمیمه ۱) بتدریج برای شرائط ایران اصلاح ودر همین برنامه با فرمولهای کریستیانسن ، هارگریوز ، پن‌من ویلینی کریدل مقایسه گردید. برای بدست آوردن فرمول مناسب هر مرتبه نسبت تبخیر اندازه‌گیری شده به تبخیر محاسبه شده توسط فرمول یعنی‌در این برنامه EVPM / EVPK در مقابل هرکدام از پارامتری‌هواشناسی (حرارت ، باد ، رطوبت وغیره) بطور جداگانه روی محور مختصات مشخص ومنحنی هذلولی آن ترسیم وبا بکار بردن روش ال‌براك(*) معادله منحنی وضرائب آن تعیین‌گردیده است .

مقایسه فرمولهای تبخیر :

ارقام تبخیر که بوسیله ۰ فرمول مشروحه زیر محاسبه‌گردیده با ارقام اندازه‌گیری شده توسط طشتک تبخیر کلاس A بمنظور تعیین بهترین فرمول که با واقعیت تطبیق نماید با استفاده از برنامه کمپیوتر K_3 مقایسه‌گردیده است :

فرمول کریستیانسن

$$EVPC=XVC \times RMM \times CTC \times CWC \times CHC \times CSC \times CEC \qquad (۸)$$

در این فرمول EVPC میزان تبخیر از طشتک برحسب میلیمتر ومساوی با حاصلضرب سایر پارامترها که از سمت چپ طرف راست فرمول عبارتند از : ضریب فرمول ، تشعشع خورشید ، حرارت ، سرعت باد ، رطوبت نسبی ، ساعات آفتابی وارتفاع از سطح دریا میباشند. ضرائب ومقادیر این پارامترها مشروحاً در برنامه کمپیوتر K_1 ضمیمه(۱) داده شده است.

فرمول هارگریوز

$$EVPH = XVH \times RMM \times CTH \times CWH \times CHH \times CSH \times CEH \qquad [۹]$$

این فرمول شبیه به فرمول کریستیانسن بوده ولی ضرائب آن کاملا متفاوت ومقادیر آنها در برنامه کمپیوتر K_1 (ضمیمه ۱) تشریح گردیده است.

فرمول پن من

$$E_0 = \frac{\Delta}{(\Delta+\gamma)0.1L}\left\{0.95\left(0.25+0.54\,\frac{n}{N}\right)Q_n - 118.\right.$$
$$\left. 10^{-9}(273+t)^4\left(0.56-0.092\sqrt{e_a}\right)\left(0.10+0.90\,\frac{n}{N}\right)\right\} + \frac{\gamma}{\Delta+\gamma}(0.50+0.54\,U)0.35(e_s-e_a) \qquad [۱۰]$$

پارامترهای این فرمول در نشریه شماره ۲۲٤ مؤسسه خاکشناسی (۱) مفصلا تشریح گردیده وچون در این مطالعه فقط ارقام محاسبه شده از این فرمول برای مقایسه استفاده شده است تعریف مجدد فرمول پن‌من که در سطح جهانی معروف است در اینجا ضرورت بنظر نمیرسد.

فرمول بلینی کریدل

$$F = P\,(0.46\,t + 8.13)\,/30.4 \qquad [۱۱]$$

که در این فرمول F میزان تبخیر وتعرق ، P درصد ساعیانه روزهای آفتابی درسال و t درجه حرارت برحسب سانتیگراد میباشد.

برای بدست آوردن ضریب K فرمول بلینی کریدل از برنامه کمپیوتر K_2(ضمیمه ۱) استفاده‌گردیده است .

جدول شماره ۲ این ارقام را نشان میدهد.

ارقام ضریب فرمول بلینی کریدل

TABLE 2. COMPUTATION OF BLANEY-CRIDDLE K VALUES

	NYRS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
STATION 416. NAME AHWAZ LAT. 31 20. LONG. 48 40. ELEV. 20. ANN. HT. 2													
B-C F	2	102.3	92.4	142.6	168.0	213.9	234.0	248.0	232.5	186.0	164.3	120.0	105.9
B-C K		.000	.000	.983	1.335	1.850	2.289	2.080	2.063	2.227	1.650	1.159	.987
STATION 400. NAME MARVDASHT LAT. 29 52. LONG. 52 48. ELEV. 1500. ANN. HT. 2													
B-C F	4	77.5	72.9	111.6	129.0	164.3	186.0	207.7	195.3	162.0	142.6	96.0	83.7
B-C K		.520	1.026	1.100	1.296	1.651	1.762	1.720	1.627	1.582	1.407	1.087	.753
STATION 506. NAME SHAHROOD LAT. 35 25. LONG. 54 56. ELEV. 1340. ANN. HT. 2													
B-C F	1	69.1	67.7	105.4	129.0	173.6	186.0	204.6	189.1	150.0	120.9	81.0	68.2
B-C K		.600	.000	1.010	1.312	1.364	1.731	2.025	2.182	2.141	1.508	1.191	.000
STATION 606. NAME YAZD LAT. 31 54. LONG. 54 25. ELEV. 1237. ANN. HT. 2													
B-C F	2	80.6	70.4	124.0	147.0	189.1	207.0	226.3	204.6	162.0	136.4	90.0	77.5
B-C K		.000	.000	.000	1.133	1.241	1.651	1.804	1.839	1.955	.977	1.058	.623
STATION 506. NAME ESFAHAN LAT. 32 34. LONG. 51 30. ELEV. 1610. ANN. HT. 2													
B-C F	2	72.3	72.8	111.6	129.0	173.6	189.0	213.9	195.3	156.0	127.1	87.0	71.3
B-C K		.795	.000	1.493	1.393	1.310	1.437	1.922	1.496	1.669	1.495	1.095	.972
AVG K		.668	1.096	1.148	1.294	1.283	1.784	1.810	1.893	1.915	1.415	1.117	.834

فرمول اصلاح شده کریستیانسن برای ایران

این فرمول مفصلا درقسمت‌مربوط به تفسیر نتایج فرمول شماره ۱۲ همچنین‌د ر برنامه کمپیوتر K_1 (ضمیمه ۱) ارائه گردیده وسیزان تبخیر برحسب میلیمتر به EVPK نشان داده شده است .

تفسیر نتایج

فرمول تبخیر از طشتک :

فرمول نهائی‌که برای محاسبه تبخیر از طشتک توسط نویسند با اصلاح فرمول کریستیانسن (٦) بدست آمده‌بشرح زیر است :

$$EVPK = 0.483 \times RMM \times CTK \times CWK \times CHK \times CSK \times CEK \qquad (۱۲)$$

که در آن EVPK سیزان تبخیر از طشتک برحسب میلیمتر و مساوی با حاصلضرب سایر پارامترها میباشد‌که ذیلا تشریح میگردند :

0.483 ضریب این فرمول و RMM میزان تشعشع خورشید برحسب میلیمتر میباشد . پارامترهای دیگر در این فرمول بکار رفته عبارتند از :

$$CTK = 0.50 + 0.35(TM/20) + 0.15(TM/20)^2 \qquad [۱۳]$$

$$CWK = 067 + 033(W_2K/5) \qquad [۱۴]$$

$$CHK = 1.05 - 0.05(HM/0.40) \qquad [۱۵]$$

$$CSK = 0.30 + 070(S/0.70) \qquad [۱۶]$$

$$CEK = 0.94 + 0.06(EL/1000) \qquad [۱۷]$$

CEK . CSK . CHK . CWK . CTK بترتیب ضرائب حرارت ، باد ، رطوبت ، خورشید و ارتفاع از سطح دریا میباشد که بوسیله فرمولهای ۱۳ الی ۱۷ محاسبه میگردند .

جدول شماره ۳ که توسط برنامه کمپیوتر Kg بدست آمده این ضرائب را برای فرمول شماره [۱۲] در شرایط مختلف نشان میدهد .

مقایسه فرمولهای تبخیر :

اشتباه مطلق معدل ارقام بشکل درصد برای مقایسه فرمولها معیار قرار داده شد . جدول شماره ٤ نشان میدهد که ارقام محاسبه شده توسط فرمول اصلاح‌شده ٥ با ۸/٦ درصد اشتباه به ارقام اندازه‌گیری‌شده از ارقام چهار فرمول دیگر نزدیک تر بوده است .

فرمولهای کریستیانسن ، هارگریوز ، پن‌من‌ویلینی کریدل بترتیب اشتباهاتشان ، ۱۰/٦ ، ۱۰/٦ ، ۳٥/٥ ، ۱۱/۹ میباشد . باتوجه باینکه ایستگاههائی که اطلاعات آنرا برای اصلاح فرمول کریستیانسن بکاربرده شده در نواحی مختلف ایران (از لحاظ آب و هوا) قرارگرفته‌اند) قرارگرفته‌اند بنظر میرسد که فرمول اصلاح شده برای نقاط مختلف از سایر فرمولها بحقیقت نزدیکتر است .

جدولهای شماره ٥ و ٦ و ۷ و ۸ و ۹ ارقام مربوط به این ایستگاهها را بطور جداگانه نشان میدهد .

خلاصه و نتیجه

از اطلاعات هواشناسی ٦ ایستگاه در ایران برای اصلاح فرمول کریستیانسن استفاده شد و بالنتیجه فرمول شماره ۱۲ برای محاسبه میزان تبخیر از طشتک کلاس A بدست آمد . این فرمول با فرمولهای کریستیانسن ، هارگریوز ، پن‌من ، بلینی کریدل مقایسه‌گردید و چون با استفاده از آمار هواشناسی نقاط مختلف بدست آمده است . بنظر میرسد که تحت شرائط مختلف آب و هوائی در ایران قابل استفاده باشد .

۳— ضرائب فرمول اصلاح شده تبخیربرای شرائط مختلف

TABLE 3 COEFFICIENTS FOR COMPUTING PAN EVAPORATION AND POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION FROM KHOSRAVIS FORMULAS FOR IRAN

TM	CTK	CTVC	HM	CHK	CHVC	WPK	CWK	CWVC	S	CSK	CSVC	FL	CEX
0.	.500	.852	.18	1.040	.667	.0	.570	1.189	.24	.540	.914	0.	.940
1.	.518	.871	.20	1.038	.689	.5	.703	1.171	.25	.560	.916	50.	.943
2.	.536	.889	.22	1.035	.703	1.0	.736	1.154	.26	.580	.918	100.	.946
3.	.556	.869	.24	1.032	.715	1.5	.763	1.139	.30	.600	.919	150.	.949
4.	.576	.895	.25	1.029	.730	2.0	.802	1.122	.32	.620	.921	200.	.952
5.	.597	.904	.28	1.025	.745	2.5	.835	1.107	.34	.640	.923	250.	.955
6.	.619	.912	.30	1.022	.759	3.0	.868	1.092	.36	.660	.925	300.	.958
7.	.641	.920	.32	1.018	.773	3.5	.901	1.078	.38	.680	.928	350.	.961
8.	.664	.927	.34	1.016	.786	4.0	.934	1.064	.40	.700	.930	400.	.964
9.	.688	.934	.36	1.010	.799	4.5	.967	1.051	.42	.720	.932	450.	.967
10.	.712	.941	.38	1.005	.812	5.0	1.000	1.038	.44	.740	.935	500.	.970
11.	.738	.948	.40	1.000	.824	5.5	1.033	1.026	.46	.760	.938	550.	.973
12.	.764	.955	.42	.995	.835	6.0	1.065	1.015	.48	.780	.940	600.	.976
13.	.791	.961	.44	.990	.847	6.5	1.098	1.004	.50	.800	.943	650.	.979
14.	.818	.967	.46	.984	.857	7.0	1.132	.994	.52	.820	.946	700.	.982
15.	.847	.973	.48	.978	.868	7.5	1.165	.984	.54	.840	.949	750.	.985
16.	.876	.979	.50	.972	.877	8.0	1.198	.975	.56	.860	.953	800.	.988
17.	.905	.985	.52	.965	.887	8.5	1.232	.967	.58	.880	.955	850.	.991
18.	.935	.990	.54	.959	.895	9.0	1.264	.958	.60	.900	.959	900.	.994
19.	.968	.995	.56	.952	.904	9.5	1.297	.951	.62	.920	.963	950.	.997
20.	1.000	1.000	.58	.945	.912	10.0	1.330	.940	.64	.940	.967	1000.	1.000
21.	1.033	1.005	.60	.938	.920	10.5	1.363	.939	.66	.960	.970	1050.	1.003
22.	1.066	1.009	.62	.930	.927	11.0	1.395	.932	.68	.980	.974	1100.	1.006
23.	1.100	1.014	.64	.922	.934	11.5	1.429	.927	.70	1.000	.976	1150.	1.009
24.	1.136	1.019	.66	.914	.940	12.0	1.462	.923	.72	1.020	.982	1200.	1.012
25.	1.172	1.022	.68	.906	.945	12.5	1.495	.919	.74	1.040	.987	1250.	1.015
26.	1.208	1.025	.70	.897	.951	13.0	1.528	.915	.76	1.060	.991	1300.	1.018
27.	1.245	1.029	.72	.888	.955	13.5	1.561	.912	.78	1.080	.995	1350.	1.021
28.	1.284	1.032	.74	.879	.961	14.0	1.594	.910	.80	1.100	1.000	1400.	1.024
29.	1.323	1.035	.76	.870	.965	14.5	1.626	.907	.82	1.120	1.005	1450.	1.027
30.	1.362	1.038	.78	.860	.969	15.0	1.659	.907	.84	1.140	1.009	1500.	1.030
31.	1.403	1.041	.80	.850	.972	15.5	1.692	.907	.86	1.160	1.014	1550.	1.033
32.	1.444	1.043	.82	.840	.975	16.0	1.725	.907	.88	1.180	1.019	1600.	1.036
33.	1.486	1.045	.84	.830	.977	16.5	1.758	.907	.90	1.200	1.024	1650.	1.039
34.	1.528	1.048	.86	.819	.979	17.0	1.792	.908	.92	1.220	1.030	1700.	1.042
35.	1.572	1.050	.88	.808	.980	17.5	1.825	.910	.94	1.240	1.035	1750.	1.045
36.	1.616	1.051	.90	.797	.981	18.0	1.858	.912	.96	1.260	1.040	1800.	1.048
37.	1.661	1.053	.92	.786	.982	18.5	1.891	.915	.98	1.280	1.046	1850.	1.051
38.	1.706	1.054	.94	.774	.982	19.0	1.924	.919	1.00	1.300	1.051	1900.	1.054

EVPK=0.943+PNM+CTK+CWK+CHK+CSK+CEK

ETPK=.755+EVPK+CHVC+CWVC+CTVC+CSVC

٤ـ مقایسه فرمولهای تبخیربافرمول اصلاح شده

Table 4 Comparison of Mean Monthly Measured Pan Evaporation and that Computed by Five Formulas (5 stations)

Station	Name	EVPM*	EVPC*	EVPH*	EVPP*	EVBC*	EVPK*
400	Marvdasht	195.1	193.5	198.3	135.0	202.2	201.2
Ratios EVPM/EVC*			1.008	0.984	1.445	0.965	0.969
Mean absolute error, %			6.0	5.9	30.8	7.8	7.4
416	Ahwaz	282.8	244.7	254.6	168.3	247.8	280.8
Ratios EVPM/EVC			1.156	1.111	1.681	1.141	1.007
Mean absolute error, %			14.5	16.1	40.5	14.6	7.2
506	Esfahan	180.8	170.4	175.1	133.4	200.0	178.4
Ratios EVPM/EVC			1.061	1.032	1.355	0.904	1.013
Mean absolute error, %			9.8	9.0	26.2	17.2	9.3
508	Shahrood	201.9	177.3	184.8	120.0	193.2	195.0
Ratios EVPM/EVC			1.139	1.092	1.682	1.045	1.035
Mean absolute error, %			12 %	13.0	40.6	9.8	10.2
608	Yazd	203.3	200.1	208.3	129.3	214.8	205.3
Ratios EVPM/EVC			1.016	0.976	1.572	0.946	0.990
Mean absolute error, %			8.8	12.1	36.4	9.6	9.3
Average EVC		212.8	197.2	204.2	137.2	211.6	212.1
Ratios EVPM/EVC			1.079	1.042	1.551	1.006	1.003
Overall mean absolute error, %			10.6	10.6	35.5	11.9	8.6

*EVC is the value computed by the five formulas
EVPM - measured Class A pan evaporation
EVPC - from Christiansen's formula, equation [37]
EVPH - from Hargreaves' formula, equation [48]
EVPP - from modified Penman's formula, equation [62]
EVBC - from Blaney-Criddle's formula, equation [64]
EVPK - from Khosravi's formula, equation [66]

۵ــ مقایسه فرمولهای تبخیربافرمول اصلاح شده برای اهواز

TABLE 5 COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAPORATION FOR IRAN

STATION 416. NAME AHWAZ LATITUDE 31 20. LONGITUDE 48 40. ELEVATION 20. ANNEMOMETER HEIGHT 2

								CHRISTIANSEN FORMULA			HARGREAVES FORMULA			PENMAN FORMULA			BLANEY-CRIDDLE FORMULA			KHOSRAVI FORMULA		
MO	RH	SUN	WSK	TM	PREC	PNM	EVPH	EVPC	REVC	ERVC	EVPH	REVH	ERVH	EVPP	REPP	ERPP	EVBC	REBC	ERBC	EVPK	REVK	ERVK
1	.50	.66	7.20	15.1	14.7	256.3	86.2	75.5	1.137	12.1	74.1	1.167	14.0	55.8	1.545	35.3	68.3	1.261	20.7	97.1	.888	12.6
2	.48	.65	7.56	14.7	48.1	269.7	87.9	82.5	1.065	6.1	80.9	1.087	8.0	75.6	1.163	14.0	101.3	.868	15.2	106.4	.826	21.0
3	.53	.56	7.20	19.1	11.5	396.9	140.2	148.9	.942	5.2	169.6	.827	21.0	120.9	1.160	13.8	164.0	.855	17.0	160.4	.874	14.4
4	.48	.57	8.64	23.7	17.4	456.3	224.3	232.6	.964	3.7	270.6	.829	20.6	177.0	1.267	21.1	217.4	1.032	3.1	251.4	.892	12.1
5	.32	.65	9.00	30.9	.0	523.8	395.8	372.1	1.064	6.0	423.4	.935	7.0	241.8	1.637	38.9	317.2	1.248	19.9	415.6	.952	5.0
6	.24	.81	8.10	34.8	.0	528.4	575.6	462.6	1.158	13.6	467.8	1.145	12.7	279.0	1.920	47.9	417.5	1.283	22.1	531.0	1.009	.9
7	.31	.79	7.74	35.6	.0	538.3	515.8	452.3	1.140	12.3	453.2	1.138	12.1	294.5	1.751	42.9	448.9	1.149	13.0	524.1	.984	1.6
8	.48	.78	7.74	36.1	.0	500.7	479.6	401.4	1.195	16.3	385.1	1.245	19.7	275.9	1.738	42.5	428.5	1.119	10.7	478.0	1.003	.3
9	.37	.79	7.02	32.6	.0	420.4	414.3	309.9	1.337	25.2	310.5	1.334	25.1	210.0	1.973	49.3	356.0	1.164	14.1	356.6	1.162	13.9
10	.51	.65	6.84	26.5	19.4	353.0	271.1	187.1	1.449	31.0	200.0	1.355	26.2	151.9	1.785	44.0	232.5	1.166	14.2	207.2	1.308	23.6
11	.52	.73	7.02	20.1	1.7	274.3	139.1	127.2	1.094	8.6	132.5	1.050	4.7	84.0	1.656	39.6	134.0	1.038	3.6	143.9	.967	3.5
12	.59	.75	5.76	13.7	4.0	250.1	108.0	83.9	1.240	19.3	97.2	1.193	16.2	52.7	1.973	49.3	87.8	1.185	15.6	97.6	1.056	6.2
ST. M	.50	.70	7.48	25.2	9.8	399.8	282.8	244.7	1.156	14.5	254.6	1.111	16.1	166.3	1.681	40.5	247.8	1.141	14.6	280.8	1.007	7.2

۶ــ مقایسه فرمولهای تبخیربافرمول اصلاح شده برای مرودشت

TABLE 6 COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAPORATION FOR IRAN

STATION 900. NAME MARVDASHT LATITUDE 29 52. LONGITUDE 52 48. ELEVATION 1500. ANNEMOMETER HEIGHT 2

								CHRISTIANSEN FORMULA			HARGREAVES FORMULA			PENMAN FORMULA			BLANEY-CRIDDLE FORMULA			KHOSRAVI FORMULA		
MO	MM	SUN	WPK	TM	PREC	RMM	EVPM	EVPC	REVC	ERVC	EVPH	REVH	ERVH	EVPP	REPP	ERPP	EVBC	RFBC	ERBC	EVPK	REVK	ERVK
1	.63	.51	4.56	3.9	86.8	274.4	51.7	53.1	.974	2.7	61.7	.838	19.3	83.4	1.191	16.1	51.5	.999	.1	59.0	.876	14.1
2	.66	.54	4.80	5.1	14.1	306.7	74.7	72.9	1.025	2.4	83.4	.890	17.3	98.8	1.270	21.3	79.8	.936	6.8	80.1	.933	7.2
3	.69	.60	6.00	12.0	36.4	401.7	148.8	138.2	1.077	7.1	151.7	.981	1.9	96.1	1.548	35.4	128.3	1.159	13.8	144.4	1.030	3.0
4	.69	.67	5.76	14.9	42.1	455.5	167.2	172.7	.968	3.3	184.9	.904	10.0	132.0	1.267	21.1	166.9	1.002	.2	179.1	.934	7.1
5	.39	.74	6.12	19.6	32.7	517.9	271.2	278.6	.973	2.7	281.0	.965	3.6	183.9	1.483	32.6	243.7	1.113	10.2	292.2	.928	7.7
6	.26	.82	6.85	23.9	.0	520.9	327.7	352.5	.930	7.6	343.4	.959	4.8	225.0	1.456	31.3	331.8	.988	1.3	356.0	.895	11.7
7	.26	.77	6.04	26.7	.0	532.3	357.3	361.4	.989	1.1	362.2	.986	1.4	244.9	1.459	31.5	375.9	.950	5.2	370.4	.965	3.7
8	.25	.78	6.85	26.4	1.2	497.8	317.7	335.3	.948	5.5	335.4	.947	5.6	226.3	1.404	28.8	359.9	.883	13.3	342.9	.927	7.3
9	.29	.73	5.13	22.3	.0	421.7	257.2	251.6	1.022	2.2	253.6	1.014	1.4	177.0	1.453	31.2	310.1	.829	20.6	258.8	.994	.6
10	.36	.76	4.59	17.6	6.7	359.0	200.7	170.2	1.179	15.2	175.3	1.145	12.7	127.1	1.579	36.7	201.8	.995	.5	176.2	1.139	12.2
11	.57	.67	3.36	11.2	71.3	282.3	104.0	82.0	1.268	21.2	85.9	1.197	16.4	63.0	1.651	39.4	107.2	.970	3.1	87.1	1.194	16.3
12	.72	.50	4.56	7.5	44.9	259.9	63.0	54.1	1.165	14.1	59.6	1.057	5.4	43.4	1.452	31.1	69.7	.904	10.7	58.8	1.071	6.7
ST. M	.44	.68	5.05	16.0	28.0	402.5	195.1	193.5	1.008	6.0	198.3	.989	5.9	135.0	1.445	30.8	202.2	.965	7.8	201.2	.969	7.9

۷ ــ مقایسه فرمولهای تبخیربافرمول اصلاح شده برای شاهرود

TABLE 7 COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAPORATION FOR IRAN

STATION 508. NAME SHAHROOD LATITUDE 36 25. LONGITUDE 54 58. ELEVATION 1340. ANNEMOMETER HEIGHT 6

								CHRISTIANSEN FORMULA			HARGREAVES FORMULA			PENMAN FORMULA			BLANEY-CRIDDLE FORMULA			KHOSRAVI FORMULA		
MO	PM	SUN	W2K	TM	PREC	RMM	EVPH	EVPC	REVC	ERVC	EVPH	REVH	ERVH	EVPP	REPP	ERPP	EVBC	RFBC	ERBC	EVPK	REVK	ERVK
1	.67	.53	5.31	2.0	2.0	224.5	44.9	38.4	1.169	14.5	44.9	1.000	.0	31.0	1.448	31.0	43.5	1.032	3.1	46.7	.961	4.50
2	.59	.59	5.76	-.1	8.0	263.6	51.0	44.2	1.154	13.3	53.0	.962	3.9	50.4	1.012	1.2	73.7	.692	44.4	58.1	.878	13.9
3	.56	.52	7.67	7.9	18.0	366.8	106.5	104.9	1.015	1.5	123.2	.864	15.7	86.8	1.227	18.5	121.2	.879	13.8	112.1	.950	9.3
4	.49	.46	8.26	10.2	27.0	437.5	169.2	142.9	1.184	15.5	177.0	.956	4.6	123.0	1.376	27.3	166.9	1.014	1.3	142.2	1.190	10.0
5	.48	.58	7.88	16.0	15.0	515.5	216.8	230.0	1.030	2.9	260.8	.908	10.1	176.7	1.340	25.4	257.9	.920	8.7	235.5	1.006	.9
6	.41	.75	9.67	20.1	20.5	526.6	331.2	326.2	1.015	1.5	334.5	.990	1.0	213.0	1.555	35.7	331.8	.998	.2	364.2	.909	10.0
7	.39	.76	10.26	24.4	1.5	535.5	414.6	391.9	1.058	5.5	396.8	1.045	4.3	226.3	1.832	45.4	370.3	1.119	10.7	443.5	.939	7.0
8	.39	.82	9.05	25.7	.0	487.7	414.5	373.2	1.111	10.0	351.7	1.179	15.2	213.9	1.938	48.4	348.5	1.189	15.9	418.0	.992	.8
9	.45	.81	7.24	20.0	.0	394.4	321.1	228.0	1.408	29.0	215.8	1.488	32.8	153.0	2.099	52.4	287.1	1.118	10.6	249.4	1.287	22.3
10	.53	.70	5.51	15.5	29.9	317.0	187.1	127.8	1.464	31.7	130.5	1.433	30.2	93.0	2.012	50.3	171.1	1.094	8.6	136.6	1.370	27.0
11	.58	.67	4.80	12.0	2.6	235.4	96.5	75.7	1.275	21.5	79.2	1.218	17.9	45.0	2.144	53.4	90.5	1.067	6.2	81.8	1.180	15.2
12	.69	.59	5.35	4.4	1.7	208.5	49.1	44.2	1.111	10.0	49.8	.986	1.4	27.9	1.760	43.2	56.8	.864	15.7	51.7	.950	5.3
St. M	.51	.65	7.23	13.2	10.4	376.1	201.9	177.3	1.139	12.2	184.9	1.092	13.0	120.0	1.682	40.6	193.2	1.045	9.8	195.0	1.035	10.2

۸ــ مقایسه فرمولهای تبخیربافرمول اصلاح شده برای یـــزد

TABLE 8 , COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAPORATION FOR IRAN

STATION 6008, NAME YAZD LATITUDE 31 54, LONGITUDE 54 25, ELEVATION 1233. ANNEMOMETER HEIGHT 2

								CHRISTIANSEN FORMULA			HARGREAVES FORMULA			PENMAN FORMULA			BLANEY-CRIDDLE FORMULA			KHOSRAVI FORMULA		
MO	HM	SUN	WDK	TM	PREC	PNM	EVPM	EVPC	REVC	ERVC	EVPH	REVH	ERVH	EVPP	REPP	ERPP	EVBC	REBC	ERBC	EVPK	REVK	ERVK
1	.66	.64	5.34	5.5	1.3	259.5	64.7	62.5	1.035	3.4	70.6	.916	9.1	43.4	1.491	32.9	53.8	1.202	16.8	72.2	.896	11.6
2	.46	.69	3.89	6.2	14.0	294.2	80.0	73.5	1.088	8.1	84.5	.947	5.6	61.5	1.299	23.0	85.9	.931	7.4	82.7	.967	3.4
3	.58	.67	4.13	13.4	16.5	392.3	150.0	140.7	1.066	6.2	160.5	.935	7.0	96.1	1.561	35.9	142.6	1.052	4.9	144.5	1.038	3.7
4	.37	.64	5.21	16.6	8.5	452.0	166.6	191.7	.869	15.1	217.5	.766	30.6	144.0	1.157	13.6	190.2	.876	14.2	193.8	.860	16.3
5	.25	.73	4.45	19.5	21.1	518.2	234.3	258.9	.906	10.4	284.1	.826	21.1	189.1	1.241	19.4	280.4	.837	19.5	260.6	.900	11.1
6	.19	.82	3.74	26.0	13.5	525.0	341.8	341.7	1.002	.2	343.6	.995	.5	219.0	1.561	35.9	368.3	.925	8.0	344.0	.994	.6
7	.17	.84	5.16	30.8	.0	536.3	408.2	409.0	.998	.2	393.9	1.023	2.3	273.2	1.829	45.3	409.6	.997	.3	419.0	.974	2.6
8	.19	.82	4.03	29.2	.0	496.7	376.3	353.0	1.066	6.2	351.1	1.072	6.7	204.8	1.839	45.6	377.1	.998	.2	360.6	1.044	4.2
9	.20	.85	3.32	25.5	.0	415.4	340.2	259.9	1.309	23.6	257.4	1.322	24.3	156.0	2.181	54.1	310.1	1.097	8.9	262.4	1.296	22.9
10	.29	.81	3.33	19.6	.0	347.2	133.6	169.6	.786	27.2	174.7	.763	31.1	114.7	1.167	14.0	193.0	.691	44.8	173.2	.770	29.9
11	.42	.72	2.12	14.8	7.5	268.9	95.2	91.2	1.044	4.2	98.0	.971	2.9	60.0	1.587	37.0	100.5	.947	5.6	92.9	1.025	2.4
12	.59	.65	2.68	4.5	1.0	243.6	48.3	50.5	.956	4.6	58.5	.826	21.1	40.3	1.199	16.6	64.6	.748	33.7	57.8	.836	19.7
ST. M	.37	.74	3.87	17.7	6.9	395.8	203.3	200.1	1.016	8.8	208.3	.976	12.1	129.3	1.572	36.4	214.8	.946	9.6	205.3	.990	9.3

۹ــ مقایسه فرمولهای تبخیربافرمول اصلاح شده برای اصفهان

TABLE 9 COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAPORATION FOR IRAN

STATION 506. NAME ESFAHAN LATITUDE 32 34. LONGITUDE 51 30. ELEVATION 1610. ANNEMOMETER HEIGHT 2

								CHRISTIANSEN FORMULA			HARGREAVES FORMULA			PENMAN FORMULA			BLANEY-CRIDDLE FORMULA			KHOSRAVI FORMULA	
MO	HM	SUN	WZK	TM	PREC	RHM	EVPM	EVPC	REVC	ERVC	EVPH	REVH	ERVH	EVPP	REPP	ERPP	EVBC	RFBC	ERBC	EVPK	REVK	ERVK
1	.61	.64	4.71	3.3	13.5	254.1	53.3	32.1	1.025	2.3	57.6	.925	8.1	40.3	1.323	24.4	47.6	1.119	10.6	62.7	.850	17.6
2	.61	.63	5.87	1.3	17.6	286.8	65.7	62.7	1.048	4.6	71.4	.920	8.7	58.8	1.117	10.5	79.8	.823	21.4	78.8	.834	19.9
3	.43	.67	7.59	7.3	12.5	357.0	161.8	137.5	1.271	18.1	148.5	1.090	8.2	105.4	1.535	34.9	128.3	1.261	20.7	147.9	1.094	8.6
4	.47	.60	7.37	9.9	15.7	447.6	179.7	159.7	1.125	11.1	185.3	.970	3.1	138.0	1.302	23.2	166.9	1.077	7.1	168.2	1.068	6.4
5	.33	.68	5.30	15.0	14.1	516.1	227.4	224.1	1.015	1.5	248.5	.915	9.3	189.1	1.203	16.8	257.4	.883	13.2	227.2	1.001	.1
6	.29	.81	5.03	20.1	6.9	522.7	271.5	298.2	.911	9.8	298.3	.910	9.8	228.0	1.191	16.1	337.2	.806	24.1	306.0	.888	12.7
7	.36	.83	5.79	24.8	.0	533.8	304.2	321.9	.945	5.8	304.7	.999	.2	241.8	1.258	20.5	387.2	.786	27.3	333.9	.911	9.8
8	.28	.84	7.31	24.1	.0	493.4	262.2	287.0	1.018	1.9	277.6	1.057	5.0	220.1	1.328	24.7	359.9	.812	23.2	289.6	1.009	.9
9	.29	.85	8.07	21.1	.0	411.0	258.8	221.4	1.169	14.5	215.2	1.203	16.8	168.0	1.540	35.1	298.6	.867	15.4	223.9	1.156	13.5
10	.31	.83	6.09	16.3	14.5	342.0	190.0	158.9	1.196	16.4	156.7	1.213	17.5	114.7	1.656	39.6	179.8	1.056	5.3	165.8	1.146	12.7
11	.49	.72	7.18	10.3	14.9	263.0	95.3	74.6	1.277	21.7	78.8	1.209	17.3	60.0	1.588	37.0	97.2	.981	2.0	78.4	1.216	17.7
12	.57	.65	7.52	5.3	6.7	232.1	69.3	52.2	1.328	24.7	58.7	1.181	15.3	37.2	1.863	46.3	59.4	1.167	14.3	58.6	1.183	15.4
ST. M	.41	.73	6.62	13.3	9.4	391.5	180.8	170.4	1.061	5.8	175.1	1.032	9.0	133.4	1.355	26.2	200.0	.904	17.2	178.4	1.013	9.3
OV. M	.48	.70	5.65	17.1	12.9	393.1	212.8	197.2	1.079	10.5	204.2	1.042	10.6	137.2	1.551	35.5	211.6	1.006	11.9	212.1	1.003	8.6

منابع مورد استفاده

1- Petential evapotranspiration calculations from meteorological and experimental data forIran, publication No. 224 Soil Institute of Iran.

2- Iranian ministry of water and power, Surface hydrology department 1969. Evaporation in Iran. Publication No.15.

3- Christiansen, J.E. 1966. Estimating pan evaporation and evapotranspiration from climatic data. Symposium on methods for estimating evapotranspiration, ASCE irrigation drainage specialty conf., Las vegas, Nevada, Nev. 2–4.

4- Hargreaves, G.H. 1968. Consumptive use derived from Evaporation pan data. Journal of the irrigation and drainage division, proceeding of the ASCE.

5- Al - Barrak, Ala h. 1964. Evaporation and potential evapotranspiration in central Iraq. N.S thesis. Utah state University Library, Logan, Utah.

6- Khosravi, Abdol Reza. 1972. Pan evaporation and potential evapotranspiration in Iran. M.S thesis Utah State University Library, Logan, Utah .

سئوالات مطرح شده در سمینار

سئوال ۱ - با توجه باینکه فرمول کریستانسن و هارگریوز تجربی است و با توجه به کمبود اطلاعات آیا بهتر نیست ازفرمول اصلی استفاده شود .

جواب : فرمول اصلاح شده از فرمول اصلی جواب بهتری داده و بیشتر نزدیک بحقیقت بوده است .

سئوال ۲ - مسلم است که مرز سیاسی با جغرافیائی یکی نیست آیا در ایران که کشوریست با شرایط کاملا متفاوت آیا بهتر نیست فرمول را منطقه‌بندی کرد ؟

جواب : البته این مطالعه اجمالی بوده و بهتر است مناطق مختلف مملکت از نظر شرایط اقلیمی طبقه‌بندی شده و برای هر یک فرمول جداگانه‌ای تهیه شود .

سئوال ۳ - چه رابطه‌ای بین تبخیر و تعرق دیویس کالیفرنیا و طشتک تبخیر وجود دارد ؟

جواب : در بسیاری از مناطق ازجمله دیویس کالیفرنیا محققین رابطه بین تبخیر و تعرق و تبخیر از سطح طشتک را برای فصول مختلف تعیین نموده‌اند و از این رابطه در برنامه‌بندی آبیاری و توصیه به کشاورزان استفاده میکنند و رابطه آن در مکانهای مختلف و فصول مختلف و برای محصولات مختلف متغیر است حد آن بین ۶۰ تا ۱۰۰ درصد وگاهی بالاتر از میزان تبخیر توصیه میشود .

```
      C      PROGRAM K1  TO COMPUTE PAN EVAPORATION FOR IRAN AND COMPARE VALUES
            DIMENSION X(20),SX(20),AX(20),DEC(13),ES(13),DM(13),DER(13),NAME(7
           1),SXT(20),AXT(20),OZS(20),OZA(20),CM(13)
          101 FORMAT(3I5)
          102 FORMAT(12F6.3)
          103 FORMAT(12F6.5)
          104 FORMAT(12F5.0)
          105 FORMAT(3I5,F5.1,F5.2,F5.1,F5.2,2F5.1,2F5.0)
          106 FORMAT(I5,5X,F5.2,F3.0,F2.0,F3.0,F2.0,F5.0)
          107 FORMAT(12F3.0)
          201 FORMAT(1H1,'TABLE      COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAP
           1ORATION FOR IRAN')
          202 FORMAT(1H0,'STATION ',I5,',  NAME  ',5A5,' LATITUDE ',F6.2,',  LO
           1NGITUDE ',F6.2,',  ELEVATION ',F5.0,'  ANEMOMETER HEIGHT  2')
          203 FORMAT(1H0,'   NO  YRS      HM     SUN     U2K     TM    PREC    RMM
           1 EVPM    EVPC    REVC    ERVC    EVPH    REVH    ERVH    EVPK    REVK    ER
           2VK',/)
          204 FORMAT(1H0,60X,'CHRISTIANSEN FORMULA   HARGREAVES FORMULA     KHOSR
           1AVI FORMULA')
          206 FORMAT(1H0,2I5,3F7.2,4F7.1,3(F7.1,F7.3,F7.1))
          208 FORMAT(1H0,'STA. NO',I4,3F7.2,4F7.1,3(F7.1,F7.3,F7.1))
          209 FORMAT(1H0,'OVA. NO',I4,3F7.2,4F7.1,3(F7.1,F7.3,F7.1))
          210 FORMAT(1H0,'XVC =',F5.3,'   XVH =',F5.3,'   XVK=',F5.3          )
          211 FORMAT(1H0,I5,15X,'NO RELIABLE DATA')
          299 FORMAT(1H1)
      C-----READ IN MONTHLY FACTORS-----------------------------------------
            READ (5,102) (DEC(M),M=1,12)
            READ(5,103) (ES(M),M=1,12)
            READ(5,104)(DM(M),M=1,12)
            READ(5,102)(CM(M),M=1,12)
            READ(5,101)NSTS
      C-----INITIALIZE OZS(I) VALUES----------------------------------------
            DO 2 I=1,20
          2 OZS(I)=0.0
            MP=0.
            ZNT=0.
      C-----FIRST DO-LOOP---------------------------------------------------
            DO 50 JJ=1,NSTS
      C-----INITIALIZE SXT(I) VALUES----------------------------------------
            DO  3 I=1,20
          3 SXT(I)=0.
            XT=0.
            TNM=0.
      C-----READ IN DATA FOR TABLE HEADINGS---------------------------------
            READ(5,105)NST,(NAME(N),N=1,5),XLD,YLM,XLOD,XLOM,EL
            READ(5,101)NN
            XLA=XLD+XLM/60.
            XLO=XLOD+XLOM/60.
      C-----WRITE HEADINGS--------------------------------------------------
            WRITE(6,201)
            WRITE(6,202)NST,(NAME(N),N=1,5),XLA,XLO,EL
            WRITE(6,204)
            WRITE(6,203)
      C-----SECOND DO-LOOP--------------------------------------------------
            DO 40 I=1,NN
            READ(5,101) MM,N
            KK=N
```

```
      DO 40 KK=1,MM
C-----INITIALIZE SX(I) VALUES ----------------------------------------
      DO 4 I=1,20
    4 SX(I)=0.
      TN=0.
      NT=0
C-----READ IN DATA-----------------------------------------------------
      DO 25 K=1,N
      READ(5,105)NST,NYR,MO,TM,HM,W2,S,P,EVP,SH,SM
      IF(((NYR/4)*4).EQ.NYR) DM(2)=29.
      M=MO
      NYR=NYR-900
C-----CONVERT WIND VELOCITIES TO TWO METER HEIGHTS----------------------
      IF(NST.NE.400.AND.NST.NE.416) GO TO 6
      W2K=3.6*W2
      GO TO 7
    6 W2K=W2/(DM(M)*24.)
    7 CONTINUE
C-----CONVERT WIND VELOCITIES TO HEIGHTS OF 60 CM AND 10 METERS---------
      WA2K=4.71*2.0**.296
      XP=.579-.405*(W2K/WA2K)+.126*(W2K/WA2K)**2
      IF((W2K/WA2K).GT.1.6) XP=.249
      WO6=W2K*(.6/2.)**XP
      W10=W2K*(10./2.)**XP
C-----COMPUTE RADIATION AND EXPRESS IN MILLIMETERS PER MONTH------------
      XLR=XLA/57.2958
      DER(M)=(DEC(M))/57.2958
      Z=-TAN(XLR)*TAN(DER(M))
      OM=ATAN(SQRT(1.0-Z*Z)/ABS(Z))
      DL=OM/0.1309
      IF(Z) 17,18,18
   17 DL=24.-DL
   18 RLD=1270.*(DL*SIN(XLR)*SIN(DER(M))+7.6399*COS(XLR)*COS(DER(M))*SIN(
     10M)/ES(M))
      RMD=10.*RLD/(595.9-0.55*TM)
      RSM=RMD*DM(M)
C-----TO CONVERT SUNSHINE IN HOURS AND MINUTES TO SUNSHINE PERCENTAGE---
      IF(S.LT.0.1) S=(SH+SM/60.)/DL
C-----COMPUTE PAN EVAPORATION BY CHRISTIANSEN'S FORMULA-----------------
      XVC=0.459
      CTC=.393+.559*(TM/20.)+.048*(TM/20.)**2
      CWC=.703+.328*(WO6/4.)-0.035*(WO6/4.)**2
      CHC=1.255-.242*(HM/.55)-.013*(HM/.55)**6
      CSC=.542+.680*(S/.80)-.499*(S/.80)**2+.317*(S/.80)**3
      CEC=.970+.030*(EL/305.)
      EVPC=XVC*RMM*CTC*CWC*CHC*CSC*CEC
      REVC=EVP/EVPC
      ERVC=100.*ABS(EVP-EVPC)/EVP
C-----COMPUTE PAN EVAPORATION BY HARGREAVES' FORMULA-------------------
      XVH=.430
      CTH=.400+.024*TM
      CWH=.684+.094*W10
      CHH=.05+1.58*(1.0-HM)**.5
      CSH=.700+.63*S
      IF(CSH-61.) 1,01,01 CSH=1.0
      CEH=1.00+.09*(EL/1000.)
      EVPH=XVH*RMM*CTH*CWH*CHH*CSH*CEH
```

```
      REVH=EVP/EVPH
      ERVH=100.*ABS(EVP-EVPH)/EVP
C-----COMPUTE PAN EVAPORATION BY KHOSRAVI'S FORMULA----------
      XVK=0.493
      CTK=0.50+0.75*(TM/20.)+0.15*(TM/20.)**2
      CWK=.67+.33*(U2K/5.)
      CHK=1.05-0.05*(HM/.40)**2
      CSK=0.30+0.70*(S/0.70)
      CEK=0.94+0.06*(EL/1000.)
      EVPK=XVK*RNK*CTK*CWK*CHK*CSK*CEK
      REVK=EVP/EVPK
      ERVK=100.*ABS(EVP-EVPK)/EVP
C-----SUM UP CONSTANTS----------
      TN=TN+1.
      MT=TM
      TNM=TNM+1.
      MOT=TNM
      ZNT=ZNT+1.
      MZT=ZNT
C-----CONVERT COMPUTED VALUES AND DATA TO X(I) VALUES----------
      X(1)=HM
      X(2)=S
      X(3)=U2K
      X(4)=TM
      X(5)=P
      X(6)=RNM
      X(7)=EVP
      X(8)=EVPC
      X(9)=REVC
      X(10)=ERVC
      X(11)=EVPH
      X(12)=REVH
      X(13)=ERVH
      X(14)=EVPK
      X(15)=REVK
      X(16)=ERVK
      X(17)=100*(ABS(EVP-EVPC))
      X(18)=100*(ABS(EVP-EVPH))
      X(19)=100*(ABS(EVP-EVPK))
C-----SUMMATION OF X(I) VALUES----------
      DO 22 I=1,19
      SX(I)=SX(I)+X(I)
      SXT(I)=SXT(I)+X(I)
      QZS(I)=QZS(I)+X(I)
   22 CONTINUE
C-----COMPUTE AND WRITE MONTHLY AVERAGES----------
   25 CONTINUE
      IF(MT.EQ.1)WRITE(6,200)MO,MT,(X(I),I=1,16)
      IF(MT.EQ.0) WRITE(6,211)MO
      IF(TN.LT.2.) GO TO 40
C-----COMPUTE AND WRITE MONTHLY AVERAGES----------
      DO 30 I=1,19
   30 AX(I)=SX(I)/TN
      AX(09)=SX(7)/SX(8)
      AX(10)=SX(17)/SX(7)
      AX(12)=SX(07)/SX(11)
      AX(13)=SX(19)/SX(7)
```

```
      AX(15)=SX(7)/SX(19)
      AX(16)=SX(19)/SX(7)
      WRITE(6,208)MO,HT,(AX(I),I=1,16)
   40 CONTINUE
C-----COMPUTE AND WRITE STATION AVERAGES-------------------------------
      DO 45 I=1,19
   45 AXT(I)=SXT(I)/TNM
      AXT(09)=SXT(7)/SXT(8)
      AXT(10)=SXT(17)/SXT(7)
      AXT(12)=SXT(07)/SXT(11)
      AXT(13)=SXT(18)/SXT(7)
      AXT(15)=SXT(07)/SXT(14)
      AXT(16)=SXT(19)/SXT(7)
      WRITE(6,208)MOT,(AXT(I),I=1,16)
   50 CONTINUE
C-----COMPUTE AND WRITE OVERALL AVERAGES-------------------------------
      DO 55 I=1,19
   55 OZA(I)=OZS(I)/ZNT
      OZA(09)=OZA(7)/OZA(8)
      OZA(10)=OZA(17)/OZA(7)
      OZA(12)=OZA(07)/OZA(11)
      OZA(13)=OZA(18)/OZA(7)
      OZA(15)=OZA(7)/OZA(14)
      OZA(16)=OZA(19)/OZA(7)
      WRITE(6,209)MZT,(OZA(I),I=1,16)
      WRITE(6,210)XVC,XVH,XVK
      WRITE(6,299)
      STOP
      END

END OF COMPILATION:        NO  DIAGNOSTICS.
```

```
C      PROGRAM K2 TO COMPUTE BLANEY-CRIDDLE  K
C      BCK=BLANEY-CRIDDLE K
C      BCF=BLANEY-CRIDDLE F
C      EVPM=MEASURED CLASS A PAN EVAPORATION
       DIMENSION BCF(15),EVPM(15),BCK(15),SBCK(15),ABCK(15),DM(12),NAME(6
      1),XN(12)
  100 FORMAT(2I5,12F5.1)
  101 FORMAT(12F5.0)
  106 FORMAT(I5,5X,5A5,2(13,I2),F5.0)
  201 FORMAT('1','TABLE      COMPUTATION OF BLANEY-CRIDDLE K VALUES',/)
  202 FORMAT('0',9X,'NYRS     JAN     FEB     MAR     APR     MAY     JUN     J
     1UL     AUG     SEP     OCT     NOV     DEC')
  203 FORMAT('0','STATION ',I5,'  NAME  ',3A5,'   LAT. ',2I3,'     LONG
     1. ',2I3,'    ELEV. ',F5.0,'   ANN. HT.  2')
  204 FORMAT('0','B-C F',  I6,12F7.1)
  205 FORMAT('0','B-C K' ,6X,12F7.3,/)
  206 FORMAT('0','AVG K',  6X,12F7.3)
  299 FORMAT('1')
C-----INITIALIZE VALUES OF XN(M) AND SBCK(M)----------------------------
       DO 10 M=1,12
       XN(M)=0.
   10 SBCK(M)=0.
C-----WRITE FIRST TWO HEADINGS-----------------------------------------
       WRITE(6,201)
       WRITE(6,202)
C-----READ IN DATA-----------------------------------------------------
       READ(5,101)(DM(M),M=1,12)
       DO 30 J=1,5
       READ(5,106)NST,(NAME(M),M=1,5),LD,LM,LOD,LOM,EL
       READ(5,100)NST,NYRS,(BCF(M),M=1,12)
       READ(5,100)NST,NYRS,(EVPM(M),M=1,12)
C-----CONVERT DAILY VALUES TO MONTHLY VALUES----------------------------
       DO 20 M=1,12
       IF(EVPM(M).LT.10.) GO TO 15
       XN(M)=XN(M)+1.
   15 CONTINUE
       BCF(M)=BCF(M)*DM(M)
       BCK(M)=EVPM(M)/BCF(M)
C-----SUM UP BC-K VALUES-----------------------------------------------
   20 SBCK(M)=SBCK(M)+BCK(M)
C-----WRITE REMAINDER OF TABLE-----------------------------------------
       WRITE(6,203)NST,(NAME(M),M=1,3),LD,LM,LOD,LOM,EL
       WRITE(6,204)NYRS,(BCF(M),M=1,12)
       WRITE(6,205)(BCK(M),M=1,12)
   30 CONTINUE
C-----COMPUTE AND WRITE AVERAGE B-C K VALUES----------------------------
       DO 40 M=1,12
   40 ABCK(M)=SBCK(M)/XN(M)
       WRITE(6,206)(ABCK(M),M=1,12)
       WRITE(6,299)
       STOP
       END

END OF COMPILATION:        NO  DIAGNOSTICS.
```

```
C      PROGRAM KS TO COMPARE PAN EVAPORATION FORMULAS FOR IRAN
       DIMENSION DM(12),HM(12),TM(12),SUN(12),W2K(12),EVPM(12),EVPC(12),E
      1VPH(12),EVPK(12),EVPP(12),EVBC(12),RHM(12),REVC(12),REVH(12),REVK(
      112),REPP(12),REBC(12),ERVC(12),ERVH(12),ERVK(12),ERPP(12),ERBC(12)
      2,AXT(27),OZA(27),OZS(27),SXT(27),X(27),BCK(12),NAME(7),PREC(12)
  101 FORMAT(3I5)
  102 FORMAT(12F6.2)
  104 FORMAT(12F5.0)
  106 FORMAT(I5,5X,A5,F3.0,F2.0,F3.0,F2.0,F5.0)
  108 FORMAT(1HX,12F5.1)
  109 FORMAT(1H ,12F5.2)
  201 FORMAT(1H1,'TABLE      COMPARISON OF MEASURED AND COMPUTED PAN EVAP
     1ORATION FOR IRAN')
  202 FORMAT(1HO,'STATION ',I5,',  NAME  ',5A5,' LATITUDE ',2I3,',  LO
     1NGITUDE ',  2I3,',  ELEVATION ',F6.0,'  ANEMOMETER HEIGHT  2')
  203 FORMAT(1HO,'   MO    HR  SUN   W2K    TM  PREC   RHM  EVPM  EVPC  R
     1EVC EPVC  EVPH  REVH ERVH  EVPP  REPP ERPP  EVBC  REBC ERBC  EVPK
     2 REVK ERVK',/)
  204 FORMAT(1HO,40X,' CHRISTIANSEN       HARGREAVES          PENMAN
     1 BLANEY-CRIDDLE       KHOSRAVI')
  205 FORMAT(1HO,51X,'FORMULA',10X,'FORMULA',10X,'FORMULA',10X,'FORMULA'
     1,10X,'FORMULA')
  207 FORMAT(1HO, I5,2F5.2,F6.2,4F6.1,5(F5.1,F6.3,F5.1))
  210 FORMAT(1HO,'ST.  M',2F5.2,F6.2,4F6.1,5(F5.1,F6.3,F5.1))
  212 FORMAT(1HO,'OV.  M',2F5.2,F6.2,4F6.1,5(F6.1,F6.3,F5.1))
  299 FORMAT(1H1)
C-----INITALIZE OZS(I) VALUES-----------------------------------------
      DO 15 I=1,27
   15 OZS(I)=0.
C-----READ IN DATA----------------------------------------------------
      READ(5,101)NSTS
      READ(5,109)(DM(M),M=1,12)
      READ(5,102)(BCK(M),M=1,12)
      DO 60 J=1,NSTS
      READ(5,106)NST,(NAME(N),N=1,5),XLD,XLM,XLOD,XLOM,EL
      READ(5,109)(HM(M),M=1,12)
      READ(5,109)(SUN(M),M=1,12)
      READ(5,109)(W2K(M),M=1,12)
      READ(5,102)(TM(M),M=1,12)
      READ(5,102)(PREC(M),M=1,12)
      READ(5,102)(RHM(M),M=1,12)
      READ(5,108)(EVPM(M),M=1,12)
      READ(5,108)(EVPC(M),M=1,12)
      READ(5,108)(EVPH(M),M=1,12)
      READ(5,108)(EVPP(M),M=1,12)
      READ(5,108)(EVBC(M),M=1,12)
      READ(5,108)(EVPK(M),M=1,12)
C-----INITALIZE SXT(I) VALUE -----------------------------------------
      DO 20 I=1,27
   20 SXT(I)=0.
      LD=XLD
      LM=XLM
      LOD=XLOD
      LOM=XLOM
C-----WRITE TABLE HEADINGS--------------------------------------------
      WRITE(6,201)
      WRITE(6,202)NST,(NAME(N),N=1,5),LD,LM,LOD,LOM,EL
      WRITE(6,204)
      WRITE(6,205)
      WRITE(6,203)
      DO 50 M=1,12
C-----COMPUTATIONS----------------------------------------------------
      REVC(M)=EVPH(M)/EVPC(M)
      ERVC(M)=100.*ABS(EVPH(M)-EVPC(M))/EVPK(M)
      REVH(M)=EVPH(M)/EVPH(M)
      ERVH(M)=100.*ABS(EVPH(M)-EVPH(M))/EVPH(M)
      EVPP(M)=EVPP(M)*DM(M)
      REPP(M)=EVPH(M)/EVPP(M)
      ERPP(M)=100.*ABS(EVPH(M)-EVPP(M))/EVPM(M)
      EVBC(M)=EVPC(M)*BCK(M)*DM(M)
      REBC(M)=EVPH(M)/EVPC(M)
```

```
      ERBC(M)=100.*ABS(EVPM(M)-EVBC(M))/EVPM(M)
      REVK(M)=EVPM(M)/EVPK(M)
      ERVK(M)=100.*ABS(EVPM(M)-EVPK(M))/EVPM(M)
C-----CONVERT DATA AND COMPUTED VALUES TO X(M) VALUES ----------
      X(1)=HM(M)
      X(2)=SUN(M)
      X(3)=WK(M)
      X(4)=TM(M)
      X(5)=PREC(M)
      X(6)=RMM(M)
      X(7)=EVPM(M)
      X(8)=EVPC(M)
      X(9)=PEVC(M)
      X(10)=ERVC(M)
      X(11)=EVPH(M)
      X(12)=PEVH(M)
      X(13)=ERVH(M)
      X(14)=EVPP(M)
      X(15)=REPP(M)
      X(16)=ERPP(M)
      X(17)=EVBC(M)
      X(18)=REBC(M)
      X(19)=ERBC(M)
      X(20)=EVPK(M)
      X(21)=REVK(M)
      X(22)=ERVK(M)
      X(23)=100.*ABS(EVPM(M)-EVPC(M))
      X(24)=100.*ABS(EVPM(M)-EVPH(M))
      X(25)=100.*ABS(EVPM(M)-EVPP(M))
      X(26)=100.*ABS(EVPM(M)-EVBC(M))
      X(27)=100.*ABS(EVPM(M)-EVPK(M))
      WRITE(6,207)M,(X(I),I=1,22)
C-----SUMMATION OF X(I) VALUES----------
      DO 25 I=1,27
      SXT(I)=SXT(I)+X(I)
      QZS(I)=QZS(I)+X(I)
   25 CONTINUE
   50 CONTINUE
C-----COMPUTE AND WRITE STATION AVERAGES----------
      DO 55 I=1,20
      AXT(I)=SXT(I)/12.
   55 CONTINUE
      AXT(09)=SXT(7)/SXT(08)
      AXT(10)=SXT(23)/SXT(7)
      AXT(12)=SXT(7)/SXT(11)
      AXT(13)=SXT(24)/SXT(7)
      AXT(15)=SXT(7)/SXT(14)
      AXT(16)=SXT(25)/SXT(7)
      AXT(18)=SXT(7)/SXT(17)
      AXT(19)=SXT(26)/SXT(7)
      AXT(21)=SXT(7)/SXT(20)
      AXT(22)=SXT(27)/SXT(7)
   57 CONTINUE
      WRITE(6,210)(AXT(I),I=1,22)
   60 CONTINUE
C-----COMPUTE AND WRITE OVERALL AVERAGES ----------
      STS=NSTS
```

```
129*          DO 65 I=1,27
130*       65 OZA(I)=OZS(I)/(12.*STS)
131*          OZA(9)=OZS(7)/OZS(8)
132*          OZA(10)=OZS(23)/OZS(7)
133*          OZA(12)=OZS(7)/OZS(11)
134*          OZA(13)=OZS(23)/OZS(7)
135*          OZA(15)=OZS(7)/OZS(14)
136*          OZA(16)=OZS(25)/OZS(7)
137*          OZA(18)=OZS(7)/OZS(17)
138*          OZA(19)=OZS(26)/OZS(7)
139*          OZA(21)=OZS(7)/OZS(20)
140*          OZA(22)=OZS(27)/OZS(7)
141*       67 CONTINUE
142*          WRITE(6,212)(OZA(I),I=1,22)
143*          WRITE(5,299)
144*          STOP
145*          END

END OF COMPILATION:        NO  DIAGNOSTICS.
```

```
C------PROGRAM K9 TO COMPUTE COEFFICIENTS FOR KHOSRAVI'S FORMULAS FOR
C------PAN EVAPORATION AND POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION FOR IRAN---------
  220 FORMAT(1H1,'TABLE X1 COEFFICIENTS FOR COMPUTING PAN EVAPORATION A
     1ND POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION FROM KHOSRAVI'S FORMULAS FOR IRAN')
  225 FORMAT(1HO,'       TM       CTK      CTVC        HM       CHK      CHVC       U
     12K      CWK      CWVC         S       CSK      CSVC        EL       CEK'/)
  230 FORMAT(1H ,F8.0,2F8.3,F8.2,2F8.3,F8.1,2F8.3,F8.2,2F8.3,F8.0,F8.3)
  235 FORMAT(1H )
  240 FORMAT(1HO,'EVPK=0.493+B4M+CTK+CHK+CHK+CSK+CEK+10X,'ETPK=.755+EVP
     1K+CHVC+CWVC+CTVC+CSVC')
  299 FORMAT(1H1)
C------INITIALIZE PARAMETERS-----------------------------------------------
      TM=0.
      HM=.18
      W2K=0.
      S=.24
      EL=0.
C------WRITE TABLE HEADINGS-------------------------------------------------
      WRITE(6,220)
      WRITE(6,225)
      DO 30 I=1,39
C------COEFFICIENTS FOR TEMPERATURE-----------------------------------------
      CTK=0.50+0.35*(TM/20.)+0.15*(TM/20.)**2
      CTVC=.954+1.79*(TM/20.)-.041*(TM/20.)**2
C------COEFFICIENTS FOR HUMIDITY
      CHK=1.05-0.05*(HM/.40)**2
      CHVC=.4994-.620*(HM/.60)-.150*(HM/.60)**2
C------COEFFICIENTS FOR WIND------------------------------------------------
      CWK=.57+.33*(W2K/5.)
      CWVC=1.169-.250*(W2K/6.7)+.051*(W2K/6.7)**2
C------COEFFICIENTS FOR SUNSHINE PERCENTAGE---------------------------------
      CSK=0.30+0.70*(S/0.70)
      CSVC=.9044-.008*(S/.80)+.098*(S/.80)**2
C------COEFFICIENT FOR ELEVATION-------------------------------------------
      CEK=0.98+0.06*(EL/1000.)
      IF((I/5*5).EQ.I) WRITE(6,235)
      WRITE(6,230)TM,CTK,CTVC,HM,CHK,CHVC,W2K,CWK,CWVC,S,CSK,CSVC,EL,CEK
C------INCREMENT VALUES OF PARAMETERS---------------------------------------
      TM=TM+1.
      HM=HM+0.02
      W2K=W2K+.5
      S=S+.02
      EL=EL+50.
   30 CONTINUE
      WRITE(6,240)
      WRITE(6,299)
      STOP
      END

END OF COMPILATION:        NO  DIAGNOSTICS.
```

ABSTRACT

Pan evaporation in Iran

by

Abdol Reza Khosravi

Monthly climatological data, including class A pan evaporation, for six stations in Iran, with a total of 132 months of data, was analyzed to develop a formula for estimating pan evaporation where evaporation measurements are not made. This formula was compared with Christiansen, Hargreaves, Penman and Blaney Criddle formulas, and seems to work well for Iran.

The formula developed, is :

$EVPK = 0.483 \times RMM \times CTK \times CWK \times CHK \times CSK \times CEK$

Where :

0.483 is the fermula constant.

RMM = Monthly extraterrestrial radiation reaching the earths atmosphere, in equivalents of mm of evaporation.

$CTK = 0.50 + 0.35\ (TM/20) + 0.15\ (TM/20)^2$

TM = Temperature in C

$CWK = 0.67 + 0.33\ (W2\ K/5)$

W2K = Wind speed at 2 meters above cround in Km/Hr

$CHK = 1.05 - 0.05\ (HM/0.40)$

HM = Humidity expressed decimally

$CSK = 0.30 + 0.70\ (S/0.70)$

S = Sunshine percentage

$CEK = 0.94 + 0.06\ (EL/1000)$

EL = Elevation in meters.

CTK, CWK, CHK, CSK, and CEK are temperature, wind, humidity, sunshine, and elevation coefficients, respectively. The values of these coefficients are given in table No 3.

تأثیر کیفیت‌های مختلف آب آبیاری بر روی : بزان محصول واریته‌های مختلف گندم و نیاز غذائی آنها بکودهای شیمیائی

منطقه نیشابور (۱۳۵۰ - ۱۳۴۸)

مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاك

الیشاتاتارو - منصور آراسته

پیش‌گفتار

آزمایشاتیکه نتایج آن در این‌گزارش ارائه‌گردیده توسط الیشا تاتاروکارشناس مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك زیر نظر بخش بررسیهای خاك وآب وبا نظارت اداره خاکشناسی وحاصلخیزی خاك خراسان از سال ۱۳۵۱-۱۳٤۸ در منطقه نیشابور انجام یافته است.

کمک کارشناسان‌گروه بررسیهای خاك وآب آقایان خلیل فیروزیان واحسان‌اله یقینی در اجرای امور صحرائی این آزمایشات همکاری نموده‌اند.

محاسبات آماری توسط قسمت طرحهای آزمایشی ومحاسبات آماری وتجزیه های آزمایشگاهی توسط بخش‌آزمایشهای خاك وآب مه صورت‌گرفته است.

خلاصه نتایج

نتایج حاصله از آزمایشاتی که طی مدت سه سال ۱۳۵۱-۱۳٤۸ در منطقه نیشابور استان خراسان بمنظور استفاده از آبهای شور و نیمه شور در زراعت‌گندم باتمام رسیده حاکی است که افزایش اصلاح محلول آب مورد مصرف در آبیاری یا بعبارت‌دیگر استفاده ازآبهای‌شور ونیمه‌شوردرشرایط عادی‌زراعی ویکنواختی آب آبیاری‌منطقه‌نیشابور ضمن تقلیل عملکرد محصول در واریته های‌گندم ، باعث افزایش اصلاح محلول موجود در طبقات خاك شده است . در مجموعه حاضر با توجه به نتایج مندرج در این‌گزارش‌گندم امید درکیفیت‌های مختلف آب آبیاری اعم از شوری کم‌شوری متوسط یا مجموع اصلاح نسبتاً زیاد آب آبیاری نسبت به سایر واریته‌ها عملکرد بهتری داشته و بهرحال نسبت به شوری خاك و آب از خود مقاومت بیشتری نشان داده است .

گندم واریته طبسی که اصولاگندم مقاوم به شوری خاك و آب است کیفیتی بینا بین‌گندم‌امید وگندم مکزیکی (واریته پنجاسو) داشته وگندم واریته پنجاسو ضمن حساسیت به شوری خاك و آب اصولا در شرایط زراعی منطقه نیشابور عملکرد رضایتبخش نداشته است در این آزمایشات ملاحظه شده .که در آب آبیاری با کیفیت ۱۰۰۰ قسمـــت در میلیون اصلاح

محلول‌گندم امید نسبت به طبسی اختلاف عملکرد نزدیک به معنی‌دار شدن داشته ولی نسبت به‌گندم پنجاسو اختلاف معنی‌دار بوده است در عملکردگندم طبسی نسبت به‌پنجاسو اختلاف معنی‌دار بوده است.حداکثر سود باکشت‌گندم امیدو با مصرف ٤٥ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر در هکتار حاصل شده‌که عملکردی بمیزان ۲۲۲۵ کیلوگرم در هکتار واضافه عملکرد نسبت بشاهد ۱۰۰۲ کیلوگرم وحداکثر سود به مبلغ ٥٤٨٤ ریال در هکتار داشته است درگندم واریته طبسی نیز مصرف ٤٥ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر در هکتار مناسبترین میزان کودی بوده‌که عملکردی بمیزان ۲۱۹۸ کیلوگرم اضافه عملکرد نسبت به شاهد ۳٦۲ کیلوگرم وسودی بمبلغ ۱۰۰٤ ریال در هکتار داشته است.

درگندم پنجاسو مصرف ٤٥ کیلوگرم ماده خالص ازت بتنهائی بهترین میزان کودی بوده‌که حداکثر عملکرد بمیزان ۲۲۲۰ کیلوگرم در هکتار واضافه عملکرد نسبت بشاهد ۱۰۰۳ کیلوگرم در هکتار وحداکثر سود معادل ٦۲۰٦ ریال در هکتار داشته است.

درآب آبیاری با کیفیت ۳۵۰۰ قسمت در میلیون اصلاح محلول :

گندم امید نسبت به طبسی اختلاف عملکرد جزئی داشته است ونسبت به‌گندم پنجاسو اختلاف عملکرد معنی‌دار بوده است .

هم‌چنین طبسی نیز با اختلاف عملکرد معنی‌داری نسبت به پنجاسو اضافه محصول داشته است درگندم واریته امید مصرف ٤٥ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر در هکتار مناسبترین مقادیر کودی بوده که‌عملکردی بمیزان ۱٤۸۳ کیلوگرم در هکتار واضافه عملکرد نسبت به شاهد ٦۹۰ کیلوگرم در هکتار وحداکثر سود نسبت بشاهد ۳۳۰۰ ریال در هکتار داشته است.

درگندم طبسی نیز مصرف ٤٥ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر در هکتار مناسبترین میزان کودی بوده که عملکردی بمیزان ۱۲۸۳ کیلوگرم در هکتار واضافه عملکرد نسبت بشاهد ۲۹۲ کیلوگرم‌در هکتار وحداکثر سود ٥۱٤ ریال در هکتار عاید نموده است.

درگندم پنجاسو هیچکدام از مقادیر کودی مصرف شده سودی عاید ننموده وحداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر در هکتار بمیزان ۱۰۳۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است.

درآب آبیاری با کیفیت ۵۳۰۰ قسمت در میلیون اصلاح محلول :

برای‌گندم امید. مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر در هکتار مناسبترین مقادیر کودی بوده‌که عملکردی بمیزان ۱٤٤۳ کیلوگرم در هکتار واضافه عملکرد نسبت بشاهد ۷۲۰ کیلوگرم در هکتار وسودی معادل ۲٦۸۰ ریال در هکتار داشته است درگندم طبسی هیچکدام از مقادیر کود مصرفی سودی عاید ننموده و حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص ازهرکدام از مواد غذائی ازت وفسفر بمیزان ۱۰۱٦ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است .

درگندم پنجاسو از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص بتنهائی عملکردی بمیزان ٦٥۷ کیلوگرم در هکتار واضافه عملکرد نسبت بشاهد ۲٦۷ کیلوگرم وسودی معادل ۳۳۹ ریال در هکتار داشته است.

گندم امید نسبت به طبسی اختلاف عملکرد نزدیک به معنی‌دار شدن داشته ولی نسبت به گندم پنجاسو اختلاف معنی‌دار بوده است ضمناً گندم طبسی هم با عملکردی که با عملکردگندم پنجاسو تفاوت معنی‌دار داشته محصول زیادتری تولید نموده است .

مقدمه -

سطح نسبتاً وسیع خراسان (حدود ۳۱ میلیون هکتار) وشرایط نسبتاً مناسب آن ازنظر خاك ، آبهای زیر زمین ، میزان بارندگی وغیره برای کشت غله موجب شده است که زارعین استان از قدیم توجه خاصی به‌گندم داشته وهمه ساله قسمت عمده اراضی مزروعی خود را به کشت آن اختصاص داده بطوریکه اکنون نیز کشت‌گندم کشت اول‌منطقه بوده ودرحال حاضر سالیانه حدود ۳۵۰/۰۰۰ هکتارگندم آبی و۳۰۰/۰۰۰ هکتارگندم دیم در این استان کشت میشود که از لحاظ سطح زیرکشت در بین سایر زراعتها در درجه اول واز لحاظ اقتصادی بعد از چغندر قند در درجه دوم قرارگرفته است گندمهای مختلفی که در نقاطق مختلف این استان کشت میشود شامل واریته‌های ۴۸/۲۰ ، طبسی و واریته‌های محلی بوده که درچند سال اخیر هم واریته‌های اصلاح شده امید ، روشن بزوستایا اضافه شده ودر سطحی معادل ۵۰/۰۰۰ هکتار کشت ومورد استفاده قرار میگیرد.

شرایط مختلف آب وهوا وکیفیت‌های‌مختلف آبهای‌زیر زمینی منطقه ازنظر شوری وهمچنین وجود واریته‌های‌مختلف گندم اعم از محلی ویا اصلاح شده ونیاز غذائی هریک از این واریته‌ها در خاك وآبهای مورد مصرف مختلف ازنظر میزان شوری واهمیت موضوع از لحاظ نحوه مدیریت مورد نیاز یا بطورکلی محدودیت در منابع آب وخاك شیرین موجب شده است که مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك بمنظور بررسی تأثیر کیفیت‌های مختلف آب آبیاری برروی عملکرد واریته‌های مختلف‌گندم ونیاز غذائی هریک از این واریته‌ها در شرایط شوری کم آب آبیاری (آب شیرین) ، شوری متوسط وشوری زیاد طرحی تهیه ومورد اجراءگذاشته است.

محل اجرای طرح آزمایشی از جمله در استان خراسان ودر منطقه نیشاپور بوده وآزمایشات طی سه سال از سال ۱۳۴۸ تا ۱۳۵۱ روی سه واریته امید ، طبسی وگندم مکزیکی (پنجابو) بوده است .

شوریهای‌مختلف آب آبیاری که‌پس از بررسی کیفیت‌های‌مختلف آب‌مورد مصرف در زراعت‌منطقه‌انتخاب شده است.

درحدود ۱۰۰۰ ، ۳۵۰۰-۳۰۰۰ و۵۰۰۰-۶۰۰۰ قسمت در میلیون بوده که البته این ارقام درحین آزمایش با تغییراتی همراه بوده ولی بهرصورت شوریهای مربوطه ارقامی درحدود اعداد ذکر شده میباشد.

ضمناً منبع آب آبیاری قنات بوده است.

امید است این نشریه راهنمای مناسبی در انتخاب واریته ومیزان کود شیمیائی مورد نیاز برای زراعت‌گندم درشرایط مختلف شوری آب آبیاری برای زارعین وعلاقمندان استان خراسان باشد.

۲ - آزمایشات و نحوه اجراء

نحوه اجرای آزمایشات بدین شرح بوده که پس از تهیه مقدمات کار با توجه به هدف برنامه تحقیقات قطعات مورد نظر بررسی وپس از مذاکره با زارعین وجلب رضایت وهمکاری آنان بانتخاب قطعات اقدام شده است .

قطعات مورد نظر دارای مشخصات ذیل بوده‌اند.

متوسط شوری آب آبیاری قطعات در زمان آزمایشی درحدود ۱۰۰۰ ، ۳۵۰۰ و۵۰۳۰ قسمت در میلیون بوده و حتی‌الامکان سعی شده قطعات ازنظر بافت وسایر خصوصیات خاك وهمچنین عملیات زراعی یکسان انتخاب شوند.

کرتها بابعاد ۱۳×۵ متر بوده ومیزان آب آبیاری بوسیله پارشال فلوم برای هر دفعه آبیاری اندازه‌گیری شده تامیزان آب مصرفی‌در تمام قطعات یکنواخت باشد .

این مقدار آب که در شرایط زارع وبرابر نرم متوسط مصرفی زارع انتخاب شده در ۳ دفعه وبرای هر دفعه برابر ۶۰ میلیمتر بوده است.

نمونه‌های خاك قبل از توزیع کودهای شیمیائی از اعماق ۲۰-۰ و۵۰-۲۰ سانتیمتر تهیه وتجزیه رویتن برروی آنان بعمل آمده وپس از برداشت محصول نیز نمونه‌هائی از اعماق فوق‌الذکر تهیه واز نظر شوری واسیدتیه مورد کنترل قرارگرفته تا در تفسیر نتایج آزمایشات مورد استفاده قرارگیرند.

درکلیه مراحل با استفاده از همکاری زارع بازدید وکنترل دقیق بعمل آمده است .

هنگام رسیدن محصول ازکرت بعنوان نمونه ۱۰ مترمربع برداشت که پس ازکوبیدن و توزین ارقام عملکرد جهت تجزیه آماری آماده شده است .

خلاصه آزمایشات که شامل طرح مورد اجراء ، سال ، تعداد تکرار است در جدول شماره یک ارائه گردیده است .

جدول شماره یک خلاصه طرح آزمایشات تأثیر کیفیت‌های مختلف آب آبیاری بر روی میزان محصول واریته‌های مختلف گندم و نیاز غذائی آنها بکودهای شیمیائی

نیشاپور - (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

سال اجراء	تیمارهای آزمایشی			تعداد تکرار	تعداد دفعات آبیاری
	واریته	فسفر	ازت		
۱۳۴۸ — ۴۹	۱ ۷ ۲ ۷ ۳ ۷	۰ ۴۵ × ۹۰ ۹۰	۰ ۴۵ × ۹۰ ۹۰	۳	۳
۱۳۴۹ — ۵۰	۱ ۷ ۲ ۷ ۳ ۷	۰ ۴۵ × ۹۰ ۹۰	۰ ۴۵ × ۹۰ ۹۰	۳	۳
۱۳۵۰ — ۵۱	۱ ۷ ۲ ۷ ۳ ۷	۰ ۴۵ × ۹۰ ۹۰	۰ ۴۵ × ۹۰ ۹۰		

توضیح : ۷۱ گندم واریته پنجامو

۷۲ گندم واریته امید

۷۳ گندم واریته طبسی

۳ - بررسی و تفسیر نتایج

۱ - ۳ - آزمایشات که طی فصول زراعی ۱۳۵۱ - ۱۳۴۸ بمنظور تعیین ارتباط بین شوری آب آبیاری و عکس‌العمل گندم بکودهای شیمیائی با استفاده از آب آبیاری به شوری متوسط ۱۰۰۰ قسمت در میلیون انجام‌گرفته که نتایج تجزیه خاک آزمایشات مزبور در جداول شماره ۲ و ۳ ارائه‌گردیده است .

جدول شماره ۲ میانگین نتایج تجزیه‌خاک آزمایشات‌گندم‌قبل از توزیع کود در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۰۰۰ قسمت در میلیون (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

عمق نمونه	درصد اشباع اسیدتیه		قابلیت‌هدایت الکتریکی میلی موز برسانتیمتر	درصد کربن آلی	قسمت درمیلیون قابل جذب	
					فسفر	پتاسیم
۰—۲۵	۳۹	۷/۸	۲/۸	۰/۲۸	۴/۶	۲۵۸
۲۵—۵۰	۳۸	۸	۳	۰/۳۹	۲/۷	۲۸۵

جدول فوق حاکی است که بافت خاکی متوسط ، اسیدتیه متمایل به قلیائی ، شوری کم بوده محدودیتی ندارد ، مواد آلی و فسفر خاک کم ولی پتاسیم درحد متوسط میباشد .

جدول شماره ۳ میانگین نتایج تجزیه خاک آزمایشات‌گندم در قطعات با شوری متوسط آب آبیاری در حدود ۱۰۰۰ قسمت درمیلیون پس از برداشت محصول (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

عمق نمونه	قابلیت هدایت الکتریکی برحسب میلی‌موزیر سانتیمتر	اسیدتیه
۰ — ۲۵	۳/۸	۷/۸
۲۵ — ۵۰	۴/۱	۸

جدول فوق نشان میدهد در اسیدتیه خاک تغییراتی حاصل نشده ولی شوری افزایش یافته و میزان این افزایش چشمگیر نبوده است .

نتایج تجزیه آماری ارقام عملکرد بدست آمده از مصرف کودهای شیمیائی در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۰۰۰ قسمت درمیلیون درجداول شماره ۴ - ۵ - ۶ - ۷ - ۸ - ۹ ارائه شده است .

جدول شماره ٤ میانگین اثرات ازت بر روی واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری آب آبیاری درحدود ۱۰۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۰ - ۱۳٤۸)

ازت / واریته	۰	٤٥	۹۰	میانگین
۱	۱٤٦٦	۱۸۲۳	۱۷۸۲	۱٦۹۲
۲	۱٦٦٥	۲۰۳٦	۱٦۱۹	۱۷۷۳
۳	۲۰۸۰	۲۰۲٤	۱۹۲۲	۲۰۰۹
میانگین	۱۷۳۷	۱۹٦۱	۱۷۷٦	۱۸۲٥

انحراف معیار میانگین متن ۱۰۱/۷ کیلوگرم در هکتار

« « « حاشیه ۸۷/٥ « « « «

حداقل اختلاف معنی‌دار متن در سطح ۰/۰ ٤۳۰/٥« « « «

« « « « « « ۰/۱ ٥۷۳/٥« « « «

« « ازت وواریته« « ۰/۰ ۲٤۸« « « «

« « « « « « ۰/۱ ۳۳۱« « « «

اثرات ازت معنی‌دار نیست ولی اثر ٤٥ کیلوگرم ازت نزدیک به معنی‌دار شدن است اثر واریته معنی‌دار است و واریته طبسی نیست به پنجاسو عملکرد بیشتری عاید نموده است ولی افزایش آن نسبت به گندم امید معنی‌دار نمیباشد .

اثرات متقابل ازت و واریته معنی‌دار نمیباشد و برای هر سه واریته ٤٥ کیلوگرم ازت مقدار محصول را افزایش داده است .

جدول شماره ٥ میانگین اثرات فسفر بر روی عملکرد واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۵۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳٤۸)

فسفر / واریته	۰	٤٥	۹۰	میانگین
۷ ۱	۱٦۲۹	۱۷۲٦	۱۷۲۱	۱٦۹۲
۷ ۲	۱٤٥۲	۱۸۷۳	۱۹۹٥	۱۷۷۳
۷ ۳	۱۷٤۰	۱۹٦٦	۲۳۲۰	۲۰۰۹
میانگین	۱٦۰۷	۱۸٥٥	۲۰۱۲	۱۸۲٥

انحراف معیار میانگین متن ۱۰۱/۷ کیلوگرم در هکتار

« « « حاشیه ۸۷/٥ « « « «

حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین در سطح ۰/۰٥ ٤۳۰/٥ کیلوگرم در هکتار

« « « « « « « ۰/۰۱ ٥۷۳/٥ « « « «

« « « « حاشیه « ۰/۰٥ ۲٤۸/٥ « « « «

« « « « « « « ۰/۰۱ ۳۳۱ « « « «

اثر فسفر معنی‌دار است و فسفر تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد را افزایش داده است اثر متقابل فسفر و واریته معنی‌دار نمیباشد.

در دو واریته اسید و طبسی فسفر تا ۹۰ کیلوگرم عملکرد افزایش داده ولی روی گندم واریته پنجاب اثر قابل ملاحظه‌ای نداشته است.

جدول شماره ۶ میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته پنجاسو در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۰۰۰ قسمت در میلیون به کیلو در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۱۲۱۷	۲۲۲۰	۱۴۵۲	۱۶۲۹/۷
۴۵	۱۷۷۰	۱۵۸۳	۱۸۲۵	۱۷۲۶
۹۰	۱۴۱۳	۱۶۶۶	۲۰۸۳	۱۷۲۰/۷
میانگین	۱۴۶۶/۷	۱۸۲۳	۱۷۸۶/۷	۱۶۹۲/۱

انحراف معیار میانگین متن درسطح	۰/۰	۲۶۳ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه«	۰/۰	۱۵۱/۷« « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین در سطح	۰/۰	۷۴۶« « « «
« « « « حاشیه «	۰/۰	۴۳۰/۵« « « «
« « « « « «	۰/۰۱	۵۷۳/۷« « « «

مصرف ازت و فسفر عملکرد را بطور معنی‌دارای افزایش داده است و حداکثر عملکرد از مصرف ۴۵ کیلوگرم ازت و سپس از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ۹۰ کیلوگرم فسفر در هکتار بمیزان ۲۰۸۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است.

جدول شماره ۷ میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته امید در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۰۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۱۲۲۳	۱۵۶۶	۱۵۶۶	۱۴۵۱/۶
۴۵	۱۹۰۶	۲۲۲۵	۱۴۹۰	۱۸۷۳/۷
۹	۱۸۶۶	۲۳۱۷	۰۲	۱۹۹۵
میانگین	۱۶۶۵	۲۰۳۶	۱۹	۱۷۷۵/۱

انحراف معیار میانگین متن در سطح	./.٥	٢٦٣ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه «	./.٥	«١٥١/٧ « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن در سطح	./.٥	«٧٤٦ « « «
« « « حاشیه «	./.٥	«٤٣٠/٥ « « «
« « « « «	./.١	«٥٧٣/٧ « « «

ازت و فسفر در افزایش عملکرد اثرات معنی‌داری داشته و حداکثر عملکرد از مصرف ٤٥ کیلوگرم ازت و ٤٥ کیلو گرم فسفر بمیزان ٢٢٢٥ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است .

جدول شماره ٨ میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته و طبسی در قطعات با شوری آب آبیاری درحدود ١٥٠٠ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (١٣٥١ - ١٣٤٨)

ازت / فسفر	٠	٤٥	٩٠	میانگین
٠	١٨٣٦	١٦١٧	١٧٦٦	١٧٣٩/٧
٤٥	٢١٦٠	٢١٩٨	١٥٤٢	١٩٦٦/٧
٩٠	٢٢٤٣	٢٣٥٨	٢٤٦٠	٢٣٢٠/٢
میانگین	٢٠٧٩/٧	٢٠٢٤/٣	١٩٢٢/٧	٢٠٠٨/٩

انحراف معیار میانگین متن در سطح	./.٥	٢٦٣ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه «	./.٥	١٥١/٧ « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین در سطح	./.٥	٧٤٦ « « «
« « « « حاشیه «	./.٥	٤٣٠/٥ « « «
« « « « « «	./.١	٥٧٣/٧ « « «

فسفر عملکرد محصول را افزایش داده و با افزایش میزان فسفر تا ٩٠ کیلوگرم درهکتارعملکردنیزافزایش نشان داده ونزدیک به‌معنی‌دار شدن است اثر فسفر قابل ملاحظه میباشد حداکثر عملکرد از مصرف ٩٠ کیلوگرم ازت و ٩٠ کیلوگرم فسفر بمیزان ٢٤٦٠ کیلوگرم درهکتار بدست آمده است . ازت تأثیری نداشته است .

جدول شماره ۹ ـ میانگین اثرات توام ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۰۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

فسفر / ازت	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۱۴۲۵	۱۸۰۱	۱۵۹۵	۱۶۰۷
۴۵	۱۹۴۵	۲۰۰۲	۱۶۱۸	۱۸۵۵
۹۰	۱۸۴۱	۲۰۸۰	۲۱۱۵	۲۰۱۲
میانگین	۱۷۳۷	۱۹۶۱	۱۷۶۶	۱۸۲۰

انحراف معیار میانگین متن در سطح ۰/۰۵ ۱۵۱ کیلوگرم در هکتار

« « « حاشیه « ۰/۰۵ « ۸۷/۵ « « « «

حداقل اختلاف معنی‌دار متن در سطح ۰/۰۵ « ۴۳۰ « « « «

« « « « « « « ۰/۰۱ « ۵۷۳/۵ « « « «

« « « « حاشیه « « ۰/۰۵ « ۲۴۸ « « « «

« « « « « « « ۰/۰۱ « ۳۲۱ « « « «

اثر فسفر معنی‌دار است ولی اثر ازت در حدود معنی‌دار شدن میباشد.

اثر متقابل ازت و فسفر معنی‌دار نمیباشد.

حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ۹۰ کیلوگرم فسفر بمیزان ۲۱۱۵ کیلوگرم در هکتار عاید شده است.

درگندم امید حداکثر عملکرد از مصرف ۴۵ کیلوگرم ازت و ۹۰ کیلوگرم فسفر بمیزان ۲۳۱۷ کیلوگرم در هکتار بدست آمده و از مصرف ۴۵ کیلوگرم ازت و ۴۵ کیلوگرم فسفر عملکردی بمیزان ۲۲۲۵ کیلوگرم در هکتار عاید شده است که بین عملکرد مقادیر کودی مزبور اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و از طرفی حداکثر سود از مصرف ۴۵ کیلوگرم ازت و ۴۵ کیلوگرم فسفر معادل ۵۴۸۴ ریال در هکتار عاید شده است.

درگندم طبسی حداکثر عملکرد از فرمول ۹۰ - ۹۰ - ۰ به میزان ۲۴۶۰ کیلوگرم و حداکثر سود معادل ۱۱۱۹ ریال در هکتار عاید شده است.

از مصرف فرمول ۰ - ٤٥ - ٤٥ عملکرد و سودی بمیزان ۲۱۹۸ کیلوگرم و ۱۰۰٤ ریال در هکتار حاصل شده که بین عملکرد و سود مقادیر کودی مزبور اختلاف معنی‌داری وجود ندارد فقط مصرف ۹۰ کیلوگرم فسفر خالص نسبت به شاهد معنی‌دار میباشد .

درگندم واریته پنجاسو حداکثر عملکرد بمیزان ۲۲۲۰ کیلوگرم و حداکثر سود معادل ۶۲۰۶ ریال در هکتار از مصرف ٤٥ کیلوگرم ازت در هکتار بدست آمده است .

چون مصرف ازت بتنهائی صحیح نبوده و برای حفظ تعادل مواد غذائی خاک بایستی همراه با فسفر مصرف شود بنابراین فرمول ۰ - ٤٥ - ٤٥ برای گندم پنجاسو نیز مناسبترین میزان کودی در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۱۵۰۰ قسمت در میلیون خواهد بود .

۲- ۳- آزمایشاتیکه طی فصول زراعی ۱۳۵۱ - ۱۳٤۸ بمنظور تعیین ارتباط بین‌شوری آب آبیاری و عکس‌العمل واریته‌های مختلف‌گندم بکودهای‌شیمیائی در قطعات با شوری متوسط آب آبیاری‌درحدود ۳۰۰۰ قسمت در میلیون‌انجام گرفته که نتایج تجزیه خاک آزمایشات مزبور در جداول شماره ۱۰ و ۱۱ ارائه‌گردیده است .

جدول شماره ۱۰ میانگین نتایج تجزیه خاک آزمایشات‌گندم قبل از توزیع کود در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۳۰۰۰ قسمت درمیلیون (۱۳۵۱-۱۳٤۸)

عمق نمونه	درصد اشباع	اسیدیته	قابلیت هدایت الکتریکی میلی موزبر سانتیمتر	درصد کربن آلی	قسمت در میلیون قابل جذب	
					فسفر	پتاسیم
۰—۲۵	۳٦	۷/۸	۵/٤	۰/۵۳	٤/٤	۳۰۹
۲۵—۵۰	٤۳	۷/۷	۵/۲	۰/۳۹	۵/۳	۲۷۸

جدول فوق نشان میدهد در اعماق مختلف بافت خاک متوسط اسیدتیه متمایل به قلیائی ، شوری خاک درحد متوسط بوده که برای رشدگندم محدودیت ایجاد خواهد نمود.

مواد آلی وفسفر خاک کم ولی پتاسیم درحد متوسط میباشد.

جدول شماره ۱۱ - میانگین نتایج تجزیه خاک آزمایشات‌گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۳۰۰۰ قسمت در میلیون پس از برداشت محصول (۱۳۵۰-۱۳٤۸)

عمق نمونه	قابلیت هدایت الکتریکی میلی موز برسانتیمتر	اسیدتیه
۰—۲۵	۸/۱	۷/۸
۲۵—۵۰	۸/۸	۸

از جدول فوق چنین استنباط میشود که اسیدیته تغییری نکرده ولی شوری خاك افزایش پیدا نموده بطوریکه در رشد گندم اثرات محدود کننده ایجاد خواهد نمود.

نتایج تجزیه آماری ارقام عملکرد بدست آمده از مصرف کودهای شیمیائی در قطعات بشوری آب آبیاری درحدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون در جداول شماره ۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۷ گردیده است.

جدول شماره ۱۲ میانگین اثرات ازت وفسفر برروی عملکرد واریته امید در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱-۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۷۹۳	۹۲۶	۱۰۴۱	۹۲۰
۴۵	۱۱۵۶	۱۴۸۳	۱۵۸۳	۱۴۰۷/۳
۹۰	۱۲۶۶	۱۱۹۱	۱۳۴۸	۱۲۶۸/۳
میانگین	۱۰۷۱/۷	۱۲۰۰	۱۳۲۴	۱۱۹۸/۶

انحراف معیار میانگین در سطح	./.۵		۲۳۰ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه «	./.۵		۱۳۴ « « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار متن در سطح	./.۵		۶۵۲/۸ « « « «
« « « « حاشیه « «	./.۵		۳۷۷ « « « «
« « « « « «	./.۱		۵۰۶ « « « «

ازت و فسفر عملکرد محصول را افزایش داده و این افزایش نزدیک به معنی‌دار شدن است حداکثر محصول از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ۴۵ کیلوگرم فسفر بمیزان ۱۵۸۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمده و حداکثر سود از فرمول ۴۵ - ۴۵ - ۰ حاصل شده است.

جدول شماره ۱۳ - میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی واریته پنجاسو در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۷۹۶	۳۳۳	۷۰۸	۷۴۵
۴۵	۵۰۰	۸۵۰	۷۹۰	۷۱۳/۳
۹۰	۸۱۶	۶۵۶	۱۰۳۱	۸۳۴/۳
میانگین	۷۰۴	۷۴۶/۳	۸۴۳	۷۶۴/۴

انحراف معیار میانگین متن در سطح ۰/۰ ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه « ۰/۰ ۱۳۴« « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن درسطح ۰/۰ ۶۰۲/۸ کیلوگرم در سطح
« « « « « حاشیه « ۰/۰ ۳۷۷« « « «
« « « « « « « ۰/۰۱ ۵۰۶« « « «

مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت همراه با ۹۰ کیلوگرم فسفر عملکرد محصول را افزایش داده و این افزایش نزدیک به معنی‌دار شدن است.

جدول شماره ۱۴ - میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته گندم طبسی در قطعات با شوری آب آبیاری درحدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۹۹۱	۹۶۶	۱۰۱۰	۹۸۹
۴۵	۱۱۳۰	۱۲۸۳	۱۰۵۰	۱۱۵۴/۳
۹۰	۸۹۰	۱۱۲۳	۱۴۱۶	۱۱۴۳
میانگین	۱۰۰۳/۶	۱۱۲۴	۱۱۵۸/۷	۱۰۹۵/۴

انحراف معیار میانگین متن در سطح	./.٥	۲۳۰ کیلوگرم در هکتار
» » » حاشیه »	./.٥	۱۳٤» » » »
حداقل اختلاف معنی‌دار متن در سطح	./.٥	٦٥۲/۸ کیلوگرم در هکتار
» » » » حاشیه » »	./.٥	۳۷۷» » » »
» » » » » » »	./.۱	٥۰٦ » » »

ازت و فسفر سبب افزایش عملکرد محصول شده و این افزایش نزدیک به معنی‌دار شدن است .

حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ۹۰ کیلوگرم فسفر بمیزان ۱٤۱٦ کیلوگرم در هکتار بدست آمده‌است.

جدول شماره ۱۰ - میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری متوسط آب آبیاری در حدود ۳۰۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۰۱ - ۱۳٤۸)

ازت / فسفر	۰	٤٥	۹۰	میانگین
۰	۸٦۰	۸۷٥	۹۲۰	۸۸٥
٤٥	۹۲۸	۱۲۰٥	۱۱٤۱	۱۰۹۱
۹۰	۹۹۱	۹۹۰	۱۲٦٥	۱۰۸۲
میانگین	۹۲٦	۱۰۲۳	۱۱۰۸	۱۰۱۹

انحراف معیار میانگین متن	۱۳٤ کیلوگرم در هکتار
» » »حاشیه	۷۷ » » » »

ازت و فسفر در ازدیاد عملکرد مؤثر بوده و حداکثر عملکرد از فرمول ۹۰ - ۹۰ - - بدست آمده است .

حداقل اختلاف معنی‌دار بین میانگین متن جدول	۳۷۷
» » » » حاشیه » »	۲۱۸

جدول شماره ۱۶ میانگین اثرات ازت بر روی واریته‌های مختلف‌گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / واریته	۰	۴۵	۹۰	میانگین
V_1	۷۰۴	۷۴۶	۸۴۳	۷۶۴
V_2	۱۰۴۲	۱۲۰۰	۱۳۲۴	۱۱۹۹
V_3	۱۰۰۳	۱۱۲۴	۱۱۵۸	۱۰۹۵
میانگین	۹۲۶	۱۰۲۳	۱۱۰۸	

انحراف معیار میانگین متن جدول ۱۳۴ کیلوگرم در هکتار

« « « حاشیه جدول ۷۷ « « « «

حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن جدول ۳۷۷« « « «

« « « « « « ۲۱۸« « « «

جدول شماره ۱۷ میانگین اثرات فسفر بر روی واریته‌های مختلف‌گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

فسفر / واریته	۰	۴۵	۹۰	میانگین
V_1	۷۴۶	۷۱۳	۸۳۵	۷۶۴
V_2	۹۲۰	۱۴۰۷	۱۲۶۸	۱۱۹۹
V_3	۹۸۴	۱۱۰۴	۱۱۴۳	۱۰۹۵
میانگین	۸۸۵	۱۰۹۱	۱۰۸۲	۱۰۱۹

انحراف معیار میانگین متن جدول ۱۳٤ کیلوگرم در هکتار

« « « حاشیه جدول ۷۷ « « « «

حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن جدول ۳۷۷« « « «

« « « « « « « ۸۱۲« « « «

درگندم اسید حداکثر عملکرد از فرمول ٤٥ - ۹۰ بمیزان ۱۰۸۳ کیلوگرم در هکتار پس از مصرف ٤٥ کیلوگرم ازت و ٤٥ کیلوگرم فسفر بمیزان ۱٤۸۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است‌بین عملکرد مقادیر کودی مزبور اختلاف‌معنی داری وجود نداشته و از طرفی حداکثر سود از فرمول ۰ - ٤٥ - ٤٥ معادل ۳۳۰۰ ریال در هکتار حاصل شده است .

اثرات فرمول مزبور طی سه سال آزمایشی مورد تأیید بوده است .

درگندم طبسی حداکثر عملکرد و سود از فرمول ۰ - ٤٥ - ٤٥ به ترتیب بمیزان ۱۲۸۳ کیلوگرم و ٥۱٤ ریال در هکتار عاید شده نتایج آن نیز طی سه سال آزمایشی‌تائید شده است.درگندم پنجاسو حداکثر عملکرد از فرمول ۰ - ۹۰ - ۹۰ بمیزان ۱۰۳۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمده و هیچکدام از مقادیر کود مصرفی سودی عاید ننموده است .

۳ - ۳- آزمایشاتی بمنظور تعیین ارتباط بین شوری آب آبیاری و عکس‌العمل واریته‌های مختلف‌گندم بکودهای شیمیائی با استفاده از آب آبیاری با شوری در حدود ۰۳۰۰ قسمت در میلیون انجام‌گرفته که نتایج تجزیه خاک‌آزمایشات مزبور در جداول شماره ۱۸ - ۱۹ ارائه شده است .

جدول شماره ۱۸ میانگین نتایج تجزیه خاک آزمایشات‌گندم قبل از توزیع کود در قطعات با شوری آب آبیاری درحدود ۰۳۰۰ قسمت درمیلیون (۱۳۵۱ - ۱۳٤۸)

عمق نمونه	درصد اشباع	اسیدیته	قابلیت‌هدایت الکتریکی میلی موزبر سانتیمتر	درصد کربن آلی	قسمت در میلیون قابل جذب	
					فسفر	پتاسیم
۰—۲۵	٤۳	۷/۹	۸/۹	۰/٤٤	٥/٤	۲٥۳
۲٥—٥۰	٤۲	۷/۹	۸/۹	۰/٤٦	۲/۹	۲٦۹

جدول فوق نشان میدهدکه در اعماق مختلف بافت خاک متوسط ، اسیدتیه متمایل بقلیائی شوری خاک نسبتاً زیاد و برای رشدگندم محدود کننده است .

مواد آلی و فسفر خاک کم ولی پتاسیم در حد متوسط میباشد .

جدول شماره ۱۹ - میانگین نتایج تجزیه خاک آزمایشات‌گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۰۳۰۰ قسمت درمیلیون پس از برداشت محصول (۱۳۵۱ - ۱۳٤۸)

عمق نمونه	قابلیت هدایت‌الکتریکی میلی موز برسانتمیر	اسیدتیه
۰—۲۵	۹/۹	۷/۸
۲٥—٥۰	۹/۳	۸

در جدول فوق چنین استنباط میشود که اسیدتیه خاک تغییری نکرده ولی شوری افزایش پیدا نموده است .
نتایج تجزیه آماری در ارقام عملکرد بدست آمده از مصرف کودهای شیمیائی در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۰۳۰۰ قسمت در میلیون در جداول شماره ۲۰ - ۲۱ - ۲۲ - ۲۳ - ۲۴ - و ۲۵ ارائه شده است .
جدول شماره ۲۰ میانگین اثرات ازت بر روی عملکرد واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۰۳۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / واریته	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۱ Y_1	۳۸۷	۵۱۸	۶۰۷۰	۵۰۴
۲ Y_2	۸۱۵	۱۰۳۲	۹۱۰	۹۱۹
۳ Y_3	۷۱۱	۶۸۳	۹۰۱	۷۶۵
میانگین	۶۳۸	۷۴۴	۸۰۶	۷۲۹

انحراف معیار میانگین متن در سطح ۰/۰۵ ۱۰۷ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه « ۰/۰۵ ۶۲ « « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن در سطح ۰/۰۵ ۳۰۳/۶ « « « «
« « « « حاشیه « ۰/۰۵ ۱۷۶ « « « «
اثرات ازت بر روی هیچکدام از واریته‌ها معنی‌دار نیست .
جدول شماره ۲۱ میانگین اثرات فسفر بر روی عملکرد واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری آب آبیاری در حدود ۰۳۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

فسفر / واریته	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۱ Y_1	۴۹۳	۴۲۴	۵۹۶	۵۰۴
۳ Y_3	۷۲۷	۷۱۰	۱۳۲۰	۹۱۹
۳ Y_3	۶۶۳	۷۴۸	۸۸۳	۷۶۵
میانگین	۶۲۸	۹۳۷	۹۳۳	۷۲۹

انحراف معیار میانگین متن در سطح	./.٥	١٠٧ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه « «	./.٥	٦ « « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن	./.٥	٣٠٣/٦« « « «
« « « « « حاشیه	./.٥	١٧٦« « « «

اثرات فسفر بر روی واریته‌های گندم پنجامو و طبسی معنی‌دار نبوده ولی در واریته اسید در سطح ٩٠ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار است.

جدول شماره ٢٢ میانگین اثر ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته پنجامو با شوری آب آبیاری در حدود ٥٣٠٠ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (١٣٥١ - ١٣٤٨)

ازت / فسفر	٠	٤٥	٩٠	میانگین
٠	٣٩٠	٤٣٣	٦٥٧	٤٩٣/٣
٤٥	٣٩٠	٤٥٠	٤٣٢	٤٢٤
٩٠	٣٨٣	٦٧٣	٧٣٣	٥٩٦/٣
میانگین	٣٨٧/٧	٥١٨/٧	٦٠٧/٣	٥٠٤/٥

انحراف معیار میانگین متن در سطح	./.٥	١٨٧ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه « «	./.٥	١٠٧« « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن در سطح	./.٥	٥٣٠« « « «
« « « « « حاشیه «	./.٥	٣٠٣/٦« « « «
« « « « « « « «	./.١	٤٠٤/٥« « « «

جدول شماره ۲۳ میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته گندم با شوری آب آبیاری در حدود ۵۳۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۶۲۳	۸۲۰	۷۴۰	۷۲۷/۷
۴۵	۶۵۶	۹۲۶	۵۴۶	۷۰۹/۳
۹۰	۱۱۶۶	۱۳۵۰	۱۴۴۲	۱۳۱۹/۷
میانگین	۸۱۵	۱۰۳۲	۹۰۹/۷	۹۱۸/۹

انحراف معیار میانگین متن در سطح	۰/۰	۱۸۷ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه « «	۰/۰	۱۰۷ « « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن در سطح	۰/۰	۵۳۰ « « « «
« « « « « حاشیه « «	۰/۰	۳۰۳/۶ « « « «
« « « « « « « «	۰/۰۱	۴۰۴/۵ « « « «

جدول شماره ۲۴ میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته طبسی با شوری آب آبیاری در حدود ۵۳۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸)

ازت / فسفر	۰	۴۵	۹۰	میانگین
۰	۷۵۰	۶۰۳	۶۲۸	۶۶۳/۷
۴۵	۶۵۰	۵۴۶	۱۰۵۰	۷۴۸/۷
۹۰	۷۳۳	۹۰۰	۱۰۱۶	۸۸۳
میانگین	۷۱۱	۶۸۳	۹۰۱/۳	۷۶۵/۱

انحراف معیار میانگین متن در سطح	./.٥	۱۸۷ کیلوگرم در هکتار
« « « حاشیه « «	./.٥	۱۰۷« « « «
حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن در سطح	./.٥	٥۳۰« « « «
« « « « حاشیه « «	./.٥	۳۰۳/٦ « « «
« « « « « « «	./.۱	٤۰٤/٥« « « «

مصرف ازت و فسفر میزان محصول را نسبتاً بالا برده ولی معنی‌دار نمیباشد .

جدول شماره ۲٥ میانگین اثرات ازت و فسفر بر روی عملکرد واریته‌های مختلف گندم در قطعات با شوری متوسط آب آبیاری در حدود ٥۳۰۰ قسمت در میلیون به کیلوگرم در هکتار (۱۳٤۸ - ۱۳٥۱)

ازت / فسفر	۰	٤٥	۹۰	میانگین
۰	٥۸۷	٦۱۸	٦۷۸	٦۲۸
٤٥	٥٦٥	٦٤۱	٦۷۹	٦۲۹
۹۰	۷٦۱	۹۷٤	۱۰٦٤	۹۳۳
میانگین	٦۳۸	۷٤٤	۸۰۷	۷۳۰

حداقل اختلاف معنی‌دار میانگین متن جدول در سطح	./.٥	۳۰۳/٦ کیلوگرم در هکتار
« « « « حاشیه « «	./.٥	۱۷٦« « « «

ازت و فسفر در سطح ۹۰ کیلوگرم در هکتار اثرات معنی‌داری نشان داده و حداکثر عملکرد از فرمول ۹۰ - ۹۰ - ۰ بمیزان ۱۰٦٤ کیلوگرم در هکتار عاید شده است .

درگندم واریته امید حداکثر عملکرد و سود از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ۹۰ کیلوگرم فسفر به میزان ۱٤٤۳ کیلو گرم و ٦۲۸۰ ریال در هکتار نسبت بشاهد بدست آمده که میزان کودی مزبور طی سه سال آزمایش مورد تأیید قرار گرفته است .

درگندم واریته طبسی حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ٤٥ کیلوگرم فسفر در هکتار بمیزان ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده و هیچکدام از مقادیر کود مصرفی سودی عاید ننموده‌اند .

درگندم پنجاسو حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت و ۹۰ کیلوگرم فسفر بمیزان ۷۳۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شده و حداکثر سود از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص ازت در هکتار با عملکرد ٦٥۷ کیلوگرم در هکتار سودی به مبلغ ۳۳۹ ریال در هکتار بدست آمده است بین عملکرد مقادیر کودی مزبور اختلاف معنی‌داری وجود ندارد .

بحث در باره نتایج :

الف ـ آزمایشاتیکه طی فصول زراعی ۱۳۵۱ ـ ۱۳۴۸ در شوری کم‌آب آبیاری در حدود ۱۵۰۰۰ قسمت در میلیون انجام‌گرفته نشان داد که درگندم واریته امید مصرف ۴۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار مناسبترین میزان کودی بوده که عملکردی معادل ۲۲۲۰ کیلوگرم و حداکثر سود بمبلغ ۵۴۸۴ ریال در هکتار عاید نموده و مقادیر کودی فوق طی سه سال آزمایش مورد تائید بوده است .

درگندم واریته طبسی نیز از مصرف ۴۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار عملکردی بمیزان ۲۱۹۸ کیلوگرم و سودی معادل ۱۰۰۴ ریال در هکتار حاصل شده است که نتایج حاصله از آزمایشات مزبور مصرف مقادیر کودی فوق را تائید نموده‌اند .

درگندم واریته پنجامو حداکثر عملکرد بمیزان ۲۲۲۰ کیلوگرم و حداکثر سود معادل ۶۲۰۶ ریال در هکتار از مصرف ۴۰ کیلوگرم ماده خالص ازت بتنهائی عاید شده است چون مصرف ازت بتنهائی صحیح نبوده بنابراین برای حفظ تعادل مواد غذائی خاک مصرف ۴۰ کیلوگرم ماده خالص فسفر همراه با ۴۰ کیلوگرم ماده خالص ازت مناسبترین میزان کودی خواهد بود .

با توجه به شوری آب آبیاری (۱۵۰۰ قسمت در میلیون) و غلظت املاح محلول موجود در خاک (جداول شماره ۲ و ۳) محدودیتی از رشد هیچ یک از واریته‌های مختلف‌گندم ایجاد نشده و میزان عملکرد حاصل در سطح معمولی منطقه بوده است .

ب ـ آزمایشاتیکه طی فصول زراعی ۱۳۵۱ ـ ۱۳۴۸ در قطعات با شوری متوسط آب آبیاری در حدود ۳۰۰۰قسمت در میلیون بمدت سه سال انجام یافته نشانداد که درگندم واریته امید مصرف ۴۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار مناسبترین میزان کودی بوده که عملکردی معادل ۱۴۸۳ کیلوگرم در هکتار و سودی بمبلغ ۳۳۰۰ ریال در هکتار عاید نموده است .

میزان کودی مزبور طی سه سال آزمایش مورد تائید بوده است .

درگندم واریته طبسی نیز از مصرف ۴۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار حداکثر عملکرد و سود بترتیب بمیزان ۱۳۸۳ کیلوگرم و ۵۱۴ ریال در هکتار عاید شده است و نتایج حاصله طی سه سال آزمایش موید یکدیگر بوده‌اند .

درگندم واریته پنجامو حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر بمیزان ۱۰۳۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمده ولی هیچکدام از مقادیر کود مصرفی سودی عاید ننموده‌اند .

با در نظرگرفتن میزان شوری آب آبیاری (۳۰۰۰ قسمت در میلیون) و غلظت املاح محلول در خاک (جداول‌شماره ۷ و ۸) میزان غلظت املاح محلول در خاک طی فصل زراعی افزایش یافته و موجبات محدودیت در رشد عملکرد محصول را فراهم آورده است .

میزان عملکرد بر سه واریته نسبت به عملکرد آن در شوری ۱۵۰۰ قسمت در میلیون کمتر و مقادیر کودی بخصوص درگندم واریته پنجامو که در مقابل شوری نسبت به دو واریته دیگر ضعیف‌تر بوده سودی عاید ننموده است .

ج ـ آزمایشاتیکه طی فصول زراعی ۱۳۵۱ ـ ۱۳۴۸ در قطعات با شوری متوسط آب آبیاری در حدود ۵۳۰۰ قسمت در میلیون انجام‌گرفته نشان داد که درگندم واریته امید حداکثر عملکرد و سود از مصرف ۱۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار عاید شده است .

مقادیر کودی مزبور طی سه سال آزمایشی مورد تائید قرارگرفته است .

درگندم واریته طبسی نیز حداکثر عملکرد از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار بمیزان ۱۰۱۶ کیلوگرم‌در هکتار حاصل شده ولی تیمارهای کودی‌در واریته‌مزبور سودی‌عایدننموده‌است.

درگندم واریته پنجامو مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار حداکثر عملکرد بمیزان ۷۳۳ کیلوگرم در هکتار حاصل نموده است .

حداکثر سود بمیزان خیلی جزئی از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص ازت در هکتار بتنهائی عاید شده است که برای حفظ تعادل مواد غذائی خاک مصرف همان مقدار ماده خالص فسفر نیز بهمراه ازت ضرورت خواهد داشت .

درگندم واریته امید در شوری آب آبیاری در حدود ۰۳۰۰ قسمت در میلیون نسبت به سایر واریته‌ها مقاومتر بوده و از مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار حداکثر عملکرد و سود عایـــد نموده است .

مصرف مقادیر کودی فوق موجب تولید حداکثر عملکرد در واریته دیگر بوده ولی سودی حاصل نشده است .

علت را میتوان به افزایش غلظت املاح محلول آب و خاک نسبت داد که موجبات محدودیت در رشد و عملکرد واریته‌های مزبور را فراهم آورده است .

با توجه به مقادیر عملکرد واریته‌های مختلف‌گندم در شوریهای متفاوت و همچنین نتایج تجزیه خاک (جداول شماره ۲ - ۳ - ۷ - ۸ - ۱۲ - ۱۳) میتوان نتیجه‌گرفت که افزایش غلظت املاح آب آبیاری موجب افزایش نمک محلول در خاک‌گشته که خود باعث ایجاد محدویت در رشد و عمل‌کرد محصول شده است .

با در نظرگرفتن نتایج فوق ملاحظه میشود که‌گندم واریته امید در شوری آب آبیاری حدود ۱۰۰۰ و ۳۰۰۰ قسمت در میلیون نسبت بسایر واریته مقاومتر و فرمول کودی ۰ - ۴۵ - ۴۵ نیز مناسبترین میزان کودی بوده است .

همچنین در شوری آب آبیاری حدود ۰۳۰۰ قسمت در میلیون نیز واریته فوق‌الذکر مقاومت بیشتری نشان داده و با مصرف ۹۰ کیلوگرم ماده خالص از هرکدام از مواد غذائی ازت و فسفر در هکتار بهترین نتیجه را داده است .

علت تولید حداکثر محصول از فرمول ۰ - ۹۰ - ۹۰ در شوری متوسط آب آبیاری ۰۳۰۰ قسمت در میلیون را در هر سه واریته باید منوط به تغذیه بهتر و تقویت زیادتر گیاه و در نتیجه مقاومت بیشتری یا تحمل زیادتر آن نسبت بشوری دانست.

فرمول کودهای شیمیائی برای واریته‌های مختلف‌گندم در قطعات با شوری آب آبیاری متفاوت براساس آزمایشات فصول زراعی (۱۳۵۱ - ۱۳۴۸) در منطقه نیشاپور در جداول شماره ۲۶ و ۲۷ و ۲۸ بشرح زیر ارائه‌گردیده است .

جدول شماره ۲۶ فرمولهای کودی قابل توصیه برای واریته‌های مختلف‌گندم در اراضی با شوری آب آبیاری حدود ۱۰۰۰ قسمت در میلیون

محصـــول	فرمول‌توصیه شده	میزان عملکرد با مصرف‌فرمول‌توصیه شده‌کیلو گرم در هکتار	اضافه‌عملکرد نسبت بشاهد کیلو گرم در هکتار	سود خالص ریال در هکتار نسبت‌بشاهد
گنـدم امید	۰ـ۴۵ـ۴۵	۲۲۲۵	۱۰۰۲	۵۴۸۴
گنـدم طبسی	۰ـ۴۵ـ۴۵	۲۱۹۸	۳۶۲	۱۰۰۴
گندم پنجاب	۰ـ ـ ـ ۴۵	۲۲۲۰	۱۰۰۳	۶۲۵۶

با توجه به نتایج تجزیه خاک (جدول شماره ۲) که حکایت ازکمی مقدار فسفر در خاک مینمایدبرای گندم واریته پنجاب مصرف ۴۵ کیلوگرم ازت در هکتار بتنهائی از لحاظ حفظ تعادل مواد غذائی خاک کافی بنظر نرسیده و توصیه میگردد که فرمول کودی ۰ - ۴۵ - ۴۵ درعمل مورد استفاده قرارگیرد .

جدول شماره ۲۷ فرمولهای کودی توصیه شده برای واریته‌های مختلف گندم در اراضی با شوری آب آبیاری حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون

محصول	فرمول توصیه	میزان عملکرد با مصرف فرمول توصیه شده کیلوگرم در هکتار	اضافه عملکرد نسبت بشاهد کیلوگرم در هکتار	سود خالص ریال در هکتار نسبت بشاهد
گندم امید	۴۵-۴۵-۰	۱۴۸۳	۶۹۰	۳۳۰۰
" طبسی	۴۵-۴۵-۰	۱۲۸۳۰	۲۹۳۰	۵۱۴
" پنجامو	۹۰-۹۰-۰	۱۰۳۱	۲۳۵	—

توضیح : با وجود مصرف فرمول کودی ۹۰-۹۰-۰ که اضافه عملکرد آن درگندم واریته‌پنجامو نسبت بشاهد ملاحظه شده (۲۳۵ کیلوگرم در هکتار) معهذا چون مصرف مقدار کود مزبور سودی عاید ننموده از این‌لحاظ توصیه کودی و یا بطور کلی کشت‌گندم پنجامو در منطقه مورد عمل با شوری آب آبیاری حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون‌جایز نمیداند .

جدول شماره ۲۸ فرمولهای کودی قابل توصیه شده برای واریته‌های مختلف‌گندم در اراضی با شوری آب آبیاری حدود ۳۵۰۰ قسمت در میلیون

محصول	فرمول توصیه شده	میزان عملکرد با مصرف فرمول توصیه شده کیلوگرم در هکتار	اضافه عملکرد نسبت بشاهد کیلوگرم در هکتار	سود خالص ریال در هکتار نسبت بشاهد
گندم امید	۹۰-۹۰-۰	۱۴۴۳	۷۲۰	۲۶۸۰
" طبسی	۹۰-۹۰-۰	۱۰۱۶	۲۶۶	—
" پنجامو	۹۰-۹۰-۰	۶۵۷	۲۶۷	۳۳۹

توضیح : با توجه مصرف فرمول کودی ۹۰-۹۰-۰ که اضافه عملکردی برابر ۲۶۷ کیلوگرم‌در هکتار برای‌گندم واریته پنجامو و نسبت بشاهد داشته معهذا بعلت عدم تحصیل سود قابل توجه مصرف‌کودو یابطورکلی کشت گندم پنجامو در این منطقه و با این شوری آب آبیاری قابل توصیه نیست .

درگندم طبسی هر چند انتظار میرفت نسبت بشوری مقاوم باشد معهذا در شرایط مورد عمل ملاحظه شد که گندم امید بمراتب نسبت بشوری مقاومتر بوده بطوریکه کود مصرفی در این گندم اضافه درآمدی در حدود ۲۶۸۰ ریال درهکتار عاید نموده در حالیکه این اضافه درآمد برای گندم طبسی صفر و حتی منفی بوده (ضرر داشته) بنابراین در چنین شرایطی در شوری آب آبیاری و کشت خاک کشت گندم امید نسبت به گندمهای دیگر ترجیح و قابل توصیه است .

تغییرات املاح موجود خاك :

چون در آزمایشات مورد بحث هدف اصلی بررسی تأثیر کیفیت‌های مختلف آب آبیاری بر روی عملکرد واریته‌های گندم و نیاز غذائی هر یک در شرایط مختلف شوری آب آبیاری بوده است از این نظر از مرحله اول مطالعاتی از نظر زمان‌های نمونه‌برداری اعماق نمونه‌برداری و بررسی تغییرات نمک در لایه‌های مختلف خاک توجه خاصی مبذول نشده تنها به دوسری نمونه‌برداری خاک از هر تکرار و در هر سال از اعماق ۲۰ - ۰ - و ۰ - ۵۰ - ۲۰ سانتیمتر اکتفا شده است . آنچه در این نمونه‌ها موردبررسی قرارگرفت اندازه‌گیری EC , PH خاک در دو عمق مزبور و در دو مرحله قبل از کشت و دیگری بعد از برداشت میباشد .

در اینجاضمن ارائه نتایج تجزیه خاک در سه سال آزمایش (قبل از کشت و بعد از برداشت) و میانگین EC , PH آن به بحث مختصری در مورد تغییرات نمک در دو لایه ۲۰ - ۰ و ۰ - ۵۰ - ۲۰ سانتیمتر پرداخته میشود ضمناً تغییرات املاح در دو عمق طبق جدول های شماره ۱ و ۲ از طریق نمودار ارائه میگردد .

۱ - الف - عمق ۲۰ - ۰ سانتیمتر ، کیفیت مناسب آب آبیاری (شیرین)

میانگین هدایت الکتریکی از مقدار ۲/۸ میلی موز در قبل از کشت به ۳/۸ میلی موز در بعد از کشت افزایش یافته و در حقیقت این افزایش ۱ میلی موز بر سانتیمتر بوده است .

با توجه باینکه حداکثر میزان شوری در این خاک از حد حساسیت نبات تجاوز نکرده و در حقیقت کلاس خاک را از لحاظ شوری تغییر نداده بعلاوه با چنین کیفیتی در حالت تعادل هدایت الکتریکی خاک رقمی در حدود ۳ میلی‌موز بر سانتیمتر است جای نگرانی از نظر شوری در خاک وجود ندارد .

۱ - ب - عمق - ۲۰ - ۰ سانتیمتر با کیفیت متوسط آب آبیاری (نیمه شور)

میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک از مقدار ۵/٤ میلی موز در قبل از کشت به ۸/۱ میلی موز در بعد از کشت رسیده و در حقیقت ۲/۷ میلی موز بر سانتیمتر افزایش داشته است این افزایش را باید نتیجه تبخیر رطوبت و تمرکز املاح در سطح خاک دانست .

با توجه بمیزان شوری آب آبیاری (۳۰۰ قسمت در میلیون) و معادل ٤/۵ میلی موز بر سانتیمتر و سبک بودن اراضی امکان حفظ شوری خاک حداکثر ۹ میلی موز بر سانتیمتر از طریق شستشوی خاک بدون مشکلی میسر است .

۱ - ج - عمق ۲۰ - ۰ سانتیمتر با کیفیت نامناسب آب آبیاری (شور)

میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک از مقدار ۸/۹ میلی موز در قبل از کشت به ۹/۹ میلی موز در بعد از کشت رسیده و عملا ۱ میلی‌موز بر سانتیمتر افزایش داشته است .

این افزایش را باید نتیجه تبخیر رطوبت و تمرکز املاح خاک در سطح دانست .

ضمناً گرچه میزان متوسط شوری آب آبیاری زیاد بوده و بهمین دلیل میزان محصول بمقدار قابل توجهی تقلیل یافته معهذا این شوری آب خارج از حد تحمل نبات نیست ، در این اراضی امکان ممانعت از تمرکز املاح در سطح خاک و مخصوصاً در مراحل حساس رشد از طریق شستشوی خاک و تأمین رطوبت بیشتر خاک و در نتیجه تقلیل فشار اسمزی بسهولت عملی است .

۲ - الف - عمق ۵۰ - ۲۰ سانتیمتر با کیفیت مناسب آب آبیاری (شیرین)

میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک از مقدار ۳ میلی موز در قبل از کشت به ٤/۱ میلی‌موز به بعد از

کشت رسیده و تغییرات در حدود ۱/۱ میلی‌موز بر سانتیمتر بوده است . معهذا چون حداکثر املاح محلول خاک از حد قابل قبول مجاز در طبقه‌بندی میزان شوری در کلاس درجه یک تجاوز نکرده مشکلی ایجاد نخواهد شد .

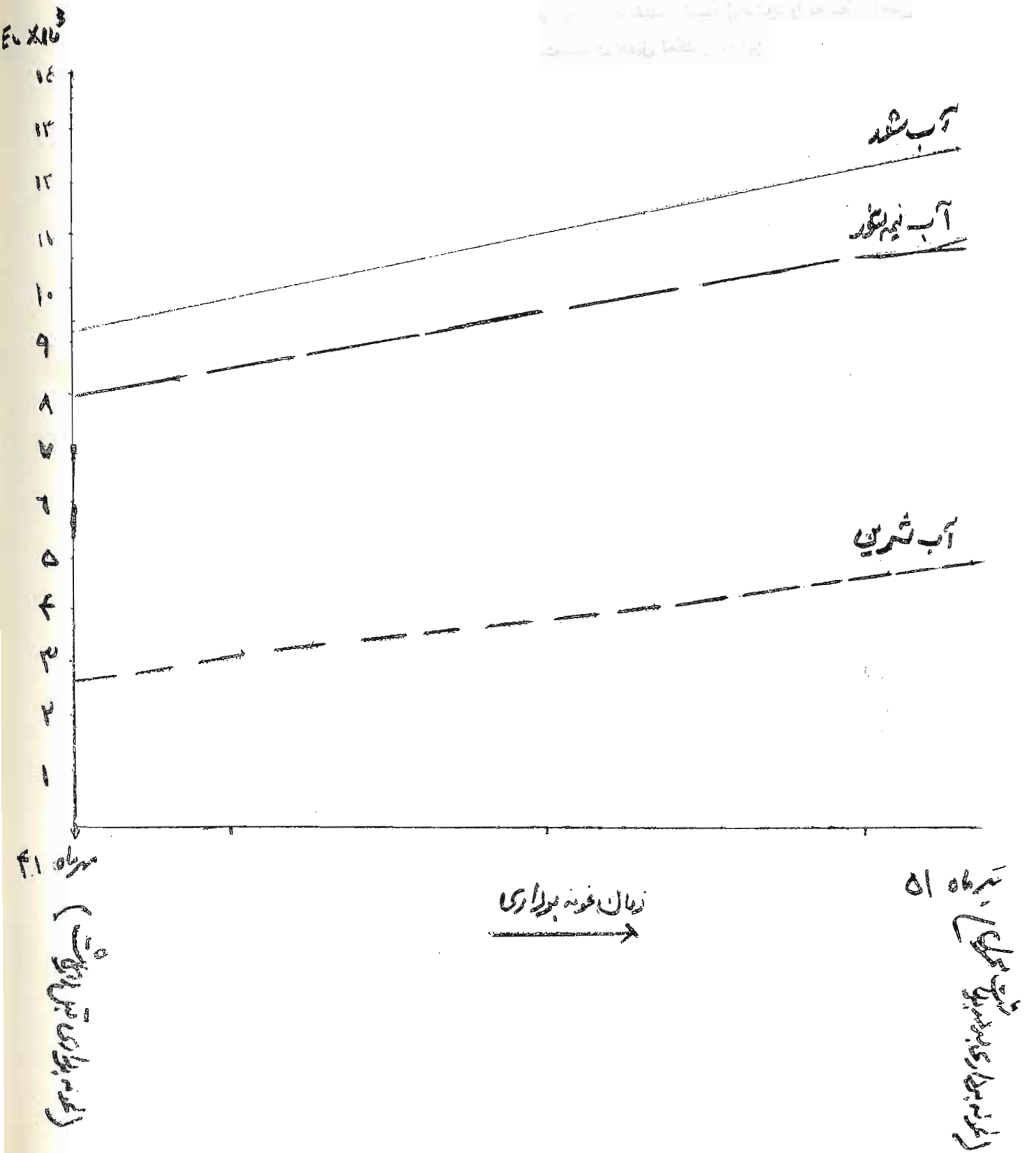
۲ - ب - عمق ۰ - ۲۰ سانتیمتر با کیفیت متوسط آب آبیاری (نیمه شور)

ارقام بدست آمده حکایت از تقلیل میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک مینماید که در این عمق از ۵/۰ میلی موز به ۸/۸ میلی موز بر سانتیمتر تغییر کرده از این نظر با توجه سبکی نسبی خاک در اعماق ۰ - ۲۰ سانتیمتر و اینکه این طبقه از طریق آبیاری شستشو میشود و از طریق تبخیر رطوبت با غلظت نسبتاً زیادخود را به سطح (عمق ۲۰ - سانتیمتر) داده و بعبارت دیگر منطقه ترانزیت املاح بوده است میتوان تقلیل نمک را در این خاک به‌دلایل‌مزبور مربوط داشت .

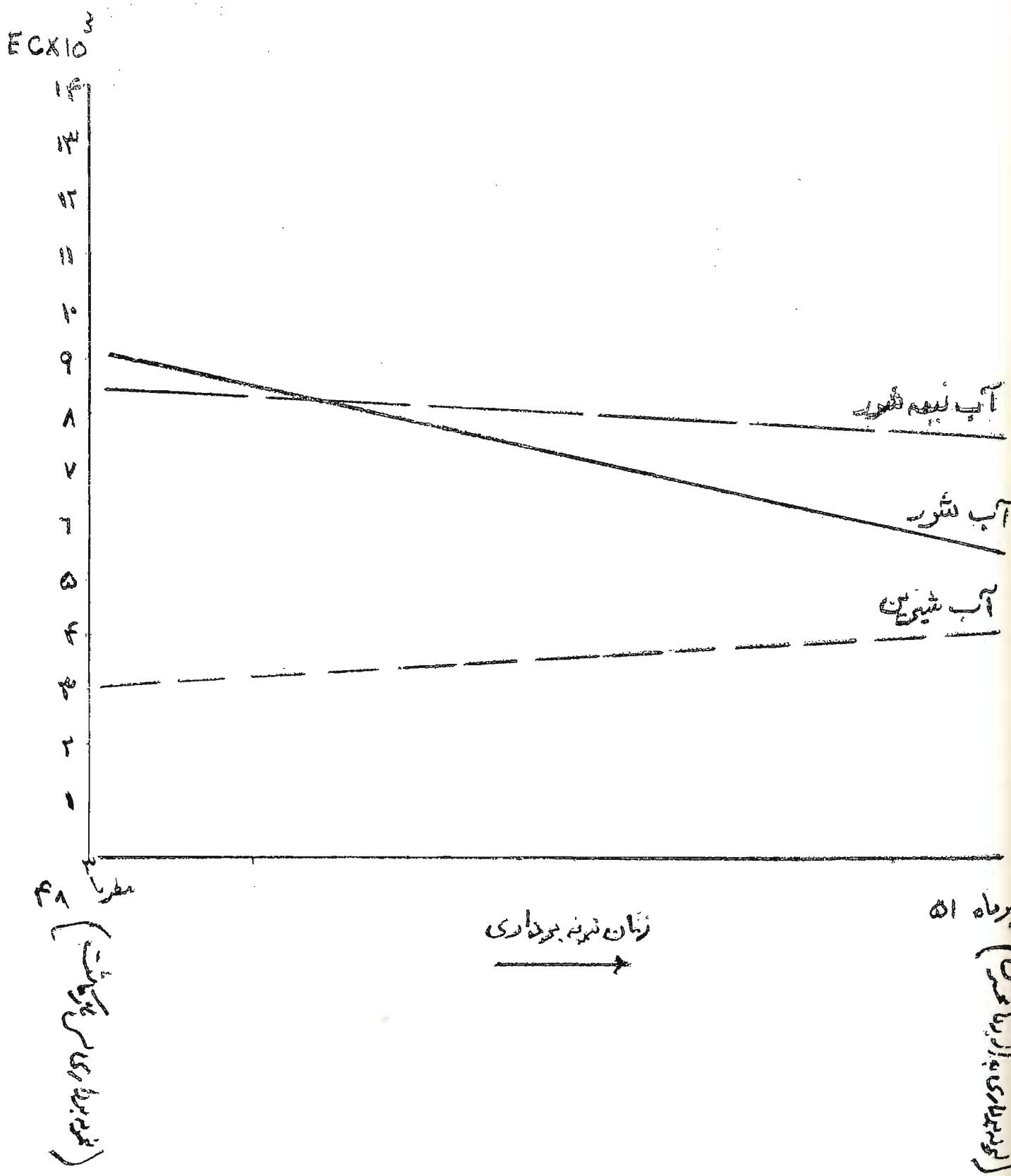
۲ - ج - عمق ۰ - ۲۰ سانتیمتر با کیفیت متوسط نامناسب آب آبیاری (شور) کیفیتی نظیر عمق ۰ - ۲۰ سانتیمتر با کیفیت متوسط آب آبیاری دارد با این تفاوت که میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در این‌عمق از ۸/۶ میلی موز به ۹/۳ میلی موز بر سانتیمتر رسیده و تغییراتی برابر ۷/. میلی موز بر سانتیمتر داشته است .

نکته - تغییرات PH در خاکهای مورد عمل بسیار جزئی و یا وجود نداشته و مشکل قلیائیت بطورکلی‌مطرح نمیباشد .

نمودار تغییرات مقاومت الکتریکی نمک در کلیه چاه‌های مختلف آب آبیاری در عمق ۲۵ - ۰ سانتیمتر



نمودار تغییرات هدایت الکتریک در بیشه‌های مختلف آب آبیاری در عمق ۵۰ - ۲۵ سانتیمتری



منابع مورد استفاده

۱ ـ گزارش فنی شماره ۳۳۷ نتایج آزمایشات کودهای شیمیائی بر روی محصولات چغندرقندگندم و پنبه ـ نیشاپور (۱۳۴۸ - ۱۳۴۳)

۲ ـ نشریه شماره ۱ ـ دانشگاه جندی‌شاپور ـ علل شور شدن خاکهای خوزستان و طرق جلوگیری آن ـ عطاءاله قبادیان

۳ - Irrigated Soil, – Iherne 7 Peterson

سؤالات مطرح شده در سمینار

۱ ـ PH خاك موئد مطالعه درچه‌حدودی بوده است؟

۷/۵ تا ۹

۲ ـ دیاگرام سه نوع واریته وکود نشان میدهد که اگر شوری از ۳۵۰۰ به ۴۵۰۰ برود تغییرات راندمان کم است عملا از نظر زراعت بایستی عمل زراعی طوری باشد که تعادل شوری خاك برقرار باشد . لذا حفظ تعادل شوری خاك بایستی مورد نظر قرارگیرد .

بله مورد تأیید است ولی آزمایش بمنظور بررسی تغییرات شوری خاك در شرایط کشت بوده است .

۳ ـ مقدار آب مصرف شده چه میزان بوده وآیا مصرف کود با مصرف آب متناسب بوده است یا نه ؟

آبیاری در سه دور بوده ودرهر روز ۶ سانتیمتر آب داده شده است.

۴ ـ تغییرات نمك در منحنی اول از ۳ تا ۳/۵ وبرای منحنی آخر از ۹ به $۹\frac{۱}{۲}$ رسیده است ؟

بله ـ البته در شوریهای مختلف آب آبیاری

۵ ـ برای آنکه بتوان نتایج این آزمایشات را تعمیم بدهیم باید شرایط خاك چه ازنظر فیزیکی وچه ازنظر مکانیکی مورد بررسی قرار دهیم مخصوصاً میزان آهك یکی از عوامل مؤثر تحمل نبات در مقابل شوری است.

در مورد شرایط فیزیکی خاك به تشخیص صحرائی اکتفا شده واز نظر شیمیائی تعدادی از نمونه های خاك قبل از کشت وبعد از برداشت بمنظور کنترل تغییرات نمك وقلیائیت خاك مورد اندازه‌گیری دقیق آزمایشگاهی قرارگرفته وارقام آن ذکر شده است.

۶ ـ در منحنی‌ها نقاط با خط مستقیم بهم وصل شده‌بایستی بصورت منحنی باشد.

دقیق‌ترین روش آنست که معادله مربوطه را نوشته وسپس رسم نمود .

۷ ـ با توجه به تبخیرهای مختلف که عبارت از واریته ـ غلظت آب آبیاری وکود تعداد شاهدها چقدر بوده است.

تعداد شاهدها سه بوده است.

۸ ـ راجع به تغییرات فیزیکی خاك مطالعه شده است.

فقط مشاهدات ومطالعات صحرائی انجام شده است. بطوریکه خاك انتخاب شده ضمن یکنواختی نمونه تیپ از خاك منطقه بوده است.

۹ ـ وقتی‌بعلت آبیاری با آب شور نمك خاك بالامی‌رود آیادر نظر دارید که‌بوسیله آیش‌تغییرات آنرابررسی کنند.

بله ـ در برنامه های مطالعاتی منظور خواهد شد .

SUMMARY OR THE RESUITS :

Results obtained from experiments conducted in the Nishabor Area in Khorasan State in the years 1348 to 1351, from the point of view of utilization of saline and semisaline irrigation water in wheat crops had shown that increasing the soluable salt content of the irrigation water or using the saline and semisaline water in the normal-farming condition in the Nishabor Area with uniform application of irrigation water not only will decresse the yield of treated wheat varities, but will also increase the salt content of the soil profile .

In the present technical report, the results of the experiments showed that Omid veriety, when treated with different salinity rates of irrigation water (e.g. semisaline and saline, even high saline) had a better yield in comparrison with the other varities and a better tolerance to soil and watersaliniy. Tabasi variety, which is considered to be a salt tolerante variety, had shown an intermediate tolerance to salinity, less than Omid and more than Penjamo. The Penjamo variety had shown a sensitivity to soil and water salinity and generally in the Nishabor farming condidiens,it did not produce sufficiem yields.

According to the experimental results, the below points are noticeable .

1 . **Irri gation water with 1500 p.p.m. of sooluable salts .**

The Omid variety, in comparrison with the Tabasi variety, has a nearlysignificant difference in yield over the Penjamo. The maximum profit was obtained from the variety through the apllication of 45 Kg/Hec. nitrogen and the same amount of P2O5. It yielded 2225Kg/Hec. which is 1002 Kg/Hec. more than the check. The max imum profit obtained from the same variety was 5484 Rials per Hectar. For the Tabasi variety, application of 45 Kg/Hec. of nitrogen and 45Kg/Hec. of P2P5was a suitable fertilizaer formula The zield obtained was 2198 Kg/Hec. which was 363Kg/Hec more than the check. Its profit was 1004 Rial . per

Hectar. For the Penjame variety, application of 45 Kg/Hec. of nitrogen was a prper formula. It was able to produce 2220 Kg/Hec. which was 1003 Kg/Hec. more than the check. The maximum profit was 6250 Rials per Hectar.

2. **Irrigation water with 3500 P. P. m. of soluable salts.**

The Omid variety, in comparrison with the Tabasi, had a little differance in yield produced, but the Penjamo variety showed a signifficant differance. The Tabasi variety had a signifficant differance from the yield of the Penjamo variety. For the Omid wheat variety, application of 45 Kg/Hec. of nitrogen and the same amount of P2O5 was a suitable fertiluzer formula. The yield was 1483 Kg/Hec. which was 690 Kg/Hec. more than the check. The maximum profit obtained was 3300 Rials per Hectar (more than the check). For the Tabsi variety, application of 45 Kg/Hec. of nitogen and 45 Kg/Hec. P205 was a suitable fertilizer rate also. It yielded 1283 Kg/Hec. which was 292 Kg/Hec. more than the check and had a maximum profit of 515 Rials per Hectar. For the Penjamo variety, none of the fertilizer rats were able to achieve any profit, but the maximum yield was obtained through the application of 90 Kg/Hec. nitrogen and 90 Kg/Hec. P205. The yield was 1030 Kg/Hec.

3. **Irrigation water with 5300 p.p.m. of soluable salts.**

The best fertilizer rate for Omid variety was 90–90–O which yielded 1443 Kg/Hec. The yield was 720 Kg/Hec. more than the check and its profit was 2680 Rials per Hectar. For the Tabasi variety, none of the fertilizer rates were able to achieve any profit, but through the application of 90 Kg/Hec. of nitrogen and the same amount of P2O5, the varity ylded 1010 Kg/Hec. The Penjamo variety, by the application of 90 Kg/Hec. of nitrogen, yielded 657 Kg/Hec. The extra yield in comparrison with the check, was 267 Kg/Hec. greater and the profit was 339 Rials per Hectar. The Omid variety had a nearly signifficant difference in yield with the Tabasi variety, but it showed a signifficant differance with Panjamo. The Tabasi variety had a higher yield and showed a significant differance with Penjamo.

تأثیر عوامل جوی در راندمان شستشوی متناوب خاك

مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاك

پرهام جواهری

۱ ـ خلاصه

در خاك Silty clay loam آهوچر باشوری متوسط ۳. میلی‌موس‌بر سانتیمتر و باعمق ۱۰. سانتیمتری سفره آب زیر زمینی آزمایش جهت مشخص نمودن تأثیر عوامل جوی برروی راندمان شستشوی متناوب در ماههای بهمن و اسفند و فروردین گذارده شد .

نوسانات غلظت املاح اعماق خاك در اثر بارندگی و صعود آب شور زیرزمینی در این سه‌ماه بررسی و مشخص شد که در اثر ۵۸ میلیمتر بارندگی متناوب بهمن ماه در طی ٤ مرتبه و در عرض ۲۳ روز شوری خاك بمیزان ۱٤/۵ درصد تنزل نمود . در فروردین ماه ٤۳/۵ میلیمتر باران در طی ۳ مرتبه و در عرض ۱۲ روز شوری خاك را ۱۳/۵ درصد پائین آورد در اسفند ماه بعلت عدم نزول باران نه تنها غلظت املاح خاك تنزل ننمود بلکه بعلت صعود آب شور زیر زمینی در اثر نیروی کاپیلاری غلظت املاح خاك افزایش پیدا کرد . مقدار این افزایش ٦/۲ در صد املاح اولیه بود که در اثر ۲۱ روز تبخیر آب از خاك بوجود آمد در این مدت‌توسط تبخیر آب از سطح تشتك کلاس A مقدار ۵/٦ میلیمتر بوده است

در اثر شستشوی خاك با ٦۵ سانتیمتر آب در ٤ نوبت هفتگی (نوبت اول ۲. سانتیمتر و نوبتهای بعدی هر یک ۱۵ سانتیمتر) در ماههای بهمن و اسفند و فروردین ملاحظه شد که راندمان شستشو در بهمن ۲۱۱ درصد و در فروردین ۱٤٤ درصد بیش از اسفند میباشد . علت این امر تأثیر باران در طول ایام شستشو و رطوبت قبل از شروع نوبت اول شستشو و رطوبت قبل از شروع نوبتهای بعدی شستشو مشخص‌گردید ، بطوریکه باران بیشتر رطوبت کمتر خاك قبل از شروع شستشوی نوبت اول و رطوبت بیشتر خاك قبل از شستشوهای بعدی هریک جداگانه در بالا بردن راندمان شستشو مؤثرند. اختلاف راندمان شستشو در رطوبت خاك قبل از شستشوی نوبت اول با نوبتهای بعدی بعلت پیدایش مسئله صعود آب شور زیر زمینی در رطوبتهای کم خاك است ، رطوبت کم قبل از شستشو راندمان شستشو را زیاد میکند ولی صعود آب شور زیر زمینی هم سبب میشود که مقداری از املاح شسته شده برگشت نموده تأثیر منفی در راندمان شستشو بگذراند .

با حذف تأثیر باران از راندمان شستشوی تریتمانهای مختلف ، تأثیر رطوبت خاك که خود تحت تأثیر تبخیر از سطح آزاد آب قرار دارد بدین صورت مشخص‌گردید که راندمان شستشوی خاك در بهمن ۱۸۰ درصد از اسفند و ۱٤۷ درصد از فروردین بیشتر میباشد . علت این امر کمی تبخیر آب در بهمن ۱۳٤۹ نسبت به دو ماه دیگر و زیادی مقدار آن در اسفند بوده است بطوریکه مقدار تبخیر روزانه آب از تشتك کلاس A در بهمن سال انجام آزمایش ۲/۳۵ از اسفند ۵/۱۵ و در فروردین ٤/۸۷ میلیمتر بوده است .

۲ - مقدمه :

آزمایشاتی که در سالهای اخیر در دنیا انجام شده نشان داده که میزان نمک‌زدائی خاك نه تنها بعمق آب شوینده بستگی دارد بلکه بروش عرضه آب بخاك نیز مربوط میباشد بطوریکه برای مقدار مساوی آب شوینده دیده شده که روش شستشوی متناوب دارای راندمان بیشتری در نمک‌زدائی نسبت بروش شستشوی مداوم میباشد .

(مراجع ۱ ، ۳ و ۸) . در آزمایشی که در فروردین سال ۱۳٤۹ در مرکز تحقیقات اصلاح خاك آهوچر بعمل آمد ۶۰ سانتیمتر آب با دوروش مختلف مداوم (بطوریکه لایه آب از سطح خاك در طول شستشو ناپدید نشود) و متناوب (٤ نوبت شستشو هریك بفاصله یك هفته از دیگری با عرضه ۱۰ سانتیمتر آب در هر نوبت) بخاك داده شد و ملاحظه گردید که در شرایط آزمایش راندمان شستشوی متناوب ۱/٤ برابر شستشوی مداوم بود . در طول انجام این آزمایش مقدار متوسط تبخیر از سطح آزاد آب تشتك کلاس A هفت میلیمتر و عمق‌سفره آب زیر زمینی ۱۰ سانتیمتر از سطح زمین و میزان بارندگی صفر بود . از آنجا که تأثیر روش متناوب بخاطر خشك شدن خاك در فاصله بین دو نوبت متوالی شستشو میباشد و رطوبت قبل از شستشوی خاك تأثیر بسزائی در میزان غلظت زه آب دارد (مرجع شماره ۶)لازم‌گردید که آزمایش در ماههای دیگر سال نیز انجام‌گیرد تا راندمان شستشو نسبت بمیزانهای دیگر تبخیر آب از تشتك(که باعث اختلاف در رطوبت خاك بین نوبتهای متوالی شستشو میگردد) نیز سنجیده شود . طبق آزمایشات سیلندری هر چه خاك خشکتر باشد راندمان شستشو بیشتر است . در مزرعه خشك شدن خاك بین دو نوبت شستشو خطر صعود آب شور زیر- زمینی را بطبقات شستشو شده فوقانی بهمراه‌دارد بنابراین بنظر میرسد که‌صرفنظر از هدر رفتن قسمتی‌از آب آزاد روی کرتها د اثر تبخیر ، رابطه‌ای بین شدت تبخیر آب از تشتك باراندمان شستشوی متناوب وجود داشته باشد . براین اساس آزمایش زیر در سه ماه مختلف سال با روش تقریباً مشابه روش متناوب آزمایش قبل در مرکز تحقیقات آهوچر انجام گرفت که در آن مقدار آب داده شده بخاك و فاصله بین نوبتهای متوالی شستشو برای هر سه ماه یکسان در نظرگرفته شد.

۳ - روش انجام آزمایش

طرح آزمایش شامل ٤ تریتمان میباشد که سه تریتمان آن مربوط به شستشوی متناوب هفتگی در ماههای بهمن ۱۳٤۹، اسفند۱۳٤۹ وفروردین ۱۳۵۰و یک‌ترتمان‌بصورت‌شاهد است که‌در آن‌هیچگونه شستشوئی انجام‌نمیگیرد و فقط تغییرات‌شوری خاك در سه‌ماه فوق‌در اثر بارندگی‌و یاصعود آب شور زیر زمینی‌در آن‌مطالعه میگردد.این آزمایش در ٤ تکرار کلا در ۱۶ کرت بصورت راندومیزبلاك در حاشیه جنوب و غرب مزرعه شماره ۲ مرکز تحقیقات اصلاح خاك آهوچر (چهل کیلو متری شمال شیراز) و بفاصله ۱۶ متر از زهکش روباز انجام‌گرفت . غیر از ۱۶ کرت فوق ۳ کرت اضافی نیز تهیه شد که از آنها جهت برداشت نمونه‌های رطوبتی خاك سه ترتیمان شستشو استفاده میگردید . این کرتها بمنظور جلوگیری از حفر چاهکهای متعدد نمونه برداری درکرتهای آزمایشی تهیه‌گردیدند . موقعیت کرتهای هر تکرار بصورت تصادفی بفاصله۲ متر از یکدیگر انتخاب‌گردیدند . این کرتها بابعاد ۸×۵ مترمربع درکنار جدول‌آبیاری بنحوی‌تهیه‌شدند که‌بسادگی بتوان بوسیله سیفون آب مورد لزوم را برروی کرت قرار داد .

کل مقدار آب آبیاری ۶۵ سانتیمتر بود که طی چهار نوبت هفتگی بزمین داده شد . در نوبت اول بعلت خشکی خاك مقدار ۲ سانتیمتر آب و در هر یک از سه نوبت بعدی ۱۰ سانتیمتر آب بکرت داده شد . آب آبیاری از چاه سطحی دامنه کوه زرقان تأمین‌گردید که دارای آبی با کیفیت خوب میباشد . جدول (۱) غلظت املاح آب آبیاری را در هر کرت در طول آزمایش نشان میدهد .

خاك محل آزمایش در طبقات سطحی Solty clay loam و در طبقات پائین Silty clay میباشد . این خاك‌در طبقه‌بندی‌فائو Gleyic sodic solon chak gypsic phase نامگذاری‌شده است . مقدارگچ خاك ۲-۵ میلی‌اکی‌والان در یکصدگرم خاك است. شوری متوسط‌خاك حدود ۳میلی موس‌در سانتیمتر و در صدسدیم قابل تبادل حدود ۳۶ میباشد.

جدول (۲) متوسط غلظت املاح محلول درکرتهای آزمایشی قبل از انجام شستشو را نشان میدهد .

جدول ۱ــ غلظت املاح آب آبیاری

تاریخ نمونه‌برداری	میلی گرم در لیتر	میکروموس در سانتیمتر	میلی اکی والان در لیتر							
	TDS	$EC \times 10^6$	pH	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	SO_4^{--}	Cl^-	HCO_3^-	SAR
۴۹/ ۱۲/۱۴	۶۵۰	۱۰۰۰	۸	۳	۵/۸	۱/۸	۳/۶	۲/۳	۴/۱	۱/۴

جدول شماره ۲ــ متوسط غلظت املاح عمق ۱۵۰ــ سانتیمتری خاک قبل از شستشوی هر تریتمان

تریتمان	تاریخ نمونه برداری	میلی موس در سانتیمتر	pH	میلی اکی والان در لیتر در عمق اشباع						
		$EC \times 10^3$		Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	SO_4^{--}	Cl^-	HCO_3^-	LSI
شستشو دربهمن	۴۹/۱۰/۲۸	۳۱/۵	۸/۰	۳۰۲	۸۳/۸	۳۶/۷	۸۲/۰	۳۴۳	۵/۰	۳۵/۸
" در اسفند	۴۹/۱۲/۴	۲۷/۰	۸/۰	۲۸۰	۷۶/۶	۲۸/۵	۹۷/۳	۲۸۶	۲/۰	۳۵/۶
" در فروردین	۴۹/۱۲/۲۵	۲۹/۰	۸/۱	۲۹۱	۱۱۲/۰	۱۸/۲	۹۴/۳	۳۲۱	۴/۷	۳۴/۰
بدون شستشو	۵۰/۱/۳۰	۲۷/۰	۸/۱	۲۹۰	۶۵/۰	۳۲/۰	۸۵/۰	۲۹۹	۱/۵	۳۷/۴

جهت بررسی نمک‌زدائی در کلیه کرتها قبل و بعد از آزمایش ازاعماق ۲۰ - ۰ و ۵۰ - ۲۵ و ۱۰۰ - ۵۰ و ۱۵۰ سانتیمتری سطح زمین از دو نقطه هر تکرار نمونه‌برداری شد نمونه‌های هرتکرار باهم مخلوط و میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع چهار نمونه مخلوط از ٤ تکرار آزمایش معین‌شد . ارقام ارائه شده دراین‌مقاله‌متوسط چهاررقم تکرارهای آزمایش میباشد .

میزان بارندگی سال ۵۰ - ٤۹ کم (۱۱٦ میلیمتر در تمام سال) وقسمت اعظم‌باران دردوماه بهمن و فروردین نازل شد . دربهمن ٤۹ میزان بارانی که طی چهارمرتبه نازل شد ۵۷/۸ میلیمتربا سرعت متوسط ۹/۰ میلیمتر درساعت و در فروردین ۵۰میزان باران ٤۳/٤ میلیمتر اندازه‌گیری شد (جدول ۳) که طی سه مرتبه باسرعت‌متوسط ۹/۰ میلیمتر در ساعت نازل‌گردید . درتعیین متوسط سرعت ریزش باران ،ساعات ودقایق بین بارندگیهای متناوب یک شبانه روز جزءزمان بارندگی محاسبه شده است . دراسفند ٤۹ میزان بارندگی صفر بود .

جدول ۳ــ میزان بارندگی ماههای مختلف درطول انجام آزمایش

تعداد بارندگی	بهمن ۱۳٤۹			اسفند ۱۳٤۹			فروردین ۱۳۵۰		
	تاریخ	طول مدت (ساعت)	عمق بارندگی (میلیمتر)	تاریخ	طول مدت (ساعت)	عمق بارندگی (میلیمتر)	تاریخ	طول مدت ساعت	عمق بارندگی (میلیمتر)
۱	۲	۱۵	۱۰/۲	—	—	—	۱۲	۱۰	٦/۰
۲	۹	۱۰	۹/۵	—	—	—	۱۷	۲٤	۱۷/۰
۳	۱۹	۳	۳/۳	—	—	—	۲۵	۱۵	۲۰/٤
٤	۲٤و۲۵	۳٦	۳٤/۸	—	—	—	—	—	—

متوسط میزان تبخیرروزانه ازسطح آزاد آب تشتك کلاس A دربهمن ۲/۳۵ ، اسفند ۵/۱۵ و فروردین ٤/۸۷ میلیمتراندازه گیری شد . سفره آب زیرزمینی بعلت نزدیکی به زهکش روبازاکثرا" درعمق ۱۵۰ سانتیمتری سطح زمین قرارداشت.

٤ ـ نتایج

۱ ـ ٤ـ تغییرات غلظت املاح خاك درطول مدت آزمایش بدون آبیاری

ارقام غلظت املاح طبقات خاك یکی دو روزقبل‌ازشروع شستشو درجدول (٤)مندرج است این غلظت در طول‌سه‌ماه نوساناتی داشته که بعلت نزول باران وصعود آب شور زیر زمینی میباشد .

جدول ٤ـ متوسط $EC \times 10^3$ خاك تريتمان بدون شستشو در زمانهای مختلف

تاریخ نمونه‌برداری	متوسط $EC \times 10^3$ چهار تکرار آزمایش از عمق :			
	۰ـ۲۵ سانتیمتر	۲۵ـ۵۰ سانتیمتر	۵۰ـ۱۰۰ سانتیمتر	۱۰۰ـ۱۵۰ سانتیمتر
۴۶/۱۰/۲۸	۳۴/۵	۳۱/۰	۳۱/۳	۳۰/۵
۴۹/۱۲/۴	۲۷/۰	۲۷/۰	۲۷/۰	۲۷/۵
۴۹/۱۱/۲۵	۲۹/۰	۲۸/۸	۲۸/۷	۳۰/۰
۵۰/۱/۳۰	۲۸/۰	۲۷/۰	۲۶/۵	۲۷/۰

بین زمان نمونه‌برداریهای ۲۸دی و۴ اسفند ۵۷/۸ میلیمتر باران طی ۴مرتبه نازل‌شد نمونه‌برداری ۴ اسفند۹ روز بعداز چهارمین بارندگی بهمن (که طی آن ۳۴/۸ میلیمتر باران نزول کرد) انجام شد . در بین این ۹ روز با مراجعه به‌اندازه‌گیریهای روزانه تبخیر از طشتک کلاس A ، مقدار ۲۳/۰ میلیمتر تبخیراز سطح آزاد آب داشته‌ایم . در فاصله نمونه برداریهای۴و۲۰ اسفندباران نیامد ودر عوض ۱۱۸/۴ میلیمتر تبخیراز سطح آزاد آب‌ثبت گردیدبدین ترتیب نمونه برداری خاك ۲۰اسفند سی‌ویک روز پس‌از بارندگی شدید۳۴/۸ میلیمتری‌بهمن بوده که‌در طول این‌مدت ۱۴۱ میلیمتر آب از تشتک تبخیرگردیده است . مقدار ۴۳/۴ میلیمتر باران در فروردین بین زمانهای نمونه برداری ۲۰ اسفند و ۳۰ فروردین نازل‌گردید . فاصله بین این دوزمان نمونه برداری ۳۴ روز ومقدار تبخیر ۱۶۲ میلیمتر ثبت‌گردید که از این مقدار ۸۰/۳ میلیمتر قبل‌از شروع بارندگی و۳۳/۰ میلیمتر مربوط به روزهای بعدازآخرین نوبت بارندگی فروردین میباشد اطلاعات فوق در جدول (۴) بصورت ساده‌تر بیان شده است . دراین جدول میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع عمق ۰ـ۲۰ سانتیمتری خاك درابتدا وانتهای دوره‌های بارندگی ودوره‌های بدون بارندگی محاسبه شده است . هدایت الکتریکی عصاره اشباع عمق ۰ـ۲۰سانتیمتری خاك از آن جهت مورد مطالعه قرارگرفت که ارقام این عمق طبق جدول (۴) نماینده خوبی برای تغییرات هدایت الکتریکی طبقات خاك این آزمایش میباشند بعلاوه این عمق‌مابین عمق سطحی وتحتانی قرار دارد و بهمین جهت بصورت آراستری در معرض بارندگی وصعود آب شور زیر زمینی قرار میگیرد . محاسبه هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاك قبل وبعداز هردوره ازروی ارقام غلظت نمک زمانهای مختلف نمونه برداری ویا در نظرگرفتن متوسط افزایش غلظت نمک خاك در هرروز در اثر تبخیر بطریق زیر انجام‌گرفته است .

اگر غلظت املاح خاك نمونه برداریهای ۴و۲۰ اسفند را بایکدیگر مقایسه کنیم میبینیم که در عرض ۲۱ روز هدایت الکتریکی خاك بمقدار ۲ میلی موس درسانتیمتر (که برابر۲/۶در صد میباشد) افزایش یافته است . این افزایش غلظت بعلت صعود آب‌شور زیر زمینی (که‌در عمق ۱۰۰ سانتیمتری سطح زمین قرارگرفته و دارای غلظتی برابر۶۴۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر است) ودراثر مکش خاك خشك فوقانی بوجود آمده است‌ازآنجا که سرعت صعود آب زیر زمینی به سرعت تبخیر آب از سطح آزاد بستگی دارد (مرجع‌شماره۵) بنابراین برای مشخص شدن بهتر صعود آب زیر زمینی میبایستی میزان تبخیر روزانه آب‌را نیز بیان نمود . درطول مدت ۲۱ روز فاصله نمونه برداریهای ۴و۲۰ اسفندمیزان تبخیر ۱۱۸ میلیمتر با متوسط روزانه ۶/۰ میلیمتر بوده است . در طول این مدت میزان بارندگی صفر ثبت شده است .اگر فرض شود که رابطه بین میزان تبخیر از سطح آزاد آب وبالارفتن غلظت املاح خاك برای فاصله کم تغییرات غلظت

جدول ۵ - مشخصات دوره‌های بین نمونه برداری خاک و نزول باران

شماره دوره	شرح دوره	تاریخ شروع	تاریخ خاتمه	تعداد روز	میزان* بارندگی (میلیمتر)	میزان* تبخیر (میلیمتر)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع بعمق ۵۰-۲۵ سانتیمتر (میلی موس در سانتیمتر)	
							در ابتدای دوره	در انتهای دوره
۱	بین اولین نمونه برداری خاک و اولین بارندگی بهمن	۲۸ دی	۲ بهمن	۴	—	۶	۳۱/۰	**۳۱/۱
۲	بین اولین و آخرین بارندگی بهمن	۲ بهمن	۲۵ بهمن	۲۳	۵۷/۸	۵۷	**۳۱/۱	**۲۶/۶
۳	بین آخرین بارندگی بهمن و دومین نمونه‌برداری خاک	۲۵ بهمن	۴ اسفند	۹	—	۲۳	**۲۶/۶	۲۷/۰
۴	بین دومین و سومین نمونه برداری خاک	۴ اسفند	۲۵ اسفند	۱۱	—	۱۱۸	۲۷/۰	۲۹/۰
۵	بین سومین نمونه‌برداری خاک و اولین بارندگی فروردین	۲۵ اسفند	۲ افروردین	۱۶	—	۸۵/۳	۲۹/۰	**۳۰/۵
۶	بین اولین و آخرین بارندگی فروردین	۲ افروردین	۲۵ فروردین	۱۳	۴۳/۴	۴۳/۲	**۳۰/۵	**۲۶/۴
۷	بین آخرین بارندگی فروردین و نمونه برداری چهارم خاک	۲۵ فروردین	۳۰ فروردین	۵	—	۲۲/۵	**۲۶/۴	۲۷/۰

* نزدیکی میزان تبخیر و بارندگی دوره‌های ۲ و ۶ تصادفی است.

** این ارقام از روی ارقامی که مستقیماً از تجزیه خاک بدست آمده و در دو ستون آخر جدول بدون ستاره مشخص گشته اند محاسبه شده است.

مستقیم باشد طبق محاسبه مقدار غلظت خاك قبل از بارندگیهای بهمن ۳۱/۱ میلی موس در سانتیمتر $\left(۳۱+\frac{۲\times۶}{۱۱۸}\right)$ و پس از پایان آن ۶/۶ ۲ میلی موس در سانتیمتر $\left(\frac{۲\times۲۳}{۱۱۸}=۲۷\right)$ میباشد یعنی در اثر ۵۷/۸ میلیمتر بارندگی متناوب در طول ۲۳ روز شوری خاك باندازه ٤/٥ میلی‌موس در سانتیمتر از مقدار ابتدائی که نسبتاً زیاد بوده (۳۱/۱ میلی موس در سانتیمتر) تنزلی نموده است که این مقدار ۱٤/٥ درصداصلاح محلول‌خاك‌میباشد . از طرف دیگر غلظت اصلاح خاك بهنگام شروع بارندگی‌های فروردین ۳۰/٥ میلی‌موس درسانتیمتر $\left(۲۹+\frac{۲\times۸۵/۳}{۱۱۸}\right)$ وپس‌ازپایان آن ۲٦/٤ میلی موس در سانتیمتر $\left(۲۷-\frac{۴\times۳۲/۵}{۱۱۸}\right)$محاسبه شدنتیجتا بانزول ٤۳/٤ میلیمتر باران‌درطول ۱۲ روز ٤/۱ میلی‌موس در سانتیمتر غلظت اصلاح تنزل نمود که برابره/۱۳ درصد اصلاح محلول خاك میباشد . ملاحظه میشود که باران حتی در مقادیر کم نیز در نمك زدائی‌خاك مؤثر استو هراندازه که مقدار آن‌بیشتر شود اصلاح بیشتری از اعماق خاك خارج مینماید .

۲ - ٤ - تغییرات غلظت اصلاح خاك در اثر شستشو در ماههای مختلف

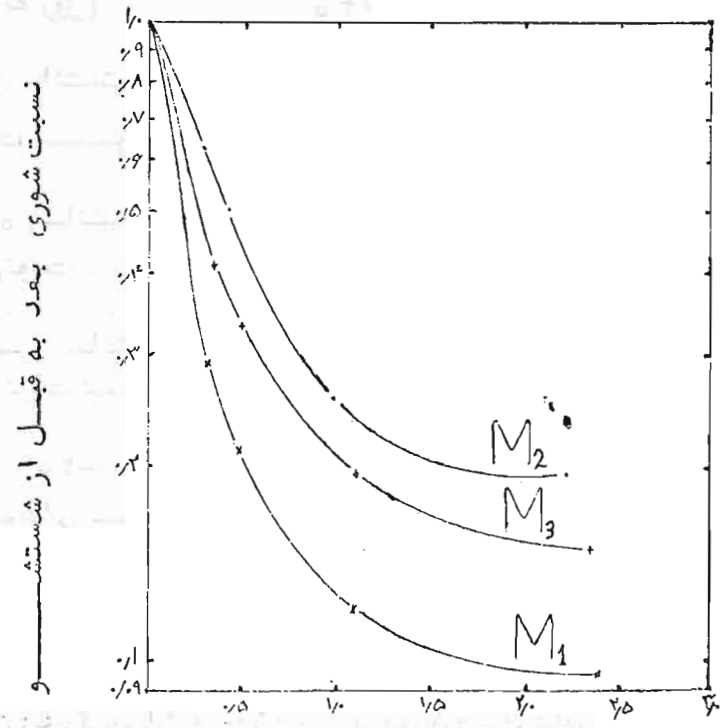
درهریك از ماههای بهمن ، اسفند وفروردین بطور جداگانه ٦٥ سانتیمتر آب در ٤ نوبت هفتگی وبمقدار ۲سانتیمتر در نوبت اول و۱٥ سانتیمتر در نوبتهای بعدی به کرتهای هرتریتمان شستشو داده شد وغلظت اصلاح خاك قبل وبعد از شستشوهای تکرارهای هرتریتمان اندازه‌گیری شد. جدول (٦) نشان میدهد که غلظت اصلاح در این سه ماه بیك نسبت تنزل ننموده‌اند ودر تریتمان شستشوی بهمن شدت تنزل بیشتر ودر تریتمان شستشوی اسفند کمتر از بقیه بوده است.

اختلاف راندمان شستشو در ترتیمانهای M1 , M2 , M3 با رسم تغییرات Ce / Co نسبت به D p/ Da مشخص‌تر میشود Ce , Co غلظت‌عصاره اشباع خاك فاصله سطح زمین تاعمق‌موردنظر قبل‌و بعد از شستشو وDa , Dp بترتیب عمق آب فرورو از عمق مورد نظر خاك‌وفاصله سطح زمین تا آن‌عمق خاك میباشند). شکل (۱) نیز نشان میدهد که بیشترین راندمان‌به‌ترتیمان شستشوی‌بهمن و کمترین‌به‌ترتیمان شستشوی اسفندمربوطاندوترتیمان شستشوی فروردین دارای‌راندمانی‌مابین‌دو راندمان‌دیگر میباشد. تفاوت‌جدول (٦)وشکل(۱)در نشان‌دادن‌اختلاف‌راندمانهادر این‌است که‌در جدول (٦) راندمان تریتمانها برای ٦٥ سانتیمتر آب داده شده بسطح خاك محاسبه شده است ودر شکل (۱) این‌راندمانها برای آبی که در طول شستشو ازهر عمق‌گذشته محاسبه شده است. بنابراین در این شکل رطوبت‌های متفاوت خاك قبل از هر نوبت شستشوی هر ترتیمان درنظرگرفته شده است. بهرحال راندمان شستشو در سه ماه بهمن ، اسفند وفروردین سال آزمایش با یکدیگر یکسان نبوده ومیزان تغییرات آنها بترتیب ماه بستگی نداشتند. جهت‌بررسی علل تغییرات میبایستی

جدول ٦ ــ تنزل غلظت املاح خـــاك در اثر شستشـــــو

عمق خاك (سانتیمتر)	ترتیمان شستشو در بهمن (M_1)			ترتیمان شستشو در اسفند (M_2)			ترتیمان شستشو در فروردین (M_3)		
	شوری (میلی موسر رسانتیمتر)		نسبت تنزل	شوری (میلی موسر رسانتیمتر)		نسبت تنزل	شوری (میلی موسر رسانتیمتر)		نسبت تنزل
	قبل ازشستشو	بعد ازشستشو		قبل ازشستشو	بعد ازشستشو		قبل ازشستشو	بعد ازشستشو	
۲۵ــ۰	۳۴/۵	۳/۳	۱۰/۴۵	۲۷/۰	۵/۲	۵/۱۹	۲۹/۰	۴/۳	۶/۷۴
۵۰ــ۲۵	۳۱/۰	۴/۴	۷/۰۴	۲۷/۰	۷/۵	۳/۶۰	۲۸/۸	۷/۲	۴/۰۰
۱۰۰ــ۵۰	۳۱/۳	۱۰/۲	۳/۰۱	۲۷/۰	۲۰/۴	۱/۳۲	۲۸/۷	۱۳/۵	۲/۱۲
۱۵۰ــ۱۰۰	۳۰/۵	۱۳/۳	۲/۲۹	۲۷/۵	۲۴/۴	۰/۸۹	۳۰/۰	۱۷/۶	۱/۷۰

عوامل مؤثر در شستشوی خاکرا برای هرماه صرفنظر از ترتیب ماه مطالعه نمود. در قسمت ۱-٤ ملاحظه شد که بدون دادن آب بخاك تغییراتی در طول این سه ماه در املاح خاك پدید آمد. عوامل مؤثر در این تغییرات عبارت بودند اززنزول باران وصعود آب شور زیرزمینی که اولی باعث تقلیل و دومی ازدیاد املاح خاك میشود . قبلا تذکر داده شد که صعود آب زیرزمینی به رطوبت خاك فوقانی ودرنتیجه بمیزان تبخیر از سطح آزاد آب بستگی دارد. بعلت اختلاف زمانی تریتمانهای آزمایش سه عامل بارندگی ، رطوبت قبل از شروع شستشو ومیزان تبخیر آب از سطح تشتك در طول آزمایش سه تریتمان با یکدیگر متفاوت بودند که مقادیر آنها در جدول (۷) مشخص است. بغیر از این سه عامل سعی گردید که کلیه عوامل دیگر از قبیل مقدار آب آبیاری ، نحوه شستشو واحتیاطات لازم در طول این سه تریتمان مشابه یکدیگر باشند.



نسبت عمق آب فرو رو به عمق خاك

۱ــ منحنی نمك زدائی خاك تریتمانهای مختلف

با مراجعه بجدول (۷) ملاحظه میشود که عوامل بررسی شده در قسمت ۱-٤ در اینجا نیز در تغییرات املاح خاك بهمان صورت تأثیر میگذارند. نتایج جدول فوق را میتوان بصورت زیر خلاصه نمود :

الف ـ هرچه میزان بارندگی بیشتر باشد راندمان شستشو زیادتر است .

جدول ۷ــ عوامل متغییر تریتمانهای آزمایـــــــــش

عوامـــــــل	تریتمان شستشو در بهمن (M_1)	تریتمان شستشو در اسفند (M_2)	تریتمان شستشو در فروردین (M_3)
جمع بارندگی (میلیمتر)	۵۷/۸	—	۴۳/۴
متوسط تبخیر روزانه از تشتک کلاس (A) (میلیمتر در شبانه روز)	۲/۳۵	۵/۱۵	۴/۸۷
رطوبت عمق ۲۵ــ۰ سانتیمتری خاک قبل از شروع اولین نوبت شستشو (میلیمتر)	۳۳/۸۸	۴۷/۰۸	۴۲/۲۵
رطوبت عمق ۵۰ــ۲۵ سانتیمتری خاک قبل از شروع اولین نوبت شستشو (میلیمتر)	۸۵/۹۶	۱۰۰/۸۶	۹۷/۹۰
رطوبت عمق ۱۰۰ــ۵۰ سانتیمتری خاک قبل از شروع اولین نوبت شستشو (میلیمتر)	۲۳۸/۶۶	۲۵۷/۴۳	۲۵۰/۱۰
متوسط رطوبت عمق ۲۵ــ۰ سانتیمتری خاک قبل از شستشوهای سه نوبت بعدی (میلیمتر)	۹۷/۱۰	۸۱/۰۵	۹۰/۱۵

ب ـ هرچه میزان تبخیر آب در طول شستشو کمتر باشد راندمان شستشو زیادتر است.

ج ـ هرچه رطوبت اولیه وقبل از شروع شستشوی نوبت اول اعماق خاک کمتر باشد راندمان شستشو زیادتر است.

د ـ هرچه متوسط رطوبت قبل از شروع شستشوهای نوبتهای دوم ببعد بیشتر باشد راندمان شستشو زیادتر است.

نتیجه ردیف (ج) و(د) ظاهراً با هم تناقض هائی دارند. رطوبت قبل از شروع شستشوهای نوبت دوم ببعدمیبایست با رطوبت قبل از شروع شستشوی نوبت اول در راندمان شستشو دارای یکنوع تأثیر باشند لیکن عملا دیده میشود که تأثیر آنها در راندمان شستشو درجهت عکس یکدیگر است یعنی یکی راندمان را زیاد ودیگری کم مینماید. راندمان زیاد شستشو برای رطوبت کم قبل از شروع شستشو قابل توجیه میباشد و وجود رابطه‌ای بین آندو باثبات رسیده است. هرچه رطوبت خاک کمترباشد غلظت محلول خاک بیشتر است واز آنجا که غلظت زه آب برابرغلظت محلول خاک میباشد (مرجع ۶) در رطوبتهای کم خاک اصلاح بسرعت بیشتر شسته میشوند وهمراه زه آب از محیط خارج میشوند. بدین ترتیب وقتی رطوبت اولیه خاک کم باشد راندمان شستشو زیاد است (مراجع ۷ و۹). این موضوع نه تنها برای نوبت اول شستشو بلکه برای نوبتهای دوم ببعد نیز صادق است لیکن در نوبتهای دوم ببعد عوامل دیگری نیز بعلت تغییرات غیرمستقیم در راندمان شستشو تأثیر میگذارند که اثر ذکر شده رطوبت اولیه را در بعضی موارد تحت‌الشعاع قرار میدهند. مهمترین این عوامل

صعود آب شور زیرزمینی درطول دو نوبت شستشوی متوالی وایجاد شکاف در اعماق سطحی خاك است که در اثر تروخشك شدن خاك بوجود میآید. عدهای از دانشمندان ارتباط بین شدت تبخیر از سطح زمین عمق سفره آب زیرزمینی وشدت تبخیر ازتشتك‌را دنبال کرده‌اند ومشخص نموده‌اند که هرچه سفره آب زیرزمینی بسطح زمین نزدیك‌تر وشدت تبخیر آب از تشتك نیز زیادتر باشد جریان بیشتری از آب زیرزمینی بسطح زمین صعود مینماید (مراجع ٤ ، ٥ و ١٠) در اثر خشك شدن خاکهای سنگین در خاك سطحی شکافهای فراوانی پدید میآید. این شکافها قسمتی از آب آبیاری را بدون شرکت دادن درعملیات شستشو از خود عبور داده وراندمان شستشوی خاك را تقلیل میدهند (مرجع ٢).

کمی رطوبت خاك بهنگام شستشوگرچه باعث میشود که املاح بیشتری از خاك خارج‌گردد لیکن در بین نوبتهای مختلف شستشو باعث برگشت مقداری املاح ازطریق صعود آب زیرزمینی بخاك شسته شده نیز میشود وبدین ترتیب‌قسمتی از تأثیر عملیات شستشو خنثی میگردد. بطور ساده میتوان‌گفت که شدت تبخیر آب وبالنتیجه خشکی اولیه خاك بدو صورت برروی شستشو تأثیر میگذارد .

الف ـ ازدیاد راندمان شستشو با خارج شدن املاح بیشتر از خاك ، رهر مرتبه شستشوی متناوب.

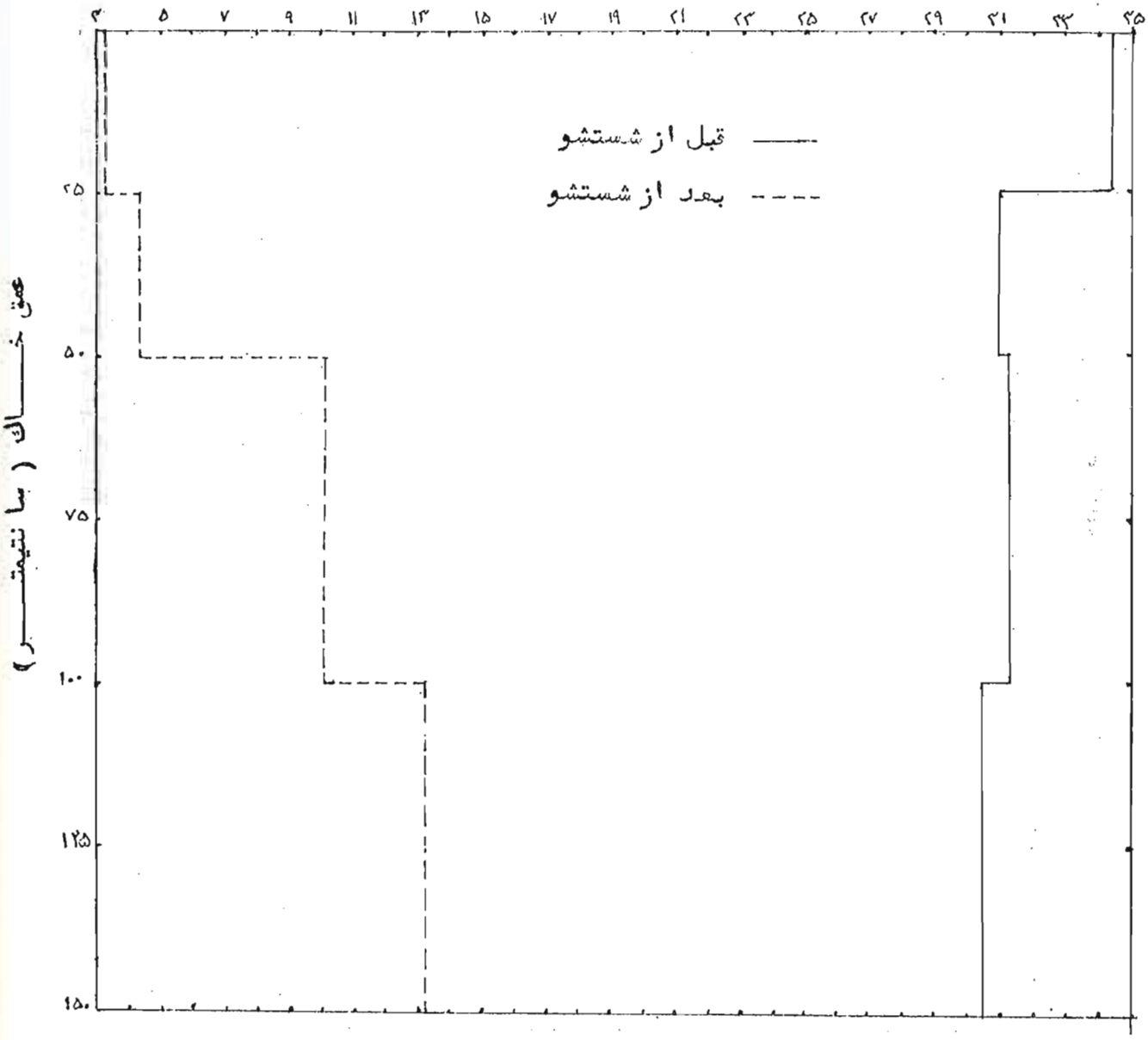
ب ـ تقلیل راندمان شستشو در اثر برگشت نمك با صعود آب شور زیر زمینی و ایجاد شکافهای خاك سطحی بین دو نوبت شستشو . ترتمان M_1 باکمترین تبخیر روزانه نسبت بدوترتمان دیگر بیشترین رطوبت قبل‌از شستشوهای‌نوبت ٢ و ٣ و ٤ و ١ دارد که باعث میشود املاح کمتری از اعماق خاك در شستشوهای نوبت دوم ببعد همراه آب ثقلی خارج شود لیکن باید در نظر داشت که‌در ترتمان M_1 املاح کمتری نسبت‌بسایر ترتمان‌ها از سفره آب‌زیرزمینی‌بخاك بازگردانیده میشود. تفاوت بین‌مقدار نمك‌زدائی و نمك‌گیری خاك‌در ترتمان M_1 زیاد و در ترتمان M_2 کم‌است‌وهمچنین تفاوت باعث بوجود آمدن راندمانهای متفاوت برای این دو ترتمان شده است .

جدول برـ مقایسه راندمان شستشوی ترتمانهای مختلف

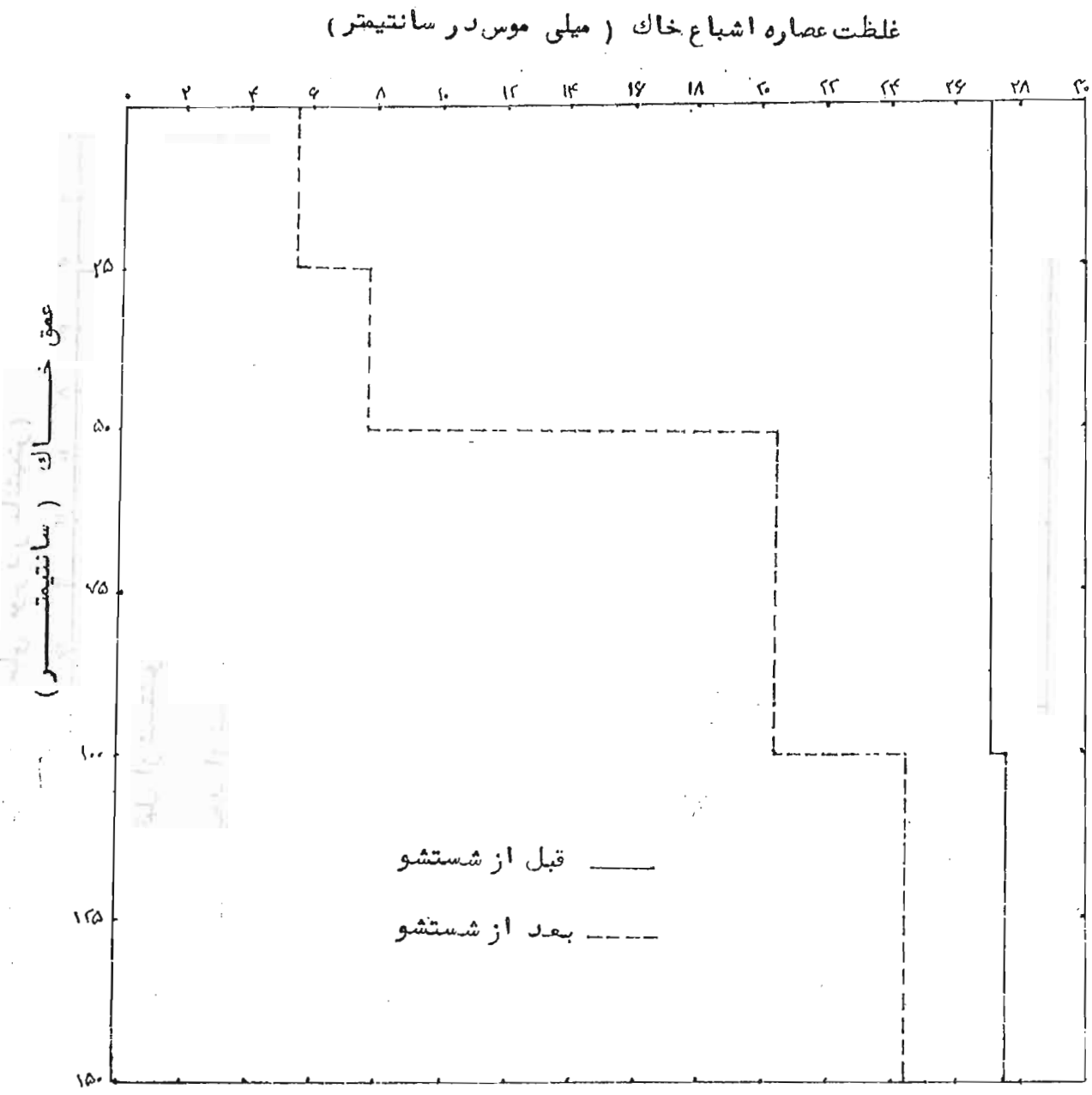
نسبت ترتمانها	عمق خاك (سانتیمتر)				
	٠ـ٢٥	٢٥ـ٥٠	٥٠ـ١٠٠	١٠٠ـ١٥٠	٠ـ١٥٠
$\frac{M_1}{M_2}$	٢/٠١	١/٩٥	٢/٣٠	٢/٠٤	٢/١١
$\frac{M_1}{M_3}$	١/٥٥	١/٧٦	١/٤٤	١/٣٤	١/٤٨
$\frac{M_3}{M_2}$	١/٣٠	١/١١	١/٦٠	١/٥١	١/٤٤

با مراجعه بجدول (٨) ملاحظه میشود که‌راندمان شستشوی M_1 بیشتر و M_2 کمتر ازهمه میباشد نسبت این راندمانها درصورتیکه شستشوی M_2 را مأخذ قرار دهیم برای $M_3M_2M_1$ بترتیب ٢/١١ و ٠/١و ١/٤٤ میباشد . این‌اعدادمشخص مینماید که‌بامقدار مساوی عرضه آب‌وطریق‌یکسان شستشو،ترتمان M_1نسبت‌به‌ترتمان M_2 املاح‌خاك‌را بیش از دوبرابر تقلیل میدهد و این تفاوت قابل ملاحظه‌ای در راندمان شستشو میباشد که میبایست بهنگام طرح برنامه شستشو آنرا در نظر گرفت .

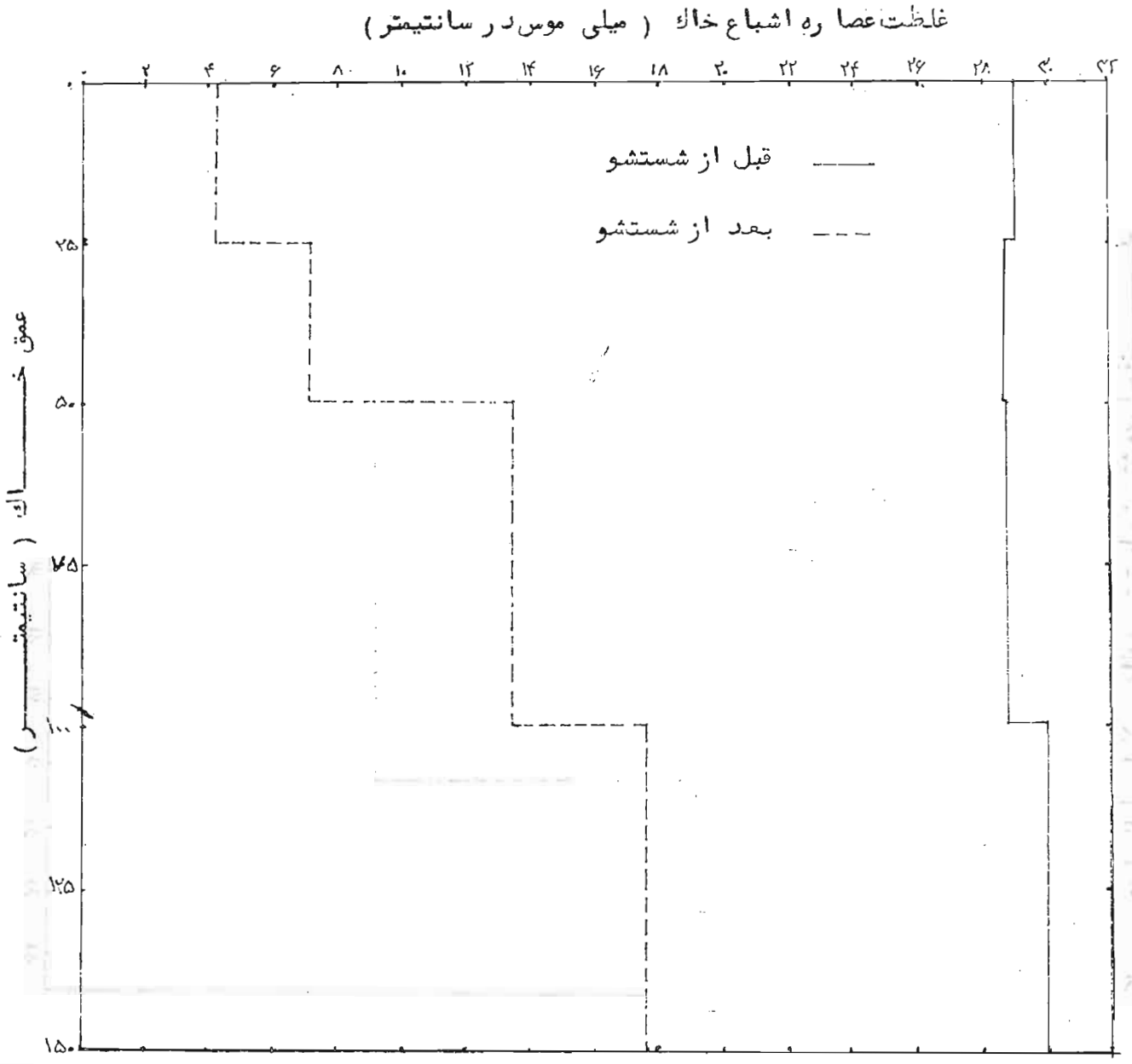
شکلهای (١) و (٣) و (٤) غلظت‌املاح‌اعماق‌مختلف‌خاك ترتمانهای‌مختلف‌را قبل‌و پس از شستشو نشان‌میدهد. مقایسه این اشکال با یکدیگر تفاوتهای ترتمانهای‌مختلف را بوضوح روشن مینماید . شکل (٣) کاملامشخص مینماید



شکل ٤ • تنزل غلظت املاح خاك در ترتمان شستشوی بهمن



شکل ۵ . تنزل غلظت املاح خاك در تز تیمان شستشوی اسفنـــــــد



شکل ٦ . تنزل غلظت املاح خاك در ترینمان شبستشوی فروردین

که ترتیمان M_2 تأثیر چندانی در نمک زدائی اعماق پائین خاك که نزدیک سفره آب زیر زمینی‌اند نداشته است در حالیکه با روش شستشوی مشابه ولی در زمانی که میزان تبخیر آب و در نتیجه صعود آب زیر زمینی کمتر بوده املاح اعماق پائین‌خاك نیز شسته شده واملاح آب بمقدار زیاداز پروفیل‌خاك خارج گردیده است. گرچه تفاوت در نمک زدائی اعماق خاك در این شکلها بوضوح دیده میشود لیکن طئق جدول (۸) نسبت تقلیل املاح ترتیمانهای مختلف بیکدیگر در کلیه اعماق تقریبا ثابت است .

تبلا در مبحث (۱ - ۳) بحث شد که طبق ارقام موجود چهار عامل بر روی نمک زدائی خاك بهنگام شستشو با باران مؤثرند . میزان بارندی ، میزان تبخیر از طشتک ، رطوبت اولیه خاك قبل از شستشوی اول و رطوبتهای اولیه‌خاك قبل از شستشوهای نوبت دوم ببعد . اولین عامل به میزان باران و دومین تا چهارمین مستقیم و یا غیر مستقیم به میزان تبخیر از طشتک بستگی دارند . با مراجعه نتایج مبحث(۱ - ۳) میتوان تأثیر بارندگی و تبخیر از طشتک را برروی تغییرات نمک خاك در طول شستشو با انجام فرضیاتی از یکدیگر تفکیک نمود . طبق نتایج‌مبحث فوق‌الذکر باران بهمن ۱٤٥/. و باران فروردین۱۳٤/. املاح را از خاك ترتیمانهای بدون شستشو خارج نموده‌اند بعبارت دیگر املاح باقیمانده در خاك پس از دوره بارندگی بهمن۸۰۰/. و بدنبال دوره بارندگی فروردین ۸٦٦/. املاح اولیه خاك(قبل از شروع بارندگی هردوره) بوده‌اند .

جدول شماره (۹) نسبت غلظت املاح اعماق خاك در پایان شستشو را به‌غلظت املاح اولیه خاك ترتیمانهای مختلف پس از حذف تأثیر بارندگی نشان میدهد . در تهیه این جدول فرض گردیده که کلیه مقدار بارندگی در ابتدای هرماه نازل شده است تا بدین ترتیب ساده تر بتوان این تأثیر را حذف نمود .

جدول ۹ــ نسبت غلظت املاح خاك درپایان شستشو به غلظت املاح اولیه خاك پس ازحذف تاثیربارندگی

ترتمان	عمق خاك (سانتیمتر)			
	۰ــ۲۵	۲۵ــ۵۰	۵۰ــ۱۰۰	۱۰۰ــ۱۵۰
شستشود ربهمن (M_1)	۰/۱۱۱	۰/۱۶۶	۰/۳۸۰	۰/۵۱۴
شستشود راسفند (M_2)	۰/۱۹۰	۰/۲۷۷	۰/۷۶۰	۰/۸۹۰
شستشود رفروردین (M_3)	۰/۱۷۳	۰/۲۸۹	۰/۵۴۳	۰/۶۸۲

جدول ۱۰ــ براساس جدول ۸ــ وباحذف تاثیربارندگی تهیه گردیده است دراین جدول ملاحظه میشود حتی زمانیکه بارندگی وجود نداشته باشد راندمان M_1 حدود ۱/۸ برابر M_2 و ۱/۴۷ برابر M_3 است.

جدول ۱۰ــ مقایسه راندمان شستشوی ترتمانهای مختلف پس ازحذف تاثیربارندگی

نسبت ترتمان	عمق خاك (سانتیمتر)				
	۰ــ۲۵	۲۵ــ۵۰	۵۰ــ۱۰۰	۱۰۰ــ۱۵۰	۰ــ۱۵۰
$\frac{M_1}{M_2}$	۱/۷۱	۱/۶۷	۲/۰۰	۱/۷۳	۱/۸
$\frac{M_1}{M_3}$	۱/۵۶	۱/۷۵	۱/۴۳	۱/۲۳	۱/۴۷
$\frac{M_3}{M_2}$	۱/۱۰	۰/۹۶	۱/۴۰	۱/۳۰	۱/۲۴

برای عمق ۰ــ۵۰ سانتیمترسطح زمین تفاوتی بین راندمان M_2 و M_3 نیست ولی برای اعماق پائین ترونزد یکتربسفره آب زیرزمینی ترتمان M_3 راندمانی حدود ۱/۳۵ برابر M_2 دارد. دلیل این موضوع بامراجعه متوسط تبخیروزانه ماههای اسفند وفروردین سال آزمایش مشخص میشود. دراسفند (ترتمان M_2) آب بمیزان بیشتری نسبت به

فروردین (ترتمان M_3) تبخیر شده در نتیجه میزان بیشتری از آب شور زیرزمینی در فاصله بین نوبتهای شستشوی متناوب بخاك شسته شده صعود نمودو اصلاح خودرادر آب خاك جا گذاشت. متوسط تبخیر روزانه آب از تشتك کلاس A در بهمن سال آزمایس ۲/۳۵ در اسفند ۵/۱۰ و در فروردین ٤/۸۷ میلیمتر اندازه‌گیری ومحاسبه‌شد . ازمقایسه ارقام راندمانهای جدول (۱۰) با متوسط تبخیر روزانه ماههای فوق ملاحظه‌میشود که بهمین باحداقل تبخیر روزانه حداکثر راندمان واسفند با حداکثر تبخیر روزانه (نسبت به دوماه دیگر سال) حداقل راندمان شستشوی را داشته است . بطور کلی برای سه ترتمان فوق هرچه میزان تبخیر کمتر باشد راندمان شستشو ی متناوب هفتگی خاك بیشتر است .

منابع مورد استفاده

۱ - جواهری پرهام ۱۳۵۳ فعالیتها و بررسی مرکز تحقیقات اصلاح خاك آهوچر مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاك (درحال انتشار)

2. Boumans, J.H. 1963. Some principles governing the drainage and irrigation of saline soils. P. 83–95. In P.J. Dieleman (ed.) Reclamation af salt affected soils in Iraq. International Institute for Land Reclamation and improvement. Wageningen. Puble. No. II.
3. Elgabaly, M.M. 1971. Reclamation and management of salt affected soils. Salinity Seminar Baghdad FAO Irr. Drain. Paper No. 7. p. 50–79.
4. Feddes, R. A. 1968. The use of lysimeter data in the detemention of capillary rises, available water and actual evapotranspiration on three soil profiles. Proc. Reg. Training Seminar Agrometeor. Wageningen. p. 107–124.
5. Gardner, W.R., and M. Fireman. 1958. Laboratory studies of evaporation from soil columns in the presence of watertable. Soil Sci. 85:244–249.
6. Javaheri, P. 1974. Factors affecting the initial effluent of soils in relation to soil water. M.Sc. dissertation. Pahlavi University . Shiraz . Iran . 631 .
7. Keller, J., and J.E. Alfaro. 1966. Effect of water application rate on leaching. Soil sci. 102:107–115.
8. Nielsen, D.R.,J.W. Biggar, and J.N. Luthin. 1966. Desalinistion of soils under controled unsaturated flow conditions. 6th Intern. CongressIrr. Drain., New Dehli. 19,15–24
9. Sallam, A.W.M. H. 1966. Leaching and reclamation equation for saline soils, phD dissertation . Utah State University, Logan Utah. 9 Ip.

0. Talsma, T. 1963. The Control of saline groundwater . Med Landhouwhogesehool. Wageningen, The Netherland .63. 10.

SUMMARY

Experiments were carried out in Ahochar (silty clay loam soil and average E.C. of 30 mhos/cm with a depth of water table of 150cm), to determine the effect of metreological factors on the efficiency of alternate leaching in Bahman, Esfand and Farvardin.

Flactuations of salt concentration due to rainfall and upward movement of saline ground water were studied within three months and it was determined that;

Because of 58 mm. rainfall in four alternate intervals within 23 days the soil salinity was decreased by 13.5 percent in Bahman. During Farvardin 43.5 mm rainfall in three alternate intervals within 12 days decreased the soil salinity by 13.5 percent. As there was no rainfall in Esfand upward capillary movement of ground water counted for increased concentration of the soil salinity. The salt increase was found to be 6.2% of the initial amount which was caused due to evaporation from soil surface in 21 days, where mean evaporation from class A pan was 5.6mm.

Leaching the soil with 65cm. of water in four weekly intervals (20cm in first and 15 cm in other intervals) in Bahman, Esfand and Farvardin showed that leaching efficiency in Bahman and Farvardin were 211% and 144% more than Esfand respectively. The reason was the effect of rain and moisted soil conditions perior to first and later leaching intervals.

Differences in leaching efficiency with soil moisture before the first and other intervals is due to the upward movement of saline ground water in soils with little moisture content.Less soil moisture content increases the leaching efficiency but, upward capillary movement of ground saline water causes the leached salts to come up which effects leaching efficiency negatively.

Leaving aside the rain effects on leaching efficiency of various treatments, the effect of soil moisture content which inturn is itself depending on evaporation from free surface, it was found that leaching efficiency in Bahman was 180 and 174 percent greater than that in Esfand and Farvardin respectively. The reason was less daily evaporation in Bahman 1349 (2.35mm) as compared to the evaporation in Esfand (5.15mm) and Farvardin (4.87 mm) in the same year.

سؤالات مطرح شده در سمینار

سئوال ۱ ـ درحالت شستشو رطوبت خاک بایستی درحدود ظرفیت زراعی باشد. لذا خشکی بمعنای مطلق همیشه مفید نیست وایجاد شکاف درسطح خاک دراثر همین خشکی خاک است.

جواب ـ درطول هر نوبت شستشو وپس از عبور مقداری آب از پروفیل خاک رطوبت به حدود ظرفیت زراعی میرسد (مرجع شماره ۲) ولی قبل از شستشو هیچ لازم نیست که رطوبت خاک حدود ظرفیت زراعی باشد (مرجع شماره ۷). هرچه رطوبت قبل از شستشوی خاک کمتر باشد از آنجا که غلظت زه آب اولیه بیشتر خواهد شد راندمان مراحل اولیه شستشوی خاک نیز زیادتر میگردد (مراجع شماره ۶ و۷). در شستشوی متناوب سعی میشود از مراحل اولیه شستشو که دارای راندمان بیشتری است استفاده شود وهمینکه راندمان شستشو روبتقلیل گذاشت شستشو را قطع نموده ومیگذارند تاخاک دوباره خشک وآماده شستشوی نوبت بعدی شود. همانطورکه در متن مقاله ذکر شده در نقاطی که سفره آب شور زیرزمینی بالاست خشکی خاک ازنظر صعود آب زیرزمینی اثرمعکوس نیز بهمراه دارد. در این نقاط رطوبت قبل ازهرنوبت شستشوی خاک میبایست رقمی مابین دوحد نهائی خشکی ورطوبت خاک باشد بطوریکه در آن رطوبت اثر منفی خشکی ورطوبت خاک کم ومجموعهٔ این اثرات متضاد حداقل ممکن باشد یعنی حداکثر غلظت زه آب وحداقل صعود آب زیرزمینی را بهمراه داشته باشد. در مورد تأثیر خشکی در ایجاد شکاف درسطح خاک میبایست گفته شود که شکافهائی که در سطح بعضی خاکها درطول دو نوبت تناوب بوجود میآید غالبا سطحی است وبنظر میرسد که این شکافها نه تنها راندمان شستشو را پائین نمیآورند بلکه آنرا افزایش نیز میدهند چون دراثر وجود این شکافهای سطحی ، آب شیرین بدون آنکه شور شود در اختیار عمقی کمی پائین تر از خاک سطحی که این عمق محل رشد ریشه اکثرگیاهان زراعی است قرار میگیرد واصلاح بیشتری از این عمق خارج مینماید. بدون وجود شکافها ، آبی که بعمق ناحیهٔ ۲۰ـ۴۰ سانتیمتری خاک میرسد زه آب عمق بالاتر است وجهت شیرین کردن این عمق لازمست که مقادیر زیادی آب از لایه اول بگذرد تازه آب آن شیرین شده بتواند اصلاح لایهٔ دوم را بحد مورد نظر تقلیل دهد. اضافه میشود که مقالاتی وجود دارد که در آنها از تئوری اتلاف قسمتی از آب شستشو وسیله شکافها وکم شدن راندمان شستشو صحبت شده است ولی نظریه این مقالات که همگی ازیک مرجع (مرجع شماره ۲) استفاده نموده‌اند هیچکدام مبنای تجربی برروی خاک را ندارند وبا پیدایش نظریه جدید لازمست که عملا اثر شکافها برروی راندمان شستشوی اعماق مختلف خاک بررسی گردد.

سئوال ۲ ـ چرا در منحنی‌ها عدد هدایت الکتریکی ثابت شده را دخالت نداده‌اید .

جواب ـ دخالت عدد هدایت الکتریکی ثابت شده در منحنی شستشوی خاک از طرف بوومن در خاکهای عراق پیشنهاد شد (مرجع شماره ۲) وتوسط سایر هلندیها تعقیب گردید. در مقالات دانشمندان آمریکائی از این عدد استفاده چندانی نشده است. استفاده از این رقم درصورتیکه آب آبیاری شور باشد طبق فرمولهای زیر بنظر میرسد که از جهت حذف تأثیر شوری آب در منحنی شستشو مفید باشد. فرمولهای زیر که در اکثر مراجع هلندی یافت میشود نشان میدهد که با دخالت دادن شوری آب آبیاری درصورت ومخرج نسبت شوری انتهائی آب یک ظرف به شوری ابتدائی آن رابطه بصورت لگاریتمی درآمده ومنحنی آن برای کلیه کیفیتهای آب آبیاری بصورت یکسان میباشد. $-Q/V$

فرمول تغییرات غلظت آب داخل یک ظرف دراثر اضافه‌شدن آبی بغلظت Ci بآن $\frac{Ce - Ci}{Co - Ci} = e$

$$\frac{Q}{V} = -۲/۳ \log \left(\frac{Ce - Ci}{Co - Ci} \right)$$

در این فرمولها Q عمق ویاحجم فاضل آب ، V عمق یاحجم ظرف ، C_e شوری آب ظرف بعد از امتزاج C_o شوری آب ظرف قبل از امتزاج C_i شوری آب آبیاری و$\log$ علامت لگاریتم در پایه ده میباشد. آزمایشات متعددی که برروی خاک انجام گرفته نشان داده‌اند که حتی اگر تأثیر غلظت آب آبیاری را از صورت ومخرج کسر غلظت بعد از شستشوی خاک به غلظت قبل از شستشو کم نمائیم منحنی‌های شستشو با کیفیتهای مختلف آب برروی یک نوع خاک روی یکدیگر

قرار نمیگرند. اصولا تلاشهای زیادی بعمل آمده که منحنی شستشو را برروی کاغذهای نیمه لگاریتمی که منطبق با فرمول فوق است رسم نمایند ولی هیچکدام از این منحنی‌ها برخلاف فرمول بصورت خط مستقیم درنیامد واین امر نشان داد که فرمولهای تهیه شده از جابجائی آب در مدلها وظروف نمیتواند بطور دقیق نمایانگر حالات جابجائی محلول خاک در خلل وفرج خاک باشند. بنابراین دخالت دادن عدد هدایت الکتریکی ثابت شده در رسم منحنی نمک زدائی خاک نه تنها نمیتواند مسئله را ساده‌تر نماید بلکه تعیین مقدار این عدد مشکل بوده واستفاده از آن از سادگی کاربرد منحنی میکاهد. علاوه بربحث فوق باید اضافه نمود که در آزمایش مورد بحث این مقاله غلظت آب آبیاری کم وحدود ۱۰۰۰ میکروموس در سانتیمتر بود که درنتیجه عدد هدایت الکتریکی ثابت شده حدود ۰/. میلی‌موس در سانتیمتر میگردید ودخالت این رقم کوچک در ارقام محور قائم شکل شماره یک تغییر چندانی درشکل منحنی‌ها و روابط آنها با یکدیگر که مورد نظر این آزمایش بوده است بوجود نمیآورد.

سؤال ۳ ـ نسبت هدایت الکتریکی خاك قبل و بعدازشستشو برای چه عمقی گرفته‌اید و منحنی نمک‌زدائی خاك را چگونه رسم نموده‌اید . ؟

جواب ـ نسبت هدایت الکتریکی تغذیه قبل از شستشو که در شکل شماره یک از آن استفاده‌گردید و برای‌چهار عمق گرفته شده است این ٤ نوع عبارتند از (۲۰-۰) ، (۵۰-۰) ، (۱۰۰-۰) و (۱۵۰-۰) سانتیمترسطح زمین محاسبه مقادیر شوری خاك برای هریک از این اعماق در شرایط قبل از شستشو از جدول شماره ٦ ساده است بدین طریق که شوری عمق (۵۰-۰) سانتیمتر از متوسط شوری اعماق (۲۰-۰) و (۵۰-۲۰) حاصل استمیشودوشوری‌عمق(۱۰۰-۰) از متوسط شوری اعماق (۵۰-۰) و (۱۰۰-۵۰) و شوری عمق (۱۵۰-۰)سانتیمتر از متوسط شوری اعماق (۵۰-۰) ، (۱۰۰-۵۰) و (۱۵۰-۱۰۰)سانتیمتر حاصل میشود وقتی محاسبه برای اعماق (۲۰-۰) ، (۵۰-۰) ، (۱۰۰-۰) و (۱۵۰-۰) سانتیمتر انجام گرفته باشد رسم منحنی نمک زدائی خاك ساده است چون امکان محاسبه عمق آبی که از هریک از این اعماق میگذرد وجود دارد و میتوان نسبت عمق آب فرورو به عمق خاك را برای هریک از این ٤ عمق محاسبه نمود و منحنی را رسم کرد .

سؤال ٤ ـ در مورد بالا آمدن و پائین رفتن سفره‌آب زیرزمینی مسئله ساختمان قسمت خاك زیرین مهم است ودیگری مسئله شرایط کشت و کار میباشد .

جواب ـ ضمن تأیید مطالب‌فوق اضافه‌مینماید که تغییرات عمق‌سفره آب زیرزمینی‌بعوامل‌چندی بستگی‌دارد که‌بحث در مورد آنها خارج از موضوع این مقاله است ولی آنچه در اینجا مهم است عمق سفره آب زیر زمینی میباشد هرچه عمق سفره کمتر باشد تأثیر صعودوئینگی‌آب شور زیر زمینی در شرایط یکسان آزمایش‌بیشتر است (مرجع شماره ٤) وقتی‌عمق سفره از حد معینی بیشتر شد میزان تبخیر آب زیرزمینی از سطح بصفر میرسد و در نتیجه میزان تأثیر شوری سفره آب زیر زمینی در تغییرات املاح خاك سطحی نا چیز است .

سؤالات ۵ ـ آیا ازنتیجه این آزمایشات در مکانهای دیگری میتوان استفاده کرد یا خیر ؟ .

جواب ـ آزمایشاتی که برروی نقش شستشوی متناوب در نک‌زدائی خاك در نقاط مختلف دنیا انجام شده دارای نتایج کم و بیش یکسانی است و این امر نشان میدهد که نتایج بدست آمده از شستشوی متفاوت منطقه‌ای نیست وی‌در مورد نتایج‌بدست آمده‌از این آزمایش درباره رابطهٔ‌میزان تبخیر از سطح تشتک و میزان‌راندمان شستشوی‌متناوب‌باید آزمایشات بیشتری آنجام پذیرد تاچگونگی این‌رابطه برای عمقهای مختلف‌سفره آب زیرزمینی و کیفیت‌های مختلف‌آب‌زیر زیر زمینی و بافتهای مختلف خاك مشخص شود . در آزمایش مورد بحث این گزارش تنها تأثیر سه مقدار تبخیر از سطح تشتک برروی راندمان شستشوی متناوب خاك برای خاك سلیسی گلی سوم آهوچر با سفره زیر زمینی بعمق ۱۵۰ سانتیمتر و شوری ۶۴۰۰ میکروسوس در سانتیمتر بررسی شده است . مسلما برای توصیه در مکانهای دیگر میبایست آزمایشات مشابهی در خاکهای دیگر و اعماق و شوریهای مختلف سفره آب زیر زمینی و برای میدانی وسیعتر تغییرات میزان تبخیراز سطح تشتک انجام داد تا چگونگی روابط بین عوامل(که برای هر منطقه متفاوت است) قبلا معین‌گردد . چه‌بسا که‌در بعضی شرایط نتیجه کاملا عکس‌باشد مثلا با استفاده از نظریه هائی که در این گزارش از آنها استفاده شده از هم‌اکنون

میتوان حدس زد که در مکانهائی که سفره آب زیرزمینی بسیار پائین باشد در صورتیکه در انتخاب میزان آب داده شده در هرنوبت شستشو وفاصله بین دونوبت شستشو دقت کافی بعمل آید راندمان شستشوی متناوب در ماههای باشدت زیادتر بیشتر خواهد بود .

سئوال ٦ ـ آیا درآزمایشات با کشت نباتات مختلف زراعی وتولید محصولات کشاورزی ارزشیابی اقتصادی امکان استفاده ازآبهای شور وخاکهای شور بعمل آمده است ؟

جواب ـ مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك آزمایشات متعددی جهت امکان استفاده از آبهای شور وخاکهای شور در زراعت نباتات مختلف زراعی وتولید محصولات کشاورزی انجام داده است وآزمایشات متعددی نیز دراین زمینه در برنامه سالهای آینده‌گروههای مختلف بررسیهای خاك وآب مؤسسه است . نتایج این آزمایشات در نشریات موسسه منعکس است .

تحقیقات آبیاری قطره‌ای در ایران

مؤسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاك

سالار افصح محلاتی

مقدمه :

مسئله کمبود آب در مناطق خشک ونیمه خشک مانند ایران یکی از فاکتورهای محدود کننده کشاورزی است با توجه به میزان تبخیر سالیانه که بطور متوسط در مناطق مختلف مملکت حدود ۱۵۰۰ میلیمتردرهرسال‌میباشد ملاحظه میگردد که‌بارندگیهای سالیانه نمیتواند جبران تبخیررابنماید.دراکثر نقاطمیزان بارندگی‌در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر بوده که اکثراً در فصل زمستان و بهار میباشد . عدم پراکنش مناسب‌بارندگی حتی دراین دوفصل نیز سبب میگردد که در زراعات مختلف آبیاری انجام‌گیرد . باآنکه در بعضی نقاط از نظر منابع آب‌محدودیت‌چندانی نیست‌لیکن باتوجه‌بسطح قابل‌کشت لزوم بررسیهائی را درمورد استفاده صحیح از آب را مسلم میسازد .

در روشهای معمولی آبیاری (سطحی) ازکل میزان آب مورد استفاده تنها حدود ۲۵درصد به مصرف‌گیاه میرسد. میزان ۷۵ در صدآب از دست رفته اکثراً دراثر پراکنش درحین انتقال مصرف غیر صحیح آب در مزرعه وپائین بودن راندمان آبیاری است . بطورکلی تجربیات نشان‌میدهد که درطول یک هزار متر کانال خاکی خوب ۵۰ در صد از آب از دست خواهد رفت . آبیاری تمام سطح مزرعه خود باعث رشد علفهای هرز وایجاد مسائلی دراین مورد مینماید .

در روش آبیاری سطحی به علت محدودیتهای آن نمیتوان بطور دائم‌رطوبت لازم را دراختیار نبات قرار داد . زیرا باتوجه به تئوریهای مختلف حداکثر ۲ تا ۳ روز پس‌از آبیاری میزان رطوبت خاك بیشتر ویامساوی حد ظرفیت مزرعه است وپس ازآن‌گیاه جهت جذب‌آب‌مجبوربه صرف انرژی میباشد که این عمل خود سبب کاهش‌دررشد وعملکردخواهدبود

مسئله فوق در مورد اکثرگیاهان صادق بوده وآزمایشات مختلف‌آنرا تائید نموده البته لازم به تذکر است که‌در بعضی از مراحل رشدایجاد حالت خشکی موقت در بعضی ازگیاهان مفید میباشد .

مدت زمانی است که روشهای مختلف آبیاری به منظور استفاده بیشتر از آب ومصرف صحیح ترآن ارائه‌گردیده است دراکثر روشهای جدید سعی‌گردیده است ازاتلاف آب درحین انتقال جلوگیری نموده وبهتر آب تحت اختیار نبات قرارگیرد استفاده از لوله‌های دریچه‌دار قدمی در راه بهترکردن روشهای آبیاری سطحی است . روش آبیاری بارانی که از چندین سال قبل درکشور ارائه‌گردیده ودربعضی نقاط مورد استفاده قرار میگیرد یکی از طرق پیشرفته‌آبیاری میباشد ، بوسیله این روش میتوان آب را تاحدود زیادی بطور یکنواخت‌به تمام سطح مزرعه رساند همچنین میتوان بامقادیرکم‌آب درهر

نوبت آبیاری نمود . این روش در مزارعی که خاك آنها قدرت نفوذ پذیری خوبی نسبت به‌آب داشته ومیزان باد زیاد نمیباشد نتایج مطلوبی داده است اگرمحدودیتهای آبیاری بارانی را بررسی نمائیم ملاحظه میگردد که در بسیاری ازمناطق کشور استفاده ازاین روش بطورکامل به حل مسئله آبیاری کمک‌زیادی نمینماید . یکی از محدودیتهای روش آبیاری بارانی عدم امکان استفاده ازآبهای شور است بدین معنی که بخصوص در صیفی جات که آب برروی سطح برگ‌پاشیده میگردد سبب تجمع نمک درسطح برگ شده وگیاه ازبین‌خواهد رفت . بالارفتن رطوبت محیط‌دراثر استفاده ازآبیاری بارانی خود سبب‌گسترش برخی آفات وامراض میگردد . لیکن بطورکلی میتوان چنین‌اظهار نظر نمود که برای محصولاتی مانند یونجه روش بسیار مناسبی است .برخی تجربیات در مناطق خشك در ممالك دیگر نشان داده است که نتایج‌حاصله از آبیاری بارانی بهتر از آبیاری سطحی نبوده است مسئله قابل توجه‌دیگر استفاده از روش آبیاری بارانی درکشور بدون داشتن اطلاعات کافی‌ازآنست که خود تاحدود زیادی به عدم قبول این روش از طرف زارعین کمك نموده است .

روش آبیاری قطره‌ای ازنظر فلسفه کلی بمعنای رسانیدن آب ومواد غذائی به‌گیاه بطور مداوم بوده بقسمی که همیشه رطوبت لازم ومواد غذائی مورد نیاز درخاك موجود باشد. روش آبیاری قطره‌ای ازسالهای قبل بصورت محدود درگلخانه ها مورد استفاده قرار میگرفت. لیکن استفاده آن درسطح وسیع از حدود ۱۰ سال قبل شروع گردیده است. در این روش بطور کلی آب وسیله لوله های اصلی ولوله های ثانوی وفرعی منتقل وقطره چکانها عهده‌دار رسانیدن آب به خاك میباشند. میزان بده قطره چکانهای مختلف متفاوت وبطورکلی با مقایسه با آبپاش های بارانی بسیارکم است لذا میتوان آبیاری را با مقادیر کم آب ودرمدت طولانی انجام داد. فشار آب موجود در لوله های ثانوی در قطره چکانها به طرق مختلف شکسته شده و لذا درهنگام خروج آب فشاری موجود نیست وآب به صورت قطره خارج میگردد.

شکستن فشار در قطره چکانها اغلب ازطریق عبورآب از مجراهای باریك وطولانی انجام میگیرد.

جهت کنترل میزان کل آب ومیزان جریان دستگاههای مختلفی مورد استفاده قرارگرفته وبمنظور جلوگیری از ورود مواد معلق به سیستم از فیلترهای مختلف استفاده میگردد.

در روش آبیاری قطره‌ای تنها قسمتهائی از مزرعه آبیاری میگردد که ریشه ها قرار دارند ولذا آبیاری در تمام سطح مزرعه انجام نگرفته وبدین ترتیب محیط مناسب جهت رشد علفهای هرز بوجود نمیآید. همچنین عملیات زراعی وبرداشت محصول درهنگام آبیاری امکان‌پذیر است.

بعلت محدودیت سطح تر شده در این روش میزان تبخیر به حد می‌نیمم تقلیل یافته ودرصورت وجود املاح مختلف درآب نمکها در محیط ناحیه مرطوب تجمع مینمایند.

مواد غذائی محلو از راه سیستم در اختیارگیاه قرارگرفته وبرای این منظور از تانکرهائی استفاده میگردد بطور خلاصه شبکه آبیاری قطره‌ای از قسمتهای زیر تشکیل گردیده است.

۱ ـ دستگاه کنترل مرکزی: شامل فیلتر ، تانك کود، شیرهای کنترل‌میزان آب‌ومیزان‌جریان،فشارسنج و کنتور آب .

۲ ـ لوله های آبرسان شامل : لوله های اصلی ، لوله های ثانوی «در اکثر طرحها در زیر خاك قرار میگیرد.»لوله های فرعی «لاترالها».

۳ ـ قطره چکان. که در داخل لوله ها ویا برروی آن قرارگرفته وشامل قطره چکانهای یك نقطه‌ای وچند نقطه‌ای با بده‌های مختلف میباشد.

نتایج بدست آمده نشان داده است که راندمان کلی آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای بسیار زیاد ودرحدود ۹۰ تا ۹۸ درصد میباشد همچنین عملکرد قابل توجهی در اغلب محصولات در تحت این روش آبیاری‌گزارش‌گردیده است.

مخارج اولیه استقرار این سیستم بطور نسبی زیاد بوده ولذا این عامل میتواند محدودیتی در مورد استفاده ازآبیاری قطره‌ای در مساحتهای زیاد ایجاد نماید. هم‌اکنون با توجه به اقداماتیکه در مورد تهیه لوله های پلی‌اتیلن در داخل کشور بعمل آمده است امید است که هزینه کلی این سیستم درسالهای آتی کاهش یابد.

بررسی نتایج بدست آمده در سایر کشورها

۱ - اسرائیل

با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای برروی گوجه فرنگی محصول در واحد سطح افزایش یافته ومیزان آن در بعضی مناطق ۱۲۰ تن در هکتارگردیده است. همچنین محصول سیب تا ۱۳۰ تن در هکتارگزارش گردیده. همچنین در مزارعی که با روش آبیاری قطره‌ای آبیاری میگردند میزان علفهای هرز بسیارکم وکار با ماشین‌آلات ساده بوده واین روش در کشور اسرائیل اسرائیل در مورد بیشتر محصولات از قبیل مرکبات ، درختان میوه ، نخل ،گوجه فرنگی ، فلفل وامثال آن اجرا میگردد.

در مناطق خشک دور آبیاری روزانه بوده وقطره چکانهای مختلف با بده ۲ و۴ لیتر بکار برده میشود وهمچنین در بعضی از قسمتهای از دو ردیف لوله استفاده میگردد. مسائل مربوط به استفاده از کودهای شیمیائی وانواع کودهای محلول هنوز تحت بررسی بوده ونتایج قطعی ارائه نگردیده است.

بطورکلی نتایج آزمایشات در قسمتهای کاملا خشک ونیمه خشک ازدیاد محصول مرغوبیت محصول وپیش‌رسی آنرا نشان میدهد.

۲ - ایالات متحده آمریکا

با استفاده از قطره چکان‌های مختلف ولوله های دو جداره درکشور آمریکا محصوختی مانندگوجه فرنگی ، آواکاردو، مرکبات ، درختان میوه وامثال آن آبیاری میگردند. نتایج بدست آمده نشان میدهد که با روش آبیاری قطره‌ای رشد ومیزان بازدهی زیادگردیده ونیز در مصرف آب صرفه‌جوئی بعمل آمده است. مطالعات وسیعی درمورد علت‌گرفتگی قطره چکانها و طرق مبارزه با آن ونیز مسائل مربوط بهشوری آب‌وخاک‌شروع گردیده که‌هنوز در این موارد نتایج‌قطعی ارائه‌نگردیده‌است.

۳ - استرالیا

در این کشور همزمان با کشور اسرائیل بررسیهای آبیاری قطره‌ای شروع شده وهم‌اکنون درسطح وسیع مورداستفاده میباشد. مطالعات انجام‌گرفته در استرالیا نشان میدهد که اگر آب ومواد غذائی به حدود $\frac{1}{4}$ کل ریشه های‌نبات برسد نبات برشد خود ادامه میدهد اذا چنین نتیجه‌گیری‌گردیده است که در روش آبیاری قطره‌ای مشکلاتی در هنگام تغییر روش آبیاری ایجاد نخواهد شد.

استفاده از قطره چکانهائی که فشار را بطور اتوماتیک کنترل مینمایند در این کشور نتایج مطلوبی داده است.

تحقیقات آبیاری قطره‌ای در ایران

همگام با سایر اقدامات ثمربخش وپیشرو درکشور بررسی امکانات استفاده از روشهای مختلف آبیاری بمنظور بالا بردن میزان محصول در واحد سطح وصرفه‌جوئی از آب مورد توجه قرارگرفته وبدین منظور در اوائل سال ۱۳۵۲ طرح تحقیقات آبیاری قطره‌ای ، بارانی وسطحی از طرف وزارت کشاورزی ومنابع طبیعی تهیه وپس از تصویب به منظور اجرا به مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك ابلاغ گردید. هدف از این طرح تحقیقاتی بررسی ومقایسه روشهای آبیاری سطحی و بارانی با روش آبیاری قطره‌ای به منظور تعیین بهترین واقتصادی‌ترین روش میباشد. همچنین در طرح بررسیهائی به منظور افزایش استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی وکاهش هزینه‌های زراعی در تحت روشهای نوین آبیاری انجام میگیرد مسئله استفاده از تکنیک‌های مختلف آبیاری قطره‌ای وتعیین بهترین تکنیک نیز مورد توجه میباشد.

در اجرای طرح فوق دو مسئله اساسی آموزش وتحقیقات مورد توجه قرارگرفته ودر اجرای این دو هدف تاکنون اقداماتی بعمل آمده که ذیلا بشرح آنها اقدام میگردد.

I - آموزش

نظربه لزوم تربیت پرسنل جدید وایجاد آمادگی به منظور اجرای طرحهای تحقیقاتی درسطح وسیع مؤسسه‌خاکشناسی وحاصلخیزی خاك پس از استخدام ۲۰ نفر از فارغ‌التحصیلان دانشکده‌های مختلف کشاورزی کلاس آموزش فشرده‌ای بمدت ۶ ماه تشکیل که در آن از وجود اساتید فن و کارشناسان بین‌المللی ونیز کارشناسان با تجربه وزارت کشاورزی و منابع طبیعی به منظور تدریس استفاده‌گردید. در این دوره آموزش علاوه برمسائل کلی مربوط به روابط خاك وآب ونبات اصول طراحی سیستمهای تحت فشار تدریس گردید.

همگام با دوره مزبور دوره‌های آموزش عملی برای ۱۰ نفر کارشناسان جدیدالاستخدام و ۱۰ نفر ازکارشناسان با سابقه مؤسسه در مراکز تحقیقاتی مؤسسه تشکیل ومطالب مربوط به روشهای اجرای طرحهای تحقیقاتی آبیاری آموزش داده شد.

بطورکلی درکلاس کارشناسان جمعا ۶۹۸ ساعت وبرای کمک کارشناسان جدید ۶۰۰ ساعت و کمک کارشناسان با سابقه مؤسسه ۱۰۰ ساعت تدریس انجام‌گردید.

در سال ۱۳۵۳ نیز کلاسی مرکب ازکارشناسان با سابقه مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك و کارشناسان سایر سازمانها تشکیل ومسائل مربوط به آبیاری واستفاده ازطراحی سیستمهای تحت فشار تدریس گردید.

۲ - آموزش خارج ازکشور

به منظور تکمیل اطلاعات در مورد روشهای جدید آبیاری ونیز جهت آشنائی با تحقیقات انجام‌گرفته در این مورد جمعا تعداد ۵۵ نفر از مدیران و کارشناسان این مؤسسه وسایر سازمانها به اسرائیل اعزام‌گردیدند.

II تحقیقات

۱ - نباتات چندساله

الف - مرکبات

جهت بررسی ومقایسه روشهای مختلف آبیاری با روش آبیاری قطره‌ای ونیز بمنظور تعیین بهترین رژیم آبیاری‌قطره‌ای آزمایشاتی برروی مرکبات درسطح ۶ هکتار درجهرم بشرح زیر پیاده ودرحال اجرا میباشد.

آزمایش بهترین رژیم آبیاری لیمو با روش آبیاری قطره‌ای

این آزمایش درسطحی معادل ۲/۵ هکتار شامل ۳۶ پلات آزمایشی اجرا وجهت بررسی اثرات تعویض خاك در هنگام احداث باغ ومقایسه آن با درختانی که بدون تعویض خاك کشت میگردند هر پلات بدو قسمت تقسیم ودر یکی از قسمتها خاك‌گوده‌ها تعویض گردیده است.

همانطوریکه در نقشه شماره ۱ ملاحظه میگردد این آزمایش دارای ۹ تیمار بوده ودر ۴ تکرار اجرا میگردد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ تیمار دور آبیاری و۳ تیمار عمق آبیاری است. میزان آب آبیاری در سال اول روزانه یک‌سیلیمتر برای سطح کل مزرعه درنظرگرفته شده ودر سالهای بعد براساس مطالعات تانسیومتری تعیین ورابطه آن با تبخیر طشتک کلاس A مشخص خواهدگردید. همچنین درسال اول هر روزه درختان آبیاری‌گردیدند.

در طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای آزمایشات لیمو وسایر آزمایشات اصول کلی طراحی درنظرگرفته شده که بطورکلی ذیلا شرح داده میشود.

دستگاه کنترل مرکزی : شامل شیر اتوماتیک ، کنتور آب ، فشارشکن وفیلتر.

لوله های اصلی ثانوی وفرعی که قطر آنها با توجه به میزان افت فشار مجاز ونیز مسائل اقتصادی تعیین گردیده‌است.

قطره‌چکانها که از انواع یک نقطه‌ای نتافیم با آبدهی ۴ لیتر درساعت استفاده بعمل آمده است.

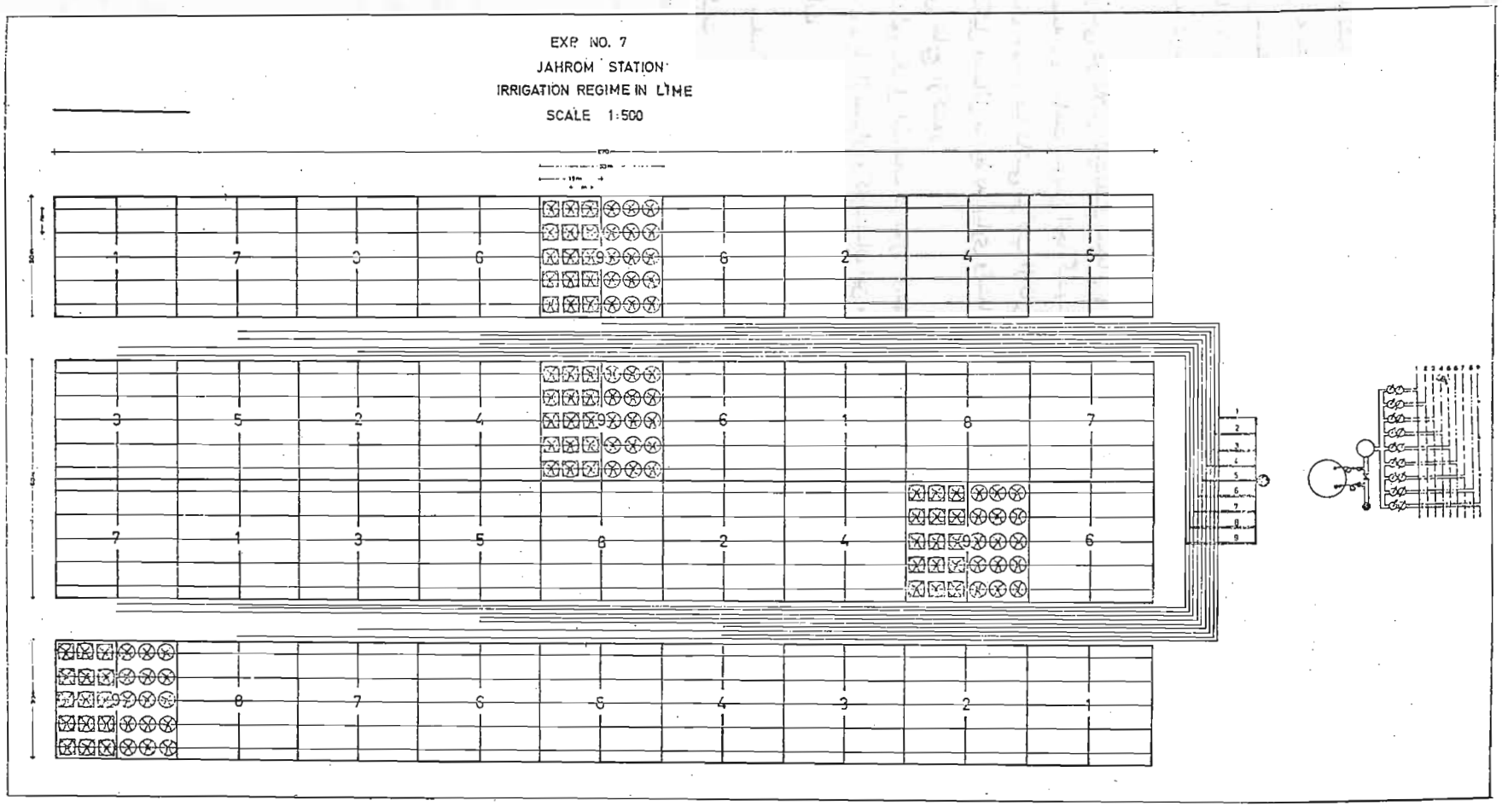
برای هر تیمار از دستگاه کنترل مرکزی لوله جداگانه‌ای منشعب و کرتهای تیمار مذکور آبیاری میگردند.

EXP. NO. 7

JAHROM STATION

IRRIGATION REGIME IN LIME

SCALE 1:500



نقشه شماره ۲ طرح دستگاه کنترل مرکزی را نشان میدهد.

آزمایش تعیین بهترین رژیم آبیاری بر روی پرتقال بامتد آبیاری قطره‌ای

این آزمایش درسطح ۲ هکتار انجام گردیده ومسائل مورد بررسی عینا مانند آزمایش لیمو میباشد. در این آزمایش از قطره چکانهای چندشاخه‌ای ساتری استفاده‌گردیده که بده کلی آن ۱۲ لیتر درساعت میباشد.

آزمایش مقایسه روشهای آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای بر روی پرتقال

هدف از جرای این آزمایش مقایسه روشش معمول آبیاری « سطحی » با روش آبیاری قطره‌ای است .

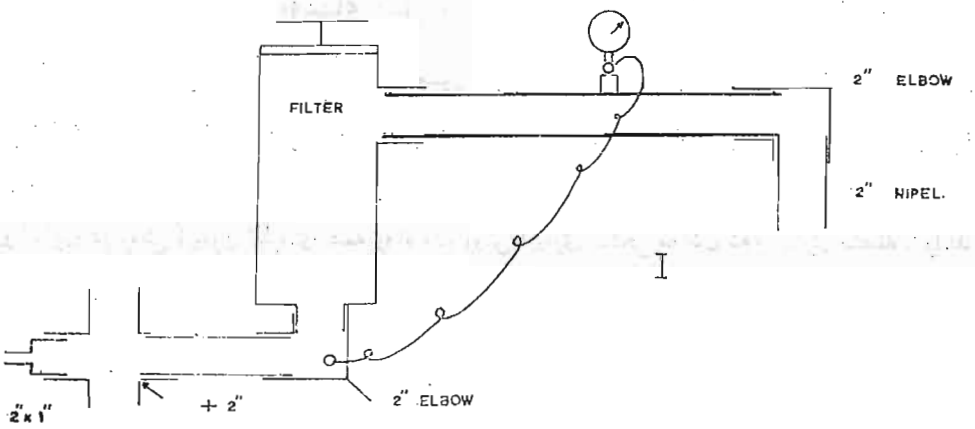
این آزمایش درسطح یک هکتار اجرا ودرنظر است از سال سوم میزان آب هردو روش با توجه به راندمان آبیاری هریک تعیین گردد .

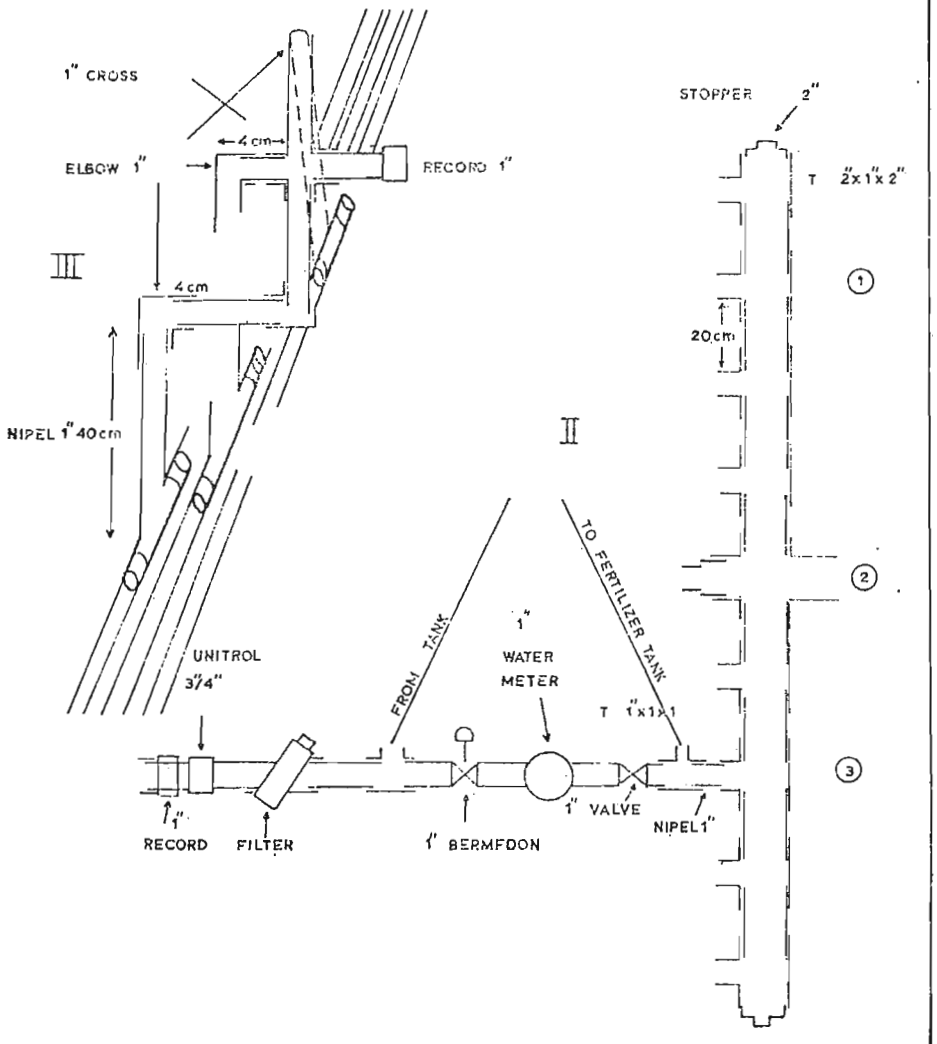
دورآبیاری در روش آبیاری قطره‌ای همه روزه ودر روش آبیاری سطحی معادل دورآبیاری منطقه خواهد بود.

JAHROM LIME EXPERIMENT

9 TREATMENTS CONTROL HEAD

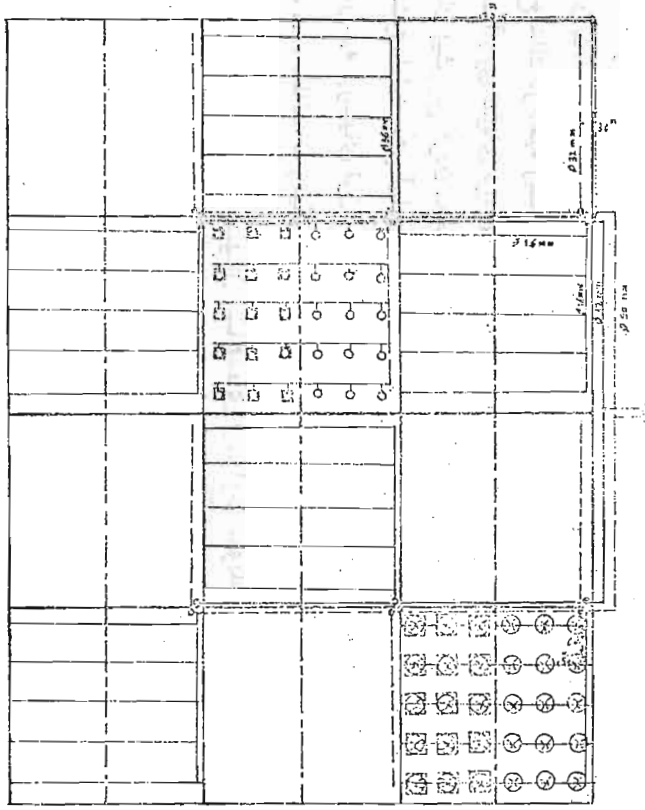
(Conection to P. V. C. distribution lime)





JAHROM STATIN

Irrigation Method Comparison ORANGE



head

drip irrigation with soil renewing

" " without " "

basin irrigatin with soil renewing

" " without " "

valve

drip irrigation line

basin " "

design. by. Dr. B. Gornat
S. A. Mahalati

scale $\frac{1}{500}$

ب - سیب

آزمایشات مشابهی با آنچه در مورد مرکبات ذکرگردید برروی سیب در مراکز تحقیقات خاك وآب کرج و مشهد اجرا ودر آزمایشات مشهد روش آبیاری بارانی با دو روش دیگر مقایسه گردیده است همچنین در این ایستگاه بررسیهائی بمنظور مقایسه قطره‌چکانها بعمل آمده است. (نقشه های ضمیمه شماره ۳-٤-٥-٦-۷-۸» .

نتایج حاصله از بررسیهای فوق درسال اول نشان میدهد که درتحت روش آبیاری قطره‌ای رشد درختان بخصوص درختان سیب بسیار خوب بوده ویا مقایسه با درختانی که با روش سطحی آبیاری میگردند بسیار جالب است. همچنین میزان مصرف آب در تحت این روش تاکنون درحدود ۱۰ میلیمتر بوده است. میزان علفهای هرز در مزارع تحت‌آبیاری قطره‌ای بسیارکم ودرهر مورد رطوبت کافی در اختیار نبات بوده وتانسیومترها ارقامی بطور معدل درحدود ۳۰ سانتی بار یا کمتر را نشان داده‌اند.

ج - بررسیهای مشاهده‌ای برروی صیفی‌جات

برای این منظور برروی خربزه ، خیار ،گوجه فرنگی بررسیهای مشاهده‌ای در مناطق کرج ، مرودشت ، اصفهان و کرمان انجام که نتایج حاصله نشان میدهد میزان محصول در روش آبیاری قطره‌ای چند برابر آبیاری سطحی بوده و کیفیت آن از نظر بازار بسیار خوب بوده است.

د - آزمایش تأثیر آبیاری قطره‌ای در خاکهای شور بر روی گوجه فرنگی

این آزمایش در ایستگاه بررسیهای خاك وآب شاوور اهواز هم‌اکنون در دست اجرا بوده وبطور خلاصه مسائل زیر مورد بررسی است :

۱ - امکان استفاده از روش آبیاری قطره‌ای در خاکهای شور بدون ایجاد شبکه زهکشی.

۲ - تعیین میزان محصول با روش آبیاری قطره‌ای در خاکهای شور با شبکه زهکشی وتعیین میزان آب خروجی از زهکشها وامکان اصلاح خاك در ناحیه ریشه‌دار.

۳ - تعیین اثرات آبیاری قطره‌ای برروی میزان محصول در خاکهای اصلاح شده .

٤ - بررسی امکان پیش‌رس کردن محصول در تحت رژیم آبیاری قطره‌ای.

٥ - اثرات شستشوی اولیه روش آبیاری بارانی وقطره‌ای در مزارعی که بعداً با روشهای مذکور آبیاری میگردند.

بطور خلاصه درکلیه بررسیهای فوق مسائل اقتصادی وبازدهی ریالی بازاء واحد آب در تحت هر روش ونیز زمان استهلاك سرمایه اولیه مورد مطالعه قرار میگیرد.

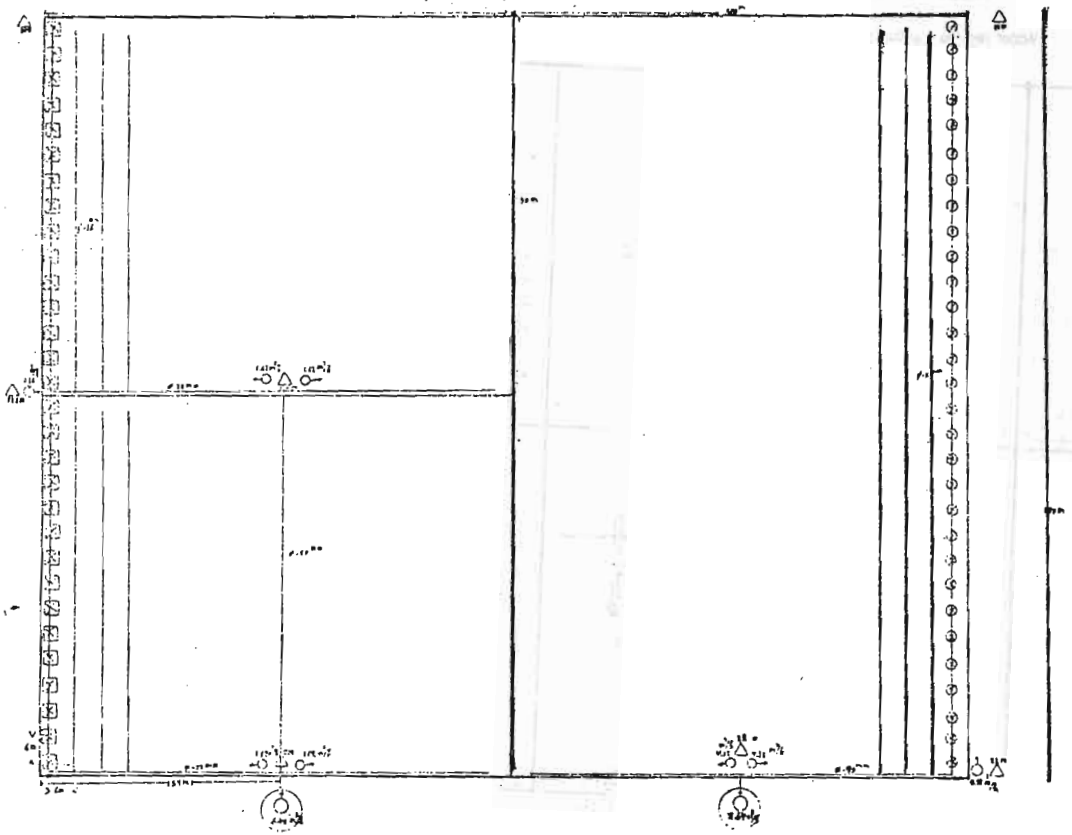
بررسیهای مشاهده‌ای و مزارع نمونه

همگام با تحقیقات مزارع وباغاتی انتخاب که روش آبیاری قطره‌ای با روش معمول منطقه در آنها مقایسه‌میگردند.

برنامه های آتی

تاکنون در مساحتی بالغ بر ۵۰ هکتار طرحهای تحقیقاتی ومشاهده‌ای اجرا که این مساحت تا آخر سال ۱۳۵۳ و اوائل سال ۱۳۵٤ به ۱۰۰ هکتار بالغ خواهدگردید. بطورکلی در باغات ومزارع فوق‌الذکر از قطره‌چکانهای نتافیم ، آپیلکس وساتری استفاده بعمل آمده ونیز درنظر است بررسی برروی طریقه استفاده از لوله های ۲ جداره نیز انجام‌گیرد.

MASHHAD - STATION (APPLE)
Drippers comparison experiment



legend

- head
- driplex emitter (1½)
- satrodies " (1½)
- pressur
- discharge
- diameter

Design by:

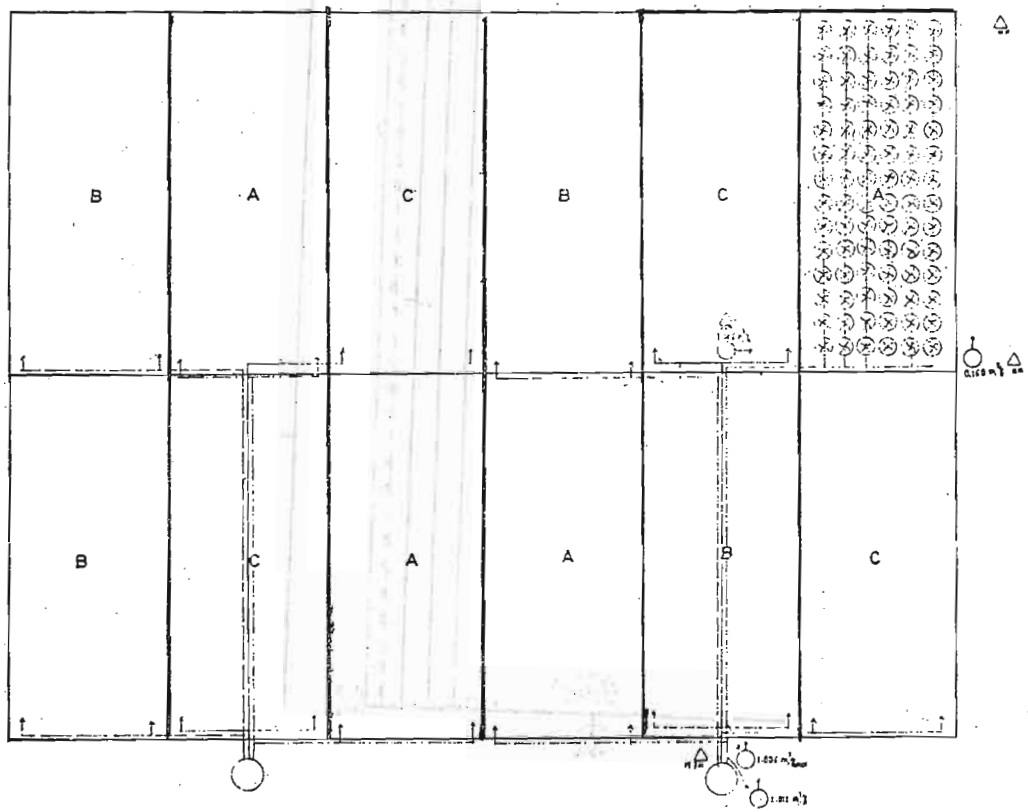
Dr B. Gomat

S A Mahalati

scale: 1/100

MASHHAD STATION FIELD NO (26)

Water regime experiment (apple)



tree and drippers

A 1 day interval

B 3 " "

C 5 " "

line(one day interval)

" (five " ")

" (three " ")

head

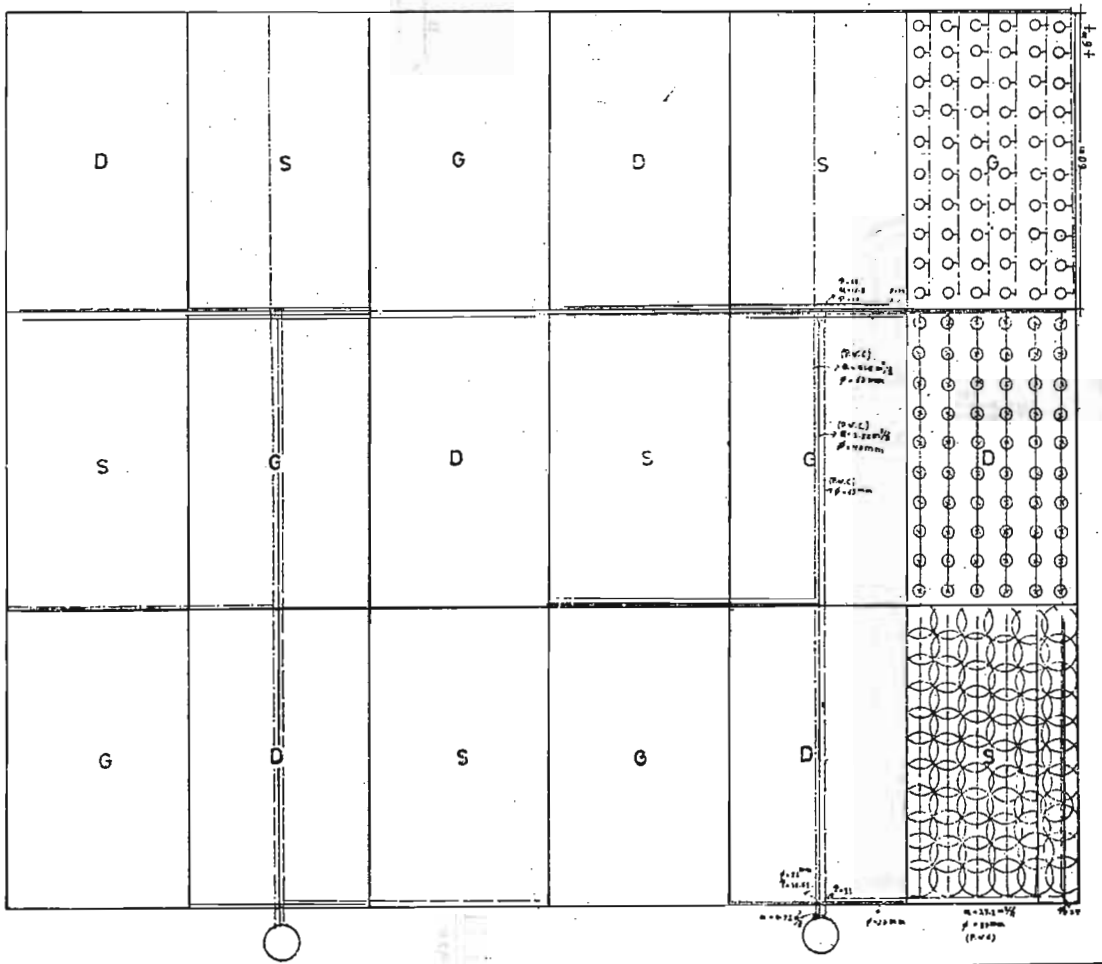
Designed by.

Dr. B. Gornat

S A Mahalati

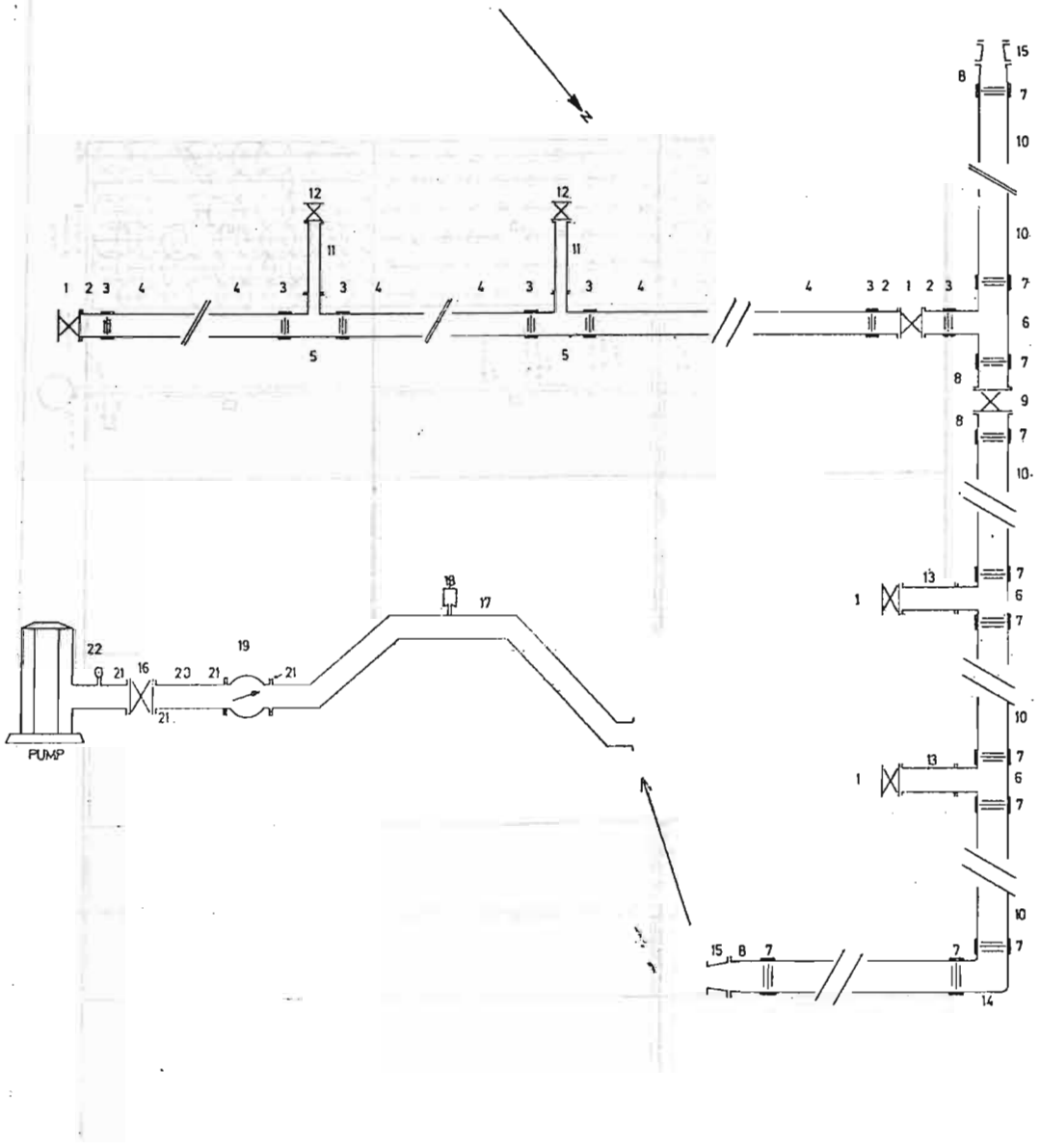
MASHHAD STATION

Irrigation system comparison (apple) (field no 28)



MASHHAD STATION

IRRIGATION SYSTEM (MAIN LINE)



1- Valve	6- T-Remification	11- Steel pipe	17- Camel shape
2- A.C. Jo steel conector	7- Joint	12- Valve	18- Air valve
3- Joint	8- A.C. To steel conector	13- Steel pipe with	19- Water meter
4- A.C. Pipe	9- Valve	14- Elbow	21- Flange 8-8"
5- T-Remification	10- A.C. Pipe	15- Flange 10-8"	22- Pressure gauge
		16- One way valve	

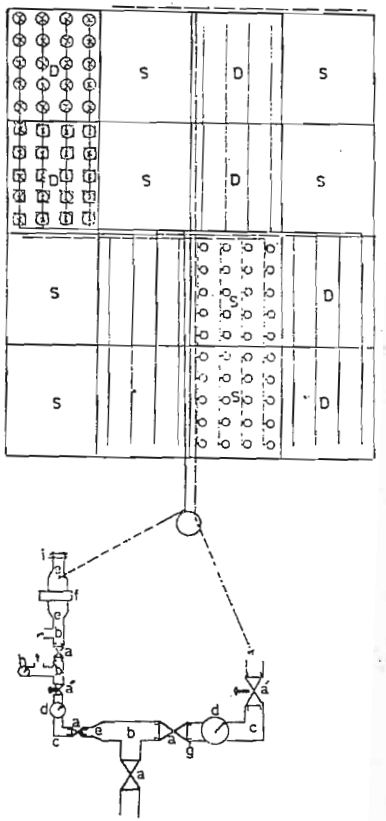
SOIL INSTITUTE
SOIL AND WATER MANAGEMENT
DIVISION

DESIGN BY:
Dr. B. Gornat
S. A. Mohallati

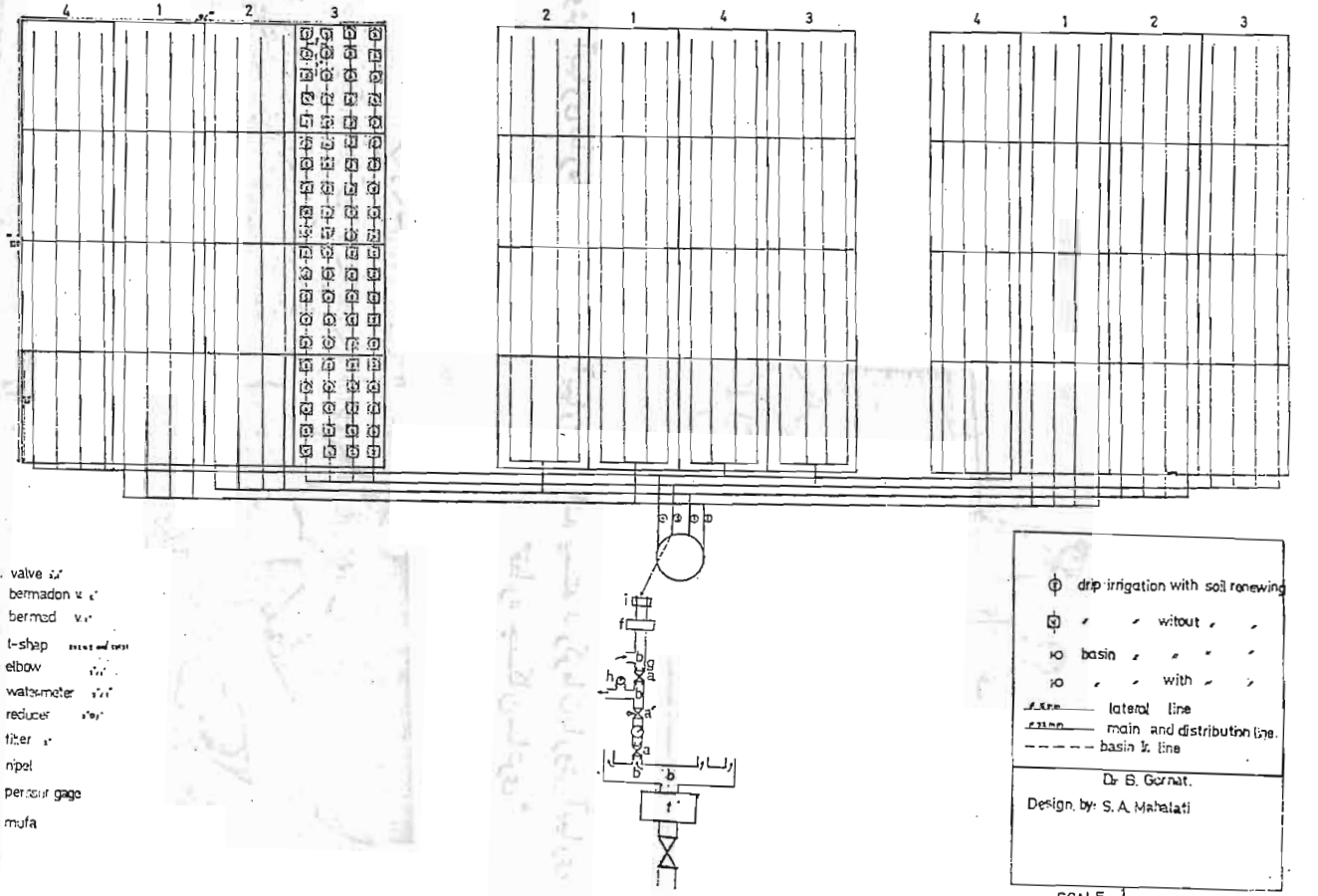
KARADJ . STATION

Irrigation Experiment In appie

Irrigatin-method comparison



Irrigation regime experiment



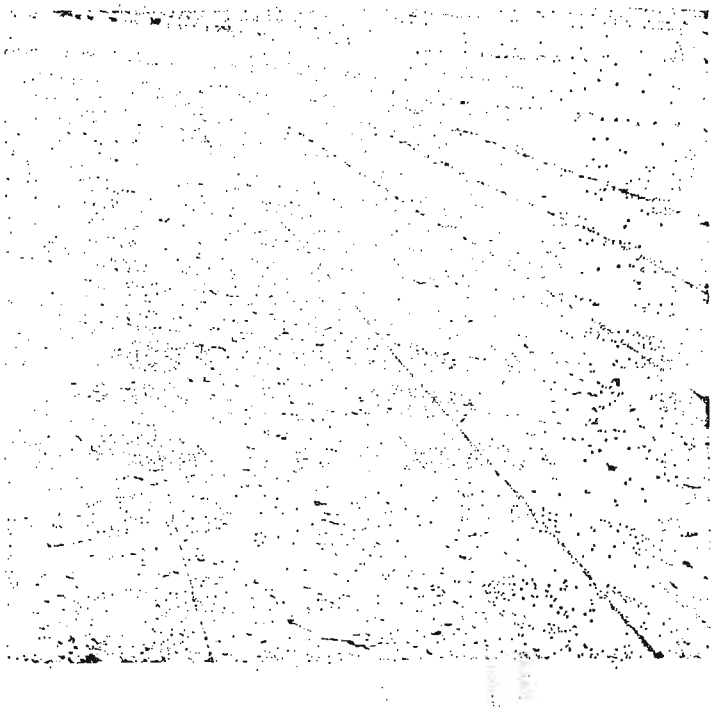
a . valve
a' bermadon
a" bermad
b t-shap
c elbow
d watermeter
e reducer
f filter
g nipel
h pressur gage
i mufa

drip irrigation with soil renewing
" " witout " "
basin " " " "
" " with " "
lateral line
main and distribution line.
basin lr. line

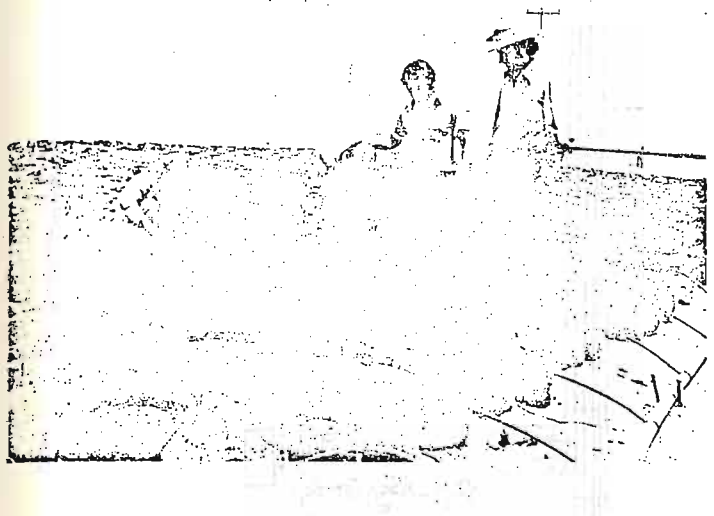
Dr B. Gornat.

Design. by: S. A. Mahalati

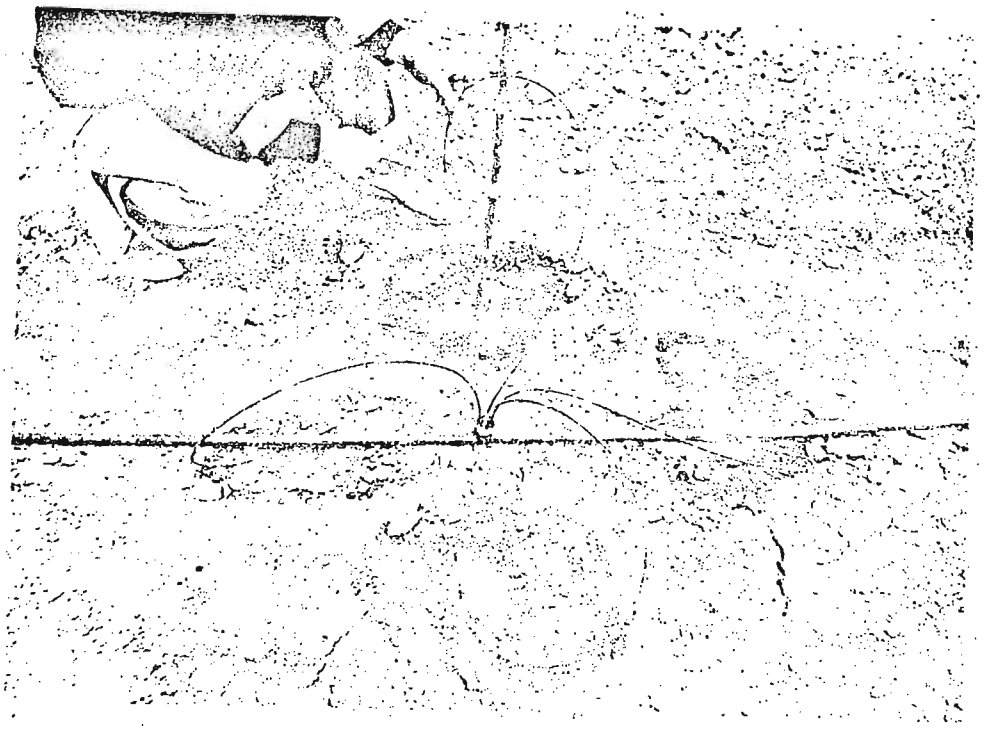
SCALE 1/50



آبیاری سبزیجات باروش آبیاری قطره‌ای
" نتافیم"



آبیاری خزانه پسته در کرمان باروش آبیاری قطره‌ای
"قطره چکان ساتری"



آبیاری درختان جوان سیب با روش آبیاری قطره‌ای " قطره چکان چند شاخه‌ای "

منابع مورد استفاده

1. Goldberg & shmueli field experiments on musk melons with sprinkler & drip irrigation .
2. Water resources Bulletin, valume 7, No. 4, Journal of American water resources association. Aug. 1971.
3. Dr. B. Gornat Israel 1973 the multipoint drip irrigation system.
4. Goldberg, Rehovot 1971 Modern concept on irrigation
5. D. Goldberg & B. Gornat 1972
   Trickle irrigation.
6. B. Gornat and S.A Mahallati 1973
   Drip Irrigation Development in IRAN

۷ - مؤسسه خاکشاسی وحاصلخیزی خاك
گزارش سالیانه پیشرفت کار طرح تحقیقات آبیاری قطره‌ای ، سطحی وبارانی
۸ - سالار افصح محلاتی - گزارش دوسین کنفرانس بین المللی آبیاری قطره‌ای درآمریکا .

Summary

Around 75% of Iran can be classified as arid area, in which Evaportation exceeds precipitation. Some of it is entirely desert with high temperature, low humidity and ununiform rainfall.

Irrigation methods

The only one irrigation method which the farmers know is the surface irrigation method, mainly flood irrigation borders and furrows. The efficiency is very low both in conveyance and the distribution in the field.

The sprinkler irrigation method was introduced in Iran during last six years, however, up to now almost 100% of the country is irrigated by different surface irrigation methods.

High temperature, low humidity and strong winds on one side, silty soils, high salinity of irrigation water and non skilled technicians on the other prevent progress in the application of sprinkler irrigation.

The drip irrigation method was introduced in Iran during 1972. The significance of this method to the development of the country was recognized immediately.

Drip irrigation research and training project were initiated by the Ministry of Agriculture and Natural Resources.

Education and training programs for research workers, engineers and field irrigation tec hniciais were prepared. Drip irrigation courses for engineers and technicians with the help of international experts started in 1973. Engineers and technicians are planned to be sent for more practical training abroad. Sites for experiments and observations in different crops all over the country have been selected and research programs were prepared. Almost 50 hectars of research and observation fields were installed. Also about 150 hectars well be install during next six months systems were ordered from Israel, France and Australia.

سؤالات مطرح شده در سمینار

۱ - امکان استفاده از روش قطره‌ای دراراضی وسیع که محصولات مختلف کاشت میشود .

- میتوان ازروش آبیاری قطره‌ای در سالهای متوالی و برروی محصولات مشابه استفاده نمود ضمناً تغییرات در فواصل لوله های فرعی نیز امکان‌پذیر میباشد .

۲ - مشکلات شوری وتمرکز نمک دور منطقه پیاز رطوبتی ؟

- باشستشوی زمستانه ویاوسیله بارندگی درنقاطی که میزان بارندگی زمستانه کافی است‌استفاده از روش امکان‌پذیر بوده و نیز در بعضی موارد آبیاری درزمستان نیز ادامه مییابد .

۳ - پیش‌بینی حمل مواد رسوبی داخل فیلترهابه خارج از مزرعه ؟

- در صورت زیاد بودن میزان مواد معلق لازم است تدابیری از جمله برگردانیدن این مواد به‌رودخانه انجام‌گیرد ویابطرق دیگر اقدام شود .

٤ - مستهلک شدن سرمایه‌گذاری اولیه در طرح قطره‌ای در چند سال صورت میگیرد ؟

- چون نتایج بررسیها بعلت تازه بودن آن هنوزکاملا مشخص نشده‌اند لذا ارقام‌دقیقی نمیتوان ارائه داد لیکن‌باتوجه به نتایجی که درکشورهای دیگر بدست آمده درگیاهان مختلف یکساله پس‌از حدود ۲ سال مستهلک میگردد.

٥ نتیجه آبیاری یک روز یا سه روزکدام بهتر بوده است ؟

- هنوز نتیجه قطعی از تحقیقات بدست نیامده و در مراحل اولیه هستیم .

٦ - مقدار آب داده شده برای تیمارها برچه اساسی پایه‌گذاری شده است ؟

- میزان آب آبیاری براساس تبخیر از طشتک کلاس A و بادر نظرگرفتن فاکتور پوشش خاك خواهدبود .

۷ - هزینه طرح قطره‌ای برای صیفی‌جات‌وباغات چقدر است ؟

- باتوجه به‌نوسان قیمتهااظهار نظردقیق‌مقدورنیست‌البته برای‌درختان‌مخارج‌سیستم‌خیلی کمتر از گیاهان‌یکساله‌میباشد.

۸ - کمبود آب در روش قطره‌ای سبب میشود محیط رشد ریشه محدود شود .

- این محدودیت باتوجه به بررسیهای انجام گرفته تأثیری در رشد گیاه نداشته وگیاه میتواند در محدوده‌پیاز رطوبتی احتیاجات آبی وغذائی خودرا تأمین نماید .

۹ - اقتصادی بودن روش آبیاری قطره‌ای و سایر روشها باتوجه به واحد سطح .

- نتایج نشان میدهدکه این روش در مورد برخی محصولات بسیار مناسب بوده ویاتوجه به امکان ساختن لوله ولوازم مربوطه درایران قیمت این روش کاهش خواهدیافت .

۱۰ - راندمان نفوذ آب درکانانهای خاکی .

- میزان نفوذ آب درکانالهای خاکی در بعضی موارد بسیار زیاد وتا ۷۰ درصد میرسد .

۱۱ - توجیه اقتصادی طرح قطره‌ای ؟

- برای این منظور لازم است نتایج تحقیقات پس‌از یکی دوسال آینده روشنگر کامل موضوع باشد .

بررسی احتیاج آبی آفتابگردان وگلرنگ سال ۱۳۵۲ در کرج

محمد علی دادگر - کیخسرو فرجودی

اداره کل مهندسی زراعی

مقدمه .

از مهمترین مسائلی که همیشه درآبیاری مورد توجه قرارگرفته دانستن مقدار آب مصرفی گیاهان مختلف در نقاط مختلف وبرآورد اقتصادی‌ترین مقدار آب برای تولید اپتیموم عملکرد بوده است . بدلیل عدم بارندگی کافی در سراسرمملکت بجز سواحل دریای خزر که از بارندگی کافی برخوردار است بقیه نقاط بارندگی کافی نداشته وبنابراین دراکثر نقاط آبیاری اجتناب‌ناپذیر است ، از طرفی‌بدست آوردن آب برای آبیاری از طریق چاه‌ها و قنوات ویاازطریق آب‌های سطحی‌دارای مخارج زیاد بوده وبنابراین حداکثر استفاده از آن ضروری بنظر میرسد . آنچه‌مسلم است بیشتر آب ضمن آبیاری بصورت تلفات عمقی یا سطحی از بین میرود بعبارت دیگر مقدار آب عامل محدودکننده نبوده بلکه تلفات آب باعث کاهش‌سطح کشت میشود . لزوم جلوگیری ازاین تلفات تعیین احتیاج واقعی آب مصرفی‌گیاهان واطلاع از میزان آب در هر آبیاری همچنین فواصل زمان آبیاری در مدت رشد نبات می‌باشد .

بمنظور نیل باین هدف‌ها اداره‌کل مهندسی زراعی درایستگاه‌های مختلف خوددر سراسرکشور اقدام‌به آزمایشات مختلف برای محصولات منطقه‌ای نموده است ، مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج از چندین سال پیش اقدام به تحقیقاتی در زمینه احتیاج آبی نباتات‌گندم ، چغندر قند ، یونجه وذرت نموده ، همچنین از سال ۱۳۵۱ تحقیقاتی برای تعیین احتیاج آبی آفتابگردان وگلرنگ شروع شده‌که تاگرفتن نتیجه نهائی واظهارنظر کلی ادامه دارد .

ذیلا نتایج آزمایشاتی که برای دو نوع نبات آفتابگردان وگلرنگ درسال ۱۳۵۲ انجام‌گرفته درج میگردد .

قسمت اول . هدف‌های آزمایش

بطورکلی هدف‌های زیر دراین آزمایش مورد توجه بوده است

۱ - تعیین دورآبیاری و عمق آب لازم در هرآبیاری براساس درصدهای مختلف رطوبت قابل استفاده درخاك درعمق منطقه ریشه .

۲ - تعیین مقدارکل آب مصرفی‌گلرنگ و آفتابگردان

۳ - تعیین ضریب همبستگی میزان آب مصرفی به میزان تبخیر از تشتك تبخیرکلاسAبرای تنظیم رژیم آبیاری بر اساس تبخیر از تشتك

٤ ـ تعیین راندمانهای آبیاری .

٥ ـ تعیین میزان محصول وبازده مصرف آب .

قسمت دوم . خصوصیات مزرعه آزمایشی

۱ ـ موقعیت و آب وهوای محل آزمایش

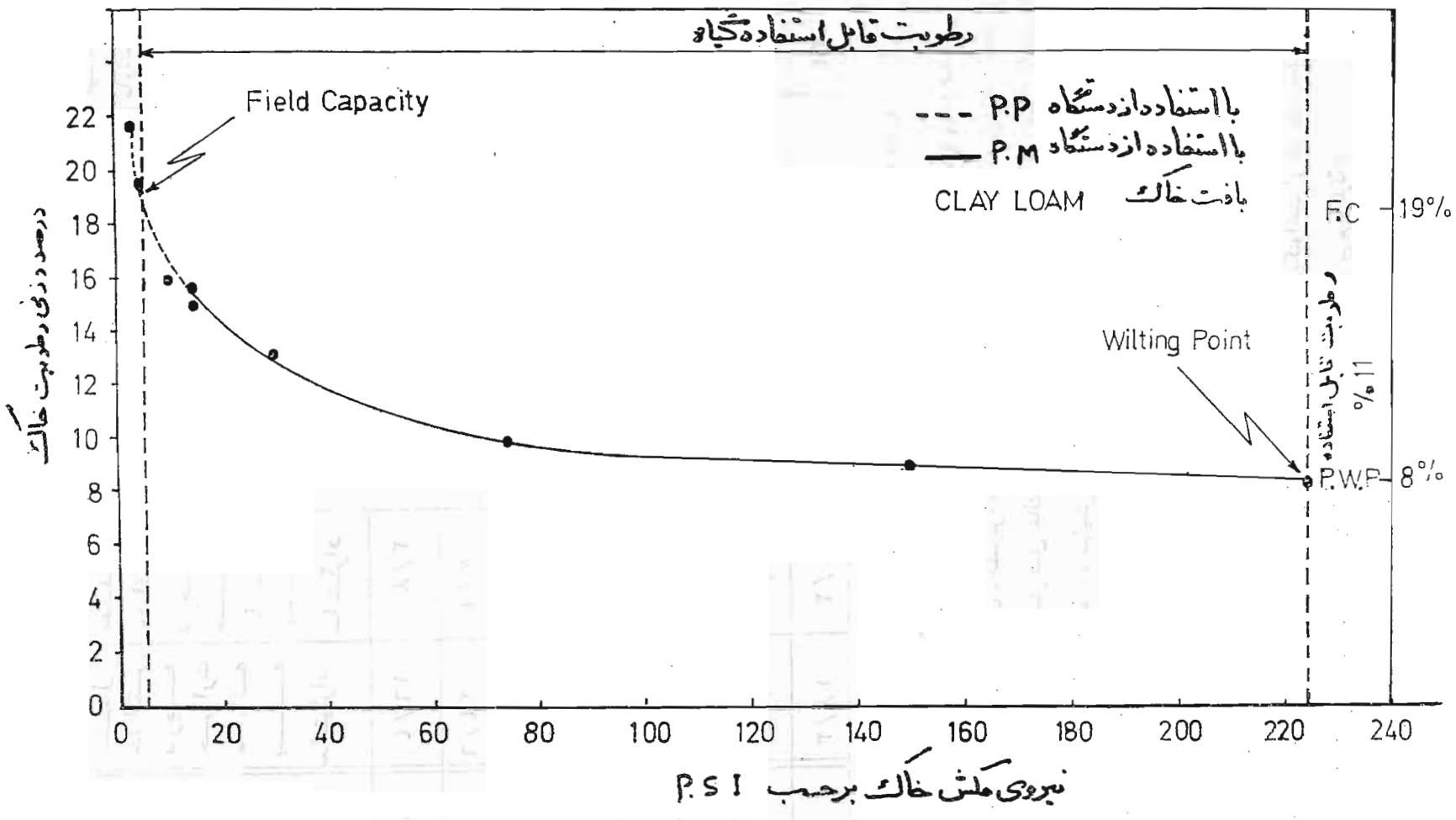
این آزمایشات در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی واقع درکیلومتر ۷ جاده کرج شاهدشت انجام شده وبرای اطلاع بیشتر متذکر میگرددکه کرج از نظرجغرافیائی برروی مدار ۳۵/۰ درجه طول شمالی و ۵۱ درجه عرض شرقی واقع وارتفاع آن ازسطح دریا حدود ۱۳۲۰ متر میباشد . اغلب بارندگی در فصل زمستان واوائل بهار صورت میگیرد .

جدول شماره ۱ ،متوسط درجه حرارت ماهیانه همچنین میزان بارندگی ودرصد رطوبت نسبی ماهیانه را در سال ۱۳۵۲ در دوره رشد محصول که از ایستگاه همین مرکز تهیه شده است نشان میدهد .

۲ ـ مشخصات خاك مزرعه آزمایشی

منظور تعیین عمق وبافت خاك زراعی در چندین نقطه مزرعه آزمایشی پروفیل هائی برداشت شده و بطورکلی عمق خاك از ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر تغییر پیدا می کندکه بلافاصله پس ازاین لایه یک طبقه شن وقلوه سنگ قرارگرفته است همچنین از نظر تجزیه مکانیکی بافت خاك تا عمق ۳۰ سانتیمتری Clay Loan تشخیص داده شده است ، آزمایشات مختلفی چه از نظر آزمایشگاهی وچه صحرائی جهت تعیین ظرفیت زراعی Field Capacity ونقطه پژمردگی دائم گیاه Permanent Wilting point بمنظور محاسبه رطوبت قابل استفاده گیاه در خاك انجام شده است .

منحنی شماره ۱ ،بااستفاده ازدستگاه های(Pressure plate))برای تعیین ظرفیت زراعی F.C و (Pressure membrane) برای تعیین نقطه پژمردگی P . W . P گیاه بدست آمده است .



منحنی شماره ۱ تغییرات رطوبت خاک نسبت به مکش

جدول شماره ۱ : آمارهواشناسی ایستگاه مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کـــرج ، سال ۱۳۵۲

ماه هـــا ن ســـا ل	معـدل حداکثر درجـه حـرارت ماهیانـه بـــه سانتیگراد	معـدل حداقـل درجـه حـرارت ماهیانـه بـــه سانتیگراد	متوسـط درجـه حرارت ماهیانـه برحسـب سانتیگراد	متوسـط درصـد رطوبـت نسبـی ماهیانـه	میـــزان تبخیـر ماهیانـه ازتشتـك تبخیـر به میلیمتر	میـــزا ن بارندگـی ماهیانـه به میلیمتـر
فـروردیـن	۱۶/۴	۳/۸	۱۰/۱	۶۹	۲۰۵/۹	۴۵/۲
اردیبهشت	۲۴/۶	۷/۹	۱۶/۲	۷۰	۲۳۸/۵	۵/۵
خـــرداد	۳۱/۵	۱۲/۶	۲۲	۵۶	۳۰۳/۲	۰/۳
تیـــر	۳۳/۲	۱۵/۸	۲۴/۵	۶۴	۳۰۵/۳	—
مـــرداد	۳۱/۰	۱۹/۴	۲۵/۲	۵۸	۲۹۹/۹	۰/۶
شهریـــور	۲۸/۵	۱۵/۰	۲۱/۷	۶۹	۲۲۶/۴	—
مهـــر	۲۵/۴	۱۰/۷	۱۸/۰	۶۳	۱۵۰/۸	—
آبـــان	۱۸/۳	۴/۲	۱۱/۲	۶۵	۱۹/۵	۰/۴

بطوریکه‌از روی‌منحنی شماره ۱ مشاهده مقدار C . F که معمولا بین $\frac{1}{10}$ – $\frac{1}{3}$ آتمسفرا (1.5-5P.S.I) تعیین میشود حدود ۱۹ درصدوزنی ونقطه پژمردگی دائم‌گیاه‌که در ۱۵ آتمسفر (225 P.S.) اتفاق می‌افتدحدود ۸ درصد وزنی تعیین گردیده است وباین‌ترتیب‌بادرنظرگرفتن وزن مخصوص‌ظاهری‌خاك که ۱/۴۷ از سطح الارض‌خاك‌تعیین شده، مقدار رطوبت قابل‌استفاده‌گیاه بمیزان ۱۶ سانتیمتر دریک‌متر عمق خاك بدست میآید. همچنین ضریب نفوذ پذیری Infiltration Rate خاك طبق آزمایشات‌انجام شده بطور متوسط ۱۲ میلیمتر در ساعت اندازه‌گیری شده است .

جدول شماره ۲ ، بطورکلی مشخصات فیزیکی و ضرائب رطوبتی خاك مزرعه‌آزمایشی را نشان میدهد .

قسمت سوم . عملیات زراعی

۱ ـ عملیات کاشت و داشت

قطعه زمینی‌که جهت انجام این دوآزمایش انتخاب شده دارای مشخصات یکنواخت از نظر بافت‌خاك ـ محصول سال قبل (چغندر قند) وغیرو بوده‌اند مساحت قطعه آزمایشی آفتابگردان ۵۲۶ متر مربع وگلرنگ ۵۱۰۰ متر مربع‌انتخاب کرده‌ایم .

جدول شماره ۲ : مشخصات فیزیکی و ضرائب رطوبتی خاك مزرعه آزمایشی گلرنگ وآفتابگردان

عمق خاك زراعتی برحسب سانتیمتر	بافت خاك ۳۰ ـ ۰ سانتیمتر	عمق طبقه محدود کننده خاك برحسب سانتیمتر	نوع خاك طبقه محدود کننده	ظرفیت زراعی (F.C) برحسب درصد وزنی	نقطه پژمردگی دائم گیاه برحسب درصد وزنی	درصد رطوبت قابل استفاده گیاه	وزن مخصوص ظاهری خاك ۳۰ ـ ۰ سانتیمتر	رطوبت قابل استفاده در یك متر عمق خاك برحسب سانتیمتر	نفوذ پذیری Infiltration Rate برحسب میلیمتر در ساعت
۳۰ـ۵۰	Clay Loam	۵۰	Gravel	۱۹	۸	۱۱	۱/۴۷	۱۶/۱۷	۱۲

تاریخ کاشت : کاشت گلرنگ در تاریخ ۱۳۵۲/۲/۶ وآفتابگردان در، تاریخ ۱۳۵۲/۲/۷ صورت گرفته است .

نوع و مقدار بذر درهکتار : بذر کاشته شده از بذر تحویلی شرکت سهامی دانه‌های روغنی بوده که بمیزان ۳۵ کیلوگرم درهکتار برای گلرنگ و ۲۰ کیلوگرم درهکتار برای آفتابگردان کشت گردیده است .

نوع و مقدار کود مصرفی : مقدار ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره بصورت فسفات دآمونیوم و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار برای هر قطعه قبل از کاشت و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم درهکتار اوره بعنوان کود سرك : برای هردو محصول یکسان مصرف گردیده است .

فواصل کاشت : فاصله خطوط کاشت ۶۰ سانتیمتر برای هردو محصول وفاصله بوته ها روی خطوط پس از تنك کردن که درتاریخ های ۵۲/۳/۸ برای آفتابگردان و۵۲/۳/۳ برای گلرنگ انجام شده بترتیب ۳۰ و ۲۰ سانتیمتر بوده است . بدین ترتیب تعداد بوته در هکتار برای گلرنگ ۸۳۳۰۰ و برای آفتابگردان ۵۵۵۰۰ بوده است .

تعداد سمپاشی ونوع آفات : سمپاشی فقط برای گلرنگ در تاریخ های ۵۲/۳/۲۶ و۵۲/۴/۷ باسموم ددت ـ دیازینون وددت لیندین برعلیه آفات ـ کارادرینا ـ سفیدك ومگس گلرنگ انجام گردیده است .

۲ ـ تاریخ برداشت وتعیین میزان عملکرد :

بمنظور تعیین میزان عملکرد گلرنگ وآفتابگردان از بین ردیف‌های کاشته شده بطور تصادفی ۸ خط انتخاب کرده وسعی شده است که خطوط کناری را که در معرض رفت وآمد بوده‌اند حذف کنیم . طول هرخط ۱۲۰ متر بوده است ولی میزان عملکرد در طول ۸۰ متر تعیین شده بدین ترتیب که ۲۰ متر از ابتدا و ۲۰ متر از انتهای هرخط حذف گرده‌ایم و بادر نظرگرفتن فاصله بین دو خط سطح زیر کشت هر خطرا بدست آورده و ازروی آن میزان عملکرد را درهکتار بدست آورده‌ایم

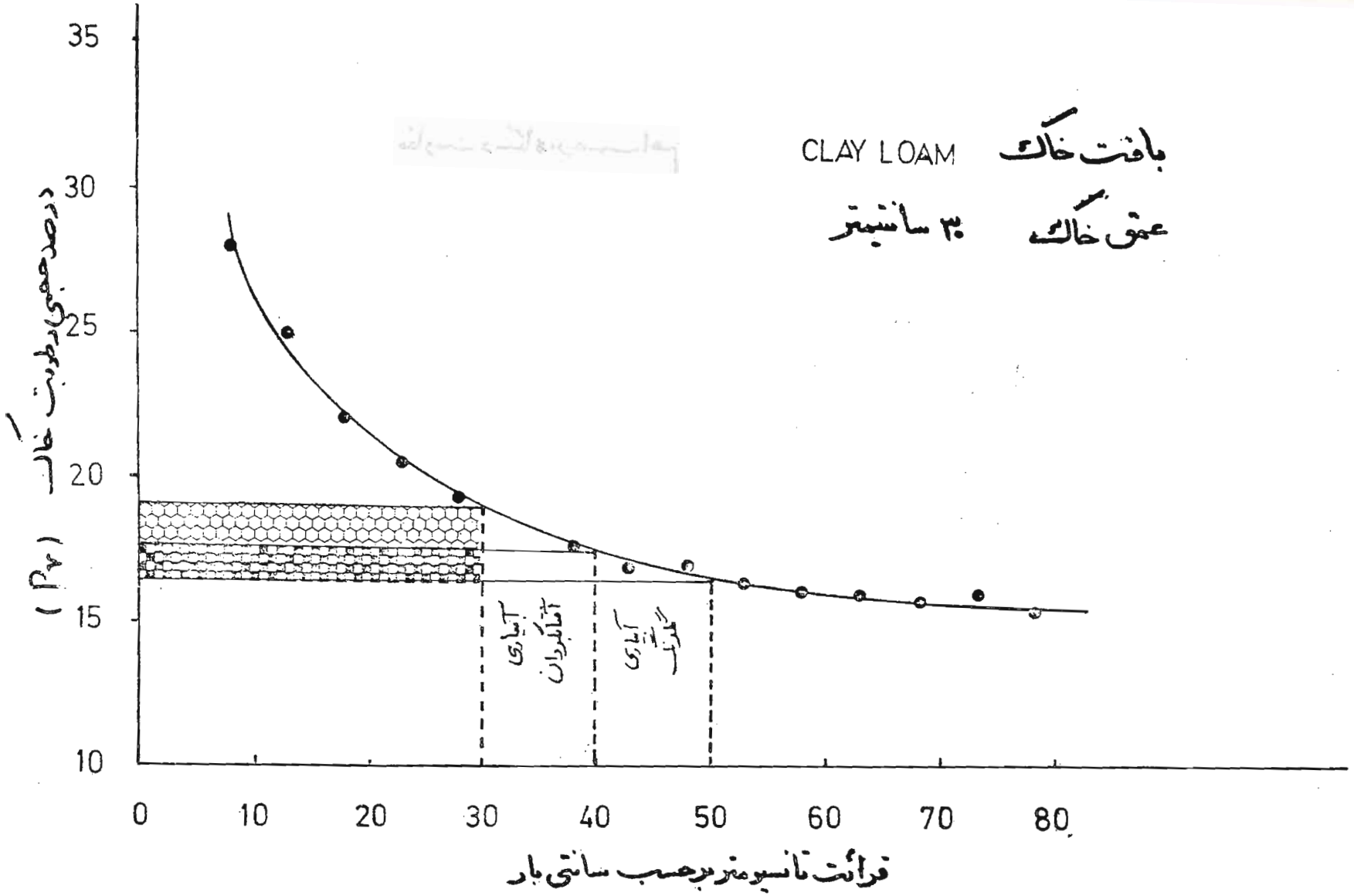
۱ - روش آبیاری :

آبیاری بطریقه نشتی وباسیفون انجام گردیده است وبرای استفاده از حداکثرآب وبالا بردن راندمان پخش آب درخاك آزمایش تعیین بهترین طول فارو انجام گرفته و بهترین اندازه طول فارو در حدود ۱۰۰ تا ۱۲۰ متر بدست آمده است . در نتیجه طول خطوط آزمایشی را ۱۲۰ متر انتخاب کرده‌ایم . بمنظور بدست آوردن راندمان بهتر ابتدا سیفون‌ها را طوری تنظیم کرده‌ایم که حداکثر آب‌را بداخل فاروها هدایت کرده و پس از رسیدن آب بانتهای فاروها جریان آب در سیفون راکم کرده بطوریکه آب بملایمت و بدون فرسایش به آخر فاروها برسد ، همچنین جهت اندازه‌گیری آب ورودی و خروجی از دو دستگاه پارشال فلومسه اینچی که یکی در ابتدا و دیگری در انتهای هر قطعه آزمایشی نصب کرده‌ایم استفاده شده است

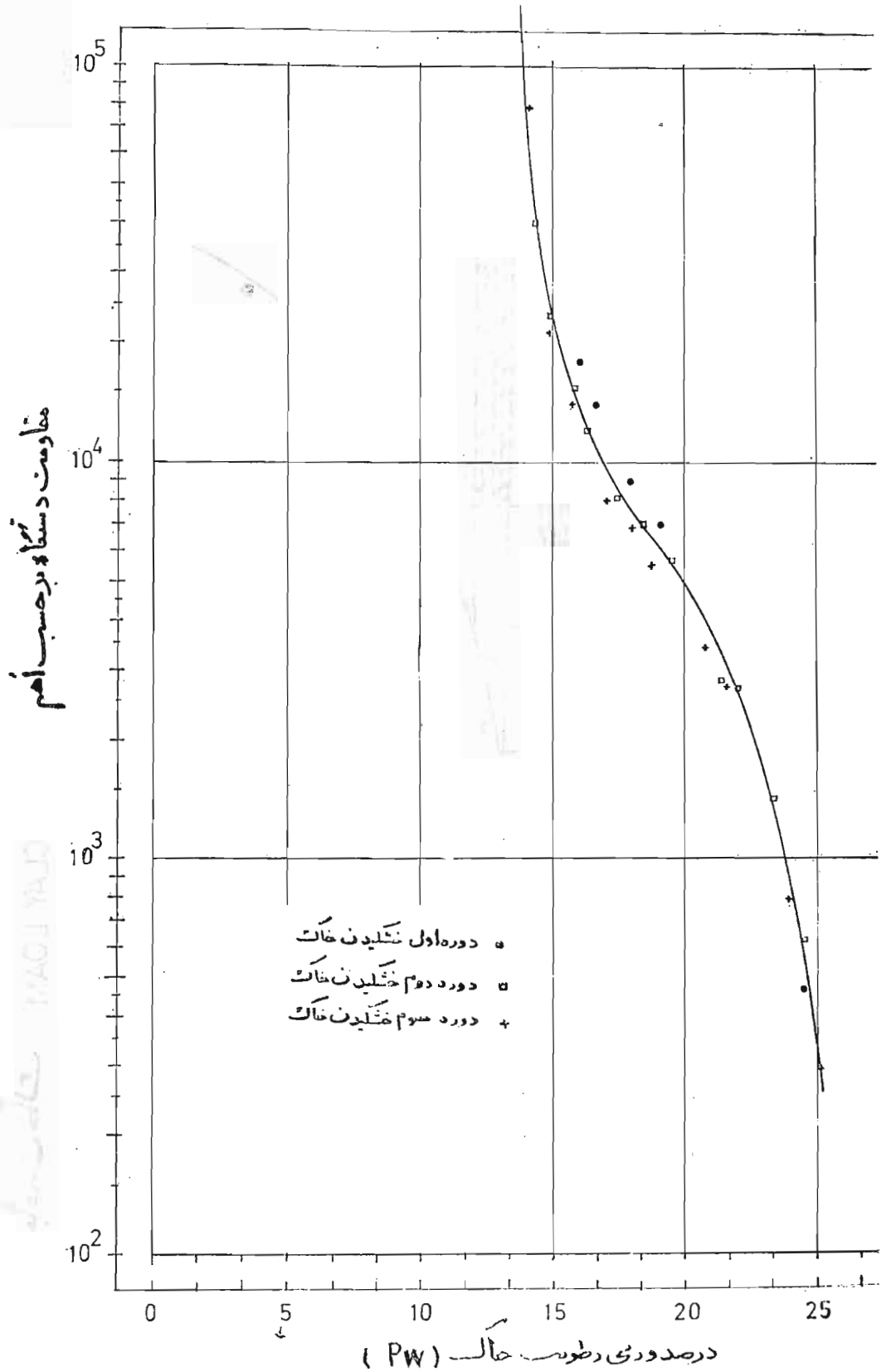
۲ - مطالعه وضع رطوبت خاك

جهت تعیین موقع ومقدار آب لازم درهرآبیاری ازدستگاه های رطوبت‌سنج الکتریکی از نوع کادمیوم بنام (Cadmium Block) و تانسیوتر (Tensiometer) استفاده نموده‌ایم که بتعداد ۹عدد درسه‌نقطه بالاستوسط و پائین هر قطعه‌و دردو عمق ۵و ۳۰ سانتیمتر نصب نموده‌ایم ، با قرائت روزانه از دستگاه‌های فوق موقعیکه درجات تانسیومتر به‌حدمشخصی میرسید و یااینکه دستگاه کادمیوم بلاك مقاومت بخصوصی‌را نشان میداد آبیاری را شروع میکردیم . متذکرمیگردد که‌انتخاب قرائت دستگاه‌ها برای شروع آبیاری براساس کالیبره کردن دستگاه‌های رطوبت‌سنج در خاك محل مورد آزمایش که قبلا صورت‌گرفته بوده است .

منحنی‌های شماره ۲و۳ طرز استفاده ازاین دودستگاه را نشان میدهد .



منحنی شماره ۳ کالیبراسیون تانسیومتر در خاک مزرعه آزمایشی



منحنی شماره ۲ کالیبراسیون دستگاه با میلم بلاک در خاک مزرعه آزمایشی

بطور مثال موقعیکه تانسیومتر ۰٫۴ تا ۰٫۵ سانتی باررانشان میداد آبیاری گلرنگ و موقعیکه ۰٫۴-۰٫۳ سانتی باررانشان میداد آبیاری آفتابگردان را شروع میکردیم چنانچه منحنی های مربوطه نشان میدهند اعداد فوق‌الذکر بترتیب نماینده ۰٫۴ - ۰٫۳ در صدرطوبت قابل استفاده در خاك برای گلرنگ و ۰٫۵ - ۰٫۴ در صدرطوبت قابل استفاده برای آفتابگردان بوده‌است.

۳ - مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه :

باتوجه به قرائت دستگاه‌های رطوبت سنج وهمچنین نمونه برداری خاك قبل از آبیاری در صد وزنی رطوبت خاك را قبل از آبیاری بدست میآوریم و بادانستن وزن مخصوص ظاهری خاك در صد حجمی رطوبت خاك را بدست آورده واز فرمول زیر مقدار عمق آب لازم برای آبیاری را پیدامی کنیم :

$$d = \frac{F_c \; -P_v}{100} \cdot D$$

دراین فرمول :

d عمق خالص آب که باید در منطقه ریشه ذخیره‌گردد

F . c در صد حجمی رطوبت خاك در حالت ظرفیت زراعی (حداکثر ظرفیت نگهداری آب در خاك).

Pv در صد حجمی رطوبت خاك قبل از آبیاری از طریق نمونه‌برداری .

D عمق توسعه ریشه می باشد .

۴ - محاسبه تلفات آب وراندمان آبیاری :

تلفات سطحی آب را بااندازه‌گیری آب خروجی از پارشال فلوم سه اینچی که درانتهای هر قطعه قرار داده شده است محاسبه‌می کنیم (Wr) وبادرنظر گرفتن مقدار کل آب‌وارد شده (Wa) که توسط پارشال فلوم‌سه اینچی ورودی‌اندازه‌گیری شده است‌وبااستفاده از فرمول Wr/Wa. 100 در صدتلفات آب‌بصورت جریان سطحی‌را بدست‌میآوریم. همچنین‌در صد تلفات بصورت نفوذ عمقی از فرمول Wd/Wa. 100 محاسبه‌میگرددd W عبارتست‌از مقدار آب تلف‌شده از ناحیه‌ریشه دارویالاخره راندمان کلی آبیاری نیز از نسبت آب ذخیره شده در منطقه ریشه (Ws)به مقدار کل آب داده شده (W/s/Wa . 100) محاسبه گردیده است .

۵ - میزان آب مصرفی گیاه:

بادر نظرگرفتن مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه باضافه مقدار بارندگی‌مؤثر در فصل رویش گیاه میزان کل آب مصرف‌گیاه محاسبه میگردد .

۶ - نسبت بین میزان آب مصرفی و تبخیر آزاد از تشتك تبخیر از رابطه $K = \frac{U}{E}$ بدست آورده‌ایم .

U عبارتست از مقدار آب مصرفی‌گیاه .

E عبارتست از تبخیر از سطح آزاد آب از تشتك تبخیر کلاس A .

قسمت پنجم - بررسی و تفسیر نتایج آزمایش

جدول شماره ۳و۴ نتایج حاصله از آزمایشات انجام شده روی آفتابگردان وگلرنگ را بطور وضوح نشان میدهند که دراینجا هرکدام را بطور خلاصه مورد بررسی قرار میدهیم :

۱ - تعداد دفعات آبیاری : همانطوریکه ملاحظه میشود تعداد دفعات آبیاری برای‌گلرنگ در ۹۱ روز دوره رشد ۹ مرتبه وبرای آفتابگردان در ۹۷ روز دوره رشد ۱۱ مرتبه بوده است . و بامقایسه بانچه که در محل معمول است‌نسبتاً دفعات آبیاری زیادتر بوده است . دلیل زیاد بودن دفعات آبیاری را میتوان‌درکم بودن عمق محل آزمایش جستجوکرد. بعبارت دیگر عمق کم خاك باعث کوتاه کردن فواصل زمان آبیاری وزیاد شدن تعداد آبیاری بوده است . فواصل زمان آبیاری بطور متوسط برای آفتابگردان ۱۰ روز و برای‌گلرنگ ۱۱ روز بدست‌آمده است .

۲ - چنانچه ملاحظه میشود مدت زمان آبیاری برای هردو محصول حدود ۲۱ تا ۲۲ ساعت بوده است باین معنی که آبیاری موقعی خاتمه یافته است که تمام سطح پشته‌ها خیس شده و رطوبت از دو طرف بهم رسیده‌اند . علت طولانی بودن زمان آبیاری ، کم بودن نفوذ جانبی رطوبت در خاك نسبت به نفوذ عمقی است ،طبق آزمایشاتی که انجام گرفته ملاحظه شده است که در خاك مورد آزمایش نفوذ عمقی متناسب بانفوذ جانبی نبوده و باسقایسه بآن بسیار سریع بوده‌است باین ترتیب برای خیس شدن کامل پشته‌ها بمنظور ذخیره رطوبت کافی زمان زیادی وقت لازم بوده است واین خودباعث از دست رفتن مقدار زیادی آب بصورت نفوذ عمقی بوده است .

۳ - همانطوریکه قبلا اشاره شد آبیاری موقعی شروع میشده است که رطوبت قابل استفاده گیاه برای گلرنگ در حدود ۳۰ - ۴۰ در صد رطوبت قابل استفاده و برای آفتابگردان ۴۰ - ۵۰ در صد رطوبت قابل استفاده بوده است ،معهذا بواسطه اشکالات پیش‌بینی نشده از قبیل تنک کردن ، سمپاشی وغیرو در بعضی مواقع آبیاری بموقع انجام نگرفته ورطوبت کمتر یا بیشتر از حدمورد نظر بدست آمده است .

۴ - چنانچه از روی جدول شماره ۳و۴ ملاحظه میشود مقدار آب‌چه‌بصورت تلفات عمقی وچه بصورت تلفات سطحی زیاد میباشد که اثر آن اثر خود باعث‌پائین آوردن راندمان کلی آبیاری گردیده است وهمانطوریکه قبلا نیز اشاره شد این مسئله در اثر عمق کم خاك زراعتی وقرارگرفتن یك طبقه شن وقوله سنگ در قسمت زیرین بوجود میآید .

مقدار تلفات آب بصورت نفوذ عمقی برای هردو محصول ۳۴ در صدوتلفات بصورت جریان سطحی برای گلرنگ ۴۸ برای آفتابگردان ۵۰ در صدبوده استراندمان کلی آبیاری بسیارکم وبطور متوسط برای گلرنگ ۱۸ در صد و برای آفتابگردان ۱۶ در صد محاسبه شده است .

البته باید در نظرداشت که راندمانها بطورکلی بادر نظرگرفتن تلفات آب بصورت نفوذ عمقی و جریان سطحی محاسبه شده در حالیکه عملا مقدارآبیکه بصورت جریان سطحی خارج میگردد میتوان در قسمت پائین دست مزرعه ازآن استفاده نمود .

چنانچه از میزان تلفات بصورت جریان سطحی صرفنظرگردد بطور متوسط مقدار راندمان کلی آبیاری برای گلرنگ ۳۴ و برای آفتابگردان ۳۳ در صد خواهد بود .

۵ - آنچه از روی جدول ۳و۴ مشاهده میشود مقدار خالص آب مصرفی(بدون در نظرگرفتن تلفات آب وراندمان آبیاری برای آفتابگردان ۳۸۰/۸ میلیمتر وبعبارت دیگر ۳۸۰۸متر مکعب در هکتار و برای گلرنگ ۳۲۱/۴ میلیمتر یا ۳۲۱۴ متر مکعب در هکتار تعیین گردیده است .

جدول شماره ـــــ ۳ ـــــ نتایج کلی بررسی احتیاج آبی آبگردان بداریقه آبیاری نشتی در کرخ در سال ۱۳۵۰

نوبت آبیاری	تاریخ آبیاری	دور آبیاری برحسب روز	مدت آبیاری بر حسب ساعت	میزان رطوبت خاک بر حسب صد حجمی (Fv)	درصد رطوبت قابل استفاده در خاک (Ka.M)	عمق توسعه ریشه بر حسب سانتیمتر (D)	وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری: میزان کمبود رطوبت خاک در منطقه ریشه بر حسب سانتیمتر $\frac{Fc-F_2}{100}D$	مقدار آب ورودی بر حسب متر مکعب در هکتار (Ha)	مقدار آب خروجی بر حسب متر مکعب در هکتار (Ra)	مقدار آب خارج شده از منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار (Rz)	مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار (Va)	درصد تلفات آب بصورت فاضلاب $\frac{Rz}{Ha}\times 100$	درصد تلفات آب بصورت نفوذ عمقی $\frac{Ra}{Ha}\times 100$	راندمان کلی آبیاری $\frac{Va}{Ha}\times 100$	میزان بارندگی در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر	میزان آب مصرفی در فاصله هر دو آبیاری بر حسب لیتر (Lr)	میزان آب مصرفی در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر (E)	متوسط آب مصرفی روزانه در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر	نسبت آب مصرفی به تبخیر از تشتک $\frac{U}{E}$
۱	/۲/۱۲		۱۳/۲۵	۱۷/۲۷	۳۴	۲۰	۲/۱۳	۱۴۲۲	۲۴۹	۹۶۰	۲۱۳	۱۸	۶۷	۱۵					
۲	/۲/۲۴	۱۲	۲۲/۳	۱۸/۶۷	۴۳	۲۰	۱/۸۵	۴۰۸۱	۱۲۰۹	۶۸۷	۱۸۵	۵۸	۳۳	۹	۵/۵	۲۴	۸۵/۱	۲/۰	۰/۲۸
۳	۲/۳/۳	۱۰	۲۱/۴۵	۲۱/۰۹	۵۸	۳۰	۲/۰۵	۲۲۱۸	۱۲۰۰	۸۱۳	۲۰۵	۵۴	۳۷	۹	—	۲۰/۵	۹۴/۷	۲/۰۵	۰/۲۲
۴	۳/۱۳	۱۰	۲۱/۵۵	۱۸/۵۷	۴۹	۳۰	۲/۸۱	۲۱۸۴	۱۰۷۳	۸۳۰	۲۸۱	۴۸	۳۸	۱۲	۰/۳	۲۸/۴	۹۲/۷	۲/۸۴	۰/۳۱
۵	/۳/۲۳	۱۰	۲۲/۴۵	۲۰/۶۹	۵۲	۴۰	۲/۸۹	۲۴۴۵	۱۱۶۵	۱۰۴۷	۲۸۹	۴۸	۴۲	۱۰	—	۲۸/۹	۹۶/۱	۲/۸۹	۰/۳۰
۶	۲/۴/۳	۱۱	۱۱/۲۰	۱۶/۵۲	۳۰	۴۰	۴/۵۵	۲۴۰۷	۱۲۶۶	۶۸۶	۴۰۵	۵۲	۲۸	۱۹	—	۴۵/۵	۱۲۰/۷	۴/۱۴	۰/۳۸
۷	/۴/۱۲	۹	۲۲/۳۰	۱۲/۴۸	۳۵	۴۰	۴/۱۸	۲۳۰۱	۱۳۳۷	۵۴۶	۴۱۸	۵۸	۲۴	۱۸	—	۴۱/۸	۹۱/۳	۴/۶۴	۰/۴۶
۸	/۴/۲۴	۱۲	۲۳/۰۵	۱۲/۲۱	۳۷	۵۰	۵/۱۰	۲۸۲۵	۱۵۷۳	۷۴۲	۵۱۰	۵۶	۲۶	۱۸	—	۵۱	۱۱۳/۷	۴/۲۵	۰/۴۵
۹	۲/۵/۱	۸	۲۲/۵۵	۱۲/۸۵	۳۸	۵۰	۵/۰۴	۲۵۱۲	۱۴۷۰	۵۳۸	۵۰۴	۵۹	۲۱	۲۰	—	۵۰/۴	۷۵/۰	۶/۳۰	۰/۶۷
۱۰	۲/۵/۸	۷	۲۲/۳۵	۱۸/۳۹	۴۱	۵۰	۴/۷۷	۲۳۹۸	۱۳۸۵	۵۲۶	۴۷۷	۵۸	۲۲	۲۰	۰/۶	۴۸/۳	۶۹/۳	۶/۸۰	۰/۶۹
۱۱	۲/۵/۶	۱۰	۲۳/۳۰	۱۹/۵۵	۴۸	۵۰	۴/۲۰	۲۱۱۱	۹۶۷	۷۳۲	۴۲۰	۴۶	۳۵	۲۰	—	۴۲	۸۸/۳	۵/۲۵	۰/۴۷
نوبت ۱۱	جمع ۹۷ روز	متوسط ۱۰ روز	متوسط ۲۲ ساعت	متوسط ۱۸/۵۳ درصد	متوسط ۴۲ درصد	—	جمع ۳۹/۵۷ سانتیمتر	جمع ۲۴۶۱۲ مترمکعب	جمع ۱۲۸۹۴ مترمکعب	جمع ۸۱۱۲ متر مکعب	جمع ۳۲۵۷ مترمکعب	متوسط ۵۰ درصد	متوسط ۳۶ درصد	متوسط ۱۶ درصد	جمع ۶/۴ میلیمتر	جمع ۳۸۰/۸ میلیمتر	جمع ۹۲۶/۹۰ میلیمتر	متوسط ۴/۱۲ میلیمتر	متوسط ۰/۴۲

جدول شماره ـــــ نتایج کلی بررسی احتیاج آبی گلرنگ بطریقه آبیاری نشتی در کرج در سال ۱۳۵۲

زمان آبیاری				وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری				مقدار آب و راندمان آبیاری							میزان آب مصرفی				
نوبت آبیاری	تاریخ آبیاری	دور آبیاری بر حسب روز	مدت آبیاری بر حسب ساعت	میزان رطوبت خاک بر حسب درصد حجمی (P_2)	درصد رطوبت قابل استفاده از خاک %	عمق توسعه ریشه بر حسب سانتیمتر (D)	میزان کمبود رطوبت در منطقه ریشه بر حسب سانتیمتر $\frac{P_2-P_1}{100} \times D$	مقدار آب ورودی بر حسب متر مکعب در هکتار (M_a)	مقدار آب خروجی بر حسب متر مکعب در هکتار (M_2)	مقدار آب خارج شده از منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار (M_d)	مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار (M_3)	درصد تلفات آب بصورت فاضلاب $\frac{M_2}{M_a} \times 100$	درصد تلفات آب بصورت نفوذ عمقی $\frac{M_d}{M_a} \times 100$	راندمان کلی آبیاری $\frac{M_3}{M_a} \times 100$	میزان بارندگی مؤثر در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر	میزان آب مصرفی در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر (D)	میزان تبخیر از تشتک در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر (E_p)	متوسط آب مصرفی روزانه در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر	نسبت آب مصرفی به تبخیر در تشتک $\frac{D}{E_p}$
۱	۱۲/۲/		۴۲/۴۵	۱۶/۵۴	۳۰	۲۰	۲/۲۸	۱۲۶۲	۳۸۰	۶۵۹	۲۲۸	۳۰	۵۲	۱۸					
۲	۲۴/۲/	۱۲	۴۲/۵۵	۱۷/۸۳	۳۸	۲۰	۲/۰۲	۲۰۰۰	۱۰۶۰	۷۳۸	۲۰۲	۵۳	۳۷	۱۰	۵/۵	۲۵/۷	۸۵/۱	۲/۱۴	۰/۳۰
۳	۱۹/۳/	۱۶	۱۸/۵۵	۱۸/۸۶	۴۴	۳۰	۲/۷۳	۱۶۰۷	۴۶۴	۸۷۰	۲۷۳	۵۴	۲۹	۱۷	۰/۳	۲۷/۶	۱۴۷/۷	۱/۷۳	۰/۱۹
۴	۳/۴/	۱۳	۲۳/۵۰	۱۷/۴۲	۳۵	۳۰	۳/۱۵	۲۳۳۳	۸۱۰	۱۲۰۸	۳۱۵	۳۵	۵۱	۱۴	—	۳۱/۵	۱۲۴/—	۲/۴۲	۰/۲۵
۵	۴/۴/	۱۲	۲۳/۴۵	۱۵/۳۸	۲۴	۴۰	۴/۹۱	۲۰۷۷	۸۹۷	۶۸۹	۴۹۱	۴۳	۳۳	۲۴	—	۴۹/۱	۱۳۰/۵	۴/۰۹	۰/۳۸
۶	۱۲/۴/	۱۰	۲۲/۴۵	۱۶/۶۹	۳۱	۴۰	۴/۵۰	۲۲۸۹	۱۱۷۲	۶۶۷	۴۵۰	۵۱	۲۹	۲۰	—	۴۵/۶	۱۰۱/۴	۴/۵۰	۰/۴۴
۷	۲۵/۴/	۱۲	۲۳/۲۵	۱۶/۱۶	۲۷	۴۰	۴/۷۱	۲۶۰۳	۱۴۹۹	۶۳۳	۴۷۱	۵۰	۲۴	۱۸	—	۴۷/۱	۱۱۴/۵	۳/۱۳	۰/۴۱
۸	۵/۵/	۸	۲۱/۱۰	۱۸/۰۵	۳۹	۵۰	۴/۹۴	۲۴۳۹	۱۱۸۷	۶۵۸	۴۹۴	۵۱	۲۷	۲۰	—	۴۱/۴	۷۵/۲	۶/۱۸	۰/۶۶
۹	۱۰/۵/	۸	۲۲/۵۰	۱۸/۶۳	۴۳	۵۰	۴/۵۴	۲۲۰۴	۱۳۱۲	۴۳۸	۴۵۴	۵۰	۲۰	۲۱	۰/۷۵	۴۶/—	۸۲/—	۵/۷۵	۰/۵۶
۹ نوبت	جمع ۹۱ روز	متوسط ۱۱ روز	متوسط ۲۱ ساعت	متوسط ۱۷/۲۸ درصد	متوسط ۳۵ درصد	—	جمع ۳۳/۷۸ سانتیمتر	جمع ۱۸۸۱۹ متر مکعب	جمع ۸۸۸۱ متر مکعب	جمع ۶۵۶۰ متر مکعب	جمع ۳۳۷۸ متر مکعب	متوسط ۴۸ درصد	متوسط ۳۴ درصد	متوسط ۱۸ درصد	جمع ۶/۴ میلیمتر	جمع ۳۲۱/۴ میلیمتر	جمع ۸۶۰/۴ میلیمتر	متوسط ۳/۸۴ میلیمتر	متوسط ۰/۴۰

با استفاده از فرمول Blany - Criddle جهت محاسبه مقدار آب مصرفی این دو محصول و بادر نظر گرفتن شرایط شه‌ای جغرافیائی و محیطی (عرض‌جغرافیائی ، مقدار ساعات روشنائی وغیرو) کرج ملاحظه میشود که مقدار آب مصرفی برای آفتابگردان ۳۶۶۰ متر مکعب در هکتار و برای‌گلرنگ ۳۴۹۰/۵متر مکعب در هکتار محاسبه میشود که از نظر مقدار باآنچه که از آزمایش بدست آمده است تقریباً تطابق دارد .

همچنین میزان آب مصرفی روزانه بطور متوسط برای هر دو محصول‌گلرنگ وآفتابگردان بترتیب ۴/۱۲۹۳/۸۴ میلیمتر بوده است .

۶ - فاکتورگیاهی (K) که‌از نسبت آب مصرفی خالص (U)به تبخیر از سطح آزاد آب (E) در طول‌رشدگیاه بدست میآید در تمام دوره رویش‌گیاه اندازه‌گیری شده و مقدار آن از ۲۲/۰ تا ۶۹/۰ برای آفتابگردان ۳۰/۰ تا۶۶/۰ برای گلرنگ تغییر پیدا کرده است .

ملاحظه میشود که علاوه برمرحله رشدگیاه نوع‌گیاه و مقدار سطح آزادبرگها نیز روی مقدارK تأثیر دارندمثلا در موردگیاه آفتابگردان این مقدارکمی بیشتر ازگلرنگ بدست آمده است .

منحنی شماره ٤ : تغییرات آب مصرفی دوگیاه گلرنگ وآفتابگردان رانسبت به تبخیراز تشتک‌کلاس A نشان

میدهد ، همچنین در جدول شماره ۵ خلاصه نتایج حاصل آزمایش را از لحاظ عوامل آبیاری میزان محصول و غیر وملاحظه خواهید کرد .

راجع به مقدار عملکرد باید متذکر شد که در موردگلرنگ با مراقبت و بازدید هرروزه و سمپاشی‌های بموقع از بروز آفات جلوگیری و بنابراین میزان عملکرد ۱۶۶۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است . همچنین در موردآفتابگردان ازشروع بستن دانه‌هااز حمله پرندگان جلوگیری کرده و باسراقبت دائمی و در مدت فصل رویش‌گیاه مقدار محصول ۲۷۶۵ کیلو گرم درهکتار بدست آمده و چنانچه ملاحظه میشود میزان عملکرد هر دو محصول قابل توجه بوده است . معهذا مقدار تلفات بصورت گنجشک خوردگی تعیین ودر مقدار عملکرد منظورگردیده است ، مطلبی که‌در اینجا مهم بنظر میرسد بازده آب مصرفی یعنی مقدار آبی که لازم است‌یک کیلوگرم‌محصول‌تولید نماید میباشد. این‌مقدار برای‌هردو محصول‌بطورخالص وناخالص‌محاسبه ودر جدول شماره ۵ نشان‌داده شده است، علت‌اختلاف زیاد بین مقدار خالص وناخالص بازده‌آب مصرفی همان پائین بودن راندمان آبیاری‌می‌باشد .

سئوالات مطرح شده در سمینار

سؤال ۱ ـ در آزمایش شما مقدار آب آبیاری درهر بار از روی ضرایب رطوبت خاك تعیین شده است از آنجائیکه راندمان آبیاری را نداشته‌اید چطور مقدار آب آبیاری را بدست آورده‌اید ؟

در این آزمایش مقدار آب درهر آبیاری قبلا معین نشده بلکه آبیاری آنقدر ادامه یافته است تا سطح تمامی پشته‌ها خیس شده وبهم برسند ، دلیل اصلی نفوذ عمق بسیار سریع ونفوذ جانبی بطی آب در خاك می‌باشد ، چنین بنظر میرسد که دریک چنین خاك بخصوصی زمان آبیاری با آنچه که از روی تجربه بدست میآید توافق ندارد .

سؤال ۲ ـ خاك مورد آزمایش شما دارای عمق ۳۰-۰۵ سانتیمتر بوده وپائین‌تر از این عمق‌گراول قرار داشته که قابلیت نفوذزیادی دارد این آزمایش درچه نقاطی قابل تعمیم است ؟

با توجه باینکه اغلب خاکهای کرج دارای یک چنین خصوصیاتی است بناچار آزمایش درچنین شرایطی پیاده شده است وانجام آن نیز تا سرحد امکان مطابق آنچه بوده است که در محل انجام میگیرد ، خوشبختانه نتیجه بدست آمده‌بقدری واضح ومشهود است که امکان استفاده از این روش را محدود میسازد :

سؤال ۳ ـ چرا طول فارو آبیاری را ۱۲۰ مترگرفته‌اید ؟ اگر کمتر میگرفتید چطور میشد ؟

آنچه جهت اندازه طول فارو درنظرگرفته شده آبخیزی است که برای یک کشاورزی مکانیزه درنظرگرفته شده چه‌اینکه کمتر از این مقدارکار با ماشین‌آلات را ازنظر ، کاشت ، داشت وبرداشت مشکل میسازد ، بخصوص اینکه این اندازه طول فارو کمی بیشتر از آبخیزی است که بوسیله آزمایش روی زمین مورد نظر اندازه‌گیری شده است.

سؤال ٤ ـ آیا انتخاب ۱۲۰ متر برای طول فارو آبیاری از نقطه نظر آبیاری است یا مکانیزاسیون ؟

البته در سطح های کوچک ممکن است طول فارو را خیلی کوتاه‌گرفت ولی این عمل در سطح های نسبتاً بزرگ امکان‌پذیر نیست ، چون منظور از این آزمایش تعیین بهترین راندمان آبیاری بوده درعین حال امکان استفاده در حداقل سطح برای کاربرد ماشین‌آلات نیز مورد نظر بوده است.

سؤال ۵ ـ در آزمایش شما مقدار زیادی آب بپائین نفوذ کرده واز دسترس ریشه نبات خارج شده است علت آن چیست ؟ چرا روشی انتخاب کرده‌اید که اینقدر تلفات دارد ؟

چنانچه‌ملاحظه‌میشود مقدار نفوذ آب‌بصورت نفوذ عمقی (Deep Percolaiion) زیاد میباشدوهمانطوریکه گفته شد بدلیل کم عمق بودن خاك زراعی و قرارگرفتن یک طبقه شن وقلوه سنگ در قسمت زیرین می‌باشد ، دلیل انتخاب این روش تنها برآورد میزان تلفات بوده تا با در دست داشتن ارقام زنده بتوان بهترین متد را جایگزین این متد نمود .

Summary of the paper

Water Consumptive Use of Sunflower and Safflower at

Karadj Area

In order to determine the water Consumptive use and the Irrigation freguency of Sunflower and Safflower an experiment was conducted in the Agricultural Research and training center at Karadj.

The experiment based on soil moisture percentage, Tensiometers and Cadmiun blocks instaled in the field for moisture determination, which were calibrated in the Soil of experimental Field before the research started. The best length of run was determined as 120 meter by trial.

The inflow and outflow recorded by 3 inches parshal flumes, soil texture was clay loam from surface to 40 centemeter depth, under layered by gravel. Irrigation has been started when available moisture Percentage was 30–40 for safflower and 40–50 for sunflower.

Net water requirment for sunflower measured to the amount of 3808m3/ha. and for safflower 3214 m3/ha.

Total number of Irrigation was determined as 9 times for sunflower and 11 times for safflower.

Average Irrigation frequency was 10 days and 11 days for sunflower and safflower Respectivly. Irrigation frequency was 34 percent for sunflower and 33 percent for sunflower, deep percolatin was determined to the omount of 34 percent for both, lc w irrigation effecency is related to the high deep percolation.

The relation between (U) net water requirment and (E) evaporation from class A pan $\left(K = \frac{u}{E} \right)$ was determined through the growing season, the amount is different from 0.22 to 0.69 for sunflower and 0.30–0.66 for safflower. Curve No. 4 shows the varation between consumptive use of two plants with evaporation from class Apan.

محاسبه میزان آب مصرفی در حوزه آبریز بحر خزر با استفاده از فرمول تورن‌ویت

مؤسسه آبشناسی ایران

حسین ارفع

تشکر وسپاسگزاری

بدینوسیله از همکاریهای جناب آقای دکتر علی اکبریان سرپرست محترم گروه راه وساختمان دانشکده فنی وهمچنین سایر کارکنان مرکز کامپیوتر دانشگاه تهران که در تهیه واجرای برنامه محاسبات همکاری فرموده‌اند سپاسگزاری میشود. ازکمکهای آقای فریبرز وزیری وسایر کارمندان مؤسسه آبشناسی در تهیه مقاله نیز صمیمانه تشکر میشود.

مقدمه :

هدف از این مطالعه اینست که‌متد تورن‌ویت Thornethwaite برای تخمین آب‌مصرفی‌وبرآورد احتیاجات آبیاری در مناطقی که‌یا فاقد آمار لازم(باستثنای آمار هواشناسی)میباشندویا آمار آنها برای برآوردهای لازم کافی‌نمیباشدتشریح شود.

تعریف اصطلاحات :

از نظر یادآوری چند اصطلاح مربوط ذیلا تعریف میگردد :

۱ ـ آب مصرفی (تبخیر وتعریق) (Consumptive Use (Evapo - trans piration

مجموعه حجمی مقادیر آبیکه دریک منطقه معین بوسیله پوشش‌گیاهی بصورت تعریق یا ساختمان بافتهای‌گیاهی مصرف میشود ویا از خاك ویا برفهای مجاور تبخیر میگردد ، به انضمام مقدار باران معوقه در منطقه درهر زمان مشخص تقسیم برسطح منطقه، آب مصرفی (C . U) نامیده میشود. اگر واحدزمانی کوتاه‌باشد آب‌مصرفی‌باواحد acre -inches/acre ویا اینچ ویا سانتیمتر ویا میلیمتر نشان داده میشود. درصورتیکه واحد زمانی بزرگتر باشد نظیر فصل رویش‌گیاهی ویا سال واحد مزبور بصورت acre-feet/ acre ویا فوت ویا متر درنظرگرفته میشود.

۲ ـ آب لازم برای آب مصرفی : Consumptive Use Requirements

عبارت از مقدار آبیست که بطور بالقوه مورد نیاز مناطق با پوشش‌گیاهی میباشد بطوریکه احتیاجات تبخیر وتعریق گیاهان تأمین وتولیدگیاهی مواجه باکمبود آب نشود.

۳ ـ آب مورد نیاز آبیاری : Consumptive Irrigation Requirement

آب مورد احتیاج آبیاری برحسب ارتفاع ، باستثناء بارندگی ، رطوبت ذخیره شده‌در خاك ویا آب زیرزمینی که برای تولیدات‌گیاهی مصرف میشود آب مورد نیاز آبیاری نامیده میشود.

٤ - راندمان آبیاری : Irrigation Efficiency

درصد آب آبیاری که در خاك ذخیره میشود وبرای مصرف بوسیله‌گیاهان در دسترس قرار میگیرد‌راندمان آبیاری نامیده میشود. راندمانهای دیگری نیز وجود دارد که عبارتند از : راندمان توزیع آب در مزرعه ، راندمان آبیاری تقسیم آب از انهار وراندمان آبیاری کل پروژه .

٥ - آب لازم برای آبیاری : Irrigation Water Requirement

آب مورد نیاز آبیاری تقسیم برراندمان آبیاری ، آب لازم برای آبیاری را تشکیل میدهد.

٦ - باران مؤثر : Effective Precipitation

عبارت از مقدار بارانی میباشد که در زمان رویش‌گیاهی ریزش مینماید وبرای احتیاجات آب مصرفی گیاهان در دسترس قرار میگیرد. آن قسمت از باران که بصورت نفوذهای عمقی از دسترس ریشه خارج میشود وهمچنین مقداری که بصورت ران آف جریان مییابد جزء باران مؤثر بحساب نمیآید.

شرح متد بکار رفته

متدهای مختلفی برای اندازه‌گیری مقدار آبیکه بوسیله محصولات کشاورزی استفاده ویا برای پوششهای‌گیاهی بومی ویا طبیعی بکار میرود از مدتها قبل مورد استفاده قرار میگرفته است. استفاده از آب بوسیله‌گیاهان بطورکلی بوسیله درجه حرارت هوا ومدت تابش آفتاب مشخص میشود. درجه حرارت تبخیر راکنترل مینماید وساعات آفتابی عمل فتوسنتز راتوجیه مینماید که براساس آن رویش‌گیاهی تأمین میشود. البته عوامل دیگری نیز وجود دارد که بالنسبه دارای اهمیت کمتری هستند. از آنجائیکه ساعات آفتابی ممکن ، از طلوع تا غروب آفتاب تابعی از عرض جغرافیائی میباشد ، همبستگی ممکن است بصورت زیر نوشته شود :

$$PE = \phi(t,L) \qquad (1)$$

که در آن PE مصرف تبخیر وتعریق ، t درجه حرارت و L عرض جغرافیائی است.

بنظر آقای تورن‌ویت Thorneth Waith تبخیر وتعریق بالقوه برای یک ماه استاندارد (ماه ۳۰ روزه با ۱۲ ساعت آفتاب درهر روز برابر با ۳٦۰ ساعت آفتاب در ماه) میتواند با دقت قابل قبول از فرمول تجربی زیر بدست آید.

$$PEx = 1.6 \left(\frac{10\,T}{J}\right) A \qquad (2)$$

که در آن :

P E x = تبخیر وتعریق بالقوه برحسب سانتیمتر (چنانچه ضریب ۱٦ انتخاب شود برحسب میلیمتر خواهد بود.)

T = درجه حرارت متوسط ماهیانه برحسب سانتیگراد.

J = اندیس حرارتی سالیانه است که برابر با حاصلجمع اندیس‌های‌حرارتی ۱۲ ماهه سال میباشد. هرکدام از اندیس‌های حرارتی ماهیانه (J) از فرمول زیر قابل محاسبه‌اند :

$$J = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514} \qquad (3)$$

وبنابراین J بصورت زیر حساب میشود :

$$J = \sum_{1}^{12} J \qquad (4)$$

توان A مربوط به‌فرمول (۲) از رابطه زیر بدست میآید :

$$A = \frac{675J^3}{10^9} = \frac{771J^2}{10^7} + \frac{1792J}{10^5} + 0.49239 \qquad (۵)$$

همانطوریکه گفته شد PEx یک مقدار تئوری استاندارد ماهیانه است که براساس تعدادروزهای ماه‌برابر با ۳۰ روز وساعات آفتابی هر روز برابر با ۱۲ ساعت تنظیم شده است .

مقدار حقیقی تبخیر وتعریق بالقوه برای هرماه با تعداد روزهای متفاوت با ۳۰ وتعدادساعات آفتابی غیراز ۱۲ ساعت از فرمول زیر بدست میآید :

$$PE = PEx = \frac{D \cdot T}{360} Cm \qquad (۶)$$

که در آن :

PE = تبخیر وتعریق بالقوه ماهیانه‌برحسب سانتیمتر .

D = تعداد روزهای موجود درماه .

T = متوسط تعداد ساعات آفتابی بین طلوع وغروب آفتاب درماه .

PEx = تبخیر وتعریق استاندارد ما مورد نظر برحسب‌سانتیمتر میباشد .

باتوجه به فرمول (۵) برای محاسبه A ملاحظه میشود که در اثر بزرك بودن ضرائب‌ممکن‌است در محاسبات اشتباه رخ دهد . ازاین نظر برای محاسبه A فرمول ساده‌تری به وسیله Serra تست وداده شده که‌دراین مقاله ازآن‌استفاده شده است . فرمول مزبور بصورت زیر است :

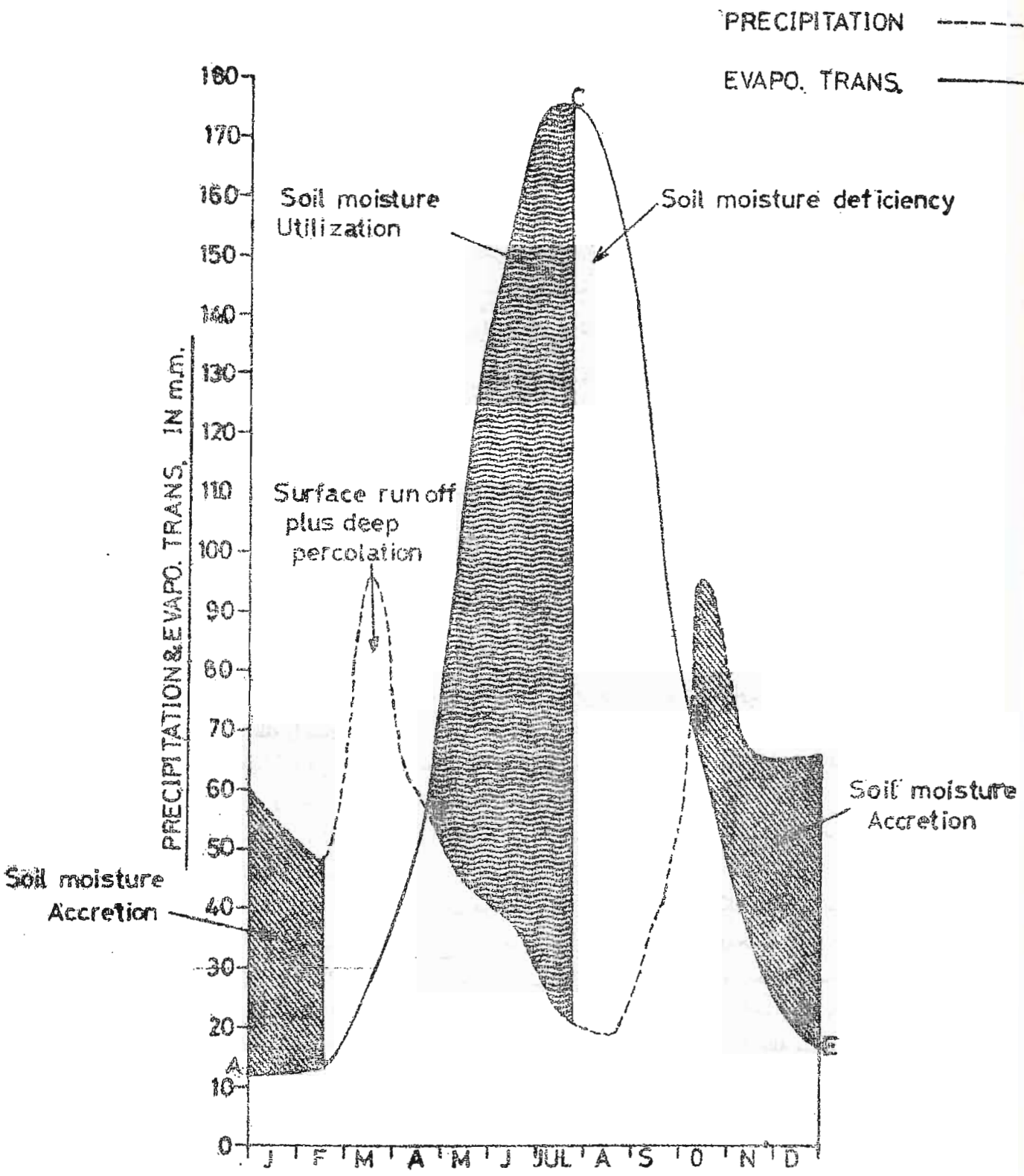
$$A = 0.016J + 0.5 \qquad (۷)$$

بطورکلی فرمول تورن ویت از نظر انجام محاسبات وقت‌گیر است . برای‌جلوگیری از اتلاف وقت‌برای آن نموگرامی تهیه نموده‌اند که بکمک آن مقدار EPx راسیتوان حساب نمود . استفاده‌ازاین نمرگرام محدودبه درجات کمتر از ۲۶/۵ درسانتیگراد است‌ودرصورت بیشتر بودن درجه حرارت از جدولهای ضمیمه آن استفاد میشود (برای توضیح بیشتر به کتب ونشریات آبیاری مراجعه شود .)

روش محاسبه C. U. بکمک فرمول تورن‌ویت .

بحث: رابطه‌بین بارندگی وتبخیر وتعریق‌پیوسته در حال تغییر است. در فصول‌خشک تبخیر وتعریق‌اغلب‌بیش از بارندگی است‌و ازیک ماه‌به‌ماه‌دیگر تغییر میکندوباعث ایجاد کمبودرطوبتی‌خاك Soil moistnre deficiency میگردد. در فصول مرطوب موضوع عکس است .

شکل شمار یک بیلان آبی را برای منطقه‌گرگان (درمحل ایستگا اندازه گیری) نشان میدهد .همانطوریکه‌ملاحظه میگردد از ابتدای سال (سال اروپائی) که مقدار بارندگی بیش‌از تبخیر است .



شکل شماره ۱

بیلان آبی ایستگاه گرگان با عرض جغرافیائی $36^{\circ}.51'$

نقطه (A) مقداری از بارندگی صرف افزایش رطوبت خاك میشود سپس مازاد آن بصورت ران آف ویا نفوذ باعماق زمین مصرف میگردد. از محل تقاطع دو منحنی تبخیر وتعریق وبارندگی (نقطهB) که میزان بارندگی کمتر از میزان تبخیر است گیاهان از رطوبت ذخیره شده در خاك استفاده مینمایند تا اینکه این رطوبت بحد غیرقابل استفاده برسد (نقطه C) از این مرحله کمبود رطوبتی خاك ظاهر میشود و ایجاب مینماید این کمبود بوسیله آبیاری تأمین‌شود . پس از آن دوباره دو منحنی در نقطه D همدیگر را قطع میکنند واز این نقطه تا نقطه E(پایان سال) میزان بارندگی‌از مقدار تبخیر وتعریق زیادتر است و آب اضافی از تبخیر وتعریق بمصرف جبران کمبود رطوبتی خاك وبالا رفتن رطوبت در خاك Soil moisture accretion میرسد. این‌گردش بطور دائم و سالیانه انجام میگیرد. روشن است که در تمام نقاط رابطه بین تبخیر وتعریق باین صورت نیست در نقاطیکه میزان تبخیر وتعریق در طول سال بیش از بارندگیست همیشه کمبود رطوبتی خاك وجود دارد وبرعکس در مناطق پرباران که‌مقدار باران بیش‌از تبخیروتعریق است خاك همیشه‌مرطوب بوده وکمبودرطوبتی خاك‌بوجودنمیآید.

نقش فرمول تورن‌ویت دربرآورد میزان تبخیر و تعریق پتانسیل در این مقاله :

استفاده از فرمول تورن‌ویت برای محاسبه تبخیر وتعریق پتانسیل دارای محاسن و معایبی میباشد. یکی‌از محاسن آن اینست که بکمك آمار کلیماتولوژی وبدون صرف وقت زیاد میتوان تبخیر وتعریق را حساب نمود ولی عیب آن اینست که مقدار تبخیر وتعریق‌را کم برآوردمینماید وباصطلاح Underestimate مینماید. برای رفع نقص فرمول تورن‌ویت‌در این مقاله روشی اتخاذ شده است که بعداً مورد بحث قرار خواهدگرفت. چون در منطقه مورد مطالعه آمار کافی برای‌محاسبه تبخیر وتعریق از متدهای دیگر وجود نداشت واز طرفی شرایط منطقه برای استفاده از فرمول تورن‌ویت سازگاری دارد از این نظر فرمول مزبور برای این مطالعه انتخاب و تنظیم‌گردید بطوریکه با استفاده از فرمول تورن‌ویت تصحیح شده Thorethwait's adjusted formula براحتی وبا دقت کافی میتوان تبخیر وتعریق پتانسیل را برآورد نمود.

حدود و منطقه مورد مطالعه و آمار بکاررفته :

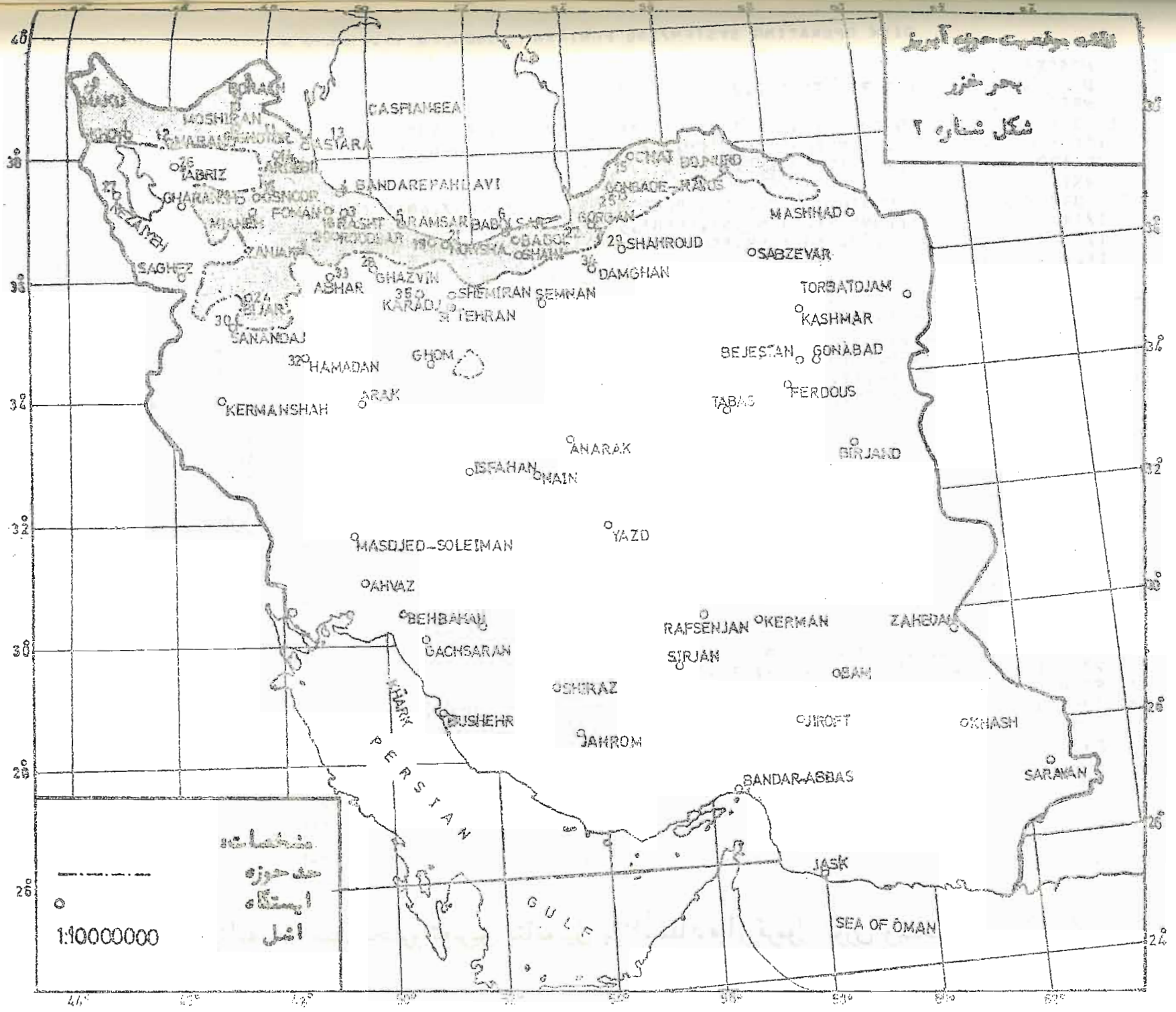
منطقه مورد مطالعه بین ۳۰/۱۲ و۳۹/٤٥ درجه عرض شمالی و٤٤ و٥٩ درجه طول جغرافیائی‌گسترده شده است. شکل شماره ۲ حدود منطقه را نشان میدهد.

تعداد ایستگاههائیکه در این منطقه مورد مطالعه قرارگرفتند واز نظر آمار موجود قابل استفاده بودند در لیست شماره دو (استخراج شده ازکامپیوتر) درج شده است. در لیست شماره دو ، ۳٥ ایستگاه داده شده‌که از آن ۲٥ عدد اول ایستگاههای اصلی هستند و ۱۰ ایستگاه آخری (از شماره ۲٦ تا ۳٥) ایستگاههای جنبی هستند که بعنوان کمکی استفاده شده ویا علامت ستاره مشخص شده‌اند.

آمار هواشناسی بکار رفته از نشریات سازمان هواشناسی کشور استخراج شده و یک متوسط ۹ ساله از سال۱۹٦۱ تا ۱۹٦۹مورد عمل قرارگرفته است. پس از جمع‌آوری آمار وانجام عملیات مقدماتی ومحاسبه ۹ ساله این خلاصه آمار برروی کارتهای I.B.M پانچ وطی برنامه‌ای به کامپیوتر مدل ۳٦۰ دانشگاه تهران‌داده شده‌ودر برنامه‌خواسته‌شد مجدداً آمار درجه حرارت متوسط ماهیانه این ایستگاه‌ها چاپ . سپس از فرمول تورن‌ویت ابتدا ضرائب وبعد مقادیر تبخیر و تعریق پتانسیل محاسبه و چاپ شود. خلاصه عملیات‌در لیستهای شماره یک و دو وسه ملاحظه میگردد. لیست شماره ۳ که حاوی تبخیر وتعریق پتانسیل استاندارد ومحاسبه شده بوسیله فرمول تورن‌ویت میباشد مبناء محاسبات بعدی برای تنظیم فرمول مزبور قرارگرفته است .

تنظیم فرمول تورن‌ویت برای منطقه مورد مطالعه

همانطوریکه قبلا یادآوری‌گردید فرمول تورن‌ویت مقادیر تبخیر وتعریق راکم برآورد مینماید. برای رفع این نقص تست‌های مختلفی انجام شده وسرانجام تصمیم‌گرفته شد بکمك یکی از فرمولهای منطقی‌تر فرمول مزبور را برای منطقه تصحیح (تنظیم)گردد. فرمول انتخاب شده فرمول پن‌من است. فرمول پن‌من چون در محاسبه تبخیر وتعریق عوامل زیادی


نقشه موقعیت حوزه آبریز
بحر خزر
شکل شماره ۲
CASPIAN SEA
BANDAR-E PAHLAVI
MASHHAD
SABZEVAR
TORBAT-E JAM
KASHMAR
BOJNURD
GONBAD-E KAVUS
GORGAN
SHAHROUD
DAMGHAN
SEMNAN
TEHRAN
KARAJ
GHAZVIN
ZANJAN
SAGHEZ
ARDABIL
ASHAR
SHEMIRAN
SANANDAJ
HAMADAN
GHOM
ARAK
KERMANSHAH
BEJESTAN
GONABAD
TABAS
FERDOUS
BIRJAND
ANARAK
ESFAHAN
NAIN
YAZD
MASJED-SOLEIMAN
AHVAZ
BEHBAHAN
GACHSARAN
SHIRAZ
BUSHEHR
JAHROM
RAFSENJAN
KERMAN
SIRJAN
BAM
ZAHEDAN
JIROFT
KAHNUJ
SARAVAN
BANDAR-ABBAS
JASK
KHARG
PERSIAN GULF
SEA OF OMAN
مشخصات
حد حوزه
ایستگاه
اتل
1:10000000

```
C       HOSSEIN ARFA
        DIMENSION TOWN(100,2), T(100,12), PEX(12)
        WRITE(3,1)
    1 FORMAT('1',5X,'COMPUTATION OF THEORETICAL MONTHLY EVAPO TRANSPIRA
       1TION BY THORNTHWAITE METHOD'/6X,'FOR CASPIAN SEA CATCHMENT FOR P
       2ERIOD 1961 _ 69'//6X,'BY HOSSEIN ARFA'//////)
        WRITE(3,3)
    3 FORMAT(35X,'MEAN MONTHLY TEMP. FOR PERIOD 1961 _ 69'/35X,40('_')/
       1/2X,'NO',2X,'STATION',5X,'JAN',5X,'FEB',5X,'MAR',5X,'APR',5X,'MAY'
       1,5X,'JUN',5X,'JUL',5X,'AUT',5X,'SEP',5X,'OCT',5X,'NOV',5X,'DEC'/1
       1X,109('_'))
        N=0
    4   N=N+1
        READ(1,5)(TOWN(N,I),I=1,2),(T(N,J),J=1,12)
    5 FORMAT(2A4,12F6.2)
        IF(T(N,7)*T(N,8)-0.1)10,10,6
    6   WRITE(3,8)N,(TOWN(N,I),I=1,2),(T(N,J),J=1,12)
    8 FORMAT(I4,2X,2A4,12F8.2)
        GO TO 4
   10   N=N-1
        WRITE(3,12)
   12 FORMAT('1',34X,12(5X,'PEX')/2X,'NO',2X,'STATION',8X,'J',9X,'A',8X
       1,'JAN',5X,'FEB',5X,'MAR',5X,'APR',5X,'MAY',5X,'JUN',5X,'JUL',5X,'
       1AUG',5X,'SEP',5X,'OCT',5X,'NOV',5X,'DEC'/1X,131('-'))
        DO 30 K=1,N
        TJ=0
        DO 20 J=1,12
   20   TJ=TJ+(0.2*T(K,J))**1.514
        A=0.5+0.016*TJ
        DO 25 J=1,12
   25   PEX(J)=1.6*(10.*T(K,J)/TJ)**A
        WRITE(3,27)K,(TOWN(K,I),I=1,2),TJ,A,(PEX(J),J=1,12)
   27   FORMAT(I4,2X,2A4,2F10.2,2X,12F8.2)
   30   CONTINUE
        STOP
        END
```

لیست شماره یك ـ برنامه محاسبه تبخیرو تعریق پتانسیل با استفاده از فرمول تورن ویت

COMPUTATION OF THEORETICAL MONTHLY EVAPO TRANSPIRA TION BY THORNTHWAITE METHOD
FOR CASPIAN SEA CATCHMENT FOR P ERIOD 1961 _ 69

BY HOSSEIN ARFA

MEAN MONTHLY TEMP. FOR PERIOD 1961 _ 69

NO	STATION	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1	KHOY	1.20	1.61	6.43	11.17	16.84	21.26	24.80	24.56	19.53	13.44	7.23	2.88
2	RASHT	7.00	7.25	9.46	13.47	19.30	22.72	24.67	24.93	21.67	17.31	13.26	9.64
3	ZANJAN	1.24	1.61	5.00	9.20	16.46	19.85	23.25	22.94	18.76	13.02	7.25	2.55
4	PAHLAVI	7.13	6.97	9.08	13.11	19.21	23.45	25.50	25.34	20.76	17.82	13.78	10.40
5	RAMSAR	7.78	7.67	9.20	12.27	18.15	22.12	24.81	25.04	22.00	17.93	13.62	10.33
6	BABOLSAR	7.85	8.17	10.23	13.78	19.65	23.57	26.16	26.01	23.85	18.37	13.67	10.17
7	GORGAN	8.24	8.59	11.57	15.10	21.81	25.61	27.51	27.77	24.47	18.93	14.13	10.46
8	BORAN	4.23	4.81	7.78	13.33	19.48	24.20	26.64	26.40	21.08	15.57	10.73	6.57
9	MAKU	1.90	2.24	6.35	11.42	17.06	20.64	24.72	24.95	19.66	13.21	7.28	3.15
10	MOSHIRAN	3.87	4.41	8.28	12.12	17.62	21.42	23.36	22.71	18.88	14.11	9.67	6.54
11	GHOTOR	1.34	1.93	7.15	12.27	18.33	23.87	27.85	27.58	22.28	15.64	8.77	3.07
12	MARAND	1.21	0.92	6.81	9.40	15.23	19.87	23.53	23.32	18.81	12.38	6.48	1.88
13	ASTARA	6.42	5.72	8.41	12.04	18.14	22.13	24.78	24.54	20.83	16.10	12.05	8.38
14	ARDEBIL	0.98	0.46	4.66	7.97	14.02	17.20	18.72	18.65	15.68	11.53	6.56	2.83
15	CHAT	5.87	7.30	10.62	15.06	21.88	25.40	27.21	27.16	22.82	16.35	12.28	10.07
16	OSNOR	1.72	2.78	8.50	12.72	19.19	24.26	27.41	27.31	22.98	16.17	8.81	3.88
17	GHARANGH	1.64	3.78	8.30	11.63	18.16	23.44	26.37	26.15	21.94	15.00	6.91	3.07
18	FOMAN	7.01	7.37	9.76	13.70	19.52	23.21	24.50	25.11	21.72	17.14	13.72	9.85
19	SHAHSA	7.80	7.65	9.41	12.94	18.74	22.31	25.23	25.25	21.57	17.53	13.35	10.01
20	ROODBAR	8.34	9.32	11.62	14.75	20.54	23.95	25.85	26.13	22.81	18.82	14.92	11.36
21	NOWSHAHR	8.04	8.02	9.27	12.76	18.28	22.33	24.66	25.02	22.71	18.80	13.76	10.50
22	BABOL	6.30	7.25	9.58	13.58	18.82	22.32	23.82	23.62	21.22	15.42	12.65	9.18
23	SHAHI	7.44	8.00	10.42	14.22	20.56	24.22	26.03	26.23	23.23	18.53	13.41	9.55
24	BIJAR	0.43	0.40	3.15	6.93	13.32	18.87	22.92	22.62	17.26	11.33	4.17	0.96
25	GONBAD	7.81	8.07	10.93	14.08	21.01	25.16	27.84	27.62	24.44	19.76	13.56	10.54
26	*TABRIZ	0.84	1.10	5.50	10.02	16.76	21.85	25.93	25.84	20.68	13.80	7.14	2.27
27	*REZAI	0.92	1.05	5.97	10.55	16.53	20.97	25.17	24.55	20.06	13.87	8.22	3.07
28	*GHAZVIN	3.54	3.84	8.70	12.77	19.25	24.07	26.97	26.61	22.35	16.33	9.90	4.82
29	*SHAHRUD	2.36	4.08	9.04	13.46	19.14	23.47	25.85	25.15	21.01	15.15	8.61	3.75
30	*SANANDA	1.22	1.85	7.02	10.64	16.60	22.55	27.45	25.93	21.58	15.27	8.54	3.18
31	*TEHRAN	3.57	5.52	10.54	14.48	22.14	26.97	29.82	28.86	24.57	18.14	10.76	5.98
32	*HAMADAN	0.80	1.44	6.07	9.58	15.21	20.02	24.45	23.54	18.33	12.60	5.95	1.71
33	*ABHAR	0.65	0.97	4.88	8.18	13.43	18.27	21.26	21.20	17.92	11.92	5.65	2.15
34	*DAMGHAN	1.65	3.55	9.80	13.36	20.04	23.75	26.56	25.26	21.80	15.83	8.83	3.12
35	*KARADJ	2.15	3.63	8.33	12.70	18.95	23.43	26.40	25.32	21.26	15.22	8.98	3.80

لیست شماره ۲ ــ متوسط درجه حرارت در منطقه مورد مطالعه

NO	STATION	J	A	PEX JAN	PEX FEB	PEX MAR	PEX APR	PEX MAY	PEX JUN	PEX JUL	PEX AUG	PEX SEP	PEX OCT	PEX NOV	PEX DEC
1	KHOY	57.32	1.42	0.17	0.26	1.86	4.12	7.37	10.25	12.75	12.58	9.09	5.3	2.22	0.60
2	RASHT	73.59	1.68	1.47	1.56	2.44	4.41	8.06	10.60	12.17	12.39	9.79	6.72	4.30	2.52
3	ZANJAN	52.34	1.34	0.23	0.33	1.92	3.60	7.41	9.51	11.76	11.55	8.82	5.41	2.47	0.61
4	PAHLAVI	74.79	1.70	1.48	1.42	2.22	4.15	7.93	11.12	12.82	12.68	9.04	6.98	4.51	2.80
5	RAMSAR	73.68	1.68	1.76	1.72	2.33	3.78	7.28	10.13	12.29	12.48	10.05	7.13	4.50	2.83
6	BABOLSAR	79.89	1.70	1.55	1.67	2.49	4.22	7.93	10.96	13.10	13.06	11.19	7.04	4.16	2.46
7	GORGAN	67.62	1.90	1.43	1.54	2.72	4.51	8.07	12.31	14.10	14.36	11.29	6.93	3.98	2.24
8	BORAN	70.92	1.63	0.69	0.85	1.86	4.49	8.35	11.90	13.92	13.72	9.50	5.79	3.15	1.41
9	MAKU	57.63	1.42	0.33	0.49	1.84	4.23	7.49	9.62	12.69	12.86	9.16	5.21	2.23	0.68
10	MOSHIRAN	59.96	1.46	0.84	1.02	2.56	4.47	7.71	10.26	11.84	11.17	8.53	5.58	3.21	1.82
11	GHOTOR	68.87	1.69	0.12	0.21	1.71	4.05	7.69	11.73	15.04	14.77	10.51	5.97	2.37	0.44
12	MARAND	51.63	1.32	0.24	0.17	1.48	3.58	6.75	9.58	11.97	11.63	8.91	5.14	2.19	0.43
13	ASTARA	58.13	1.59	1.46	1.31	2.24	3.96	7.59	10.42	12.47	12.28	9.46	6.28	3.95	2.22
14	ARDEBIL	40.13	1.14	0.32	0.16	1.90	3.50	6.68	8.43	9.29	9.25	7.59	5.34	2.80	1.07
15	CHAT	81.26	1.80	0.89	1.32	2.59	4.86	9.52	12.45	14.09	14.04	10.27	5.63	3.36	2.35
16	OSNOR	76.77	1.63	0.16	0.35	2.36	4.17	8.15	11.95	14.59	14.50	10.94	6.16	2.29	0.60
17	GHARANGH	65.41	1.55	0.19	0.49	2.41	3.90	7.76	11.52	13.82	13.64	10.40	5.78	1.74	0.50
18	SOMAY	74.60	1.67	1.46	1.57	2.52	4.48	8.16	10.94	11.99	12.50	9.78	6.55	4.49	2.58
19	SHAHSA	74.02	1.68	1.75	1.69	2.40	4.10	7.65	10.26	12.62	12.64	9.69	6.84	4.32	2.66
20	ROODBAR	83.02	1.83	1.61	1.49	2.96	4.58	8.38	11.10	12.76	13.02	10.15	7.14	4.67	2.84
21	NOWSHAHR	75.20	1.70	1.79	1.79	2.28	3.94	7.26	10.21	12.09	12.40	10.51	7.62	4.48	2.83
22	BABOL	69.59	1.61	1.36	1.71	2.68	4.71	7.97	10.49	11.65	11.49	9.67	5.78	4.20	2.50
23	SHAHI	80.24	1.78	1.80	1.59	2.55	4.44	8.57	11.48	13.06	13.24	10.66	7.12	4.00	2.18
24	BIJAR	44.73	1.32	0.09	0.08	1.09	2.72	6.03	9.21	11.66	11.48	8.26	4.95	1.47	0.25
25	GONBAD	88.88	1.87	1.34	1.42	2.51	4.04	8.56	12.00	14.50	14.29	11.36	7.63	3.72	2.35
26	*TABRIZ	59.11	1.45	0.10	0.14	1.44	3.43	7.22	10.59	13.57	13.50	9.78	5.45	2.10	0.40
27	*REZAI	57.61	1.42	0.12	0.14	1.68	3.78	7.16	10.04	13.02	12.57	9.43	5.58	2.65	0.65
28	*GHAZVIN	71.01	1.64	0.51	0.59	2.23	4.18	8.18	11.79	14.20	13.89	10.44	6.25	2.76	0.85
29	*SHAHROD	66.65	1.57	0.31	0.74	2.58	4.81	8.35	11.49	13.37	12.81	9.66	5.79	2.39	0.65
30	*SANANDA	63.67	1.52	0.33	0.24	1.86	3.49	6.86	10.92	14.72	13.50	10.21	6.04	2.50	0.56
31	*TEHRAN	84.82	1.84	0.33	0.74	2.43	4.37	9.55	13.75	16.55	15.58	11.58	6.62	2.52	0.85
32	*HAMADAN	51.98	1.33	0.13	0.29	1.97	3.61	6.48	9.64	12.58	11.96	8.57	5.20	1.92	0.36
33	*ABHAR	44.75	1.22	0.15	0.25	1.78	3.33	6.09	8.85	10.64	10.61	8.65	5.27	2.12	0.66
34	*DAMGHAN	68.35	1.59	0.17	0.56	2.39	4.66	8.88	11.65	13.92	12.85	10.16	6.10	2.41	0.46
35	*KARADJ	66.55	1.56	0.27	0.62	2.27	4.40	8.23	11.47	13.82	12.95	9.85	5.84	2.56	0.67

لیست شماره ۳ــ تبخیرو تعریق پتانسیل حساب شده از فرمول تورن ویت

را درنظر میگیرد شکی نیست که مقدار تبخیر وتعریق را دقیق تر برآورد مینماید. با توجه باین موضوع برای ٤ ایستگاه پراکنده در منطقه مورد مطالعه داده‌های لازم جمع‌آوری گردید ومیزان تبخیر وتعریق برای این ایستگاهها از فرمول پن‌من حساب شد.

برای یافتن رابطه بین فرمول پن‌من وتورن‌ویت در منطقه مورد نظر دو راه اتخاذ شد که راه اول از نظر آماری قابل قبول نبود زیرا ضرائب همبستگی بدست آمده قابل قبول نبودند ویکی راه دوم از نظر آماری قابل قبول و دارای ضرائب همبستگی کافی بودند که مورد قبول واقع شد .

در راه اول سعی شده بود که بین تبخیر وتعریق ماهیانه ایستگاههای مختلف که‌از دو متد تورن‌ویت‌وپن من حساب شده بود همبستگی ایجاد شود. مثلا فرض شده بود که تبخیر وتعریق ماهیانه ماه ژانویه در دو متد وبرای ایستگاه‌های مختلف با هم همبستگی دارند.پس از نوشتن برنامه مورد نظر جوابهای موجود در out put مدلل ساخت که‌چنین همبستگی وجود ندارد. البته این جواب منطقی هم هست زیرا دلیلی وجود ندارد که مثلا تبخیر وتعریق ماه ژانویه در ایستگاههای مختلف برطبق روند مشخص تغییر نماید وبهمین ترتیب برای سایر ماههای سال. لیست‌شماره چهار میزان‌این همبستگی را نشان میدهد که قابل قبول‌نیست. در این لیست xمیزان تبخیر وتعریق ماه اوت حساب شده از متد تورن‌ویت وyهمین عامل وحساب شده از متد پن‌من میباشد. همانطوریکه ملاحظه میگردد تبخیر وتعریق ماهیانه ٤ ایستگاه که بدو طریق محاسبه شده است با هم مقایسه شده وضریب همبستگی بدست آمده کوچک وغیرقابل قبول است. ضرائب همبستگی سایر ماهها نیز بهمین صورت میباشند بنابراین از این راه نمیتوان به نتیجه مورد نظر رسید.

در راه دوم فرض شد که محاسبه تبخیر وتعریق از فرمولهای مختلف منجر به بدست آمدن مقادیری میگردد که بسته به متد انتخاب شده متفاوت ولی توزیع این تفاوتها در عرض سال میتواند تابع قانون معینی باشد. مثلا هنگامیکه مقدار تبخیر وتعریق محاسبه شده از یک فرمول دو برابر همین مقدار ومحاسبه شده از فرمول دیگری باشد ، نمیتوان قبول کرد که میزان تبخیر وتعریق هرماه دو برابر شده زیرا تغییرات دو فرمول برطبق یک رابطه خطی نیست.

AUGUST

X	Y
12.58	19.32
12.39	15.62
12.69	14.60
12.48	12.80
13.06	15.25
12.86	20.00
11.83	17.10
13.50	23.32
12.57	20.92
12.91	21.10
13.50	20.65
15.58	21.82
11.48	15.03
11.96	26.50

SX= 179.28 SY= 263.03 SSX= 12.56 SSY= 189.18 SPXY= 14.61 R= 0.29985 B= 1.164 A= 3.883

Y= 3.883+ 1.164*X

لیست شماره ٤ــ همبستگی وجود ندارد

(در صورتی امکان وجود رابطه خطی بین دو فرمول وجود دارد که کلیه عوامل متغیر دو فرمول یکسان ولی‌ضریب یکی از فرمولها دو برابر دیگری باشد یعنی درحقیقت فرمولی با دو ضریب متفاوت بکار رود . ولی بحث بالا در مورد فرمولهائی است که بموجب فرضیات پیدا کننده فرمول متغیرها با ضرائب متفاوت در فرمول دخالت داده میشوند)بنابراین میتوان فرض نمود که تغییرات ماهیانه مقدار تبخیر وتعریق وبراساس دو فرمول میتواند تابع توزیع معینی باشد که بوسیله نسبت دو فرمول مشخص میشود.وباین دلیل راه‌دوم منجر به پاسخ صحیح شد وجوابهای out put مدلل ساخت که یک چنین همبستگی وجود دارد.

لیست شماره پنج نمونه یکی از این همبستگی‌ها وبرای ایستگاه ماکو رانشان می‌دهد. xمقدار تبخیر وتعریق ماهیانه وحساب شده با متد تورن‌ویت وy همین مقدار ومحاسبه شده با متد پن‌من است وهمانطوریکه ملاحظه میگردد ضریب همبستگی قابل قبول است. جدول شماره یک نام ایستگاههای مقایسه شده وضرائب همبستگی موجود وفرمولهای بدست آمده را نشان میدهد.

با توجه به جدول شماره یک ملاحظه میگردد که در منطقه مورد نظر :

اولا بین مقادیر تبخیر وتعریق حساب شده با دو متد رابطه‌ای وجود دارد. ثانیاً این رابطه میتواند متوسط روابط بدست آمده برای این چهارده ایستگاه باشد زیرا ضرائب همبستگی بهم نزدیک هستند . بنابراین یتوان متوسط معادلات ستون چهارم جدول یک را برای منطقه قبول نمود. برای اعمال دقت بیشتر این فرمول متوسط‌باتوجه به‌آمار محاسبه شده قبلی مجدداً بدست آورده شد . معادله متوسط که برای منطقه قبول ومورد عمل قرارگرفت دارای مشخصات زیر است :

$$R = 0.97 \qquad (۸)$$

$$y = 1.7051 + 1.423\ X$$

که در آن A ضریب همبستگی و xمیزان تبخیر وتعریق پتانسیل ماهیانه براساس متد تورن‌ویت‌وy همین مقدار وبراساس فرمول پن‌من میباشد.

با تعیین فرمول (۸) کار مهمی انجام شده است زیرا تعیین میزان تبخیر وتعریق یک

MAKU

MOUNTH	Y	Y
JANUARY	0.33	1.33
FEBRUARY	0.42	2.00
MARCH	1.84	7.14
APRIL	4.23	8.92
MAY	7.49	12.75
JUNE	9.82	18.81
JULY	12.69	21.17
AUGUST	12.84	20.00
SEPTEMBER	9.16	12.67
OCTOBER	5.21	7.88
NOVEMBER	2.23	2.74
DECEMBER	0.68	7.58

SX= 66.96 SY= 122.99 SSX= 243.36 SSY= 527.91 SPXY= 340.30 R= 0.94942 B= 1.398 A= 2.446

Y= 2.446+ 1.398*X

لیست شماره ۵ — همبستگی وجود دارد.

جدول شماره ۱

عوامل / ردیف	نام شهر	ضریب همبستگی R	فرمول رابطه
1	رشت	0.94946	y= 1.38 + 1.194 x
2	خوی	0.96647	y 1.272 + 1.599 x
3	پهلوی	0.88885	y= 0.262 + 1.220 x
4	رامسر	0.85577	y= 1.031 + 1.021 x
5	بابلسر	0.89959	y= 0.540 + 1.418 x
6	ماکو	0.94942	y= 2.446 + 1.398 x
7	مرند	0.91605	y= 2.598 + 1.400 x
8	تبریز	0.96146	y= 3.355 + 1.466 x
9	رضائیه	0.96059	y= 0.978 + 1.570 x
10	شاهرود	0.96685	y= 2.197 + 1.561 x
11	سنندج	0.97075	y= 1.943 + 1.533 x
12	تهران	0.95283	y= 3.141 + 1.252 x
13	بیجار	0.97232	y= 1.766 + 1.217 x
14	همدان	0.9579	y= 2.499 + 1.870 x

نقطه در منطقه مورد مطالعه بکمک درجه حرارت و از طریق فرمول تورن ویت آسان است. (معمولا آمار درجه حرارت‌برای نقاط مورد نظر موجود و بسادگی بدست میآید) . سپس بکمک فرمول هشت (۸) مقدار بدست آمده که کمتر از مقدار حقیقی است به مقدار معادل آن که از طریق فرمول پن‌من حساب میشود تبدیل میگردد . (توجه‌داده میشود که محاسبه تبخیر و تعریق با متد پن‌من بدلیل احتیاج به عوتمل زیاد کار ساده‌ای نیست و اغلب بد لیل ناقص بودن آمار مورد نیاز غیر ممکن است).

برای تصحیح (Adjust) فرمول تورن ویت و در منطقه مورد مطالعه بشرح‌زیر عمل شد :

فرمول پیشنهاد شده توسط تورن ویت برای محاسبه تبخیر و تعریق پتانسیل بصورت معادله (۲) بود که قبلا تشریح شده است . چون J و A تابع درجه حرارت و در نتیجه برای هر ایستگاه با درجه حرارت‌معین ثابت است ساده‌ترین راه برای رفع نقیصه کم برآورد کردن میزان تبخیر و تعریق پتانسیل اینست که ضریب 1.6 آنرا با توجه‌به شرایط منطقه مورد مطالعه تغییر دهیم یعنی بجای 1.6 ضریب دیگری مثل K معرفی نمائیم که ضمن پوشاندن شرائط‌محلی میزان‌تبخیر و تعریق و پتانسیل را واقعی‌تر (با توجه بامکانات) مشخص سازد بنابراین فرمول شماره (۲) بصورت زیر فرض‌شده است :

$$PEy = K\left(\frac{10\,T}{J}\right) A \qquad (۹)$$

که در آن PEy مقدار تبخیر و تعریق پتانسیل و معادل مقدار تعیین‌شده بامتد پن‌من‌است و K ضریبی است که اگر با شرائط مقدار تبخیر و تعریق پتانسیل مساوی با PEy تعیین‌گردد هدف ما را تأمین نموده است . از تقسیم‌روابط (۲) و (۹) به یکدیگر و حذف عوامل مشترک خواهیم داشت :

$$\frac{PEX}{PEy} = \frac{1.6}{K} \qquad (۱۰)$$

و از آنجا داریم

$$K = \frac{1.6\ PEy}{PEx} \qquad (۱۱)$$

برای ساده شدن عملیات PEy به y و FEx را به x نشان داده‌ایم بنابراین خواهیم‌داشت :

$$K = \frac{1.6y}{x} \qquad (۱۲)$$

اگر بجای y معادل آنرا بر حسب x (معادله شماره ۸) قرار دهیم خواهیم داشت :

$$K = 2.276 + 2.728\left(\frac{1}{x}\right) \qquad (۱۳)$$

برای محاسبه K از فرمولهای ۱۲ و ۱۳ استفاده بعمل آمد بدین‌ترتیب که برای ۱۴ ایستگاهی که‌تبخیر و تعریق آنها با متد پن‌من حساب شده بود از فرمول ۱۲ استفاد شدو برای بقیه ایستگاه‌ها که فاقدمقدار تبخیر و تعریق‌حساب شده بامتد پن‌من‌بود اند از فرمول ۱۳ استفاده شد . برای محاسبه K بکمک فرمول‌های ۱۲ و ۱۳ جهت صرفه‌جوئی در وقت‌و هزینه از کامپیوتر استفاده نشد ولی‌محاسبات باماشین رومیزی شارپ مدل pc - ۱۰۰۱ که دارای ۸ حافظه است انجام شد . بکمک ماشین مزبور میتوان برنامه‌های کوچک را مورد عمل قرار داد . لیست‌شماره ۶ برنامه‌های نوشته شده برای‌حل معادلات ۱۲ و ۱۳ را نشان میدهد . خلاصه محاسبات در جدول‌شماره ۲ درج شد است. در این جدول براساس استفاده‌از فرمول‌های ۱۲ و ۱۳ مقادیر K مربوط به هر ایستگاه‌و هر ماه حساب شده است که‌از آنها میتوان برای‌محاسبه تبخیر و تعریق پتانسیل یک ایستگاه استفاده نمود . برای دوازد ماه مختلف یک ایستگاه متوسط K حساب شده که‌از آن نیزمیتوان برای محاسبه تبخیر و تعریق پتانسیل یک ایستگاه بجای 1.6 (ضریب فرمول تورن‌ویت) بطور کلی استفاده نمود .

برای سهولت در امر استفاده از ضریب تعیین شده و از نظر اینکه بوسیله‌انترپولاسیون‌و یا اکستراپولاسیون بتوان برای نقاط دیگر واقع در منطقه که فاقد آمار لازم میباشند مقدار K رابدست آورد . نقشه‌شماره۱ براساس K های متوسط سالیانه رسم شده است .

لیست شماره ٦ـ برنامه محاسبه K بکمك ماشین حافظه دار رومیـــــزی Pc- 1001

(معادله ۱۲) $K=\frac{1.6\ y}{x}$	(معادله شماره ۱۳) $K=2.276+2.728(\frac{1}{x})$
x F PRO. x ⟶ M 1 1.6 ÷ MR 1 = x ⟶ M 2 H 2 × MR 2 = F H	x F PRO x ⟶ M 1 2.728 ÷ MR 1 = x ⟶ M 2 2.276 + MR 2 = F H execution: CM_1 , CM_2

جدول شماره ۲ـ مقادیر K

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	متوسط سالیانه
1	Khoy	4.8	9.231	5.583	3.957	3.529	3.097	2.755	2.457	2.33	2.36	2.436	3.093	3.802
2	Rasht	1.785	2.01	3.292	2.939	2.511	2.531	1.997	2.017	1.618	2.214	2.255	3.562	2.394
3	Phlavi	2.811	3.662	3.286	3.192	2.665	2.447	2.027	1.842	1.723	1.137	1.032	0.638	2.205
4	Zanjan	16.10	11.908	3.924	3.203	3.697	2.602	2.538	2.543	2.628	2.855	3.555	7.483	5.169
5	Ramsar	1.936	3.228	3.873	3.022	2.486	2.409	1.83	1.641	1.318	1.09	1.035	0.995	2.071
6	Babolsar	2.24	3.669	3.828	3.253	2.607	2.451	2.022	1.868	3.406	2.043	1.223	1.067	2.472
7	Gorgan	4.183	4.047	3.278	2.882	2.576	2.497	2.469	2.465	2.517	2.669	2.961	3.493	3.003
8	Boran	6.229	5.485	3.742	2.883	2.602	2.505	2.471	2.474	2.563	2.747	3.142	4.21	3.421
9	Maku	6.448	7.619	6.209	3.374	2.724	3.065	2.669	2.488	2.213	2.42	1.966	17.835	4.919
10	Moshirsn	5.523	4.95	3.341	2.886	2.629	2.541	2.510	2.52	2.595	2.764	3.125	3.774	3.263
11	Ghotorchai	25.009	15.266	3.871	2.949	2.630	2.508	2.457	2.460	2.535	2.732	3.427	8.476	6.193
12	Marand	5.867	14.118	5.232	4.563	3.591	3.137	2.780	2.312	2.056	2.316	1.900	5.99	4.488
13	Astara	4.144	4.53	3.493	2.964	2.635	2.537	2.494	2.498	2.564	2.710	2.964	3.504	3.085
14	Ardebil	10.801	8.62	3.711	3.055	2.684	2.599	2.569	2.570	2.	2.786	3.25	4.825	4.175
15	Chat	5.341	4.342	3.389	2.837	2.562	2.497	2.469	2.470	2.541	2.760	3.087	3.436	3.139
16	Osnor	19.326	10.07	3.538	2.93	2.61	2.504	2.462	2.464	2.525	2.336	3.467	6.822	5.087
17	Gharangho	16.633	6.229	3.456	2.975	2.627	2.512	2.473	2.476	2.538	2.747	3.834	7.732	4.686
18	Foman	4.17	4.013	3.358	2.884	2.61	2.525	2.503	2.494	2.554	2.635	2.883	3.341	3.002
19	Shahsavar	3.834	3.890	3.412	2.941	2.632	2.541	2.492	2.491	2.557	2.674	2.907	3.301	2.972
20	Roodbar	3.97	3.653	3.192	2.871	2.601	2.521	2.489	2.485	2.544	2.658	2.860	3.236	2.923
21	Nowshahr	3.80	3.80	3.472	2.968	2.651	2.543	2.510	2.496	2.535	2.634	2.884	3.239	2.961
22	Babol	4.281	3.871	3.293	2.855	2.618	2.536	2.510	2.513	2.558	2.547	2.925	3.367	3.006
23	Shahi	4.224	3.991	3.345	2.890	2.594	2.513	2.484	2.482	2.531	2.659	2.958	2.527	3.016
24	Bijar	22.044	34.20	7.969	4.041	2.632	2.112	2.204	2.095	2.615	1.914	1.502	10.304	7.802
25	Gonbadkavos	4.311	4.197	3.362	2.951	2.594	2.503	2.464	2.466	2.516	2.633	2.999	3.436	3.036

بقیه جدول شماره ۲

No.	Station	Jan	Eeb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	متوسط سالیانه
26	Tabri	30.24	43.542	7.444	4.953	3.709	3.267	3.04	2.682	2.453	2.366	5.531	20.60	10.818
27	Rezaiyeh	19.33	35.2	5.104	3.975	2.887	3.026	2.731	2.612	2.244	1.634	1.087	3.20	6.923
28	Ghazvin	7.625	6.899	3.499	2.928	2.609	2.507	2.468	2.472	2.537	2.712	3.264	5.485	3.750
29	Shahrud	11.20	11.178	5. 054	4.022	3.189	3.096	2.885	2.635	2.256	2.465	3.013	3.889	4.573
30	Sanandaj	14.136	10.542	3.696	3.078	2.644	2.562	2.507	2.512	2.585	2.78	3.38	6.748	4.764
31	Tehran	10.521	9.081	5.88	4.877	3.096	2.332	2.352	2.241	2.155	2.119	2.152	7.17	4.498
32	Hamadan	27.815	16.828	8.788	5.292	4.151	3.072	3.459	3.545	2.772	3.111	2.30	10.311	7.620
33	Abhar	20.462	13.188	3.808	3.095	2.723	2.584	2.532	2.533	2.591	2.793	3.562	6.409	5.523
34	Damghan	18.323	7.147	3.417	2.861	2.583	2.51	2.471	2.488	2.544	2.723	3.407	8.206	4.89
35	Karadj	12.379	6.676	3.477	2.896	2.607	2.153	2.473	2.486	2.552	2.743	3.341	6.347	4.207
	جمع	361.841	340.88	148.55	116.24	97.49	91.70	87.56	85.29	85.40	86.74	97.62	199.05	
	متوسط	10.33	9.739	4.244	3.321	2.785	2.62	2.501	2.436	2.440	2.478	2.782	5.687	4.281

چون استفاده از یک ضریب بخصوص برای هر ایستگاه کار دشواری میباشد برای بدست آوردن یک ضریب K برای منطقه بصورت زیر عمل گردید .

متوسط K های ایستگاه‌های مورد مطالعه برابر ٤/٢٨١ بدست آورده شد . این ضریب با 1.6 (ضریب فرمول تورن‌ویت) معدل گیری شد نتیجه که برابر با ٢/٩٤ می‌باشد پس از آزمایش ، تبخیر و تعریق پتانسیل را کمی بیشتر از فرمول پن‌من نشان میداد . برای تنظیم این ضریب ، ضریب دیگری بدست آورده شدباین ترتیب که متوسطKهای منقطه (٤/٢٨١) را به Kهای بدست آمده از فرمول پن‌من و برای ١٤ ایستگاه تقسیم نمودیم و متوسطاین تقسیمات که برابر با 6.85 میباشد انتخاب‌گردید . پس از ضریب ٢/٩٤در ٨٥/. ضریبKمنطقه برابر با ٢/٥ انتخاب‌گردید . صحت مقادیر تبخیر و تعریق های بدست آمده با استفاده از این ضریب در فرمول تورن ویت‌بکمک مقایسه آنها با نتایج فرمول پن‌من با تستهای آماری تائیدگردید . بنابراین فرمول تصحیح شده تورن ویت برای منطقه‌بشرح زیر پیشنهاد میگردد :

$$PE = 2.5 \left(\frac{10\ T}{J} \right)^{A} \qquad (١٤)$$

پس از تعیین فرمول ١٤ بکمک آمار موجود مجدداً مقدار تبخیر و تعریق پتانسیل برای منطقه‌حساب و در جدول شماره٣ درج گردید . مقادیر موجود در جدول ٣ بعنوان تبخیر و تعریق پتانسیل تصحیح شده مورد استفاده قرارگرفت . براساس این مقادیر برای هر ایستگاه‌جدولی شبیه جدول شماره ٤ تنظیم شده است که از روی آن میتوان کمبود رطوبتی سالیانه خاک (A . S . M . D .) Annual Soil Moisture Defiaiency وتبخیر و تعریق‌حقیقی‌سالیانه (A . A . E. T . P.) Actuai Annuai Evapotranspiration را برای ایستگا مورد نظر بدست آورد . جدول شماره ٤ مربوط به‌گرگان میباشد .

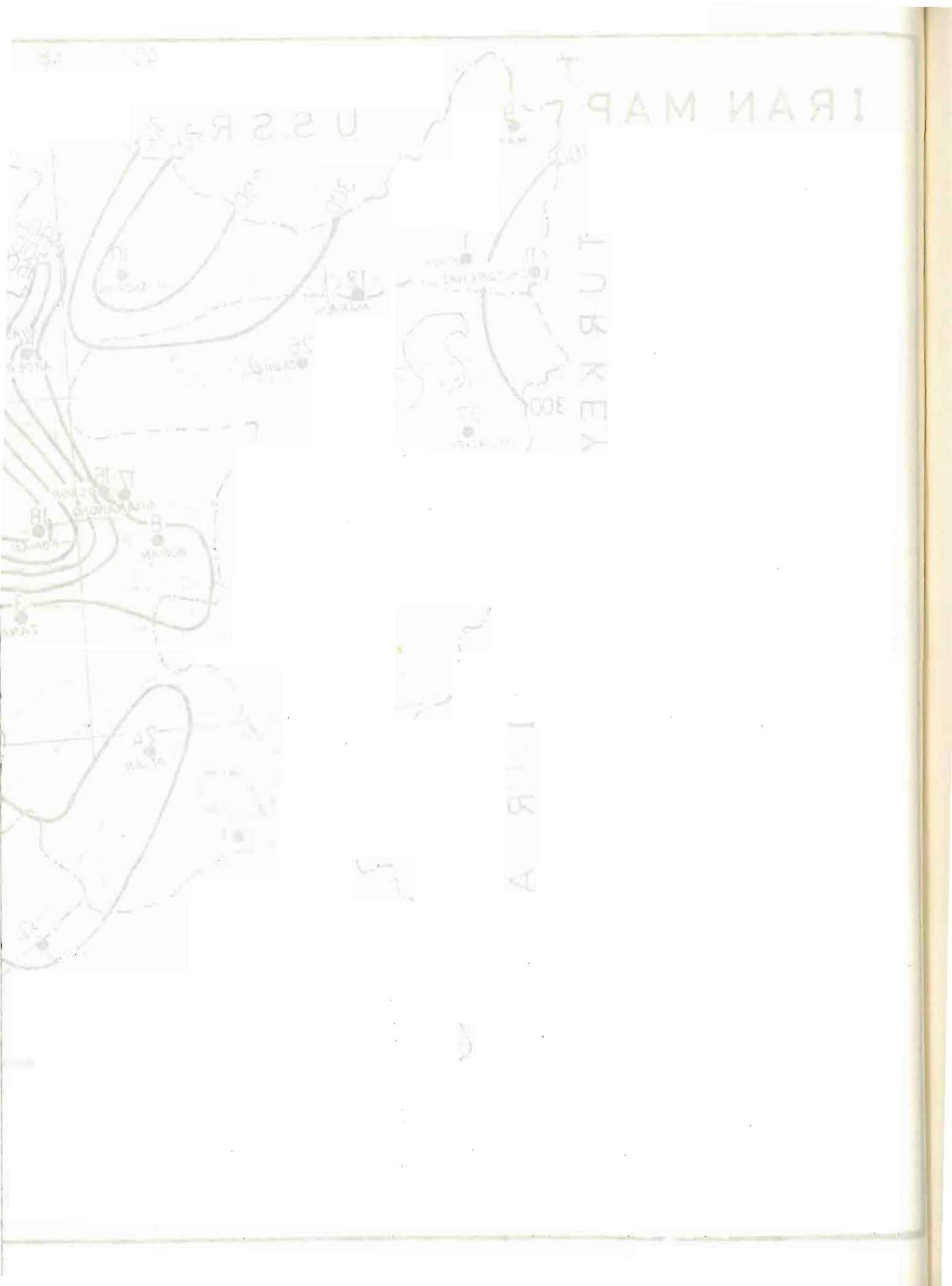
پس از تنظیم و محاسبه جداول لازم شبیه جداول شماره ٤ برای کلیه ایستگاه‌های موجودبرای منطقه نقشه های هم .A.S.M.D(نقشه شماره٢٠)و هم .A . A . ETP(نقشه شماره ٣) رسم گردیده‌است.بکمک‌نقشه های‌مزبور میتوان کمبود رطوبتی خاک و همچنین میزان تبخیر و تعریق واقعی‌سالیانه را محاسبه و براساس‌آنها مقدار آب مورد لزوم‌را تعیین نمود .

لازم بتذکر است که آنچه از نقشه های‌هم . .A . A . ETPبدست میاید آب‌مورد نیاز آبیاری است(تعریف٣ا زصفحه ٢) و برای بدست آوردن آب لازم برای آبیاری میبایستی این مقدار بر حاصلضرب راندمانهای مختلف آبیاری‌تقسیم گردد .

همچنین مهندسین آبیاری و کشاورزی میتوانندنحوه توزیع آنرا براساس نوع کشت و مدت کشت و سایر عوامل‌مؤثر برکشت تعیین نمایند .

خلاصه و نتیجه گیری

همانطوریکه در صفحات قبل بیان شد با تصحیح فرمول تورن ویت برای منطقه راهی پیشنهاد شده است که‌بکمک درجه حرارت یک نقطه میتوان تبخیر و تعریق پتانسیل را با دقت کافی حساب نمود . همچنین با استفاده‌از نقشه های شمار ٢ و ٣ میتوان میزان کمبود رطوبتی سالیانه خاک و مقدار تبخیر و تعریق حقیقی سالیانه را برآورد نمود. برای اینکه توزیع ماهیانه این میزان تبخیر و تعریق حقیقی نیز مشخص شود جداول ٥ تنظیم شده است . در این جداول‌برای هرماه ضریبی داده شده است که برابر است با نسبت تبخیر و تعریق تنظیم شده‌ماهیانه به تبخیر و تعریق حقیقی سالیانه. برای برآورد تبخیر و تعریق حقیقی ماهیانه از نظر استفاده برای کشت‌های مختلف ، از نقشه شماره٣ میزان تبخیر و تعریق حقیقی سالیانه استخراج می‌شود و در ضریب هر ماه ضرب میشود و باین ترتیب توزیع تبخیر و تعریق‌حقیقی سالیانه درطول ١٢ ما بدست میاید و همانطوریکه قبلا بیان شد با در نظرگرفتن نوع کشت و زمانهای آبیاری لازم‌و راندمانهای آبیاری آب مورد احتیاج آبیاری حساب خواهد شد .



CASPIAN SEA

DARYAYE MAZANDARAN

U. S. S. R.

48 50 52 54 56 58 60 40

38 36 34

58

10 OSHIRAN

13 LASTARA

14 ARDEBIL

17 16 OSNOR

GHARANGHO

18 FOMAN

4 BANDAREPAHLAVI

2 RASHT

5 RAMSAR

3 ZANJAN

20 ROODBAR

19 SHAHSAVAR

21 NOWSHAHR

6 BABOLSAR

22 BABOL

23 SHAHI

15 CHAT

25 GONBAD-KAVOS

7 GORGAN

29 SHAHROOD

34 DAMGHAN

28 GHAZVIN

24 BIJAR

35 KARADJ

31 TEHRAN

32 HAMADAN

33 ABHAR

200 300 400 500 600 700 800

100

LEGEND

حوضه آبریز بحر خزر

ایستگاههای مورد مطالعه 23

منحنی هم تبخیر و تعریق حقیقی سالیانه —500—

مقیاس 1:3000000

نقشه شماره ۳

IRAN MAP

U.S.S.R

TURKEY

IRAQ

CASPIAN SEA

DARYAYE MAZANDARAN

44 46 40 48 50 52 54

38 36 34

1 KHOY
2 RASHT
3 ZANJAN
4 BANDAREPAHLAVI
5 RAMSAR
6 BABOLSAR
7 GORGAN
8 BORAN
9 MAKU
10 MOSHIRAN
11 GHOTORCHAI
12 MARAND
13 ASTARA
14 ARDEBIL
15 CHA
16 OSNOR
17 GHARANGHO
18 FOMAN
19 SHAHSAVAR
20 ROODBAR
21 NOWSHAHR
22 BABOL
23 SHAHI
24 BIJAR
25 GONBAD-KAVOS
26 TABRIZ
27 REZAIYEH
28 GHAZVIN
29 SHAHROOD
30 SANANDAJ
31 TEHRAN
32 HAMADAN
33 ABHAR
34 DAMGHAN
35 KARADJ

100 200 300 400 500 600 700 800

CASPIAN SEA

DARYAYE MAZANDARAN

U. S. S. R.

MOSHIRAN 10
ASTARA 13
ARDEBIL 14
GHARANGHU 17
OSMAR 16
FOMAN 18
BANDAREPAHLAVI 4
RASHT 2
RAMSAR 5
ZANJAN 3
ROODBAR 20
SHAHSAVAR 19
NOWSHAHR 21
BABOL 6
BABOL 22
SHAHI 23
GHAZVIN 28
KARADJ 35
TEHRAN 31
BIJAR 24
HAMADAN 32
ABHAR 33
CHAT 15
GONBAD-KAVOS 25
GORGAN 7
SHAHROOD 29
DAMGHAN 34

900 800 700 600 500 400 1100 1000 900 800 700 600 500 900 800 1000 1100 700

40 48 50 52 54 56 58 60 40

38 36 34

58 48 50 52 54 56

LEGEND

حوضه آبریز بحر خزر

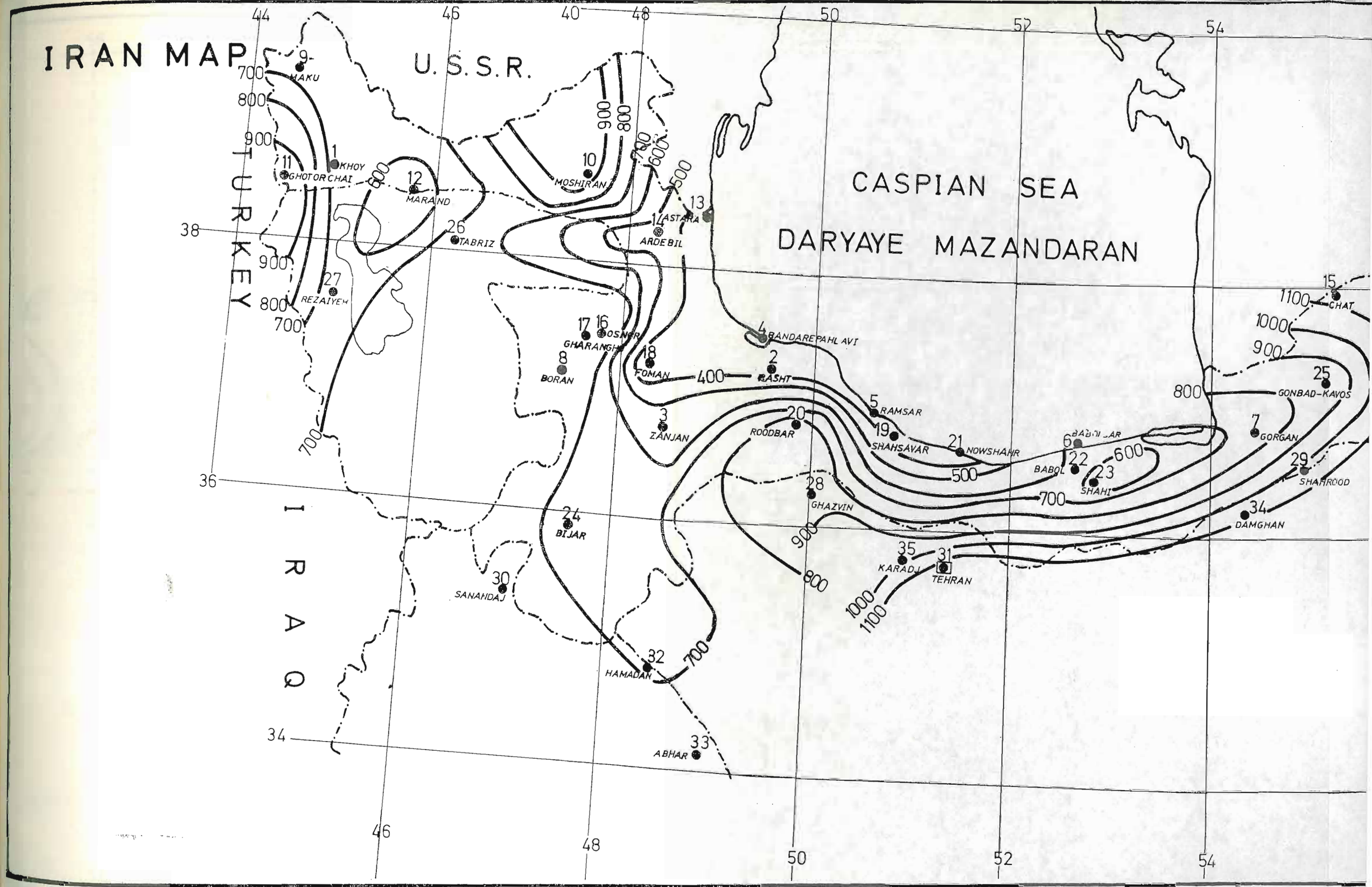
ایستگاههای مورد مطالعه 23

منحنی هم کمبود رطوبتی خاک حقیقی سالیانه 500

مقیاس 1:3000000

نقشه شماره ۲

IRAN MAP


U.S.S.R.
TURKEY
IRAQ
CASPIAN SEA
DARYAYE MAZANDARAN
44
46
40
48
50
52
54
38
36
34
700
800
900
600
500
400
1100
1000
1 KHOY
2 RASHT
3 ZANJAN
4 BANDAREPAHLAVI
5 RAMSAR
6 BABOL
7 GORGAN
8 BORAN
9 MAKU
10 MOSHIRAN
11 GHOTORCHAI
12 MARAND
13 ASTARA
14 ARDEBIL
15 CHAT
16 OSNAR
17 GHARANGH
18 FOMAN
19 SHAHSAVAR
20 ROODBAR
21 NOWSHAHR
22 BABOL
23 SHAHI
24 BIJAR
25 GONBAD-KAVOS
26 TABRIZ
27 REZAIYEH
28 GHAZVIN
29 SHAHROOD
30 SANANDAJ
31 TEHRAN
32 HAMADAN
33 ABHAR
34 DAMGHAN
35 KARADJ

CASPIAN SEA

DARYAYE MAZANDARAN

U. S. S. R.

10 SHIRAN

13 ASTARA

14 ARDEBIL

3.0

4 BANDAREPAHLAVI

2 RASHT

17 16 OSNOR

GHARANGHO

18 ROMAN

4.0

20 ROODBAR

5 RAMSAR

19 SHAHSAVAR

3 ZANJAN

21 NOWSHAHR

6 BABOLSAR

22 BABOL

23 SHAHI

3.0

28 GHAZVIN

24 BIJAR

7.0

5.0

6.0

35 KARADJ

31 TEHRAN

32 HAMADAN

33 ABHAR

15 CHAT

25 GONBAD-KAVOS

4.0

7 GORGAN

29 SHAHROOD

34 DAMGHAN

38

36

58

34

48 50 52 54 56 60 40

LEGEND

حوضه آبریز بحرخزر

ایستگاههای مورد مطالعه 23

منحنی هم k (ضریب هدری فرمول تورنتویت) 4.0

مقیاس 1:3000000

نقشه شماره ۱

IRAN MAP

U.S.S.R.

TURKEY

I R A Q

CASPIAN SEA

DARYAYE MAZANDARAN

44 46 40 48 50 52 54

38 36 34

5.0 6.0 4.0 4.0 9.0 8.0 7.0 4.0 3.0 6.0 7.0 6.0 5.0 6.0

1 KHO
2 RASHT
3 ZANJAN
4 BANDAREPAHLAVI
5 RAMSAR
6 BABOLSAR
7 GORGAN
8 BORAN
9 MAKU
10 MOSHIRAN
11 GHOTORCHAI
12 MARAND
13 ASTARA
14 ARDEBIL
15
16 OSNOR
17 GHARANGHO
18 QOMAN
19 SHAHSAVAR
20 GOODBAR
21 NOWSHAHR
22 BABOL
23 SHAHI
24 BIJAR
25 GONBAD-KA
26 TABRIZ
27 REZAIYEH
28 GHAZVIN
29 SHAHR
30 SANANDAJ
31 TEHRAN
32 HAMADAN
33 ABHAR
34 DAMGHAN
35 KARADJ

1:3000000

ГЕСЕИД

جدول شماره ۲ ـ مقـادیر تبخیرو تعریق پتانسیل ماهیانه ایستگاههای حوضه آبریز بحر خزر ومجاورآن از فرمول تورن ویت باد رنظرگرفتن ضریب Kبرحسب Cm

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	جمع سالیانه
1	Khoy	0.26	0.41	2.94	6.44	11.51	16.01	19.92	19.65	14.20	8.36	3.47	0.94	104.11
2	Rasht	2.30	2.44	3.81	6.89	12.59	15.72	19.01	19.36	11.35	10.50	6.72	3.94	114.63
3	Zanjan	0.36	0.51	3.00	5.31	11.58	14.86	18.37	18.05	13.78	8.45	3.86	0.95	99.08
4	Pahlavi	2.31	2.22	3.47	6.48	12.39	17.37	20.03	19.81	14.12	10.91	7.05	4.37	120.53
5	Ramsar	2.75	2.69	3.64	5.91	11.37	15.84	19.20	19.5	15.70	11.14	7.03	4.42	119.19
6	Babolsar	2.42	2.61	3.89	6.59	12.39	17.12	20.61	20.41	17.84	11.0	6.5	3.84	124.86
7	Gorgan	2.23	2.41	4.25	7.05	14.17	19.23	22.03	22.44	17.64	10.83	6.22	3.50	132.00
8	Boran	1.08	1.33	2.91	7.01	13.05	18.59	21.75	21.44	14.84	9.05	4.92	2.20	118.17
9	Maku	0.51	0.66	2.87	6.61	11.70	15.34	19.83	20.09	14.31	8.14	3.48	1.06	104.60
10	Moshiran	1.31	1.59	4.00	6.98	12.05	16.03	18.19	17.45	13.33	8.72	5.01	2.84	107.50
11	Ghotor.Ghai	0.19	0.33	2.67	6.33	12.01	18.33	23.45	23.08	16.42	9.33	3.70	0.69	116.53
12	Marand	0.37	0.26	2.31	5.59	10.55	14.97	18.70	18.48	13.92	8.03	3.42	0.67	97.27
13.	Astara	2.28	1.89	3.50	6.19	11.86	16.28	19.48	19.19	14.78	9.81	6.19	3.47	114.92
14	ARdebil	0.50	0.20	2.97	5.47	10.44	13.17	14.51	14.45	11.86	8.34	4.37	1.67	88.95
15	Chat	1.39	2.06	4.05	7.59	14.87	19.45	22.01	21.94	16.05	8.80	5.25	3.67	127.13
16	Osnor	0.25	0.55	3.37	6.51	12.73	18.67	22.80	22.66	17.09	9.62	3.58	0.94	118.77
17	Gharangho	0.30	1.08	3.61	6.09	12.12	18.00	21.59	21.31	16.25	9.03	2.72	0.78	112.88
18	Foman	2.25	2,45	3.94	7.00	12.75	17.09	18.73	19.53	15.28	10.23	7.01	4.00	120.26
19	Shahsavar	2.73	2.64	3.75	6.41	11.95	16.03	19.72	19.75	15.14	10.69	6.75	4.16	119.72
20	Roodbar	2.51	3.09	4.62	7.16	13.09	17.34	19.94	20.34	15.86	11.16	7.30	4.44	126.85
21	Nowshahr	2.80	2.80	3.56	6.16	11.34	15.95	18.89	19.37	16.42	11.91	7.00	4.42	120.62
22	Babol	2.12	2.67	4.19	7.36	12.45	16.39	18.20	17.95	15.11	9.03	6.56	3.91	115.94
23	Shahi	2.19	2.48	3.98	6.94	13.39	17.94	20.41	20.69	16.66	11.12	6.25	3.41	125.46
24	Bijar	0.14	0.12	1.62	4.25	9.42	14.39	18.22	17.94	12.91	7.73	2.30	0.39	89.43
25	Gonbad-kavos	2.09	2.22	3.92	6.31	13.37	18.75	22.66	22.33	17.75	11.92	5.89	3.67	130.88

بقیه جدول شماره ۳

No.	Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	جمع سالیانه
26	Tabriz	0.16	0.22	2.25	5.36	11.28	16.55	21,20	21.09	15.28	8.51	3.28	0.62	105.80
27	Rezaiyeh	0.19	0.22	2.62	5.91	11.91	15.69	20.34	19.64	14.73	8.72	4.14	1.01	104.40
28	Ghazvin	0.80	0.92	3.48	6.53	12.78	18.42	22.19	21.70	16.31	9.76	4.31	1.33	118.53
29	Shahrud	0.48	1.16	4.03	7.51	13.05	17.95	20.89	20.01	15.09	9.05	3.73	1.01	113.96
30	Sanandaj	0.20	0.37	2.91	5.45	10.72	17.06	23.00	21.09	15.95	9.44	3.91	0.87	110,97
31	Tehran	0.51	1.16	3.80	6.83	14.92	21.48	25.85	24.34	18.09	10.34	3.94	1.33	132.59
32	Hamadan	0.20	0.45	3.08	5.64	10.44	15.06	19.66	18.69	13.39	8.12	3.00	0.56	98.29
33	Abhar	0.23	0.39	2.78	5.20	9.51	13.83	16.62	16.58	13.51	8.23	3.31	1.03	91.22
34	Damghan	0.26	0.87	3.73	7.28	13.87	18.20	21.75	20.08	15.87	9.53	3.76	0.72	115.92
35	Karadj	0,42	0.97	3.55	6.87	12.86	17 [illegible]	21.59	20.23	15.39	9.12	4.00	1.05	113.97

جدول شماره ٤ــ محاسبه کمبود رطوبتی سالیانه خاک و تبخیر و تعریق حقیقی برای ایستگاه گرگان

ELEMENTS \ MONTHS	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC	YEAR
Air temp. in C(t)	824	8.58	11.57	15.10	21.81	25.61	27.51	27.77	24.47	18.93	14.13	10.46	
Assessed Potential. Evapo - trans. in m.m	22.3	24.1	42.5	70.5	141.7	192.3	220.3	224.4	176.4	108.3	62.2	35.0	1320.0
Precipitation m.m	55.52	48.14	95.77	59.71	44.96	37.58	22.46	18.71	38.51	95.26	66.28	65.18	648.081
Difference -				10.79	96.74	154.7	197.8	205.6	137.8	13.04			816.71
+	33.22	24.04	53.27								4.08	30.18	144.79
Uncorrected Actual Evapo - trans. m.m	22.3	24.1	42.5	59.71	44.96	37.58	22.46	18.71	38.51	95.26	62.2	35.0	503.29

A.S.M.D. = 816.71-100=717 mm

A.A.ET = 503.29+100=603 mm

جدول شماره ۵ ـ جدول نسبت های تبخیرو تعریق تنظیم شده ماهیانه به تبخیرو تعریق حقیقی سالیانه

No.	Station	Jan.	Feb.	March	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1	Khoy	0.007	0.011	0.084	0.161	0.190	0.073	0.022	0.020	0.044	0.101	0.048	0.027
2	Rasht	0.029	0.031	0.048	0.087	0.066	0.059	0.055	0.079	0.144	0.133	0.085	0.050
3	Zanjan	0.009	0.012	0.075	0.133	0.115	0.184	0.003	0.015	0.019	0.084	0.068	0.023
4	Pahlavi	0.026	0.025	0.039	0.073	0.058	0.071	0.059	0.118	0.160	0.123	0.080	0.049
5	Ramsar	0.033	0.032	0.043	0.071	0.049	0.070	0.032	0.098	0.176	0.134	0.084	0.053
6	Babolsar	0.037	0.040	0.061	0.071	0.021	0.045	0.037	0.054	0.138	0.172	0.102	0.060
7	Gorgan	0.036	0.039	0.070	0.099	0.074	0.062	0.037	0.031	0.063	0.157	0.103	0.059
8	Boran	0.023	0.029	0.069	0.154	0.09	0.079	0.009	0.043	0.069	0.088	0.078	0.048
9	Maku	0.014	0.018	0.070	0.134	0.170	0.071	0.011	0.007	0.022	0.094	0.072	0.030
10	Moshiran	0.033	0.046	0.111	0.175	0.122	0.123	0.000	0.010	0.086	0.146	0.094	0.052
11	Ghotor.Ghai	0.007	0.013	0.111	0.180	0.168	0.103	0.021	0.017	0.034	0.103	0.074	0.028
12	Marand	0.009	0.006	0.069	0.145	0.107	0.081	0.003	0.021	0.026	0.129	0.049	0.017
13	Astara	0.026	0.022	0.041	0.073	0.052	0.078	0.052	0.130	0.174	0.115	0.073	0.040
14	Ardebil	0.012	0.004	0.072	0.134	0.118	0.061	0.007	0.026	0.053	0.125	0.071	0.040
15	Chat	0.092	0.116	0.167	0.150	0.079	0.010	0.024	0.001	0.017	0.072	0.089	0.097
16	Osnor	0.006	0.014	0.09	0.174	0.13	0.031	0.015	0.022	0.026	0.132	0.061	0.025
17	Gharangho	0.008	0.031	0.104	0.176	0.110	0.030	0.009	0.007	0.020	0.112	0.078	0.022
18	Foman	0.025	0.028	0.045	0.080	0.070	0.078	0.054	0.084	0.174	0.117	0.080	0.045
19	Shahaavar	0.041	0.040	0.057	0.098	0.070	0.107	0.056	0.116	0.232	0.164	0.103	0.063
20	Roodbar	0.063	0.077	0.116	0.134	0.081	0.014	0.007	0.010	0.013	0.091	0.088	0.051
21	Nowshahar	0.032	0.032	0.041	0.069	0.046	0.079	0.054	0.074	0.184	0.137	0.080	0.051
22	Babol	0.041	0.051	0.081	0.099	0.040	0.038	0.029	0.054	0.085	0.136	0.095	0.076
23	Shahi	0.030	0.034	0.055	0.085	0.047	0.076	0.037	0.076	0.132	0.155	0.087	0.047
24	Bijar	0.005	0.004	0.058	0.152	0.168	0.009	0.0	0.001	0.004	0.137	0.082	0.014
25	Gonbad-kavos	0.046	0.049	0.087	0.141	0.072	0.076	0.019	0.021	0.025	0.049	0.102	0.082

بقیه جدول شماره ٥

No.	Station	Jan.	Feb.	March	Apr.	May	Jun	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
26	Tabriz	0.004	0.006	0.065	0.157	0.114	0.050	0.004	0.025	0.045	0.149	0.064	0.018
27	Rezaiyeh	0.005	0.006	0.074	0.167	0.123	0.035	0.008	0.006	0.024	0.161	0.073	0.028
28	Ghazvin	0.027	0.031	0.118	0.184	0.116	0.015	0.002	0.008	0.003	0.068	0.085	0.045
29	Shahrud	0.035	0.084	0.181	0.162	0.128	0.020	0.006	0.013	0.020	0.102	0.035	0.055
30	Sanandaj	0.005	0.009	0.077	0.145	0.129	0.004	0.0	0.001	0.001	0.094	0.104	0.023
31	Tehran	0.024	0.056	0.136	0.163	0.072	0.010	0.003	0.016	0.013	0.069	0.069	0.064
32	Hamadan	0.006	0.015	0.106	0.194	0.159	0.003	0.002	0.002	0.000	0.080	0.066	0.019
33	Abhar	0.006	0.011	0.079	0.148	0.168	0.034	0.010	0.009	0.030	0.114	0.072	0.029
34	Damghan	0.032	0.107	0.091	0.152	0.124	0.006	0.007	0.013	0.008	0.124	0.105	0.082
35	Karadj	0.021	0.048	0.152	0.207	0.111	0.013	0.0	0.007	0.009	0.069	0.083	0.053

سؤالات مطرح شده در سمینار

سؤال ۱ ـ در فرمول همبستگی مقدار متوسط xوy همچنین متوسط مقادیر RوK چطور محاسبه شده است ؟
جواب ـ تصور میکنم منظور R,K,y,x متوسط منطقه باشد .

همانطوریکه باستحضار رسید برای ٤۱ ایستگاه مشترکاً از فرمول پن‌من وتورن‌ویت مقادیر تبخیر وتعریق حساب شد ورابطه بین نتایج بدست آمده از این دو فرمول بصورت $y=b+ax$ حساب‌شد یعنی ٤۱ فرمول داده شد که‌برای‌این ایستگاهها میتوان مقادیر معادل را تعیین نمود. محاسبات نشان داد که میتوان برای منطقه از این چهارده فرمول متوسط‌گیری نمودومقادیر R, y, x رامعرفی‌نمود ولی‌همانطوریکه‌هنگام ارائه‌مقاله توضیح داده شد متوسط x , y , R برای منطقه باین ترتیب حساب نشد بلکه با استفاده از تمامی آمار موجود یک فرمول همبستگی متوسط بدست آورده شد که البته با آن فرمولی که از متوسط‌گیری ٤۱ فرمول‌حساب میشود تفاوت چندانی ندارد ولی این دقیق‌تر است . فرمول مزبور همان فرمول شماره ۸ ($y=1.7051+1.423x$) با ضریب‌همبستگی $R=0.97$ میباشد .پس‌از تعیین فرمول۸ برای تمام ایستگاههای موجود مقادیر تبخیر وتعریق بدست آمده از فرمول تورن‌ویت (x) به مقادیر معادل آن برحسب فرمول پن‌من (y) تبدیل شد. این مقادیر سپس در فرمول تورن‌ویت قرار داده شد وبجای ضریب 106 فرمول مزبور مقدارمجهول Kدرنظرگرفته شد تا بکمک عوامل معلوم درشرایط جدید حساب شود وبا این شرایط جدید برای K مقداری‌حساب‌شد که پس از تغییراتی بشرح مندرج در مقاله تبدیل به مقدار $K=2.5$ شد که این ضریب جدید بعنوان متوسط منطقه معرفی‌شد.

سؤال ۲ ـ آیا نتیجه بدست آمده در حوزه آبریز بحرخزر قابل پیاده‌کردن در تمام مناطق این حوزه است ؟ آیا بهتر نیست این قبیل مطالعات دریک منطقه یکنواخت انجام شود ؟

جواب : قسمت اول : بنظر اینجانب نتایج بدست آمده در تمام قسمتهای این حوزه قابل پیاده‌کردن است.

قسمت دوم ـ تصور میکنم منظور از منطقه یکنواخت این باشد که خود حوزه بحرخزر نیز بچند قسمت هموژن‌تر تقسیم شود ودرهر قسمت‌بطور جداگانه فرمول تورن‌ویت Adjust شود. این فکر بسیار درست‌است ولی وقتی عملیست که برای هرکدام از این قسمتهای جدا شده آمار لازم وکافی وجود داشته باشد که اجازه انجام محاسبات آماری را بدهد. متأسفانه چنین آمار لازم وکافی برای هرقسمت وجود ندارد از این نظر خود منطقه حوزه خزر بعنوان یک منطقه تقریباً هموژن وبا بعضی شرایط مشترك درنظرگرفته شده است. ضمناً بهمین دلیل میباشد که این کار برای حوزه آبریز بحر خزر انجام شد درصورتیکه بهمین اندازه آمار تقریباً برای تمام سطح ایران موجود است ولی ملاحظه فرمودید که فرمول برای یک منطقه از ایران (حوزه آبریز بحر خزر) که شرایط مناسب با فرمول مزبور را داشته است تنظیم شد واین همان‌چیزیست که درمورد آن سئوال شد.

سؤال ۳ ـ با توجه باین نکته که فرمولهای پن‌من وتورن‌ویت ضریب‌گیاهی ندارند آیا میتوان تبخیر وتعریق وتعرق را بیکدیگر نسبت داد ؟

جواب : گرچه فرمولهای پن‌من وتورن‌ویت ضرائب‌گیاهی‌را درنظر نمیگیرند واین سئوال بجا میباشد ولی باید توجه داشت که فرمولهای مزبور تجربی هستند وضرائب بکار رفته در آنها طوری منظور شده که این نقص را عملا جبران نماید بعبارت دیگر براساس نحوه بدست آوردن فرمولهای تجربی تبخیر وتعریق حاصل دریک منطقه اندازه‌گیری شده وسپس عوامل مؤثر غالب با آن ربط داده شده وفرمولی بدست آورده شده است بنابراین میتوان درصورت تنظیم از فرمول مزبور برعکس بهره‌برداری کرد یعنی با قرار دادن شرایط غالب تبخیر وتعریق را حساب نمود. همانطوریکه در موقع ارائه مقاله باستحضار رسیدفرمولهای تجربی حتی ممکنست‌از نظر دیمانسیون‌صحیح نباشند ولی نتایجی‌بدست دهند که‌قابل قبول‌باشد.

سؤال ٤ ـ فرمول تورن‌ویت مقدار تبخیر وتعریق راکمتر از مقدار واقعی نشان میدهد با توجه باین نکته که مقدار تبخیر وتعریق از طریق دیگری بدست نیامده است چطور از فرمول پن‌من برای تصحیح فرمول تورن‌ویت استفاده‌کردید ؟

فرمول پن‌من تا چه حد برای این منطقه مورد اعتماد است ؟

جواب : پاسخ این سئوال کاملا در مقاله تشریح شده ودر موقع ارائه آن نیز توضیحات لازم باستحضار رسیده است اضافه مینماید که اصولا فرمول پن‌من از نظر اینکه عوامل زیادی را برای برآورد تبخیر وتعریق درنظر میگیرد فرمول خوبیست ودرحد مطالعات کلی ومنطقه‌ای شاید بهترین باشد.

۵ - چرا از فرمول پن من برای تصحیح فرمول‌تورن‌ویت استفاده شده است وازاین فرمول برای محاسبه تبخیروتعریق وتعریق استفاده شده است ؟

جواب : اگر میزان تبخیر وتعریق بامتدهای مختلف محاسبه وسپس باهم مقایسه شوند مثلابرای چند ایستگاه تغییرات آنها رسم شود ملاحظه خواهد شد که میزان تبخیر وتعریق‌حساب شده بامتدپن من تقریباً متوسط مقادیر حساب شده بامتدهای مختلف است یعنی‌بعضی متدها مقدار تبخیر وتعریق را بزرگتر وبعضی فرمولها این مقدار را کوچکتر ازمقدار حقیقی نشان میدهند . بطوریکه فرمول پن‌من تقریباً متوسط مقادیر بزرك وکوچك است .ضمناً بدلیل در نظرگرفتن عوامل موثر بیشتر این فرمول میتواند صحیح‌ترباشد ازاین نظر است که فرمول پن‌من برای تصحیح فرمول تورن‌ویت انتخاب شدو ونتایج اینکار در موقع امتحان ازفرمول تصحیح شده تورن‌ویت برای منطقه روشن بوده است . چنانچه عوامل لازم برای استفاده از فرمول پن‌من مهیا باشد بهتر است در تمام منطقه ازاین فرمول استفاده شود وسپس نقشه‌ها رسم شوند ولی‌حقیقت غیراز اینست وهمانطوریکه تشریح شد از بین ۳۵ ایستگاه در نظرگرفته شده برای مطالعات منطقه‌ای فقط ۱۴ ایستگاه وجود داشت که در آنها امکان‌محاسبه تبخیر وتعریق بامتدپن‌من وجود داشت و در سایر نقاط عوامل لازم در اختیارنبود ازاین نظر طرح طوری تنظیم شدکه بکمك همین۱۴ ایستگاه بتوانیم مقادیر معادل برای سایر ایستگاه‌ها وهمچنین سایر نقاط مورد لزوم درمنطقه مورد بحث را محاسبه نمائیم .

سئوال ۶ - اگر قرار باشد ازاین روش برای مناطق دیگری استفاده شود باید هردو فرمول مورد توجه قرار گیرد واینکارایجاد اشکال مینماید راه حل آن چیست ؟

جواب : استفاده از هر فرمول دارای شرایطی میباشد مثلا استفاده از فرمول تورن‌ویت برای نقاط بدون پوشش‌گیاهی مجاز نیست بنابراین روش پیشنهاد شده برای مناطق مشابهی میتواند بکار رود که شرایط استفاده از فرمولهای فوق رادارا باشند (مناطق با پوشش گیاهی) بنابراین در مناطقی که قرار باشد این روش تصحیح فرمول تکرار شود در صورت وجود شرایط لازم بایستی فرمولی برای تصحیح فرمول دیگر بکار رود که نتایج آن در منطقه مزبور رضایتبخش باشد . راه حل برای‌تصحیح (Adjut) هرفرمول متناسب‌باشرایط‌هر منطقه که‌دسترسی‌بعوامل آن آسان‌باشد اینست که‌این فرمول‌بایک فرمول مناسب دیگرکه آنهم قابل اجرا باشد مقایسه شود . در صورتیکه استفاده از یک فرمول صحیح ومنطقی برای تصحیح فرمول مورد نظر میسر نباشد اندازه‌گیری‌های صحرائی واستفاده از آنها توصیه میشود .

منابع مورد استفاده :

Me thods for estimating Evapotranspiration Irrigation & Drainage Specialty Conferance
Las Vegas, Nev., Nov. 2–4, 1966

The use and interpretation of Hydrologic data
Water Resources Series No. 34
United Nations

هیدرولوژی مهندسی قسمت اول : آبهای سطحی تهیه شده توسط مهندس حسین ارفع
نشریه شماره ۸۸ مؤسسه آبشناسی ایران

Irrigaıton Principles and Practices
By O.W. Israelsen and V.E. Hansen Third edition

ABSTRACT

Adplication of the Thornethwaite formula in determination of consumptive use (evapotranspiration) and soil moisture deficiency from climatological data in Caspian Sea Catchment.

By: H. ARFA

The evaluation of consumptire use (evapotranspiration) is of interest to the professional irrigation engineers and hydrologists because it leads to a better understanding of the hydrological cycle he water balance, and ultimately to the quantitative determination of soil moisture deficiency and surface runoff. A knowledge of consumptive use (evapotranspiration) is necessary in planning and operating projects on water resources development. It touches problems of water supply, in both surface and underground, also in water management and economics of multi-purpose water projects for irrigation, power, flood control and municipal and industrial purposes.

Definition of Consumptive use :

The sum of the volumes of water used by the vegeative growth of a given area in transpiration and building to plant tissue and that evaporated from adjacent soil, snow, or intercepted on the area in any specific time, divided by the given area is called *Consumptive use* (evapotranspiration).

Various methods have been used to measure the amount of water consumed by agricultural crops and native vegetation. If long time and precised records were availble, however, could have been ap plied more logical formulas. But Thornthwaites formula was used both for its simplicity and access-ability to the necessary data which can be collected more or less everywhere. It has its wn advantages and disadvantages as well. The best advantage of the formula is the its availability of needed data in such a way that in each climatobgical station, temperature is measured and it is enough for evapotranspiration calculation when thornthwaites formula is applied. The main disadvantage of the formula is that it underestimates evapotranspiration. To overcome the problem, evapotranspiration was computed for several stations by means of Penman formula in the region. It goes without saying that needed data were available for these stations. Results then were compared with the results to thornthwaites formula and confirmed its understimating behaviour. In order to compensate this defective, an statistical method was used and the given values were corrected. This correction was made by means of values taken from penman formula. The condition of the region is suitable for thornthwaites formula application, so, the formula was adjusted by computed and corrected data for the region. Using the formula needs many calculation reitrations to apply the formula for the region, therefore, computer was used. The program was written in Fortran language and Tehran University computer of model 370 applied. The program and its procedure will be attached to the origional paper for the interest of the people who wish to accept and follow such computations.

Finally, given results are satisfactory and the adjusted formula is recommended for the region.

Calculations show that the coefficient of thornethwait's formula has changed from 1.6 toîa K value which varies from one point to another. But as an adjusted average figure, 2.5 was accepted. Three maps of isopleths were drawn for the region determining variations of K, annual soil moisture deficiency and annual actual evapotranspiration.

گزارش بررسی احتیاج آبی چغندر قند در کرج بدو طریق آبیاری نشتی و باران مصنوعی

اداره کل مهندسی زراعی

محمدعلی دادگر - منوچهر قریشی‌زاده - کیخسرو فرجودی

قسمت اول - مقدمه

تعیین احتیاج آبی محصوخت کشاورزی مهمترین اقدامی است که در جهت بهبود وضع آبیاری و استفاده صحیح ازآب موجود در هر منطقه باید انجام گیرد .این امر بخصوص درکشورما که در اغلب نقاط با کمبود آب مواجه هستیم لازم و ضروری است .

هدف از تعیین احتیاج آبی گیاه نه تنها میزان آب مصرفی است بلکه تعیین زمان صحیح آبیاری و مقدار صحیح آب در هرآبیاری همچنین طول مدت هرآبیاری نیز بایستی بطور دقیق مورد بررسی ومطالعه قرار گیرد .

درمرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج این تحقیقات برروی محصولات مهم‌منطقه کرج از چند سال پیش آغازگردیده است . در سال ۱۳۵۰ و۱۳۵۱ این بررسی‌برروی چغندرقند بعمل آمده دراین بررسی علاوه بر تعیین احتیاج آبی چغندرقند بطریقه نشتی که معمول محل است عین آن تحقیقات بطریقه آبیاری باران مصنوعی نیز انجام گردیده تا با مقایسه این دوروش آبیاری از لحاظ میزان آب مصرفی ، دور وعمق‌آب در هرآبیاری ، راندمان آبیاری ، میزان محصول وبالاخره بازده آب مصرفی‌یک ارزیابی فنی از لحاظ مقایسه ایندوروش بعمل آمده و براساس نتایج بدست آمده ارزیابی اقتصادی درسالهای بعد انجام گیرد .

قسمت دوم - هدفهای آزمایش

بطورکلی دراین آزمایشات هدفهای زیر در نظرگرفته شده ومورد تحقیق قرارگرفته است .

۱ - تعیین دورآبیاری و عمیق آب لازم در هرآبیاری براساس ۵۰ درصد کاهش رطوبت خاك در عمق توسعه‌ریشه.

۲ - تعیین مقدارکل آب مصرفی در چغندر قند .

۳ - تعیین ضریب همبستگی میزان آب مصرفی به میزان تبخیر از تشتك تبخیر

٤ - تعیین راندمان آبیاری ومقدار ناخالص آب مورد نیاز برای آبیاری .

جدول شماره ۱ــ اطلاعات هواشناسی ماهانه از ایستگاه هواشناسی مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج در سالهای ۱۳۵۰ و ۱۳۵۱

	سال آزمایش	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
متوسط درجه حرارت هوا برحسب سانتیگراد	۱۳۵۰	۹/۸	۱۸/۱	۲۳/٤	۲۵/۱	۲٦	۲٦/۷	۱٦/۵	۱۳/٦	۵/۵	— ۱/۳	—۵/۹	۳/۹
	۱۳۵۱	۱۳/۸	۱٤/۹	۲۰/۹	۲٦/۳	۲۵/٦	۲۰/۱	۱۹/۲	٦/٦	۳/۹	— ٤/۳	۰/٤۱	۷/۲
میزان بارندگی برحسب میلیمتر	۱۳۵۰	٤۸/۸	۳۷/٦	۵۱/۱	—	۳/٦	—	—	۳۷/۳	٦/۹	٤۱	۵۱/۹	٤۳/٦
	۱۳۵۱	۷/۷	۵۸/۵	۱۳/۸	۱/۷	۸/۳	—	۰/۸	۳۵/۵	۳۷/۸	۳۲/۳	٤۲/۱	۲۷/۷
رطوبت نسبی هوا (درصد)	۱۳۵۰	۵۱/۸	۵۲/۹	۵۰/۵	۵۳/۸	۵۹	٦۰	۵٦/۹	۷۱/۵	۷۲/۳	۷۰/۳	۷۳	۷٤
	۱۳۵۱	٦۷/۲	۷۵/۱	٦۳/۵	٦۰/۵	۵٤/۳	۵۷/۸	٦۵/۷	۷۵/۸	۸۷/۳	۷۷	۸۳/۹	٦٦/۹
میزان تبخیر برحسب میلیمتر	۱۳۵۰	۸۸/٦	۲۰٤/٦	۲۹۱/۳	۳٤۰/۱	۳۱۳/٤	۲۳۱/٤	۱۲٤/۱	۹۷/۵	۵۸/۸	—	—	—
	۱۳۵۱	٦٦/۲	۲۱٤	۲۵۹/۵	۳۱۵/۹	۲۸۲/۱	۲۲٦/۷	۱۵۱/۹	٦۱/۸	—	—	—	۱۲۰/۸

۵ ـ تعیین میزان محصول وبازده آب مصرفی در دوروش آبیاری‌نشتی و باران مصنوعی .

قسمت سوم ـ مشخصات مزرعه آزمایشی

وضع آب وهوا و موقعیت محل :

این آزمایشات در مرکز بررسیهای مهندسی زراعی کرج واقع در ۷ کیلومتری جاده کرج ـ شاهدشت‌انجام گردیده است کرج برروی مدار ۳۵/۵ درجه طول شمالی و۵۱ درجه عرض شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۱۳۲۰ متر میباشد ، میزان متوسط بارندگی حدود ۲۳۵ میلیمتر در سال و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۴/۸ درجه‌سانتیگراد است بارندگی اکثراً در زمستان بوده و معمولا ازاوایل آبان‌ماه آغاز و تاآخر اردیبهشت سال بعد خاتمه‌مییابد .

جدول شماره ۱ متوسط درجه حرارت و میزان تبخیر و بارندگی ورطوبت‌نسبی ماهانه را دردوسال آزمایش که از ایستگاه هواشناسی محل رکودگیری شده نشان میدهد .

مشخصات خاك مزرعه آزمایشی :

در مطالعه پروفیل خاك از مزرعه آزمایشی بطورکلی یک طبقه لومی بعمق ۵۰ـ۳۰ سانتیمتر برروی یک طبقه شن در زیر تشکیل یک زهکشی طبیعی میدهد و بنابراین خاك مزرعه خاك مزرعه آزمایشی فاقد نمک بوشه و مسئله آب تحت‌الارض وجود ندارد .

مشخصات کلی‌خاك مزرعه آزمایشی در دوسال مختلف آزمایش درجدول زیر خلاصه گردیده است .

مشخصات	سال ۱۳۵۰		سال ۱۳۵۱	
	قطعه آبیاری نشتی	قطعه آبیاری باران مصنوعی	قطعه آبیاری نشتی	قطعه آبیاری باران مصنوعی
بافت خاك	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam	Clay Loam
عمق خاك زراعتی	۵۰ـ۳۰	۵۰ـ۳۰	۶۰ـ۴۰	۶۰ـ۴۰
ظرفیت نگهداری آب درخاك (درصد وزنی)	۱۷/۸	۱۷/۸	۱۹/۶	۱۹/۶
حد پژمردگی دائم گیاه درصد وزنی	۸/۲	۸/۲	۸/۹	۸/۹
وزن مخصوص ظاهری خاك	۱/۴۶	۱/۴۶	۱/۵۰	۱/۵۰
نفوذ پذیری آب در خاك سانتیمتر درساعت	۱/۲	۱/۲	۱/—	۱/—

جدول زیر مشخص‌کننده عملیات زراعی انجام شده در دو سال آزمایش میباشد .

عملیات زراعی	سال ۱۳۵۰		سال ۱۳۵۱	
	آبیاری نشتی	آبیاری باران مصنوعی	آبیاری نشتی	آبیاری باران مصنوعی
مساحت قطعه آزمایشی (متر مربع)	۷۵۲۰	۱۶۲۰	۶۶۷۰	۲۸۳۵
تاریخ کاشت	۵۰/۱/۲۲	۵۰/۱/۱۹	۵۰/۲/۲۵	۵۰/۲/۲۵
محصول سال قبل	گندم	یونجه	یونجه	یونجه
نوع بذر	بذر پلی ژرم تحویلی از کارخانه‌قندکرج در کلیه قطعات			
مقدار بذر در هکتار	۱۲ کیلوگرم	۱۲ کیلوگرم	۱۲ کیلوگرم	۱۲ کیلوگرم
نوع و مقدار کود مصرفی در هکتار	فسفات دامونیوم قبل از کاشت ۴۳۰ کیلوگرم اوره کود سرک ۱۰۰ کیلوگرم در کلیه قطعات			
فواصل کاشت	۶۰ سانتیمتر	۶۰ سانتیمتر	۶۰ سانتیمتر	۶۰سانتیمتر
تاریخ های تنک کاری	۲۷ و۲۸/۲/۵۰	۲۰و۲۱/۲/۵۰	۵۱/۳/۱۴	۵۱/۳/۱۳
فاصله بوته روی خطوط پس‌ازتنک کاری (سانتیمتر)	۲۴ — ۲۲	۱۸ — ۲۰	۲۵ — ۲۳	۲۳ — ۲۱
تعداد بوته در هکتار	۶۷۲۴۰	۸۹۴۶۰	۶۲۸۲۰	۷۶۷۵۰
تاریخ اولین آبیاری	۵۰/۲/۱۵	۵۰/۲/۸	۵۱/۲/۲۸	۵۱/۲/۲۹
تاریخ های سمپاشی ونوع آفات	۲۵و۲۴/۲/۷۵ — سرخرطومی — کاراد رینا — لیتاو	۱۵و۲۴/۲/۷۵ — سرخرطومی — کاراد رینا — لیتاو کنه	۱۸/۳/۷۵ — سرخرطومی — کاراد رینا — لیتاو کنه	۱۸/۳/۷۲ — سرخرطومی — کاراد رینا — لیتاو کنه
تاریخ های برداشت	۲۴و۲۵/۸/۵۰	۱۱و۱۲/۸/۵۰	۲۹و۳۰/۸/۵۱	۱و۲/۹/۵۱
طول مدت رشد	۱۸۵	۱۸۱	۱۵۶	۱۶۱

قسمت پنجم - نحوه اجرای آزمایش

الف - آبیاری باران مصنوعی :

۱ - برای اجرای این آزمایشات ازیک دستگاه باران مصنوعی مدلWright Rain انگلستان که اندازه نازلهای آن برابر $\frac{5}{32}$ اینچ وقطر لوله های اصلی ۲/۰ اینچ وقطر لوله های فرعی۲ اینچ بوده است استفاده گردیدهٔ است ، فواصل لوله های فرعی از یکدیگر ۱۰ متر و فواصل نازلها از یکدیگر ۹ متر بوده است ،فشار متوسط آب در لوله های اصلی پس از آزمایشات لازم جهت پخش یکنواخت آب از نازلها در تمام دوره آزمایشات ۵۸ پوند بر اینچ مربع وبعبارت دیگر ۳/٤۸ آتمسفر ثابت نگهداشته شده .

۲ - قطعه مورد آزمایش در سال اول : از زمینهای کشت شده مابین دو ردیف لوله های فرعی بمساحت ۱۶۲۰ متر مربع ودر سال دوم آزمایش سه قطعه که هر کدام بمساحت ٤۵۹ متر مربع مابین دو ردیف لوله های فرعی قرار داشتند جهت آزمایش و نمونه برداری انتخاب گردید .

۳ - برای تعیین زمان آبیاری از دستگاه رطوبت سنج الکتریکی با قالبهای گچی در سال اول و از نوع قالبهای کادمیوم در سال دوم آزمایش استفاده گردیده است این قالبها در عمق ۲۰ سانتیمتری خاك و در هر بلوك مجموعاً سه عدد نصب گردیده متذکر میگردد که دستگاههای فوق برحسب رطوبت قابل استفاده در خاك مورد آزمایش درجه بندی شده وآبیاری زمانی شروع میشده است که اکثراً قالبها رطوبتی معادل ۵۰ در صد رطوبت قابل استفاده را نشان بدهد ضمناً دستگاههای فوق قبلا در خاك مزرعه آزمایشی بدو روش صحرائی وآزمایشگاهی کالیبره گردیده و منحنی های لازم جهت تعیین مقدار رطوبت تهیه گردیده است .

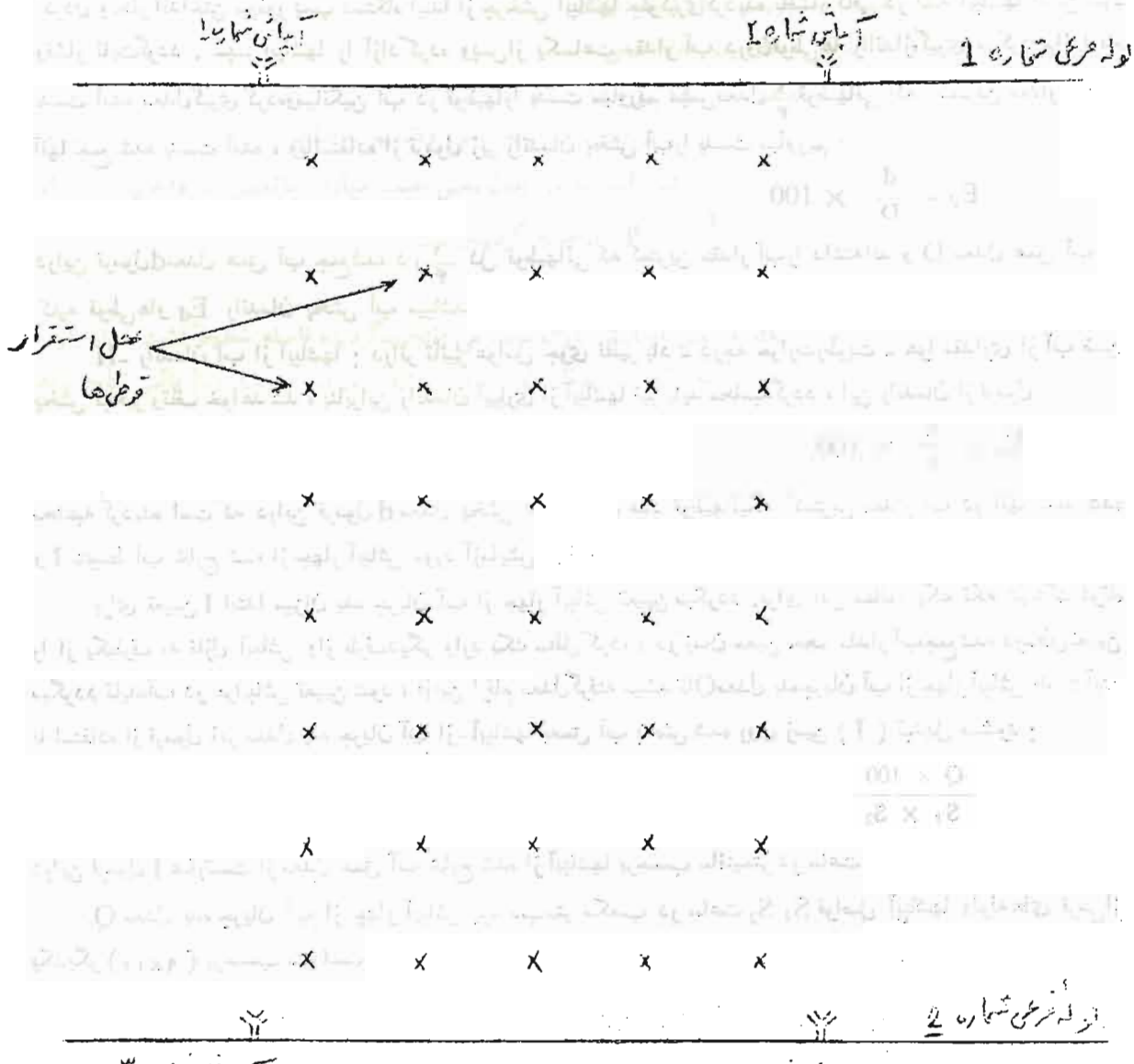
برای کنترل و همچنین دقت این قالبهای الکتریکی در موقع قرائت آنها از خاك مزرعه آزمایشی ودر مجاورت قالبها نمونه برداری کرده ایم تا اگر اختلالی در قرائت دستگاه پیش آید از راه اندازه گیری مقدار رطوبت بطریقه وزنی مقدار واقعی رطوبت خاك معلوم گردد .

٤ -عمق آب لازم برای هر آبیاری :باستفاده از فرمول $d = \frac{FC - P}{100} \times D$ که درآن F.C در صد حجمی رطوبت خاك درحالت Field Capacity و P در صد حجمی رطوبت خاك در موقع نمونه برداری همزمان باقرائت قالبهای الکتریکی وDعمق توسعه ریشه میباشد واز این روز d مقدار عمق آب لازم محاسبه میگردد ،سپس با اندازه گیری راندمان آبیاری که در یکساعت اول آزمایش طبق شکل شماره (۱) انجام گردیده و مقدار عمق حقیقی آب لازم برای آبیاری محاسبه میگردید .

۵ - تعیین ضریب همبستگی بین میزان تبخیر وتعریق (آب مصرفی خالص)وتبخیر از تشتك جهت تعیین فاکتور فوق از تشتك تبخیر کلاس A که در مجاورت مزرعه آزمایشی قرارگرفته بوده است استفاده گردیده است میزان تبخیر روزانه یادداشت ودر محاسبات مربوطه بکار برده شده است . این اطلاعات جهت تعیین فاکتور مصرف آب (C) بوده است که از رابطه $C = \frac{U}{E}$ بدست میآید در اینجا U مقدار آب مصرفی گیاه در مدت رویش گیاه و E تبخیر از سطح آزاد آب میباشد .

٦ - بعلت افت فشار آب در طول لوله ها و همچنین عدم یکنواختی پخش آب برروی زمین واز طرفی تاثیر درجه حرارت وباد وغیرو در میزان تبخیر واتلاف آب هنگام پخش راندمان آب در هرآبیاری دقیقاً اندازه گیری گردیده است و بدینجهت سه راندمان مختلف بشرح زیر تعیین وازآنها راندمان کلی آبیاری محاسبه ودر تعیین مقدار حقیقی آب مورد لزوم در هر آبیاری بکار برده شده است .

شکل شماره 1



« نحوه توزیع چهار آبپاش برای تعیین راندمان پخش آب »
در آبیاری بطریقه بارانی

مثل $\frac{1}{100}$

I - راندمان پخش آب : بعلت عدم پخش یکنواخت آب برروی زمین دراثر باد وسایرعوامل راندمان پخش آب اندازه‌گیری شده است . تعداد ٤٠ قوطی طبق شکل شماره (١) بین دو ردیف لوله‌های فرعی و مابین چهار آبپاش ماقبل آخر واقع روی دولوله فرعی بفواصل ١/٨٠×١/٨٠ بصورت شبکه های مربع چیده است. در ابتدای هرآبیاری پس‌از روشن کردن وبکار انداختن موتور پمپ دستگاه ابتدا از چرخش آبپاشها جلوگیری‌گردیده تافشارکافی درکلیه آبپاشها تأمین شود وفشار ثابت‌گردد . سپس‌آبپاشها را آزاد کرده وپس‌از یکساعت مقدار آب درون‌قوطی‌ها رااندازه‌گیری میکردیم‌از ارقام بدست آمده معدل‌گیری کرده‌ومیانگین آب در قوطیهارا بدست میآوریم سپس‌معدل $\frac{1}{4}$قوطیهائی که کمترین مقدار آب در آنها جمع شده بدست آمده ، ویااستفاده از فرمول زیر راندمان پخش آب‌را بدست میآوریم

$$E_d = \frac{d}{D} \times 100$$

دراین فرمولdمعدل عمق آب جمع‌شده در $\frac{1}{4}$ کل قوطیهائی که کمترین مقدار آب‌را داشته‌اند و D معدل عمق آب در کلیه قوطی‌هاو E_d راندمان پخش آب میباشد .

II- راندمان آب از آبپاشها : دراثر تأثیر عوامل جوی نظیر باد - درجه حرارت‌رطوبت - هوا مقداری از آب ضمن پخش تبخیر وتلف خواهد شد ، بنابراین راندمان آبیاری از آبپاشها نیز باید محاسبه‌گردد ، این راندمان از فرمول

$$E_a = \frac{d}{I} \times 100$$

محاسبه گردیده است که دراین فرمول d معدل پخش آب در ١٠ عدد قوطیهائیکه کمترین مقدار آب در آنها جمع شده و I متوسط آب خارج شده از چهار آبپاش مورد آزمایش میباشد.

برای تعیین I ابتدا میزان بده جریان آب از چهار آبپاش تعیین میگردد .برای این منظور یک تکه شیلنگ کوتاه را از یکطرف به نازل آبپاش واز طرف‌دیگر وارد یک سطل کرده و در زمان معین حجم مقدار آب‌جمع‌شده درسطل تعیین میگردد تابده‌آب در هرآبپاش تعیین شود ، ازاین ارقام معدل‌گرفته میشد تاQمعدل بده‌جریان آب از چهار آبپاش بدست آید، با استفاده از فرمول زیر معدل بده جریان آب از آبپاشها بعمق آب پخش شده روی زمین (I) تبدیل میشود :

$$I = \frac{Q \times 100}{S_1 \times S_2}$$

دراین فرمول I عبارتست از معدل عمق آب خارج شده ازآبپاشها برحسب سانتیمتر در ساعت

Q معدل بده جریان آب از چهار آبپاش برحسب‌متر مکعب در ساعت S_1 S_2 فواصل آبپاشها ولوله‌های فرعی‌از یکدیگر (١٥×٩) برحسب متر است :

پس‌از محاسبه I و اندازه‌گیری d راندمان آبیاری از آبپاشها چنانچه گفته‌شد از فرمول $E_s = \frac{d}{I} \times 100$ محاسبه شده است .

III راندمان آب از لوله‌ها : بعلت افت فشار آب درلوله‌ها پخش مقدار آب در اول وآخر لوله‌های فرعی متفاوت است بنابراین بااندازه‌گیری مقدار متوسط بده جریان‌آب ازکلیه آبپاشها واقع در روی هرلوله فرعی راندمان آب ازلوله‌ها از فرمول زیر محاسبه میگردد : $E_p = \frac{d}{p} \times 100$

دراین فرمول E_p عبارتست از راندمان آبیاری مربوطه لوله‌ها

d معدل عمق آب در ١٠ عدد قوطیهائیکه کمترین مقدار آب را آنها جمع شده

p متوسط عمق آب خارج شده ازکلیه آبپاشهای روی لوله فرعی است .

برای محاسبه p ابتدا بده جریان آب‌را در آبپاشهای اول وماقبل آخرروی لوله فرعی به‌طریق حجمی مطابق آنچه

که قبلا شرح داده شد اندازه‌گیری کردهٔ وازفرمول زیر بده جریان آب ازیک‌آبپاش را بدست میآوریم .

$$Q = Q_1 - \frac{3}{4}(Q_1 - Q_2)$$

دراین فرمول Q متوسط بده جریان آب‌ازکلیه آبپاشها

Q_1 بده جریان آب دراولین آبپاش روی لوله فرعی

Q_2 بده جریان آب درآبپاش ماقبل آخر روی لوله فرعی است .

سپس از ضریب مقدار Q در تعداد آبپاشهای‌روی یک لوله فرعی وتقسیم حاصلضرب برمساحت زمین واقع‌بین دولوله فرعی P متوسط عمق آب خارج شده از کلیه آبپاشها در زمان معین بدست میاید . باتعیین P واندازه‌گیری d راندمان آبیاری‌از لوله‌هااز فرمول $E_p = \frac{d}{p} \times 100$ محاسبه گردیده است .

ب ـ نحوه اجرای آزمایش آبیاری نشتی :

۱ ـ قطعه زمینی در فاصله نزدیک به محل آزمایش باران مصنوعی انتخاب‌گردیده فاصله خطوط کشت مشابه‌باران مصنوعی . ۶ سانتیمتر بوده در نهر بالای مزرعه یکعدد پارشال فلوم برای اندازه‌گیری آب ورودی ودر پائین قطعه یک عدد پارشال فلوم جهت اندازه‌گیری مقدار آب خروجی از قطعه نصب‌گردیده است .

۲ ـ جهت مطالعه وضع رطوبت خاك وتعیین زمان آبیاری برمبنای آن در این آزمایش‌نیزاز دستگاه رطوبت سنج الکتریکی استفاده‌گردید ، تعداد ۹ عدد قالب الکتریکی در سه محل روی سه ردیف کاشت بفواصل مساوی از هرطرف ودرعمق . ۲سانتیمتری خاك نصب‌گردیده تاوضع کلی رطوبت خاك مزرعه را مشخص نماید . آبیاری دراین آزمایش نیز وقتی انجام میشد که اکثر قالبهای الکتریکی رطوبتی در حدود . ۵ درصد رطوبت قابل استفاده را در خاك نشان دهند .

۳ ـ نحوه آبیاری بوسیله سیفون انجام میگرفت که باتنظیم سیفونها آب در ابتدای آبیاری بمقدار زیادتری وارد جویچه‌هاگردیده و پس‌از رسیدن آب بانتهای جویچه جریان آب راکم کرده بطوریکه آب بملایمت و بدون فرسایش خاك تاانتهای جویچه برسد ، میزان آب ورودی به قطعه همچنین فاضلاب بوسیله دوپارشال فلوم در تمام طول مدت آبیاری بدقت اندازه‌گیری میگردید ، آبیاری تازمانی ادامه مییافت که کلیه قالبهای الکتریکی نصب شده در خاك رطوبتی معادل . . ۱درصد رطوبت قابل‌استفاده رانشان دهند واز طرفی پشته‌هاتا نزدیک خطوط کاشت خیس شوند .

۴ ـ مقدار آب موجود در خاك قبل از آبیاری براساس قرائت دستگاه رطوبت‌سنج و همچنین نمونه برداری خاك وبا توجه به عمق توسعه ریشه تعیین میگردید سپس مقدارکمبود رطوبت در خاك از فرمول $d = \frac{FC - Fv}{100} \times D$ محاسبه و بعنوان‌مقدار آبیکه در منطقه ریشه در اثر آبیاری ذخیره میشود (W_s) منظورگردیده است .

۵ ـ میزان تلفات آب بصورت فاضلاب (W_r) و بصورت نفوذ عمقی‌خارج از منطقه‌ریشه (W_d)ودر صدآنهانسبت به کل آب‌داده شده (W_a) محاسبه‌و همچنین راندمان آبیاری‌از فرمول $E_a = \frac{W_s}{W_a} \times 100$ برای کلیه آبیاریها تعیین گردیده است .

۶ ـ میزان آب مصرفی محصول از جمع کلیه مقادیر آب ذخیره شده در خاك دراثر هر آبیاری باضافه میزان بارندگی در طول دوره‌رشد محصول محاسبه‌گردیده است.

۷ ـ نسبت‌بین میزان آب مصرفی‌وتبخیر آزاد از تشتك‌تبخیر از رابطه $C = \frac{U}{E}$ دراین آزمایش‌محاسبه‌گردیده‌است

قسمت ششم ـ تفسیر نتایج آزمایش

جداول ۲و۳ نتایج آزمایش را درسال . ۱۳۵ و جداول ۴و۵ نتایج‌سال ۱۳۵۱ وجدول ۶ مقایسه نتایج کلی‌بدست آمده دردوسال آزمایش را نشان میدهد . باتوجه بجداول نامبرده نتایجی بشرح زیر استنباط میگردد .

جدول شماره ۲- نتایج بررسی احتیاج آبی چغندرقند بطریق آبیاری نشتی در کرج در سال ۱۳۵۰

زمان آبیاری				وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری				مقدار آب و اندمان آبیاری							آب مصرفی				
نوبت آبیاری	تاریخ آبیاری	دور آبیاری برحسب روز	مدت آبیاری برحسب ساعت	میزان رطوبت خاک بر حسب درصد حجمی (P_v)	درصد رطوبت قابل استفاده موجود در خاک	عمق توسعه ریشه بر حسب سانتیمتر (D)	میزان کمبود رطوبت خاک در منطقه ریشه برحسب سانتی متر $\frac{P_o-P_w}{100}\times D$	مقدار آب ورودی بر حسب متر مکعب در هکتار W_a	مقدار آب خروجی برحسب متر مکعب در هکتار (W_x)	مقدار آب خارج شده از منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار W_d	مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه برحسب متر مکعب در هکتار W_s	درصد تلفات آب بصورت فاضلاب $\frac{W_x}{W_a}\times 100$	درصد تلفات آب بصورت نفوذ عمقی $\frac{W_d}{W_a}\times 100$	راندمان آبیاری $\frac{W_s}{W_a}\times 100$	میزان بارندگی در فاصله هر دو آبیاری (میلیمتر)	میزان آب مصرفی در فاصله هر دو آبیاری (میلیمتر U)	میزان تبخیر از تشتک تبخیر در فاصله هر دو آبیاری (میلیمتر E)	متوسط آب مصرفی روزانه در فاصله هر دو آبیاری (میلیمتر)	نسبت آب مصرفی به تبخیر از تشتک $C=\frac{U}{E}$
				ارتاریخ کشت (۵۰/۲/۱۵)				مهلت نزول بارندگیهای بموقع احتیاج به آبیاری نبوده است											
۱	۵۰/۲/۱۵	۲۳	۲۳/۳۰	۱۹/۰	۵۰/۰	۲۰	۱/۴۰	۳۲۰۰	۴۱۵	۲۶۴۵	۱۴۰	۱۳/۰	۸۲/۶	۴/۴	۵۰/۰	۶۴/۰	۱۱۷/۷	۲/۸	۰/۵۴
۲	۵۰/۲/۲۴	۹	۲۳/۴۵	۱۹/۵	۵۳/۶	۲۰	۱/۳۰	۳۰۵۰	۳۸۵	۲۵۳۵	۱۳۰	۱۲/۶	۸۳/۱	۴/۳	—	۱۳/۰	۵۷/۳	۱/۰	۰/۲۳
۳	۵۰/۳/۳	۱۰	۲۳/۴۰	۱۸/۰	۴۲/۹	۲۰	۱/۶۰	۳۳۰۰	۴۲۰	۲۷۲۰	۱۶۰	۱۲/۷	۸۲/۴	۴/۹	۳/۰	۱۹/۰	۶۹/۶	۱/۹	۰/۲۷
۴	۵۰/۳/۱۱	۸	۲۱/۰۰	۱۹/۵	۵۳/۶	۲۰	۱/۳۰	۲۷۶۰	۳۹۰	۲۲۴۰	۱۳۰	۱۴/۱	۸۱/۲	۴/۷	۵/۱	۱۸/۱	۷۱/۷	۲/۳	۰/۲۵
۵	۵۰/۳/۲۳	۱۲	۱۰/۰۰	۱۷/۵	۳۹/۳	۳۰	۲/۰۵	۱۶۱۲	۴۸۲	۸۷۵	۲۵۵	۲۹/۹	۵۴/۳	۱۰/۸	—	۲۵/۵	۱۱۶/۶	۲/۱	۰/۲۲
۶	۵۰/۳/۳۰	۷	۱۱/۴۵	۱۸/۲	۷۱/۴	۳۰	۲/۳۴	۱۶۶۵	۳۵۵	۱۰۷۶	۲۳۴	۲۱/۳	۶۴/۶	۱۴/۱	—	۲۳/۴	۶۳/۵	۳/۲	۰/۳۷
۷	۵۰/۴/۷	۸	۱۲/۳۰	۱۸/۵	۴۶/۴	۳۰	۲/۲۵	۱۶۲۰	۳۳۵	۱۰۶۰	۲۲۵	۲۰/۷	۶۵/۴	۱۳/۹	—	۲۲/۵	۷۳/۰	۲/۸	۰/۳۱
۸	۵۰/۴/۱۴	۷	۱۲/۶۰	۱۷/۲	۳۷/۲	۴۰	۳/۵۲	۱۴۱۳	۳۱۰	۷۵۱	۳۵۲	۲۱/۹	۵۳/۲	۲۴/۹	—	۳۵/۲	۶۹/۸	۵/۰	۰/۵۰
۹	۵۰/۴/۲۱	۷	۱۲/۴۵	۱۷/۰	۳۵/۷	۴۰	۳/۶۰	۱۳۸۲	۴۲۲	۶۰۰	۳۶۰	۳۰/۵	۴۳/۴	۲۶/۱	—	۳۶/۰	۸۷/۲	۵/۱	۰/۴۱
۱۰	۵۰/۴/۲۸	۷	۱۲/۰۵	۱۶/۸	۳۴/۳	۴۰	۳/۶۸	۱۴۴۵	۵۹۲	۴۸۵	۳۶۸	۴۱/۰	۳۳/۵	۲۵/۵	—	۳۶/۸	۷۱/۵	۵/۳	۰/۵۱
۱۱	۵۰/۵/۳	۶	۱۲/۳۵	۱۷/۰	۳۵/۷	۴۰	۳/۶۰	۱۳۱۵	۴۴۲	۵۱۳	۳۶۰	۳۳/۶	۳۹/۰	۲۷/۴	—	۳۶/۰	۶۹/۶	۶/۰	۰/۵۲
۱۲	۵۰/۵/۱۱	۸	۱۲/۳۵	۱۷/۸	۲۷/۲	۵۰	۴/۱۰	۱۰۴۴	۳۴۰	۲۹۴	۴۱۰	۳۲/۵	۲۸/۲	۳۹/۳	۳/۶	۴۴/۶	۸۹/۲	۵/۶	۰/۵۰
۱۳	۵۰/۵/۱۷	۶	۱۲/۰۰	۱۸/۴	۴۵/۷	۵۰	۳/۸۰	۱۰۰۲	۱۹۷	۴۲۵	۳۸۰	۱۹/۷	۴۲/۴	۳۷/۹	—	۳۸/۰	۶۲/۵	۶/۳	۰/۶۱
۱۴	۵۰/۵/۲۴	۷	۱۲/۰۵	۱۷/۲	۳۷/۲	۵۰	۴/۴۰	۱۰۳۶	۲۹۷	۲۹۹	۴۴۰	۲۸/۷	۲۸/۹	۴۲/۴	—	۴۴/۰	۶۵/۲	۶/۳	۰/۶۷
۱۵	۵۰/۶/۱	۸	۱۲/۱۰	۱۶/۶	۳۲/۹	۵۰	۴/۷۰	۱۰۰۸	۲۵۸	۲۸۰	۴۷۰	۲۵/۶	۲۷/۸	۴۶/۶	—	۴۷/۰	۷۵/۳	۶/۰	۰/۶۲
۱۶	۵۰/۶/۸	۷	۱۲/۰۰	۱۸/۰	۴۲/۹	۵۰	۴/۰۰	۱۲۷۲	۲۳۱	۶۴۱	۴۰۰	۱۸/۱	۵۰/۴	۳۱/۵	—	۴۰/۰	۷۱/۶	۵/۷	۰/۵۶
۱۷	۵۰/۶/۱۵	۷	۱۲/۰۰	۱۸/۴	۴۵/۷	۵۰	۳/۸۰	۱۳۸۰	۲۹۱	۷۰۹	۳۸۰	۲۱/۱	۵۱/۴	۲۷/۵	—	۳۸/۰	۴۳/۶	۵/۴	۰/۸۷
۱۸	۵۰/۶/۲۲	۷	۱۲/۰۰	۱۸/۴	۴۵/۷	۵۰	۳/۸۰	۱۰۳۷	۳۲۸	۳۲۹	۳۸۰	۳۱/۶	۳۱/۷	۳۶/۷	—	۳۸/۰	۵۲/۳	۵/۴	۰/۷۲
۱۹	۵۰/۶/۲۸	۶	۱۲/۰۰	۲۰/۶	۶۱/۴	۵۰	۲/۷۰	۱۲۱۰	۲۶۴	۶۷۶	۲۷۰	۲۱/۸	۵۵/۹	۲۲/۳	—	۲۷/۰	۳۷/۹	۴/۰	۱/۰۲
۲۰	۵۰/۷/۷	۱۰	۱۴/۳۰	۲۰/۲	۵۸/۶	۵۰	۲/۹۰	۱۱۲۶	۲۵۷	۵۷۹	۲۹۰	۲۲/۸	۵۱/۴	۲۵/۸	—	۲۹/۰	۵۳/۲	۲/۹	۰/۵۴
۲۱	۵۰/۷/۱۹	۱۲	۱۱/۰۰	۱۸/۸	۴۸/۶	۵۰	۳/۶۰	۱۲۱۲	۳۵۶	۴۹۶	۳۶۰	۲۹/۴	۴۰/۹	۲۹/۷	—	۳۶/۰	۵۶/۹	۳/۰	۰/۶۳
جمع ۲۱ نوبت	جمع ۱۸۵ روز	متوسط ۸ روز	متوسط ۱۲ ساعت	متوسط ۱۸/۲ درصد	متوسط ۴۵ درصد	—	جمع ۶۴/۹۴ سانتیمتر	جمع ۳۴۰۸۹ مترمکعب در هکتار	جمع ۷۳۶۷ مترمکعب در هکتار	جمع ۲۰۲۲۸ مترمکعب در هکتار	جمع ۱۶۴۴ مترمکعب در هکتار	متوسط ۲۴ درصد	متوسط ۵۲ درصد	متوسط ۲۴ درصد	جمع ۶۱/۷ میلیمتر	جمع ۷۱۱/۱ میلیمتر	جمع ۱۴۷۴/۶ میلیمتر	متوسط ۴/۳ میلیمتر	متوسط ۰/۵۲

جدول شماره ۳- نتایج بررسی احتیاج آبی چغندرقند بطریق آبیاری باران حنوهی درکرج درسال ۱۳۵۰

ردیف	زمان آبیاری: تعداد آبیاری	زمان آبیاری: تاریخهای آبیاری	زمان آبیاری: دور آبیاری برحسب روز	زمان آبیاری: مدت آبیاری برحسب ساعت	وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری: میزان رطوبت خاک برحسب درصد حجمی (P_w)	وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری: درصد رطوبت قابل استفاده موجود در خاک	وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری: عمق توسعه ریشه بر حسب سانتیمتر (D)	وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری: میزان کمبود رطوبت خاک در منطقه ریشه بر حسب سانتیمتر $\frac{F_c-B_w}{100}.D$	مقدار آب و راندمان آبیاری: میزان خالص آب مورد نیاز آبیاری بر حسب متر مکعب در هکتار	مقدار آب و راندمان آبیاری: راندمان پخش آب از آبپاشها (درصد)	مقدار آب و راندمان آبیاری: راندمان کلی آبیاری (درصد)	مقدار آب و راندمان آبیاری: مقدار ناخالص آب آبیاری برحسب متر مکعب در هکتار	آب مصرفی: میزان بارندگی در فاصله هر دو آبیاری برحسب میلیمتر	آب مصرفی: میزان آب مصرفی در فاصله هر دو آبیاری برحسب میلیمتر (U)	آب مصرفی: میزان تبخیر از تشتک تبخیر در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر (E)	آب مصرفی: متوسط آب مصرفی روزانه در فاصله هر دو آبیاری بر حسب میلیمتر	آب مصرفی: نسبت آب مصرفی به تبخیر از تشتک $C=\frac{U}{E}$
	تعیین آبیاری																	
۱	۱	۵۰/۲/۸	۱۹	۲/۱۵	۲۰/۸	۶۲/۹	۲۰	۱/۰۴	۱۰۴	۶۷/۳	۵۹/۰	۱۷۶	۴۶/۱	۵۶/۵	۹۸/۷	۲/۹	۰/۵۷
۲	۸	۵۰/۲/۱۶	۸	۲/۲۰	۲۱/۰	۶۴/۳	۲۰	۱/۰۰	۱۰۰	۸۰/۰	۵۴/۰	۱۸۵	۳/۹	۱۳/۹	۴۵/۲	۱/۷	۰/۳۱
۳	۰	۵۰/۲/۲۱	۵	۴/۲۵	۱۹/۲	۵۱/۴	۳۰	۲/۰۴	۲۰۴	۷۰/۳	۵۶/۳	۳۶۲	—	۲۰/۴	۳۴/۴	۴/۱	۰/۵۹
۴	۶	۵۰/۲/۲۷	۶	۴/۲۵	۱۹/۵	۵۳/۶	۳۰	۱/۹۵	۱۹۵	۶۰/۰	۵۴/۰	۳۶۱	—	۱۹/۵	۳۸/۵	۳/۲	۰/۵۰
۵	۸	۵۰/۳/۴	۸	۳/۲۰	۱۸/۵	۴۶/۴	۳۰	۲/۲۵	۲۲۵	۸۸/۰	۶۸/۲	۳۳۰	۴/۹	۲۷/۴	۵۸/۶	۳/۴	۰/۴۷
۶	۰	۵۰/۳/۹	۵	۷/۰۰	۱۷/۰	۳۵/۷	۳۰	۲/۷۰	۲۷۰	۷۰/۶	۴۷/۷	۵۶۶	۲/۰	۲۹/۰	۴۲/۵	۵/۸	۰/۶۸
۷	۴	۵۰/۳/۱۴	۵	۵/۱۵	۱۷/۱	۳۶/۴	۳۰	۲/۶۷	۲۶۷	۷۸/۴	۷۰/۷	۳۷۸	۱/۲	۲۷/۹	۳۸/۷	۷/۰	۰/۷۲
۸	۵	۵۰/۳/۱۸	۵	۴/۰۰	۱۹/۰	۵۰/۰	۳۰	۲/۱۰	۲۱۰	۷۶/۰	۶۱/۰	۳۴۴	—	۲۱/۰	۴۳/۹	۴/۲	۰/۴۸
۹	۵	۵۰/۳/۲۳	۵	۵/۲۰	۱۸/۵	۴۶/۴	۴۰	۳/۰۰	۳۰۰	۷۳/۰	۶۷/۰	۴۴۸	—	۳۰/۰	۵۲/۲	۶/۰	۰/۵۷
۱۰	۴	۵۰/۳/۲۷	۴	۴/۰۰	۲۰/۴	۶۰/۰	۴۰	۲/۲۴	۲۲۴	۷۵/۷	۶۳/۰	۳۵۷	—	۲۲/۴	۳۷/۸	۵/۶	۰/۵۹
۱۱	۰	۵۰/۴/۱	۵	۴/۰	۲۰/۰	۵۷/۲	۴۰	۲/۴۰	۲۴۰	۸۱/۰	۶۹/۸	۳۴۳	—	۲۴/۰	۴۴/۱	۴/۸	۰/۵۴
۱۲	۰	۵۰/۴/۶	۵	۴/۲۰	۱۹/۵	۵۳/۶	۴۰	۲/۶۰	۲۶۰	۷۸/۰	۷۲/۳	۳۶۰	—	۲۶/۰	۵۴/۶	۵/۲	۰/۴۸
۱۳	۰	۵۰/۴/۱۱	۵	۵/۱۰	۱۸/۸	۴۸/۶	۴۰	۲/۸۸	۲۸۸	۷۷/۲	۶۲/۰	۴۷۰	—	۲۸/۸	۵۰/۳	۵/۷	۰/۵۷
۱۴	۲	۵۰/۴/۱۷	۲	۴/۱۵	۲۰/۰	۵۷/۲	۴۰	۲/۴۰	۲۴۰	۷۷/۳	۶۸/۰	۳۶۲	—	۲۴/۰	۶۵/۹	۴/۰	۰/۳۶
۱۵	۰	۵۰/۴/۲۲	۵	۳/۳۰	۲۱/۰	۶۴/۳	۴۰	۲/۰۰	۲۰۰	۸۴/۰	۶۲/۰	۳۱۰	—	۲۰/۰	۶۵/۷	۴/۰	۰/۳۳
۱۶	۰	۵۰/۴/۲۷	۵	۶/۱۵	۱۸/۷	۴۷/۹	۴۰	۲/۹۲	۲۹۲	۷۵/۸	۵۲/۸	۵۵۵	—	۲۹/۲	۴۹/۵	۵/۸	۰/۵۹
۱۷	۵	۵۰/۵/۱	۵	۶/۲۰	۱۸/۲	۴۴/۳	۴۰	۳/۱۲	۳۱۲	۷۸/۵	۶۲/۲	۵۰۰	—	۳۱/۲	۶۰/۱	۶/۲	۰/۵۲
۱۸	۶	۵۰/۵/۷	۶	۴/۳۰	۲۱/۰	۶۴/۳	۴۰	۲/۰۰	۲۰۰	۸۰/۵	۶۵/۰	۳۱۲	۰/۴	۲۰/۴	۶۷/۱	۳/۴	۰/۳۰
۱۹	۸	۵۰/۵/۱۵	۸	۸/۳۵	۱۷/۰	۳۵/۴	۵۰	۴/۵۰	۴۵۰	۸۲/۰	۵۹/۰	۷۷۰	۲/۲	۴۸/۲	۸۳/۰	۶/۰	۰/۵۸
۲۰	۹	۵۰/۵/۲۴	۹	۸/۴۵	۱۷/۲	۳۶/۴	۵۰	۴/۴۵	۴۴۵	۸۰/۹	۶۰/۰	۷۴۰	—	۴۴/۵	۸۸/۶	۴/۹	۰/۵۰
۲۱	۷	۵۰/۵/۳۱	۷	۵/۱۰	۱۹/۹	۵۶/۴	۵۰	۳/۰۵	۳۰۵	۸۵/۵	۶۰/۸	۵۰۰	—	۳۰/۵	۶۴/۳	۴/۴	۰/۴۷
۲۲	۵	۵۰/۶/۵	۵	۴/۱۰	۲۱/۱	۶۵/۰	۵۰	۲/۴۵	۲۴۵	۸۲/۴	۶۶/۲	۳۷۰	—	۲۴/۵	۵۶/۴	۴/۹	۰/۴۳
۲۳	۲	۵۰/۶/۱۱	۲	۴/۰۰	۲۱/۶	۶۸/۶	۵۰	۲/۲۰	۲۲۰	۷۷/۴	۶۱/۰	۳۶۴	—	۲۲/۰	۴۵/۴	۳/۷	۰/۴۸
۲۴	۳	۵۰/۶/۱۸	۳	۶/۴۰	۱۹/۰	۵۰/۰	۵۰	۳/۵۰	۳۵۰	۷۶/۱	۵۶/۰	۶۲۵	—	۳۵/۰	۴۷/۰	۵/۰	۰/۷۴
۲۵	۸	۵۰/۶/۲۶	۸	۵/۳۰	۲۰/۰	۵۷/۲	۵۰	۳/۰۰	۳۰۰	۷۳/۴	۶۱/۰	۴۹۷	—	۳۰/۰	۵۷/۵	۳/۷	۰/۵۲
۲۶	۴	۵۰/۷/۴	۴	۵/۳۵	۲۰/۰	۵۷/۲	۵۰	۳/۰۰	۳۰۰	۷۲/۶	۵۸/۲	۵۱۰	—	۳۰/۰	۴۷/۳	۳/۴	۰/۶۳
۲۷	۱۱	۵۰/۷/۱۵	۱۱	۸/۰۰	۱۸/۶	۴۷/۲	۵۰	۳/۷۰	۳۷۰	۷۹/۳	۴۹/۵	۷۴۳	—	۳۷/۰	۵۴/۰	۳/۴	۰/۶۸
جمع	جمع	جمع	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط		جمع	جمع	متوسط	متوسط	جمع	جمع	جمع	جمع	متوسط	متوسط

تنزیل بارندگیهای موقع احتیاج بآبیاری نبوده است.

جدول شماره ٤ نتایج آزمایش آبیاری نشتی روی جغندرقند سال ۱۳۵۱ در کرج

نوبت آبیاری	زمان آبیاری: تاریخ آبیاری	دور آبیاری برحسب روز	تعداد آبیاری برحسب ساعت	وضع رطوبت خاک قبل از آبیاری: ارتفاع آب موجود در خاک قبل از آبیاری در عمق توسعه ریشه d'(Cm)	ارتفاع آب موجود در خاک بعد از آبیاری در عمق توسعه ریشه d(Cm)	ارتفاع آب قابل استفاده در عمق توسعه ریشه h (Cm)	مقدار کمبود رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه d-d' h' (Cm)	% رطوبت قابل استفاده موجود در عمق توسعه ریشه $100(1-\frac{h'}{h})$	عمق توسعه ریشه (Cm)	مقدار آب و راندمان های آبیاری: مقدار آب ورودی بمزرعه حسب متر مکعب در هکتار (H_a)	مقدار آب خروجی برحسب مترمکعب در هکتار (H_z)	مقدار آب خارج شده از منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار (H_d)	مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه بر حسب متر مکعب در هکتار (H_s)	تلفات آب بصورت نفوذ عمقی $\frac{H_d}{H_a} \times 100$	راندمان کلی آبیاری $\frac{H_s}{H_a} \times 100$	میزان آب مصرفی: میزان بارندگی فاصله هر دو آبیاری به سانتیمتر	میزان آب مصرفی در فاصله دو آبیاری به سانتیمتر (D)	میزان تبخیر از تشتک تبخیر در فاصله هر دو آبیاری (E)	متوسط آب مصرفی روزانه در فاصله دو آبیاری سانتیمتر	نسبت آب مصرفی به تبخیر از تشتک $C=\frac{D}{E}$
۱	۵۱/۲/۱۸	۳	۲۳٫۲۰	٤/۲۳	٦/-	۳/۲۸	۱/۷۷	٤٦	۲۰	۱٦۳۰	٦۰۱	۸۰٤	۱۷۷	۲۹	۱۱	۰/۷٤	۲/۵۱	۱/٤۳	—
۲	۵۱/۳/۱	٤	۲۳٫۰۵	٤/۵٦	٦/-	۳/۲۸	۱/٤٤	۵٦	۲۰	۱۱۱۹	۹۲٦	۷۹۹	۱٤٤	٤۲	۸	۰/۳۳	۱/۷۷	۲/٤۲	۰/٤٤
۳	۵۱/۳/۸	۷	۹٫٤۰	٤/۲۵	٦/-	۳/۲۸	۱/۷۵	٤٦	۲۰	٤۱۰	۱٦۸	۱٦	۱۷۵	٤	٤۳	۰/٤۱	۲/۱٦	٤/٦٦	۰/۳۱
	۵۱/۳/۱۵	۷	۱۳٫۱۵	۳/٦۷	٦/-	۳/۲۸	۲/۳۳	۲۱	۲۰	۱۰۸۲	۵۷۲	۲٤٤	۲۳۳	۲۱	۲۲	۰/۷۲	۳/۰۵	۵/۳۲	۰/٤٤
۵	۵۱/۳/۲۳	۸	۱۱٫۵۰	۵/۹٤	۸/۸۱	٤/۸۲	۲/۸۷	٤۰	۳۰	۱۵٤۰	۳۸۹	۷۹٦	۲۸۷	۵۲	۱۹	۰/۰۹	۲/۹٦	٦/۵۷	۰/۳۷
٦	۵۱/٤/۲	۱۰	۱۲٫۵۰	٦/۲۱	۸/۸۱	٤/۸۲	۲/٦۰	٤٦	۳۰	۱۱۸۳	٦۰٤	۵۰۹	۲٦۰	۳٤	۱۸	۰/۱٦	۲/۷٦	۹/۰۸	۰/۲۸
۷	۵۱/٤/۱۲	۱۰	۸٫۵۰	۵/٦۸	۸/۸۱	٤/۸۲	۳/۱۳	۳۵	۳۰	۱۰۵۱	۳۵٦	۳۱۳	۳۱۳	۳۰	۳۰	۰/۱۷	۳/۳۰	۹/۰٦	۰/۳۳
۸	۵۱/٤/۲۰	۸	۱۲٫۵۵	٦/۰۹	۸/۸۱	٤/۸۲	۲/۷۵	٤۳	۳۰	۱٤۸۳	۷۷۹	۶٦۳	۲۲۵	۲۵	۱۹	—	۲/۷۵	۸/۳٦	۰/۳٤
۹	۵۱/٤/۲۸	۸	۱۲٫۵۵	۵/۷۹	۸/۸۱	٤/۸۲	۳/۰۲	٤۳	۳۰	۲۳۹۳	۱٤۳۲	٦٦۲	۳۰۲	۲۸	۱۳	—	۳/۰۲	۸/۳۲	۰/۳۸
۱۰	۵۱/۵/۸	۱۱	۲۲٫٤۵	۷/۵۵	۱۱/٦۲	٦/۳۵	٤/۰۷	۳٦	٤۰	۲۳۰۳	۱۲۸۷	۸۵۵	٤۰۷	۳۷	۱۸	—	٤/۰۷	۱۱/٤۷	۰/۵۱
۱۱	۵۱/۵/۲۲	۱٤	۲۲٫۱۰	۷/۹۲	۱۱/٦۲	٦/۳۵	۳/۷۰	٤۲	٤۰	۲۲۲۱	۱۳۹٤	۸۸۱	۳۷۰	۳٤	۱٤	۰/۸۳	٤/۵۳	۱۳/۰۳	۰/۳۲
۱۲	۵۱/٦/۱	۱۰	۲۳٫۱۵	۱۰/۷۲	۱٤/٤۳	۷/۸۸	۳/۷۱	۵۳	۵۰	۲۹٤۸	۱۰۷۲	۱٤۱۸	۳۷۱	٤۸	۱۳۰	—	۳/۷۱	۷/۵۰	۰/۳۷
۱۳	۵۱/٦/۱۳	۱۲	۲۳٫۰۵	۱۰/۱۳	۱٤/٤۳	۷/۸۸	٤/۳۰	٤٦	۵۰	۲٦۲٦	۱۲۷۸	۹۵۹	٤۳۰	۳۰	۱٦	—	٤/۳۰	۹/٤٤	۰/۳٦
۱٤	۵۱/٦/۲٤	۱۱	۲۳٫۱۰	۹/۷٦	۱٤/٤۳	۷/۸۸	٤/٦۷	٤۱	۵۰	۲۸۷۱	۱۷۷۸	۷٤۹	٤٦۷	۲٦	۱٦	—	٤/٦۷	۸/۳۹	۰/٤۳
۱۵	۵۱/۷/۹	۱٦	۲۱٫۵۵	۱۰/٤۸	۱٤/٤۳	۷/۸۸	۳/۹۵	۵۰	۵۰	۲٤۸۳	۱۱۲٦	٦۲۹	۳۹۵	۲۵	۱٦	—	۳/۹۵	۹/۸۷	۰/۲۵
۱٦	۵۱/۷/۲٦	۱۷	۲۳٫۲۰	۹/٤۷	۱٤/٤۳	۷/۸۸	٤/۹٦	۳۷	۵۰	۲٤۳۸	۹۳۷	۱۲۹٤	٤۹٦	۵۱	۲۰	۰/۰۸	۵/۰٤	۷/۹۷	۰/۳۰
نوبت ۱٦	جمع ۱۵٦ روز	متوسط ۱۰ روز	متوسط ۱۹/٦۸ ساعت	متوسط ۷/۰۳ سانتیمتر	متوسط ۱۰/۲۲ سانتیمتر	متوسط ۵/۵۸ سانتیمتر	جمع ۵۱/۰۲ سانتیمتر	متوسط ٤۳ درصد	—	جمع ۳۱۳۸۱ مترمکعب	جمع ۱٤٦۹۹ مترمکعب	جمع ۱۱۲۷۱/- مترمکعب	جمع ۵۱۰۲ مترمکعب	متوسط ۳٤ درصد	متوسط ۱۸/۵ درصد	جمع ۳/۵۳ سانتیمتر	جمع ۵٤/۵۵ سانتیمتر	جمع ۱۲۲/۹ سانتیمتر	متوسط ۰/۳٦ سانتیمتر	متوسط ۰/٤٦

جدول شماره

نتایج آزمایش آبیاری باران مصنوعی روی جفندرقند سال ۱۳۵۱ در گنبد

نوبت آبیاری	تاریخ آبیاری	دور آبیاری برحسب روز	مدت آبیاری برحسب ساعت	عمق توسعه ریشه برحسب Cm	ارتفاع آب موجود در خاک قبل از آبیاری در عمق توسعه ریشه به Cm (d')	ارتفاع آب موجود در خاک بعد از آبیاری در عمق توسعه ریشه به Cm (d)	ارتفاع آب قابل استفاده در خاک در عمق توسعه ریشه به Cm (h)	مقدار کمبود رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به Cm $(d-d')-h^2$	درصد رطوبت قابل استفاده موجود در خاک در عمق توسعه ریشه $(1-\frac{h'}{h})100$	میزان خالص آب مورد نیاز آبیاری بر حسب متر مکعب در هکتار	راندمان آبیاری از آب پاشها بر حسب درصد	راندمان آبیاری E_a درصد	راندمان آب ذخیره‌ای در خاک E_n درصد	مقدار خالص آب آبیاری برحسب متر مکعب در هکتار	میزان آب مصرفی در فاصله دو آبیاری برحسب سانتیمتر (U)	میزان بارندگی در فاصله دو آبیاری بر حسب سانتیمتر	مقدار آب مصرفی روزانه در فاصله هر دو آبیاری برحسب Cm	میزان تبخیر از تشتک تبخیر در فاصله دو آبیاری بر حسب Cm (E)	نسبت آب مصرفی به تبخیر از تشتک $C=\frac{U}{E}$
۱	۵۱/۲/۲۹	۴	۴/۵۵	۲۰	۴/۲۸	۶/-	۳/۲۸	۱/۷۲	۴۸	۱۷۲	۷۱	۶۹	۱۰۰	۳۷۱	۰/۷۴	۲/۴۶	۰/۶۲	۲/۱۲	۱/۱۶	
۲	۵۱/۳/۱	۳	۳/۲۵	۲۰	۴/۶۶	۶/-	۳/۲۸	۱/۳۴	۵۹	۱۳۴	۸۲	۶۳	۱۰۰	۲۵۳	۰/۳۳	۱/۶۷	۰/۵۶	۱/۷۳	۰/۹۷	
۳	۵۱/۳/۴	۳	۳/۱۵	۲۰	۴/۶۷	۶/-	۳/۲۸	۱/۳۳	۵۹	۱۳۳	۶۴	۴۰	۷۶	۲۵۴	—	۱/۳۳	۰/۴۴	۲/۰۵	۰/۶۵	
۴	۵۱/۳/۸	۴	۳/۱۵	۲۰	۴/۸۱	۶/-	۳/۲۸	۱/۱۹	۶۴	۱۱۹	۸۴	۶۳	۱۰۰	۲۵۴	۰/۴۱	۱/۶۰	۰/۴۰	۲/۶۱	۰/۶۱	
۵	۵۱/۳/۱۱	۶	۴/۰۰	۲۰	۴/۱۰	۶/-	۳/۲۸	۱/۹۰	۴۲	۱۹۰	۸۳	۶۷	۱۰۰	۳۰۵	۰/۷۲	۲/۶۲	۰/۴۴	۴/۲۷	۰/۶۱	
۶	۵۱/۳/۲۱	۷	۴/۳۰	۲۰	۳/۹۴	۶/-	۳/۲۸	۲/۰۶	۳۷	۲۰۶	۷۵	۳۷	۶۰	۳۳۵	۰/۰۳	۲/۶۹	۰/۳	۰/۸۱	۰/۳۶	
۷	۵۱/۴/۱	۱۰	۵/۲۰	۲۰	۳/۵۷	۶/-	۳/۲۸	۲/۴۳	۲۶	۲۴۳	۹۱	۶۸	۱۰۰	۳۹۶	۰/۲۳	۲/۶۶	۰/۲۷	۸/۸۶	۰/۳۰	
۸	۵۱/۴/۸	۸	۴/۰۲	۳۰	۵/۹۱	۸/۸۱	۴/۸۲	۲/۹۰	۴۰	۲۹۰	۸۷	۷۲	۷۶	۳۰۵	۰/۱۷	۳/۰۷	۰/۳۸	۷/۲۶	۰/۴۲	
۹	۵۱/۴/۱۵	۷	۴/۳۵	۳۰	۵/۴۷	۸/۸۱	۴/۸۲	۳/۳۳	۳۱	۳۳۳	۷۹	۶۷	۷۴	۳۶۸	—	۳/۳۳	۰/۴۸	۶/۷۲	۰/۵۰	
۱۰	۵۱/۴/۲۱	۶	۳/۵۵	۳۰	۵/۸۹	۸/۸۱	۴/۸۲	۲/۹۲	۳۹	۲۹۲	۸۹	۶۳	۷۴	۳۴۵	—	۱/۹۲	۰/۴۹	۶/۶۱	۰/۴۴	
۱۱	۵۱/۴/۲۷	۶	۵/۲۰	۳۰	۵/۵۶	۸/۸۱	۴/۸۲	۳/۲۵	۳۳	۳۲۵	۸۱	۶۳	۷۶	۳۹۲	—	۳/۲۵	۰/۵۴	۶/۲۲	۰/۵۲	
۱۲	۵۱/۵/۳	۷	۶/۱۵	۳۰	۵/۲۱	۸/۸۱	۴/۸۲	۳/۶۰	۲۵	۳۶۰	۸۲	۶۹	۸۸	۴۵۷	—	۳/۶۰	۰/۴۴	۷/۵۵	۰/۴۸	
۱۳	۵۱/۵/۱۰	۷	۷/۵۳	۴۰	۸/۱۷	۱۱/۶۲	۶/۳۵	۳/۴۵	۴۶	۳۴۵	۷۸	۸۸	۱۰۰	۶۶۰	—	۳/۴۵	۰/۴۹	۶/۹۵	۰/۵۰	
۱۴	۵۱/۵/۱۸	۸	۶/۴۵	۴۰	۷/۴۸	۱۱/۶۲	۶/۳۵	۴/۱۴	۳۵	۴۱۴	۸۴	۷۰	۷۲	۴۵۷	۰/۸۳	۴/۹۷	۰/۶۲	۷/۴۲	۰/۶۷	
۱۵	۵۱/۵/۲۴	۶	۷/۵۸	۵۰	۸/۷۱	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۵/۷۲	۲۷	۵۷۲	۸۸	۶۸	۷۲	۶۰۲	—	۵/۷۲	۰/۹۵	۵/۱۶	۱/۱۲	
۱۶	۵۱/۵/۳۱	۷	۸/۱۰	۵۰	۹/۸۶	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۴/۵۷	۴۲	۴۵۷	۸۴	۷۶	۱۰۰	۶۲۷	—	۴/۵۷	۰/۶۵	۵/۲۰	۰/۸۸	
۱۷	۵۱/۶/۹	۹	۷/۲۰	۵۰	۹/۳۱	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۵/۱۲	۳۵	۵۱۲	۸۴	۶۸	۷۷	۵۷۹	—	۵/۱۲	۰/۵۷	۷/۰۸	۰/۷۲	
۱۸	۵۱/۶/۱۷	۸	۱۱/۰	۵۰	۱۰/۵۶	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۳/۸۷	۵۱	۳۸۷	۷۴	۴۵	۱۰۰	۸۸۸	—	۳/۸۷	۰/۴۸	۶/۰۴	۰/۶۴	
۱۹	۵۱/۶/۲۷	۱۰	۶/۳۸	۵۰	۱۰/۲۰	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۴/۲۳	۴۶	۴۲۳	۸۳	۶۰	۷۵	۵۲۸	—	۴/۲۳	۰/۴۲	۷/۳۵	۰/۶۹	
۲۰	۵۱/۷/۶	۱۰	۸/۰۰	۵۰	۱۰/۲۶	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۴/۱۷	۴۰	۴۱۷	۸۰	۶۰	۹۶	۶۶۸	—	۴/۱۷	۰/۴۲	۶/۱۵	۰/۶۹	
۲۱	۵۱/۷/۱۸	۱۲	۸/۴۰	۵۰	۹/۳۱	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۵/۱۲	۳۵	۵۱۲	۸۱	۶۱	۷۶	۶۴۰	۰/۰۸	۵/۲۰	۰/۴۳	۶/۴۸	۰/۸۰	
۲۲	۵۱/۸/۲	۱۴	۷/۵۰	۵۰	۹/۸۷	۱۴/۴۳	۷/۸۸	۴/۵۶	۴۲	۴۵۶	۸۱	۷۰	۸۰	۵۲۳	—	۴/۵۶	۰/۳۳	۱۲/۲۷	۰/۳۷	
۲۲ نوبت	۱۶۱ روز	۷/- روز	۶ ساعت	—	۶/۹ سانتیمتر	۱۰/۲۲ سانتیمتر	۵/۵۸ سانتیمتر	۷۲/۹۲ سانتیمتر	۴۱ درصد	۷۲۹۲ مترمکعب	۸۱/۵ درصد	۶۳ درصد	۸۵ درصد	۱۰۲۰۷ متر مکعب	۳/۵۴ سانتیمتر	۷۶/۴۶ سانتیمتر	۱۳۱/۹۱ سانتیمتر	۰/۱۸ سانتیمتر	۰/۶۳ متوسط	

جدول شماره ٦ ــ مقایسه نتایج حاصله از بررسی احتیاج آبی چغندرقند بدو طریق آبیاری نشتی و باران مصنوعی در کرج در سالهای ۱۳۵۰ و ۱۳۵۱

سالهای آزمایش		۱۳۵۰		۱۳۵۱	
طریقه آبیاری		نشتی	باران مصنوعی	نشتی	باران مصنوعی
تعداد دفعات آبیاری		۲۱	۲۷	۱۶	۲۲
متوسط دور آبیاری (روز)		۸	٦	۱۰	۷
متوسط طول مدت هر آبیاری (ساعت)		۱۲	٥	۱۹	٦
متوسط درصد رطوبت قابل استفاده در عمق توسعه ریشه قبل از آبیاری		٤٥	٥۲/٥	٤۳	٤۱
آب مصرفی	میزان خالص آب آبیاری (مترمکعب درهکتار)	٦٤۹٤	۷۱۱٦	٥۱۰۲	۷۲۹۲
	مقدار بارندگی در دوره رشد (مترمکعب در هکتار)	٦۱۷	٦۱۷	۳٥۳	۳٥۳
	مقدار خالص آب مصرفی (مترمکعب درهکتار)	۷۱۱۱	۷۷۳۳	٥٤٥٥	۷٦۳٥
راندمان آبیاری E_a		۲۳	٦۱	۱۸/٥	٦۳
مقدار ناخالصی آب مصرفی (مترمکعب درهکتار)		۳٤۰۸۹	۱۱۸۳۸	۳۱۳۸۱	۱۰۲۰۷
میزان محصول چغندرقند (کیلوگرم درهکتار)		۳۳٦۰۰	٦٥٤٦۰	۳۲۲۰۰	٤۷۱٥۰
تعداد بوته در هکتار		٦۷۲٤۰	۸۹٤٦۰	٦۲۸۲۰	۷٦۷۸۰
متوسط وزن یك چغندر (گرم)		٥۰۰	۷۳۰	٥۱۰	٦۱٥
میزان قند موجود درچغندر (درصد)		۱۷/٤	۱۳/٤۲	۱۸/۳	۱۸/۱٦
میزان خالصی قند درهکتار (کیلوگرم)		٥۸٤٦	۸۷۸٥	٥۹۲۳	۸٥٦۳
نسبت آب مصرفی به محصول چغندرقند (بازده آب مصرفی بر حسب کیلوگرم)	خالصی	۲۱۱	۱۱۸	۱٥۸	۱٦۲
	ناخالصی	۱۰۱۳	۱۸۱	۹۷٤	۲۱٦

۱ - تعداد دفعات آبیاری با مقایسه تعداد آبیاری معمول محل که حدود ۱۵-۱۴ نوبت میباشد زیادتر است علت این امر کمی عمق خاك در محل آزمایش میباشد که عملا باعث کاهش فواصل زمان آبیاری گردیده وتعداد آبیاری زیادتر را ایجاب مینماید .

دور آبیاری که معمولا در محل حدود ۱۳ روز یکبار است بطور متوسط ۶ تا ۷ روز برای آبیاری باران مصنوعی و ۸ تا ۱۰ روز برای آبیاری نشتی تقلیل یافته است .

کمی عمق خاك گرجه در راندمان آبیاری تاثیر داشته اما در تعیین میزان آب مصرفی دخالتی ندارد . زیرا آبیاری متناسب با کمبود رطوبت در عمق منطقه ریشه انجام گرفته و میزان آب مصرفی براین مبنی محاسبه شده است .

۲ - در مدت طول مدت آبیاری نشتی مسئله قابل توجه رابطه میزان تلفات آب بصورت نفوذ عمقی باطول مدت هر آبیاری است . بطور کلی دراین خاك بخصوص در آبیاری نشتی تلفات آب بصورت نفوذ عمقی اجتناب ناپذیر است زیرا نفوذ جانبی آب در خاك متناسب با نفوذ عمقی نیست ، و بناچار برای خیس نمودن کامل سطح خاك اطراف بوته‌ها مخصوصا در اوایل دوره رشد مقدار زیادی آب از منطقه ریشه خارج خواهد شد .بهمین جهت بهتر است که در آبیاری نشتی بعداز چند آبیاری اولیه وقتی ریشه های گیاه بحد کافی عمیق شده‌اند از خیس کردن کامل سطح خاك صرفنظر کرده و مدت آبیاری را کوتاه‌تر کرد . که در نتیجه باعث کاهش تلفات آب بصورت نفوذ عمقی وبالا بردن راندمان آبیاری خواهد شد

چنانچه از جداول نتایج آزمایش ملاحظه میشود در آبیاریهای اولیه برای خیس نمودن تمامی سطح خاك بعلت کم عمق بودن ریشه های گیاه طول مدت آبیاری‌ها زیاد بوده و بهمین جهت میزان تلفات آب بصورت نفوذ عمقی نیز زیاد است در حالیکه در آبیاریهای بعدی تااواسط دوره رشد مدت آبیاری کاهش داده شده ودر نتیجه میزان تلفات آب بطور قابل ملاحظه‌ای تقلیل یافته است .

در مورد آبیاری باران مصنوعی چون آب بهرحال بطور یکنواخت در تمام سطح زمین پخش میشود و میزان آب لازم قبلا محاسبه شده ، تلفات آب بصورت نفوذ عمقی ناچیز است وچنانکه ملاحظه میشود طول مدت آبیاری بسته به عمق توسعه ریشه ومیزان آبی که باید بزمین داده شود تغییر نموده است .

۳ - دراین آزمایشات سعی گردیده که آبیاری حتی‌الامکان در موقعیکه رطوبت قابل استفاده در خاك حدود ۵۰ در صد است انجام شود معهذا در چندنوبت آبیاری بعلت عملیات سمپاشی ووجین کاری یکی دو روز آبیاری بتعویق افتاده و رطوبت قابل استفاده از حد مورد نظر کمتر شده است .

۴ - مقادیرخالص آب مورد نیاز درهر آبیاری چنانکه گفته شد با اندازه‌گیری رطوبت خاك قبل از هرآبیاری ومحاسبه کمبود رطوبت نسبت به حد ظرفیت نگهداری و بسته به عمق توسعه ریشه تعیین گردیده است ، میزان کل آب مصرفی گیاه از جمع این ارقام باضافه بارندگیهای مفید در فاصله بین هر دو آبیاری بدست آمده است .

مقدارکل آب مصرفی باتوجه به نتایج دوسال آزمایش بطور متوسط ۶۲۸/۳ میلیمتر در آبیاری نشتی و ۷۶۸/۹ میلیمتر برای آبیاری باران مصنوعی بدست میآید .

(مقدارکل آب چغندر قند درکرج درکتاب« تعیین احتیاجات آبی محصولات مختلفه در سرار ایران » که توسط اداره کل مهندسی زراعی وباهمکاری گروه آبیاری وآبادانی دانشکده کشاورزی کرج تدوین یافته بافرمول Blanny Criddle معادل ۸۲۳/۵ میلیمتر محاسبه شده است .

تفاوتی که بین میزان آب مصرفی در دوروش آبیاری مشاهده میشود را میتوان بدوعلت زیر تعبیر کرد :

الف - بطورکلی تعداد بوته درهکتار درآیاری نشتی کمتر از آبیاری بارانی بوده که باعث تفاوت سطح پوشش گیاهی و بالنتیجه میزان آب مصرفی میگردد .

ب - دورآبیاری طولانی‌تر در آبیاری نشتی که باعث خشکی نسبی خاك و پائین آوردن در صد رطوبت قابل استفاده قبل از آبیاری شده نیز درکاهش آب مصرفی مؤثر بوده است .

۵ - میزان متوسط آب مصرفی روزانه نیز دراین آزمایش محاسبه شده است چنانکه ملاحظه میشود میزان متوسط آب

مصرفی روزانه بین ٤ تا ٥ میلیمتر در روز درطول دوررشد تغییر پیدا کرده است .

٦ - در مورد راندمان آبیاری چنانچه قبلا اشاره شد در آبیاری باران مصنوعی سه نوع راندمان پخش ، لوله ها و آبپاشها اندازه‌گیری شده واز نتیجه آنها راندمان کلی آبیاری محاسبه شده است .

متوسط راندمان پخش آب در کلیه آبیاریها که صرفا نشان دهنده یکنواختی یاغیر یکنواختی پخش آب روی زمین است حدود ٧٠ درصد ومتوسط راندمان کلی آبیاری حدود ٦٢ در صد اندازه‌گیری شده است .

راندمان کلی آبیاری نشتی در سال اول ٢٤ در صد ودر سال بعد ١٨/٥ در صد بدست آمده‌است . کمی راندمان بیشتر بعلت تلفات آب بصورت نفوذ عمقی میباشد .

٧ - فاکتور مصرف آب (C) یعنی نسبت بین میزان آب مصرفی (U) به‌میزان تبخیر از سطح آزاد آب(E) در طول دوررشدگیاه محاسبه شده ودر ستون آخر جداول نتایج آزمایش نشان داده شده است .

این فاکتور در طول دوره رشد بسته به شرایط آب وهوا و مراحل رویش گیاه تغییر پیدا نموده که برای تنظیم برنامه آبیاری براساس تبخیر از تشتک تبخیر قابل استفاده است .

٨ - درجدول شماره ٦ نتایج حاصل از دونوع آبیاری نشتی وباران مصنوعی در دوسال مختلف آزمایش از لحاظ عوامل آبیاری و همچنین میزان محصول ودرصد قندچغندروبالاخره بازده آب مصرفی بایکدیگر مقایسه شده است .

چنانکه ملاحظه میشود مقدار محصول درآبیاری‌بارانی بطور قابل ملاحظه‌ای نسبت به آبیاری نشتی زیادتر بدست آمده این اختلاف محصول را میتوان بصورت زیرتعبیر وتفسیر کرد :

الف - بعلت زیاد بودن تلفات آب بصورت نفوذ عمقی درآبیاری نشتی مقدار زیادی از مواد مغذی خاك از منطقه ریشه شسته و خارج گردیده و در نتیجه باآنکه بهردو قطعه باران مصنوعی ونشتی بیک میزان کود داده شده عملا مقدار کمتری کود دراختیار بوته‌های چغندر در قسمت نشتی قراررفته واین امر باعث کمی‌رشد بوته‌ها وکوچکی اندازه ریشه چغندرگردیده که درکاهش محصول موثر بوده است .

متوسط وزن یک چغندر در آبیاری نشتی حدود ٥٠٠ گرم ودرآبیاری بارانی ٧٠٠ گرم بدست آمده است .

ب - کمی تعداد بوته در واحد سطح در آبیاری نشتی نسبت به قطعه آبیاری بارانی بخصوص در سال اول آزمایش مسلما در میزان محصول تاثیر داشته است معهذا این‌امر سبب رشد بهتر بوته‌ها در آبیاری نشتی (بدلیل رقابت کمتر بین بوته‌ها برسررطوبت و . ومواد مغذیه نگردیده است .

ج - عامل دیگری که درازدیاد محصول قطعه آزمایشی بارانی مؤثر بوده شاید بعلت شسته شدن مرتب برگها باآب‌باران‌مصنوعی وانجام بهتر عمل فتوسنتزدرگیاه باشد که این‌خود احتیاج بمطالعه‌بیشتری برای اظهار نظر قطعی‌دارد.

علیرغم افزایش قابل ملاحظه میزان محصول در آبیاری بارانی نسبت به آبیاری نشتی در سال اول آزمایش نکته جالب توجه اینکه میزان قند در چغندر بدست آمده از قطعه باران مصنوعی دراین سال حدود چهار درصد کمتر از میزان قنددر چغندر آبیاری نشتی بوده است ، کاهش در صد قند در چغندرهائی که‌از نظراندازه ووزن‌بزرگترندعادیست اما کاهش ٤ درصد تااندازه‌ای زیاد بنظر میرسد . معهذا باوجود کاهش در صد قند میزان قند خالص بدست آمده از یک هکتار با توجه به راندمان زیاد محصول درآبیاری بارانی بطور فاحشی باآبیاری نشتی اختلاف دارد .

٩ - در ستون آخر جدول شماره ٦ بازده آب مصرفی یعنی مقدار آبیکه برای برداشت یک کیلوگرم چغندر قندمصرف گردیده دردونوع آبیاری بطور خالص وناخالص محاسبه شده است این ارقام صرفه‌جوئی مقدار آنرا در روش بارانی بخوبی نشان میدهد .تفاوت فاحشی که در بازده آب مصرفی ناخالصی مشاهده میشود صرفا در اثر راندمان کم‌آبیاری نشتی است .

نتیجه کلی

بطور کلی آنچه از نتایج بدست آمده دراینده سال آزمایش استنباط‌میشودآنست که‌صرفنظر از تعیین میزان آب‌مصرفی واحتیاج آبی چغندر قند ، در موردمقایسه آبیاری نشتی و باران مصنوعی تفاوتهای کاملا محسوسی از نظر راندمان آبیاری ومیزان محصول وبازده آب مصرفی مشاهده میشود .

ارقام و نتایج بدست آمده از این آزمایشات میتواند مورد استفاده جهت مقایسه اقتصادی آیمده و روش آبیاری قرار گیرد .

سؤالات مطرح شده در سمینار

سؤال ۱ ـ آیا میزان مصرف کود وسایر عوامل برای تمام آزمایشات یکنواخت بوده است ؟

جواب : نوع ومیزان کود مصرفی برای دو نوع آبیاری درهر دو سال آزمایش یکسان بوده . ازلحاظ سایر عوامل مثل خاک وعملیات زراعی انجام شده نیز شرایط یکسان بوده . تنها اختلاف درسال اول آزمایش بوده که محصول سال قبل از آزمایش درقسمت آبیاری نشتی‌گندم ودرقسمت بارانی یونجه بوده وشاید تا حدودی حاصلخیزی زمین در ازدیاد محصول روش بارانی درسال اول تأثیر داشته است.

سؤال ۲ ـ چرا تعداد بوته‌ها در هکتار برای دو روش آبیاری مختلف است ؟ آیا با وجود این اختلاف میتوان دو روش را با یکدیگر از نظر محصول مقایسه کرد ؟

جواب : برای پاسخ باین سئوال به تفسیر نتایج آزمایش بند ۸ ب صفحه ۱۶ اصل مقاله رجوع شود.

سؤال ۳ ـ میزان محصول چغندر قند در آبیاری بارانی درسال اول ۶۵ ودرسال دوم ۴۷ تن بوده است اگر این آزمایشات چندین سال تکرار شود ممکن است محصول کاهش نماید تا به حدود ۳۳ تن برسد ؟

جواب : تفاوت میزان محصول در آبیاری بارانی درسال اول و دوم بجهت تکرار آزمایش نیست بلکه بواسطه‌خشکی نسبی است که درسال دوم داده شده است. چنانکه از جدول نتایج ملاحظه میشود درسال اول آبیاری درسطح متوسط ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده ودرسال دوم درسطح ۴۲ درصد انجام شده که بالنتیجه درسال دوم دور آبیاری زیادتر وخشکی نسبی داده شده ومیزان مصرف آب نیز به نسبت کم شده . این عوامل درکاهش محصول سال دوم مؤثر بوده . بهرجهت این آزمایش نشان میدهد که در اثر استفاده از روش آبیاری بارانی ازدیاد محصول محرز است.

سؤال ۴ ـ آیا اختلاف‌محصول‌در دو روش آبیاری فقط‌مربوط‌به‌عامل آبیاری میباشد یاعوامل‌دیگری‌مؤثر بوده‌است ؟

جواب : اختلاف محصول را درسال اول آزمایش نمیتوان صددرصد مربوط به عامل روش آبیاری دانست اما درسال دوم آزمایش تفاوت محصول مسلما مربوط به روش آبیاری است.

سؤال ۵ ـ چرا راندمان اقتصادی محصول در دو روش آبیاری ذکر ومقایسه نشده است ؟

جواب : بازده آب مصرفی‌ومیزان‌قند در هکتار برای‌دو روش‌محاسبه‌وداده‌شده‌اما‌برای‌تجزیه‌وتحلیل‌ومقایسه اقتصادی دو روش احتیاج به تکرار آزمایش برای تأیید نتایج بدست آمده میباشد .

Summary of the paper

W ater requirement of sugar beet crop in two methods of furrow and sprinkler irrigation at Karaj area

Object. An experiment was conducted in two consecutive years (1971 & 1972) on sugar beet crop with two methods of furrow and sprinkler irrigation in Agr. Eng. Research centre, at karaj to study the following aspects:

(1) – To detrmine the regime of irrigation (time of irrigation and amount of water to apply) on the basis of 50 and 60 Percent deficit of available moisture in Soil

(2) – To determine the total net consumptive use of the crop.

(3) – To determine the relation of consumptive use to evaporation rate.

(4) – To measure the irrigation efficiency of two methods.

(5) – To calculate the water consumptive out put, i.e. the yield per unit volume of water used in two methods of irrigation.

Work Procedure : - The experiment conducted in a larger size plots comparing to ordinary experimental plot size. The plots for furrow method had an average area of 7000 m2 and for sprinkler about 2000m2

Apermanent set of sprinkler system used for sprinkler trial. Infurrow irrigation plot, water was delivered through the syphons into furrows for good control of the flow and the inflow and outflow of water into the plot was measured by two parshal flumes instaled in the field.

The soil moisture was controled and measured by electrical resistance blocks and tensiometers, which were located in proper places and depth in the plots.

In order to calculate, the water used by crop between each two irrigation, soil samples were taken before and after each irrigation, and the amount of water stored in the soil by irrigation was recognised as the water used by crop (evapotranspiration).

The total net water required was calculated by adding the amount of water stored in Soil in all irrigations.

The irrigation efficiencies of all irrigations were measured in order to determine the toatal gross water requirment of the crop, and also comparing the efficiency of tow method.

To find the crop water use factor in relation to evaporation rate, the evaporation was daily measured and the values were compared to the water consumptive use.

Results and discussion : – tables 2 to 5 shown the results obtained. Table 6 is prepared to compare the results of two years for two systems. The following discussion have been made on the results:

(1) – The total number of irrigation needed is mostly related to the depth of soil. In this particular area the soil is very shallow and required frequent irrigation. The irrigation frequency is found 6–7 days with sprinkler and 8–10 days with furrow method. Therefore a total numberof 22–27 irrigation for sprinkler and 16–21 irrigation for furrow is needed if the irrigation take place at respectively 60% or 50% of available moisture deficit in the root zone at the time of irrigation.

(2) – The irrigation efficiency is very low specially in furrow method, due to high amount of deep-perculation losses. In spite of the shallow soil the efficiency of sprinkler methods is reasonably high, because of better control on water application. The irrigation efficiency of furrow method is measured to an average of 20% and with sprinkler to about 60%.

(3) – The total amount of net water requirement is found 770 milimeters in sprinkler and 630 milimeters with furrow irrigation method.

(4) – Taking into account the irrigation efficiency the total gross water required would be 1280 miilmeters with sprinkler and 3150 milimeters with furrow method.

(5) – The relation of evapotranspiration to evaporation rate varies with the growing season and climate condition and recorded between 0.25 to 1.00 through out the season.

(6) – The yield obtained from the two methods of irrigation generally shows a considerally higher yield in sprinkler. But in first year of experiment the percentage of sugar in beets obtained from sprinkler plot is lower than the standard level, which the reason remains for further investigation.

قطعنامه سومین سمینار آبیاری و زهکشی

سمینار قبل از نتیجه‌گیری واعلام توصیه های خود لازم میداند مراتب سپاسگزاری خود را ازجناب آقای وزیر نیرو وسر پرست وزارت آب وبرق وسازمان آب وبرق خوزستان وسایر موءسساتیکه برای برگذاری این سمینار کمیته ملی‌آبیاری وزهکشی را یاری کرده‌اند اعلام دارد .

همچنین سمینار مراتب تالم وتاسف خود را از درگذشت یکی از همکاران دانشمند خود استاد فقید دکتربزرگ بحرانی استاد ورئیس بخش آبیاری دانشگاه پهلوی با اعلام یک دقیقه سکوت ابراز میدارد .

در این سمینار ۱۶۰ نفر از متخصصین‌فن شرکت داشته وجمعا ۱۷ مقاله در باره موضوعات زیر :

- تبخیر وتعرق وتعیین میزان آب مورد نیازگیاهان
- اثرات شوری آب آبیاری روی محصولات زراعی
- مقایسه روشهای مختلف آبیاری
- اصول فنی طرح انهار درجه ۳ و ٤
- وسائل اندازه‌گیری و کنترل آب درشبکه های آبیاری
- پوشش انهار

از طرف کارشناسان سازمان آب وبرق خوزستان - موءسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك - اداره کل مهندسی زراعی - دانشگاه جندی شاپور - دانشگاه آذرآبادگان - موءسسه آبشناسی ایران ومهندسین مشاورهارزا مطرح ومورد شور قرارگرفت که بطور کلی سطح مقالات از نظرعلمی بالا وآموزنده‌تر از مقالات سمینارهای قبل بود .

توصیه های سمینار

۱ - انجام کمک‌های مالی بیشتر از طرف دولت به دانشگاهها وسایر مؤسسات تحقیقاتی‌برای پژوهشهای مربوط به مسائل مختلف آبیاری وزهکشی کشور .

۲ - باتوجه به لزوم بیشتر مواد غذائی و محدود بودن منابع آب کشور و در نتیجه لزوم افزایش‌بازده آبیاری توجه بیشتری به روشهای آبیاری تحت‌فشار مانند آبیاری‌بارانی‌و قطره‌ای مبذول‌گردد وبدین‌منظور باتقویت بخش‌دولتی‌وتشویق بخش خصوصی به توسعه روشهای فوق‌الذکربوسیله تأسیس وایجاد کارخانه های سازنده‌این وسایل‌ودادن وام‌طویل‌المدت بابهره نازل وحتی پرداخت بلاعوض قسمتی از هزینه های اولیه این تأسیسات تسهیلات لازم فراهم‌گردد .

۳ - در مورد انتقال و توزیع آب دستگاههای اجرائی در شرح خدمات مهندسین مشاور پیش‌بینی‌های لازم بعمل‌آید که باتوجه به جنبه های فنی و اقتصادی کار حتی‌المقدور استفاده‌از لوله های تحت فشار را در پروژه‌های خود منظورنمایند.

٤ ـ بمنظور بهره‌برداری سریع از اجرای برنامه‌های توسعه منابع آب بررسی و اجرای طرحهای آبیاری وزهکشی زیر سدها طوری تنظیم گردد که همزمان باخاتمه ساختمان سد اصلی اجرای این طرحها تانهر چه‌های آبیاری وزهکشی مزرعه وهمچنین ایجاد واحدهای کشت وصنعت وشرکتهای سهامی زراعی نیز خاتمه یابد .

٥ ـ بمنظور جلوگیری از شورشدن اراضی پائین دست مزارع و ایجاد خسارت احتمالی ضوابطی برای ریختن آب خروجی زهکشها به مجاری آب تعیین گردد .

٦ ـ در تحقیقات مربوط به تبخیر و تعرق سعی شود که حتی‌الامکان آزمایش روی جبعه‌های کشت (لیسیمتر) از طریق وزنی انجام و نتایج حاصله بانتایج تبخیر از طشتک وآزمایشهای صحرائی وفرمولهای تجربی مقایسه گردد .

٧ ـ برای صرفه‌جوئی در مصرف آب بعوض آنکه فروش آب درزیر سدهای برحسب هکتار انجام شود بهای آب بر حسب متر مکعب آب مصرفی محاسبه ووصول گردد .

٨ ـ چون قسمت قابل ملاحظه‌ای از منابع آب وخاك کشور شور بوده واین موضوع درتوسعه کشاورزی ایجاد محدودیت مینماید لذا توصیه میشود که تحقیقات مربوطبه استفاده از آب وخاك‌شور وقلیائی توسعه یابد وطبقه‌بندی خاصی برای شرایط منابع موجود آب وخاك و شرایط اقلیمی ایران پیشنهادگردد ، همچنین روشهای زراعی وآبیاری خاص که دراین شرایط باید مراعات‌گردند (مانند اقدامات لازم هنگام سبز شدن بذروغیره) مشخص گردد .

یادآوری در باره سمینار آینده

١ ـ مقالاتی که در سمینار آینده مطرح خواهد شد مربوط به موارد زیر خواهد بود:

الف ـ تبخیر وتعرق و تعیین میزان آب مورد نیازگیاهان در مناطق مختلف کشور .

ب ـ مقایسه روشهای مختلف آبیاری سطحی وتحت فشار(بارانی وقطره‌ای) باتوجه‌به کلیه محاسبات اقتصادی لازم وتعیین ارزش تولیدی هرمتر مکعب آب در هرروش . برای انجام این منظور بایدبه : سرمایه‌گذاری اولیه درهکتار برای هرروش ـ هزینه‌های جاری سالانه ـ اختلاف مصرف آب در شرایط مساوی اختلاف محصول بدست آمده در هکتار استهلاك ـ بهره سرمایه وغیره توجه شود .

ج ـ مسائل شوری آب وخاك و اثر این کیفیت‌هادر زراعت و در صورت امکان پیشنهاد طبقه‌بندی وکیفیت آبها از لحاظ شوری وقلیائی و طرق زراعی خاص که در هرمورد بایدرعایت شود .

د ـ اصولی که در طرح شبکه‌های آبیاری وزهکشی باید مراعات شوند بخصوص‌در مورد انهاردرجه ٢ونهرچه‌های آبیاری و تشریح تجهیزات مختلف هیدرومکانیک وهزینه‌های اولیه ونگاهداری از هر سیستم ومقایسه معایب‌ومحاسن هریك باتوجه به جنبه‌های اقتصادی ـ اجتماعی ـ نوع مالکیت وروش توزیع و فروش آب .

ه ـ استفاده از مخازن کوچك جهت ذخیره سیلابها وآب جاری و قنوات در مواقعیکه مصرف نمیشود . مخازن‌تنظیم کننده آب برای آبیاری درروز وجلوگیری از تلفات آب ومحاسبات اقتصادی و تعیین حدودی که در مورد انجام کارها مقرون بصرفه باشد .

و ـ نوع اشکالاتی که دراستفاده از منابع آبهای موجود وتنظیم شبکه‌های آبیاری برای شرکتهای سهامی زراعی کشت وصنعت ـ تعاونی تولید وواحدهای کشاورزی تجارتی موجود استو ارائه راه حلهای‌مناسب برای رفع این اشکالات

ز ـ بررسی وارد شدن آب خروجی زهکشها به رودخانه‌ها واثر آن در منابع آب پائین دست‌وارائه راه حلها وتعیین ضوابط وتوصیه‌های لازم برای جلوگیری از خسارات احتمالی.

٢ ـ مقالات باید حتی‌الامکان مربوط به بررسی ـ تحقیق ویامطالعات فنی مربوط بآبیاری و زهکشی ویااشکالات کار وبررسی برای‌رفع این اشکالات‌ودرباره موضوعهائی که‌تعیین گردیده‌باشدوازذکر کلیات‌ومسائل کلاسیك‌خودداری گردد.

٣ ـ تهیه کنندگان مقاله میتوانند برای ارائه مقاله خود ازاسلاید و پروژکسیون استفاده‌نمایند.

٤ - هرمقاله دارای نتیجه‌گیری بوده و خلاصه ونتیجه آن علاوه برفارسی به یکی از زبانهای انگلیسی یافرانسه همراه باشد .

٥ - فهرست منابع استفاده شده باشماره بندی ذکرگردد و درمتن نشریه‌به ماخذ آن اشاره شود .

٦ - برای اینکه بتوان دوماه قبل از برگزاری سمینار مقالات را برای کلیه شرکت کنندگان در سمینار جهت مطالعه آنان ارسال داشت باید حدود دوماه ونیم قبل از تشکیل‌سمینار تعداد ١٥ نسخه مقاله در قطع ٢١×٣١ سانتیمتربه‌بیرخانه کمیته ارسال‌گردد . ضمنا به شرکت کنندگان در سمینار نیز توصیه میشود که مقالات مورد علاقه خودرا قبل از تشکیل سمینار مطالعه نمایند تاوقت‌سمینار حتی‌الامکان بطرح سئوالات اختصاصی داده شود .

٧ - برای اصطلاحات فنی که در مقالات ذکر میگردد حتی‌الامکان از فرهنگ فنی آبیاری وزهکشی که وسیله کمیته ملی آبیاری وزهکشی منتشر خواهد شد استفاده شود .

٨ - برای سمینار آینده حتی‌الامکان از چند کارشناس طرازاول جهانی مهندسین مشاور واحدهای کشت وصنعت شرکتهای سهامی زراعی جهت شرکت در سمینار دعوت‌گردد .

٩ - به وسائل سمعی وبصری و محل برگزاری سمینار بمنظور تسهیل در ارائه مقالات توجه کافی مبذول‌گردد.

١٠ - در مورد محل سمینار آینده چون از طرف سازمان آب منطقه‌ای اصفهان - مؤسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك - اداره کل مهندسی زراعی وسازمان آب منطقه‌ای تهران دعوت بعمل آمده است توصیه میشود که از طرف کمیته‌ملی آبیاری وزهکشی جواب امر بررسی ومحل‌سمینار راانتخاب‌گردد.

COMITE NATIONAL D'IRRIGATION ET DRAINAGE D'IRAN

RECOMMANDATIONS DU SEMINAIRE

1– Donner davantage d'aide financière par l'état aux universités et autres instituts de recherches pour les projets relatifs aux différents problèmes d'irrigation et drainage.

2– Compte tenu des besoins croissants en matières alimentaires et de la limitation des ressources en eau et en conséquence pour l'augmentation du rendement en irrigation, porter une attention particulière aux modes d'irrigation sous pression, comme irriguation par aspersion et goute à goute, à cet effet renforcer le secteur public et encourager le secteur privé pour le développement des méthodes mentionnées cidessus par la création d'usine construisant de tels moyens, et consacrer des crédits à long terme à taux d'intérêt très bas et même paiement de subvention pour une partie des dépenses primaires nécessaires pour les installations.

3– Concernant l'adduction d'eau les organismes d'éxecution doivent faire les prévisions nécessaires lors de l'établissement de descriptions de travaux pour l'éxecution de services par les Ingénieurs Conseils afin d'utiliser des tuyaux à pression pour les projets compte tenu des critères technique et économiques.

4– Afin de pouvoir exploiter au plus tôt les programmes de développement des ressources en eau effectuer l'étude et l'éxecution des projets d'irrigation et drainage en contre bas du barrage de sorte que parallèlement à la terminaison du barrage soient terminés ' éxecution de ces projets comprenant les ruisseaux d'irrigation et drainage au champs ainsi que la création d'unité agro industriel et société anonyme agricole.

5– Afin d'empécher la salure des terres situées en aval des champs et la survenance de dommages éventuels établir des critères pour le versement des eaux sorities des drains et conduits d'eau.

6– Pour l'étude relative à l'évaporation tacher d'effectuer si possible des essais sur caisse de culture (lissimètre)par méthode poids et comparer les résultats obtenus avec ceux des bacs d'évaporation essais sur terrain, et formules expérimentales.

7– Afin d'économiser la consommation d'eau au lieu de la vendre à l'aval des barrages en Ha, calculer et percevoir le prix de l'eau en m3 consommée.

8– Comme une importante partie des ressources en eau et sol de pays sont salines, ce problème pose des contraintes pour l'agriculture, nous recommandons donc d'effectuer des recherches au sujet de l'utilisation des eaux et sols salins et de proposer une classification spéciale pour les ressources en eaux et sols actuels et les conditions climatiques de l'IRAN. Désigner également les méthodes agricoles et d'irrigation spéciale qu'il faut prendre en considé ation dans ces conditions (exemple démarche nécessaire a effectuer au moment de la gérmination des semences etc ...)