نشریه شماره ۱۶

کمیته ملی آبیاری وزهکشی

نشریه سالانه آبیاری و زهکشی

کتابخانه
کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران
شماره ثبت ۱۴۴۸

اسفند ماه ۲۵۳۵

تهران

از انتشارات وزارت نیرو

فهرست

ردیف	موضوع	صفحه
۱ ـ	مسائل ایجاد شبکه های آبیاری درزمینهای گچدار حوزه رودخانه فرات درسوریه	۱
۲ ـ	حل گرافیکی فرمول ماننینگ برای تعیین قطرلوله های زهکش و آبرسانی وفاضلاب	۹
۳ ـ	مطالعات زهکشی وآبهای زیر زمینی باپیزومتر	۱۸
۴ ـ	استفاده ازمدل ریاضی برای تخمین تخلیه سالانه یابین سالانه سفره‌ها	۳۳
۵ ـ	آبیاری کوزه‌ای	۴۰
۶ ـ	تعیین ظرفیت سیستمهای آبیاری	۵۱
۷ ـ	تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری گوجه فرنگی	۷۴
۸ ـ	مزایای اقتصادی سدهای جمع‌آوری سیلاب وتغذیه آب از مخزن سد درسفره آبدار	۸۳
۹ ـ	کنترل شوری دراراضی تحت آبیاری	۹۳
۱۰ ـ	هیدرولیك ویکنواختی آبیاری قطره‌ای	۱۰۸
۱۱ ـ	روشهای تعیین اثرات افت، خزش وحرارت روی بتون سدهای بزرگ	۱۱۸
۱۲ ـ	بازده آبیاری درایران	۱۲۶
۱۳ ـ	آبرسانی وتصفیه خانه‌های آب درانگلستان	۱۳۱
۱۴ ـ	منابع آب ایران وسیاستهای توسعه آن	۱۴۳
۱۵ ـ	برنامه کاهش تدریجی شوری آب رودخانه کولورادو	۱۶۲
۱۶ ـ	ایجاد آبیاری قطره‌ای دراستان خوزستان	۱۶۹
۱۷ ـ	روش شناسی علمی درمورد تحقیقات وکاربرد آبیاری بارانی وقطره‌ای	۱۷۶
۱۸ ـ	تعیین دور آبیاری باروش علمی وکم خرج	۱۸۰
۱۹ ـ	گزارش دوازدهمین کنگره بین‌المللی سدهای بزرگ مکزیکو	۱۸۹
۲۰ ـ	گزارش کنفرانس آب منطقه‌ای آسیا وحوزه اقیانوس‌آرام (اسکاپ) مربوط به‌کنفرانس‌آب سازمان ملل	۱۹۵
۲۱ ـ	زلزله شناسی سدها	۱۹۸
۲۲ ـ	دورنمای نقش آبیاری درتأمین مواد غذائی جهان	۲۰۳
۲۳ ـ	گزارش کنفرانس آبیاری وزهکشی تاشکند .	۲۱۵
۲۴ ـ	جدول مشخصات سدهای انحرافی ایران	۲۱۶
۲۵ ـ	جدول مشخصات سدهای مخزنی ایران	۲۱۷

مسائل ایجاد شبکه آبیاری در زمینهای گچدار حوزه رودخانه فرات در سوریه

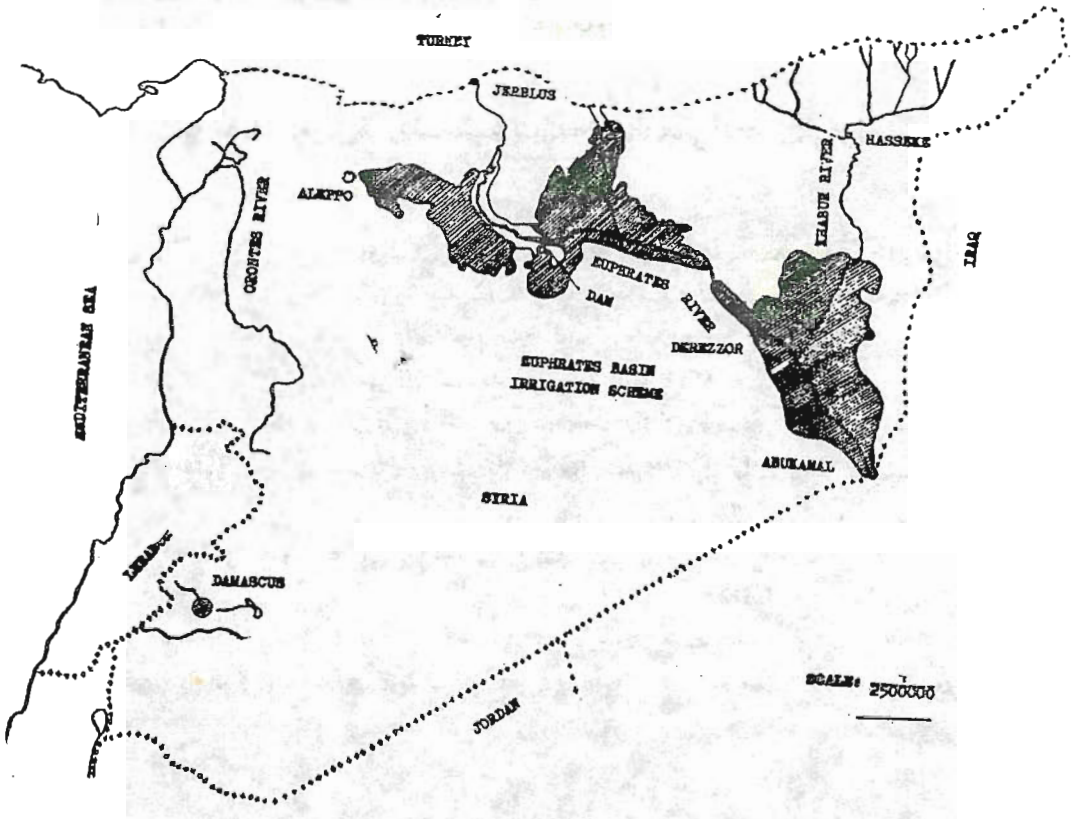
ترجمه گزارش دکتر نورالدین الرفاعی مشاور فنی وزارت سد فرات

ارائه شده در کنفرانس آبیاری و زهکشی تاشکند

پیش گفتار

درحال حاضر سوریه مشغول ساماندهی حدود ۶۴۰۰۰ هکتار از اراضی حوزه رودخانه فرات میباشد. در طرح مربوطه احداث یك سرحاکی بارتفاع ۶۰ متر و بعرض ۴۵۰۰ متر در نظر گرفته شده که ساختمان آن در شرف تکمیل است. (شکل ۱)

گنجایش این سد حدود ۱۲۰۰۰ ملیون متر مکعب بوده ویك ایستگاه برقابی مرکب از ۸ دستگاه که هر دستگاه قدرت تولید ۱۰۰ مگاوات را دارد درزیر سرریزی بظرفیت ۱۶۰۰۰ متر مکعب در ثانیه ساخته شده است که



شکل ۱ ــ حوزه آبیاری طرح فرات

۵ دستگاه آن تاکنون موردبهره‌برداری قرار گرفته است، سه دستگاه دیگر دراواخر سال ۱۹۷۸ موردبهره‌برداری قرارخواهد گرفت.

متوسط جریان آب سالانه رودخانه فرات (درمورد آن قسمت که درسوریه جاری است) درنزدیکی مرزترکیه حدود ۲۸۰۰۰ ملیون مترمکعب میباشد. ازسهمیه آب سوریه میتوان حدود ۶۴۰۰۰۰ هکتارزمین را موردبهره‌برداری قراردارد واین اراضی شامل ۶منطقه باسامی مختلف میباشد.

برای درك اهمیت این پـروژه ازنظراقتصـادی ـ اجتماعی و زیبائی منطقه لازمست خاطرنشان شودکه اساساً کشاورزی دراین کشورنیاز بآبیاری دارد زیرا باران دراین کشور همیشه فصلی ومتغیر بـوده وبطور کلی میزان آن کم است. ازچهارملیون‌هکتاراراضی زیرکشت‌سوریه بیش‌از۸۵درصدآن‌دیمکاری‌است وفقط ۱۵درصدآن‌ویاکمی‌کمترازآن‌از طریق‌آبیاری موردبهره‌برداری‌قرارمیگیرد. بنابراین‌سالهای خشك‌وکم باران دراقتصادسوریه موانع‌جدی‌ایجاد میکردد.

با تحقق برنامه توسعه و بهره‌برداری از ۶۴۰۰۰۰ هکتار اراضی زیردست سد فرات اراضی مورد آبیاری سوریه به‌بیش ازدوبرابر افزایش خواهدیافت ودرنتیجه اقتصاد سوریه تاحد شایان‌توجهی تثبیت‌میگردد وبازتاب‌اجتماعی آن نیزقابل ملاحظه خواهدبود.

۲ ـ مسائل ساختن شبکه توزیع آب درخاکهای گچدارحوزه فرات در سوریه

در بدو امریك طرح آزمایشی بمساحت تقریباً ۲۵۰۰۰ هکتار درناحیه بالخ واقع درشمال شهر رکا بمرحله اجراء درآمد .

یك‌کانال خاکی موقت ویك ایستگاه پمپاژ موقت‌درکودیران بمنظور آبرسانی به‌سه‌کانال اصلی‌پروژه‌آزمایشی احداث گردید. این‌سه‌کانال که شاخه‌های‌کانال‌کودیران میباشد عبارتنداز:

ـ کانال وادی‌الفید بظرفیت ۵/۵ مترمکعب درثانیه .

ـ کانال سلهابیه بالا بظرفیت ۲۰ مترمکعب درثانیه .

شکل ۲ شکاف درخاکزیرپوشش نشده موقت‌کانال‌کودیران

ـ کانال سلهابیه پائین بظرفیت ۱۷ مترمکعب درثانیه .

تمام این‌کانالها بجز کانال موقت‌کودیران باپوشش بتون باضخامت ۱۰ ـ ۱۲ سانتیمتر ساخته شده است. شیب جانبی‌کانالها ۳/۲ وشیب طولی‌آن ۷ سانتیمتر درکیلومتر بوده وسرعت جریان‌آب ۰/۷ متردرثانیه میباشد.

برای اولین باردراوایل اوت ۱۹۷۲ بابکارافتادن ایستگاه پمپاژآب درکانال موقت‌کودیران جاری شد. روز ۸ دسامبرهمان سال قطعه مستقیمی ازکانال‌که حدود ۱۰ مترطول داشت ودر طرف راست قرار گرفته بود در کیلومتر ۱۰/۵۰۰ شکاف برداشت ومیزان‌گچ دراین ناحیه بین۲۰ تا۵۰ درصد میباشد (شکل۲).

هنگام ساختن‌کانال سلهابیه بعلت جریان‌آب سطحی‌که دراثرچندهفته بارندگی رخ‌داده بود دوگودال در کف کانال یکی درکیلومتر ۰/۴۲۰ ودیگری درکیلومتر ۲/۶۷۷ ایجاد گردید.

بعد از۷ماه جریان‌آب درکانال سلمابیه پائین فروریختگیهائی دردیواره های‌آن پدیدارشد. در بعضی ازاین فروریختگیها نخست ترکهائی درقسمت سنگچین دیده‌شد وسپس پوشش بتونی تغییرشکل یافته وبدنه شیب‌دار کانال کاملا فروریخت ـ همچنین فروریختگی‌های دیگری نیزبطورکامل وناگهانی دردیواره ها رخ داد.

برای اولین باردرتاریخ ۱۹۷۵/۳/۱۲ آب درکانال سلهابیه بالاجاری شدوپس ازچهل دقیقه متوقف گردید. مجدداً درتاریخ ۱۹مارس۱۹۷۵ آب دراین‌کانال‌پمپاژ گردید وتا تاریخ۲مه ۱۹۷۵ که اولین‌شکستگی درکیلومتر۷ ظاهر شد ادامه داشت.

چهارروزپس ازتعمیر این‌شکستگی‌وجریان‌آب درکانال فروریختگیهای دیگری درکیلومترهای ۷ـ۷/۰۵۰ـ ۹/۴۰۰ ـ ۱۳/۲۰۰ و۱۳/۵۰۰ دیده‌شد. همچنین درکیلومتر ۵/۰۰ اول شاخه‌کانال وادی‌الفید پوشش بدنه بتونی در چندجا فروریخت .

این‌فروریختگیها بیشتردرقسمت‌های حفاری وتأسیسات زهکشی مشاهده شد. درزهای‌پوشش بدنه کانال غالباً دروضع‌بدی قراردارد. مقدارگچ ته‌نشین‌شده بامیزان واقعی‌گچ موجوددرخاك تطبیق نمی نماید همچنین میزان‌خسارت وارده بامقدارگچ موجود درخاك تناسبی ندارد .

ظاهراً شکل‌گچ موجود درخاك (پودر یا بلورمانند) ونحوه پخش‌آن (بصورت متمرکز ویا مخلوط با خاك) ازعوامل مهم بشمار میروند.

۳ ـ خلاصه نتایج آزمایشهای جهانی درباره احداث شبکه‌های توزیع درخاکهای گچدار .

الف ـ دراسپانیا:

طبق گزارش اتحادیه هیدروگرافیکال رودخانه ابرو (Ebro) درمادرید اثرات میکانیکی تولید سوراخ و گودال درکانالهائی‌که درخاکهای گچدار ساخته شده‌اند بیش از اثرات شیمیائی ناشی از انحلال مواد در آبهای مورد آبیاری میباشد. درتمام موارد علت اصلی رخنه وتماس آب‌با خاك گچدار است. پوشش‌بدنه‌کانال که‌کاملا نفوذناپذیرباشد مانع ازتماس‌آب‌کانال باخاکهای گچدارمیباشد وبااین ترتیب رخنه‌آب ازبین‌میرود.

تجربیات حاصل ازاقداماتی‌که روی‌کانالهای Aragan و Catalenia انجام شده نشان میدهدکه بـرای جلوگیری ازنفوذآب درپوشش بدنه‌کانال بایدازلایه‌ای ازمواد پلاستیکی روی پوشش بتونی بدنه‌کانال ویا از لایه‌ای از خاك رس وماسه درزیرپوشش بتونی‌بدنه‌کانال استفاده نمود.

راه‌حل دیگری‌که بسیاررضایت‌بخش است عبارتست ازتعویض دیوارها درقسمت‌های‌گچداربا اکدوك‌کم‌قشری ازبتون مسلح، عیب این‌روش هزینه‌زیادآنست.

درگزارش مذکورنیزذکرشده است‌که درجوار دیواره پوشش بدنه وکف کانال چنانچه مخلوطی از سیمان و ملات‌رس تزریق گردد نتیجه‌آن رضایت‌بخش است. این‌آزمایش دراسپانیا موفقیت‌آمیزبوده است ضخامت این‌لایه‌بایدبین ۱۵ تا۲۵ سانتیمترباشد.

ب ـ دراتحاد جماهیرشوروی:

کانالهای بتونی توشاریك‌که درسالهای ۱۹۳۰ دراندیجان ساخته شده‌بودبعلت آبشستگی زیرپی در خاکهای

گچدارفرونشسته وزیانهائی به‌بارآورد. برای جلوگیری ازخسارت بیشترکانالهای دالوازین باظرفیت ۱۰مترمکعب در ثانیه ساخته شده خاك بستراین‌کانالها بدون گچ وحمل شده میباشد وعمق بستر ۱/۵ متراست ودرحال‌حاضروضع‌رضایت ـ بخشی دارد.

بطورکلی رعایت اقدامات زیرضروری است بویژه آنکه میزان‌گچ بیش از۶درصد باشد:

۱ ـ تا آنجا که ممکن است کانالها در برش طرح شوند وخاکهای مازاد را تاحد قابل ملاحظه‌ای از کانال دور میکنند.

۲ ـ مسیرکانالهای آینده وبرشهائی‌که برای‌کانال‌سازی داده شده بایدمقدمتاً مرطوب‌گردد.

۳ ـ برای پیش‌گیری ازنفوذآب باید خاك بسترکانالها با خاکهای خوب تا عمقهای مختلف تعویض و یا با لایه Polymeric وصفحات بتون مسلح پیش ساخته شده‌پوشیده شود .

ج ـ درایالات‌متحده

درهیچیك ازمطالعات پوشش بدنه‌کانال‌های آبیاری به مسئله خاکهای‌گچدار اشاره‌ای نشده معذالك پوششهای دوبل‌آزمایش توسط سازمان اصلاح اراضی وسایرمؤسسات انجام‌گردیده است. ازجمله درگزارش شماره ۱۹ سازمان اصلاح اراضی که در سال ۱۹۶۹ تهیه شده در مورد لایه های پلاستیکی برای پوشش بدنه‌کانالها به نکات زیر توجه شده است .

۱ ـ آزمایشهای صحرائی نشان میدهدکه پوشش ۱۰ میلی PVC وپلی اتیلن چنانچه بطورمنظم وبا دقت‌در خاك نصب شوند با دوام خواهند بود.

۲ ـ مقاومت پوششهای PVC بیشتر است ومیتوان باعرضهای بیشترتولید نمود. به آسانی قابل تعمیر بوده وبا چسب‌های مایع میتوان‌آنها را درمحل‌بهم متصل نمودولی لایه‌های پلی‌اتیلن‌این‌مزایارا ندارند.

۳ ـ مزیت عمده‌لایه‌های پلی‌اتیلن ارزانی آنها است و لذا برای پوشش انهار مزرعه مناسبترند وعلاوه براین پلی‌اتیلن برعکس PVC درشرایط زیرخاك باگذرزمان سفت وانعطاف ناپذیر نمیشود.

د ـ درعراق:

درپروژه کرکوك برروددخانه دجله ازپوشش PVC استفاده شده بعدازچندسال این‌پوششها صف وشکننده‌شده وترکهای زیادی روی ورقه‌ها ظاهر شده است.

هـ ـ درایران :

درپروژه اصفهان بعدازانجام پوشش‌های بتونی درخاکهائی‌که دارای درصدکمی گچ‌بوده‌اند ترکهائی‌درپوشش ها ایجاد شده چاره‌جوئی‌که بعنوان پیشنهاد دراین مورد شده است‌عبارتست ازایجاد ورقه‌های PVC روی پوشش‌بتونی موجود وایجاد یك‌پوشش‌بتونی دیگرروی‌آن. بعبارت دیگرپوشش‌بدنه‌کانالها عبارت خواهد بود از متن ـ PVC-بتن.

۴ ـ نتایج آزمایشهای صحرائی پروژه فرات درسوریه

فروریختگی‌درکانالهای مرحله پروژه‌آزمایشی ازاواخرسال ۱۹۷۲ واوایل‌سال ۱۹۷۳ اتفاق افتادتعمیر وتعویض خاك موجود باخاك فاقدگچ درمسیرکانال درمقطع عرضی تاعمق‌دومتر بمرحله اجرا درآمد باوجود براین مصلحت‌دیده شدکه ازنظرکارشناسان خارجی‌نیزاستفاده شود ـ لذابنابه‌پیشنهاد بانك توسعه وترمیم‌دوکارشناس‌باسامی Ellsperman و Rippon در هفته آخر مارس ۱۹۷۳ از پروژه نمونه بازدید نمودند.

گزارش آنان‌که درآوایل همان سال‌تسلیم گردید حاکی ازاین بودکه : دراین قبیل موارد دربدو امر باید بررسی نمودکه اساساً امکان طرح وساخت‌کانالهای‌آب‌بندی شده دراین‌گونه خاکها وجود دارد یانه زیرا نفوذ آب‌از کانالها درخاکهائی‌که محتوی مقداری مواد معدنی باشند باعث‌شکستگی وریزش‌میگردد. عوامل‌مؤثری‌که درطرح‌کانالها باید توجه قرارگیرد عبارتنداز: مسیر کانالها ـ مقطع کانالها ـ مصالح مورد مصرف شکل بندی مقطع کانال ـ زهکشی عرضی ـ زهکشی زیرزمینی ـ غیرقابل نفوذکردن ساختمانها وتراکم ودانسیته خاك .

درماه اوت ۱۹۷۳ آقای Lovas کارشناس FAO درسوریه گزارشی درباره مسائل خاکهای گچدار درحوزه بالخ تهیه ودرآن مشخصات تأسیسات آبیاری ـ کانالها وزمینهای مورد آبیاری که دارای مقداری گچ هستند بحث نموده ونتیجه آزمایشات صحرائی درباره شاخه کانال وادی الفید را درآن ذکر ومورد بررسی قرارداده است .

در دسامبر همان سال آقایان Herrero و Molina کارشناسان اسپانیائی پس از بازدید از پروژه نمونه پیشنهاد کردند که دیواره‌های بدنه وکف کانال با تزریق خاك رس وسیمان تقویت شوند وضخامت پوشش بتونی کانال به ۱۵ تا ۲۵ سانتیمتر برسد.

بعد ازاین بازدید ودیدار متقابل کارشناسان سوری ازاسپانیا برنامه تقویت کانال اصلی پروژه نمونه به مرحله اجراء درآمد. نتایجی که بدست آمد تشویق کننده بودواین کاربدلائل اقتصادی ادامه خواهد یافت.

درژانویه ۱۹۷۴ آقایان Mecasol و Gersar گزارشی درمورد عکس العمل خاکهای گچدارواثرات بعدی آن ارائه نمودند. درآخر گزارش خودچنین نتیجه گیری کرده‌اند که راه‌حلهای مناسب بایداز نتایج آزمایشی که تاکنون انجام شده گرفته شود.

درفوریه ۱۹۷۴ مهندسین مشاورتکنواسپرت استروی ازبلغارستان گزارشی تحت عنوان مسائل وجود گچ درحوزه بالخ وروشهای مقابله باآن ارائه نمودند ودرآن استفاده ازخاکهائی که حاوی ۴۰ درصد گچ میباشند برای پوشش بدنه کانالها توصیه نمودند. همچنین توصیه نمودند که ازپوشش باسیمان ضد سولفات وغشاء P.V.C. نیز استفاده شود.

درژوئیه ۱۹۷۴ کارشناس دیگری از FAO بنام Boyadgiev درسوریه گزارشی تحت عنوان اطلاعات اضافی به دانش خاکهای گچدار با توجه به مشخصات خاکهای گچدار حوزه هوندا و بالخ (ازحوزه رودخانه فرات) تهیه و تسلیم نمود.

Hesse کارشاس فنی ارشد FAO زیرعنوان بررسیهائی درباره گچ وخاکهای گچدار گزارشی ارائه ودر آن نکات زیررا مورد بحث وبررسی قرارداد:

۱ ـ عواملی که درتحلیل گچ مؤثرند .

۲ ـ ظرفیت تبادل کاتیون، درخاکهای گچدار .

۳ ـ تجزیه وتحلیل خاکهای گچدار .

در ماه مارس ۱۹۷۵ آقای Lane ازمهندسین مشاور سرالکساندر گیب و شرکاء طراح پروژه نمونه پس از بازدید ازناحیه پروژه خاطرنشان ساخت که درموردکانالهای ساخته شده بعدازمدت کوتاهی نواقص کار آشکارشده است همچنین اوتوصیه نمودکه کارهای تعمیراتی با تعویض ۲ مترخاك زیر کانال باخاك رس انجام گیرد ودربکاربردن پوشش بتونی درزهاباید با نواری از P.V.C. پوشیده شود وفاصله‌ها نباید از۵متر تجاوزنماید همچنین ازتزریق سیمان نیز میتوان استفاده کرد وهرگونه پیش‌بینی احتیاطی لازم بایدبعمل آید.

دراوت ۱۹۷۵ آقای Gersar طی یادداشت کوتاهی پس از ذکرمسائل وروشهای آب‌بندی کانالها پیشنهادنمود که عملیات آزمایشی ازطریق پوشش بدنه کانالهائی که درخاکهای گچدارواقع شده‌اند توسعه یابد.

ازآنجاکه این مسئله ازنظر ساختمانی واقتصادی حائزاهمیت بود لذا وزارت پروژه سد فرات لازم دانست که ترتیب گرد هم آئی کارشناسان عالیرتبه فن را بدهد تا بمنظور بهسازی اراضی گچدارموارد زیر را مورد بحث وبررسی قراردهند :

۱ ـ تعریف مناسب‌ترین روش بدنه سازی کانالها درخاکهای گچدار وتعیین درصد گچ بدون خطر

۲ ـ تعیین مناسب‌ترین روش بدنه سازی و مصالح برای پوشش کانالها در خاکهای گچدار و تهیه مشخصات فنی برای پیمانکاران مربوطه.

۳ ـ تبادل نظردرباره جنبه‌های مختلف مسائل ناشی ازخاکهای گچدارو بالاخره ارائه راه‌حلهای لازم برای رفع نواقص احتمالی وچگونگی تعمیرات ونگهداری این قبیل کانالها وتأسیسات.

۵ ـ اجلاسیه مسائل شبکه توزیع درخاکهای گچدار ـ دمشق ۲۵ تا ۳۰ سپتامبر ۱۹۷۵

این هیئت مرکب ازکارشناسان هفت کشور: بلغارستان ـ انگلیس ـ فرانسه ـ ژاپن ـ اسپانیا ـ اتحادجماهیر

شوروی وایالات متحده امریکابودکه‌کارشناسان F.A.O. وکارشناسان وزارت پروژه سدفرات ووزارت امورشهری‌و مقامات دیگرسوری نیزدرآن شرکت نمودند. ریاست این‌هیئت بعهده وزیرپروژه سدفرات بود.

مسائلی‌که درجلسات این‌هیئت مورد بحث قرارگرفت عبارت بودنداز:

۱ ـ پژوهش لازم بمنظورتهیه طرح مناسب برای شبکه‌های توزیع درخاکهای گچدار

۲ ـ طرح شبکه‌های توزیع درخاکهای گچداربا مرکز مشخصات‌کار

۳ ـ روش‌های اجرائی‌که برای ساختن شبکه‌های توزیع درخاکهای گچدارباید مورد استفاده قرارگیرد.

۴ ـ ارائه راه‌حل برای مسائل مربوط به تعمیرونگهداری شبکه‌های توزیع‌درخاکهای گچداراز جمله‌کارهای انجام‌شده قبلی.

پس‌از تبادل نظر دریافتندکه این پژوهش باید درچند مرحله انجام پذیرد .

برای بررسی‌امکانات باید مطالعات نقشه‌برداری ـ ژئومرفولوژی‌ـ زمین شناسی‌ـ آبشناسی‌ـ هیدروژئولوژی تجزیه شیمیائی آبهای زیرزمینی وسطحی ومکانیك خاك انجام‌گیرد .

درجریان مطالعات باید به بررسیهای زمین شناسی ـ ژئومرفولوژی ـ آبشناسی ـ هیدروژئولوژی و مکانیك خاك اهمیت بیشتری داده شود . دراثر این مطالعات ممکن است درطرح اولیه تغییراتی داده شود .

برای انجام‌کارهای ساختمانی بازهم باید بررسیهائی صورت گیرد و مسائل پیش‌بینی نشده زیر نظر مهندسین مسؤل‌پروژه پس‌از انجام آزمایشهای مخصوص‌بمرحلهٔ اجرا درآید. کانالهای اصلی‌که احتمالا درشرایط گچی‌قراردارند وایجاد نگرانی نموده‌اند باآب آزمایش نموده سپس بدنه آنها پوشش گردد ، منظور ازاین اقدامات آزمایشی پی‌بردن به محل‌های زیرشوئی شده وگچدار میباشد تا اقدامات احتیاطی لازم بعمل آید .

پژوهش وتحقیقات باید دائماً جزء برنامه کارباشد .

درشبکه توزیع باید ازانتخاب محل‌های ریزپرهیزنمود : پرتگاهها ـ تقاطع شیب ها ـ حتی‌الامکان گوره‌ها ونقاط حفاری شده ـ نواحی بالقوه گچدار ـ گسلها وخاکهای کم تراکم .

علاوه براین ایجاد یك سیستم زهکش سطحی جانبی در مقطع شیب‌های تند عرضی‌الزامی است. تا بدینوسیله از آبیاری زمینهای همجوار کانالها جلوگیری بعمل‌آید واز تغذیه سفره زیرزمینی توسط آب نفوذی زمینهای مرتفع همجوار کانالها اجتناب گردد .

خاکهای باتراکم کم باید تاعمق یك متر با خاکهای خوب متراکم تعویض شود . مواد گچی خاك جدید نباید از حد قابل قبول زیادتر باشد .

درموارد عادی وجود تا ۳ درصد گچ درخاك بهیچوجه باعث نگرانی‌نیست وحتی درکانالهای فرعی تا چنددرصد بیشترهم قابل تحمل است . درمواردی‌که ظرفیت‌کانالها بیش‌از ده مترمکعب درثانیه باشد توصیه میشود که پوشش بدنه دولا باشد وغشاء نفوذناپذیر باید حداقل بضخامت ۵/ میلیمتر P.V.C. یا مشابه‌آن باشد. درزهای بتون باید باترکیب پلی‌سولفید یا مواد مشابه آن آب‌بندی گردد .

هنگام‌کانال سازی اطلاع داشتن ازمیزان درصدگچ درخاك ـ تراکم‌خاك همچنین تراشیدن مقطع‌کانالها برای داشتن دیواره‌های صاف‌ویکنواخت جهت نصب ورقه‌های نایلون الزامی میباشد. سیمانی‌که برای پوشش‌بدنه‌هابکارمیرود بایدضد سولفات باشد وپیش‌ازمصرف مواد درزگیرباید مطمئن بود که تمام شیارهای بدنه کانالها وسایر تأسیسات آبی تمیزوخشك هستند. درصورت لزوم بایدازمصرف دوغاب دریغ ننمود. درمورد گودالهای بزرگ‌کف‌کانالها بدواً بایدآنها را بترتیب باقلوه سنگ شن وماسه تاعمق دومتری‌کف‌کانال پرنموده سپس این‌دومتررا با خاك رس مرغوب متراکم نیز پرنمود ودرمرحله نهائی پوشش بدنه انجام گردد.

۶ ـ راه‌حلهای پیشنهادی درطرح‌برخی ازشبکه‌های آبیاری حوزه فرات درسوریه:

مهندسین مشاور که درمناطق مختلف حوزه فرات فعالیت دارند راه حلهای متفاوتی را ارائه نموده‌اند کـه مهمترین‌آنها عبارتست از:

الف ـ درناحیه مشکین:

مؤسسه سلخوزپرومکسپورت ازاتحاد جماهیرشوروی درسال ۱۹۷۵ برای توسعه آبیاری در ۱۷۰۰۰ هکتار

ازاراضی این ناحیه پیشنهادنمود که درساختن کانالها به نکات زیر توجه شود:

۱ ـ تمام کانالهای اصلی که ظرفیت آنها بیش از ۵ مترمکعب درثانیه است چنانچه درخاکهای گچدار واقعند باید خاك آنها باخاك مرغوب وبدون گچ تعویض گردد. سپس مقطع جریان بنحومستطیل شکل ازبتون مسلح روی خاك کوبیده شده ساخته شود یك ورقه P.V.C. بضخامت ۰/۵ میلیمتر باید زیرلایه‌ای ازخاك زیر نهر قرارداده شود.

۲ ـ درمورد کانالهائی که ظرفیت آنها از ۵ متر مکعب درثانیه کمتراست مقطع ذوزنقه ازبتن ساده باضخامت ۸ سانتیمتر توصیه گردیده که زیر آن پوششی ازقیر روی ۶ سانتیمتر بتون قرار گرفته باشد. در اینصورت نیازی به تعویض خاك گچدار نیست.

ب ـ درناحیه بالخ (مقاطع ۱و۲)

مؤسسه تکنواسپورت استوری توصیه نمود بدون تعویض خاك وبا افزایش درصد گچ آن (تا حدود ۴۰درصد) بدنه سازی را انجام داد. طبق طرح ارائه شده این توصیه‌ها درمقاطع ۱و۲ مورد مطالعه قرارخواهدگرفت.

یك غشاء P. V. C. به ضخامت ۰/۵ میلیمتر در اینجا نیز بکار خواهد رفت که با بتون ساده بضخامت ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر پوشیده خواهد شد ویك زهکش زیرزمینی جهت زهکش آب نفوذی درنظر گرفته خواهد شد.

پ ـ درحوزه بالخ (کانال اصلی پائین ـ اوائل جریان)

مؤسسه ژرسار ازفرانسه درمورد خاکهای گچدار پیشنهاد نموده است که روی دیوادهای کانال با ورقه‌ای از PVC بضخامت ۰/۵ میلیمتر باپوششی ازیك لایه نهرمصنوعی پوشیده شود وروی آن پوششی از بتون ساده بضخامت۱۲ سانتیمتر (پیش‌ساخته یا درمحل قالب‌ریزی شده) قرار گیرد همچنین درکف کانال زیر پوشش بتونی بایك لایه شن یك زهکش زیرزمینی بوجود آید.

ت ـ سایر نظرات مشاورین درمورد نواحی دیگرفرات

شرکت نیپون کوئل درشرق مشکین وشرکت روماگریمکس در منطقه میانی دره فرات درخاکهای گچدار از غشاء PVC با پوشش بتونی زیاد استفاده نموده‌اند.

۷ ـ نتیجه

درطرح حوزه فرات سوریه مسئله وجود گچ درخاکها دربدنه‌سازی کانال ایجاد اشکال نموده بود. از نظر کشاورزی آبیاری خاکهائی که درصد گچ آنها به۲۵ درصد هم میرسید قابل قبول بود: بهمین دلیل انتظار نمیرفت که مسئله وجود گچ تااین حد درایجادکانالها تولید اشکال نماید، ازقرار معلوم تجربیات جهانی دراین مورد محدودبود وفقط کشورهای اسپانیا واتحاد جماهیر شوروی تجربیات ویژه‌ای دراین‌مورد داشتند.

پیشنهاد مهندسین مشاور مختلف که درحوزه فرات سوریه مشغول‌کار بودند محدود به جلوگیری از نفوذ آب کانالها ـ آب آبیاری وسایرجریانها میشد وبرخی‌ازاین پیشنهادها قبلا درنقاطدیگراجراء نشده بود. پیشنهاد دیگر این بودکه کانالها با بتون مسلح بابدنه عمودی باپوشش PVC روی زمینی که خاك آنها باخاك فاقدگچ عوض شده ایجاد گردد. این‌کار گرچه اطمینان‌بخش است ولی پرخرج میباشد.

توصیه دیگر تزریق مخلوطی از سیمان و خاك رس و یا بکار بردن PVC و نمدمصنوعی زیرپوشش بتونی و اسفالت کانالها میباشدکه باز گران تمام میشود.

پیشنهاد دیگر اینست که ازخاکی که دارای ۴۰ درصد گچ میباشد استفاده شودکه گرچه ظاهراً کمی کم‌خرج‌تراست ولی درعوض‌نگهداری آن مشکل وپرخرج است.

البته ممکن است که شرایط محلی ومحیطی درپوشش بدنه‌کانالها مؤثر باشد لذا انجام آزمایشات محلی برای پی‌بردن به امکانات فنی واقتصادی ضروری بنظر میرسد.

مشخصات فیزیکی وشیمیائی‌خاکها (بویژه نفوذپذیری‌آن) ـ درصد گچ ـ تراکم خاك (کوبیدگی) ـ شرایط جوی (بویژه حرارت) ـ تحلیل مواد گچی‌درآب آبیاری ـ انوع وشکل گچ درخاکها (بصورت پودر یابلور) ومشخصات کلی زمین شناسی ـ هیدرولوژیك و هیدروژئولوژیك ناحیه از عوامل مهم هستند که باید در کانال سازی در خاکهای

گچدار مورد توجه قرار گرفته ومطالعه شوند . همچنین مصالحی که درمحل تهیه میشود نیز ازنظر اقتصادی باید مورد بررسی قرار گیرد . این احتمال وجود دارد که غیراز مطالب فوق موارد دیگری نیز باید بررسی گردد مثلا اقتصادی بودن آبیاری درنواحی گچدار ولواینکه ازنظر کشاورزی خالی‌از اشکال باشد .

منابع مورد استفاده

1 - Herrero, F.H. Canal Problems in Gypseous Soils, question7, Third Congress on Irrigation and Drainage, San Francisco - 1957 .

2 - Herrero, F.H. & Molina P.S. Avance De conclusions o recomen - dacioncs que seram recogidas y completadas en el informs acerca de los probl- emas planteados por el yesco en los canals De rieco del rio Eufrates, cuenca del Balikh, en Siria .

Visita relalizada los dias 12 al 21 de Diciembre de 1973 .

حل گرافیکی فرمول مانینگ برای تعیین قطر لوله‌های زهکش، آبرسانی و فاضلات

عبدالله جناب[1]

خلاصه :

دراین مقاله حلهای گرافیکی که قبلا ارائه شده تشریح گردیده است. دراین روشهااغلب سرعت جریان V، ضریب زبری n، شعاع آبی R ، وشیب هیدرولیکی S بایکدیگر ارتباط داده شده‌اند .

دراین نشریه حل جدید گرافیکی مانینگ که مستقیماً تعیین کننده قطر لوله ایست که بایستی میزان معینی آب را ازخود عبور دهد ارائه گردیده است. البته این قطر برای انواع مختلف لوله‌ها باضرائب زبری n وشیب هیدرولیکی متفاوت S محاسبه شده‌است. ضمناً منحنی‌ها درواحد متریك‌وهم درواحد انگلیسی‌جهت استفاده‌مهندسین تهیه گردیده‌است.

حل جدید گرافیکی مانینگ دارای امتیازات زیادی بترتیب ذیل میباشد :

۱ ـ خیلی ساده‌تر، باصرف وقت کمتر وآسانتر ازسایر حلهای گرافیکی ویا روشهای ریاضی است .

۲ ـ امکان اشتباهات محاسباتی آن بسیار ناچیز است .

۳ ـ احتیاج به دانستن ریاضیات عالی وقوای کسری خط‌کش محاسبه برای تعیین قطرلوله‌ها نیست .

۴ ـ برای هرنوع لوله درصورتی که ضریب زبری n آن مشخص باشد میتوان ازاین منحنی‌ها استفاده نمود .

۵ ـ اشلهای لگاریتمی منحنیهای مربوطه را بدون اینکه دقت خود را از دست بدهند میتوان برای مقادیر خارج ازمحدوده گرافها ادامه داده وازآنها استفاده نمود .

۶ ـ مستقیماً قطرلوله را برای مقدار معینی ازآب بدست میدهد .

۷ ـ نتایج آن باروش ریاضی مقایسه شده ودقت آن بسیارخوب میباشد .

مقدمه :

دردسامبر ۱۸۸۹ آقای مهندس مانینگ فرمول خودرا درکنفرانس انستیتو مهندسین راه وساختمان ایرلند پیشنهاد نمود . سپس مقاله آقای مانینگ درسال ۱۸۹۵ درژورنال انستیتو مزبور بچاپ رسید (۷)[2] . در مرحله اول فرمول مزبور بسیار پیچیده بود ولی‌بعداً ساده‌تر شده وآن فرمول بصورت زیر ارائه گردید :

$$V = CR^{2/3}.S^{1/2} \qquad (۱)$$

که درآن :

V ـ سرعت متوسط جریان آب

C ـ ضریب مخصوص لوله

R ـ شعاع آبی

---

۱ ـ دانشیار انستیتو باغبانی‌دانشگاه اصفهان ودانشیار سابق دانشکده مهندسی دانشگاه ایالتی یوتاه آمریکا.

۲ ـ اعداد داخل پرانتز مربوط به اعداد بیوگرافی میباشند .

S ـ شیب هیدرولیکی

فرمول (۱) بعداً به سیستم متریك تبدیل شد وبصورت :

$$V=\frac{1}{n}.R^{2/3}.S^{1/2} \qquad (۲)$$

پیشنهاد گردید. که در آن :

n ـ ضریب زبری مانینگ میباشد .

فرمول (۱) دومرتبه به سیستم انگلیسی مبدل وبه صورت :

$$V=\frac{1.486}{n}R^{2/3}.^{1/2} \qquad (۳)$$

ارائه گردید .

Cunningham (۲) درسال۱۸۸۳ اشاره کردکه یك فرمول ساده‌تری بوسیله Hagan پیشنها شده‌است. فرمول آقای Hagan اولین‌بار درسال ۱۸۶۳ بزبان آلمانی منتشر گردید .

Gauckler (۳) نیز درسال ۱۸۶۳ فرمولی نظیر فرمول مانینك مستقلا به چاپ رسانیده بود .

همچنین آقای Stickler (۱۰) در سال ۱۹۲۳ بدون اطلاع از فرمول‌مانینگ فرمولی شبیه به آن‌ارائه داده است .

بهر حال، فرمول مانینگ بسیار ساده‌وعملی برای‌کارهای مهندسی است وتقریباً بوسیله تمام جوامع‌مهندسی دنیا پذیرفته شده است. از فرمول مانینگ میتوان برای طراحی کانالهای روباز وهمچنین لوله‌های آبرسانی استفاده کرد. در این مقاله یك حل گرافیکی بسیار ساده ارائه شده‌که بوسیله آن میتوان قطر لوله‌های زهکشی، شبکه‌های آبرسانی ولوله‌های فاضلاب را تعیین نمود.

نگاهی به کارهای گذشته :

همانطوریکه در پیش متذکر شدیم آقای مانینگ در سال ۱۸۸۹ فرمول خود را بصورت :

$$V=\frac{1}{n}\,R^{2/3}.S^{1/2} \qquad (۲)$$

در سیستم متریك ارائه نمودکه در آن :

V ـ سرعت متوسط جریان آب بمتر درثانیه .

n ـ ضریب زبری جدار لوله . ضریب n برای انواع مختلف لوله‌ها در جدول ضمیمه شماره I درج گردیده است .

R ـ شعاع آبی برحسب متر.

S ـ شیب هیدرولیکی.

بعداً فرمول فوق بصورت زیر به‌سیستم انگلیسی تبدیل گردید:

$$V=\frac{1.486}{n}\,R^{2/3}.S^{1/2} \qquad (۳)$$

که درآن :

V ـ سرعت متوسط جریان آب برحسب فوت در ثانیه

R ـ برحسب فوت میباشد .

آقای Richey (۸) گزارش دادکه اداره حفاظت خاك امریکا در سال ۱۹۴۰ (۱۱) فرمول مانینگ را برای‌کانالهائی‌که سطح مقطع آنها به‌شکل ذوزنقه میباشد بصورت منحنی حل نموده است. این منحنیها مختص‌کانالهائی است‌که شیب جانبی آنها دارای‌کوتانژانتی معادل ۳ تا ۱/۵ = z باشد.این منحنیها بصورت رابطه‌ای است بین‌سرعت

متوسط آب، V، عمق جریان y، شعاع آبی R، عرض کف کانال b، سطح مقطع جریان A، وشیب هیدرولیکی S .

اداره حفاظت خاك وزارت کشاورزی آمریکا در سال ۱۹۵۱ (۱۲) یك سری منحنی پیشنهاد نمود که سرعت متوسط V را با n ، R ، S ارتباط داده بود. دومرتبه در سال ۱۹۵۴ اداره حفاظت خاك آمریکا یك سری دیگر حل گرافیکی معادله مانینگ را منتشر نمود که در آنها n،R،S،V ارتباط داده شده بودند. پس از استفاده از این منحنیها جهت تعیین قطر لوله‌ها تازه احتیاج به محاسبات ریاضی است که خود شامل صرف وقت زیادی میباشد.

آقای King در سال ۱۹۵۴ (۶) فرمول مانینگ را بصورت جدول حل نمود. در جداول مربوطه قطر لوله برحسب میزان آب، شیب هیدرولیکی وتعداد خاصی لوله باضرائب زبری معین داده شده است.

آقای Roa وهمکارانش در سال ۱۹۵۴ (۹) پیشنهاد کردکه سرعت جریان آب درلوله‌های زهکش سیمانی معادل است با :

$$V=138R^{2/3}.S^{1/2} \qquad (۴)$$

آنها یك حل گرافیکی عرضه کردندکه در آن مساحت زمینی که بایستی زهکشی شود، ضریب زهکشی منطقه ، شیب لوله‌های زهکشی، سرعت آب، قطرلوله‌ها و میزان آبدهی ارتباط داده‌شده بودند. این گراف فقط برای لوله‌های زهکش که از جنس سیمانی بودند تهیه شده بود.

آقای Johnson در سال ۱۹۷۰ (۵) یك حل گرافیکی برای طراحی کانالهائی که بصورت ذوزنقه بودند ارائه نمود . آقای جانسون در تهیه منحنیهای مربوطه فرض کردکه $R=0.328A$،

$$z=1.5 \quad , \quad P=6.1d \quad , \quad A=4d^2 \quad , \quad b/d=2.5$$

که در آن A سطح مقطع جریان ، z کوتانژانت شیب جانبی کانال ، b عرض کف کانال ، d عمق جریان و P محیط خیس شده. در این منحنی‌ها $Qn/0.01$ ، $Vn/100.S$ و A ارتباط داشته بودند . البته آقای جانسون هیچگونه پیش‌بینی راجع به‌شرایطی غیراز شرائط مندرج در فوق ویا برای لوله‌های زهکشی ویا آبرسانی ننموده بود.

حل گرافیکی جدید :

برای تعیین جریان آب از فرمول تداوم Continuity زیر مینوان استفاده نمود :

$$Q=A.V \qquad (۵)$$

Q ـ میزان جریان آب

A ـ سطح مقطع جریان .

V ـ سرعت متوسط جریان آب .

در صورتیکه فرمولهای (۲) و (۳) را با فرمول (۵) ادغام کرده و واز روابط هندسی دایره استفاده نمائیم فرمولهای ذیل بترتیب بدست خواهند آمد :

$$Q=\frac{\pi D^{8/3}.S^{1/2}}{4^{5/3}} \qquad (۶)$$

$$Q=\frac{1.486\pi D^{8/3}.S^{1/2}}{4^{5/3}.\ n} \qquad (۷)$$

که در آن D قطر لوله میباشد.

فرمول (۶) بیان‌کننده جریان در یك لوله پرودرسیستم‌متریك بوده که Q برحسب مترمکعب درثانیه و D بر حسب مترمیباشد. فرمول (۷) در سیستم انگلیسی است لذا D برحسب فوت وQ برحسب فوت مکعب در ثانیه میباشد .

فرمولهای (۶) و (۷) بصورت گرافیکی حل شده ودر شکلهای شماره (۱) و(۲) ارائه گردیده‌اند.

طریقه استفاده از متد جدید :

برای تعیین قطر لوله‌ای که دارای ضریب زبری n بوده وشیب هیدرولیکی آن S میباشد و لازم است مقدار

آبی معادل Q از خود عبور دهد بایستی مراحل زیر را اجرا نمود :

۱ ـ عدد مربوط بهضریب زبری لولهایکه قرار است از آن استفاده شود ، n

۲ ـ عدد مربوط به S و n روی اشلهای مربوطه بهترتیب نقاط (۱) و (۲) تعیین میکردند .

۳ ـ نقاط (۱) و (۲) بوسیله خط مستقیمی بیکدیگر وصل شده و این خط ادامه داده میشود تا خط مرجع Pivot را در نقطه (۳) قطع نماید .

۴ ـ از نقطه (۳) یك خط افقی رسم کرده تا خط M را در نقطه (۴) قطع کند .

۵ ـ ازنقطه (۵) مربوط بهمیزان آبدهی مورد لزوم یك خطافقی رسم کرده تا خطی که از نقطه (۴) بموازات خطوط موازی رسم شده است در نقطه (۶) قطع نماید .

۶ ـ از نقطه (۶) یك خط عمودی رسم کرده تا محور xها را در نقطه (۷) قطع نماید.

نقطه (۷) مشخص قطر لولهایست که میتواند مقدار Q آب را باشیب هیدرولیکی S از خود عبور دهـد. در صورتیکه میزان آب بر حسب لیتر درثانیه بیان شود از شکل شماره (۱) قطر لوله برحسب سانتیمتر ودرصورتیکه Q برحسب گالن در دقیقه باشد از شکل شماره (۲) اندازه قطر لوله برحسب اینچ بدست خواهد آمد .

مثال I :

میزان ۱۰۰ لیتر در ثانیه آب قرار است از یك لوله سیمانی باضریب زبری $n = ۰/۰۱۱$ عبور نمایـد در صورتیکه افت فشار قابل قبول در این لوله ۵ در هزار باشد اندازه لولهایکه این آبرا میتواند انتقال دهد چه مقدار خواهد بود .

الف ـ راهحل ریاضی :

بااستفاده از فرمول (۶)

$$Q = \frac{\pi . D^{8/3} . S^{1/2}}{4^{5/3} . n} \qquad (۸)$$

و استفاده از دادههای فوق داریم :

$$0.10 = \frac{\pi . D^{8/3} \ (0.005)^{1/2}}{4^{5/3} \times 0.011} \qquad (۹)$$

فرمول (۹) را برای تعیین D حل کرده حاصل میشود $D = ۰/۳۲۲$ مترویا $D = ۳۲/۲$ سانتیمتر . قطر ۳۵ سانتیمتر در این مورد استفاده میشود.

ب ـ راهحل گرافیکی :

با استفاده از شکل شماره (۱) حاصل میشود $D = ۳۲$ سانتیمتر . در اینمورد قطر ۳۵ سانتیمتر استفاده خواهد شد.

همانطوریکه ملاحظه میشود نتیجه دوطریقه یکی است بااین تفاوت که راه حل گرافیکی بسیار ساده وباصرف وقت خیلی کمتری میباشد. ازطرف دیگردقت محاسبه ازطریقه گرافیکی بسیارزیاد وشبیهدقت ازطریقه ریاضی است.

مثال II :

میزان ۱۵۸۰ گالن دردقیقه آب ازداخل یك زهکش باشیب ۵درهزارجاری است. درصورتیکه بخواهیم برای اینزهکش ازتنبوشههای سیمانی استفاده نمائیم تعیین کنید اندازه لوله زهکش سیمانی چقدر بایستی بودهباشد :

الف ـ راهحلریاضی :

درصورتیکه ازفرمول (۷) که مخصوص سیستم انگلیسی است استفاده نمائیم حاصل میشود:

$$1580 \ \text{gpm} = 3.51 c . f . s \qquad (۱۰)$$

$$3.51 = \frac{1.486 \pi . D^{8/3} . (0.005)^{1/2}}{4^{5/3} \times 0.011} \qquad (۱۱)$$

درصورتیکه فرمول (۱۱) را برای D قطرلوله حل نمائیم حاصل میشود :

$D = ۱/۰۷۲$ فوت ویا ۱۲/۸۶ اینچ . یك‌لوله باقطر۱۴ اینچ استفاده میشود.

ب ـ راه‌حل گرافیکی :

درصورتیکه ازمنحنی شکل (۲) با داده‌های بالا استفاده نمائیم قطرلوله مساوی خواهدشد با۱۳ اینچ. لوله با قطر۱۴ اینچ استفاده خواهدشد.

همانطوریکه ملاحظه میشود درسیستم انگلیسی نیز نتیجه محاسبات دردو روش کاملا یکی است بااین تفاوت‌که درطریقه گرافیکی مقدارخیلی کمی‌وقت‌صرف‌شده‌است.

مثال III :

یك‌لوله‌آب ازکنارشهر کی عبورمینماید. درصورتیکه‌لازم باشد ۲۶۰۰ گالن دردقیقه‌آب‌برای این‌شهرك گرفته شده وطول مسیرازمحل انشعاب تا شهرك ۲۰۰۰ فوت واختلاف ارتفاع ۶فوت باشد تعیین‌کنید چه اندازه لوله چدنی بایستی استفاده‌کرد تاهیچگونه تغییری درفشار داخل‌لوله واردنشود.

الف ـ راه‌حل ریاضی :

فوت مکعب‌درثانیه ۴/۴۵ = ۲۰۰۰ گالن دردقیقه

شیب هیدرولیکی مساوی است‌با ۳درهزار.

درصورتیکه ازفرمول شماره (۷) استفاده شودخواهیم‌داشت:

$$4.45 = \frac{1.486\ \pi\ .\ D^{8/3}\ .\ (0.003)^{1/2}}{0.013\ x\ 10.1} \qquad (۱۲)$$

فرمول (۱۲) را برای D حل‌کرده حاصل میشود $D = ۱/۳۶$ فوت ویا ۱۶/۳ اینچ. در اینمورد از یك لوله باقطر۱۸ اینچ استفاده خواهدشد.

ب ـ راه‌حل گرافیکی:

با مراجعه به شکل شماره (۲) قطرلوله‌لازم مساویست با ۱۶ اینچ . باتوجه‌به احتیاطات‌لازم ووجودلوله‌های استاندارد دربازارقطر ۱۸ اینچ استفاده میشود.

بحث و نتیجه‌گیری :

حل معادله مانینگ برای تعیین قطرلوله‌ها (لوله‌های زهکشی، لوله‌های آبرسانی شهرها ، شبکه فاضلاب و غیره) ودرموقعیکه لوله‌ها پر باشند درشکل شماره(۱) و(۲) ارائه شده است. منحنی شماره (۱) برای فرمول مانینگ درسیستم متریك ومنحنی شماره (۲) درسیستم انگلیسی تهیه شده است. همانطوریکه درمثالهای فوق ملاحظه شدنتایج حل گرافیکی بسیارنزدیك به حلهای ریاضی‌بوده (تقریباً همان‌ارقام) وبا توجه به اینکه همیشه بایستی‌لوله‌های اندازه‌بالاتر وآنهائیکه دربازار موجودهستند استفاده شودنتایج‌کاملا یکی است. ازطرف دیگرزمانیکه برای حل‌یك‌مسئله در طریقه ریاضی صرف میشود بمراتب‌بیش‌اززمانیست‌که درطریقه‌گرافیکی صرف خواهدشد.

درطرق قبلی (۷) ، (۱۱) ، (۱۲) و (۱۳) تنها رابطه‌های موجود بین n, R, V و S داده‌شده بود و برای پیداکردن قطر لوله به‌صرف وقت دیگری احتیاج‌میباشد . آقای Roa وهمکارانش (۹) منحنیهائی تهیه‌کرده بودندکه قطرلوله‌های زهکش را محاسبه مینمود ولی‌آن‌منحنیها برای‌زمینهای زهکشی‌شده وتنها مختص لوله‌های سیمانی در نظر گرفته‌شده‌بودند.

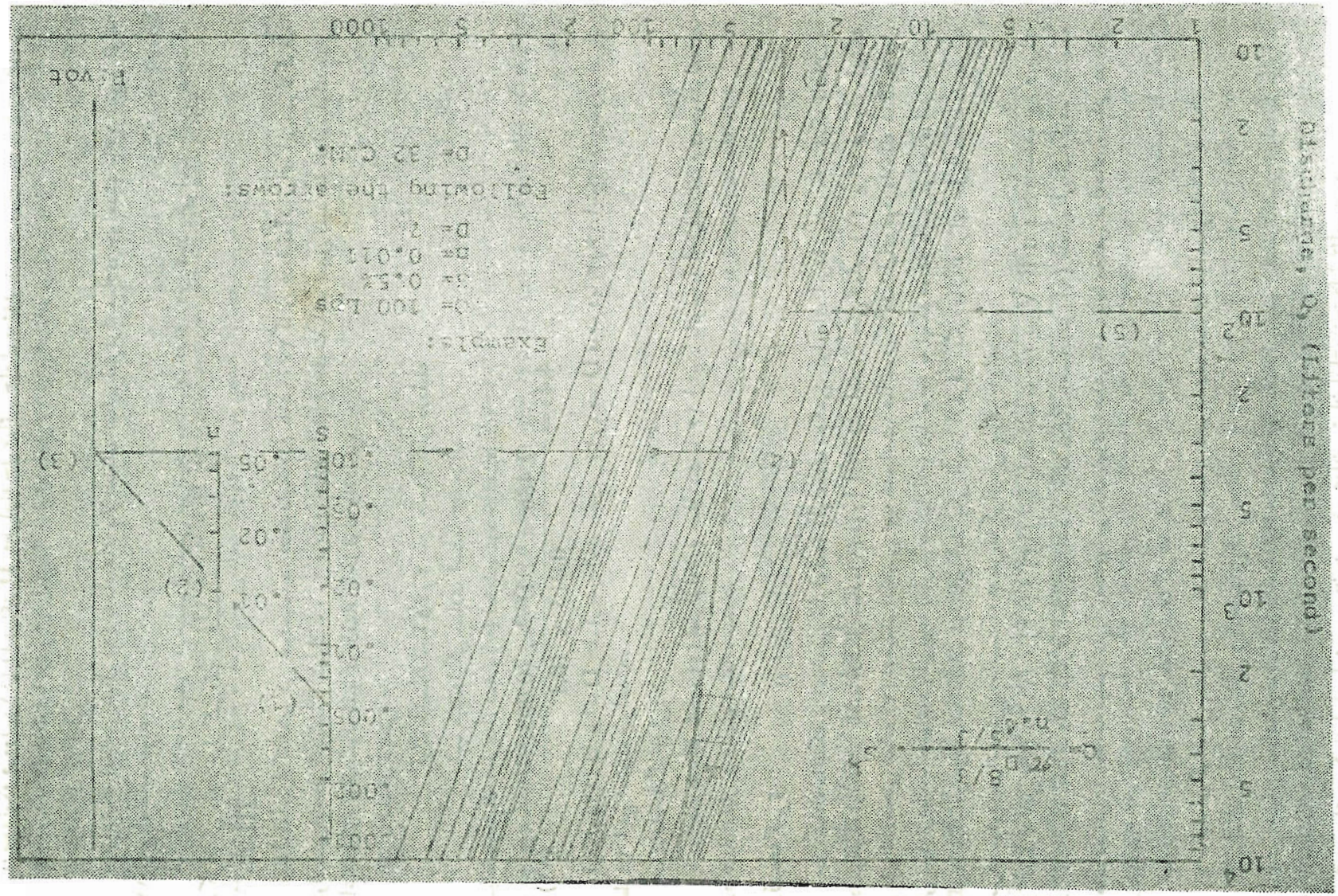
بطورکلی ازبحثهای پیش چنین نتیجه‌گیری میشود:

۱ ـ راه‌حل گرافیکی پیشنهادی بسیارساده‌تر واحتیاج به‌صرف وقت‌کمتری خواهدبود.

۲ ـ امکان اشتباهات ریاضی ویامحاسباتی‌کمتر میباشد.

۳ ـ احتیاج به دانستن قوای‌کسری خط‌کش محاسبه‌ویا ریاضیات‌عالی‌نبوده ویك‌نفرتکنسین دیپلمه‌نیز میتواند با استفاده ازمنحنیهای پیشنهادی اندازه لوله‌ها راحساب نماید.

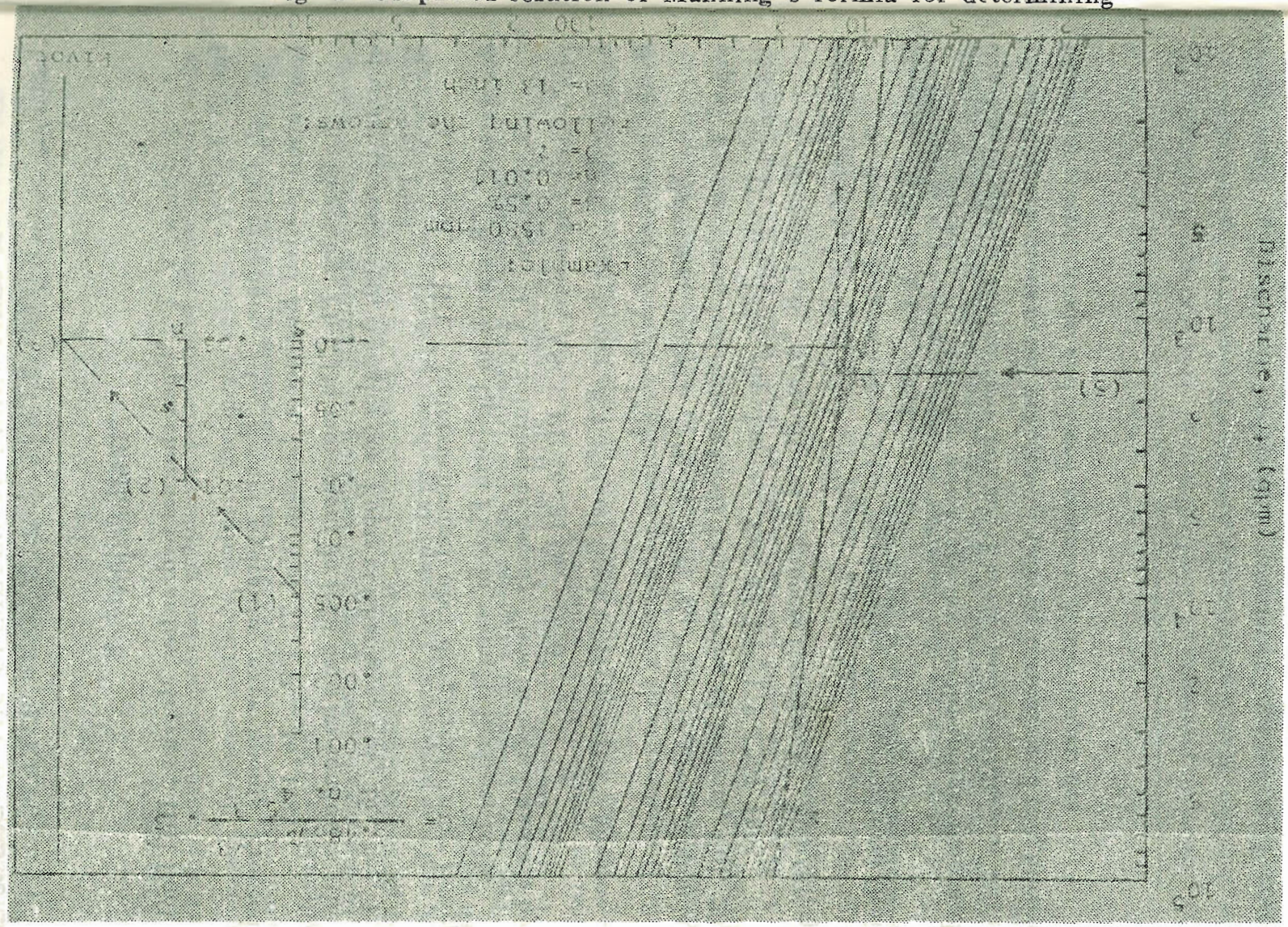
۴ ـ برای‌هرگونه لوله بامشخص‌بودن ضریب‌زبری‌آن میتوان ازاین‌منحنیها استفاده نمود.



Diameter of pipe, D, (c.m.)

Fig. 1– Graphical solution of Manning's formla for determining

Fig. 1– Graphical solution of Manning's formla for determining



Diametet of pipe, D, (inch)

Fig. 2– Graphical solution of Manning's formula for dctmining diameter of pipe.D, in English system.

۵ ـ اشلهای لگاریتمی منحنیها را برای محاسباتی که ارقام آن خارج از محدوده آنهاست میتوان ادامه داد بدون اینکه دقت آن‌ها کم شود.

۶ ـ منحنیها مستقیماً قطر لوله احتیاجی را بدست میدهند بدون اینکه احتیاجی به محاسبات بیشتری باشد.

Bibliography

1. Chow, V. T . "Open channel hydraulics, Mcgraw – Hill Book Co . Inc. N.Y. 1959 .

2. Cunningham, J.C. "Recent hydraulic experiments" Proceedings, Institution of Civil Engineers, London, Vol. 71, PP. – 36, 1883

3. Gauckler, Ph.,"Du movement de leau dans les conduites (the flow of water in conduits), Annales des Ponts et Chausses, Vol . 15 , Scr. 4, PP . 220 – 261, 1968.

4. Hagen, G.H.L." Untersuchungen uber die gleichformige Bewegung des wassers" ("Research on Uniform Flow of water"(. Berline, 1876.

5. Johnson, H.A. "Solution of Sseady Flow in open Channels byGra–phe". Civil Engineers, ASCE PP 46 - 97 Dec. 1970.

6. King, H.W., ane Breter, E.F. "Hand Book of Hydraulics". Mcgraw – Hill Book Co., Inc., New York, 1954.

7 . Manning, Robert, "On the flow of waser in open channels and pipes" Transactions, Institute or Civil Engineering of Ireland, Vol. 20 , PP 161 – 207, Dublin, 1891. supplement, Vol. 24, PP, 179 – 207, 1895.

8. Richey, C.B. "Agricultural Engineers Handbook" . McGraw – Hill Book Company, Inc.New York. 1961 .

9. Roe, H.B. and Ayers, Q.C. "Engineering for Agricultural Drainage Mcgraw – Hill Book Co., 1954.

10. Stickler. A. "Beitrage zur Frage der Gerchwindigkeitsformel and der Raubingkeits zahlen fuer strome, Kanale und geschlossene leitungen (Some Contributions to the problem of velocity formula and roughness coef–icient for rivers, ca nals. and closed conduitr) Mitteilungen des

GRAPHICAL SOLUTION OF MANINGS FORMULA FOR DETERMINING THE DIAMETER OF DRAIN-TILES MUNICIPAL WATER SYSTEM AND SEWER - LINES

By
S. Abdollah Jenab*

Abstract :

in this article the previous graphical solutions of Manning's formula are discussed. In these methods, mainly, the mean velocity of flow, V, is correlated with the Mannings coeficient of roughness n, hydraulic radius R, and hydraulic gradient S.

In this article a new graphical solution of Mannings formula which directly gives the diameter of pipe to flow certain amount of water for a given S, and n,is presented. The graph is produced in metric as well as in the English system.

The new graphical solution has the following advantages :

1. It is simpler, easier, and less time consuming than the other graphical or mathematical solutions.

2. It does not have the possibility of making mathematical orrors.

3. It does not need engineering training or knowing the complicated fractional-power scales of the slide-rule to calculate the diameter of closed conduits.

4. It could be used for any kind of pipe with the known coeficient of roughness n.

5. The logarithmic scales might be extended beyond the given values without loosing their accuracy.

6. It gives directly the diameter of pipe needed for a given flow.

7. It is very accurate when compared with the mathematical solution.

---

* Associate prefessor of the Institute of Horticulture, University of Isfahan, Isfahan, Iran, and formerly Associate Professor of Agriculture and Irrigation Engineering Department, College of Engineering, Utah State University, Logan, Utah, U.S.A.

مطالعات زهکشی و آبهای زیرزمینی با پیزومتر

عبدالله جناب[1]

خلاصه :

پیزومتر یکی ازوسائل بسیار مهم درمطالعات آبهای زیرزمینی وزهکشی است .
پیزومتر درمطالعات زیر بطور خیلی گسترده استفاده میشود :
الف : درتعیین محل ونوسانات آبهای زیرزمینی[2] (۲)، (۳) و (۴) .
ب : در اندازه گیری ضرائب هیدرودینامیکی سفره های آبده (۴) ، (۸) و (۹) .
پ : در پیدایش منابع آب اضافی ویا زهکشهای طبیعی منطقه .
ت : درتهیه نقشه خطوط میزان منحنی ونقشه خطوط هم عمق آب زیرزمینی .
ت : در بررسی جهت حرکت وشیب هیدرولیکی آبهای زیرزمینی ،
ج : در تشخیص مناطق آرتزینی و تعیین فشار آرتزین چاهها .
دراین مقاله وسائل مختلفی که درنصب پیزومتر مورد استفاده قرار میگیرند بترتیب :
الف : چکش معمولی .
ب : آب بافشار زیاد .
پ : چکش مخصوص .
مورد بحث قرار گرفته است. ضمناً چکش وجك پیزومتر که یك وسیله جدید برای کار گذاردن پیزومتر میباشد معرفی میگردد. این وسیله جدید ازسه قسمت :
۱ـ گیره که برای گرفتن پیزومتر و تهیه سندانی جهت چکش زدن درنظر گرفته شده .
۲ـ چکش که برای کوبیدن پیزومتر بداخل خاك میباشد
۳ـ جك که برای بیرون کشیدن پیزومتر ازخاك منظور شده
تشکیل شده است. این چکش وجك پیزومتر دارای مزایای متعددی نسبت به وسائل قدیمی بوده که اهم آنها بقرار ذیل میباشند :
۱ـ درموقع نصب پیزومترهای بلند احتیاجی به نردبان نمیباشد .
۲ـ انتهای پیزومتر خراب نشده ویا اینکه پیزومترهای بلند در موقع چکش زدن ازوسط خم نمیگردند .
۳ـ نصب پیزومتر آسان و با صرف وقت نسبتاً کم انجام میپذیرد .
۴ـ جهت ردکردن میخ پرچ ویاگلوله شیشه‌ای از انتهای پیزومتر احتیاجی به‌حمل میله‌آهنی بلند نمیباشد.
۵ـ پیزومتر را میتوان به‌آسانی وبدون اینکه کج ویا اینکه خراب شود ازخاك بیرون آورده و دومرتبه از مطالعات بعدی مصرف نمود .

۱ـ دانشیار دانشگاه اصفهان و دانشیار سابق دانشکده مهندسی دانشگاه ایالتی یوتاه آمریکا
۲ـ اعداد داخل پرانتز نمایش دهنده اعداد منابع مورد استفاده میباشند .

علاوه برمطالعاتی که دربالا بآنها اشاره شد از پیزومتر میتوان در تشخیص انواع آبهای زیرزمینی ازقبیل:
۱ـ سفره های آرتزینی و تعیین لایه های مختلف وآبگذری نسبی آنها .
۲ـ سفره هائی که آب آنها دارای منبع سطحی بوده ودارای حرکتی بطرف پائین میباشند .
۳ـ سفره هائی که آب زیرزمینی درداخل آنها بطرفی حرکت مینماید
۴ـ سفره های راکد ،
استفاده نمود . چگونگی استفاده از پیزومتر در تعیین انواع سفره های فوق الذکر در این مقاله به تفصیل تشریح شده است ،

مقدمه :

پیزومتر عبارت است از یك لوله فلزی که بطورقائم در خاك قرار داده شده وفشار هید روستاتیك(ارتفارع پیزومتریك) آب داخل خاك باآن اندازه گیری میشود . البته ارتفاع پیزومتریکی که بوسیله پیزومتر اندازه گیری میشود مربوط به نقطه مجاور انتهای پیزومتر خواهد بود. دراین مقایسه وسیله ایکه باآن پیزومتر داخل خاك قرار داده میشود (چکش پیزومتر) و وسیلهایکه پیزومتر را از زمین خارج مینماید (جك پیزومتر) نامیده میشود .
پیزومتریکی از وسائل مهم در مطالعات آبهای زیر زمینی وزهکشی‌میباشد. مطالعاتی که بوسیله پیزومتر میتوان انجام داد عبارتند از :

۱ ـ تعیین محل ونوسانات آبهای زیر زمینی (۲) ، (۳) ، (۴)
۲ ـ اندازه گیری ضرائب هیدرودینامیکی خاك (۴) ، (۸) ، (۹)
۳ ـ مشخص کردن جهت جریان آبهای زیرزمینی (۴)
۴ ـ مطالعه منابع آب اضافی زمین
۵ ـ تعیین فشار آرتزین ومشخص نمودن سطح آرتزین آزاد
۶ ـ تشخیص نسبی بافت‌لایه‌های مختلف خاك در نواجی آرتزینی

بعلت اینکه پیزومتر دارای مصارف زیادی بودی بوده وتقریباًهر کسی که در رشته آبیاری، آبهای زیرزمینی وزهکشی تخصص دارد باپیزومتر سروکاراخواهد داشت لذا وسائلی که سابقاً با آنهاپیزومتر در زمین قرار داده میشد بطور اختصار تشریح شده ووسیله جدیدی که‌کارکردن باآن بسیار ساده ومدت کار گذاردن پیزومتر نیز کمتر میباشد ارائه خواهد گردید .

وسائل قدیمی :

از وسائل زیادی در قدیم برای کارگذاردن پیزومتر استفاده میشد ومهمترین این‌وسائل عبارتنداز :

۱ـ چکش معمولی :

در این طریقه یك بوش درانتهای پیزومتر قرار داده وبازدن چکش معمولی درانتهای آن پیزومتر در داخل خاك فرومیرود . این‌یك طریقه بسیاردشوار بوده واصولاپیزومتررا نمیتوان‌تا اعماق زیادی فروبرد . ضمناً در مواقعیکه پیزومتربلند باشد بعلت خوردن چکش درخارج از مرکزثقل سطح مقطع آن اغلب پیزومترکج میشودکه در اینصورت بایستی آن رابیرون آورده‌واز پیزومتر جدیدی استفاده‌کرد .دربیشتر مواقع اتفاق میافتد مخصوصاً درخاکهای‌سنگین، که برای نصب یك پیزومترسه ویاچهار پیزومتر ازبین میرود.

۲ـ نصب پیزومتر بوسیله آب بافشار :

دراین روش ازواردکردن یك لوله آب بافشارزیاد درداخل پیزومتر استفاده میشود بدین ترتیب که آب باسرعت زیادخاك تهلوله پیزومتر را بصورت گل درآورده واز طرف دیگر خارج مینماید .هرچه گل بیشتر ازسر لوله خارج گردد پیزومتر بیشتر در داخل خاك فرومیرود . این طریقه یك روش بسیار خوبی است وحتی برخلاف روشهای دیگر خاك انتهائی پیزومتر کوبیده وفشرده نشده بطوریکه خاك حالت طبیعی خود را حفظو آب بطور آزاد واردپیزومتر میگردد .

دراین روش احتیاج به یك تانك آب بافشار داخلی زیاد بوده که در اکثر موارد تهیه اش مشکل وحمل آن خالی از اشکال نیست

۳ ـ چکش مخصوص :

این چکش شامل یك سیلندر آهنی توپر بوده که دارای دو دسته لوله‌ای میباشد . ودسته‌ها دردوانتهای سیلندر قرارگرفته وبکی ازآنهای بعنوان دستگیره ودسته دیگر بعنوان وسیله هدایت کننده چکش بر روی پیزومتر استفاده میگردد.

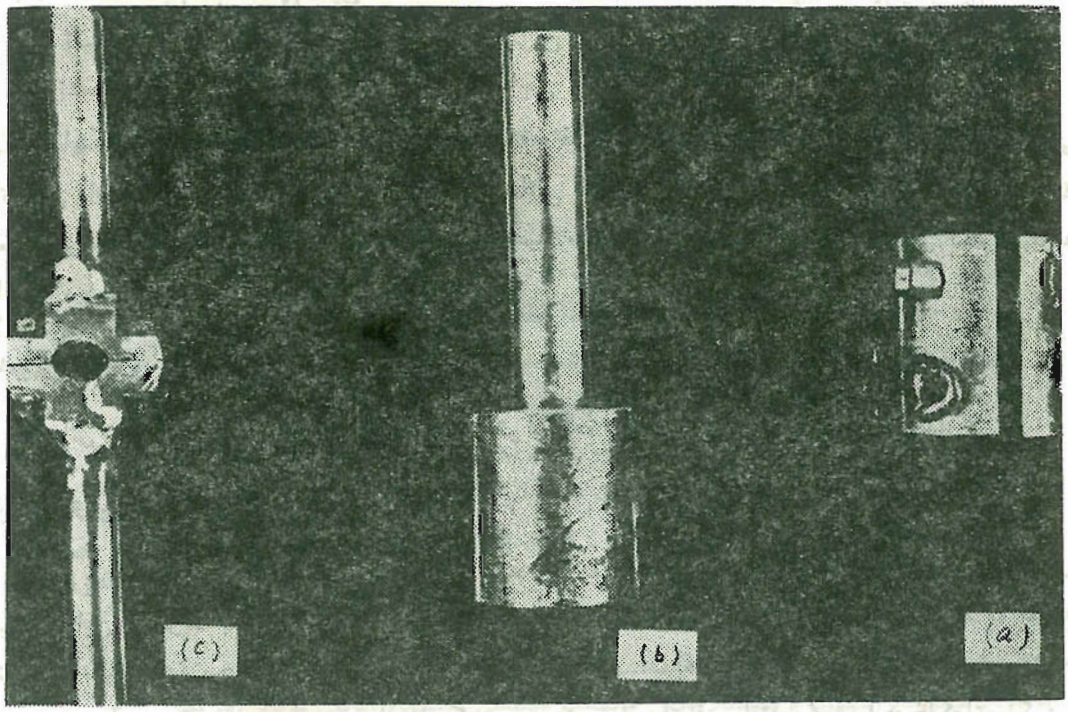
قطر داخلی دسته‌های جانبی چکش ازقطر خارجی پیزومتر بزرگتر بوده بنحوی که بتواندبراحتی پیزومتر را دربرگیرد. این یك وسیله بسیار خوبی برای نصب پیزومتر میباشد. ولی در مواقعی که لازم است از پیزومتر بلند استفاده شود احتیاج به نردبان بوده که دراینصورت در موقع نصت پیزومترهای زیاد ومخصوصاً در دشت‌های وسیع یك مشکل بزرگی خواهد بود . ازطرف دیگر در موقع چکش‌زدن پیزومتر های بلند بخصوص درخاکهای سنگین اتفاق میافتدکه پیزومتر کج شده ودیگر قابل استفاده نمی‌باشدکه در اینصورت می‌بایستی پیزومتررا عوض نمود .

چکش وجك جدید پیزومتر:

این وسیله همانطوری که در شکل شماره(۱) نشان داده شده ازسه قسمت تشکیل شده است :

۱ ـ گیره Holder :

گیره شامل یك سیلندر بارتفاع ۱۰۵ میلیمتر، قطر خارجی ۹۰ میلیمتر وقطر داخلی ۲۲ میلیمتر می‌باشد.



شکل شمارهٔ ۱ ــ نشان دهنده (a) گیره، (b) چکش و (c) جك پیزومتر میباشد

گیره از داخل دارای عاج‌هائی میباشد که پیزومتر را در موقع چکش‌زدن محکم نگهداری مینماید . سیلندر از وسط به دونیمه شده که بوسیله چهار پیچ ومهره قوی بیکدیگر متصل میگردند. گیره بعنوان سندانی جهت تهیه محل‌چکش زدن وهمچنین گرفتن محکم پیزومتر استفاده میگردد، جنس گیره ازنوع فولاد آبدیده بوده تا در موقع چکش‌زدن خورد نشده ویا تغییرشکل ندهد (شکل ۱ – a) .

۲ ـ چکس Hammer :

همانطوری‌که در شکل شماره (۱ – b) نشان داده شده است چکش شامل بدنه‌که‌از یك سیلندر فولادآبدیده بارتفاع ۱۰۰ میلیمتر، قطر داخلی ۳۰ میلیمتر و قطر خارجی ۹۰ میلیمتر ویك دسته استوانه‌ای شکل بطول ۲۰۰ میلیمتر قطر داخلی ۳۰ میلیمتر وقطر خارجی ۴۵ میلیمتر میباشد. سوراخ وسط چکش بمنظور حرکت کردن چکش دراطراف پیزومتر درموقع چکش زدن تعبیه شده است .

۳ـ جك Jack

جك برای بیرون‌کشیدن نسبی پیزومتر از زمین وبمنظور جدا نمودن گلوله شیشه‌ای ویا میخ پرچ ازانتهای پیزومتر جهت جریان یافتن آب بداخل آن ویا بیرون‌کشیدن‌کامل پیزومتر پس از خاتمه مطالعات آبهای زیرزمینی خواهد بود. جك از یك حلقه استوانه‌ای شکل بارتفاع ۲۵میلیمتر، قطر داخلی ۲۲ میلیمتر وقطر خارجی۴۵میلیمتر تشکیل شده است (شکل ۱ـc) ، داخل حلقه جك عاج‌دار بوده‌که درموقع خارج نمودن پیزومتر آنرا محکم بگیرد ، حلقه جك ازوسط به دو نیمه شده ودرحین‌کار توسط دوپیچ بهمدیگر متصل میشوند تا بتواند پیزومتر را محکم در بر گیرد. دونیم حلقه جك هرکدام ازطرف خارجی واز وسط به یك میله فلزی بقطر ۳۰ وبطول ۴۵۰ میلیمتر متصل شده که بجای دسته های جك بحساب میآیند .

نصب پیزومتر

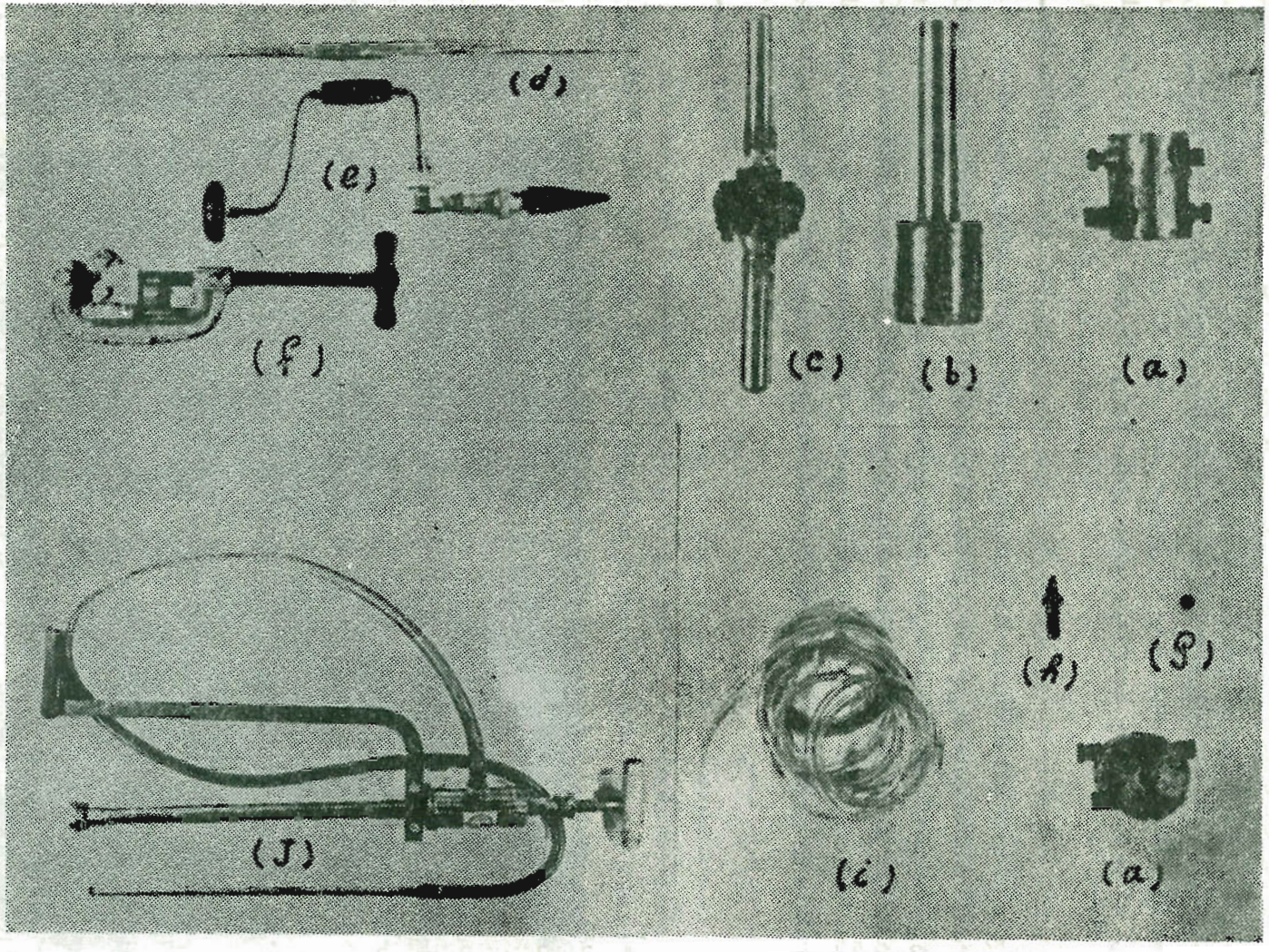
برای نصب پیزومتر درمطالعات آبهای زنرزمینی از ابزار پیزومتر (شکل شماره ۲) استفاده میشود. پیزومتر (شکل ۲ـd) با دستگاه برنده (شکل ۲ـf) بریده شده ولبه بریده شده آن‌که دارای تضرس زیاد و ریزه آهن میباشد بادستگاه صاف‌کننده (شکل ۲ـe) صاف میگردد . درموقعی‌که پیزومتر روی زمین قرارگرفته است گیره در فاصله‌ای ازانتهای پیزومتر که برای شخص عامل راحت باشد محکم‌شده وچکش روی آن قرار میگیرد، سپس پیزومتر درحالی که‌گیره وچکش روی‌آن نصب میباشند درمحلی‌که بایستی‌کار گذارده شود بطور قائم قرارمیگیرد. قبل ازاینکه کارنصب پیزومتر شروع شود یك عدد میخ پرچ مخصوص (شکل ۲ـh) ویا گلوله شیشه‌ای (شکل ۲ـg) درانتهای پیزومتر قرار داده میشود تادرموقع‌چکش زدن خاك درداخل پیزومتر نگردد (شکل ۳) . دراین موقع پیزومتر آماده نصب شدن بوده وچکش زدن آغاز میگردد . در موقع نصب پیزومتر یك نفر پیزومتر را شاقولی گرفته ویك نفر عمل چکش زدن را انجام میدهد .

چکش زدن آنقدر ادامه میبابد تاگیره به سطح خاك ویا به نزدیکیهای آن برسد .

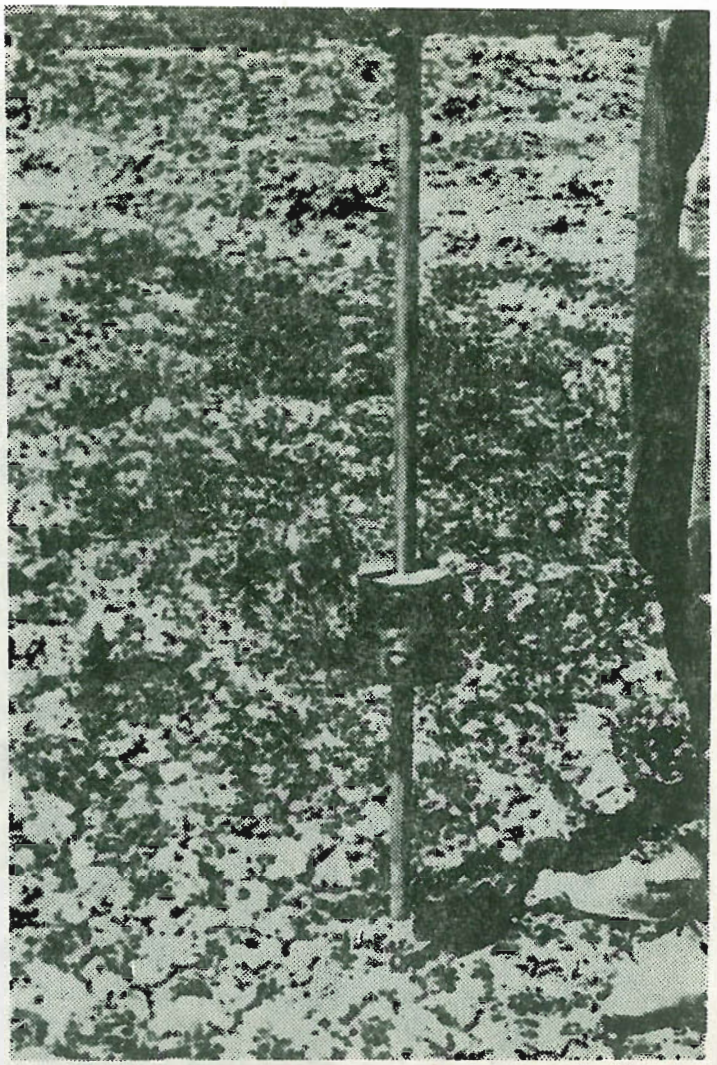
(شکل ۴) . همان‌طوری‌که چکش روی گیره قرارگرفته است پیچهای گیره‌را بازکرده وگیره‌را به بالا وبارتفاع تقریباً ۱/۲۰ – ۱ متری سطح‌زمین محکم می‌نمایند .

عمل چکش‌زدن بهمین ترتیب ادامه می‌یابد تا پیزومتر بعمق مورد نظر برسد دراین موقع چکش را بیرون آورده وگیره را باز وجك‌را روی پیزومتر محکم مینمایند . بسته به عمق پیزومتر و جنس خاك یك، دو ویا چند نفر کارگردسته‌های جك‌را گرفته وباندازه ۱۰۰ میلیمتر پیزومتررا می‌کشند تا میخ‌پرچ ویا گلوله شیشه‌ای از انتهای آن جدا شده و آب داخل خاك بتواند داخل پیزومتر شود (شکل ۷) .

چونکه خاك اطراف پیزومتر در موقع نصب‌آن کوبیده متراکم شده است آب باسرعت طبیعی خود وارد پیزومتر نمی‌شود. برای اینکه این قشر فشرده شده خاك‌را از بین ببریم از پمپ مخصوص شست‌و شو (شکل ۲ – J) استفاده می‌شود. بدین‌ترتیب‌که آب با فشار وارد پیزومتر می‌شود وخاك فشرده شده با فشارآب ازهم پاشیده وبصورت گل از انتهای پیزومتر خارج می گردد. این عمل‌را شست‌و شوی پیزومتر مینامند . این کار آنقدر ادامه میبابد تا آب صاف‌و زلال ازپیزومتر خارج گردد(شکل۵). دراین موقع پیزومتر آماده استفاده‌خواهد بود. اصولا برحسب‌آبگذری



شکل شماره (۲) نمایش دهنده ابزار پیزومتر: (a) گیره، (b) چکش، (c) جك، (d) پیزومتر، (e) صاف‌کننده، (f) برنده (g) گلوله شیشه‌ای ، (h) میخ پرچ (i) لوله پلاستیکی و (j) پمپ شست‌و شو میباشد



شکل شماره (۳) نمایش دهنده نحوه قراردادن گیره روی
پیزومتر وگلوله شیشه‌ای در انتهای آن بمنظور
جلوگیری ازورود خاك بداخل پیزومتر

شکل شماره (۴) نحوه‌نصب پیزومتر را
نشان میدهد

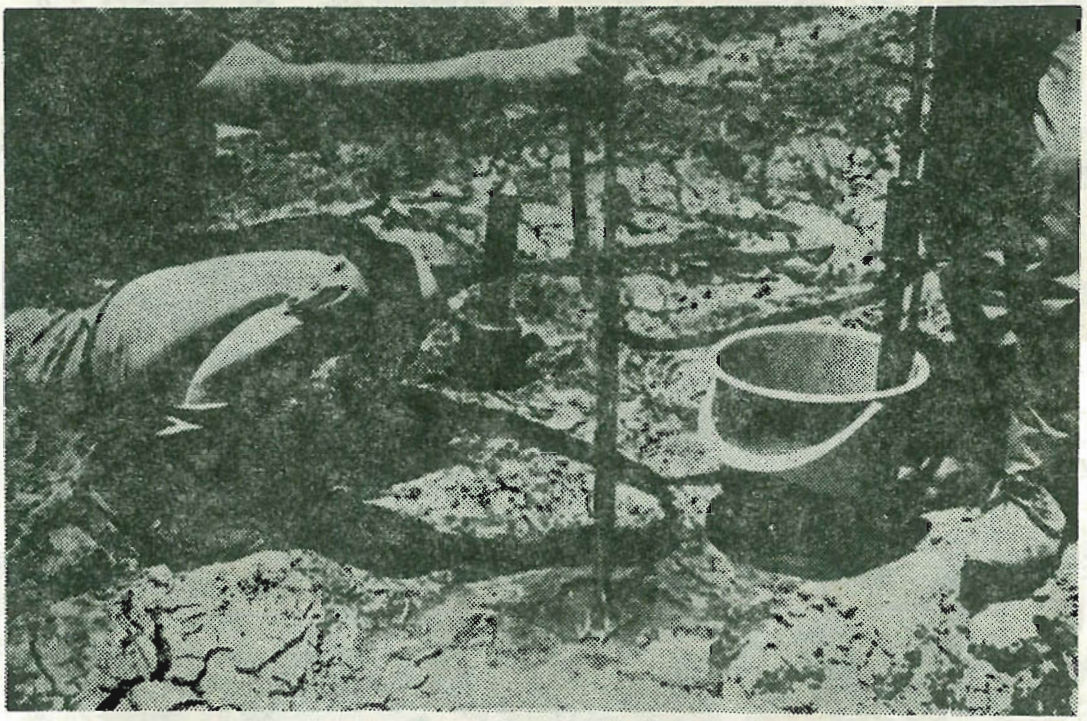
خاك چند ساعت یا یك شبانه‌روز صبرمی‌نمایند تاآب داخل‌پیزومتر باآب داسل خاك بحال تعادل قرارگرفته ومطالعات شروع گردد .

اندازه‌گیری ارتفاع پیزومتریك Piezometric Head :

عمق سطح‌آب زیر زمینی‌را می‌توان بطرق مختلف زیر اندازه‌گیری نمود :

۱ ـ بوسیله عمق‌یاب Depth Meter :

عمق‌یاب عبارتست از یك باطری ویك اهم‌متر که بطور سری قرارگرفته و به یك رشته سیم متصل شده‌اند. دو سر سیم بوسیله یك قطعه سرب دورازدهم‌نگهداری می‌شوند. سیم‌مربوطه با قطعه سرب انتهائی بداخل پیزومتر فرستاده شده وموقعی‌که دو سر سیم با آب تماس یافت جریان برق عقربه اهم متررا بحرکت درآورده و تماس باآب مشخص میشود. با اندازه‌گیری طول سیم داخل پیزومتر عمق آب تعیین می‌گردد .



شکل شماره (۵) چگونگی شستشوی پیزومتر را نشان میدهد

یکی از ناراحتی‌هائی که در این طریقه موجود میباشد اینست‌که اغلب یك جسم خارجی داخل قطعه سرب انتهائی شده واهم متر اتصالی مینماید که در اینحالت عقربه همیشه جریان برق رانشان میدهد. دراین‌صورت‌بایستی داخل قطعه سرب انتهائی را تمیزکرده ودستگاه را از اتصالی بودن خارج نمود .

۲ ـ بوسیله لوله Tygon Tubing :

در این طریقه عمق آب داخل پیزومتر بوسیله دمیدن در یك لوله پلاستیکی نسبتاً سخت که داخل پیزومتر شده است تعیین میگردد . این عمل بدین طریقه انجام میشود که یك سرلوله پلاستیکی بدهان گرفته شده ومرتب‌داخل آن دمیده میشود . سردیگر لوله داخل پیزومترشده ویواش یواش وارد آن میگردد . بمحض رسیدن لوله به‌سطح آب صدای غلیان آب بگوش میرسد . برای مطمئن شدن از رسیدن سرلوله به‌سطح آب‌لوله‌رامیتوان مقداری‌بالاوپائین‌برد تاسطح آب:دقیقاً باتغییر نمودن‌صدای‌غلیان‌مشخص وتعیین گردد. در صورتیکه‌لوله‌مزبور بیشترواردپیزومترشود دمیدن‌داخل آن مشکلترشده واین موضوع خود نمایشگر داخل شدن بیش‌از حدلوله به‌داخل‌آب‌خواهد بود (شکل شماره ۶)

این یك طریقه بسیار ساده وعملی است ومیتوان در یك روزبسته بفاصله‌آن در حدود ۶۰۰ـ۵۰۰ عددپیزومتر را قرائت نمود .

شکل شماره (۶) طرز تعیین سطح آب زیرزمینی را
با لوله پلاستیکی نشان میدهد

شکل شماره (۷) نحوه بیرون آوردن پیزومتر را
با چاک نشان میدهد

در هر صورت اگر فرض کنیم عمق آب زیر زمینی از سطح پیزومتر h_2 ، فاصله سر پیزومتر تا زمین h_1 و ارتفاع سطح زمین از نقطه مرجع H باشد ارتفاع پیزومتریك Piezomertic Head (H_p) مساوی خواهد بود با : $H_p = H - (h_2 - h_1)$ درصورتیکه طول پیزومتر L باشددراینصورت فشار پیزومتریك Pressure Piezometric نقطه انتهائی پیزومتر عبارت خود بود از :

$$P_p = L - h_2$$

کهدرآن Pp عبارتاستازفشار پیزومتریك یك‌نقطه بهعبارت دیگر فشارپیرومتریك‌یك‌نقطه عبارتاست از فاصله نقطه مزبورتاسطح‌ارتفاع‌پیرومتر یك همان‌نقطه .

باآوردن ارتفاع پیزومتریك نقاط مختلف یك منطقه روی یك نقشه وترسیم خطوط میزان منحنی‌آنها، خطوط هم‌طرازسطح آب زیرزمینی یا Water Table Contour Line تعیین میگردد . با دردست داشتن نقشه هم‌طراز سطح آب زیرزمینی شیب هیدرولیکی، جهت جریانهای آب زیرزمینی، منابع آب اضافی ومحلهای تخلیه‌کننده منطقه مشخص میگردند .

درصورتیکه لازم باشدکه خطوط «هم عمق» سطح آب زیرزمینی تعیین شود از عمق آب زیرزمینی H_D کـه مساوی خواهد بود با : $H_D = h_2 - h_1$

استفاده میشود .

باآوردن ارقام عمق آب زیرزمینی نقاط مختلف روی نقشه و تهیه خطوط میزان منحنی مربوطه نقشه خطوط هم‌عمق آب زیرزمینی تهیه میگردد .

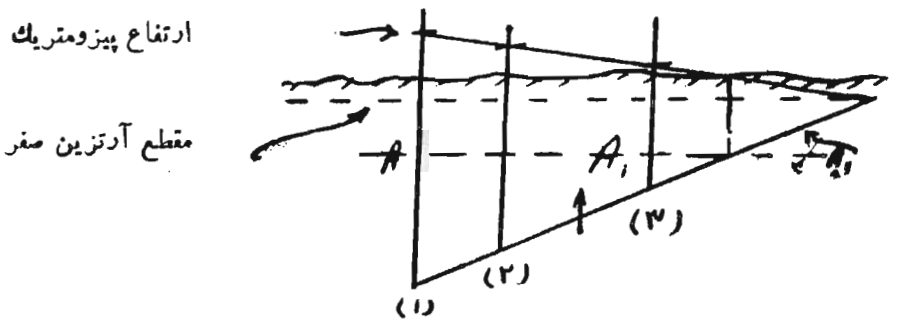
ازنقشه خطوط هم‌عمق‌میتوان مناطقی‌ازیك حوزه راکه به‌زهکشی احتیاج دارند وهمچنین احتیاجات‌زهشکشی مناطق مختلف را تعیین وطرح ریزی نمود .

مطالعه گونه‌های مختلف آبهای زیرزمینی با پیزومتر

الف ـ مطالعه آبهای تحت فشار (مناطق آرتزینی) Artesian Aquifers

برای تعیین نقاط آرتزینی واندازه‌گیری فشار مربوطه دریك منطقه اصولا ازچند عدد پیزومتری‌که در اعماق مختلف نصب شده‌اند استفاده میگردد . پس از اندازه‌گیری ارتفاق پیزومتریك در هریك از این پیزومترها چند حالت ممکن است اتفاق افتد :

۱ ـ آرتزین فعال : Active Artesian Area



شکل شماره ۸ تشخیص مناطق کارتزینی وسطح آرتزین صفر را نشان میدهد

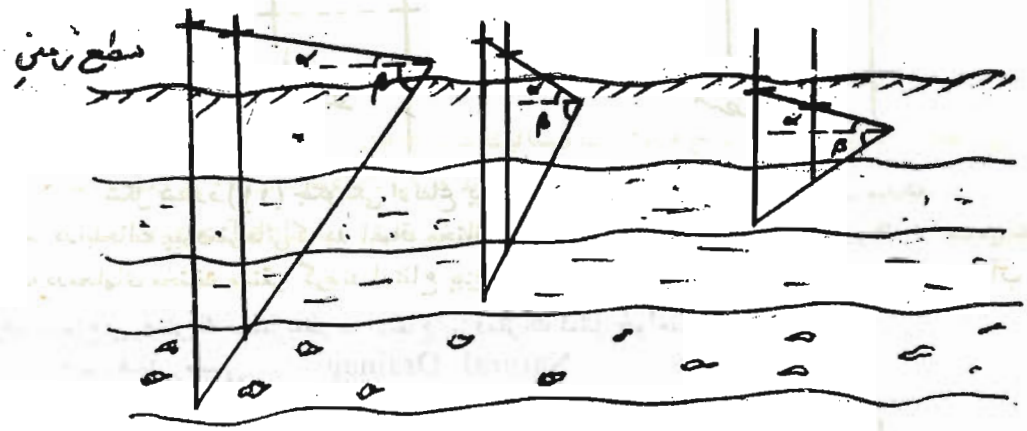
در این حالت ارتفاع پیزومیك طبقات مختلف متفاوت بوده و هرچه از سطح زمین پائین‌تر برویم ارتفـاع هیدورستاتیك بیشتر میشود. در صورتیکه نقاط انتهائی پیزومترها به نقاط ارتفـاع پیزومتریك همان نقطه متصل شوند نقطه تقاطع مکان هندسی فشار هیدوستاتیك صفر یا Zero Hydrostatic Pressure خواهد بود (شکل شمارهٔ ۸)

ازروی این شما میتوان مکان هندسی نقاطی‌راکه فشار آرتزینی‌آنها بیش‌از سطح زمین بوده ویا آرتزین فعال میباشند (سطح AA_1) را مشخص نمود . ازسطح AA_1 به پائین فشار پیزومتریك بالاتر ازسطح زمین بوده وچاههای حفر شده دراین ناحیه آرتزین میباشند وخودبخود آب آنها درسطح زمین‌جریان پیدا مینماید . بدین دلیل این نوع مناطق را مناطق آرتزینی فعال میگویند .

۲ ـ آرتزین غیرفعال None Active Artesian Area

دراین حالت نیز هرچه باعماق بیشتر برویم‌ارتفاع پیزومتریك بیشتر میشود ولی برعکس حالت فوق درهیچ یك ازمراحل ارتفاع هیدوستاتیکی بالاتر ازسطح زمین قرار نمیگیرد .

۳ ـ آرتزین لایه‌ای Layered Artesian Aquifers



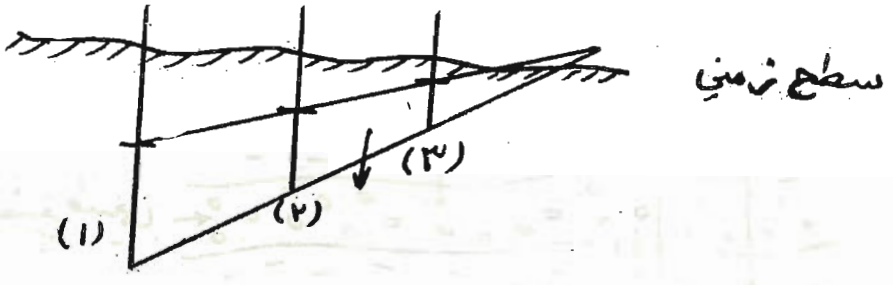
شکل شماره (۹) نحوه مطالعه آرتزین لایه‌ای با پیزومتر وشیب هیدرولیکی آنها را مشخص مینماید

دراینحالت ملاحظه میشودکه محل تقاطع‌انتهای پیزومترهاوارتفاع پیزومتریك درهریك از دوپیزومتر مجاور که دریك عمق نزدیك بهم قرار گرفته‌اند متفاوت میباشد . ازاینرو نتیجه‌گیری میشودکه خاك‌لایه‌ای بوده وازطبقات مختلف تشکیل شده است . هرچه شیب هیدرولیکی طبقات مختلف $I=\frac{Tan\alpha}{Tan\beta}$ (شکل شماره ۹) کمتر باشد مشخص افت‌کمتر فشار آنزین درآن‌قسمت ویا بزرگتربودن دانه‌های‌خاك خواهد بود. برعکس‌هرچه شیب هیدرولیکی‌بزرگتر باشد دانه‌ها ریزتربوده وبافت لایه‌های خاك بطرف خاکهای رسی متمایل میگردد. در اینجا α عبارتست از زاویه اتصال نقاط ارتفاع پیزومترلك و β زاویه اتصال نقاط انتهایی دوپیزومتر مجاور باخط افق میباشد .

دراین سه‌حالت منبع آب اضافی دراعماق قرارگرفته وحرکت آب ازپائین به بالااست .

ب ـ مطالعه آبهای‌که منبع سطحی دارند : Surface Source

۴ ـ آبهائی‌که بطرف پائین حرکت مینمایند : Penetrating Waters

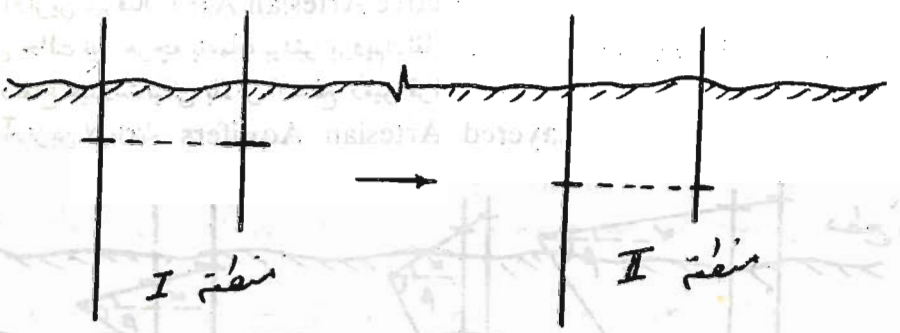


شکل‌شماره(۱۰)نشان دهنده‌نحوه‌قرارگرفتن‌نسبی‌ارتفاع پیزومتریك دراعماق مختلف درحالتی‌که آبهای زیرزمینی بطرف پائین حرکت مینمایند میباشده

دراین مرحله هرچه پیزومترها دراعماق بیشتری قرار بگیرند ارتفاع هیدروستاتیکی آنها کمتر میشود . در این صورت منبع آب اضافی دربالا قرار گرفته وحرکت آب عمودی وازبالا به پائین خواهد بود .

ج ـ مطالعه آبهائی که حرکت افق دارند :

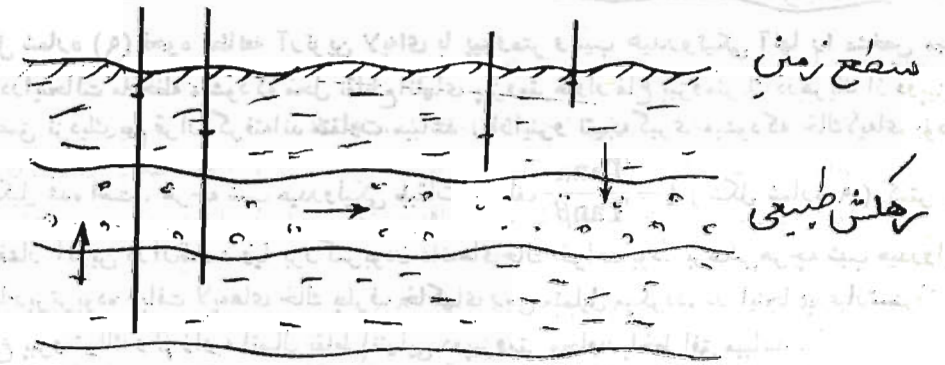
۵ ـ حرکت افق ساده Horizontal Moving Ground water



شکل شماره (۱۱) چگونگی ارتفاع پیزومتریك درحرکت افق‌ساده را نشان میدهد ،

دراینحالت پیزومترهائی که در اعماق مختلف نصب میگردند دارای ارتفاع پیزومتریك ثـابت میباشند ولی‌در صورتیکه درمحلهای مختلف مستقر گردند ارتفاع پیزومتریك آنها متفاوت میباشد. دراینصورت حرکت آب زیرزمینی ازطرف ارتفاع پیزومتریك بیشتربه‌طرف ارتفاع پیزومتریك کمتر خواهد بود .

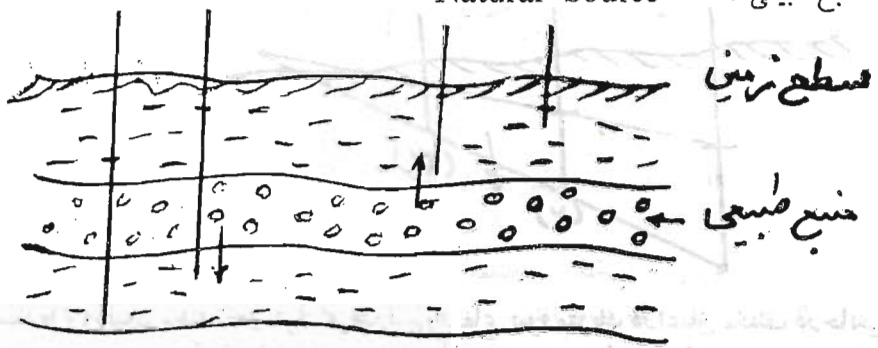
۶ ـ زهکشی طبیعی Natural Drainage



شکل شماره (۱۲) نحوه قرارگرفتن ارتفاق پیزومتریك را دراطراف لایه زهکش نشان میدهد

دراین حالت پیزومترهای طبقه پائین حالت فشارآرتزینی و پیزومترهای طبقه بالا حالت منبع سطحی داشته و آب ازطبقات مختلف به طبقه وسط جریان وازمنطقه خارج میگردد .

۷ ـ منبع طبیعی : Natural Source



شکل‌شماره (۱۳) طرزگسترش فشارهیدروستاتیك را در اطراف یك لایه‌بامنبع طبیعی‌مشخص‌مینماید

دراینحالت طبقات پائین حالت منبع سطحی وطبقات بالا حالت آتزینی دارند. دراین منطقه آب ازلایه وسط بطرف داخل جریان داشته ومنطقه را باتلاقی کرده ومسائل زهکشی بوجود میآورد .

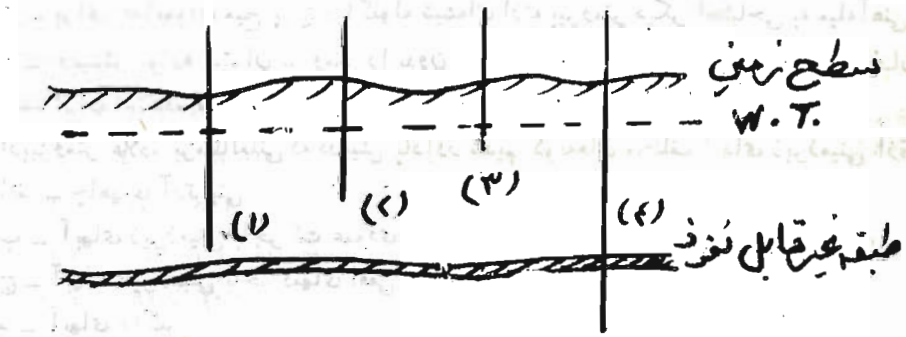
د ـ مطالعه آبهای راکد .

۸ ـ آب ساکن Standing Water Table

شکل شماره (۱۴) چگونگی سطح فشار هیدروستاتیك صفر (Water Table) رانشان میدهد

پیزومترهائی که دراعماق ودر فواصل مختلف قرار گرفته‌اند همگی دارای یك ارتفاع پیزومتریك میباشند. در اینصورت سطح مشترك (سطح فشار هیدروستاتیك صفر) را سطح آب زیرزمینی ویا Water Table نامند . بعبارت دیگر اگر پیزومتری دراین نقطه نصب شود فشار هیدروستاتیکی آن صفر خواهد بود .

۹ ـ آب مانده Stagmant Water Table



شکل شماره(۱۵) نحوه قرارگرفتن طبقه غیرقابل نفوذ وآب مانده‌را دریك منطقه نشان میدهد

در اینحالت یك طبقه غیرقابل نفوذ Hardpan و یا Impermeable Layer که اغلب هم خیلی نازك میباشد درعمق نسبتاً کمی‌قرار گرفته وآبهای باران ، اضافه‌آب آبیاری ویا جریانات سطحی که بداخل‌خاك نفوذمیباید روی این طبقه جمع میشوند . پیزومترهای شماره (۱) و(۲) هرکدام یك ارتفاع پیزومتریك را نشان میدهندکه خود علامت بیحرکت بودن آب مانده میباشد وپیزومتر شماره(۴) که درزیر طبقه غیرقابل نفوذ قرار گرفته است اغلب‌خشك وبدون آب خواهد بود . درصورتیکه عمق طبقه غیرقابل نفوذ کم و درحدود ۱/۵ ـ ۱/۸ متر باشد زهکشی آن بسیار مشکل ودر بیشتر مواقع هزینه زهکشی بعلت کم‌بودن فواصل زهکشی گران خواهد بود .

بحث ونتیجه‌گیری :

پیزومتر یکی‌از وسائل بسیار مهم درمطالعات زهکشی وآبهای زیرزمینی است . نصب پیزومتر دراعماق‌نسبتاً زیاد ومخصوصاً درزمینهای رسی بسیار دشوار بوده واغلب اتفاق‌میافتدکه درحین عمل پیزومتر خم‌شده واحتیاج به‌عوض نمودن آن میباشد. درمطالعات آبهای زیرزمینی ازپیزومتر استفاده‌های زیادی میشود . مهمترین مطالعاتی که میتوان‌با پیزومتر انجام داد عبارتند از :

تعیین سطح آبهای زیرزمینی، نحوه وجهت حرکت‌آنها، اندازه گیری ضرائب هیدرو دینامیکی خاك،تعیین فشار آرتزین منطقه ، مطالعه طبقات مختلف و تعیین آبگذری نسبی آنها در مناطقی که فشار آرتزینی لایه‌ای دارند ،

تعیین منابع آب اضافی وتشخیص نواحی تخلیه طبیعی منطقه .

اصولا روشهای مختلفی برای نصب پیزومتر بکار میبرند که هریك دارای محدودیتهای خاص بخود میباشند . دراین مقاله علاوه برتشریح روشهای قدیمی یك دستگاه جدید بنام «چکش وچك پیزومتر» نیز معرفی شده است . این دستگاه شامل سه قسمت :

الف ـ گیره : ازیك استوانه عاجدار تشکیل شده که درحین کار پیزومتر را محکم گرفته و بجای سندانی جهت زدن چکش از آن استفاده میشود .

ب ـ چکش: که ازیك استوانه توخالی ویك دسته تشکیل شده ووظیفه‌اش وارد آوردن ضرباتی به پیزومتر و فروبردن آن بداخل خاك میباشد .

ج ـ جك : ازیك حلقه عاجدار ودودسته که درطرفین آن قرار دارند تشکیل شده است از جك برای بالا کشیدن نسبی پیزومتر بمنظور جدا نمودن گلوله شیشه‌ای ویا میخ پرچ ازانتهای پیزومتر ویا بیرون‌آوردن پیزومتراز خاك پس‌از خاتمه مطالعات زهکشی استفاده میشود .

چکش‌وجك پیزومترداراى مزایای زیادی نسبت به‌سایروسائل پیزومترزنی بوده واهم‌آنها بقرارزیرمیباشند.

۱ ـ موقع چکش‌زدن، مخصوصاً درمواقعیکه ازپیزومتر بلند استفاده میشود، انتهای پیزومتر خراب نشده و یا وسط آن خم نمیگردد .

۲ ـ برای چکش‌زدن لوله‌های بلند احتیاجی به‌نردبان نخواهد بود .

۳ ـ نصب پیزومتر راحت‌تر وزودتر انجام میشود .

۴ ـ برای جدانمودن میخ پرچ ویاگلوله شیشه‌ای ازته پیزومتر دیگر احتیاجی به میله‌آهنی‌نخواهد بود .

۵ ـ دربیشتر موارد میتوان پیزومتر را بدون اینکه خم شده ویا ازبیـن برود اززمین خارج و دومرتبه در مطالعات آینده ازآن استفاده نمود .

ازپیزومتر علاوه برمطالعاتی‌که درپیش یادآور شدیم گونه‌های مختلف آبهای زیرزمینی ازقبیل :

الف ـ چاههای آرتزینی

ب ـ آبهای زیرزمینی باحرکت عمودی

ج ـ آبهای زیرزمینی باحرکتهای افقی

د ـ آبهای راکد

را میتوان بسادگی مطالعه ونتیجه‌گیری نمود .

References

1. Isrealsen, O. W., Irrigation principal and practices, Joh-Wiley and sons inc. New York, 1950.

2. Jenab, S. Abdollah, "Development of a Drainage Function for the transient case, and a two-Dimensional Ground-Water Mound study to Evaluate Aquifer parameter", Dissertation presented To Utah state University. Logan. Utah, 1967, in partial fulfillment of the requirment for the degree of doctor of philosophy in Irrigation and drainage Engineering.

3. Jenab: S. A., Bishop. A. A. and peterson, "Transient Functions for land Drainage", procceedings of the American Society of civil Engineers, Jour. of Irrigation and Drainage Vol. 95, IR 3, PP 361-373, 1969.

4. Jenab, S. A., peterson, D. F., and Bishop, A. A. "In-situ De-

termination of Aquifer Parameters for use in the Drainage Functions", psesented at the 1968 annual meeting of the American Society of Agricultural Engineers, June, 1968.

5. Luthin, J. N., Drainage Engineering, John Wiley and Sons Inc. New York. 1966.

6. Luthin, J. N., Drainage of Agricultural lands, American Society of Agronomy, 1957.

7. Theis, C. V. "The Relation Between the Lowering of the Piezometric Surface and the Rate and Duration of Discharge of a well Using Ground - Water Storage", Transaction, Am. Geoph. Union., 16 : 519-524, 1935.

8. Todd, D. K., Ground Water Hydrology, John Wiley and Sons Inc., New York.

Drainage and Ground-Water Investigations With Piezometer

By

S. Abdollah Jenabi[1]

Summary:

Piezometer is a very important tool in drainage and ground-water studies. The areas which piezometer could be used intensively could be mentioned as follows.

a. In determination of the location and the fluctuation of water-table (2)[2], (3) and (4).

b. In measuring the aquifer parmeters (4), (8) and (9).

c. In finding the sources of excess water, and the sinks in area.

d. In preparing the ground-water contour map, and water table depth map.

e. In determination of direction of ground-water movement and its hydraulic gradient,

f. In measurement of maximum pressure, and the level of zero hydro-static pressure.

In this article different tools used for installing the piezometer as:

a. Regular hammer.

---

1. Associate Professor, Isfahan University, Isfahan, IRAN, and formerly associate Professor Utah State University, Logan, Utah, U. S. A.

2. Number in parantheses correspond to the numbers in the reference.

b. Water jet,

c. Modified hammer.

Were discussed, and a new instrument called "Piezometer hammer and Jack" was presented. The new piezometer hammer and jack consists of three parts:

a. The holder which holds the piezometer and provides a base for hammering.

b. The hammer which is to hammer down the piezometer,

c. The Jack which is to pull out the piezometer.

The piezometer jack and hammer has many advantatages comparing with the old tools as follows:

a. When it is desired to install a long piezometer no ladder is needed.

b. The piezometer would not bend or crush at one end as often happens in using other instruments.

c. The installation is very easy and quick.

d. There would be no need for a long steel bar to push the marble or the pivet away from the end of the piozometer,

e. The piezometer can be easily pulled our without beeing bent or damaged.

Beside the investigations mentioned in the above, the method which piezometer could be used in recognition of the following kinds of ground waters :

a. Artesian aquifer.

b. Moving down ground-water with surface sources.

c. Internal moving ground-water,

d. Stagnant ground water.

Was described.

استفاده از مدل ریاضی برای تخمین تخلیه سالانه یا بین‌سالانه سفره‌ها

نوشته : فرانسوابازن[1] ترجمه : ابوالفضل مجیدیان

خلاصه

توسعه کشاورزی یك منطقه بستگی بوجود مقدار آب کافی درموقع نیاز به آبیاری دارد . اگر زمان بارندگی ومقدار آن کاملا منطبق بااین احتیاجات نباشد باین‌ازتکنیك آبیاری یاری جست وبرای این‌منظور باید ازمنابع‌موجود استفاده کرد . یعنی یاباید ازآبهای سطحی بهره‌برداری نمودکه دراینصورت اگر مقدار جریان درکم آبترین مواقع طبیعی خودکافی نباشد باید بوسیله سد یا آب بندهایی آن‌را تنظیم‌کرد. و یا از آب‌هائیکه درسفره زیرزمینی ذخیره گردیده‌اند استفاده نمود . معمولا بهترین طریقه، استفاده ازهردو منبع میباشد البته باید تحقیق کرد کدامین ترکیب از ذخیره سطحی وذخیره زیرزمینی را میتوان برای‌تامین آب لازم درمواقع مناسب مورد استفاده قرارداد وکدامیك ازنظر اقتصادی بیشتر مقرون بصرفه است .

ضمناً چون استخراج هریك ازآبهای زیرزمینی وسطحی برروی دیگری اثرمیگذارد بنابر این باید بررسی آنها هماهنگ انجام گیرد .

در هریك ازفرضیه‌های مختلف بهره‌برداری باید مراحل متوالی گردش آب مانند :

بارندگی ، رودخانه‌های مهارشده یا مهارنشده، نفوذ ، ذخیره‌وجریان زیرزمینی ـ زهکشی یا سرریزسفره‌ها وغیره مورد بررسی قرارگیرد .

این مطاله بوسیله سوگره‌آ درمنابع آب دشت تسالی Thessalie یونان اجراگردیده است دراین مطالعه مدل محاسباتی داده‌های هیدرولوژی آبهای سطحی بامدل تشابهی جریان زیرزمینی ادغام شده است .

تصحیح این مدلها بدینطریق انجام گردیده‌که برای هریك ازداده‌ها بطور جداگانه یك حد خطا در نظر گرفته شده سپس باتوجه به ارتباط وهمبستگی این داده‌ها تغییراتی درمقدار آنها (بارعایت حدخطا) داده شده است

برای هرفرضیه بهره‌برداری سالهای آینده یك عمل تشابهی انجام گردیده این عمل تشابهی میتواند شرایط فیزیکی مربوط بخودرا درآن زمان نشان دهد سپس‌این شرایط فیزیکی میتواند از نظر اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد . پس از بررسی چندین برنامه تشابهی میتوان تصمیم نهایی را اتخاذ نمود .

دو دشت تسالی‌دریونان مرکزی یك موقعیت‌برجسته‌ای درمیان نواحی زارعی کشوردارند سال‌بسال‌محصولاتیکه آبیاری میشوند (چغندر ـ علوفه ـ وبخصوص‌پنبه) جای کشت ـ غلات سنتی‌راکه کمتر سود داشت میگیرند

دولت یونان تصمیم گرفت سیستم‌آبیاری را تنظیم نموده وبرای آن برنامه ریزی نماید و مایل است‌که در مرحله اول برداشت ازمخازن زیرزمینی را تا حد ماگزیمم بالا ببرد ضمناً میداندکه درمواقع ضروری منابع دیگری ازطریق مهارکردن آب رودخانه‌های اصلی‌دراختیار خواهد داشت

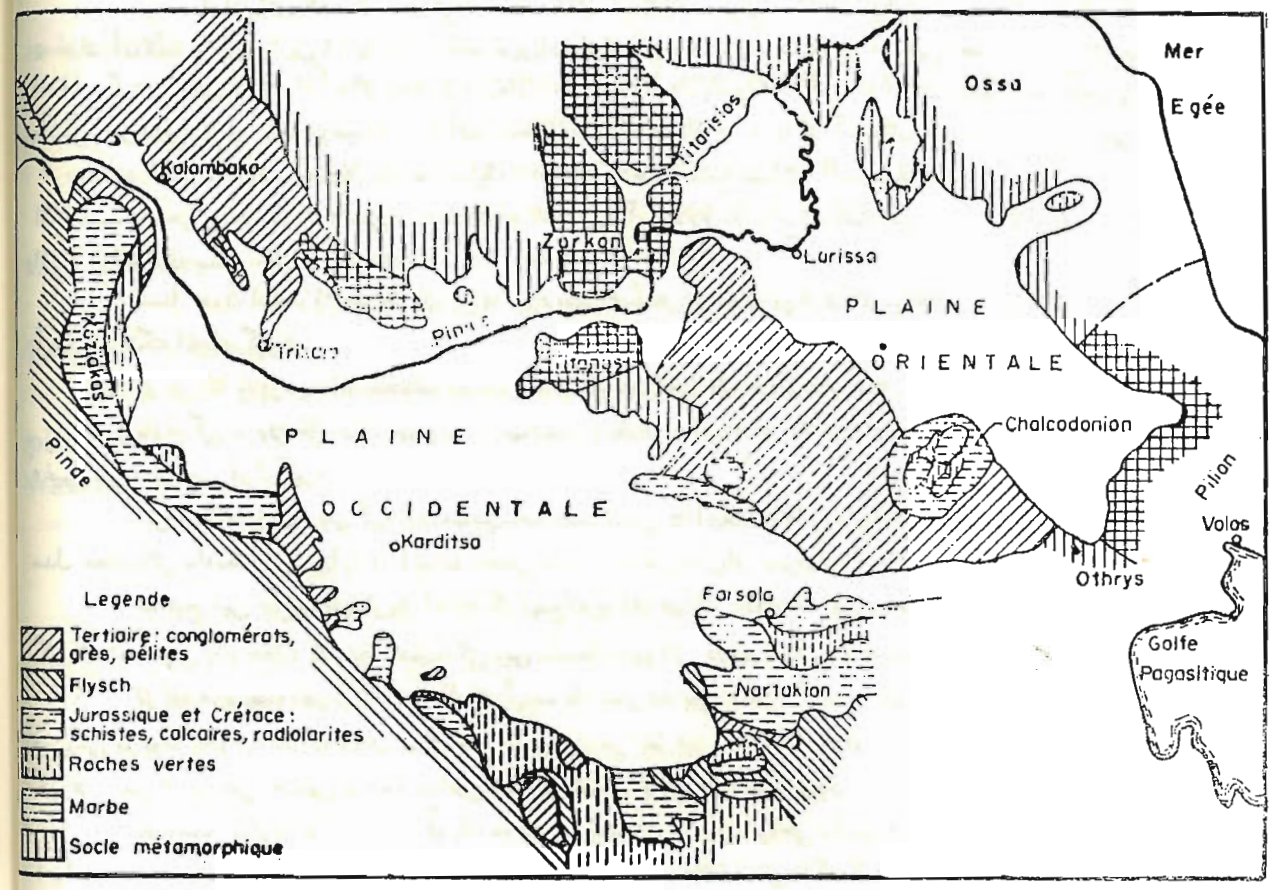
موضوع مقاله تشریح روشی است‌که بوسیله سوگره‌آ برای تهیه بیلان آب زیرزمینی و تخمین میزان قابل برداشت ازسفره‌ها بکار برده شده است این تخمین باید تاحد امکان به مقدار واقعی قابل برداشت نزدیك باشد

۱ ـ وضعیت آبها در تسالی

۱ ـ ۱ـکادر هیدروژئولوژی

حوزه تسالی شامل دودشت میباشد که بطور موازی گسترده شده وبوسیله یك منطقه تپه‌ای ازیکدیگر جدامیشوند ارتفاع دردشت شرقی بین ۴۵ متر تا ۱۰۰ متر ودردشت غربی بین ۸۰ متر تا ۲۰۰ می‌باشد این دشتها بوسیله مناطق مرتفع‌تری محصورمیگردند وراهی به‌دریا ندارند مگر بوسیله معبر باریکی که بعنوان مخرج منابع هیدروئولوژیکی محسوب میگردد . اساس تشکیل حوزه مربوط به‌حرکات تکتونیکی میباشد که درجریان آن گسلها نقش مهمی داشته‌اند دردوران چهارم درقعر این دره‌ها دریاچه تشکیل شده ودکه آخرین آنها دریاچه کارلا Karla میباشد که بطورمصنوعی خشك شده وآب آن ازطریق حفر یك گالری به خلیج پاگازیتیك Pagasitique خالی شده است رشته کوههای کمر- بندی دارای ارتفاعی بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر هستند این ارتفاعات درحاشیه جنوبی ازسنگهایی تشکیل گردیده که اکثریت آنها دارای قابلیت نفوذ کمی هستند مانند ماسه سنگهای آرژیل‌دار ـ رادیولاریت‌ها ـ سنگهای سبزودربرخی قسمتها آهکهای ژوراسیك ویا کرتاسه ظاهر میگردند که بعلت حالت کارستیکی خیلی قابل نفوذ شده‌اند

حاشیه شمالی بطور کلی ازسنگهای متامرفیك تشکیل گردیده که عبارتند ازمرمرهای کارستیك همراه بالایه‌های متناوب شیست متبلور باضخامت متفاوت .



Figurel : Thessalie – schéma géologique.

درقسمت شرق مرمرها تشکیل دهنده اصلی تپه‌هایی میباشند که این دشت را از دریای اژه جدا میسازد .

هریك ازاین دودشت ازآبرفتهاییکه منشاء آنها از ارتفاعات کمربندی میباشد پوشیده شده‌اند تقریباً در همه قسمتها ضخامت آبرفت از ۱۰۰ متر تجاوز مینماید ودر قسمتهای عمیق نزدیك به ۳۵۰ متر میرسد

ارتفاعات سنگی بطور پراکنده ازمیان آبرفتها ظاهر میگردند وجنس آنها اغلب آهکی یا مرمرمیباشد .

بوسیله بررسیهای ژئوفیزیکی بالاآمدگی‌های سنگ کف که این‌تپه‌ها نشانه‌هایی ازآن میباشند تعیین گشته. برجستگی‌های دیگری نیز که درسطح زمین ظاهر نشده‌اند مشخص گردیده‌اند

۱ ــ ۲ بارندگی وجریان سطحی

میزان بارندگی سالیانه دردشت بین ۵۰۰ تا ۸۰۰ میلیمتر ودر ارتفاعات کمربندی تا ۱۶۰۰ میلیمتر میباشد مانند همه مناطقی که دارای آب وهوای مدیترانه‌ای میباشد قسمت اعظم بارندگی سالیانه دراکتبر ــ نوامبر و بخصوص فوریه تاآوریل میبارد وماههای تابستان اغلب خشك بوده وگاهی رگبارهای استثنایی دیده میشود

رودخانه اصلی منطقه پینیو Pinios نامیده میشود وسعت حوزه آبریز آن درحدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مربع میباشد پینیو به ترتیب ازهردو دشت تسالی عبور مینماید این رودخانه برای گذشتن ازیك دشت بدشت دیگر ازیك توده مرمری (ارتفاعات زارکون Zarkon) عبور مینماید حدود سه‌کیلومتر آخراین مسیر ازتشکیلات کلارستیك میگذرد.

۱ ــ ۳ آبهای زیرزمینی

یك سفره قابل‌توجه درهریك ازدشتهاوجود دارد ازنظر میزان‌آب ذخیره باید گفت‌که بیشترین تغذیه‌رسوبات آبرفتی ازقسمتهای دوردست تامین‌میشود وتشکیلات کارستیکی نیز بطور محلی دارای مخازن ذخیره‌ای میباشندکه‌برروی جریان سفره آبرفتی اثرمیگذارند. آبهای حاصل ازبارندگی وبرف بطرق مختلف به سفره آب زیرزمینی راه مییابند

الف : نفوذ مستقیم بارندگی

درقسمت اعظم این دودشت لایه سطحی‌درماههای‌اول‌بارندگی بحالت‌اشباع‌میرسد. این‌حالت‌میزان جذابیت را محدود مینماید ودرمجموع نفوذ باران‌کم میگردد نفوذ پتانسیل درحد ۳۰ تا ۹۰ میلیمتر در سال یعنی درحدود ۵ تا ۱۱ درصدکل آب بارندگی سالیانه تخمین زده میشود

درقسمتهای کارستیك اطراف نفوذ خیلی بیشتر است با توجه به‌حالت سطحی زمین میزان آب جذب شده ۳۰ تا ۶۰ درصدکل آب بارندگی‌را تشکیل میدهد

ب : تغذیه یا زهکشی رودخانه‌ها

رودخانه‌هایی‌که به دشت وارد میشوند دارای‌خاصیت سیلابی میباشندکه ازمشخصات‌آب وهوایی منطقه‌میباشد. میزان جریان دائمی خیلی‌کم است دربعضی قسمتها نیز اگرمقدارآبی نفوذ نکرده باشد تماماً برای آبیاری برده‌میشود بدین جهت همیشه بستررودخانه مدت دوتاسه ماه خشك میماند .

ازنوامبر تاآخر بهار این رودخانه‌ها درقسمت ورودی خود به دشت تبدیل به منطقه نفوذی خوب میگردند. آبها بطور سرگشته دریك بستر عریض قابل نفـوذ متشکل از قطعه سنگهـا وقلوه سنگهای حمل شده بوسیله سیـلابها جریان مییابد .

برعکس درقسمت خروجی مقدارنفوذ تقریباً صفر میگردد واغلب حالت عکس مشاهده میشود یعنی رودخانه‌ها بوسیله آبهای سفره‌که دربعضی نقاط بعلل مختلف بخارج راه پیدا کرده‌اند (چشمه‌ها) تغذیه میگردد در قسمتهایی‌کـه رودخانه تشکیلات آهکی را قطع میکند تبادل آب بین رودخانه و تشکیلات کارستیکی انجام میگیرد . جهت جریان بستگی به میزان آب ایندو منبع دارد . برای مثال پینیو درمعبر زارکن Zarken بوسیله سفره تغذیه میگردد .کمی به سمت شمال یك شعبه مهم پینیو به نام تیتاریزیو Titarisios همان تشکیلات مرمر را قطع مینماید ولی چون عمق دره آن‌کمتر ازدره پینیو بوده ودر ارتفاعی بالاتر ازسطح‌سفره‌کارستیکی‌حرکت مینماید درنتیجه‌این رودخانه(تیتاریزیو) درموقع عبور از این تشکیلات‌کارستیك بطور متوسط مقدار آبی درحدود ۳متر مکعب درثانیه ازدست میدهد .

ج ــ نفوذ درکوهپایه‌ها :

آبهای نزولی درشیب تپه‌هاییکه درحاشیه دشت قرارگرفته‌اند جاری میگردند و قبـل از آنکه فرصتی داشته باشند تا دریك مسیر جریان واحدی وارد شوند داخل میگردندودر آن قسمت از کوهپایه‌هاکه سرعت جریان کم‌بوده جنس رسوبات قابل نفوذتر ازدشت میباشد یك قسمت ازاین آبهای جاری نفوذ مینماید .

د ــ تبادل آب بین سفره‌ها

بعضی‌از ارتفاعات حاشیه دشت دارای سنگهای قابل نفوذ میباشند ازجمله توده‌های آهکی ویا مرمرکه‌بوسیله فشارهای تکتونیکی بصورت‌کارستیکی درآمده‌اند وبسیار قابل نفوذ شده‌اند . دربعضی از این توده‌ها حرکت آبهـای

نفوذی بسمت دشت میباشد وآبها ازسفره کارستیکی به سفره آبرفتی منتقل میگردد .

قدرت جذابیت سفره‌های آبرفتی دربیشترمواقع برای جذب مقدار آب جاری کارستها کافی نمیباشد دراینصورت مقدار اضافی بوسیله چشمه‌هائیکه درمحل کنتاکت آبرفتها وتوده‌های آهکی قرار دارند تخلیه میگردد .

برخی دیگر ازتوده‌های کارستیکی آب سفره آبرفتی را زهکشی نموده وامکان میدهند آب بخارج جریان یابد این حالت درقسمت شرق تسالی دیده میشود . دراین قسمت آبها ازیك تشکیلات مرمرکه بصورت یك کمربند به‌عرض ۱۰ کیلومتر کشیده شده عبور نموده وبدریای اژه راه مییابند .

درداخل دشت یك تبادل آب بین توده‌های کارستیکی که درزیرمستقیماً باآبرفت تماس دارند با رسوبات آبرفتی وجود دارد . درکارستهای خیلی قابل نفوذتغییرات میزان آب خیلی کم میباشد بطوریکه درقسمت بالادست، آبرفت‌ها بوسیله کارستها زهکشی میشوند ودرقسمت پائین‌دست آبرفتها تغذیه میگردند ویا چشمه‌ها بوجود میایند .

۲ ـ روش مطالعه بیلان آب

لازم است مقدار کمی تبادل آب بین سفره ومحیط اطراف آن دربعد وزمان شناخته شود اولین عمل که معمولا طولانی‌ترین کارها نیزمیباشد عبارت ازجمع آوری اطلاعاتی استکه میزان جریانات آبهای سطحی وزیرزمینی را مشخص میکند درتسالی برای این‌منظور دوسال صرف بررسی واندازه گیری گردید .

یك آزمایش انتقادی مدل اجرا شده ازطرف دیگر یك برنامه انتخاب اطلاعات نیز بعمل آمد وآندسته از اطلاعاتی که میتوانست مبین خصوصیات پدیده‌های مورد مطالعه باشدانتخاب گردید دودسته اطلاعات ونتایج بدست آمده باهم مقایسه گردیدند ویك نتیجه مناسبی که اصلاح شده این‌دو اطلاعات بود انتخاب گردید .

۲ـ۱ـ داده‌های خام

داده‌هائی هستندکه مستقیماً بوسیله تحقیق یااندازه گیری درروی زمین بدست‌آمده‌اندکه بآن اضافه خواهد شد اطلاعاتی که مستقیماً اندازه گیری نشده‌اند ولی‌از تفسیر مستقیم اطلاعات جمع آوری شدن درروی زمین نتیجه گیری میشوند ازاین جمله است قابلیت هدایت سفره آبدار .

داده‌های هواشناسی

نزولات بوسیله یك‌شبکه باران‌سنجی اندازه گیری شده‌است. دراین ایستگاهها قرائت‌تاحد امکان بطورروزانه انجام میگیرد. بعضی‌ازاین‌باران سنجها نیزبه ثبات مجهزشده‌اند .

برای تبخیر پتانسیل این‌عوامل بررسی شده‌اند . حرارت، تابش آفتاب ـ باد .

اندازه گیری تبخیر در تشتك فقط دربعضی ازایستگاهها انجام گردیده وبعنوان معیار درمحاسباتیکه باهوامل فوق انجام گرفته بکارگرفته شده است .

میزان تفاضل نزولات وتبخیر پتانسیل‌دردشت بیش‌ازمقدارآبی است که بطورتئوریك درزیرزمین نفوذ مینماید. درحقیقت فقط مقدارآبی میتواند نفوذکندکه وضعیت رطوبت خاك ومیزان دخیره سفره امکان میدهد .

درحوزه آبگیر شرائط سطح بسیار متفاوت است وبرخی ازاین شرائط اثرتعیین کننده درسرنوشت آب نازل بوسیله بارندگی را دارند. مهمترین آنها عوامل زیرمیباشند .

داده‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی

الف ـ جنس سنگها

مطالعات حاشیه شمالی تسالی نشان دهنده صریح نقشی‌است که لیتوژی بعهده دارد . یادآور میشویم که دراین منطقه یك توالی توده‌های کارستیکی وتپه‌های شیستی‌مشاهده میشود. درروی قسمت شیستی میزان نفوذ ازبارندگی‌تقریباً صفر میباشد. درصورتیکه میزان نفوذ درنواحی‌کارستی از ۵۰ درصد تجاوز مینماید .

ب ـ وضعیت سطح زمین

دراین قسمت باید شکستگی سنگها، درجه تجزیه شدگی آنها، وجود یا عدم وجود خاك تشکیل شده از مواد

تجزیه مورد توجه قرار گیرد . برای مثال بخشی ازتوده‌های مرمری درتسالی غربی دربعضی نواحی بوسیله خاك قرمز پوشیده شده‌اند ودرنتیجه میزان درآنها بطور محسوسی نسبت به وتبخیر کم گردیده است .

ج ـ شیب توپوگرافی

درشرائط سطحی مساوی درمواقعی که ارتفاعات بریدگی داشته وآبریزهای پرشیبی را ایجادکرده باشند میزان جریان سطحی زیادتر میگردد .

جریان آب درسطح زمین

الف ـ رودخانه‌ها

دراینجا منظورآب نهرها میباشدکه بیکدیگر پیوسته وتشکیل یك شبکه هیدروگرافیك منظمی‌را میدهند.

تعیین‌حجم آب جاری‌بطریق کلاسیك‌ازطریق‌اندازه گیریها ویا مشاهدات زیاد ویادائمی‌سطح آب درایستگاههای اندازه گیری انجام‌گرفته است

قرابت‌دوسری اندازه گیری‌امکان میدهدکه منحنی Q(t)را رسم‌نموده ودرهریك از ایستگاههای اندازه گیری مقدارآب جاری را برمبنای زمان بدست‌آورد .

ایستگاههای اندازه گیری بطور سیستماتیك دردهانه رودخانه درمنطقه کوهپایه ایجاد شده‌اند یعنی درست در قسمت بالای منطقه‌ایکه دارای بیشترین نفوذرا میباشد .

درروی رودخانه‌های پراهمیت چند نقطه اندازه گیری اضافی انتخاب گردیده است. مثلا برای مطالعه پینیو از ۱۰ ایستگاه استفاده شده‌که ۵ ایستگاه آب مجهز به لیمنوگراف میباشد .

ب ـ چشمه‌ها

آبدهی چشمه‌های مهم بطور دوره‌ای اندازه گیری شده است. درتعبیر نتایج، منابع آب چشمه‌ها مورد توجه قرارگرفته درحقیقت برخی‌ازچشمه‌ها ازسفره آبرفتی‌دشت‌تغذیه‌میگردند بنابراین‌آنها چشمه‌های خروجی Exutoires هستند. درصورتیکه آب اغلب چشمه‌هائیکه درحاشیه دشت قرارگرفته‌اند ازمنابع خارج‌ازسفره سرچشمه میگیرند .

جریان درزیرزمین

مطالعه سفره‌اهمیت خاصی‌رادارا میباشد. برای اینکه‌آبهای نفوذی‌درآن جای میگیرد وضمناً منبع‌ذخیره‌ایست که آب مورد نیازکشاورزی ازآن برداشت میشود .

الف ـ مشخصات ژئومتری

مطالعه دقیق زمین‌شناسی‌اطراف حوزه امکان دادکه حدود کناری سفره را تعیین نمائیم برای شناخت‌ضخامت آن ابتدا اقدام به‌یك سلسله سنداژهای الکتریکی گردید ونتایج حاصله با توجه به شناسائی استراتیگرافی و تکتونیك منطقه تعبیر وتفسیر گردید .

ب ـ عوامل‌هیدرودینامیك

آزمایشات پمپاژ مقدار عوامل هیدرودینامیکی رادرنقاط آزمایش بدست داد .با استفاده از اندازه گیریهای ژئو فیزیك ومقاطع سنداژها ، مقاطع لیتولوژی ، مقاومت ، وثبت گاما . مقادیرفوق در تمام منطقه عمومیت‌دادەشد .

ج ـ داده‌های پیزومتریك

در اندازه گیریهای سطح‌پیزومتری‌دقت خاصی بکاربرده شددر مدت ۱۸ ماه در حدود ۲۰۰ نقطه‌اندازه گیری آب بعمل آمد که تعداد زیادی از آن بطور هفتگی بوده است .

مجموعه داده‌های فوق درشناخت جریان آب درسفره وتبادل آن بامحیط خارج مورد استفاده قرارگرفت .

۴ ـ ۲ تشریح‌وتعمیم اطلاعات

هیدرولوژی سطحی :

دشت وحدود آن بنواحی کوچکتری تقسیم شده‌اند که درآنها وضع بارندگی وعوامل جریان سطحی تقریباً یکسان میباشند . برمبنای داده‌های اندازه گیری شده در هرناحیه یك‌بیلان‌آب‌سطحی‌تهیه گردیده است ازدستگاههای

متفاوتی برای تبدیل داده‌های خام به‌عامل قابل استفاده در بیلان استفاده شده است .

الف ـ تعمیم داده‌ها

برنامه‌های محاسبات اتوماتیك برای تبدیل انداز گیریهای نقطه‌ای به داده‌های ناحیه‌ای در طول زمان تهیه شده است

ـ نزولات اندازه‌گیری شده درمرحله اول متوسط ماهیانه درهرایستگاه ودرمرحله دوم به بارندگی متوسط در حوزه‌آبریز تبدیل‌شده‌اندبرای‌محاسبات از متدتیسن‌استفاده‌شده‌است .

ـ برمبنای اندازه‌گیریها وبررسی‌های‌لیمنیمتری، آبدهی روزانه وماهانه رودخانه وچشمه‌های بزرك محاسبه گردید. مقادیر بدست‌آمده بعداً برای تهیه بیلان‌آب بکار میرود.

ب ـ نفوذ مستقیم باران

مقدار نفوذ پتانسیل برمبنای زمان در نواحی مختلف دشت بوسیله مدل محاسباتی تعیین گردیده‌دراین‌مدل از بارندگی ، تعریق و تبخیر پتانسیل وظرفیت نگاهداری پوشش سطحی زمین استفاده شده است. آبهائیکه در نـزدیکی سطح زمین انباشته شده، یاتبخیر میشوند ویا درصورت امکان بقسمت عمیق‌تر نفوذ نموده وبسفره آب میرسند و ایـن بستگی به‌سه عامل فوق دارد .

نفوذ یا زهکشی رودخانه‌ها

قسمتهای‌کوتاهی از رودخانه را انتخاب مینماییم بطوریکه بتوانیم بوسیله معادله خطی مقدارکم یا زیادشدن دبی را محاسبه‌کنیم.

میزان جریان هرقسمت امکان میدهد میزان آب نفوذی ویازهکشی شده را درهرکیلومتر طول‌بدست آوریم با ازدیاد دفعات اندازه‌گیری تغییرات وانجام این‌اندازه‌گیریها درشرایط متفاوت جریان ، ارقام محاسبه شده دقیق‌تر خواهند بود.

جریان ونفوذ درحواشی

در آبریزهای مربوط به دشت که‌دارای قابلیت نفوذ کم میباشند نفوذبسیارکم است ولی تقریبا تمام آبهاییکه جریان دارند درکوهپایه‌ها نفوذ مینمایند . این مقدار آب بوسیله مدلی محاسبه‌گردیده که در آن میزان بارندگی ، تعریق وتبخیر وسطح‌نفوذ منظور شده است .

این مدلها در حوزه‌های انتخابی که درآنها نقطه‌اندازه‌گیری‌وجوددارد پیاده شده‌است . برعکس درارتفاعات کارستیکی جریان آب بطور استثنائی دیده میشود ومیزان نفوذ از طریق مقایسه باقسمتهایی محاسبه‌میگردد که‌درآنها امکان اندازه‌گیری آبهای خروجی وجود دارد .

جریانهای زیرزمینی

جریان در سفره آب زیر زمینی بوسیله مدل ریاضی سفره‌ها از نوع کلاسیك محاسبه گردیده در این مدل معادلات هیدرودینامیك در محیط متخلخل از طریق دیفرانس‌فینی وبکمك ارقام‌زمان‌وحجم‌حل گردیده‌اند .

ارتباط بین مدل آب‌سطحی و مدل هیدروژئولوژی

ازجمله شرایط‌محیط داده شده بمدل سفره اب زیز زمینی . دبی نفوذی ودبی آب ظاهرشده میباشد که هریك از این دوعامل بوسیله بیلان آبهای سطحی قابل تخمین میباشند .

الف ـ درمناطقی‌که بیشتر عمل نفوذ انجام میگیرد مانند محل گسترش رودخانه‌هاوکوهپایه‌ها ، سطح‌آزاد سفره بدون تردیددرزیرسطح‌توپوگرافی‌قرارمیگردبنابراین‌آب‌نفوذی‌درقسمت‌غیر اشباع‌زمین‌پایین میرود ویك قـسمت تقریباً عمودی راطی‌مینمایددراین‌حالت‌دبی‌نفوذی‌بستگی به آب سطحی داشته ومستقل از حرکت سفره آب‌زیرزمینی میباشد بدین‌جهت این مقدار بعنوان آب تزریقی در مدل سفره آب زیر زمینی وارد میگردد . نوسانات آن در طول زمان ، وضع آب سطحی را نشان میدهد .

با توجه باینکه سطح حوزه در حدود ۱۰،۰۰۰ کیلومتر مربع بوده وارتفاع آن از ۵۰ متر تا ۳۰۰۰ متر تغییر مینماید بنابراین تغییرات فصلی آبهای تزریقی در نقاط مختلف سفره متفاوت میباشد . عملا مجبور شدیم۹معادله $Q(t)$ برای نشان‌دادن تغییرات دبی نفوذی‌درسفره بکار بریم که هر معادله‌باتوجه‌به‌یك‌رودخانه‌اصلی‌ویا جریان آب یك منطقه حاشیه‌ای نوشته‌شده‌است .

نفوذ مستقیم باران بسفره زیرزمینی نیز بصورت آب تزریقی منظور شده است . باتوجه به‌حالت‌سفره‌در هر شبکه مدل ودر هر موقعی از مقایسه این مقدار آب تزریقی میتواند دونقش داشته باشد یا : بعنوان عامل مؤثر درتغذیه سفره آب زیرزمینی پذیرفته میشود ویا اگر سطح پیزومتری‌تاحدسطح زمین‌بالا آمد دراین صورت‌تمام‌یاقسمتی از آب تزریقی خارج میگردد وبصورت زهکشی درمیآید که بعداً در مورد آن بحث مینمائیم .

ب ـ ظاهر شدن مجدد آب

دریك ناحیه بزرگی از دشت برروی آبرفتهای دانه درشت آبرفتهای‌دانه ریزقرارگرفته‌اندکه درآنهابیشتر مواد سیلتی وسیلت ورس دیده میشود . میزان قابلیت نفوذ این پوشش(حتی‌اگرکم‌ضخامت باشد) کافی خواهدبودتادر تبادل آب بین سفره زیرین وقسمت سطحی حالت تعیین‌کننده داشته باشد در قسمتهائی‌کـه سفره آرتزیـن میباشد . آبهای جاری از پوشش سطحی بطرف بالا نفوذ میکند. بدینطریق یاچشمه‌هارا تغذیه مینماید یا بصورت نفوذی بخارج راه یافته درگودالهای زهکشی جمع میگردند .

مقدار آب فوق بعنوان وردی در بیلان آب سطحی منظور میگردد . در مدل سفره آب زیرزمینی این مقدار آب بعنوان‌آب‌خروجی منظور شده وبطور اتوماتیك از طریق قانون دارسی محاسبه میشود .

۲ ـ ۳ آزمایش‌صحت

هریك از عوامل فیزیکی مانند آبهای جاری ، آبهای نفوذی ،وضع جریان وذخیره درسفره آب‌زیرزمینی وغیره بوسیله مقادیر متغیر در زمان وبعدمشخص‌شده‌اند این متغیرهابوسیله‌قوانین‌هیدرودینامیکی بهم مربوط گردیده‌اند درمدلهای جریان آب سطحی ، این قوانین بوسیله معادلات رابط متغیرها بیان گردیده‌اند .

بعضی ازمقادیر مشخص‌کننده مختصات زمین‌ویازیرزمین‌بصورت پارامترهائی درمعادلات نشان‌داده شده‌اند از آنجمله میتوان :قابلیت‌هدایت تشکیلات سفره‌آب زیرزمینی یا ضخامت‌مقدار آب جذب شده ونگاهداری شده بوسیله‌خاك در ابتدای یك فصل مرطوب را نامبرد .

طرق دقیقی که در بررسی‌ها بکار رفته باعث گردید متغیرهاوپارامترها بطور مشخصی‌شناخته شوند. هریك‌از مقادیر موردنظر، در نقاط پراکنده‌وزمانهای‌غیرمداوم‌انداه گیری‌شده‌اند بربنای‌داده‌های‌نقطه‌ای مقادیر متوسط محاسبه گردیده‌اند. این‌مقادیردربعضی ازموقعیتهای زمانی‌ویامکانی‌درمدل بکاررفته‌اند .

باوجود این، یك سری نارسائیهائی در شناخت‌کمی عاملهای تعیین کننده میزان تغذیه سفره یا جریـان آن بوجودآمده وهمچنین امکان دارد اختلافاتی در سیستم داده هائی‌که بمدل هیدروئولوژیکی وارد شده وجود داشته‌باشد.

تطبیق تغییرات سفره درمدل در یك دوره معین با تغییراتی که اندازه گیری های روی زمین در همان دوره نشان میدهد بما امکان میدهد تا میزان صحت داده‌هارا بررسی نموده واطمینان حاصل نمائیم‌که این تغییرات باحقیقت بسیار نزدیك میباشد .

عملا بسیارکم اتفاق میافتدکه عمل تشابهی بطور دلخواه انجام یابد . بخصوص درمناطقی مانند تسالی کـه عوامل طبیعی‌که باید درمدل ساخته شوند پیچیده باشند .

بطورکلی مشابهت های اولیه یك اختلاف با داده های واقعی را نشان میدهد ولازم است مدل تنظیم گردد.

در این‌صورت باید کلیه داده‌هائیکه‌درمشخص‌نمودن‌عوامل مختلف‌موردمطالعه‌دخالت‌دارندموردتوجه‌قرارگیرند.

ابتدا باید مقادیر اولیه مشکوك که‌به‌متغیرها وپارامترها داده شده کنار گذاشته شوند سپس بتدریج اقدام بـه اصلاح مقادیر مورد اختلاف میگرددو این عمل‌آنقدر ادامه‌مییابد تا زمانی‌که اختلاف موجود بین اندازه گیریها ونتایج بدست آمده ازمحاسبات بحد اقل برسد .

آبیاری کوزه‌ای

تحقیق درصرفه جوئی مصرف آب و کاربرد کوزه‌های سفالین برای ایجاد فضای سبز و کشت درختان مثمر و غیر مثمر در مناطق خشك کویر

پرویز مهدیزاده
رئیس مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

در انجام این تحقیق آقایان جعفر ملکوتی، عبدالحسین ایل سعادتمند، اسمعیل رهبر ومحمد علیزاده در پیاده کردن، اندازه گیری ومحاسبات همکاری داشته‌اندکه از همه آنها سپاسگزاری میشود.

مقدمه :

بررسی بیلان آب کشور نشان میدهد، به‌رغم اینکه همه‌آب موجود نیز مهار شود معهذا این آب برای مصارف کشاورزی، شهری رصنعتی کافی نیست واستفاده از آن برای ایجاد جنگل وفضای سبز درمناطق خشك کشور امکان ـ پذیر نخواهد .

افزایش جمعیت کشور وانتقال نیروی کار ازیك بخش اقتصادی به‌بخش دیگر بعبارت دیگر انتقال نیروی‌کار از بخش کشاورزی به بخش صنعتی وسپس به‌بخش خدمات موجب میشودکه جمعیت بیشتری در شهرها ومراکز صنعتی متمرکز شوند . به این ترتیب آلودگی محیط زیست بخصوص آلوده‌گی هوا از یك جهت و از جهت دیگر ایجاد تفرجگاههائی برای کسانی‌که در این مراکزبکار اشتغال دارند لازم می‌آورد علاوه براینکه برای ایجاد فضای سبز از گونه‌های درختی مقاوم بخشکی استفاده شود روشهائی نیز یافت شود تا با استفاده از علوم وفنون مربوط حداکثر صرفه‌جوئی در مصرف‌آب بعمل آید.

درحال حاضر در مناطقی مانند اطراف تهران جنگلکاری شده ونسبت به‌ایجاد فضای سبز اقدام بعمل آمده است. برای تأمین آب مورد نیازدرختانی‌که در این جنگلکاریها کشت شده از منابع آب حاصل از سدهای امیرکبیر ویا سد شهناز پهلوی استفاده میشود وسالانه بطور متوسط برای هریك هکتارازاین جنگلکاریها پنجهزارمترمکعب آب مصرف می‌کنند. در جنگلکاریهائی‌که در اطراف سایر شهرهای بزرگ ایران ایجادشده نیزکم‌وبیش‌میزان‌مصرف‌آب‌در همین حدود است باین ترتیب ملاحظه میشودکه ادامه آبیاری وهمچنین توسعه این جنگلکاریهاکه یك‌ضرورت مسلم‌است امکان‌پذیر نخواهد بود. در رفع این‌مشکل تحقیقات همه‌جانبه‌ای برای یافتن گونه‌های درختی وبوته‌ای مقاوم بخشکی صورت‌گرفته است تا درمناطقی‌که امکان جنگلکاری وایجاد فضای‌سبز میسر است ازاین‌گونه‌ها استفاده شود. درمناطقی که میزان بارندگی وپراکنش‌آن درفصول مختلف نسبتاً مناسب است تحقیقات دامنه‌داری برای استفاده از روش‌هائی مانند استفاده ازمالچ نفتی ویا نایلونی دردست اقدام است تا باین ترتیب از آبیاری ومصرف آب جلوگیری بعمل‌آید. ولی جنگلکاری وایجاد فضای سبز در بسیاری ازمناطق خشك‌کشورکه میزان بارندگی بسیار اندك وفصل بارش‌نامناسب است فقط با استفاده ازگونه‌های مقاوم وآبیاری امکان پذیر خواهد بود ولی محدودیت منابع آب موجود لازم می‌آورد که روش‌های مناسبی برای صرفه‌جوئی درمصرف آب بکارگرفته شود وترتیبی اتخاذ شود تا باحداقل هزینه حد اکثر

بازده امکان پذیر گردد.

با توجه به‌این هدف و با استفاده ازیك روش علمی‌که چند قرن‌پیش توسط اهالی یزد واردکان در مورد کشت برخی بوته‌ها وصیفی بکار برده میشده تحقیقاتی از شش سال پیش درمؤسسه تحقیقات جنگلها ومراتع شروع شده قسمتی از این‌تحقیقات که براساس استفاده ازکوزه سفالی برای کشت نباتات بنیان‌گذاشته شده است منجر به‌یافتن روشهائی شده‌که برای کشت درختان مناسب میباشد . دراین تحقیقات که درچند منطقه خشك‌کشور صورت گرفته است تکنیك‌و استفاده از این روش‌وهمچنین سازگاری برخی‌گونه‌های درختی مثمر وغیر مثمر تحت بررسی قرارگرفته است. درزیر به روش کارو نتایج تحقیقات بدست آمده میپردازد وامید است با استفاده از این روش‌که براساس تجربیات مردم‌آگاه منطقه‌ای از حاشیه کـویر ایران بنیان گـذاشته شده است بتوان در سر سبز کردن بخش مهمی از کشور توفیق حاصل نمود .

سابقه :

سابقه تحقیق در صرفه‌جوئی مصرف آب برای کشاورزی وایجاد فضای سبز در مناطق خشك ونیـمه خشك آفریقا، آسیا وحتی درآمریکا واسترالیا به‌بیش از دو قرن میرسد. نتیجه برخی از این مطالعات بصورت نشریات‌علمی منتشر شده ازجمله Everani وهمکاران (۱۹۷۱) در تحقیقاتی که‌درمدت‌بیست‌سال درصحرایNegev انجام‌دادند روش هائی مانند استفـاده از بانکت و تراس وتمرکز آب و ذخیره آن در خاك را برای کشت گیاهان مناسب تشخیص دادند .

استفاده از بانکت وتراس دربرخی‌از نقاط ایران ازچندسال‌پیش درکشور ما معمول گردیده ولی‌این‌اقدامات برپایه علمی مستقر نبوده است ازچند سال‌پیش مؤسسه‌تحقیقات جنگلها ومراتع با توجه به‌نوع خاك ومیزان وپراکنش بارندگی‌در نقاط مختلف اکولوژیك کشور روش‌های مختلف ایجاد بانکت وذخیره آب وهمچنین جلوگیری از ایجاد سیل را تحت بررسی قرار داده است‌که نتایج بدست آمده بتدریج چاپ و در اختیار واحد های اجرائی و علاقمندان قرار می‌گیرد .

تحقیق دراستفاده از هرزآب در مناطق خشك کشور توسط پژوهندگان مؤسسه تحقیقات جنگلها ومراتع در دست اقدام است ونتایج بدست آمده‌می‌تواند درمناطقی‌که ضریب هرزآب زیاد است مورد استفاده قرار گیرد (کوثر و همکاران ۲۵۳۲) .

استفاده از ظروف سفالین برای صرفه‌جوئی‌وتأمین آب‌برای کشت بوته‌ها ونباتات یکساله در ایران‌سابقه‌ای در حدود یك‌هزار سال دارد وبنظر میرسدقرن‌ها پیش از این‌روش در شهرهای حاشیه‌کویر استفاده زیادی می‌کرده‌اند برخی از سالمندان شهر های اردکان ویزد اظهار میدارند تا پنجاه سال پیش نیز بطور محدود از این روش استفاده میشده است .

هدف : در این بررسی نیل به‌هدف‌های زیر مورد نظر است:

۱ ـ تحقیق در یافتن روش‌های علمی استفاده از کوزه در صرفه‌جوئی مصرف آب بمنظور کشت درختان مثمر وغیر مثمر .

۲ ـ تحقیق در سازگاری گونه هـای درختی مثمر و غیر مثمر سازگار با شرائط سخت اقلیمی در مناطق مختلف اکولوژیکی .

موقعیت ومشخصات محلهای‌مورد بررسی :

بمنظور یافتن سازگاری گونه‌های مختلف وبررسی روش کار در شرائط مختلف آب وهوائی سه منطقه بشرح زیر برای انجام آزمایشها انتخاب شده است :

منطقه ۱ ـ زرند ساوه :

محل مورد بررسی درکنار جاده تهران ـ ساوه ودر بیست‌ونه کیلومتری ساوه انتخاب شده است. بافت خاك

در این محل اکثراً شنی ومیزان آن ۸/۵ ـ ۷/۵ است. عصاره اشباع خاك حداکثر ۲ میلی موز برسانتیمتر ومیزان کربنات کلسیم آن به‌حد اکثر ۴۴ درصد میرسد.

مشخصات اقلیمی این منطقه به‌شرح زیر است :

ارتفاع از سطح دریا	۱۳۶۰ متر
طول جغرافیائی	۵۰ درجه و۱ دقیقه
عرض جغرافیائی	۳۵ درجه و۱ دقیقه
میانگین سالانه دما	۱۷/۵ درجه سانتیگراد
میانگین حداکثر دما	۳۸/۱ درجه سانتیگراد
میانگین حداقل دما	صفر درجه سانتیگراد
حداقل مطلق در ۵ سال	۱۳/۵ ـ درجه سانتیگراد
میانگین بارندگی سالانه	۱۷۱ میلیمتر
ضریب خشکی بیولوژیکی	۱۷۶= × روز در سال

این منطقه براساس تقسیم‌بندی گوسن اقلیم مدیترانه‌ای گرم وخشك طبقه‌بندی می‌شود .

منطقه ۲ ـ سبزوار :

محل مورد بررسی درحارث‌آباد واقع شده است . این محل دریازده کیلومتری جنوب سبزوار قرار دارد . بافت خاك دراین ناحیه عموماً شنی وآن ۸ـ۷/۵ است . هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاك ۹ میلی‌موز بر سانتیمتر ومیزان کربنات‌کلسیم آن حداکثر ۱۷/۵ درصد است. مشخصات اقلیمی منطقه سبزوار به شرح زیر است :

ارتفاع ازسطح دریا	۹۳۰ متر
طول جغرافیائی	۵۷ درجه و ۴۰ دقیقه
عرض جغرافیائی	۳۶ درجه و۱۳ دقیقه
میانگین سالانه دما	۱۶/۴ درجه سانتیگراد
میانگین حدافل دما	۳/۱ درجه سانتیگراد
حداقل مطلق در۵ سال	۱۶/۷ ـدرجه سانتیگراد
میانگین باران سالانه	۱۴۴/۶ میلیمتر
ضریب خشکی بیولوژیکی	۳۲۷= × روز درسال

این منطقه براساس طبقه بندی‌گوسن اقلیم «نیم بیابانی خفیف» طبقه بندی میشود،

منطقه ۳ ـ بندرعباس :

منطقه مورد بررسی سد خاکی اطراف فرودگاه بندرعباس بطول ۲۴ کیلومتر میباشد این « دیواره » مانند حلقه‌ای فرودگاه را دربر میگیرد ودرسال ۲۵۲۹ بمنظور حفاظت فرودگاه ازهجوم شن‌های روان ایجاد شده در حالی که بعداً معلوم گردیده که این سد خود یك متبع ریگ روان است وبادهای شدید موجب جدا شدن ذرات شن وخاك از این «دیواره» شده و اشکالاتی برای پرواز هواپیما ها به وجود می‌آورد. علیهذا از سال ۲۵۳۱ تحقیق بمنظور تثبیت بیولوژیك این سد خاکی شروع شده (قبلا درنظر بود که بامالچ پاشی مکرر و سالانه نسبت به تثبیت شیمیائی این سد اقدام شود ولی باتوجه باینکه این‌کار عملی واقتصادی نبود تحقیق به منظور تثبیت بیولوژیك آن صورت گرفته است)

محل اجرای این‌طرح در۹ کیلومتری شمال شرقی بندرعباس قراردارد مشخصات اقلیمی آن به‌شرح زیراست:

ارتفاع ازسطح دریا	۹ متر
طول جغرافیائی	۵۶ درجه و۱۷ دقیقه
عرض جغرافیائی	۲۷ درجه و۱۱ دقیقه

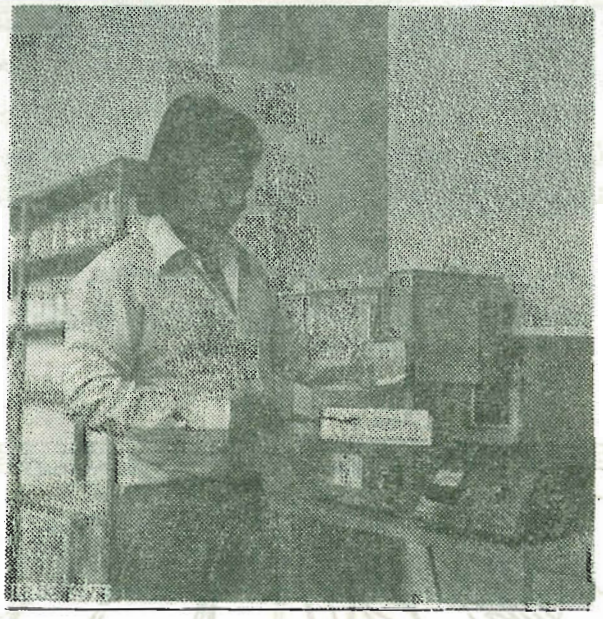
میانگین سالانه دما	۲۷/۴ درجه سانتیگراد
میانگین حد اکثر دما	۳۸/۴ درجه سانتیگراد
میانگین حد اقل دما	۱۳/۴ درجه سانتیگراد
حداکثر مطلق در ۵ سال	۷/۰ + درجه سانتیگراد
میانگین بارندگی سالانه	۹۶/۷ میلیمتر
ضریب خشکی بیولوژیکی	۲۵۰ = × روز درسال

براساس تفسیم بندی گوسن این منطقه اقلیم «نیم بیابانی شدید» طبقه‌بندی میشود .

روش بررسی :

الف : تحقیقات آزمایشگاهی

بمنظور یافتن ترکیب لازم ازرس، شن و نمکها برای ساختن گل کوزه ازنقاط مختلف که صنعت ساخت کوزه متداول است نمونه هائی تهیه ومیزان نفوذ آب به خارج ازکوزه با غشاء هائی که به ضخامت ۱۰ میلیمتر وطول ۲۰۰ وعرض ۱۰۰ میلیمتر تهیه شده ودرکوره آزمایشگاهی درحرارت ۵۰۰ درجه سانتیگراد پخته شده است میسر گردیده است. برای انجام تحقیقات استفاده ازکوزه درکشت گیاهان بهترین مخلوط ۵۵ درصد رس، ۳۰ درصد سیلت و حدود ۱۴ درصد شن و ۱ درصد نمکهای محلول تعیین گردیده است ،



عکس شماره ۱ ــ این عکس نمونه غشاء تهیه شده ونحوه پخت درآزمایشگاه را نشان میدهد

ب : آزمایشهای صحرائی :

۱ــ زرند ساوه

این محل دریك کانال باد قرار دارد و «شنهای نیمه روان» ازاین محل عبورکرده ودرروستاهای ناحیه زرند ساوه پراکنده میشوفد وبه این ترتیب موجبات ازبین رفتن مزارع، قنوات، خانه‌های مسکونی فراهم میشود، باتوجه باینکه هدف ازاین تحقیق بررسی درصرفه جوئی درمصرف آب وسازگاری گونه های درختی و درختچه‌ای بود بطور کلی درنظر بودکه با ایجاد فضای سبزراه عبور شنهای روان دراین کانال محدود شود ویك مرتع مشجر به وجودآیدکه درنتیجه آن یك طبقه ازتاج درختان (آشکوب زیرین) بعنوان بادشکن وایجاد فضای سبز وتولید چوب برای مصارف محلی فراهم شود ودر طبقه زیرین (آشکوب زیرین) یك مرتع بوجود آید تا مالا مورد استفاده اهالی قرار گیرد .

برای نیل به این هدف گونه های زیر انتخاب وکشت شده است :

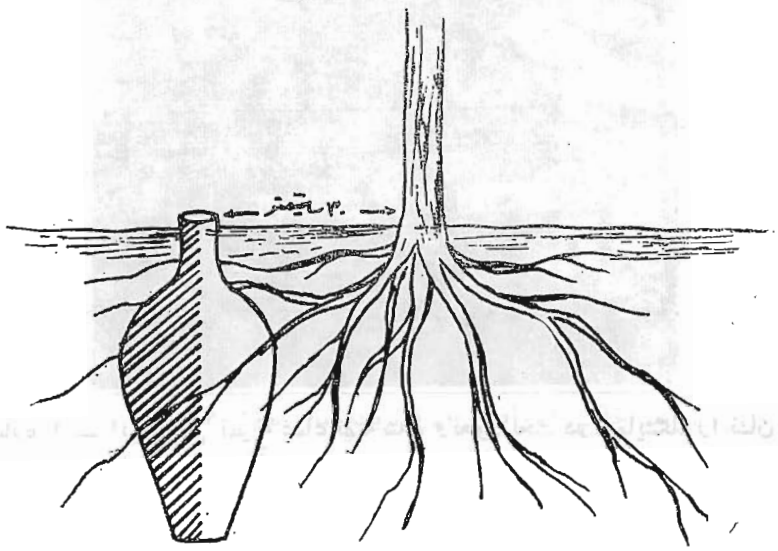
۱ـ سنجد	Eleagnus angustifolia
۲ـ زبان گنجشك	Fraxinus rotundifolia
۳ـ اقاقیا	Robinia pseudoacacia
۴ـ سرو نقره‌ای	Cupressus arizonica
۵ـ ارغوان	Cercis siliquastrum
۶ـ توت	Morus alba
۷ـ مو	Vitis vinifera
۸ـ اتریپلکس	Atriplex canescence

گونه آخری برای استفاده دام و ایجاد «آشکوب زیرین» کشت گردیده است .

عمق گودهائی که برای کشت تهیه گردیده بود ۸۰ سانتیمتر وقطر آن ۵۰ سانتیمتر انتخاب شده بود فاصله کشت ۴ × ۴ متر درنظر گرفته شده است بمنظور جلوگیری ازپیچیدن ریشه به دور کوزه‌ها که دراثر خاصیت هیدروتروپیسم ریشه به وجود می‌آید قسمتی از سطح خارجی کوزه‌ها که درمجاور ریشه گیاه قرار نمیگیرند قیراندود شده ومنطقه نفوذ آب بخاك مجاور ریشه به نحوی درنظر گرفته شده تا میانگین آبی کـه نفوذ می‌کند حداکثر از ۲۴۰ میلی‌لیتر در بیست و چهار ساعت تجاوز ننماید .

این کوزه‌ها به ظرفیت ده لیتر تهیه ودر موقع کاشت بفاصله ۳۰ سانتیمتر ازریشه گیاه به نحوی درزمین قرار داده شده تا دهانه کوزه‌ها به محازات سطح خاك قرارگیرند ،

کشت نهالها درآذرماه ۲۵۲۹ انجام‌شده پس‌ازکشت کوزه‌ها ازآب پرشده ودرب آنها باورقه نایلونی به‌طول وعرض ۱۵ سانتیمترمسدودگردیده است، دراین آزمایش ازطرح آماری (Split plots) باچهار تکرار استفاده‌شده که درآن تیمارهای اصلی کشت باکوزه وبدون کوزه و تیمارهای فرعی آن راگونه های مختلف تشکیل داده است،

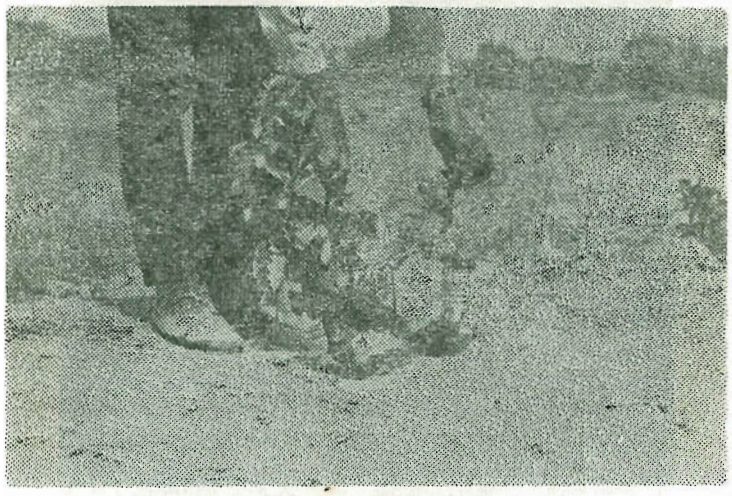


شکل ۲ـ دراین شکل نحوه قراردادن کوزه درخاك ودرکنارگیاه نشان داده شده

دراین بررسی فقط درسال اول هردوماه یکبار کوزه‌ها ازآب‌پرشده است وبطورکلی جمعاً چهاربارکوزه‌ها از آب‌پرشده است. درسالهای بعدفقط سعی‌شده درب کوزه‌هاکاملا بسته باشدودراطراف نهالها پس ازهر بارندگی عمل سله کنی انجام‌شود.

۲ـ سبزوار:

برای انجام این تحقیق قبلادراسفندماه‌سال ۲۵۲۹ یك «پیش‌آزمایش» بعمل‌آمده وچون نتایج مقدماتی حاصل رضایتبخش بوده‌دراسفندماه سال ۲۵۳۰ آزمایش اصلی‌پیاده شده‌است. درمحل‌مورد بررسی‌قبلا گودهائی به‌عمق ۸۰سانتیمتر وقطرپنجاه سانتیمتربه فاصله ۴ × ۴ مترحفر ودراین گودها قلمه‌های دارمو بدون‌ریشه‌مو Vitis vinifera کشت‌شده است. درکنارهریك ازقلمه‌ها یك‌کوزه سفالی ده‌لیتری‌که تهیه‌شده بودقرارداده شده‌است. بمنظور تنظیم جریان نفوذآب تمام سطح‌خارجی‌کوزه به استثناء یك‌نواربه‌عرض سه‌سانتیمتر که ازسرتابن‌کوزه ادامه‌داشت‌باقیراندود وایزوله شده‌است دراین‌بررسی ازطرح‌آماری (Split plots) استفاده شده است‌که درآن‌تیمارهای اصلی قلمه‌ریشه‌دار وبدون ریشه و تیمارهای فرعی‌زمان پرکردن‌کوزه‌ها یك‌هفته یکبار، دوهفته یکبار، سه‌هفته یکباروچهارهفته یکباروشاهد تعیین‌شده‌است



عکس‌شماره۳ــدراین‌عکس‌یك‌کوزه سفالی‌که درکناریك قلمه ریشه‌دارمو قرارداده شده شش ماه پس‌ازکشت نشان داده‌شده. دراین‌محل دهانه‌کوزه‌ها قدری بالاترازخاك قرارگرفته‌است‌تا اثرعبورومرورجانداران درشکسته‌شدن دهانه‌کوزه‌ها بررسی شود

۳ ـ بندرعباس:

دراین محل قبلا دراردیبهشت‌ماه ۲۵۳۱ یك‌پیش‌آزمایش انجام‌شده وچون‌نتایج مقدماتی بدست‌آمده رضایت‌ـ بخش بوده است‌آزمایش اصلی درآذرماه همان‌سال پیاده شده است.

دراین‌آزمایش گودهائی به‌عمق ۸۰سانتیمتروقطر ۵۰ سانتیمتردروی سدخاکی ایجادشده حفروگونه‌های‌زیرکه درگلدانهای پلاستیکی‌کشت شده‌بود دراین گودهاکشت شده‌است : (فاصله گودها۲ × ۲متراست)

درمان‌عقرب	Parkinsonia aculeata
کرت	Acacia arabica
سمز	Prosopis juliflora
کنار	Ziziphus spinachristi
چوچ	Salvadora pdrsica

طرح آماری‌که دراین‌تحقیق‌استفاده شده بلوکهای‌کامل تصادفی بودکه درپنج تکراروپنج تیمارانجام شده‌است

نتایج بدست‌آمده:

زرندساوه: آمارمرگ ومیرورشد سالانه درآخرفصل رویش هرسال تهیه وتجزیه وتحلیل آماری‌شده‌است. از طرفی باتوجه به اینکه میزان مرگ‌ومیردرگونه‌های سرونقره‌ای، موقارغون زیادبود وتعدادلازم برای تجزیه وتحلیل

شکل شماره ۴ ـ قسمتی‌ازسدخاکی ایجادشده دراطراف فرودگاه بندرعباس، یك‌کوزه سفالی‌که درخاك‌قرار داده شده ویك‌گلدان پلاستیکی شامل‌یك‌نهال‌که سه‌ماه ازکشت‌آن درگلدان میگذرد نشان میدهد. دروقت‌کشت هر نهال گلدان پلاستیکی جدامیشود ونهال‌با خاك‌گلدان درکنارکوزه‌کشت میشود

آماری موجود نبودعلیهذا ازآزمایش حذف‌ودرتجزیه وتحلیل‌آماری واردنشد درمورد بقیه گونه‌ها میتوان‌نتایج‌را به‌شرح زیرخلاصه کرد :

گونه	درصدموفقیت کشت باکوزه	درصدموفقیت کشت بدون کوزه	اختلاف درصد موفقیت
اقاقیا	۷۲/۸	۷۰/۷	۲/۱
سنجد	۹۳/۵	۸۴/۹	۸/۶
آتریپلکس	۷۰/۶	۶۳/۶	۷/۰
زبان گنجشك	۶۴/۷	۵۸/۳	۶/۴
توت	۵۶/۸	۴۵/۱	۱۱/۷
میانگین	۷۱/۷	۶۴/۵	۷/۳

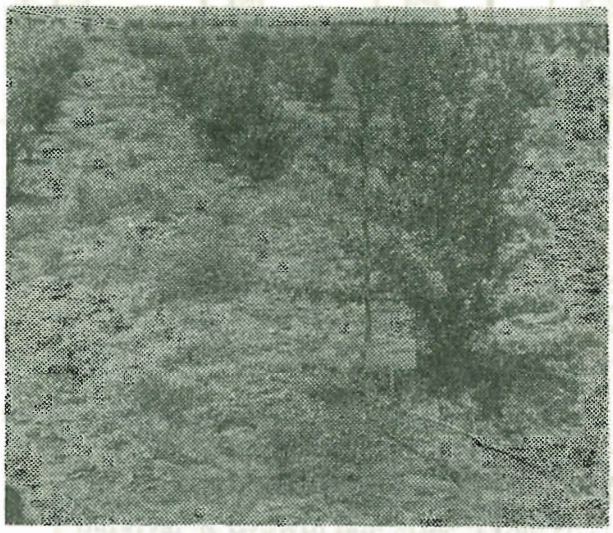
جدول ۱ مقایسه میانگین درصدموفقیت گونه‌های موردبررسی طی‌چهارسال اجرای طرح‌درزرند ساوه

۱ ـ اثر کاربرد کوزه در استقرار نهالها:

با توجه به وضع فیزیکی خاك که شنی است میزان تبخیر از خاك ناچیز است کاپیلاریته در تبخیر از سطح خاك نقش عمده‌ای ندارد درمجموع وبطور میانگین استفاده از کوزه دراین محل حدود ۷/۲ درصد میزان استقرار نهالها را افزایش داده است واین افزایش درسال اول که کوزه‌ها از آب پرشده‌اند از نظر آماری معنی‌دار بوده است. بطور کلی استقرار نهالها درسال اول بطور میانگین ۱۱ درصد بیش از قطعه بدون کوزه بوده‌است این برتری درسالهای دوم الی چهارم به‌ترتیب ۸، ۶، ۷درصد بوده است

۲ـ اثر کاربرد کوزه روی گونه‌های مختلف:

سازگاری گونه‌های مختلف تحت بررسی باکاربرد کوزه همانطوریکه انتظار میرفت یکسان نبوده است از جمله گونه توت که از کلیه گونه‌های تحت بررسی نیاز بیشتری به‌آب دارد درکشت باکوزه ۱۱/۷ درصد بیشتر از کنترل و در مورد سایر گونه‌ها این برتری درسنجد ۸/۶درصد، در آتریپلکس۷ ودراقاقیا ۲/۱درصد بوده‌است.



شکل شماره ۵ ــ دراین‌عکس رشد وموفقیت گونه سنجد راباکاربرد کوزه سفالی پس‌ازسه سال‌اززرندساوه‌نشان میدهد

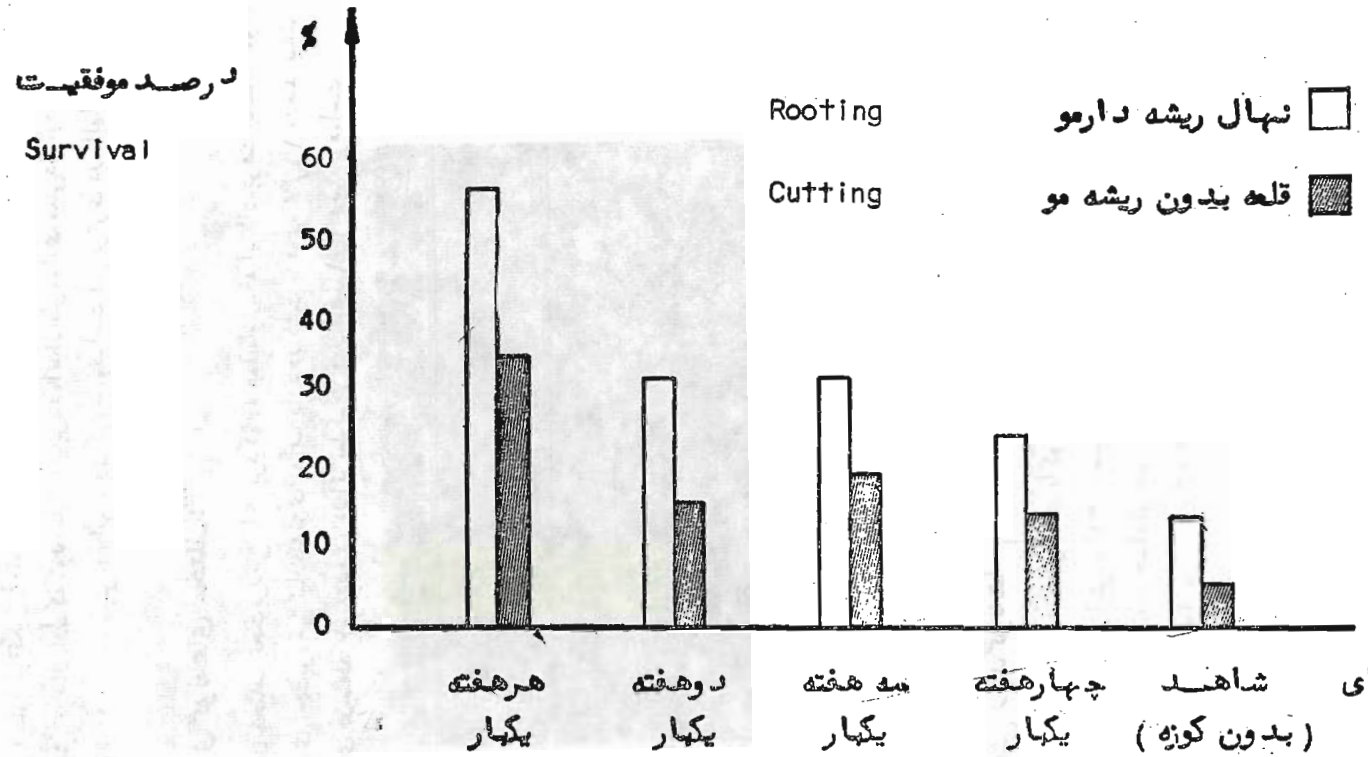
۳ ـ اثر کوزه درافزایش رشد گونه‌ها

بطور کلی میزان رشد گونه‌ها درروش کشت باکوزه طی چهارسال ۱۸ درصدبیش ازرشد گونه‌های کشت شده‌در کنترل (کشت بدون کوزه) بوده واین‌افزایش با ۳۱ درصد درسال اول ازنظر آماری کاملا معنی‌دار بوده است. درمورد گونه توت که نسبت به‌کم آبی ازدیگر گونه‌ها حساستر است افزایش رشد باکوزه بامقایسه باکنترل به‌بیش از۵۴/۸درصد بالغ میشود. افزایش رشد گونه‌های آتریپلکس با ۴۴/۹ درصد سنجد با ۹/۴ درصد،زبان گنجشك با۳/۷ درصدبیش‌از کنترل (کشت‌بدون کوزه) بوده ودردیفهای بعدی‌قرار دارند.

سبزوار: آمارمرگ ومیر نهالها ورشد سالانه نهالها درآخرهرفصل رویش تهیه وتحت تجزیه و تحلیل آماری قرارگرفته است .

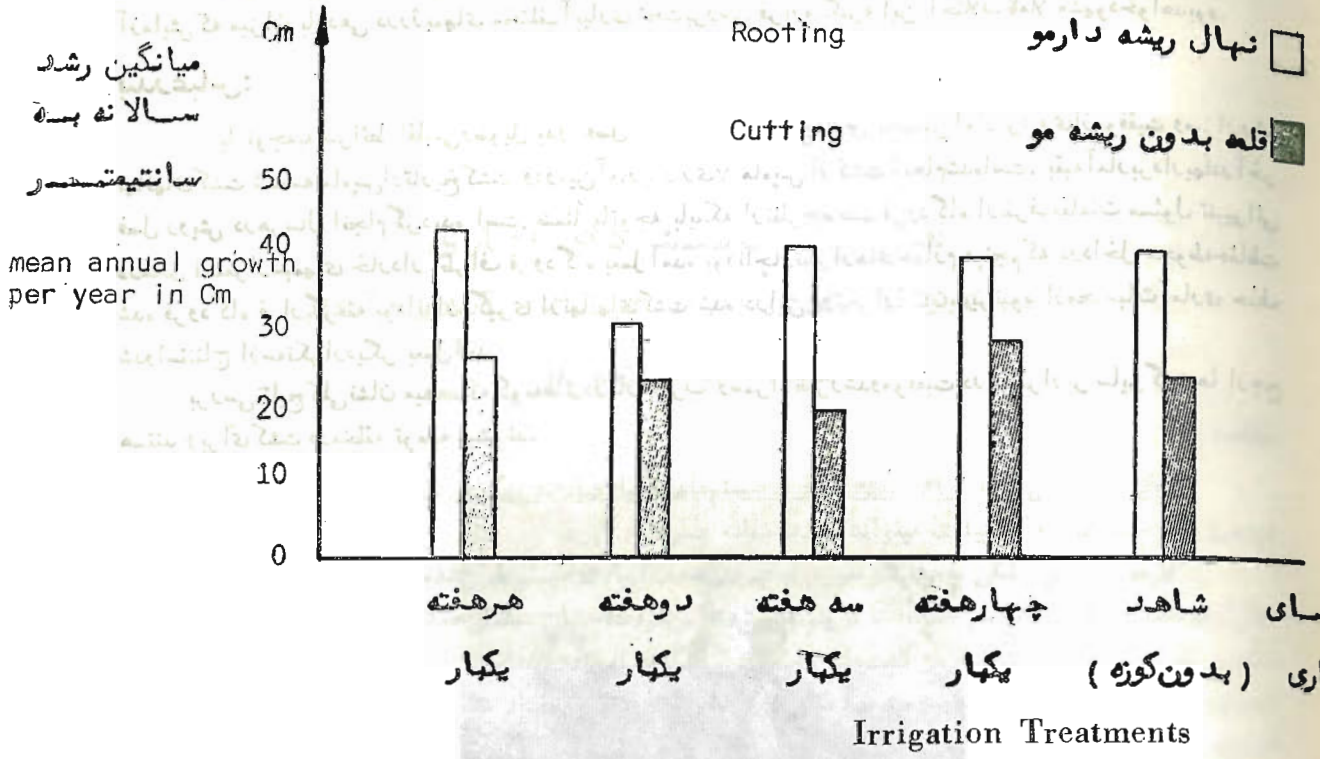
بطوریکه ازنمودارها نیز برمیآید موفقیت واستقرارنهالهای ریشه‌دار درکلیه تیمارهای آبیاری کوزه‌ای بین حداقل ۷/۶وحداکثر۲۱/۷ درصد وبیش‌ازقلمه‌های بدون ریشه‌بوده است ضمناً موفقیت آبیاری هرهفته یکبار ۴۳/۳ درصدبیش ازکنترل (بدون‌کوزه وبدون‌آبیاری) برتری‌موفقیت واستقرارسایرتیمارها به‌ترتیب دوهفته یکبار وسه هفته یکبار۱۸/۳ درصدوچهارهفته یکبار۱۰/۸ درصد است این‌اختلافها ازنظر آماری نیز تائید شده ومعنی‌دار است.

ازنظررشد سالانه ارتفاعی، میانگین رشدارتفاعی قلمه‌های ریشه‌دار درچهارسال ۴۰/۷درصد بیش ازقلمه‌های بدون ریشه بوده واین اختلاف ازنظر آماری تائید گردیده‌است.



نمودار ۱ ـ درصد موفقیت تیمارهای مختلف آبیاری باتوجه بنوع نهال (نهال‌ریشه دار یاقلمه بدون ریشه مو) درسبزوارچهارسال پس ازکشت

Fig. 1- Survival per cent in different water regimes



نمودار ۲- میانگین رشد سالانه نهال ریشه‌دار و قلمه بدون ریشه مو در تیمارهای مختلف آبیاری در سبزوار چهار سال پس از کشت

Fig. 2- Mean annual growth per year in different water regime(in cm).

شماره تیمار	گونه‌ها Species	موفقیت و میزان رشد ۳ ماه پس از کشت Survival & Growth rate after 3 months		موفقیت و میزان رشد ۷ ماه پس از کشت Survival & Growth rate after 7 months	
		درصد نهال زنده Survival ٪	رشد متوسط به سانتیمتر Growth in Cm	درصد نهال زنده Survival ٪	رشد متوسط به سانتیمتر Growth in Cm
t1	S. persica جوج	95	27	83	59
t2	A. arabica کرت	100	68	100	120
t3	P. juliplora سمر	95	74	93	132
t4	P. aculeata درمان‌عقرب	92	64	82	155
t5	A. spinachristi کنار	98	63	97	83

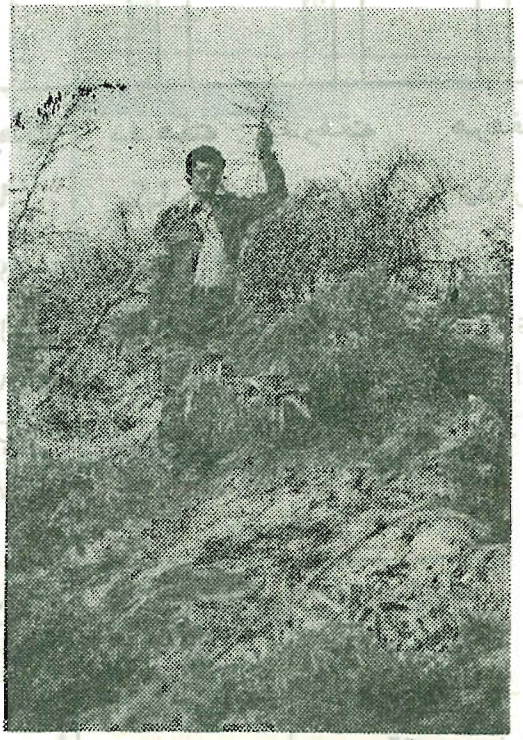
جدول ۲ ــ میانگین رشد و موفقیت گونه‌های تحت بررسی در سه و هفت ماه پس از کشت بر روی سدخاکی فرودگاه بندرعباس

ولی ازنظررشد ارتفاعی اختلاف معنی‌داری بین‌رژیمهای مختلف آبیاری دیده نمیشود بدون شك در مرحله دوم آزمایش که میزان بازدهی دررژیمهای مختلف آبیاری تحت‌بررسی قرارمیگیرد این اختلاف کاملا مشهودخواهدبود.

بندرعباس:

با توجه‌به شرائط اقلیمی‌وطویل بدون‌فصل رشددرحاشیه خلیج‌فارس نخستین‌آماربرداری‌ازموفقیت ومیزان‌رشد نهالهای‌کشت شده‌سه ماه‌پس‌ازتاریخ‌کشت ودومین‌آماربرداری۷ ماه‌پس ازکشت انجام‌شده‌است. بقیه‌آماربرداریهادرآخر فصل رویش درهرسال انجام‌گردیده است. ضمناً باتوجه باینکه ازنظرحفاظت فرودگاه ازطرف‌مقامات مسئول تغییراتی درمحل استقرارسیمهای خاردار اطراف فرودگاه بعمل آمده بودناچارتکرارهای‌چهارم وپنجم‌که درداخل محوطه‌حفاظت شده فرودگاه قرارگرفته بوداندازه‌گیری ازنهالهای‌کشت شده دراین دوتکرارامکان‌پذیرنبود ازمحاسبات‌آماری حذف شدواستنتاج ازسه‌تکراردیگر بعمل‌آمد

بررسی‌نتایج‌کلی‌نشان میدهدکه‌گونه‌های‌درمان عقرب وسمرازنظررشدوموفقیت دراستقراربر سایرگونه‌ها ارجح هستند وبرای‌کشت درمنطقه توصیه میشوند.



عکس‌شماره۶ــ دراین عکس استقراورورشدگونه درمان عقرب Parkinsonia aculeata باکاربردکوزه‌سفالی‌درروی سدخاکی فرودگاه بندرعباس چهارسال پس ازکشت نشان داده شده

این دوگونه ازنظررشدباهم اختلافی درحدود ۱۵ درصددارند ولی این‌اختلاف ازنظر آماری معنی‌دار نیست. گونه‌کرت با ۲۳درصد اختلاف دررشد بامقایسه بادرمان عقرب درردیف پائین‌ترقرارمیگیرد. درحالیکه ازکرت باسمر اختلاف معنی‌داری ندارد. گونه‌های چوچ وکنار ازنظرمیزان رشد دردرجه سوم قرارمیگیرند.

نتیجه: بمنظورصرفه‌جوئی درمصرف‌آب‌درکشت درختان مثمروغیرمثمربرای ایجادفضای‌سبز وجلوگیری از شسته شدن خاك واحتمالا تولید محصولات‌کشاورزی میتوان‌ازکوزه‌های سفالین‌که میزان تراوش آب ازآن تنظیم‌شده باشد استفاده‌کرد. بامقایسه‌باآبیاری‌نهری‌کاربردکوزه میزان‌مصرف‌آب‌را به‌حدود $\frac{۱}{۶۸}$ تقلیل میدهد بعبارت دیگر در شرائط متعادل مناطق خشك میتوان باآب‌موجود ۶۸ برابر بیشتر نسبت به‌کشت درختان ونباتات‌سازگار اقدام‌کرد.

تعیین ظرفیت سیستم های آبیاری

دانشکده کشاورزی دانشگاه آذرآبادگان ـ گروه آبیاری و آبادانی

عبداله اکبریان رشوانلو

مقدمه

روشی که دراین‌مقاله برای تعیین ظرفیت سیستم‌های آبیاری‌ارائه میگردد درسیستم آبیاری مزارع کوچك و هم‌چنین درپروژه‌های بزرگ‌آبیاری میتواند مورداستفاده عملی‌قرارگیرد.

ظرفیت سیستم بستگی به‌حداکثرتعریق تبخیروراندمان‌آبیاری سیستم طرح‌شده دارد، چون‌راندمان‌آبیاری‌قابل کنترل میباشد لذا ظرفیت سیستم فقط به ماکزیمم تعریق‌وتبخیرمورد احتیاج بستگی‌خواهدداشت دراین‌مقاله روش‌محاسبه ماکزیمم تعریق وتبخیر برای زمان‌برگشت‌های مختلف‌ذکرمیگردد این روش‌بااستفاده ازتئوری احتمالات ومقادیرتبخیر ازطشتك مقدارتعریق وتبخیررا بدست‌میدهدآنگاه ظرفیت سیستم ازتقسیم مقدار تعریق وتبخیر به میزان راندمان سیستم آبیاری بدست‌میآید.

کلیات

معمولا تعیین ظرفیت سیستم‌آبیاری براساس معیارهای تجربی بوده است نتایج نشان‌داده‌است که این‌روش‌برای تأمین آب درزمان حداکثرمصرف درمدت زمان‌طولانی‌کافی‌نمیباشد وبعضی‌اوقات مقادیر بدست‌آمده بیشترازمیزان‌حقیقی مورد احتیاج است‌که درنتیجه هزینه‌زیادی را باعث میگردد لذا درسالهای اخیرکه سیستم‌های اتوماتیك آبیاری بسیار متداول‌گردیده تعیین دقیق ظرفیت سیستم‌آبیاری امرضروری میباشد اگرمیزان ظرفیت سیستم‌آبیاری‌کمتر ازحد کافی باشدآبیارفوراً کمبودآب را حس‌مینماید چون‌نمیتواند احتیاجات‌آبی را ازطریق سیستم آبیاری تأمین نماید. هر گاه میزان ظرفیت‌زیاد درنظر گرفته شودهزینه بالامیرود ومقرون بصرفه نخواهدبود ظرفیت سیستم بایستی‌آب مورد احتیاج محصول راتأمین نماید رابطه تعیین‌کننده ظرفیت سیستم بصورت‌زیراست :

$$Q=\frac{C.U.}{E_{ff.}}$$

که دراین رابطه Q عبارت ازظرفیت سیستم C.u. میزان آب مصرفی بوسیله محصول در دوره حداکثر مصرف درفصل‌آبیاری و E_{ff} راندمان سیستم‌آبیاری میباشد. راندمان سیستم‌آبیاری باعملیات‌ساختمانی سیستم‌میتواند مورد کنترل قرارگیرد.

دربیشترسیستم‌های‌آبیاری راندمان انتقال‌آب را ۰/۹۰ درنظرمیگیرند و ۰/۷۰ نیز راندمان پخش‌آب در مزرعه معقول خواهدبود درصورتیکه حداکثرمیزان تعریق‌وتبخیز محصولات معمول یك منطقه تعیین شود ظرفیت سیستم آبیاری‌که بدست‌میآید موفق خواهدبود. درموفق‌تعیین سیستم‌آبیاری ازمیزان بارندگی صرفنظرمیشودچون معمولا در خلال‌حداکثرمصرف درفصل‌آبیاری، بارانی اتفاق‌نمی‌افتد.

رابطه بین آب مصرفی و تبخیر

آزمایشات متعدد لیسیمتری درنقاط مختلف نشان میدهد هنگامیکه گیاه بطورکامل سطح زمین را میپوشاند

تقریباً نسبت ثابتی بین تعریق وتبخیر وتبخیر ازآب طشك اندازه گیری وجود داردکه این‌نسبت بستگی به نوع‌محصول واندازه طشك تبخیر دارد رابطه دوعامل بصورت زیر بیان میشود :

$$CU_C = K_C \times E$$

دررابطه فوق CU_C تعریق وتبخیر یك محصول بخصوص، K_C ضریب گیاهی‌که تقریباً ثابت است وEمقدار تبخیر ازآب طشك تبخیر است‌که اندازه گیری میشود .

روش کار

تئوری احتمالات وآمار اعداد ماکزیمم را میتوان در وقوع پدیده‌های هواشناسی بکار برد در اینجا از روش (Fisher - Tippett) برای تعیین تناوب ومقدار حداکثر تبخیرها استفاده شده ماکزیمم مقدار تعریق وتبخیر برای یك زمان بازگشت مورد نظراز حاصلضرب ماکزیمم مقدار تبخیر درضریب گیاهی بدست میآید .

هنگامیکه منظور ازمحاسبه تعیین حداکثر میزان تعریق‌وتبخیر ازحداکثر تبخیر میباشد بایستی بخاطرداشته باشیم‌که ذخیره رطوبت خاك‌کافی برای‌چند روز گیاه میباشد. میزان تعریق‌وتبخیر طرح عبارت ازمتوسط تعریق وتبخیر روزانه دردوره حداکثر مصرف برای‌روزهای بین‌آبیاری‌ها وتعداد روزهای بین‌دوآبیاری نیز بستگی به میزان‌رطوبت خاك‌که بین‌آبیاری‌ها استفاده شده دارد (ظرفیت رطوبت قابل استفاده خاك محدود است) بنابراین میزان آب مصرفی طرح تابعی ازمیزان آب مصرف شده دربین آبیاری‌ها میباشد .

فرض‌کنیم منظور تعیین ظرفیت یك سیستم‌آبیاری دراراضی بوسعت ۱۰۰هکتار پنبه درمنطقه طرح آبیاری از (صفی‌آباد ـ دزفول) باشد اگر رطوبت قابل‌استفاده خاك مزرعه‌برای پنبه برابر ۱۳۰ میلی‌متر، راندمان‌آبیاری ۷۰٪ وزمان برگشت ۲سال درنظرگرفته شود میتوان میزان آب مصرفی روزانه‌را محاسبه نمود (باتوجه باینکه مقدار K_C برای پنبه درمنطقه باآزمایشات تعیین رطوبت خاك ۰/۷ تعیین شده است)*

ازروی منحنی شماره ۱ بازاء ۱۳۰ میلی‌متر رطوبت قابل استفاده بین دوآبیاری میـزان آب مصرفی روزانه برابر ۱۲/۳ میلی‌متر درروز میگردد بنابراین :

$$q = \frac{۱۲/۳}{۰/۷} = ۱۷/۵ \text{ میلیمتر در روز}$$

$$Q = ۱۷/۵ \times \frac{۱۰۰ \times ۱۰۰۰۰ \times ۱۰۰۰}{۱۰۰۰ \times ۲۴ \times ۳۶۰۰} = ۲۰۰ \text{ لیتر درثانیه}$$

روش بکار بردن تئوری ماکزیمم‌ها

اطلاعات تبخیر موجود درایستگاه مرکزتحقیقات‌کشاورزی صفی‌آباد ـ دزفول‌جهت نشان دادن روش‌بکاربردن اعداد ماکزیمم برای تعیین ظرفیت سیستم مورد استفاده‌قرار گرفت . مقدارتبخیرروزانه ازطشك‌کلاس A ازسال ۱۹۶۴ دراین ایستگاه اندازه‌گیری میشود (درمجموع‌اطلاعات‌موجود فقط اطلاعات ۱۲ ساله اخیربطورکامل دردسترس‌میباشد).

فرض میشودکه ظرفیت رطوبت قابل استفاده برای مصرف ده روزگیاه (موقع حداکثر مصرف) در اراضی منطقه طرح آبیاری دزکافی نمیباشد لذا احتیاج نیست‌که ماکزیمم تبخیـر روزانه بیشتراز ۱۰ روز متوالی را مـورد محاسبه قرار دهیم .

تجزیه آماری برروی مجموع مقادیر تبخیر ۱ و۲ و۳و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰ روز متوالی انجام گرفت برای مناطقی‌که تعدادروزهای متوالی‌بیشتری‌بایستی درنظرگرفته شود برای سهولت‌عمل میتوان بایك برنامه‌نویسی‌کامپیوتری روی مقادیر تبخیر روزانه در ماههای حداکثر مصرف ، مجموع تبخیر حداکثر تعداد روزهای متوالی مورد نظـررا بدست آورد .

اطلاعات تبخیر ایستگاه صفی‌آباد نشان میدهدکه حداکثر تبخیر درماههای می، ژوئن ، ژوئیه، اوت، میباشد بنابراین برای این ایستگاه تبخیر روزانه درچهار ماه مزبور مورد تجزیه تحلیل قرارگرفت جدول شماره ۱ اطلاعات مربوط به حداکثر تبخیررا درسالهای مختلف برای یك تا ده روزمتوالی درایستگاه صفی‌آباد نشان میدهد .

* آزمایشات توسط تهیه‌کننده این مقاله انجام گردیده و۰.۵. بمقدار K_C بمنظور توصیه اضافه شده است .

سال / تعداد روزهای متوالی	۱۹۶۴	۱۹۶۵	۱۹۶۶	۱۹۶۷	۱۹۶۸	۱۹۶۹	۱۹۷۰	۱۹۷۱	۱۹۷۲	۱۹۷۳	۱۹۷۴	۱۹۷۵
۱	۲۴/۳	۲۱/۷	۲۹/۷	۳۰/۱	۲۹	۱۹/۸	۲۶/۶	۲۳/۴	۲۳	۲۳	۲۳/۴	۲۰/۳
۲	۴۵/۱	۴۲/۵	۵۱/۳	۵۶/۱	۳۶/۶	۳۴/۷	۴۷	۴۱	۴۴/۶	۴۲/۹	۴۲/۸	۳۸/۷
۳	۶۲/۳	۶۳/۷	۷۲/۱	۸۱/۵	۵۲/۴	۴۸/۳	۶۷/۳	۵۴/۵	۶۱/۴	۶۲/۳	۶۱/۲	۵۷/۲
۴	۷۹/۹	۸۴/۴	۸۷/۴	۱۰۶/۳	۶۷/۲	۶۲/۳	۸۶/۲	۷۱/۷	۷۵/۳	۷۷/۲	۷۸/۸	۷۳/۷
۵	۹۷/۹	۹۹/۷	۱۰۵	۱۲۷/۵	۸۲/۵	۷۵/۸	۱۰۵/۶	۸۸/۳	۹۰/۲	۹۴/۳	۹۴/۶	۹۰/۲
۶	۱۱۵/۱	۱۱۳/۳	۱۲۱/۷	۱۴۷/۳	۹۶/۵	۸۹/۳	۱۲۳/۵	۱۰۵/۴	۱۰۵/۱	۱۱۲/۸	۱۰۹/۵	۱۰۷/۴
۷	۱۳۰/۹	۱۲۷/۸	۱۳۶/۶	۱۶۳/۵	۱۱۱/۴	۱۰۵/۱	۱۴۱/۵	۱۲۱/۲	۱۱۹/۶	۱۳۵/۸	۱۲۴	۱۲۵
۸	۱۴۶/۷	۱۴۶/۲	۱۵۱	۱۷۶/۶	۱۲۵/۴	۱۲۰	۱۵۷/۶	۱۳۶/۹	۱۳۴	۱۵۰/۷	۱۴۲/۵	۱۴۲/۲
۹	۱۶۴/۳	۱۶۵/۶	۱۷۱/۳	۱۸۹/۳	۱۴۰/۹	۱۳۳/۱	۱۷۶/۵	۱۵۳/۲	۱۴۹/۷	۱۶۵/۱	۱۶۱	۱۵۹/۷
۱۰	۱۸۵/۸	۱۸۲/۸	۱۹۸/۸	۲۰۲/۲	۱۵۸/۹	۱۴۷/۵	۱۹۷/۵	۱۶۸/۶	۱۶۳/۴	۱۸۳/۶	۱۷۴	۱۷۸/۲

جدول شماره (۱) حداکثر تبخیر یك تا ده روز متوالی در مدت ۱۲ سال به میلی متر

ایستگاه صفی آباد ـ دزفول

آنگاه بااستفاده ازاطلاعات جدول شماره(۱)جداول شماره ۲و۳و۴و۵و۶و۷و۸ و۹ و۱۰و۱۱تهیه شده‌است.
علامات بکاررفته درجداول شماره ۲ تا ۱۱ بشرح زیر میباشند :

m = شماره ترتیب ازحداکثر تبخیر به حداقل

x = ماکزیمم تبخیر

$\bar{x}$ = متوسط ماکزیمم‌های تبخیر

$$\frac{(N+1)-m}{N+1}=F\left(\frac{x}{\bar{x}}\right)$$

N = تعداد سالهای آماربرداری

برای اینکه بدانیم آیا میتوان از تئوری اعداد ماکزیمم برای این اطلاعات استفاده نمود مقادیر $\frac{x}{\bar{x}}$ و $F\left(\frac{x}{\bar{x}}\right)$ را برروی‌کاغذ احتمالات رسم می‌کنیم‌نتیجه‌ای، که بدست میآید اینست که کلیه نقاط برروی یك خط مستقیم قرار میگیرند‌بنابراین تئوری بخوبی قابل عمل میباشدبرای ترسیم بهترین خط ماربر نقاط می توان بااستفاده ازروش‌مجموع مربعات عمل نمود معادله چنین خطی بصورت زیر است :

$$\frac{x}{\bar{x}}=1+\frac{c}{\delta_N}(y-\bar{y}_N) \qquad (۱)$$

که دراین فرمول C ضریب واریانس است‌که فرمول‌آن عبارتست از :

$$C=\left\{\left(\frac{1}{N-1}\right)\cdot\left[\Sigma\left(\frac{x}{\bar{x}}\right)^2-N\right]\right\}^{1/2} \qquad (۲)$$

δN و $\bar{y}_N$ تئوری هستندکه بستگی به تعداد نمونه دارد (جدول‌شماره ۱۲) y را نشان دهنده انحراف‌معیار میباشد درجداول مذکور درفوق‌کلیه این ضرایب محاسبه شده، است با تغییرشکل معادله (۱) رابطه زیربدست میآید

$$Y=\left(\frac{\delta N}{c}\right)\left(\frac{x}{\bar{x}}\right)-\frac{\delta N}{c}+\bar{Y}_N$$

که برای هرجدولی یك معادله مربوط به‌آن جدول باتوجه به ارقام آن جدول‌بدست آمده است برای‌ترسیم هریك ازاین معادله‌های خطوط کافی است‌که به ازاء دومقدار از $\frac{x}{\bar{x}}$ مقادیر y را محاسبه نمائیم و خطوط را روی‌کاغذ نیمه لگاریتمی احتمالات ترسیم نمائیم گراف شماره (۱)

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	30.1	906.01	1.270	1.612	0.923
2	29.7	882.09	1.253	1.570	0.846
3	26.6	707.56	1.122	1.258	0.769
4	24.3	590.49	1.025	1.050	0.692
5	23.4	547.56	0.987	0.974	0.615
6	23.4	547.56	0.987	0.974	0.538
7	23.0	529.0	0.970	0.94	0.461
8	23.0	529.0	0.970	0.94	0.384
9	21.7	470.89	0.915	0.837	0.307
10	20.3	412.09	0.856	0.732	0.230
11	19.8	392.04	0.835	0.697	0.153
12	19.0	361.0	0.801	0.641	0.076
Total	284.3	6875.29		12.225	

$\bar{x}$(mean) 23.691

σ C= 0.1430

N = 1.06

$\bar{y}N$ = 0.52

$Y = 7.413 \frac{x}{\bar{x}} - 6.893$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1$ $Y = 0.52$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5$ $Y = 4.2265$

جدول شماره ۲ـ تجزیه‌وتحلیل حداکثرتبخیرد ریك‌روزد رمدت ۱۲ سـال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{X}{\bar{X}})$
1	56.7	3214.89	1.298	1.684	0.923
2	51.3	2631.69	1.175	1.380	0.846
3	47.0	2209.00	1.076	1.157	0.769
4	45.1	2034.01	1.030	1.060	0.692
5	44.6	1989.16	1. 021	1.042	0.615
6	42.9	1840.41	0.982	0.964	0.538
7	42.8	1831.84	0.980	0.960	0.461
8	42.5	1806.25	0.973	0.946	0.384
9	41.0	1681.00	0.939	0.881	0.307
10	38.7	1497.69	0.886	0.784	0.230
11	36.6	1339.56	0.838	0.702	0.153
12	34.7	1204.09	0.794	0.630	0.076
Total	523.9	23279.59		12.190	

$\bar{x}$(mean) 43.658

C= 0.13 14

σN= 1.06

$\bar{y}N$ = 0.52 Y= 8.067 $\frac{x}{\bar{x}}$ - 7.547

$\frac{x}{\bar{x}}$ = 1 y = 0.52

$\frac{X}{\bar{x}}$ = 1.5 y= 4.5535

حدول شماره ۳ـ تجزیه وتحلیل مجموع حداکثر تبخیر دوروز متوالی درمدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	81.5	6642.25	1.316	1.731	0.923
2	72.1	5198.41	1.164	1.354	0.846
3	67.3	4529.29	1.087	1.181	0.769
4	63.7	4057.69	1.029	1.058	0.692
5	62.3	3881.29	1.006	1.012	0.615
6	62.3	3831.29	1.006	1.012	0.538
7	61.2	3745.44	0.988	0.976	0.461
8	60.4	3648.16	0.975	0.950	0.384
9	57.2	3271.84	0.924	0.853	0.307
10	54.1	2926.81	0.873	0.762	0.230
11	52.4	2745.76	0.846	0.715	0.153
12	48.3	2332.89	0.780	0.608	0.076
Total	742.8	46861.12		12.212	

$\bar{x}$(mean) 61.9

C= 0.1388

σN= 1.06

$\bar{y}$N= 0.52

$y = 7.637 \frac{x}{\bar{x}} - 7.117$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1$ $y = 0.52$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5$ $y = 4.338$

جدول شماره ٤ـ تجزیه وتحلیل مجموع حداکثر تبخیر در سه روزمتوالی در مدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	106.3	11299.69	1.342	1.800	0.923
2	87.4	7638.76	1.103	1.216	0.846
3	86.2	7430.44	1.088	1.183	0.769
4	84.4	7123.36	1.065	1.134	0.692
5	79.9	6384.01	1.008	1.016	0.615
6	78.8	6209.44	0.994	0.988	0.538
7	77.2	5959.84	0.974	0.948	0.461
8	75.3	5670.09	0.950	0.902	0.384
9	73.7	5431.69	0.930	0.864	0.307
10	71.7	5140.89	0.905	0.819	0.230
11	67.2	4515.84	0.848	0.719	0.153
12	62.3	3881.29	0.786	0.617	0.076
Total	950.4	76685.34		12.306	
x(mean)	79.2		C=0.1668		
			σ N=1.06		$Y=6.355\ \frac{x}{\bar{x}} - 5.835$
			$\bar{y}$N=0.52		
		$\frac{x}{\bar{x}} = 1$		Y=o.52	
		$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5$		Y=4.182	

جدول شماره ٥ـ تجزیه وتحلیل مجموع حد اکثر تبخیر درچهارروز متوالی درمدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	127.5	16256.25	1.328	1.763	0.923
2	105.6	11151.36	1.100	1.210	0.846
3	105.0	11025.00	1.094	1.196	0.769
4	99.7	9940.09	1.038	1.077	0.692
5	97.9	9584.41	1.020	1.040	0.615
6	94.6	8949.16	0.985	0.970	0.538
7	94.3	8892.49	0.982	0.964	0.461
8	90.2	8136.04	0.939	0.881	0.384
9	90.2	8136.04	0.939	0.881	0.307
10	88.3	7796.89	0.920	0.846	0.230
11	82.5	6806.25	0.859	0.737	0.153
12	75.8	5745.64	0.789	0.622	0.076
Total	1151.6	112419.62		12.187	
$\bar{x}$(mean)	95.966				

$C=0.1305$

$\sigma N=1.06$

$\bar{y}N=0.52$

$Y=8.123\ \frac{x}{\bar{x}} - 7.603$

$\frac{x}{\bar{x}}=1 \quad Y=0.52$

$\frac{x}{\bar{x}}=1.5 \quad Y=4.5809$

جدول شماره ٦- تجزیه وتحلیل مجموع حداکثر تبخیر در پنج روز متوالی در مدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	147.3	21697.29	1.312	1.721	0.923
2	123.5	15252.25	1.100	1.210	0.846
3	121.7	14810.89	1.084	1.175	0.769
4	115.1	13248.01	1.025	1.050	0.692
5	113.3	12836.89	1.009	1.018	0.615
6	112.8	12723.84	1.004	1.008	0.538
7	109.5	11990.25	0.975	0.950	0.461
8	107.4	11534.76	0.956	0.913	0.384
9	105.4	11109.16	0.939	0.881	0.307
10	105.1	11046.01	0.936	0.876	0.23
11	96.5	9312.25	0.859	0.737	0.153
12	89.3	7974.49	0.795	0.632	0.076
Total	1346.9	153536,09		12.171	
$\bar{x}$(mean)	112.241				

C=o.1247

σ N=1.06

$\bar{y}$N=0.52

$Y=8.500(\frac{x}{\bar{x}}) - 7.980$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1$ Y=0.52

$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5$ Y=4.7706

جدول شماره ۷- تجزیه وتحلیل مجموع حد اکثر تبخیر در شش روز متوالی در مدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	163.5	26732.25	1.272	1.618	0.923
2	141.5	20022.25	1.100	1.211	0.846
3	136.6	18659.56	1.062	1.129	0.769
4	135.8	18441.64	1.056	1.116	0.692
5	130.9	17134.81	1.018	1.037	0.615
6	127.8	16332.84	0.994	0.988	0.538
7	125.0	15625.00	0.972	0.945	0.461
8	124.0	15376.00	0.964	0.930	0.384
9	121.2	14689.44	0.942	0.889	0.307
10	119.6	14304.16	0.930	0.865	0.230
11	111.4	12409.96	0.866	0.751	0.153
12	105.1	11046.01	0.817	0.668	0.076
Total	1542.4	200773.92		12.147	
$\bar{x}$(mean)	128.533				

$$\sigma \begin{matrix} C=0.1156 \\ N=1.06 \\ \bar{y}N=0.52 \end{matrix} \qquad Y=9.169\ \frac{x}{\bar{x}} - 8.649$$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1 \quad Y = 0.52$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5 \quad Y = 5.1053$

جدول شماره ۸ـ تجزیه وتحلیل مجموع حداکثر تبخیر در ۷ روز متوالی در مدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	176.6	31187.56	1.225	1.500	0.923
2	157.6	24837.76	1.093	1.194	0.846
3	151.0	22801.00	1.047	1.096	0.769
4	150.7	22710.49	1.045	1.092	0.692
5	146.7	21520.89	1.017	1.034	0.615
6	146.2	21374.44	1.014	1.028	0.538
7	142.5	20306.25	0.988	0.976	0.461
8	142.2	20220.84	0.986	0.972	0.384
9	136.9	18741.61	0.949	0.900	0.307
10	134.0	17956.00	0.929	0.863	0.230
11	125.4	15725.16	0.869	0.755	0.153
12	120.0	14400.00	0.832	0.692	0.076
Total	1729.8	251782.00		12.102	
$\bar{x}$(mean)	144.15				

C= 0.0963

σN=1.06 Y= 11.007 $\frac{x}{\bar{x}}$ - 10.487

$\bar{y}N$=0.52

$\frac{x}{\bar{x}}$ = 1 Y= 0.52

$\frac{x}{\bar{x}}$ = 1.5 Y=6.024

جدول شماره ۲ـ تجزیه وتحلیل مجموع حداکثرتبخیر روزمتوالی درمدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	189.3	35834.49	1.177	1.385	0.923
2	176.5	31152.25	1.097	1.204	0.846
3	171.3	29343.69	1.065	1.134	0.769
4	165.6	27423.36	1.029	1.060	0.692
5	165.1	27258.01	1.026	1.052	0.615
6	164.3	26994.49	1.021	1.043	0.538
7	161.0	25921.00	1.001	1.002	0.461
8	159.7	25504.09	0.993	0.986	0.384
9	153.2	23470.25	0.952	0.907	0.307
10	149.7	22410.09	0.930	0.866	0.230
11	140.9	19852.81	0.876	0.767	0.153
12	133.1	17715.61	0.827	0.685	0.076
Total	1929.7	312880.14		12.091	
mean($\bar{x}$)	160.808				

$C = 0.0909$

$\sigma N = 1.06$

$\bar{y}N = 0.52$

$Y = 11.655 \frac{x}{\bar{x}} - 11.135$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1 \qquad Y = 0.52$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5 \qquad Y = 6.347$

جدول شماره ۱۰ ـ تجزیه وتحلیل مجموع حد اکثر تبخیر در ۹ روز متوالی در مدت ۱۲ سال

m	x	x^2	$\frac{x}{\bar{x}}$	$(\frac{x}{\bar{x}})^2$	$F(\frac{x}{\bar{x}})$
1	202.2	40884.84	1.133	1.283	0.923
2	198.8	39521.44	1.114	1.240	0.846
3	197.5	39006.25	1.106	1.223	0.769
4	185.8	34521.64	1.041	1.083	0.692
5	183.6	33708.96	1.028	1.056	0.615
6	182.8	33415.84	1.024	1.048	0.538
7	178.2	31755.24	0.998	0.996	0.461
8	174.1	30310.81	0.975	0.950	0.384
9	168.6	28425.96	0.944	0.891	0.307
10	163.4	26699.56	0.915	0.837	0.230
11	158.9	25249.21	0.890	0.792	0.153
12	147.5	2176.25	0.826	0.682	0.076
Total	2141.4	385256.00		12.081	
$\bar{x}$(mean)	178.45				

C= 0.0858

σN= 1.06

$\bar{y}$N= 0.52

$Y=12/354 \frac{x}{\bar{x}} - 11/834$

$\frac{x}{\bar{x}} = 1$ Y= 0.52

$\frac{x}{\bar{x}} = 1.5$ Y= 6.697

جدول شماره ۱۱ـ تجزیه وتحلیل مجموع حداکثرتبخیردر ۱۰روزمتوالی درمدت ۱۲سال

n	$\overline{Y}n$	σn	n	$\overline{Y}n$	σn
20	./52	1/06	80	./56	1/19
30	./54	1/11	90	./56	1/20
40	./54	1/14	100	./56	1/21
50	./55	1/16	150	./56	1/23
60	./55	1/17	200	./57	1/24
70	./55	1/19	∞	./57	1/28

جدول شماره ۱۲ـ مقادیر $\overline{y}_n$ و σn بازاء تعداد نمونه‌های مختلف

زمان برگشت	$\frac{x}{\overline{x}}$	Cu=Kc× E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.978	23.17	23.17	16.22	16.22	18.54	18.54	20.85	20.85
5	1.13	26.77	26.77	18.74	18.74	21.42	21.42	24.09	24.09
10	1.23	29.14	29.14	20.40	20.40	23.31	23.31	26.23	26.23
25	1.36	3 2.22	32.22	22.55	22.55	25.78	25.78	29.00	29.00

جدول شماره ۱۳ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه یك روز تبخیر حداکثـــــر

به میلی متر

حال ازروی گراف شماره(۱) میتوانیم بازاء هرزمان تناوب‌دلخواهی $\frac{x}{\bar{x}}$ را محاسبه نمائیم و با ضرب کردن مقدار بدست آمده در $\bar{x}$ مربوطه مقدار تبخیر (x) را بدست آورد این ارقام درجداول شماره ۱۳ و۱۴ و۱۵ و۱۶ و ۱۷ و۱۸ و۱۹ و۲۰ و ۲۱ و۲۲ درج گردیده از ارقام این جداول میتوان برای تعیین ظرفیت سیستم آبیاری‌بخوبی وعملا استفاده نمود این ارقام برای ضرایب گیاهی kc=۰/۷ و kc=۰/۸ و kc=۰/۹ و kc=۱ روی منحنی شماره ۱ و منحنی شماره ۲ برای حداکثر تناوب ۲ سال و حداکثر تناوب ۵ سال ترسیم شده است مشابه این‌منحنی‌ها برای تناوب های ۱۰ ساله و۲۵ ساله نیز میتوان ترسیم نمود. (روی محور xها حد اکثر تعریق وتبخیر برای تعداد روزهای‌متوالی محاسبه شده وروی محور yها متوسط روزانه تعریق وتبخیر برای‌تعداد روزهای متوالی مربوطه‌آورده میشود تامنحنی های فوق بدست آید) محورxآب مصرفی بین دوآبیاری ومحورy آب مصرفی روزانه میباشد پراکندگی نقاط روی منحنی ترسیم شده بستگی به‌دقت قرائت مقادیر $\frac{x}{\bar{x}}$ ازکاغذ احتمالات دارد ولی باحتمال زیاد این خطا از خطائی‌که ممکن است درمقدار kc وجود داشته باشدکمتر است .

تبصره ـ بطور متوسط ظرفیت طرح برای تناوب ۲ ساله تأمین آب مصرفی حد اکثر درمدت دوسال میباشد لذا برای یك محصول غیردائمی مانند چغندر قند تناوب دوساله یعنی ظرفیت سیستم برای ۲ محصول کافی خواهد بود برای یونجه‌که ۴ برواشت درهرفصل رشد دارد (در بعضی شرایط آب وهوائی) یك تناوب ۲ ساله برای ظرفیت سیستم بدین معنی است‌که از هرسه‌سال ۲ سال آن (بطور متوسط) ظرفیت سیستم آبیاری برای تأمین احتیاجات محصول‌کافی خواهد بود ومصرف آب درمدت ۲سال متجاوز ازاین مقدار نخواهد بود .

زمان برگشت	$\frac{x}{\bar{x}}$	Cu=Kc × E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.978	42.70	21.35	29.89	14.94	34.16	17.08	38.43	19.21
5	1.12	48.90	24.45	34.23	17.11	39.12	19.56	44.01	22.00
10	1.21	52.83	26.41	36.98	18.49	42.26	21.13	47.55	23.77
25	1.33	58.06	29.03	40.64	20.32	46.45	23.22	52.25	26.12

جدول شماره ۱۴ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه دوروز تبخیرحد اکثـــــر به میلی متر

زمان برگشت	$\bar{x}$	Cu= Kc × E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
	$\bar{x}$	x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.979	60.60	20.20	42.42	14.14	48.48	16.16	54.54	18.18
5	1.13	69.95	23.31	48.96	16.32	55.96	18.65	62.68	20.89
10	1.224	75.76	25.25	53.03	17.68	60.61	20.20	68.18	22.73
25	1.35	83.56	27.85	58.49	19.50	66.85	22.28	75.20	25.07

جدول شماره ۱۵ ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه ۳ روز تبخیر حداکثر به میلی متر

زمان برگشت	$\bar{x}$	Cu= Kc × E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
	$\bar{x}$	x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.98	77.62	19.40	54.33	13.58	62.10	15.52	69.86	17.46
5	1.135	89.89	22.47	62.92	15.73	71.91	17.98	80.90	20.22
10	1.235	97.81	24.45	68.47	17.12	78.25	19.56	88.03	22.00
25	1.362	107.87	26.97	75.51	18.88	86.30	21.57	97.08	24.27

جدول شماره ۱۶ ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه ٤ روز تبخیر حداکثر به میلی متر

زمان برگشت	$\frac{x}{x}$	Cu=Kc ×E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.98	94.05	18.81	65.83	13.17	75.24	15.05	84.64	16.93
5	1.12	107.48	21.50	75.24	15.05	85.98	17.20	96.73	19.35
10	1.21	116.12	23.22	81.28	16.26	92.90	18.58	104.51	20.90
25	1.33	127.63	25.53	89.34	17.87	102.10	20.42	114.87	22.97

جدول شماره ۱۷ ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه ۵روز تبخیر حداکثر به میلی متر

زمان برگشت	$\frac{x}{x}$	Cu = Kc × E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.98	109.99	18.33	76.99	12.83	87.99	14.66	98.99	16.50
5	1.115	125.15	20.86	87.61	14.60	100.12	16.69	112.63	18.77
10	1.2	134.69	22.45	94.28	15.71	107.75	17.96	121.22	20.20
25	1.31	147.04	24.51	102.93	17.15	117.63	19.60	132.34	22.06

جدول شماره ۱۸ ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه ۶روز تبخیر حداکثر به میلی متر

زمان برگشت	$\frac{x}{\bar{x}}$	Cu = Kc × E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.98	125.96	17.99	88.17	12.60	100.77	14.39	113.39	16.19
5	1.105	142.03	20.29	99.42	14.20	113.62	16.23	127.83	18.26
10	1.185	152.31	21.76	106.62	15.23	121.85	17.41	137.08	19.58
25	1.29	165.81	23.69	116.07	16.58	132.65	18.95	149.23	21.32

جدول شماره ۱۹ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه ۷روز تبخیر حداکثر

به میلی متر

زمان برگشت	$\frac{x}{\bar{x}}$	Cu=Kc × E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.984	141.84	17.73	99.29	12.41	113.47	14.18	127.66	15.96
5	1.09	157.12	19.64	109.98	13.75	125.76	15.72	141.41	17.68
10	1.158	166.93	20.86	116.85	14.61	133.54	16.69	150.237	18.78
25	1.244	179.32	22.41	125.52	15.69	143.46	17.93	161.39	20.17

جدول شماره ۲۰ـ مقادیر آب مصرفی بازاء محاسبه ۸روز تبخیر حداکثر

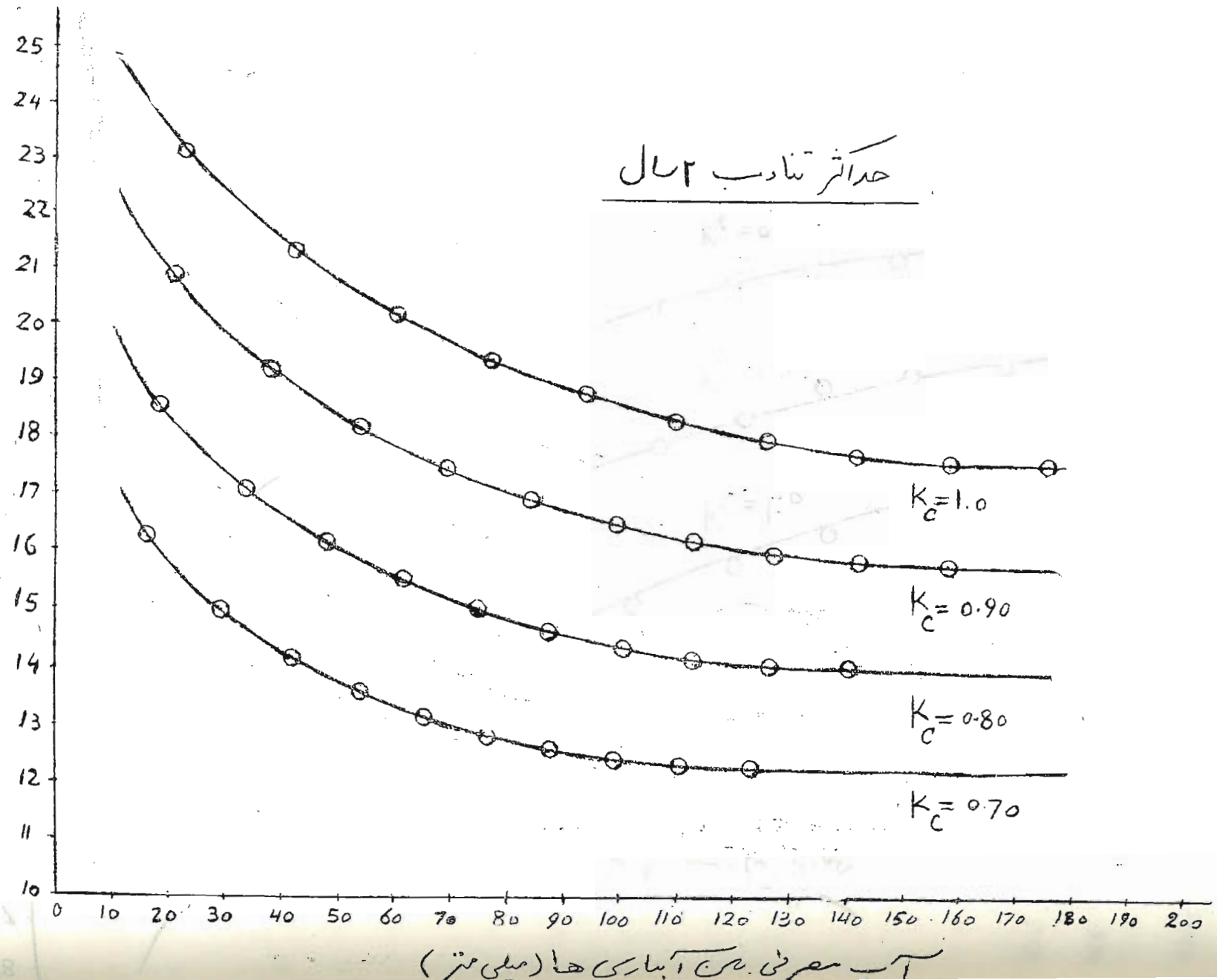
به میلی متر

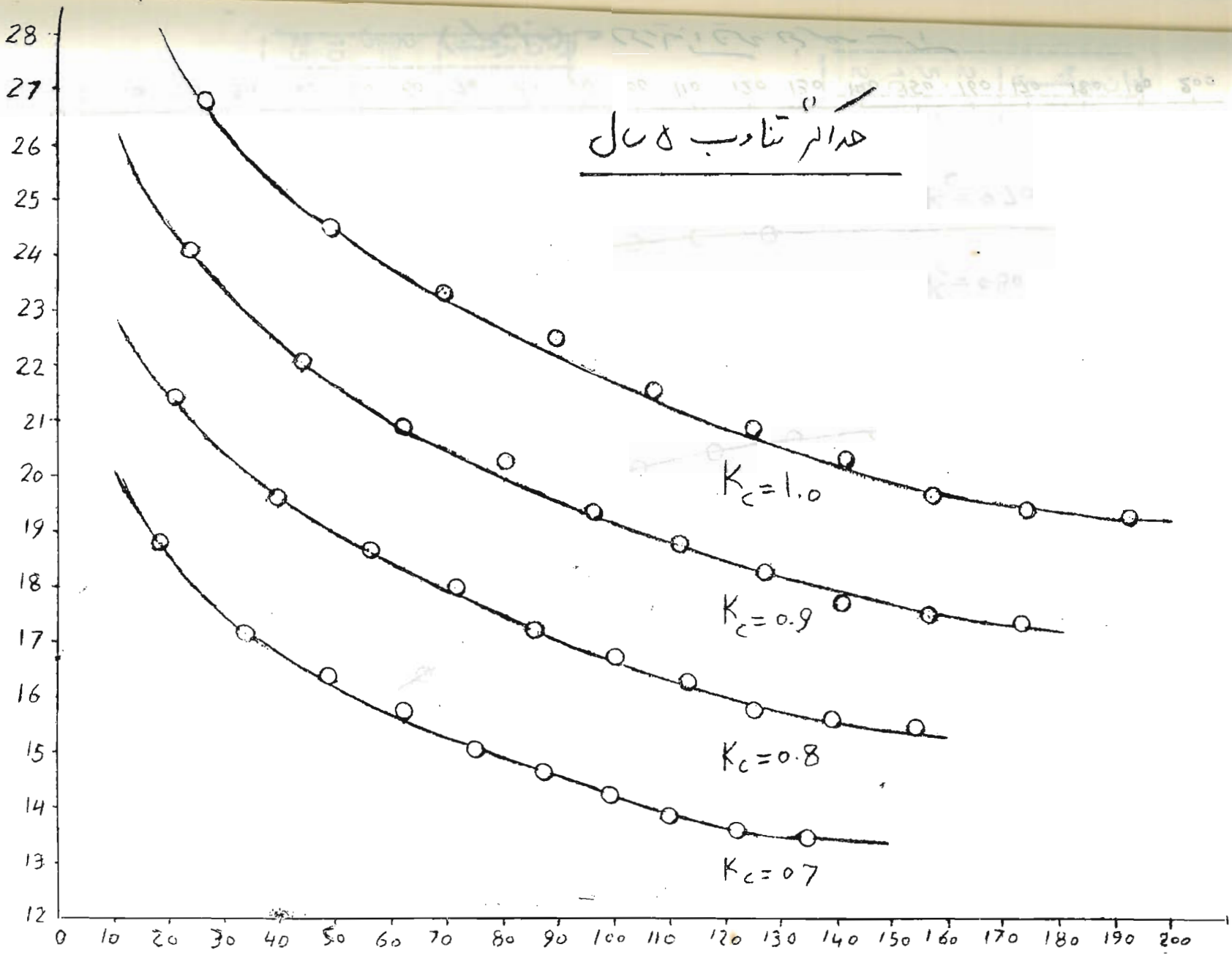
زمان برگشت	$\frac{\bar{x}}{x}$	Cu= Kc ×E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=o.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	o.985	158.40	17.60	110.88	12.32	126.72	14.08	142.56	15.84
5	1.085	174.48	19.39	122.14	13.57	139.58	15.51	157.03	17.45
10	1.145	184.12	20.46	128.88	14.32	147.30	16.37	165.71	18.41
25	1.228	197.47	21.94	138.23	15.36	157.98	17.55	177.72	19.75

جدول شماره ۲۱ـ محاسبه آب مصرفی بازاء محاسبه ۹روزتبخیر حداکثر، به میلی متر

زمان برگشت	$\frac{\bar{x}}{x}$	Cu=Kc× E							
		Kc=1		Kc=0.7		Kc=0.8		Kc=0.9	
		x	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه	دوره‌ای	روزانه
2	0.985	175.77	17.58	123.04	12.30	140.62	14.06	158.19	15.82
5	1.08	192.73	19.27	134.91	13.49	154.18	15.42	173.46	17.35
10	1.14	203.43	20.34	142.40	14.24	162.74	16.27	183.09	18.31
25	1.215	216.82	21.68	151.77	15.18	173.46	17.35	195.14	19.51

جدول شماره ۲۲ـ محاسبه آب مصرفی بازاء محاسبه ۱۰روزتبخیر حداکثر به میلی متر


حداکثر تناوب ۲ سال
K_c=1.0
K_c= 0.90
K_c= 0.80
K_c= 0.70
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200
آب مصرفی بخش آبیاری ها (میلی متر)



هدایت تناوب ۵ سال

منابع مورد استفاده

1. Design capaeity for irrigation systems by M. C. jensen and larry king 1962.

Agri Engr. Journal 43 (9).

2. Irrigation system design capacity functions for Washington 1970 Washington State University.

3. Hydrology for Engineers Ray. K. linsley, kohler, Paulhus 1958 Mcgraw-Hill company.

تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری گوجه فرنگی

غلامرضا یوسفی ـ دانشیار دانشگاه آذرابادگان

مقدمه :

با توجه به اهمیت روزافزون تولیدات کشاورزی ، بررسی و پژوهشهای آبیاری برمبنای تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری ومقدار آب مصرفی زارعات مختلف ، دراقصاد کشرر اهمیت بسزائی دارد .

ازآنجائیکه استفاده صحیح‌ازآب میتواند دربالا بردن‌میزان محصولات مختلف کمك مؤثری بنماید وازطرفی چون آب یکی‌از عوامل مهم زراعی در اکثر نقاط مملکت‌ایران می‌باشدلذاانجام تحقیقات وسیعی درزمینه آبیاری با توجه به جنبه‌های اقتصادی وبرای اجرای دقیق‌وصحیح قوانین ومقررات مربوطه به منابع آب‌کشور بسیار ضروری‌بوده وحائز اهمیت است .

گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آذرابادگان بموازات جمع‌آوری کلیه اطلاعات لازم درمورد توسعهٔ کشاورزی نوین به اجرای یك سری آزمایشات آبیاری درمزرعه تحقیقاتی خود در خلعت پوشان اقدام نموده است وبا توجه باینکه گوجه فرنگی ازفرآورده‌های مهم غذائی‌بشمار میآید ولی اطلاعات‌کافی درمورد آبیاری‌آن دردسترس نمیباشد درتابستان سال‌های ۵۳ـ ۱۳۵۱ درزمینه تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری‌گوجه فرنگی طرح‌آزمایش انجام گرفته است‌که خلاصه‌ای ازنتایج آزمایش انجام یافته ازنظرتان میگذرد .

دراینجا لازم میدانم ازهمکاری بی‌شائبه‌آقای مهندس ابراهیم‌کمپانی استاد محترم گروه بافیانی صمیمانه‌تشکر وسپاسگزاری نمایم .

۱ ـ مطالعات مقدماتی محل مورد آزمایش

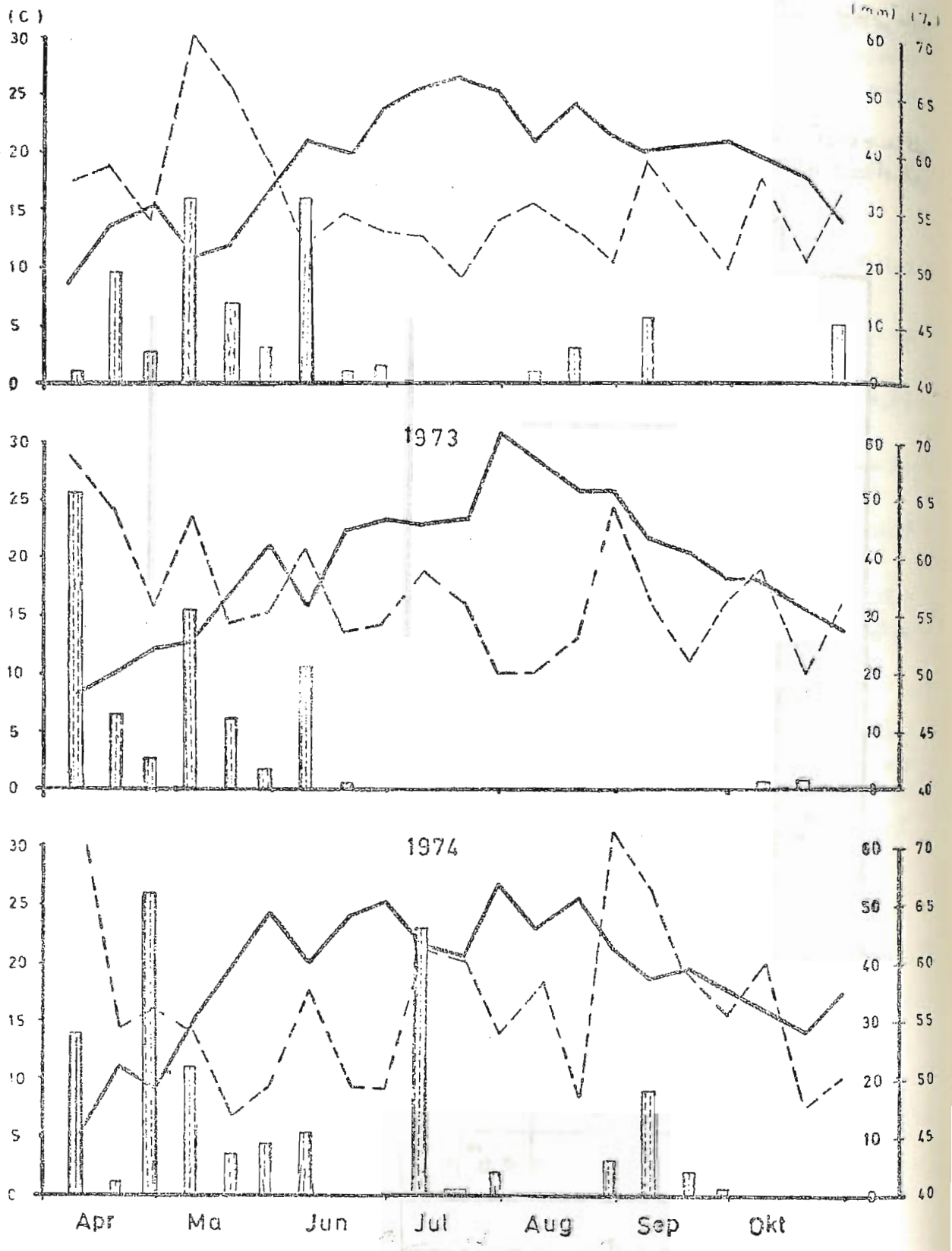
ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آذرابادگان (خلعت پوشان) در۸کیلومتری شرق تبریزواقع شده است. دردوطرف شمالی وجنوبی این ایستگاه‌تپه‌هاودر وسط‌آن رودخانه‌ای جریان دارد .

خاك منطقه بعلت کمبود بارندگی ونیز جوان بودن هیچگونه تحولی درآن بوقوع نپیوسته و از نوع خاك رسوبی جوان بشمار میآید . تجزیه مکانیکی‌که ازمحل مورد آزمایش بعمل آمده است بیشترین درصدآن تا عمق ۱۰۰ سانتیمتری ازنوع شن بوده واز لحاظ طبقه‌بندی جزءگروه خاك شن بشمار میآید . ضرایب‌آبی خاك منطقه براثردرشتی یافت ونیز بعلت فقیربودن موادکلوئیدی جذب سطحی وهیدراته خیلی‌کم بوده ودر نتیجه قسمت اعظم ازبارندگی ویاآب آبیاری بعلت درشت بودن منافذ خاك بصورت آب گراویته به قشرهای‌پائین تر نفوذ مینماید .

درجدول شماره (۱) مشخصات دانه‌بندی ودرصد حجمی ضرایب‌آبی خاك منطقه آورده شده است .

جدول شمارهٔ (۱)

عمق خاك (cm)	مقدار رس (%)	مقدار سیلیت (%)	مقدار شن (%)	ظرفیت فیلدی درصدحجمی	نقطه‌پژمردگی درصدحجمی
۱۰۰ — ۰	۵	۹	۸۶	۱۳/۵	۲/۵

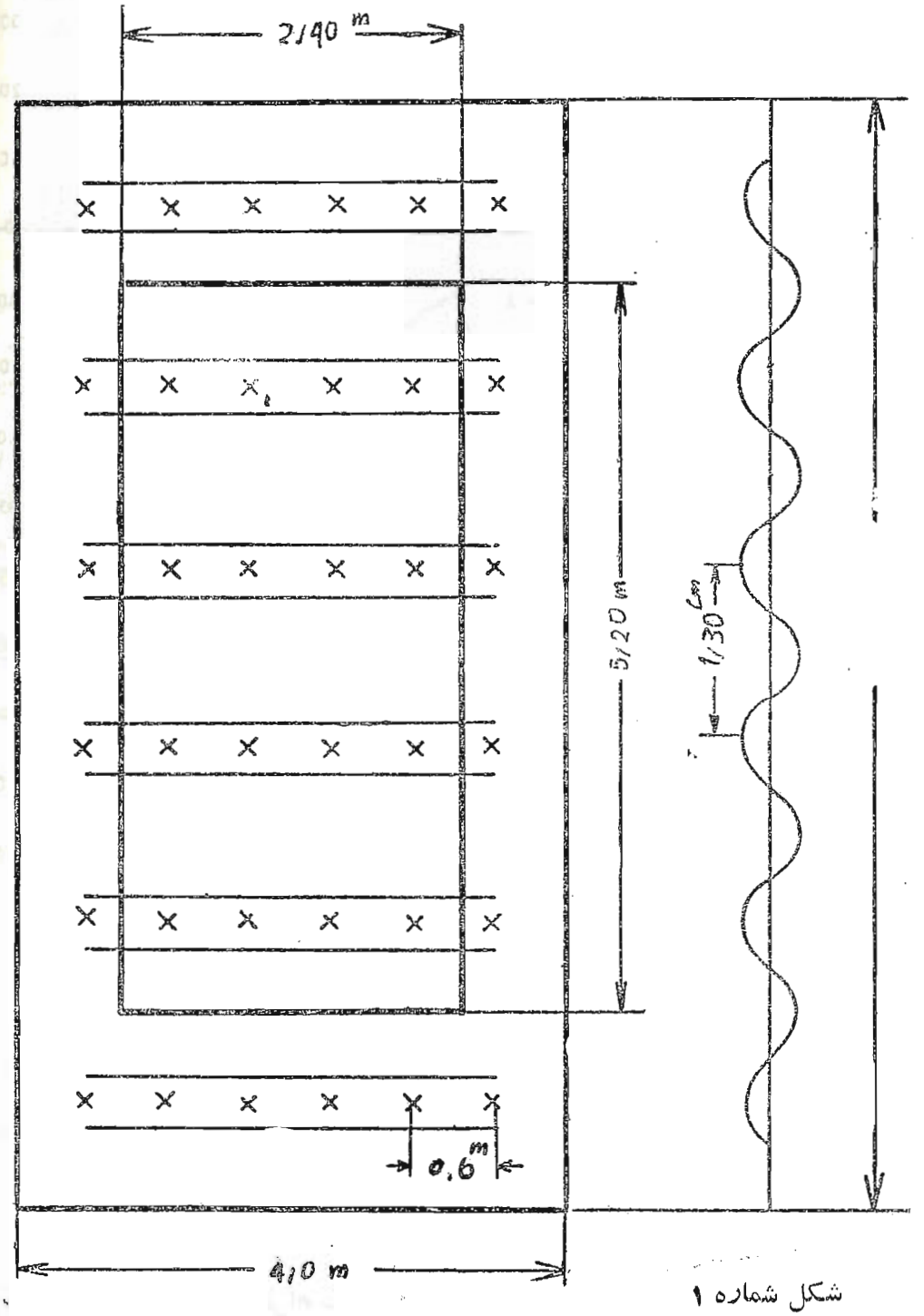


دیاگرام شماره ۱

وضعیت آب وهوای منطقه نیز ازطریق دوایستگاه هواشناسی دانشکده کشاورزی و ایستگاه تحقیقاتی آمار برداری شد وتغییرات سه ساله آن درطول مدت آزمایش در دیاگرام شمارهٔ (۱) آورده شده‌است .

۲ ـ هدف آزمایش وروش تحقیق

منظور از آزمایش بطور کلی تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری گوجه فرنگی برای بدست آوردن حداکثر عملکرد درمنطقه خلعت‌پوشان بوده که براساس وهدف تعیین تعداد دفعات آبیاری پایه‌گذاری وانجام گرفته است. آزمایش



شکل شماره ۱

مزبور درطرح بلوکهای تصادفی کامل که دارای ۵تریتمان (Treatment) ۰ و۱و۲و۳ و۴ که بترتیب بـدون آبیاری (شاهد) وتناوب آبیاری ۳و۶و۹و۱۲ روزه‌وبا چهارتکرار a,b,c,d صورت گرفته است . براساس طرح آزمایش‌برای سطح هرتریتمان ۳۲ = ۸ × ۴ متر مربع ومقدارآب مصرفی برمبنای‌آب قابل استفاده بشرح زیر تعیین گردیده است.

$$awc = Fc - WP$$

۳ ـ عملیات زراعی واندازه‌گیریها

قطعه زمین مورد آزمایش درفروردین ماه هرسال پس‌از تسطیح مشخصات زراعی زیردرآن صورت‌گرفت :

الف ـ نوع بذر: گوجه فرنگی جی‌مورن آمریکائی ونشاءآن در زمین اصلی در اواخر خـردادماه هرسال انجام گرفت .

ب ـ نوع‌ومقدارکود: در پائیز هرسال آزمایش حدود ۲۵ تن درهکتار کـود دامی به محـل مربوطه داده شده است .

ج ـ قطعه‌بندی زمین: ۲۰ بلوک‌آزمایش بابعاد ۸ × ۴ متر برای ۵تریتمان در۴ تکرار تهیه وسپس تریتمانها با قرعه‌کشی بهرکدام منتسب گردیده است .

در هرتریتمان ۶ خط‌کاشت وجود داشت‌که فاصله خطوط ازیکدیگر ۱۳۰ سانتیمتر وفاصله بوته‌ها روی‌هرخط ۶۰ سانتیمتر انتخاب‌گردید. طول خطوط ۴ متربنابراین سطح زیر هرتریتمان ۳۲متر مربع است .

درشکل شماره(۱)ـ نحوه‌کاشت وفاصله برداشت ـ فاصله خطوط وبوته‌ها ـ سطح زیرکشت یك بلوك‌آزمایشی آورده شده است .

د ـ نحوه آبیاری : آبیاری بلوکهای آزمایشی از روش آبیاری نشتی استفاده گردیده بدین ترتیب که آب ازکانال اصلی واردکانالهای توزیع‌کننده‌که در مجاورت بلوکها واقع شده میگردد و سپس بوسیله قطعات رابط به‌داخل بلوکهای آزمایش هدایت میشود . وحتی‌الامکان سعی‌گردیدکه‌آب بطور یکنواخت درتمامی سطح بلوکها توزیع‌شود.

درشکل شماره (۲) نحوه انتخاب بلوکها باتوجه به مشخصات مربوطه وآبیاری طرح آورده شده است .

مقدار آب درهرآبیاری بادرنظرگرفتن مساحت هربلوك (۳۲ متر مربع) ویا دردست داشتن عمق آبیاری و احتساب ۲۰ درصد افت: حجم مقدار آبی‌که باید درداخل هربلوك داده شود احتساب شده و مقدار آب لازم بااستفاده از دستگاه اندازه‌گیری بهر بلوك آزمایش تحویل‌گردیده است . اندازه‌گیری مقدار جریان بوسیله دودستگاه سرریز کننده مستطیلی شکل بافشردگی جانبی دوطرفه انجام‌گرفته است ومقدار جریان توسط فرمول زیر احتساب و کنترل گردید .

جدول شمارهٔ (۲)

تریتمانها	تعداد دفعات آبیاری	مقدارآب در آبیاری (mm)	مقدارآب‌در مدت‌آزمایش (mm)	مصرف آب (m^3/ha)
شاهد	۰	۰	۰	۰
تناوب ۳ روزه	۳۶	۳۹۶	۱۴۲۵/۶	۱۴۲۵/۶—
» ۶ »	۱۸	۳۹۶	۷۱۲/۸	۷۱۲۷/—
» ۹ »	۱۲	۳۹۶	۴۷۵/۲	۴۷۵۲/—
» ۱۲ »	۹	۳۹۶	۳۵۶/۴	۳۵۶۴/—

$$Q = C.\ (L - O,2H)\ .H^{3/2}$$

که در آن :

Q = مقدار جریان L = عرض دهانه سرزیر H = ارتفاع آب در سرزیر

C = ضریب دستگاه ($C = 1/86$)

در جدول شماره (۲) تعداد دفعات آبیاری، مقدار آب در هر آبیاری (برحسب میلیمتر) ومقدار آب در دوره رشد گیاه گوجه فرنگی (برحسب میلیمتر ومتر مکعب درهکتار) آورده شده است .

توضیح اینکه مقدار بارندگی که درطول مدت آزمایش اتفاق افتاده است بعلت کمی میزان آن در محاسبات منظور نشده است .

شروع عمل برداشت محصول همه ساله ازاواخر شهریور ماه پس از حذف یك ردیف از دوطرف وفیم متر از حاشیه بلوکهای آزمایشی بادست انجام گرفت وتا اواسط آبان ماه ادامه داشته است . طول خط درزمان برداشت ۳متر وتعداد آنها ۴ خط وسطح برداشت زیر کشت ۱۲/۴۸ مترمربع وتعدادبوته‌ها دراین سطح معادل با۱۶ بوته بوده است.

درجدول شماره (۳) متوسط عملکرد محصول (سه ساله) بلوکهای آزمایشی دررژیمهای مختلف آبیـاری بر حسب تن درهکتارآورده است .

جدول شماره (۳)

رژیمهای آبیاری	شاهد (۰)	تناوب۶ روزه (۱)	تناوب۶ روزه (۲)	تناوب۹ روزه (۳)	تناوب۱۲روزه (۴)
متوسط عملکرد (t/ha)	۴۱/۳	۷۲/۱	۸۸/۲	۷۶/۳	۶۷/۲

نتایج حاصله از آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری آن

با توجه بهجدول شماره (۳) که متکی بهروش علمی وجداول آماری میباشد ، نتایج حاصله ازآزمایش مورد تجزیه وتحلیل آماری قرار گرفته ومؤید استنباطهای زیر میباشد :

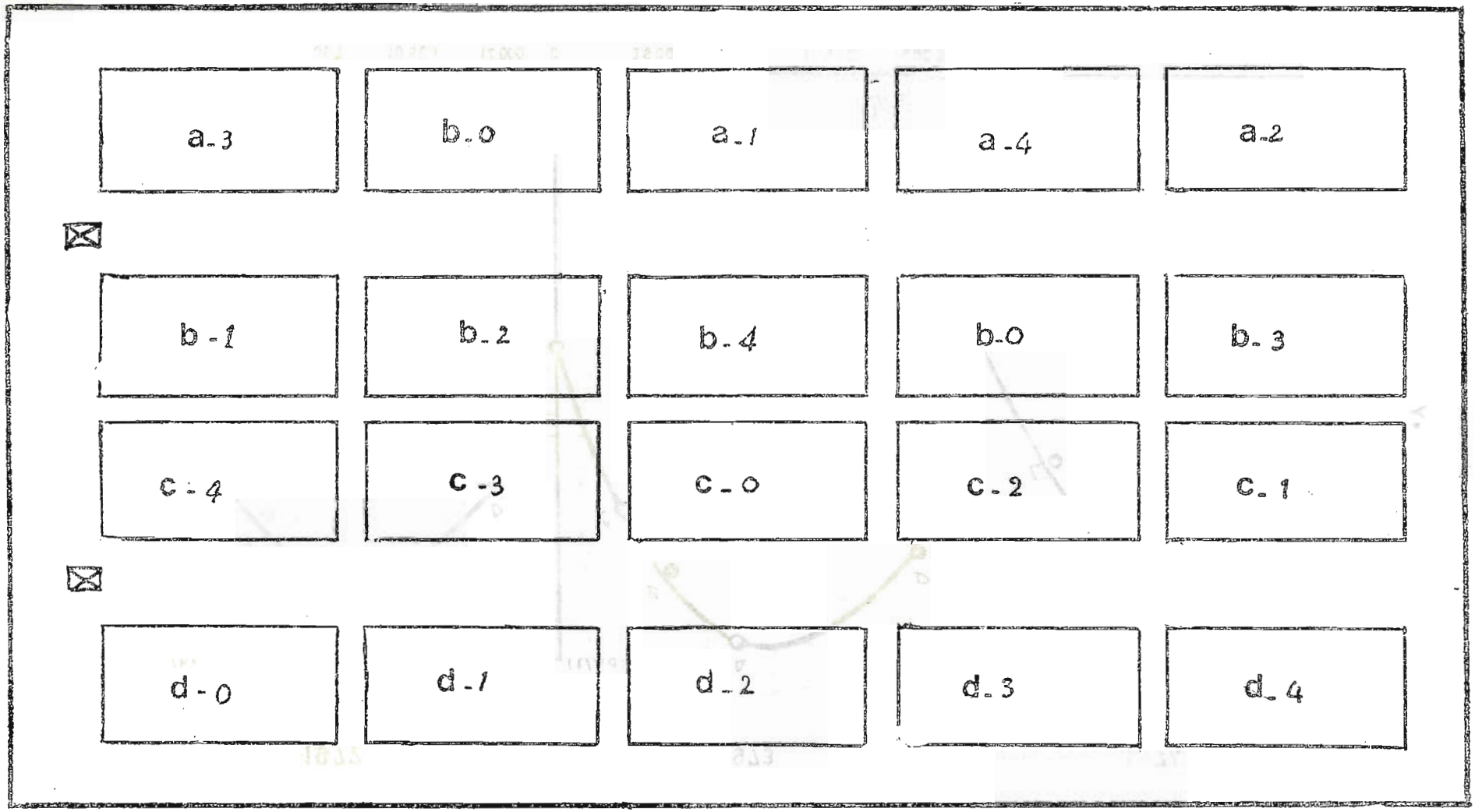
۱ ـ اختلاف عملکرد محصول بین بلوکهائی که تحت تأثیر رژیمهای مختلف آبیاری واقع شده‌اند بلوکهائی که بعنوان شاهد آبیاری نشده‌اند کاملا مشهود است.

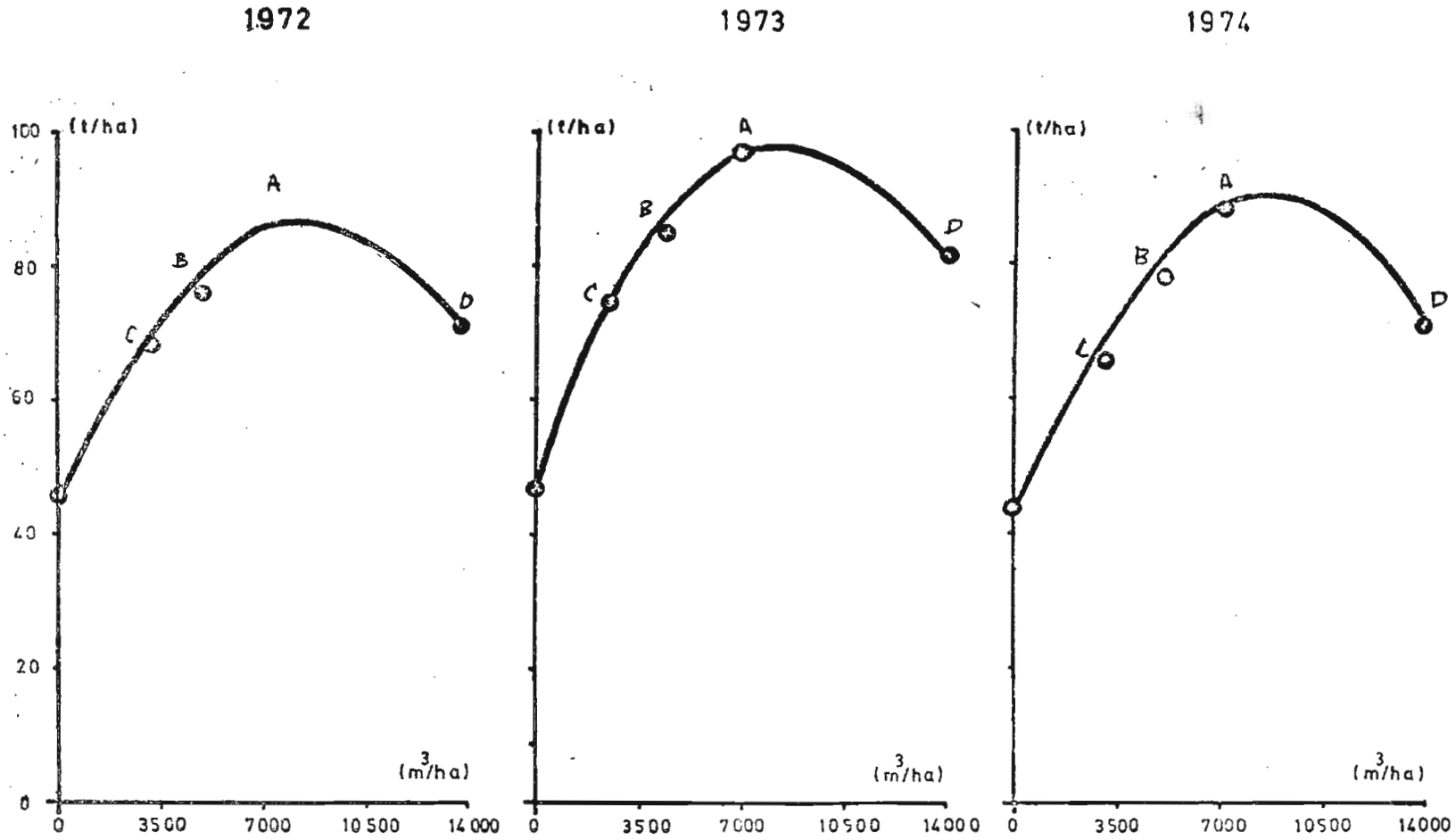
۲ ـ عملکرد ۴ نوع رژیم آبیاری که بترتیب ۳ روزه ـ ۶ روزه ـ ۹ روزه ـ ۱۲ روزه آبیاری شده‌اند و بترتیب ۷۲/۱ ـ ۸۸/۲ ـ ۷۶/۳ ـ ۶۷/۲ تن در هکتـار و شاهد (بـدون آبیاری) ۴۱/۳ تن در هکتار بوده است .

۳ ـ بطورکلی در بلوکهائی که بطور میناوب‌تری آبیاری شده‌انـد (۶ روزه ۹ روزه) این موضوع بچشم میخورد. در نتیجه میتوان استنباط نمود ، بلوکهائی که در زمان تکامل میوه بطور منظم آب دردسترس گیاه قرار گرفته باعث افزایش عملکرد محصول گردیده است. درحالتی که در بلوکهای با فواصل آبیاری طولانی‌تر با تناوب کم (۱۲ روزه) بعلت خشکی نسبی وهمچنین بلوکهائی که بافواصل کـوتاه آبیاری با تناوب زیاد (۳ روزه) بعلت رطوبت زیاد که در دوره تکامل میوه بر آنها وارد آمده است ، کاهش درعملکرد محصول حاصل گردیده است.

۴ ـ باتوجه به مقایسه اختلاف عملکرد محصول بلوکهای بارژیم آبیاری ۶ و۹ روزه از یك‌طرف واز طرف دیگر با درنظرگرفتن مصرف آب وبخصوص شرایط خاکشناسی و وضعیت آب وهوائی و بویژه امکانات آبی منطقه می‌توان بهترین رژیم آبیاری گوجه‌فرنگی در منطقه خلعت‌پوشان و مناطق مشابه‌را با رژیم آبیاری هر ۶ روز یك بار به‌کشاورزان توصیه نمود .

شکل شماره (۲)





دیاگرام شماره ۲

۵ ـ باتوجه باینکه استفاده اقتصادی از آب بستگی کامل بمیزان آب آبیاری وعملکرد محصول دارد (با احتساب قیمت آب ومحصول بدست آمده) لذا نتایج توجیه آزمایش با این رویه درمورد گیاه گوجه‌فرنگی درشرایط آزمایش محل دردیاگرام شماره (۲) منعکس شده است.

نقاط A و B مشخص‌ترین نقطه دردیاگرام مربوطه است.

الف ـ نقطه A حد اکثر عملکرد محصول میباشد. مقدار مصرف آب درآن معادل Q=۷۱۲۸ متر مکعب در دوره رشد درهکتار است.

ب ـ نقطه B خود نزدیك به حداکثر A می‌باشد و تغییرات عملکرد محصول ΔF برای نقاط A و B خیلی زیاد نیست (۱۱/۲ تن). درصورتی‌که تغییرات مصرف آب ΔQ در دو نقطه A و B (ΔQ) برابربا ۲۳۷۶ متر مکعب در هکتار مقداری است قابل توجه. لذا در عمل‌بادر نظر گرفتن قیمت محصول ـ قیمت آب ونیروی انسانی لازم‌جهت مصرف آب‌اضافی‌درحالت A ، میتوان نقطه B را بعنوان نقطه داندمان اقتصادی دراین‌آزمایش انتخاب‌کرد.

د ـ در عمل مشاهده میشودکه کشاورزان گرایش‌به‌نحوذکاری دارندکه نقطه D را مشخص می‌کند. لذاتوصیه میشودکه ازآبیاری‌های اضافی‌که جز اتلاف‌آب ازیك‌طرف وکم‌کردن راندمان عملکرد محصول ازطرف دیگرنتیجه‌ای ندارد، جلوگیری شود، عملا مصرف وتناوب نقطه A ویا نقاط بین A و B توصیه میشود.

DER VERSUCH LAUTET: DIE FESTSTELLUNG DES ZWECKMASSIGSTEN BEWASSERUGSTURNUS DER TOMATEN

VERSUCHSDURCHFUHRUNG: In den Sommern (1972–1974); wurde ein Versuch uber den zweckmassigsten Bewasserungsturnus der Tomaten in der Versuchsstation der landwirtschaftlichen Fakultat der Univ. Azarabadegan in Gange gebracht.

Der Versuch wurde in einer vollstandigen Blockanlage mit 4 verschiedenen Bewasserungsturnen und einer O-Parzelle mit 4 wiederholungen aufgestellt (Abb. 2).

Jede Parzelle verfugte uber 6 Pflanzenreihe mit einen jeweiligen Abstand von 1,30 m und einer Lange von 5,0 m. Der Abstand einer jeweiligen Pflanze betrug 0,60 m.

Bei der Ernte wurden die 2 ausseren Reihen und ein Streifen von 0,5 (m) der beiden Seiten des Versuchsrandes nicht miteingebrecht.

Versuchsergebnisse: Die Ertrage der 4 Bewasserungsturnen, welche in einer Zeit von je 3-6-9 und 12 Tagen bewassert wurden, hatten Ordnungsgemass einen 3 Jahrigen Durschchssnittsbetrag von 72,1-88,2-76,3-75,1 t/ha und die O-Parzelle von 41,3 t/ha.

1. Die Statistik hat bewiesen, dass die Ertrage zwieschen den verschiedenen Bewasserugsturnus gesichert sind.

2. Die Parzelle, welche mit einen Turnus von 6 Tagen bewassert wurde, hatteden Hochstertrag (88,2 t/ha). und die Parzelle, welche mit cinen Turnus von 12 Tagen bewassert wurde, hatte den niedrigsten Ertrag (67,2 t/ha).

3. Die Parzellen, welche Ordnungsgemass bewassert wurden (6 und

9 Tagen) bewiesen einen guten Ertrag. Im vergleich zu den Parzellen, welche zu viel (je 3 Tage) oder zu wenig (je 12 Tage) Wasser erhielten, wurde ein nicht zufriedenstellender Ertrag festgestellt.

4. Durch die Bedingung der Boden-und Klimaverhaltnisse des Versuchsfeldes, kann man die Bewasserungsturnus, von je 6 Tage als "Hochst Ertrag" bezeichnen.

5. Aus Wasserwirtschaftlichen Grunden bevorzugt man den 9 Tage Tusnus, da er zum vergleich den 6 Tage Turnus viel weniger Wasser beansprucht als zum vergleich des Ertragsunterschiedes.

Z. B. kann man die 2 Punkte A und B aus der Diag. 2 entnehmen:

- Punkt A enthalt den Hochstertrag (88,2 t/ha) und der Wasserverbrauch Q betragt 7128 m^3/ha.

- Punkt B enthalt den Ertrag nahe zu A (76,3 t/ha) und der Wasserverbrauch Q betragt 4752 m^3/ha.

Der Ertrag unterschied betragt 11,2 t/ha und die Wasserverbrauchs differenz 2376 m^3/ha. Deswegen kann man den Punkt B (je 9 Tagen bewaddern) als "Wasserwirtschaftlichen Grunden" bevorzugt.

مزایای اقتصادی سدهای جمع آوری سیلاب و تغذیه آب از مخزن سد در سفره آبدار

مهندسین مشاور ستیران

۱ ـ ۱ ـ کلیات

در این نوع ساماندهی سد کلیه آبها را ذخیره نکرده بلکه نقش آن جمع آوری طغیانها ونفوذ مجدد آبهادرسفره زیرزمینی است. بده سد دراین حالت یامساوی ظرفیت نفوذپذیری طبیعی رودخانه است یامساوی ظرفیت تاسیساتی است که برای نفوذ دادن آب ساخته شده جمع هردو.

آبها پس از نفوذ درسفره در پائین دست توسط تلمبه استخراج شده وبرای محلهای مصرف هدایت خواهد شد .

۱ ـ ۲ ـ اصول کار

فرض شده که سد بادریچه بازکار خواهدکرد لذا مسئله تقسیم ماهیانه در بین نیست پس بده تابع ابعاد دریچه وفشار روی آن است تاوقتیکه بده کم بوده ودریچه راکاملا نپوشانیده آب خارج شده ودرمخزن سد ذخیره نخواهد شد.

برعکس وقتی که آب دریچه‌را پوشانیده (حالت طغیان) قسمتی از آب پشت‌سد ذخیره شده وارتفاع بالامیرود. ارتفاع آب پشت‌سد تالحظه‌ای که آبهای ورودی QE بیشتر از آبهای خروجی QS است بالا خواهد رفت برعکس وقتی‌که QE کوچك‌تر از QS باشد دریاچه خالی شده مجدداً آماده پذیرش طغیانهاخواهد بود در دوره پرشدن‌باید بررسی شودکه ازتفاع سطح آب Z هرگز از حداکثر انتخابی بالا نرود چنانچه این بالارفتن پیش‌آید :

ـ یا باید ظرفیت سدرا زیاد نمود لذا ارتفاع سد بالا میرود.

ـ یا باید یك سرریز برای خارج نمودن آبهای زیادی درنظر گرفت

۱ ـ ۳ ـ اصول تعیین ابعاد

فرم سد تقریباً مطابق شکل‌زیر است:

— Q_E و Q_S بدههای ورودی وخروجی هستند.

— ZP ارتفاع پای محل برداشت است.

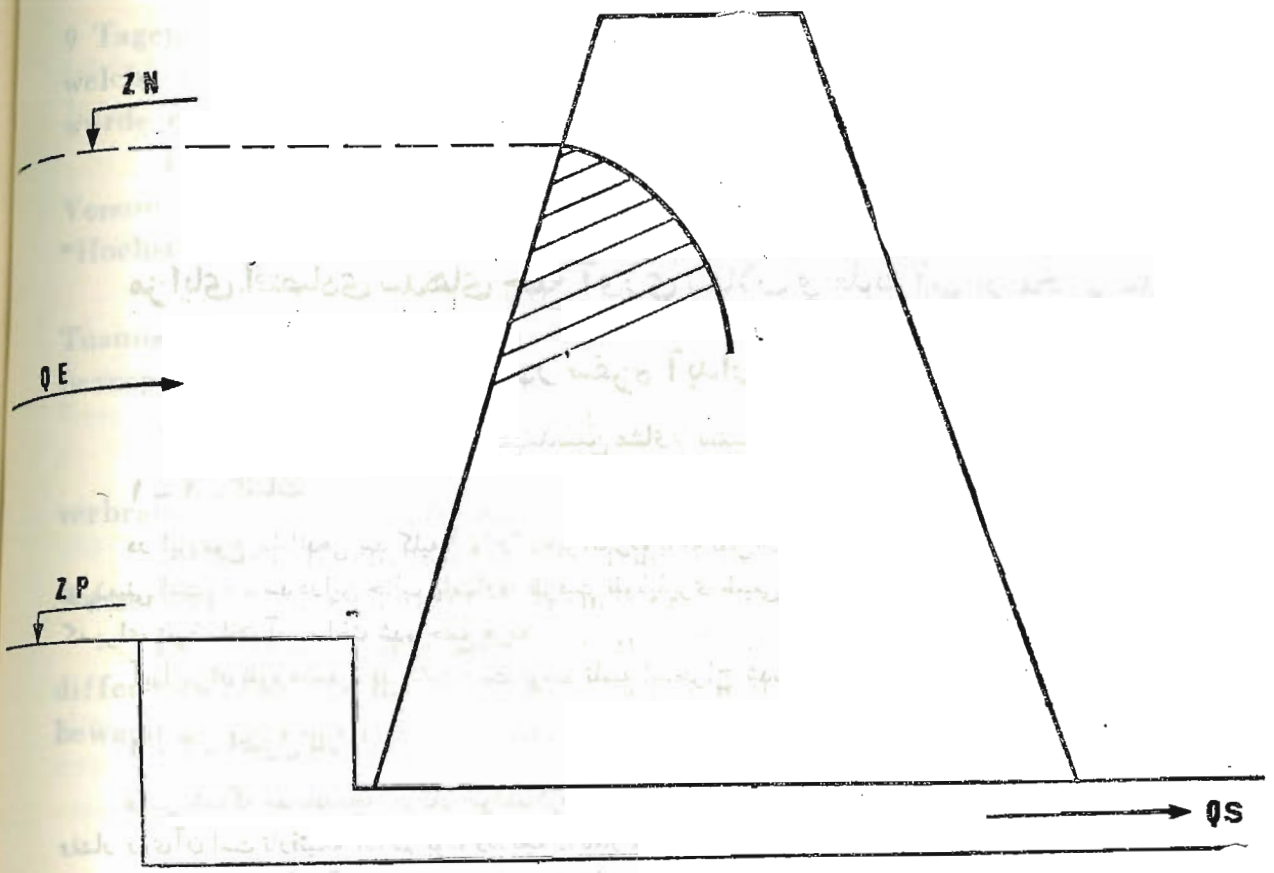
— ZN ارتفاع دریاچه درحالت عادی یا ارتفاع سرریز اطمینان است .

تغییرات Q_S به‌حسب فشار آب یعنی اختلاف $Z - ZP$ تابعی است‌که پارامترهای آن نیز تابع‌خصوصیات برداشت است.

در مورد بالا ودر سطح این مطالعه مقدماتی فرض میشود که Q_S مثل شلجمی و مطابق فرمول زیر تغییر می‌نماید .

$$Q_S = K\sqrt{Z - ZP}$$

با ZP = ارتفاع سطح آب در مخزن



شکل ۱

K = ضریب بده که تابع فرم قطر دریچه است.

بسته به ارتفاع Z سطح آب معادله بیلان درياچه درلحظه T بشرح زیر است:

$$
\begin{cases}
ZP < Z \leqslant ZN & Q_S = K\sqrt{Z - ZP} \\
Z \geqslant ZN & \Delta S = (Q_E - Q_S)\Delta T \\
 & Q_S = K\sqrt{Z_N - ZP} = Q^{MAX} \\
 & \boxed{\begin{array}{l} \Delta S = O \\ VDEV = (Q_E - Q_S)\Delta T \end{array} \quad \left\{ Q_E \geqslant Q_S \right.} \\
 & \boxed{\begin{array}{l} \Delta S = (Q_E - Q_S)\Delta T \quad Q_E < Q_S \\ VDEV = O \end{array}} \\
Z < ZP & Q_S = O \qquad \Delta S = Q_E \times \Delta T
\end{cases} \quad (۱)
$$

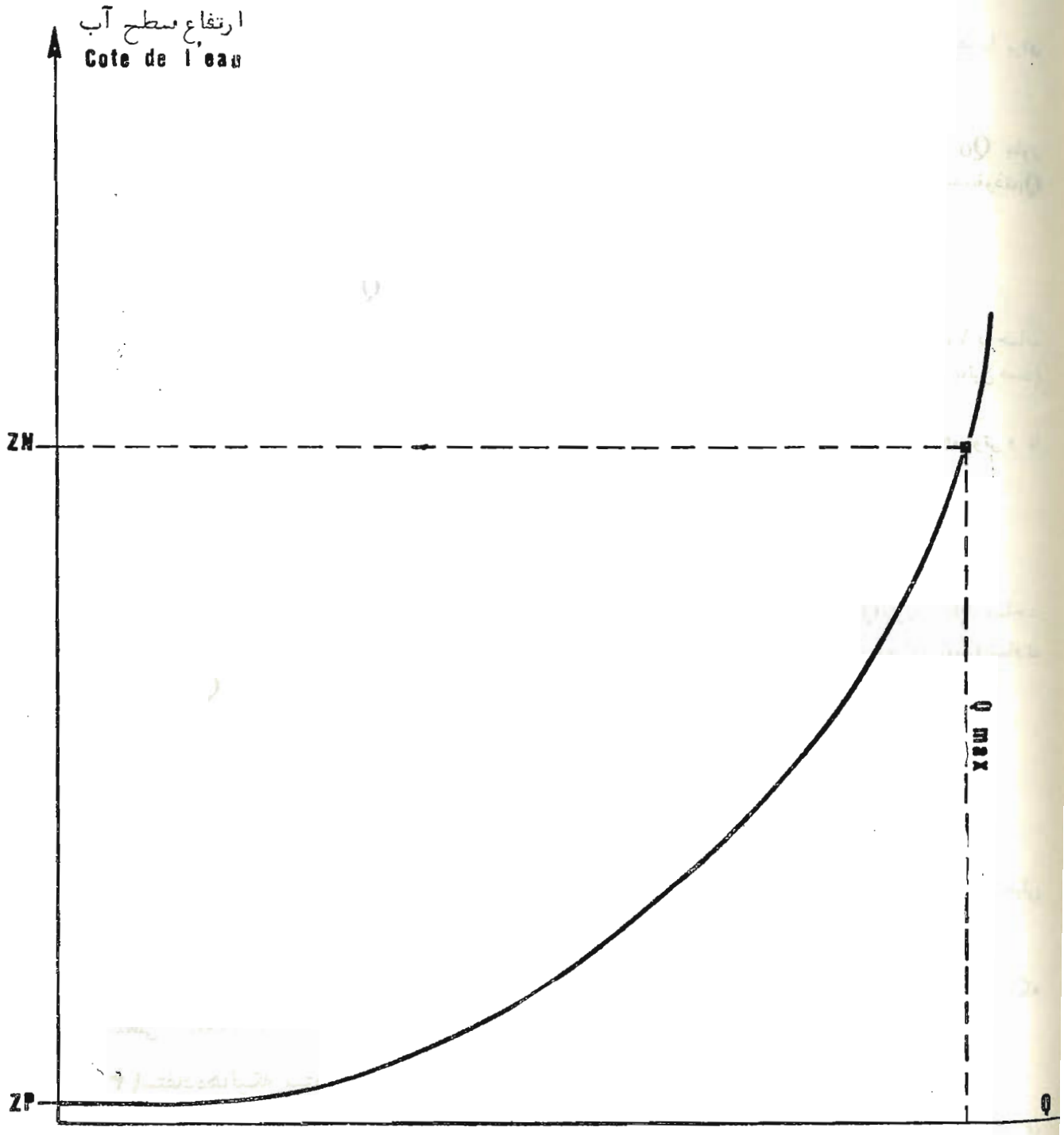
S یک رقم جبری بوده و تغییرات ذخیره آب را درلحظه T میدهد چون این تغییرات اصولا تابع بدههای طغیان است وخود طغیان نیز به حسب زمان خیلی سریع تغییر می کند لذا محاسبات در زمانهای بسیار کوتاه انجام گرفته است .

چون محاسبات بر روی کامپیوتر انجام می‌شود لذا زمانها بشرح زیر انتخاب میشوند:

ـ ۲ ساعت برای ماههائی که طغیان وجود دارد (اسفند، فروردین، اردیبهشت، خرداد)

ـ یک‌روز برای سایر ماهها

باتوجه باین‌که دریاچه همیشه‌پراز آب نخواهد بود لذا ازاتلاف ازطریق تبخیر صرفنظر شده است برنامه‌ای مورد استفاده قرار گرفته همان برنامه است که در مرحله اول استفاده شده بود با داشتن بده‌های درازمدت وتقسیم



شکل ۲

ماهیانه رودخانه می‌توان ارتفاع آب‌را در دریاچه حساب نمود کلیه خصوصیات هیدرولیکی وجغرافیائی (برداشت و تخلیه طغیان) در نظر گرفته شده اند .

۲ ـ بیلان آبشناسی این‌نوع تاسیسات

اطلاعات مدل بشرح زیرهستند:

اولا اندازه گیری های بده روزانه درمحل سد ـ سیلابها از روی هیدروگرام تئوری‌که بده متوسط را برای دوره‌های ۲ ساعت میدهد استخراج میشود .

ثانیاً منحنی ارتفاع ـ حجم مخزن وقطر دریچه خروج.

فرض میشودکه در مواقع نبودن تأسیسات (یعنی سد و حوضچه‌های نفوذ دهند) بدهی معادل Q_O بطور طبیعی در مخصوط افکنه رودخانه ودرمنطقه کوهپایه نفوذ می‌نماید چنانچه Q بده رودخانه در محل سد، بده‌نفوذیQ_I در مخروط افکنه بشرح‌زیر خواهد بود:

$$(2)\quad \begin{cases} Q_I = Q & Q \leqslant Q_O \\ Q_I = Q_O & Q > Q_O \end{cases}$$

چنانچه ازاین معادلات در مورد بده‌های روزانه استفاده شود می‌توان حجم آب نفوذی سالانه V_{IN} راحساب نمود چنین وضعی‌را مبدأ گویند چنانچه تأسیساتی درنظر گرفته شود (جمع‌آوری طغیانها ونفوذ آبها در پائین دست) حجم آب نفوذی زیادتر خواهد شد فرض می‌شودکه ارتفاع Z_P استانه دریچه برداشت ثابت است .

برای قطر معین D دریچه برداشت وارتفاع Z_N آستانه سرریز اطمینان میتوان از طریق کامپیوتر و با توجه به‌معادلات (۱) مدیریت چنین تاسیساتی‌را حساب نمود .

فرض میشود $Q_{MAX} \leqslant Q_O$

برای تمام موارد $Z \leqslant Z_N$

$$Q \leqslant_{MAX} \leqslant Q_O$$

لذا احتیاجی به تاسیسات تغذیه مصنوعی در پائین دست نیست ولی برعکس برای $Q_{MAX} > Q_O$ مساحت باید، درپائین‌دست تاسیسات تغذیه مصنوعی درنظر گرفت چنین تأسیساتی‌باید طوری باشدکه بده‌لحظه‌ای‌نفوذی‌مساوی اختلاف $Q_{MAX} - Q_O$ باشد.

طبیعی است‌که اهمیت تاسیسات با تفاضل $Q_{MAX} - Q_O$ زیاد میشود .

درهردو مورد بده نفوذی درپائین‌دست ودرمخروط افکنه مقادیر زیر خواهد بود :

$$(3)\quad \begin{cases} Z \leqslant Z_N & Q_I = Q_S \\ Z > Z_N & QI = Q_{MAX} \end{cases}$$

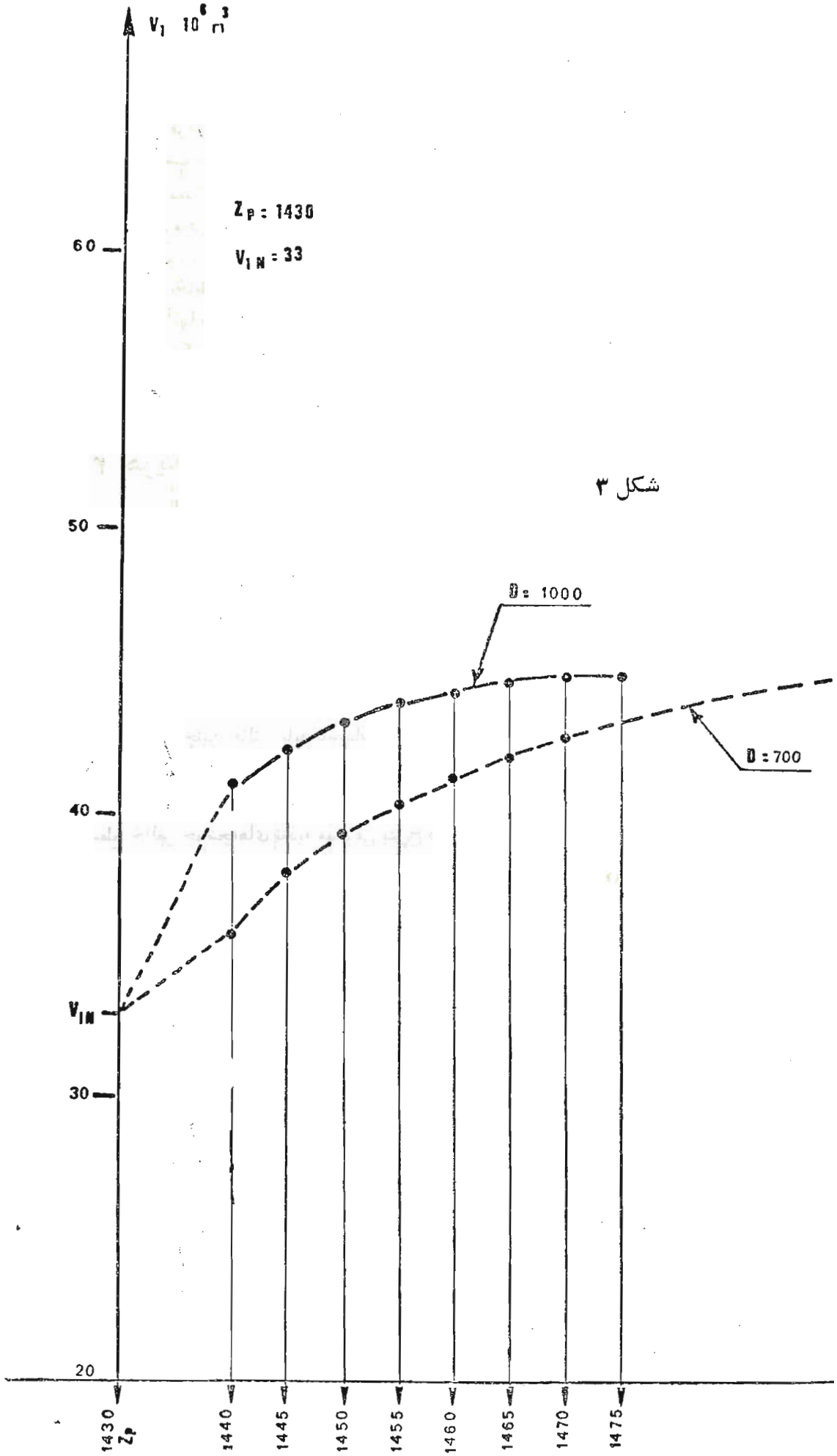
باتوجه به معادلات (۱) و (۳) میتوان از طریق کامپیوتر به نتیجه رسید چون Q_{MAX} یك تابع خیلی مشخصی‌از Z_N و D (قطر دریچه خروجی) است حجم نفوذی V_I مساوی خواهد بود با:

$$V_I = f_I\,(Z_N \text{ و } D) + V_{IN}$$

تابع f بدنبال مقادیر D وقتی که Z_N را تغییر میدهیم توسط نقطه مشخص میشود باین ترتیب یك شبکه منحنی درصفحه (V_I و Z_N) بدست می‌آید (شکل ۳) .

۳ استفاده‌هائیکه میتوان ازچنین تاسیساتی انتظار داشت

این تجهیزات برای مصارف معین درنظرگرفته میشود و حجم اضافی‌باقی‌مانده ازتغذیه آب شهروکشاورزی درزمین‌ذ نفو مینماید .


V_1 10^6 m^3
Z_p : 1430
V_{1N} : 33
60
50
40
V_{IN}
30
20
D = 1000
D = 700
1430
Z_p
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475

شکل ۳

فرض میشودکه ارزش آب برای کشاورزی وتغذیه شهرمعلوم است لذا سود سالانه‌ایکه ازاین تجهیزات بدست میآید متناسب بااختلاف $V_I - V_{IN} = f_1(Z_N \text{ و } D)$ میباشد .

معذالك باید دربرآورد ضریب این تناسب دقت لازم بعمل‌آید البته نمیتوان از تمام آبیکه در عرض سال در سفره و در مخروط افکنه نفوذ مینماید استفاده‌کرد زیرا قسمتی‌ازآب بطرف پائین‌دست حرکت‌کرده واز منطقه‌چاهها خارج میشود .

بخاطر همین مسئله باید ضریب تناسب k را قدری کمتر انتخاب نمود حد پائین مربوط به برآورد جمع‌آوریهای آبها درحالت خیلی بد است. باین ترتیب یك رشته منحنی(شکل۴) با در نظرگرفتن قطر دریچه برداشت بدست میآیدکه سود سالانه استفاده ازآب اضافی نفوذی را برحسب ارتفاع Z_N (ارتفاع آستانه سرریز) میدهد برای تجهیزات باید این سود سالانه بیشتر ازهزینه سالانه تجهیزات (هزینه نگهداری وهزینه استهلاك سرمایه‌گذاری‌برای ایجاد سد واحتمالا تاسیسات تغذیه مصنوعی) باشد .

۴ - هزینه تجهیزات

باید دومورد را بسته باینکه حداکثر بده برداشت Q_{MAX} کمتر یا بیشتر ازبده حد نفوذی در حالت طبیعی یعنی Q_O که قبلا تعیین شده باشد انتخاب نمود .

اولا $Q_{MAX} < Q_O$

درچنین حالتی احتیاجی به تاسیسات تغذیه مصنوعی درپائین دست نیست و تنها خود سدکافی است هزینه‌های سالانه استهلاك مربوط به نرخ‌بهره وزمان بازگشت سرمایه میشود. درهرصورت این هزینه‌ها مثل‌هزینه‌های نگهداری متناسب باارتفاع سد وآنهم متناسب با Z_N است .

ثانیاً $Q_{MAX} > Q_O$

درچنین حالتی باید تاسیسات تغذیه مصنوعی برروی مخروط‌افکنه درپائین دست‌سد درنظر گرفت فرض‌میشود که‌بده لحظه‌ای نفوذی‌مساوی‌حداکثر بده‌دریچه‌برداشت منهای‌بده‌نفوذ طبیعی رودخانه‌یعنی‌اختلاف $Q_{MAX} - Q_O$ باشد.

اگر V سرعت نفوذ دربستر مخروط افکنه (فرض میشودکه طی‌آزمایش بدست‌آمده) باشد در آن صورت سطح خالص حوضچه‌های تغذیه مصنوعی بشرح زیر خواهد بود .

$$S = \frac{Q_{MAX} - Q_O}{V}$$

هزینه اجراء و هزینه‌های نگهداری حوضچه‌های تغذیه مصنوعی متناسب باسطح آنها است بنابراین اختلاف $Q_{MAX} - Q_O$ یا Q_{MAX} متناسب با Z_N و D است .

ملاحظه میشودکه هزینه سالانه عمران تابع Z_N و D است . این تابع چنانچه به D مقادیری داده و Z_N را تغییر دهیم توسط نقاط نشان داده میشود همچنین یك شبکه منحنی بدست میآید (شکل۵) این منحنی‌ها خصوصیات زیر دارند همه دارای یك نقطه زاویه‌ای برای مقدار Z_N از Z_{NC} که مربوط به $Q_{MAX} = Q_O$ است دارند . ونتیجتاً :

$Z_N < Z_{NC}$

$Q_{MAX} < Q_O$

هزینه تاسیسات تنها هزینه سداست

برعکس موقعیکه

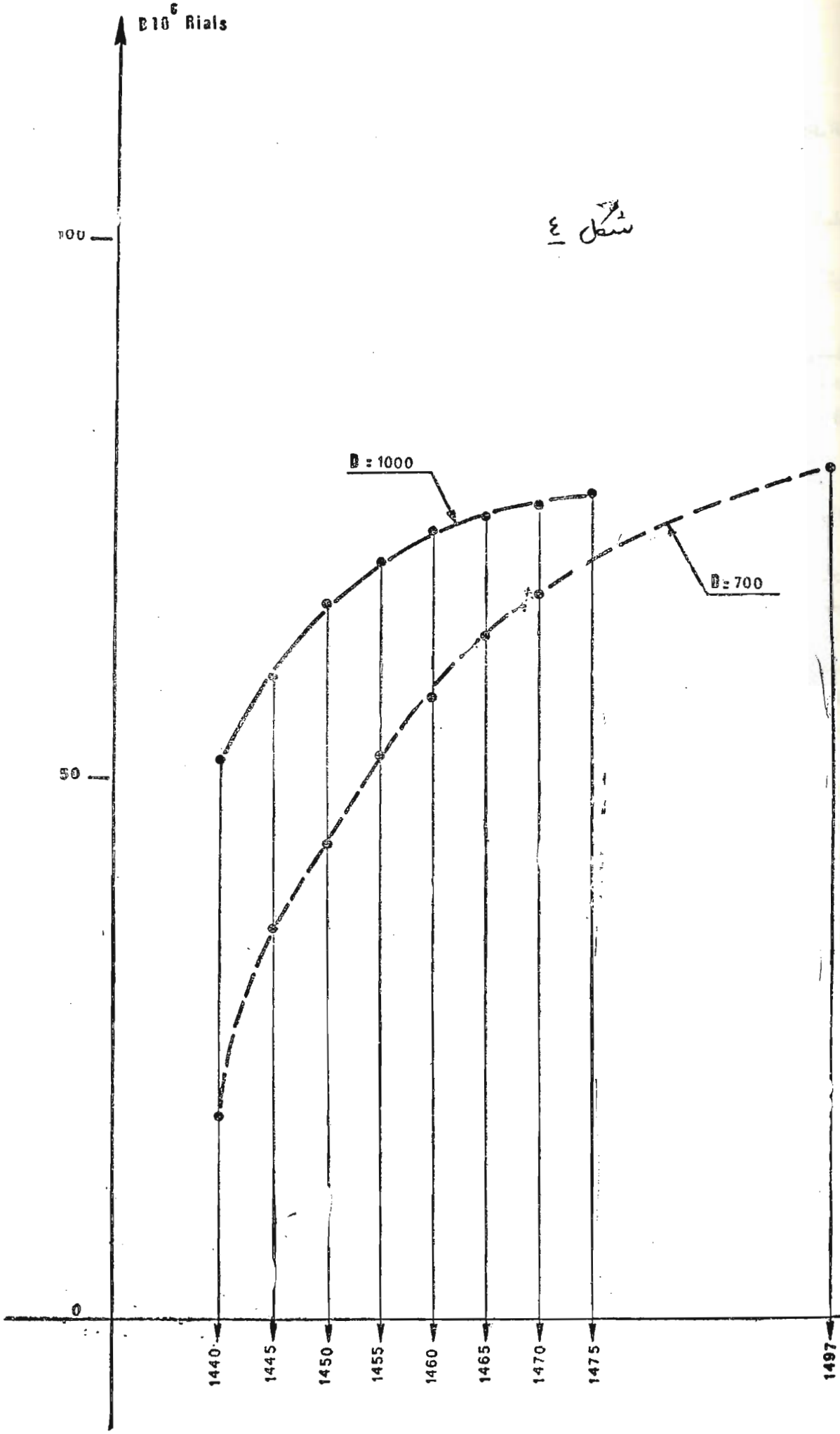
$Z_N > Z_{NC}$

$Q_{MAX} > Q_O$

باید به‌هزینه سالانه سد هزینه سالانه تاسیسات تغذیه مصنوعی اضافه گردد این هزینه متناسب اختلاف $Q_{MAX} - Q_O$ است لذا یك نقطه زاویه‌ای روی منحنی ظاهر میشود.

براحتی میتوان نشان داد که Z_{NC} یك تابع نزولی از قطر دریچه برداشت است.

شکل ٤


10^6 Rials
100
50
0
D = 1000
D = 700
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
1497

۵ ـ ابعاد مطلوب تاسیسات

برای یك مقدار معلوم D (قطر دریچـه برداشت) منحنی زیر را رسم میکنیم ایـن منحنی سود حـاصل از تاسیسات است.

$$B-C=f_2(Z_N\ D)$$

ملاحظه میشودکه این منحنی برای یك‌مقدار Z_{NM} از Z_N به یك حداکثر میرسد این نقطه مربوط بابعاد مطلوب سد برای مقدار معلوم D است .

چنانچه این مقدار D بانـدازه کافی کم باشد ملاحظه میشود که Z_{NM} کمتر از Z_{NC} از Z^N است‌که برای آن Q_{MAX} مساوی Q_0 میباشد (حالت نقشه شماره ۶ برای برابر با ۷۰۰ میلیمتر.)

در این صورت ابعاد مطلوب برای مقدار D در نظر گرفته شده احتیاجی به‌تاسیسات تغذیه مصنوعی درپائین دست سد را ندارد . لذا بهتر است قطر دریچه برداشت یعنی D را برای یك مقدار معلوم Z_N وبنابراین C اضافه‌نمودکه در آن صورت بده حد اکثر دریچه برداشت Q_{MAX} بالا میرود و در نتیجه مقدار حجم آب نفوذی و بدنبال آن B زیاد می گردد .

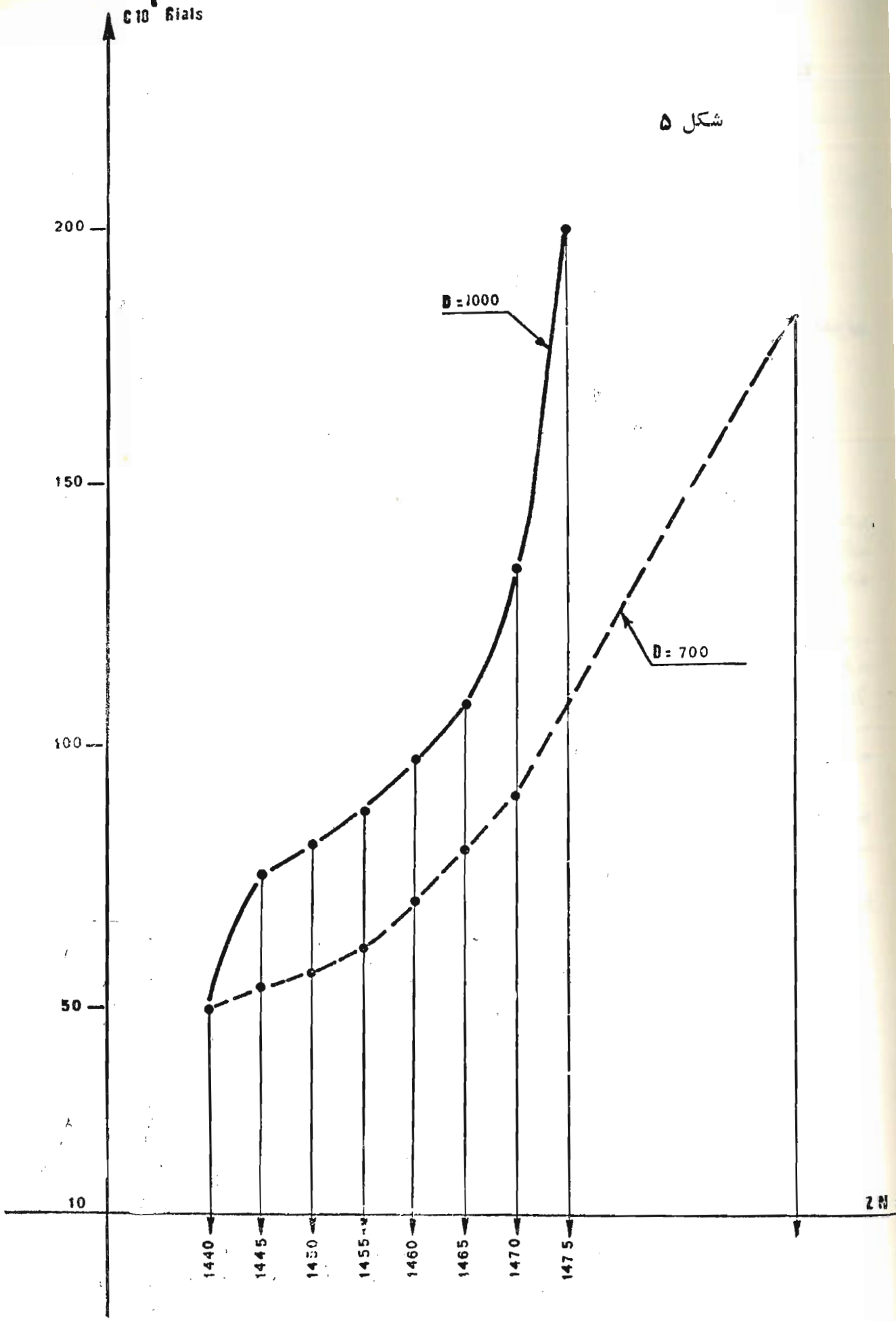
حد اکثر B ـ C که فرض شده تابع Z_N میباشد برای D باندازه کافی از تابع صعودی Dکوچك است .

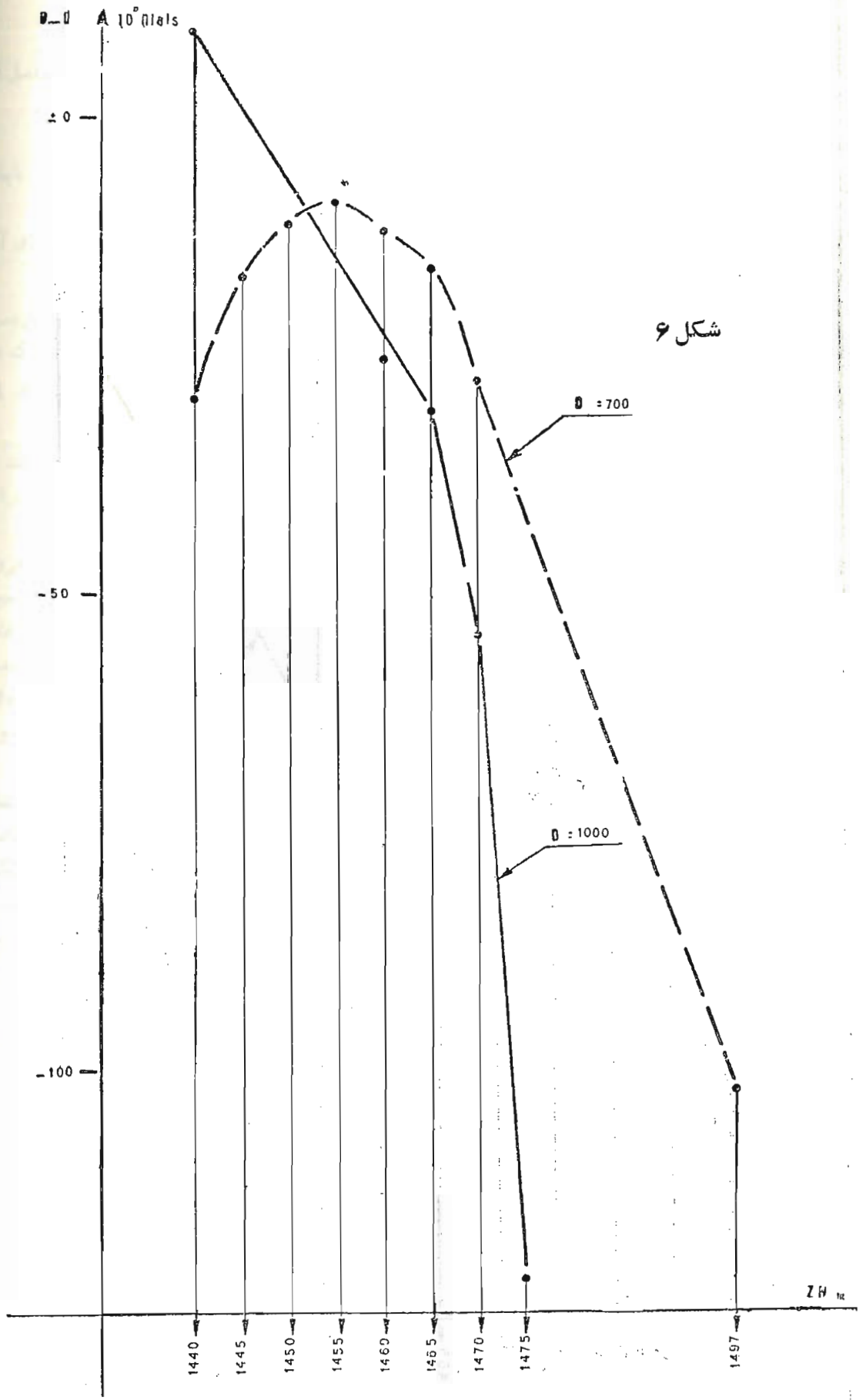
برعکس Z_{NM} وZ_{NC} تابع نزولی D هستند معذالك Z_{MC} خیلی سریع‌تر از Z_{NM} نزول میکند البته‌برای بعضی مقادیر D_C و D مقدار Z_{MN} مساوی Z_{NC} است .

چنانچه قطر دریچه‌برداشت D از رقم D_C بیشتر شود دو مورد پیش میآید . چنانچه سرعت نفوذی درمخروط افکنه کم است واگر ارزش آب زیاد نیست (وباحتمال ضعیف هردو شرایط وجود دارد) سود اضافی حاصل‌از ازدیادحجم نفوذی کمتر است از اضافه هزینه‌ای‌که توسط تاسیسات تغذیه مصنوعی درپائین دست بکاررفته این عمل حتی اگرارتفاع سدهم پائین بیآید صورت خواهدگرفت بنابراین مرحله مطلوب برای $D=D_C$ است ولزومی نداردکه در پائین دست تاسیسات اضافی در نظر گرفت در این مورد بمثال صفحه بعد (به شکل ۶ در مـورد میلیمتر ۱۰۰۰ $=D_C=D$ رجوع شود) که درمورد سد فریزی بدو منظـور (تغذیه مصنوعی و پمپاژ) وتنها تغذیه شهر مشهدرا پیش‌بینی نموده رجوع شود .

ملاحظه می‌شودکه در این حالت مرحله مطلوب مربوط به‌استفاده کمتر از منبع است (در مورد فریزی‌ارتفاع آستانه سرریز تنها در ۱۰ متری بالای آستانه دریچه برداشت وحجم اضافی نفوذی تنها مربوط به ۸ میلیون متر مکعب است) این مسئله براحتی قابل توجیه میباشد زیرا کم شدن هـزینه سد مربوط به‌کم شدن ارتفاع سد است برعکس چنانچه سرعت نفوذی در مخروط افکنه وارزش آب زیاد هستند بهتر است قطر دریچه برداشت از مقدار D_C به‌بعد تا مقدار D زیاد شود ودرآن صورت باید تاسیسات تغذیه مصنوعی درپائین‌دست احداث شود. در این صورت تساوی‌بین سود اضافی حاصل از ازدیاد حجم نفوذی واضافه هزینه عـمران بدست میآید نقطه مطلوب واقعی آن نقطه‌ای است‌که ابعاد سد متناسب با تاسیسات تغذیه مصنوعی درپائین دست باشد .

شکل ۵


C 10^6 Rials
200
150
100
50
10
D = 1000
D = 700
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
Z N


Δg 10⁻⁵ Gals
± 0
-50
-100
D : 700
D : 1000
ZH hz
1440
1445
1450
1455
1460
1465
1470
1475
1497

شکل ۶

کنترل شوری در اراضی تحت آبیاری

V.A. DUKHOVNYI

نماینده قسمت علوم تکنیکی ـ انستیوی تحقیقات آبیاری آسیای مرکزی ازاتحادجماهیرشوروی

ارائه شده درکنفرانس آبیاری وزهکشی تاشکند

ترجمه و تنظیم : ابراهیم پذیراکارشناس آبیاری و اصلاح اراضی موسسه خاکشناسی و حاصلخیزی خاك

کنترل شوری در اراضی تحت آبیاری

اراضی تحت آبیاری دنیا مشتمل بر ۲۳۵ میلیون هکتار یا ۱۶٪ کل اراضی زراعی جهان است. کـه ازاین مساحت بیش از ۵۰٪کلیه تولیدات کشاورزی جهان تامین میگردد. بعنوان مثال درکشور اتحاد جماهیرشوروی میانگین عملکرد پنبه خام بیش از۳ تن درهکتار و میانگین عملکرد برنج ۴تن در هکتار و میزان عملکرد گندم ۲/۴ تـن در هکتار میباشد .

بهرحال علیرغم شرایط اقلیمی مناسب در پاره‌ای کشورها که حتی طرحهای آبیاری پیشرفته‌ای نیز دارنـد میزان تولیدات ویژه کشاورزی در اراضی تحت آبیاری زیاد نیست . بطوریکه در سال ۱۹۷۴ـ ۱۹۷۳ عملکردبرنج درکشور هندوستان ۱/۴۵ تن در هکتار وعملکرد پنبه ۰/۹ تن درهکتار وبالاخره عملکردگندم ۱/۳۸ تن در هکتار گزارش شده است. بهمین ترتیب در کشور پاکستان عملکرد محصولات فوق‌الذکر بترتیب ۲/۲۶ و۱/۰۴ و ۱/۱۹تن در هکتار بوده است در همان‌سال میزان تولید برنج ـ پنبه وگندم درکشور ایران به‌ترتیب ۳/۱۶ و۰/۹و۱/۷۲ تـن در هکتار بوده است .

از میان عوامل گوناگون که درسطح فعلی تولید محصولات کشاورزی موثرند می‌توان مـواردی را از قبیل عدم مهارت درزراعت ـ کمبود شیمیائی وبالاخره عدم کفایت امر مکانیزاسیون را در عملیات کشاورزی نام‌برد. یکی‌از مسائل مهم که در تولید کشاورزی کشورهای بسیاری اثر می گذارد شورشدن اراضی تحت آبیاری است.

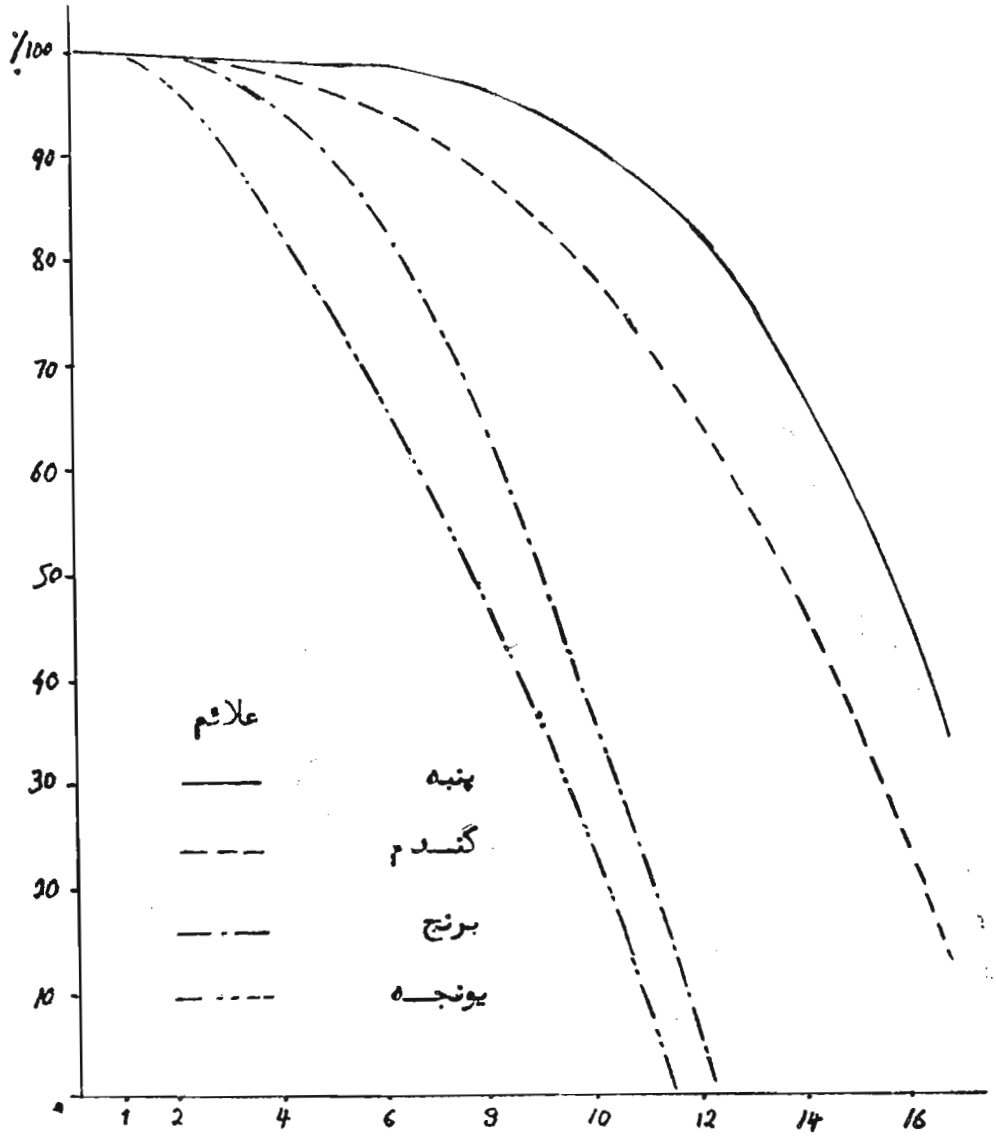
تحقیقاتی که وسیله محققان منابع آب کشور مکزیك در این زمینه درپروژه آبیاری ۴۱ در ایالت سونورا (SONORA) بعمل آمد نشان دادکه:

شوری کم اراضی میزان محصول‌را حدود ۵درصد نقصان‌دادکه این میزان‌کاهش در اراضی با شوری متوسط به ۵۰٪ نیز می‌رسد وبالاخره باشوری زیـاد میزان کاهش محصول حتی به ۹۰٪ نیز افزایش می‌یابد در حالیکه میزان کاهش‌محصول‌را در اراضی‌کاملا شور (سولونچوك) تاحد۱۰۰درصدهم می‌توان انتظار داشت بنابعقیده V.A.kovda شوری کم اراضی عملکرد محصول را تاحدود ۲۰٪ کاهش ودرشوری متوسط کاهش عملکرد محصول به ۴۰ـ۶۰٪ نیز میرسد بطوریکه در لکه‌های کاملا شور (سولونچوك) این قبیل اراضی‌گاه عدم تولید محصول نیز اتفاق میافتد.

باستناد ارقامی که وسیله I.Baumans و V.Houlsbols و همکارانشان گزارش گردیده در اراضی تحت آبیاری کشور عراق میزان شوری خاك موقعی که به ۱۰ میلی موزبرسانتی‌متر (هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع خاك) برسد عملکرد محصول جورا ۴۰٪ کاهش وزمانی که این میزان شوری به ۱۸ میلی‌موزبر سانتی‌متر بالغ گردد میزان نقصان عملکرد محصول به ۶۵ درصد افزایش می‌یابد ارقام تـاثیر میزان شوری خاك درعملکرد محصولات مختلف(پنبه گندم ـ برنج ـ یونجه) که بوسیله BERNSTEIN تجزیه گردیده درشکل شماره یك نشان داده شده‌است علاوه بر

آن ارقام تاثیر میزان شوری خاك در عملکرد محصول پنبه خام‌که بوسیله محققان روسی (V.M.L eostagev و I.K.kiselevr و K.H.I.Yakubov و I.S.Rabochev) جهت‌منطقه‌آسیای مرکزی تجربه گردیده‌در شکل شماره دو ارائه شده است.

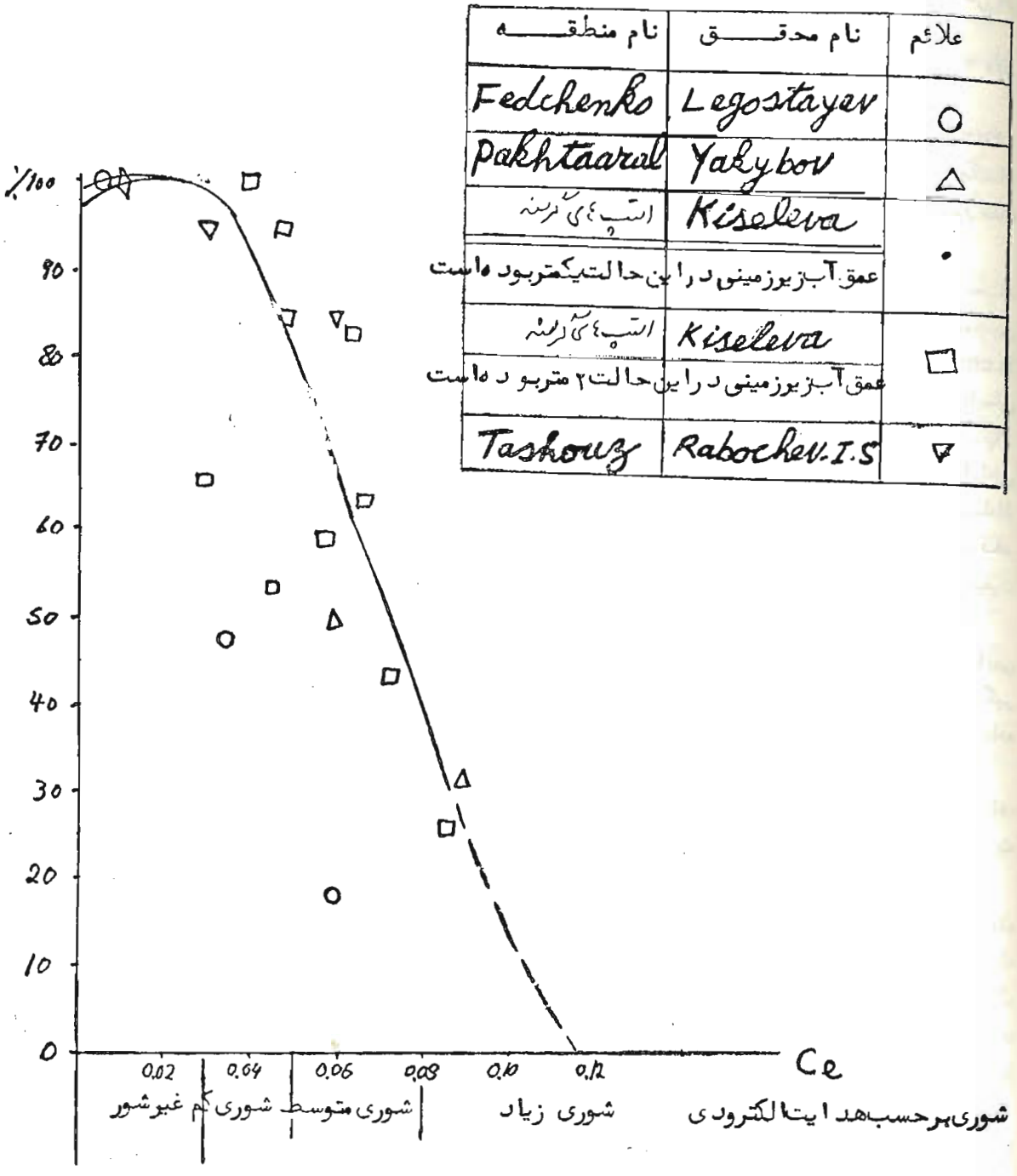
شکل شماره یك ـ رابطه بین کاهش میزان محصول و شوری عصاره اشباع خاك را نشان میدهد (کـه بوسیله Bernstein تجربه شده است)



هدایت الکتریکی برحسب میلی موزبرسانتی متر در ۲۵ سانتیگراد

بررسی اشکال فوق نشان میدهدکه حالت‌شوروی خاك درنقصان عملکرد محصول کلیه نباتات تحقیق شده‌مؤثر بوده است درنظر داشتن این‌مهم‌که ۲۰٪ کل اراضی تحت آبیاری درکشور هندوستان بامشکل شوری همـراه است و قسمی ازاراضی تحت آبیاری کشورهای پاکستان و عراق شور میباشد این واقعیت را روشن می‌نماید کـه کاهش میزان

شکل شماره۲ ــ تاثیر درجه‌شوری را در تولید محصول پنبه‌خام نشان میدهد



محصول تولیدات کشاورزی دراراضی شور همه ساله چه لطمه عظیمی به نوع بشر میرساند .

بطوریکه قبلانیز اشاره‌شد تحقیقات محققان اصلاح اراضی کشور مکزیك نشان میدهدکه میزان افزایش‌درآمد حاصله دراراضی اصلاح شده (اراضی شور اصلاح شده ــ شورزدائی شده) بطور متوسط به ۱۰۰۰/ تا ۱۱۰۰ پسوس ــ (Pesos واحد پول کشور مکزیك) درهر هکتار یا معادل ۱۳۰ دلار درهکتار بالغ میگردد . تجربه دانشمندان روسی

دراین‌موردنشان میدهدکه دراثر کاربردروشهای اساسی‌اصلاح اراضی درمناطق‌شوردرآمدحاصله ازهرهکتاراراضی اصلاح شده‌مزبور به ۵۰۰ ـ ۲۰۰ روبل‌میرسد . باتوجه به ارقام پیشنهادی V.A. Kovda (درموردمیزان‌کاهش عملکرد محصولات کشاورزی دراراضی شور) دانشمندان امریکائی برآورد نمودند که زیان حاصله بوسیله شور شدن اراضی در منطقه‌ای بوسعت ۱/۶ میلیون هکتار به ۳۵۰ میلیون‌دلار تاحدوداً ۱۰۰ دلار درهکتارمیرسد .

بنابراین میزان خسارت متوسطی‌که دراثر شور شدن اراضی تحت آبیاری حاصل میگردد حدود ۲۰۰ دلار درهکتار تخمین زده میشود .

طبق برآوردی‌که بوسیله اداره مرکزی I.C I.D (کمیسیون‌بین‌المللی آبیاری وزهکشی) درسال۱۹۷۳ باستناد ارقام وآمار جمع‌آوری شده واز۲۳ کشور جهان بعمل آمده نشان میدهدکه ازمجموع ۸۷/۸ میلیون هکتار اراضی تحت آبیاری (درآن‌کشورها) رقمی معادل ۲۸/۴ میلیون هکتار آنرا اراضی شور و یا درحال شور شدن تشکیل میدهد .

در حالیکه اشتباهات متحمله را نادیده انگاریم (مثل عدم احتساب اراضی و شور موجود در کشور اتحاد جماهیر شوروی درحالیکه میزان اراضی شور این‌کشور حدود ۳/۶ میلیون هکتار برآورد گردیده است و همچنین عدم احتساب ۲۲۵ هزار هکتار اراضی شور موجود درجمهوری عربی مصر در حالیکه طبق برآورد دکتر Kenawi این رقم حتی‌از ۶۰۰ هزارهکتار هم زیادتر است) به‌آن میزان ارقام مساحت اراضی شور سایرکشورها را نیزبایستی اضافه نمود (مثل کشورهائی چون : ژاپن ـ مجارستان ـ یوگسلاوی ـ چکوسلاوکی ـ ایتالیا ـ فرانسه ـ چین ـ نپال مکزیك وغیره ...) بالنتیجه مساحت کلیه اراضی شور تحت آبیاری بحدود ۵۰ میلیون هکتار یا ۲۰٪ کل اراضی تحت آبیاری را شامل میگردد (باوجودیکه ارقام فوق ازجزئیات کاملی‌هم برخوردار نیستند) تولیدات زراعی حاصله‌از کشاورزی دراراضی شور بطور محسوسی‌کم واز نظرکیفیت نامرغوب است مثل عملکرد کم وکیفیت نامرغوب الیافدر زراعت پنبه ویا پائین بودن میزان قند درزراعت چغندرقند وهندوانه وهمینطور عدم‌کفایت میزان قند و نامرغوبی کیفیت شراب حاصل از انگور تاکستانهای مناطق شور و غیره ...

ازنظر کابرد اراضی شور درکشاورزی درمقایسه با اراضی غیرشور این‌قبیل اراضی احتیاج به میزان متنابهی آب آبیاری دارندکه خود مخارج گزافی را شامل میشود . درحالیکه امروزه کاهش میزان آب درحوضچه‌های آبگیر اکثر رودخانه‌های مناطق خشك ونیمه خشك جهان مشهود است واین امرظرفیت آبیاری اکثر رودخانه راکاهش داده است می‌توان به لطمه عظیمی‌که این امربه اقتصاد وزندگی اجتماوی بشری وارد می‌آورد پی‌برد .

موقعیکه اراضی منطقه‌ای به شوری گرایش یافت و بالطبع غیر بارور گردید این مسئله نه‌تنها باعث متوقف شدن برنامه کشاورزی درمنطقه میگردد بلکه جمعیت آن منطقه را نیز ازارتزاق محروم می‌نماید کـه نتیجتاً مهاجرت اجباری وتغییر محل زندگی‌هزاران نفر ازسکنه آن دیاررا نیز بدنبال خواهد داشت .

بطوریکه برآوردگردیده همه ساله مساحتی‌درحدود ۱۰۰ هزارهکتار ازاراضی تحت‌آبیاری بعلت شورشدن ازحیز انتفاع خارج میگردند تأثیر سوء این امر دراراضی تحت‌آبیاری درکشور پاکستان با کاهش سطح‌کشت بهمراه بوده بطوریکه بعنوان مثال درشبکه‌آبیاری Sukkur کاهش سطح‌کشت پنبه‌آبی درسال ۱۹۳۷ بمیزان ۴۴٪ و در سال ۱۹۶۳ بمیزان ۲٪ بوده است. درحال حاضراراضی غیرشور وحاصلخیز که قابلیت آبیاری دارند در اکثرکشورهـای جهان تحت بهره‌برداری میباشند وسایر منابع اراضی‌که هم‌اکنون جهت احداث پروژه‌های آبیاری آماده میگردند یا درمناطق مرتفع وشیبدارند ویا اینکه با مسئله شوربودن مواجه‌اند .

اکثر اراضی‌که در Povolzhye آباد وآماده گردیده‌اند مستعد شورشدن هستند ازطرفی توسعه اصلاح ویا احیاء اراضی شورکار تقریباً مشکلی‌است واحتیاج بزمان دارد. بدین معنی در منطقه‌استپ‌هـای گـرسنه کشور شوروی (Golodynaya ـ Stippe) میزان افزایش محصول دراراضی شور سه بارکمتراز اراضی غیرشور آن منطقه است وزراعت بجای اینکه درسالهای دوم تاسوم نافع باشد (پس‌از اصلاح اراضی) در زمان طولانی‌تری سالهای هشتم یا نهـم مقرون بصرفه است . ارقام مشابهی دراین مورد مربوط به‌کشر هندوستان درگزارش I.C.I D آمده است .

گرایش به شوری دراراضی تحت‌آبیاری بطور وسیعی درجهان پراکنش یافته است وشمارکشورهائی‌کـه از

پدیده شورشدن اراضی رنج میبرند بسیار است این کشورها ازنظر آب وهوائی دارای شرایط کاملا متنوعی نیزمی‌باشند بطوریکه پدیده شورشدن اراضی درکشورهای‌کاملا مرطوبی چون کانادا وتایوان وکشورهای واقعاً خشکی نظیرایران وعراق تحت شرایط مختلفی پدید آمده وتوسعه میبابد . علیرغم تنوع شرایط آب وهوائی ازفاکتورهای شورشدن که در کلیه کشورها وجود دارد تفوق میزان تبخیر برنزولات سماوی است که ممکن‌است این تفوق طی‌یکسال ویا طی‌چند فصل ازسال وجود داشته باشد .

توسعه وسیع پدیده شورشدن خاك درمناطق خشك و نیمه خشك معمولا بیشتر است بطوریکه در کشورهائی نظیرایران ـ ترکیه ـ عراق. پاکستان‌اراضی‌شورمناطق‌تحت‌آبیاری‌بین ۵۰٪ و گاه مشتمل برکلیه اراضی تحت آبیاری میگردد درحالیکه درکشورهائی نظیر هندوستان ـ ایالات متحده امریکا ـ اتحاد جماهیر شوروی ـ سوریه و استرالیا تنها ۲۰ تا ۳۰ درصد اراضی تحت آبیاری بامشکل شور شدن مواجه هستند .

خاکهای کاملا شور (سولونچوك(نیز بنظر میرسدکه درمناطقی‌ازقبیل شرق‌وغرب واستپ‌های جنگلی‌سیبریه (بنا به نظر E.S. Khils و V.V. yegarov) وفلاتهای مرتفع ومناطق کوهستانی مکزیك ـ مجارستان (بنابه عقیده I. Sabold) یوگسلاوی (بنابر برآورد M. Morelli) ـ رومانی (با توجه بنظر G. Obriyanu) که‌در کلیه این مناطق میزان نزولات سالیانه سماوی از حجم تبخیر حتی بیشتر است وجود داشته باشد .

پراکنش اراضی شور درمناطق مختلف جهان همبستگی کاملی به منشاء شوری دارد . V.A.Kovda تجمع نمك را بنا به سیکل وانواع ذیل تشخیص داده است .

۱ ـ قاره‌ای Continental

که دراین حالت‌منشاء شوری راباپستی‌درجریان تخریب وتجزیه سنگها جستجو کرد ـ تجزیه نمکها (کربناتها ـ سولفاتها ـ کلریدها) جابجائی وتوزیع دوباره بالاخره‌تجمع املاح درمناطق بدون زهکش بین قاره‌ای‌را مشتمل‌میگردد دراین حالت دومرحله اولیه وثانویه تجمع نمك وجود داردکه مرحله ابتدائی آن مبتنی برحاصل هوا دیدگی وتشکیل خاك وتجمع نمك درآب وخاك میباشد (مثل قسمتی از قفقاز ومغولستان) . درحالیکه مرحله ثانویه تجمع نمك توزیع دوباره املاح حاصله ازقسمت نخست میباشد (مثل فرگانا ـ شیلی - ایران وغیره...)

۲ ـ عمل دریا Maritime

که دراین حالت تجمع نمك تحت اثرعمل آب دریاست مثل مناطق ساحلی پست درکشورهای ژاپن ـ استرالیا هلند ـ فرانسه وغیره . دراین حالت بیشترین نوع نمك را کلرور سدیم تشکیل میدهد .

۳ ـ نوع دلتائی Delta Type

که دراین‌حالت‌املاح بوسیله آبهای‌سطحی‌وزیرزمینی وارد میشوندویااثر متقابل‌آنهاموجب تجمع‌نمك‌میگردد که‌حالت اخیر در دلتای رودخانه‌های‌قدیمی‌کاملامشهوداست (مثل‌دلتای‌رودخانه‌های‌جیحون ـ دجله ـ نیل‌و Huanghe)

۴ ـ آرتزین Artesian

که دراین حالت تجمع نمك بوسیله تبخیر از سفره تحت فشار آب زیرزمینی در سطح‌الارض یا نزدیك آن آن حاصل میگردد مثل مناطق Caspian و Depressien و Usturt و بالاخره سواحل فوقانی کلرودا وغیره

۵ ـ عمل انسان Anthrpomorphic

دراین حالت تجمع نمك دراراضی منتج ازبهره‌برداری غلط ازمنابع‌خاك وآب ودخل وتصرف نامعقول انسان درطبیعت است که نتیجه آن تغییر ناگهانی محیط طبیعی وتجمع املاح یا بالاآمدن سفره آب زیرزمینی دراثرکار برد ـ بی‌رویه آب شور درامر آبیاریست .

دراکثر کشورهای جهان قابلیت کیفی کاربرد آب آبیاری درکشاورزی را مبتنی برکل مقدار املاح موجود درآب ـ قلیائیت ومسمومیت حاصله ازیونهامی‌دانند ازمیان طبقه‌بندیهائیکه براساس میزان کل املاح موجود درآب بکار میرود طبقه بندیست که وسیله دانشمندان آزمایشگاه شوری وزارت کشاورزی امریکا تهیه گردیده است .

Durand (ازفرانسه) نوعی طبقه‌بندی براساس حالت فیزیکی‌خاك ومقاومت نبات به نمك تهیه نموده‌است. این طبقه‌بندی مشتمل برآنست که میزان شوری مجاز برای نباتات مقاوم به شوری تا میزان۲ گرم درلیتر درخاکهای

لومی وتا حدود ۳/۲ گرم درلیتر درخاکهای لومی غیرمتراکم وتا۴ گرم درلیتر درخاکهای شنی ـ لومی ـ و بالاخره تا میزان ۸ گرم درلیتر دراراضی شنی‌دانسته میشود .

توجه زیادی وسیله کلیه کشورهای جهان به زیانهای‌حاصل ازوفوریا تراکم سدیم درآب که موجبات قلیائی شدن آب آبیاریست گردیده است این‌زیان ازترکیب املاح‌سدیم ـ کلسیم ومنیزیم‌برآورد میشودکه حاصل‌آن بنام‌نسبت جذب سدیم یا S.A.R خوانده میشود .

ارقام موجود فعلی نشان میدهدکه خطر شورشدن در اثر سدیم برای اکثر ممالك دنیا معنی‌دار نیست بجز مناطق مثل پاکستان غربی‌وقسمتهائی ازجنوب شرقی ایالات متحده(رودخانه pecos ـ در نیومکزیکوGila درداریزونا وبعضی قسمتهای دیگر .)

دربعضی ازکشورهامحدودیت نراکم‌انواعی‌ازیونهای‌تشخیص‌داده‌شده است‌مثل‌کاروبر Nailson و Biggers و دیگران تصور می‌نمایندکه کلر موجود تا میزان ۴ میلی اکی‌والنت درلیتر مقدار غیر مضری است وتراکم ین‌آنرا بین ۴ ـ ۸ میلی‌اکی‌والنت درلیترکمی خطرناك‌ومقدار کلر بیش‌از ۸میلی اکی‌والنت درلیتررا درآب آبیاری‌خطرناك می‌دانند . درکشور اسرائیل ارقام فوق‌کمی بالاترند بطوریکه ارقام نظیر ۹و۷/۵و۶ میلی‌اکی‌والنت درلیتر کلـر را غیر مضر-کمی خطرناك وخطرناك دانسته میشود .

تراکم ین‌بر برای کلیه نباتات حتی درتراکم کم‌نیز زیان‌آورست زیرا امکان شستشوی آن ازپروفیل خاك‌کار مشکلی‌است . خطرات ناشی ازتراکم ین‌بر درایالت پنجاب کشور هندوستان ـ ایالات متحده امریکا ـ ژاپن و کشور ترکیه مشاهده گردیده است .

بایستی بخاطر سپردکه خسارت حاصل ازتجمع املاح درخاك ممکن است تحت بعضی شرایط اشکارنگردیده و درشرایط دیگری خسارت قابل توجهی وارد آورد .

مثلا در هندوستان در مناطقی که شرایط زهکشی طبیعی خاك خوب است یا نسبت بـه تعبیه زهکشی مصنوعی اقدام شده استفاده ازآبهای معدنی‌که گاه شوری‌آن به ۵ گرم درلیتر نیز میرسدکاملا رایج است (مثل‌منطقه راجستان) وگاهی نیز میزان شوری آب کاربردی درآبیاری به ۸ ـ ۷ گرم در لیتر بالغ میگردد (مثل منطقه Haryana) لیکن دراین مناطق میزان بارندگی سالیانه زیاد وقابل توجه است .

وجود شرایط زهکشی مناسب درخاك ازفاکتورهای مهمی‌ایست‌که ازتجمع املاح درخاك جلوگیری می‌نماید وبطوریکه ازگذشته دور استنباط میگردد علل تراکم شوری وشورشدن اراضی منطقه بین‌النهرین (بین‌رودخانه‌های دجله وفرات) دراثربدی شرایط زهکشی خاك وورود دائمی‌املاح وسیله‌آب آبیاری بوده‌است. دانشمندان امریکائی‌دریافته‌اند که بدلائل مشابه‌ای اراضی منطقه Salt River Valley ازقرن چهاردهم قدرت تولیدی کشاورزی خودرا از دست داده وبصورت بیابان لم‌یزرع درآمده است .

توجهات زیادی باین واقعیت معطوف گردیده‌که توسعه بی‌رویه وتجمع املاح دراراضی تحت آبیاری کشور پاکستان بعلت عدم‌کفایت آب کاربردی درامر آبیاری وعدم‌آبشوئی املاح خاك بوده است . بطوریکه اراضی آبی‌قسمت پائین دست کانال آبرسانی جناب Chenab به نسبت ۸۰٪ افزایش یافته است در حالیکـه حجم یادبی‌کانسال مزبور ثابت بوده واین امر باعث شده است تاآب مورد نیازآبیاری از ۱۱۴۰۰ مترمکعب درهکتار به ۶۳۵۰متـر مکعب در هکتار تنزل نماید حال‌اینکه این میزان‌آب جهت تامین‌کسر رطوبت خاك کافی نمی‌نمایاند بالنتیجه دراثر عـدم اعمـال رژیم آبشوئی دراین منطقه شورشدن اراضی را ضمن توسعه تشدید نموده است .

آبیاری اراضی‌که ازنظرشرایط زهکشی ضعیف میباشند باآبهای ملح‌دار موجبات‌افزایش شوری را درآبهای تحت‌الارضی فراهم میآورد بطوریکه طی ۲۰ سال گذشته (۱۹۶۸ ـ ۱۹۴۷)محتوی‌کلرآب منطقه بنی‌امیر Beniamir درکشورمراکش از۸۷/ ـ ۰۵/ گرم درلیتر به ۶/۴۶ ـ ۲۱۱/ گرم در لیتر افزایش حاصل نمود چنین پدیده‌ای در کشور اسرائیل نیز ملاحظه گردیده است .

بنابراین توسعه شورشدن اراضی ممکن‌است وسیله یك یا چند فاکتور ازفاکتورهائیکه فوقاً بیان گردیدعملی شود ودراکثر موارد این‌عمل تحت تأثیر مشترك‌چند فاکتور بوجود آمده توسعه میابد بنابراین درکنترل وجلوگیری

ازشورشدن اراضی بایستی بهمسئله متوقف ویا برطرف نمودن عوامل یاعللی که موجبات شورشدن اراضی تحت آبیاریست توجه خاص مبذول نمود .

افزایش قابل اطمینان شرایط زهکشی خاك ضامن موفقیت طرحهای کشاورزی دراراضی شور محسوب میگردد. زیرا بدین ترتیب شرایط مناسبی جهت خروج آب ورودی زیرزمینی هم چنین آبهای نفوذکرده درزمین را فراهم آورده و امکان پائین نگهداشتن سطح آب زیرزمینی را درحد مطلوبی فراهم می آورد.

تعبیه سیستم زهکشی دراراضی به همراه کاربرد آب کافی درامر آبیاری وانجام آبشوئی املاح خاك کارشناسان اصلاح اراضی را قادر به تنظیم قابل اعتماد رژیمهای آب ونمك وآب وهوا درخاك مینماید.

درمناطق استپ های گرمسنه ـ کارشی واستپ‌های سرخان‌شر آب Surkhan Sherabad آذربایجان ـ ترکمنستان واوکراین واقع دراتحاد جماهیرشوروی همه ساله بیش از ۳ هزار کیلومتر زهکش زیرزمینی دراراضی تحت آبیاری احداث میگردد.

کاربرد سیستم زهکشی زیرزمینی درمقایسه باز زهکش باز علاوه برآنکه سطح مؤثر اراضی مزروعی راکاهش نمی‌دهد موجبات تسریع درانجام عملیات اجرائی رافراهم آورده ضمن کاهش هزینه های عملیاتی مربوطه امکان پایداری ودوام ساختمانهای سیستم را نیزمقدور مینماید.

تنبوشه‌هائی که درسیستم زهکشی زیرزمینی بکارمیروند معمولا لوله‌هائی ازنوع سیمان‌نسوز Asbestos Cememt پلی‌اتیلن P.V.C وغیره میباشند قطرچنین لوله‌های (تنبوشه‌ها) که دراکثر کشورها بکارمیرود ازابتدا معمولا بین ۷۵ـ۱۰۰ میلی‌متر بوده است. نوع فیلتر (صافی) که درسیستم زهکشی زیرزمینی بکاربرده میشود یکی از مواد مهم دراجرای عملیات زهکشی محسوب میگردد زیرا کاربرد آن علاوه برآنکه از رس گرفتگی تنبوشه ها ممانعت بعمل میآورد خودمتضمن ایجادظرفیت آبدهی کافی تنبوشه‌ها دراثرامکان ایجادپدیده شیران (Piping) آب درحوزه عمل تنبوشه‌ها میباشدکه موضوع ظرفیت آبدهی کافی تنبوشه‌ها در خاکهائی که میزان آبدهی آن کم وضریب آبگذاری ناچیز دارند بسیاربا اهمیت است. زیرا درموقعیکه صافی‌یا فیلتردرتعبیه تنبوشه‌هابکار نمی‌رود ویامیزان‌صافی بکاررفته کافی‌نیست دراثرقرارگرفتن خاك روی‌تنبوشه‌ها میزان دبی‌یاآبدهی آنها بالنسبه کم خواهدبود.

فیلتریا صافی که درسیستم‌زهکشی زیرزمینی بکارمیرود ممکن است‌شن‌ـ طبیعی ویاخورده‌سنگهای درجه‌ـ بندی شده وریزماشینی ـ الیاف‌صنوعی ـ پشم‌شیشه وغیره باشد .

عده‌ای ازمحققان امریکائی براین عقیده‌اندکه درحالتی که فاصله بین تنبوشه های زیر زمینی را نزدیکترین (متراکم‌تر) نمائیم (فاصله بین‌ردیف‌ها) احتیاجی به‌کاربرد مواد فیلتری نخواهد بودکه این نظریه‌موردتائیدکارشناسان روسی قرارنگرفته است.

درچند سال گذشته درکشوراتحاد جماهیر شوروی آزمایشاتی درمورد ساخت‌وکاربرد تنبوشه هائی که عمل توام حالت فیلتری وانتقال آب را انجام میدهد صورت گرفت که نتیجه‌آن تولید نوعی لوله تنبوشه‌است که با توجه‌به‌تخلخل دیواره جانبی این‌منظوررا عملی‌میسازد . ضریب آبگذری چنین‌لوله‌هائی معادل یك‌متردرروزاست درحالیکه حجم کاربرد مواد فیلتری بمیزان قابل‌توجهی کاهش خواهدداشت. حتی باتوجه به‌شرایط خاك محل می‌توان ازماسه بتنهائی بمنظور فیلترسازی استفاده نمود.

عمق تعبیه وفاصله مناسب‌بین‌زهکشها درمتد زهکشی افقی (Horizental drainage) از مهمترین پارامترهامحسوب میگردد درجمهوری عربی‌مصر ـ هندوستان وعراق‌زهکشهائی باعمق کم‌لیکن متراکم (بافاصله‌کم) بکار برده شده است‌که درآن‌عمق تعبیه بین ۰/۸ تا ۱/۵ مترو‌فاصله بین تنبوشه‌های زیرزمینی ۲۰ تا ۴۰متر است. این پارامترهادرکشورایالات متحده امریکا (دره‌های Imperial و Coachella به‌ترتیب ۱/۸ تا ۲/۶متر و ۶۰ـ۱۲۰ متر تعیین وبکاررفته است.

درسالهای اخیر توجهات خاص به‌عمیق نمودن‌عمق تعبیه تنبوشه‌ها مبذول گردیده وعمقی معادل ۳ـ۳/۵ متر بکاررفته است.

قبلا عمق تعبیه‌زهکشها درکشوراتحاد جماهیرشوروی برمبنای عمق‌بحرانی آب زیرزمینی تعیین میگردیدلیکن

درحال‌حاضرعمق زهکشها باتوجه به‌رژیم خاص‌اصلاح اراضی که‌حاصل ازنحوه ساخت سیستم زهکش‌ایست معین‌میگردد. بهرحال عمق تعبیه زهکشها درمناطق خشك ونیمه خشك این کشوربین ۲/۸ تا۳/۵متر میباشد.

مکانیزه شدن عملیات زهکشی درگسترش وسیع احداث پروژه‌های سیستم زهکشی افقی‌نقش مهمی داشته است درحال حاضرسه متد ساختمانی دراموزهکشی دراین کشورورایج است که بنامهای

۱ ـ متد تراش‌برداری (Trench)

۲ ـ متدسوراخ‌یاشکافی (Slot)

۳ ـ متد بدون‌ترانشه (Trenchless)

نامیده میگردند. متدترانش‌برداری‌موقعی بکاربرده میشودکه‌خاك (خشك‌یامرطوب) حالت‌پایداری مناسبی‌را دارا باشد. کاربرد این روش‌زهکشی درمناطقی‌که احتمال‌ریزش خاك بدنه‌ترانش (دیواره‌های جانبی) وجود دارد توصیه‌نمی‌گردد.

درمناطقی‌که‌آب زیرزمینی درآنها بالاست ازدومتددیگریعنی شکافی (سوراخ) ویابدون ترانشه‌می‌توان‌استفاده نمودکه ازبین‌آنها متد بدون ترانشه درحالیکه وسیله افرادبسیارماهر (بامهارت ویژه) اجراء گردد ازنظرعملی بسیار موثروازنظرهزینه‌کاملا اقتصادی‌ایست. این روش زهکشی که بوسیله دانشمندان روسی ابداع گردیده دراعماقی معادل ۲/۵ـ۳/ متر سرعتکاری معادل۲ کیلومتردرهر نوبت را دارا میباشددرحالیکه راندمان اصلاحی خاك دراین‌روش‌زهکشی نیززیاداست.

درمواقعیکه اراضی منطقه موردزهکشی ازنظرطبقات خاك دارای ساختمان دولایه (مطبق) باشد یعنی طبقات روئی خاك‌که ازنظرشرایط زهکشی(نفوذپذیری) دروضع مطلوبی‌نیستند روی طبقاتی بانفوذپذیری زیادتری‌قرارگرفته باشند (دراعماق۵ـ۱۰متر). دراین حالت شایسته است‌که ازمتد زهکشی مرکب (Combined) استفاده گرددراین روش‌سیستم‌مشتمل‌بردونوع زهکش‌افقی‌وعمودی (Vertical drainage)خواهدبودکه اصطلاحاً به‌زهکش‌خودروان‌یا (Self Flowing) ویا امپلی فایر (Amplifiers) معروف است .

دراین متد زهکشهای افقی می تواند ازهریك ازدونوع تنبوشه زیرزمینی یاانهار باز زهکشی انتخاب وبدو منظور انتقال آب آبیاری ویاخارج نمودن آب اضافی اراضی ازآن استفاده نمود درحالیکه زهکشهای عمودی منحصراً آب طبقات زیرین را جمع‌آوری مینماید. کاربرد این روش در مناطق Tashauz و Kharesm و Karshi بامزیت هائی همراه بوده است .

زهکش عمودی می تواند بصورت حلقه چاههائی باشد که آب آن بطریقه مکانیکی به خارج پمپاژ گردد .

قدمت نحوه استفاده اززهکشهای عمودی بخصوصی به قرون وسطی میرسد بطوریکه ازآن زمان تاکنون جهت خارج نمودن‌آبی‌که ازدریا به اراضی ساحلی درکشورهلند تراوش می یافته بااستفاده ازانرژی باد ازطریق آسیابهای بادی آب اضافی (تراوش نموده ازدریا) بخارج برگردانده میشده است . بهرحال استعمال زیاد این روش زهکشی (عمودی) اززمانی امکان پذیر گردید که ماشینهای تولید نیرو و انواع پمپها اختراع شد .

این متد زهکشی در سطح قابل ملاحظه‌ای ابتدا در ایالت کالیفرنیای آمریکا وبعداً درکشورهای هندوستان و پاکستان بکار رفته است . طی پانزده سال اخیر کاربرد این روش زهکشی در کشور روسیه نیز رواج یافته بطوریکه ابتدا درمناطق آسیای میانی ـ واوکراین وپس از آن در قزاقستان وTranscaucasia و مناطق دیگر از این روش زهکشی استفاده شده است. در صورت وجود طبقات آبخیز عمیق درپروفیل خاك (به ضخامت ۷۰ الی ۱۰۰ متر) و منوط به وجود همبستگی هیدرولیکی بین این طبقات ولایه های فوقانی آن بهترین شرایط ممکن را جهت کاربرد این روش زهکشی فراهم میآورد .

مزایای این روش زهکشی درمقایسه بازهکشی افقی بشرح ذیل است :

الف ـ مخارج اولیه احداث آن کم میباشد .

ب ـ بعلت افزایش سریع عمیق زهکشی ـ امکان ایجاد بار (فشار) وفاصله متغیر را باتوجه به سیکل عملیات اصلاحی (اراضی) مورد نیازرا فراهم میآورد .

ج ـ ازاتلاف زمین (اراضی) چه بمنظور احداث و ساختن سیستم و چه درحین عملیات زهکشی جلوگیری می نماید .

د ـ امکان کاربرد دوباره آب پمپاژ شده درامر آبیاری وجود دارد .

لیکن بهرحال درمقایسه بازهکشی افقی اولا مخارج عملیاتی آن زیاد است ثانیاً اجراء عملیات دراین روش پیچیده‌تر بوده و احتیاج به مراقبت های دقیقتری دارد. ثالثاً طول عمر این سیستم زهکشی کوتاه‌تر است بررسی و تجزیه‌وتحلیل‌ارقام مخارج سیستم زهکشی‌عمودی این نکته را معلوم‌میداردکه تنها درصورتی استفاده ازاین روش درامر زهکشی‌اراضی قابل توصیه است‌که بتوان‌ازهرحلقه چاه حفرشده معادل‌یکصد هکتاراراضی‌مزروعی راآبیاری نمود .

ایجاد زهکشی حتی اگر شرایط مناسبی را نیز ایجاد نماید وازنظر اقتصادی هم مطلوب باشد باز قادر به برطرف کردن مشکل کنترل شوری نیست ـ موارد بسیاری ملاحظه گـردیده کـه در آن حتی باوجود احداث سیستم زهکشی موقعی کـه عملیات کشاورزی روی زمین انجام میگرفته تراکم شوری در آن اراضی پدید آمده و توسعه یافته است .

نمك زدائی خاك احتیاج به تلفیق عملیات زهکشی باآبشوئی و آبیاری که بتواند رژیم آبشوئی را انجام دهد دارد . بدین معنی که تلفین امر زهکشی و انتقال آب بایستی باتوجه به نیاز رژیم اصلاحی صورت گـیرد چنین ترکیبی مستلزم چگونگی اثر متقابل آب آبیاری وآب تحت‌الارضی است وازاین نظر برمیزان کل آب مصرفی نیز اثر میگذارد آزمایشاتی که دراراضی شور تحت آبیاری در مناطق مختلف کشور اتحاد جماهیر شوروی بخصوص در منطقه آسیای میانی بعمل آمده نشان میدهد که نمك زدائی خاك تحت هرشرایطی از نظر وجود سفره آب زیرزمینی باکاربرد مقادیر مختلف آب آبیاری امکان پذیر است .

مثلا در حالیکه عمق کاربرد زهکشها کم و عمق آب زیـرزمینی منطقه معادل ۱/۵ متر بود (مثل مناطق Kharesm و Tashauz و مناطق دیگر) موجبات کاهش مداوم یا همگام تشکیل نمکهای فصلی فراهم‌گردید درحالیکه میزان آب مورد نیاز آبیاری از ۱۵ تا ۱۷ هزار مترمکعب در هکتار متغیر بوده است در شرایط مشابه موقعیکه عمق تعبیه زهکشها ۲/۵ متر و سفره آب زیرزمینی در عمق ۲/۲ ـ ۲/۵ متری قرار داشت میزان کل آب مصرفی خالص درقطعات آزمایش کاهش حاصل نمود بطوریکه به میزان ۱۰ـ۹ هزار متر مکعب درهکتار رسید.

Baumans و Haulsbols و دیگران آزمایشاتی در منطقه Dajalah و ایران در شرایطی کـه عمق تعبیه زهکشها ۱/۲ متر وفاصله بین زهکشها ۲۵ متر بود انجام دادند و درنتیجه به رژیم نمك زدائی دست یافتند در حالیکه حجم آب آبیاری مورد مصرف به ۱۶ـ۱۷ هزار متر مکعب درهکتار میرسید .

Elgabali (ازجمهوری عربی مصر) آزمایشاتی درزمینه نمك زدائی درمناطق Abis و Itku نزدیك اسکندریه روی خاکهائی‌بابافت سنگین درشرایطی‌که سیستم زهکشی متراکم‌بکار رفته بود(۰/۹ مترعمق‌و۲۰مترفاصله بین زهکشها) بانجام رسانید که طی این آزمایشات میزان آب آبشوئی معادل ۳۰/ـ۳۴ هزار متر مکعب در هکتار بود وی باعدم موفقیت مواجه‌گردید بالنتیجه تصمیم گرفت‌که زهکشها را عمیق‌تر انتخاب نموده وسفره آب زیرزمینی را پائین‌تر نگهداری نماید .

رژیم اصلاحی مطلوب (اپتیمم) به چنان ترکیبی ازعملیات آبیاری وزهکشی اطلاق میگردد موقعیکه عمل نمك زدائی مداوم از خاك بهمراه توسعه همگام حاصلخیزی طبیعی خاك اراضی تحت آبیاری را باحد اقل مقدار آب کاربردی بازاء هرواحد محصول تولیدی حاصل نماید .

همچنانکه میدانیم چهار رژیم اصلاحی بنامهای :

۱ ـ اتومورفیك	Automorphic
۲ ـ نیمه اتومورفیك	Semi Automorphic
۳ ـ نیمه هیدرومورف	Semi Hydromorphous
۴ ـ هیدرومورف	Hydromorphous

وجود دارد. جدول شماره یك تشریح اجزاء اصلی هررژیم اصلاحی را نشان میدهد .

جدول شماره یك ـ اجراء اصلی هر رژیم اصلاحی

شماره (۱)	رژیم اصلاحی (۲)	نوع اثر متقابل آب آبیاری و زیرزمینی (۳)	مقدار آب زیرزمینی که ازآب انتقالی بمزرعه تأمین میشود (برحسب هزارمترمکعب درهکتار) (۴)	میزان تبخیر آب زیرزمینی (برحسب هزارمتر مکعب در هکتار) (۵)
۱	اتومورفیك	آب آبیاری کاربردی که بزمین نفوذ مینماید باعث بالاآمدن آب زیرزمینی نمیگردد و ترارشات عمقی آزادانه خارج میشوند	$\pm\bar{\pi}=\%۵-\%۲$ $-\Sigma(N+T_p)-O_c$ $M=0$	۰
۲	نیمه اتومورفیك	آب آبیاری که بزمین نفوذ می‌نماید موجب بالا آمدن آب زیر زمینی‌است لیکن این‌میزان آب صرف تغذیه نبات نمیگردد	$-\bar{\pi}\leqslant ۰/۱-۰/۲$ $\Sigma(N+T_p)-O_c$ $M=۰/۵-۱$	۰ — ۱/۵
۳	نیمه گیدرومورف	آب زیرزمینی حتی بیش ازآب آبیاری کاربـردی صرف تغذیه نبات میگردد	$-\pi\geqslant ۰/۳\Sigma(N+T_p)$ $-O_c$ $M\geqslant ۲$	۱/۵ — ۳/
۴	هیدرومورف	تغذیه نبات منحصراً ازآب زیرزمینی است .	$-\bar{\pi}\geqslant ۰/۸\Sigma(N-T_p)$ $-O_c$ $M\geqslant ۵$	۳/۷ — ۷/۰

تجزیه و تحلیل رژیم اتومورفیك و سایر رژیمها نشان دادکه میزان آب مصرفی کل در اثر تبخیر بیهوده (بی‌مورد) افزایش مییابد وهرچه عمق سفره آب زیرزمینی به‌سطح زمین نزدیکتر باشد میزان پرت آب دراثر تبخیر بیهوده (بی‌مورد) بیشتر است بنابراین هرچه بازده‌کار برد آب زیاد هم باشد (عنصر بیلان آبی) مع‌الوصف بایستی به آن مقادیر پرت بیهوده آب را دراثر تبخیر زیاد ازسفره آب زیرزمینی اضافه نمود .

میزان تبخیر ازسفره آب زیرزمینی مربوط به آن مقدار آبی میگردد که صرف آبشوئی میگردد (قسمتی ازآب انتقالی بمزرعه) و به حرف (M) نمایش داده میشود و بنا به تعریف مقدارآب مورد نیازست‌که بایستی به‌میزان آب آبیاری اضافه‌گردد تا املاحی راکه در منطقه (حوزه) خیزآب تحت‌الارضی تجمع مییابد آبشوئی نماید .

شوری آب زیرزمینی C_{rB} ایست. تبخیر بیهوده (بی‌مورد) آب زیرزمینی منتج به تشکیل وتراکم املاح در طبقات فعال پروفیل خاك میگردد .

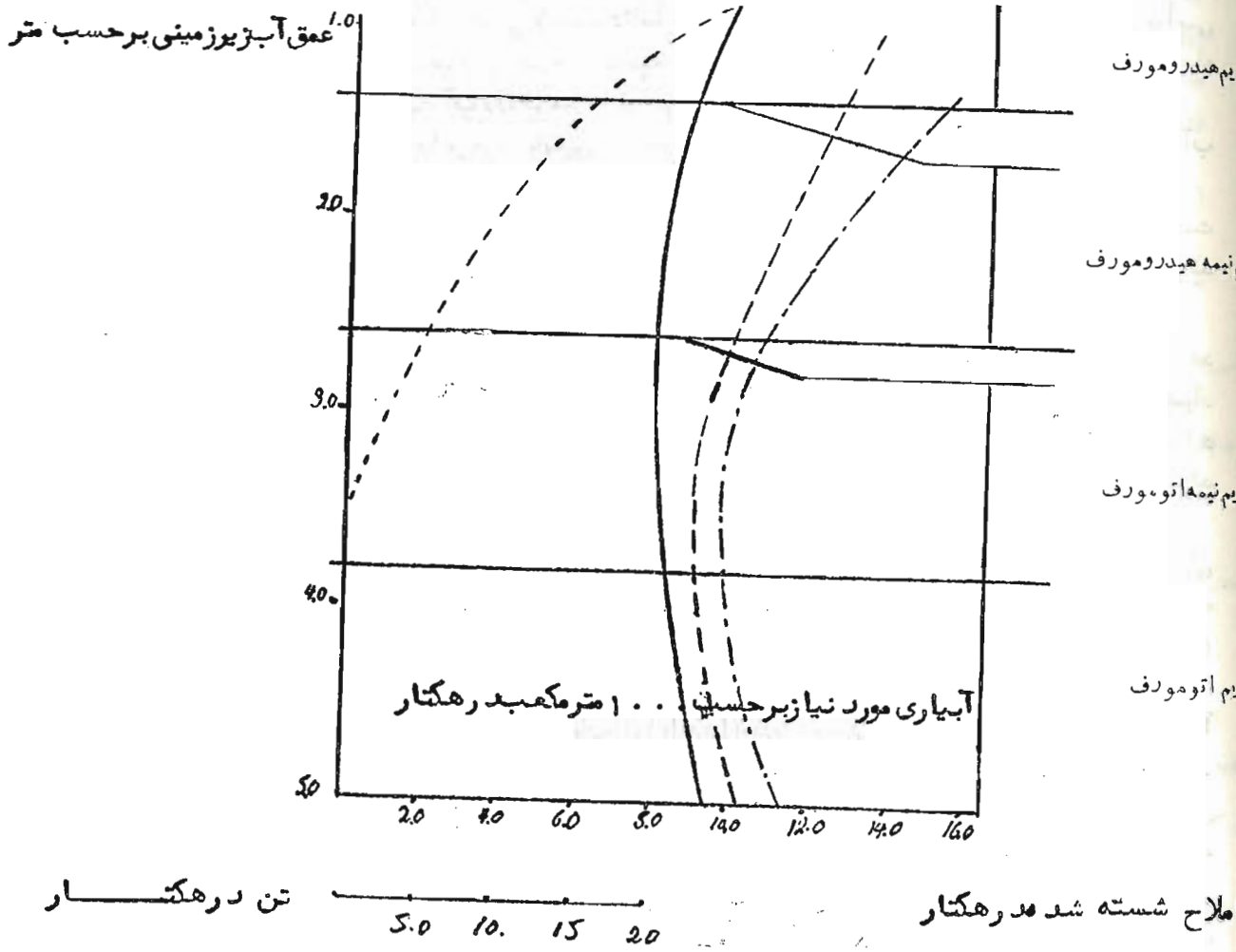
درحالی‌که $\triangle SL=C_{rB}\triangle\pi$ مساوی قرار دهیم جهت شستشو وخارج شدن این املاح مقدار آبی معادل (M) لازم است‌که جهت برآورد مقدار (M) از فرمولی کـه بوسیله V. R. Volobouyev تجزیه شده است می‌توان استفاده نمود .

$$M \geqslant \alpha \log \frac{S_n}{S_o} = \alpha \log \left(1 + \frac{C_{rB\pi}}{S_o}\right) \qquad (۲)$$

درحالی‌که بجای S_o مقدار تراکم مجاز نمك (غلظت مجاز نمك) را که در انواع شوری در محدوده قابل تهویه پروفیل خاك می‌تواند موجود باشد قرار دهیم . می‌توان مقدار آبی را که برای آبشوئی املاح متراکم شده در پروفیل خاك دراثر تبخیر بیهوده (بی‌مورد) از سفره آب زیرزمینی حاصل میگردد برآورد نمود .

شکل شماره ۳ ـ منحنی هائی را در مورد مقایسه کاربرد رژیمهای مختلف اصلاحی که در منطقه استپ های گرسنه (شوروی) بکار رفته است نشان میدهد لازم به تذکر است‌که شوری آب زیرزمینی دراین منطقه درحین‌عملیات آبیاری معادل ۶ـ۸ گرم در لیتر بوده است همچنین منحنی های مشابه‌ای مربوط به منطقه استپ های‌کارشی Karshi وسدکانیبا Kaniba که بوسیله I. P. Aidorov با استفاده از متد ابداعی S. F. Averyanov تهیه وتجربه گردیده است درشکل فوق نشان داده شده است .

شکل شماره (۳) رابطه بین آب‌مورد نیاز آبیاری‌در رژیمهای مختلف اصلاح اراضی و اثر آنرا باآلودگی‌آب رودخانه‌ها نشان میدهد .



املاح شسته شده درهکتار ——— تن درهکتار

5.0 10. 15 20

آبیاری مورد نیاز در منطقه استپ‌های گرسنه ———

آبیاری مورد نیاز در منطقه استپ‌های کارشی (بوسیله I.P.AIDAROV) — — —

آبیاری موردنیاز درمنطقه‌سدکانیبا(بوسیله I.P AIDAROV E.K.KARTMOV — . —

املاح شسته شده در هکتار در استپ‌های گرسنه . . . .

بدیهی است با توجه به نحوه اثر رژیمهای مختلف اصلاح اراضی رژیم اتومورف درمناطقی که خطر شورشدن مسلم گردیده از سایر رژیمها جالب توجه‌تر است ـ دورژیم دیگر یعنی هیدرومورف و نیمه هیدرومورف موقعی قابل عمل است که سفره آب زیرزمینی تحت فشار (Confined) ونامانده (تازه Fresh) دردسترس باشد مثل تراس اولیه حواشی رودخانه‌ها .

رژیم اتومورف را بایستی دراراضی که زهکشی طبیعی دارند ویا درمناطقی که می‌توان سفره آب تحت‌الارضی را بوسیله‌کاربرد روشهائی ازقبیل آبیاری بارانی ویا تلفیق‌آبیاری زیرزمینی وسیستم زهکشی عمودی عمق‌زیادنگهداری شود حفظ نمود (رژیم اتومورف) .

در انتخاب رژیم مناسب اصلاحی بایستی به مسئله نقصان آلودگی آب (ناپاکی Pollution) چه بمنظور کاربرد مجدد ویا ورود به مخازن ذخیره آب توجه‌کافی مبذول داشت (باتوجه بشکل شماره ۳)

عملا کاربرد رژیم اصلاحی نیمه هیدرومورف در مناطقی که اراضی آن از نظر اصلاحی غیرمناسب است منتج به‌آن خواهد شد که همه‌ساله مقادیر متنابهی نمك ضمن‌کاربردآب وبعلت تبخیر زیاد درخاك متراکم گردیده کـه‌بایستی بعداً نسبت به‌آبشوئی آن اقدام شود این عمل از دوجهت خطرناك میباشد زیرا اولا جهت شستشو وخارج نمودن‌املاح متراکم شده مقادیر بسیار زیادی آب اضافی لازمست وثانیاً موجبات آلودگی (ناپاکی) مخازن وذخیره‌گاههای‌آبـی را فراهم می‌آورد. بنابراین انتخاب رژیم اصلاحی مناسب‌موجب کاهش حداکثر میزان آب لازم جهت اصلاح و احیاء اراضی هم‌چنین امکان بهبودکیفیت آب رودخانه‌ها را فراهم میآورد.

رژیم اصلاحی مطلوب را می‌توان باتلفیق مخصوصی که مشتمل بـر اجرای امـر **آبیاری و**کنترل سطح آب زیرزمینی (از طریق تعبیه سیستم زهکشی در عمق مناسب) بوجود آورد.

باتوجه به‌نحوه عمل انـواع زهکشها بطورکلی‌دو دوره آبشوئی و عملیاتی مشهود است در اثناء دوره نخست (آبشوئی) عمل نمك‌زدائی (از خاك) بحد مطلوبی پیشرفت می‌نماید بطوریکه حداین میزان غلظت املاح از نظر رشد نباتات مناسب ومسمومیتی جهت نبات ایجاد نمی‌نماید .

در مرحله ثانویه رژیم آبشوئی بکمك آب آبیاری حفظ و ادامه می‌یابدکه نتیجه آن عدم تراکم تجمع مجدد نمك وعمیق شدن عمق آبشوئی در پروفیل خاك است. در مواقعی که مسئله شوری خاك بسیار جدی باشد (شوری بسیار زیاد) معمولا آبشوئی موقعی موثر است که حجم‌آب‌کاربردی زیاد باشد (مثلا ده‌هزار متر مکعب در هکتار وبیشتر) و گاه عمل آبشوئی ۲ تا ۳ فصل به طول می‌انجامد در حالتی که میزان آب لازم جهت آبشوئی زیاد و قابل توجه باشد معمولا آبشوئی را متدهایی از قبیل آبشوئی در کرتهای‌کوچك یا قطعات بزرك ویا بطریقه جانبی اعمال‌می‌نمایند.

متد آبشوئی باتوجه به‌شیب‌اراضی ـ خواص خاك ومیزان آبشوئی‌تعیین میگردد ـ درحالیکه میزان‌آبشوئی بسیار زیاد باشد این امر ممکن است ۱۵۰ ـ ۲۰۰ روز بطول انجامد.

در زمان‌آبشوئی عملیات‌زهکشی‌بافشار زیادتر وبالابودن مقدار مدول زهکشی (drainage modulus) حتی‌گاه تا میزان ۲ـ۱ لیتر در ثانیه در هکتار همراه است.

سیستم‌های زهکشی اگر چه باتوجه به بارهای (loads) دوره عملیاتی ساخته میگردند مع‌الـوصف اکثراً جهت حصول این نتیجه‌کافی نمی‌باشند زیرا میزان جریان در دوره آبشوئی بعلت فشار زیاد (بارآبی) اضافه‌میگردد . بنابراین ایجاب می‌نمایندکه سیستم زهکشی وسیله انهار باز عمیق یاکم عمق تجهیز وتکمیل گردد. علاوه بـرآن سعی براین است که بااحداث سیستم زهکشی موقعی مثل زهکش مول (mole drain) حفاظت دیواره زهکشهـا وسیله مواد پلی‌مر (Polymer) و ترمال (Thermal) این تجهیز تکمیل گردد.

آبشوئی زیاد نه‌تنها باعث‌کاهش نمك‌های متراکم درخاك میگردد بلکه‌باعث خرابی ساختمان خاك وشسته‌شدن مواد غذائی نیز میشود(کاهش حاصلخیزی) با توجه به تجربیاتی که ضمن اصلاح واحیاء اراضی بسیار شور درمزارع ایالتی شماره‌های ۴و ۵ و۶ واقع درمنطقه استپ‌های گرسنه (شوروی) بعمل آمده چنین نتیجه گردیدکه علیرغم کاهش نمك‌های متراکم خاك تاحد غیر مضر (۲٪ ـ ۱٪ برحسب‌بین کلر) سرعت افزایش محصول بسیارکم ودر مقایسه ۲ تا۳ برابرکمتر ازسرعت افزایش محصول در اراضی اصلاح شده با شوری کم یا متوسط که درآن آبشوئی زیاد صورت

نگرفته میباشد (شکل شماره ۴) ازمیان نباتات اصلاحی خاك که درکشور اتحاد جماهیر شوروی کشت میگردد میتوان ذرت خوشه‌ای (Sorghum) وشبدر پرشیا (Persianclover) و Joughara سودان‌گراس Sudan grass را نام برد درکشور هندوستان در این مورد از نباتی بانام علمی Sesdania aculeata استفاده میگردد . حال آنکه درکشور عراق نباتاتی از قبیل جو شبدر وبعضی دیگر از نباتات بعنوان نبات اصلاحی کشت و کار میگردند از محاسن کشت وکارنباتات اصلاحی‌می‌توان موارد ذیل:

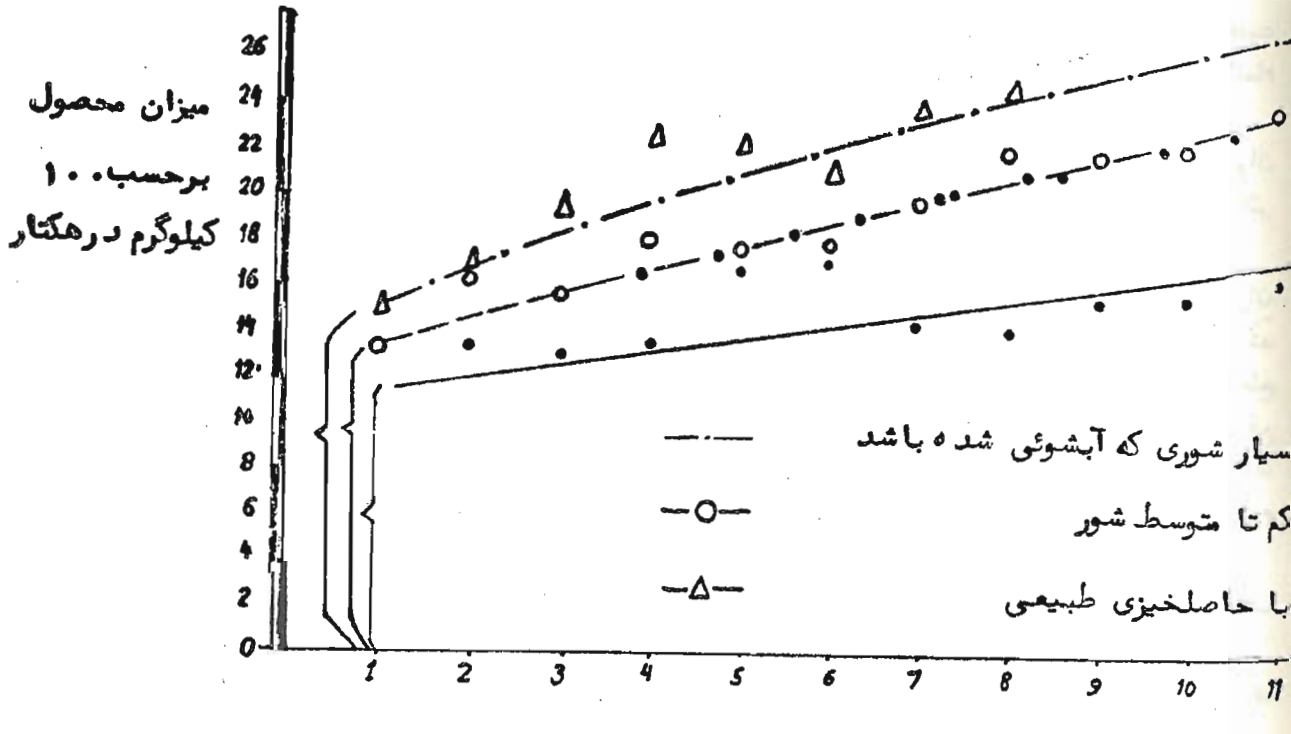
ایجاد پوشش بهتر ـ جلوگیری از تبخیر ازسطح خاك ـ افزایش مواد آلی ـ ازدیاد ازت ـ بهتر شدن ساختمان خاك وبالاخره جلوگیری ازفشردگی خاك‌را نام‌برد.

از موارد مهم‌که درامر اصلاح ارضی وجود دارد می توان مدیریت پیچیده عملیات زراعی‌را که مشتمل بر تعیین زمان کاشت وزمان رسیدن محصول وسایر موارد مربوطه است ذکر نمود. کار بردکود حیوانی دربرنامه زراعی اصلاح اراضی موجب افزایش نفوذپذیری خاك گردیده واز متراکم شدن خاك جلوگیری بعمل می‌آورد ضمن این‌که امکان خروج اسیدکربنیك حاصل از تجزیه مواد آلی بوسیله تهویه‌خاك بوجود می‌آید. از آن‌گذشته اصلاح فیزیکی خاك‌را نیز نبایستی بفراموشی سپرد در این مورد ازمتدهائی نظیر کاربرد شخم عمیق بمنظور افزایش نفوذپذیری در خاکهای مطبق‌هم چنین برگرداندن ژیپسم (Gypsum) خاك طبقات تحت‌الارضی به‌سطح‌الارض در خاکهای قلیا (Solonetz Soil) در اثر شخم عمیق بالاخره افزودن ماسه‌را بخاکهای خیلی سنگین می‌توان استفاده نمود . بهر صورت نقش فعلی اصلاح‌اراضی دردنیا این‌است که باتولید موفقیت آمیز فرآورده‌های‌کشاورزی به‌مسئله شوری‌دراراضی (شور) غالب گردد ودر توسعه وبهبود اراضی جدیدی که درمعرض شورشدن هستند فائق‌آید .

این عمل موقعی اطمینان‌بخش است‌که از متدهای جامع موجود با استفاده از عملیات وعلوم اصلاح اراضی استفاده گردیده تاشرایط‌مطلوب وطبیعی حاصل‌گردد .

اعمال عملیات اصلاح اراضی بایستی با نهایت دقت و حد اکثر توجه به‌مسئله عدم ایجاد خسارت

شکل شماره ۴ میانگین رشد میزان محصول در اراضی تازه اصلاح شده‌را در ارتباط باتاثیر سال بعداز اصلاح در منطقه استپ های گرسنه (شوروی) نشان میدهد .



درکشاورزی مصرف میگردند درآلودگی آب رودخانه‌ها سهم بسزائی دارند. بمنظور بالا بردن راندمان سیستم تکنیك آبیاری می‌توان بااستر کشی کانالها بااستفاده ازموادی که خاصیت آب بندی داشته باشند ضمن توسعه تکنیك آبیاری ازآلودگی آب رودخانه‌ها تاحدی جلوگیری نمود ، استر کشی کانالها ـ استفاده ازفلوم (کانالهای پیش ساخته)احداث خطوط لوله انتقال آب علاوه برآنکه توسعه وبهبود تکنیك آبیاری را موجب خواهد شد باعث جلوگیری از فشار تراوشات آبی دراراضی که ازنظر اصلاحی نامناسب میباشند نیز میگردد بالنتیجه دراثر عدم تغذیه سفره آب زیر زمینی وسیله تراوشات آبی کانالها ـ تراکم عملیات زهکشی کاهش خواهد داشت.

پیشرفت تکنولوژی در امر آبیاری و زهکشی ـ توسعه مکانیزاسیون ـ ترقی دانش بشر در زمینه امکان تنظیم حرکت آب ونمك درخاك واثرات مطلوب آن درمحیط زیست ـ کارشناسان اصلاح اراضی را درسراسر دنیا قادرنموده است که به حل این مشکل نایل آمده (شوری دراراضی تحت آبیاری) ودرراه تولید کافی مواد غذائی و تولیدات خام صنعتی (فرآورده‌های کشاورزی) موفق گردند .

یا زیان به محیط طبیعی صورت گیرد بدین معنی که انجام عملیات اصلاح اراضی مداوم و متمرکز در هر منطقه خود متضمن تخلیه زه‌آب حاصله از عملیات آبشوئی به‌رودخانه‌هاست (که خود منبع آب آبیاری محسوب میگردد) تهدیدی بسیار مؤثر جهت زوال کیفیت آب آبیاری منطقه محسوب گردیده وازنظر اقتصادی بسیار زیان‌آور است .

دائره اصلاح اراضی کشور ایالات متحده آمریکا میزان شوری فعلی رودخانه کلراد واین کشور درحال‌حاضر ۸۵۱ میلی‌گرم درلیتر درمحل احداث سد امپریال می‌داند وبرآورد نموده است که این میزان شوری درسال ۲۰۰۰ به ۱۱۶۰ ـ ۱۳۴۰ میلی‌گرم درلیتر خواهد رسید ودر صورتی که درمورد کنترل این عمل اقدام جدی بعمل نیایدخسارت سالیانه آن به ۱۲۴/ میلیون دلار در سال خواهد رسید (برنامه بهبود کیفیت آب‌رودخانه کلراد و)

شوری آب رودخانه سیحون (Syradarya) روبه افزایش گذاشته بطوری‌که فعلا میزان شوری آن به ۱۵۰۰ میلی‌گرم درلیتر در منطقه چاردارا (Charadara) رسیده است .

یکی از دلائل زوال کیفیت آب رودخانه‌ها (نا مناسب شدن کیفیت آب) تخلیه زه‌آب زهکشهای مناطق زهکشی شده می‌باشد این امر که موجب افزایش کلی میزان نمك درآب رودخانه‌ها میگردد .

بطوری‌که قبلا نیز تذکر داده شده است دراثر اعمال‌رژیم نامناسب اصلاح اراضی در مناطق زهکشی شده‌باشد تحت چنین رژیمهائی(رژیم‌نامناسب اصلاح‌اراضی)معمولا تجمع نمك درمنطقه قابل‌تهویه‌خاك باشدت فوق‌العاده‌ای‌افزایش حاصل‌کند درحالی‌که امکان کاهش فصلی املاح متراکم شده منحصراً با استفاده ازآبشوئی زیاد امکان پذیر است‌بنابر این بمنظورحداقل شدن آلودگی‌آب رودخانه‌ها لازم است نسبت به‌توسعه واحیا اراضی درمناطقی اقدام‌گرددکه ازنظر اصلاحی احتیاج به‌رژیم اصلاحی اپتیمم دارند .

جهت حصول رژیم اصلاحی اپتیمم بایستی نسبت به‌توسعه عملیات کنترل آب‌آبیاری اقدام نمود. بنحوی که اثر متقابل سیستم‌آبیاری وآب زیرزمینی موجبات نمك‌زدائی خاك‌را فراهم آورده وبالنتیجه میزان زه آب به حداقل نقصان خواهد یافت این موضوع موقعی عملی خواهد شدکه درموقع آبیاری سطح آب زیرزمینی صعود نمایدکه میتوان این منظور را با بستن مخرج زهکشها عملی ساخت (حتی اگرآب زیرزمینی شور هم‌باشد). بدین معنی‌که بامحدود نمودن منطقه تهویه آزاد درخاك قبل از آبیاری می‌توان مخارج آبیاری‌را کاهش داد. با درنظرگـرفتن این واقعیت که درصورت صعود آب زیرزمینی تراکم زیاد املاح درحین آبیاری در پروفیل خاك محدود خواهد بود وبعد از اتمام امرآبیاری سفره آب زیرزمینی نیز تنزل خواهد نمود. ضمن این که املاح را نیز بهمراه خواهد برد.

اگر تکنیك‌های مدرن آبیاری اجازه انجام این عمل‌را نمی‌دهد باکاربرد روش آبیاری زیر زمینی می‌توان نسبت به‌حداقل نمودن تبخیر وتراوشات اقدام نمود ضمن اینکه امکان‌تنظیم انتقال آب در دوره‌ای‌که‌آب مصرفی حداکثر است نایل‌گردید .

دانشمندان روسی وآمریکائی پیشنهاد می‌نمایند در موقعی‌که نبات کاملا سطح مزرعه را نمی‌پوشاند و میزان تبخیر ازسطح مزرعه زیاد است نسبت به‌پائین نگهداشتن سفره‌آب زیرزمینی اقدام‌گردد. این عمل موجب خواهد شد که حرکت املاح دراثر خیزآب زیرزمینی درمنطقه تهویه‌پذیر خاك بحداقل نقصان یابد وزمانی که نبات کامـلا سطح مزرعه‌را پوشانید می‌توان بابستن مخرج تنبوشه‌ها به‌سفره‌آب زیرزمینی امکان خیز بیشتررا داد ـ زیرا در این موقع میزان تبخیر بحداقل‌رسیده است (نظریه‌Shilfgarl ,V.V.yegcrov,Nielson,)ازآلودگی آب رودخانه‌ها می‌توان بوسیله‌کاربردمجددآب زهکشی تاحدودی جلوگیری‌بعمل آوردکه این‌موضوع در مقاله جداگانه‌ای درسمپوزیوم ارائه شده است .

توسعه شرایط زهکشی مستلزم انتخاب رژیم آبشوئی مناسب است‌که با توجه به‌خصوصیات خاك شوری آب آبیاری تعیین وعمل گردیده باشد.

درصورتی‌که دریك سیستم زهکشی میزان تراوشات آبی ازکانالها زیاد باشد درنتیجه راندمان تکنیك‌آبیاری کم خواهد بود این تراوشات‌که گاه ۶۰٪ میزان‌آب‌آبیاری را شامل میگردند

پس از نفوذ در صخره‌های رسوبی به رودخانه‌ها میریزند در حالی که حین عبور از چنین رسوباتی کیفیت آنان تغییر خواهد نمود. که خود موجب آلودگی آب رودخانه هاست بعلاوه مواد شیمیائی و انواع حشره‌کش‌هائی‌که

هیدرولیك ویکنواختی آبیاری قطره‌ای

نوشته Pai wu and Harris M. Gtlin

ترجمه حمید خرسندی

آبیاری قطره‌ای رامیتوان همانند یك‌شبکه لوله‌ای فرض کردکه شامل لوله‌های فرعی(آبده) درجه۲، اصلی و نازلها بوده و تحت فشارکم‌که عموماً پائینتر از۱۵ پوندبراینچ‌مربع میباشد، کارمیکند. دراین سیستم شیب واصطکاك شدیداً درتوزیع فشاردرطول‌لوله‌های درجه۲ وفرعی اثرگذاشته‌که نتیجتاً تغییرات فشار درطول لوله مقداردبی را در نازلها تغییرمیدهد. آبیاری قطره‌ای ایده‌ال عبارت‌ازسیستمی است‌که عمل‌آبیاری رابطوریکنواخت (جریان‌یکنواخت) انجام دهد، یعنی‌که دبی‌نازلها برحسب‌احتیاج‌آبی گیاهان یکسان باشد.

جریان در خط لوله آبیاری را میتوان ماندگارفرض‌کردکه بانازلهای خروجی تغیرمیکند . توزیع دبی‌در یك خط‌لوله‌آبیاری درجه۲ یا فرعی‌نسبت به طول‌لوله‌کم‌میشود (شکل۱) دراین‌شکل لوله‌ای‌رابا n مقاطع‌مساوی‌نشان میدهدکه جریان خروجی هریك ازمقاطع برابر ($i = 1, 2, \ldots n$) q_i میباشد. لذاجریان درهریك ازمقاطع بشکل‌زیرمشخص میشود.

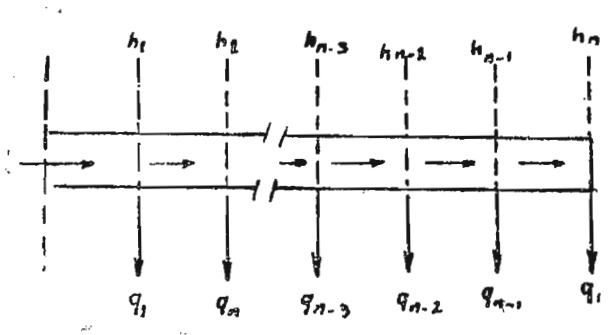
$$Qp = \sum_{i=p}^{n} q_i \qquad (1)$$

درمعادله اخیردبی در p امین مقطع داده شده است

دبی‌کل ورودی بیك‌لوله عبارت‌خواهدبود از:

$$Q_1 = \sum_{1}^{n} q_i$$

بعلت تغییرات دبی‌خط‌گرادیان انرژی مستقیم نبوده، بلکه بصورت یك‌تابع توانی خواهدبود. توزیع فشاردر امتداد خط لوله موقعی معلوم میشودکه خط‌گرادیان انرژی معلوم باشد.



شکل۱ : توزیع‌آب وفشاردرطول خط لوله‌آبیاری

قبلا مطالعاتی در این خصوص، باتوجه به اثرات شرائط این نوع جریان بر روی آبیاری فارو اتوماتیك بوسیله Barefoot ,Beasley (۳)، وروی دبی یکنواخت درلوله های سوراخدار بوسیله Van t,woudt (۷) وارائه راه‌حل گرافیکی با کاربرد نازلهای چندگانه برای مشاهده دبی یکنواخت، درسال ۱۹۷۲، بتوسط Bucks Myers (۵)، انجام گرفته، درحالیکه Kenworthly (۴)، برای مشاهده جریان یکنواخت ازهرنازل ازطریق تنظیم طول نازلهای میکروتیوب (لوله باریك) عمل کرد تحقیقات مذکور نشان داد، که برای رسیدن به دبی یکنواخت لازم است که توزیع فشاردرطول خط لوله معین شود.

دراین مقاله روش ساده‌ای برای تخمین توزیع فشاردرطول خط لوله فرعی، وروشهای متعددی برای تنظیم وترتیب نازلها جهت بدست آوردن دبی یکنواخت لازم بیان خواهدشد.

روابط انرژی درخط لوله آبیاری:

معادله دینامیکی برای جریان متغیر (نسبت به فاصله) باکاهش دبی دریك کانال روباز باکاربرد اصل انرژی بوسیله Chow بدست آمده است. شدت جریان دریك خط لوله آبیاری معمولا کم بوده وچون سرعت فشاری نسبت به طول لوله کوچك میباشد میتوان ازآن صرفنظر کرد . (۲) معادله مذکور را برای جریان متغیر باکاهش دبی درآبیاری قطره‌ای را میتوان به صورت ساده زیر بیان کرد.

$$\frac{dh}{dl} = So - S_f \qquad (3)$$

So = شیب خط لوله

S_f = اصطکاکی

$\frac{dh}{dl}$ = تغییرات فشارنسبت به طول یا شیب خط گرادیان فشار

معادله (۳) نشان میدهدکه توزیع فشاررا میتوان باترکیب خطی، ازشیب انرژی S_f شیب خط لوله So بدست آورد. جهت سهولت عمل درتکنیك‌های پیشرفته So را صفر فرض میکنند، یعنی که دراین شرایط خط لوله دریك سطح افقی قراردارد. دراین مورد داریم:

$$\frac{dh}{dl} = -S_f \qquad (4)$$

براساس فرض خط لوله صاف برای تعیین ضریب اصطکاك فرمول تجربی بلازیوس بکارمیرود

$$f = \frac{0.3164}{R^{0.25}} \qquad 3000 < R \leqslant 100,000 \qquad (5)$$

با جایگزینی معادله ۵ درمعادله ۴ وساده کردن آن نتیجه میشودکه :

$$\frac{dh}{dl} = -KQ^{1.75} \qquad (6)$$

$$K = \frac{2.53V^{0.25}\ A^{0.25}}{g\pi^2\ D^{5.25}}$$

معادله ۶ رامیتوان برای تعیین افت انرژی درطول داده‌شده dl بکاربرد وچنانکه مقدار dl ثابت فرض شود، $\triangle L$، حل معادله ۶ ازطریق عددی ممکن خواهدشد.

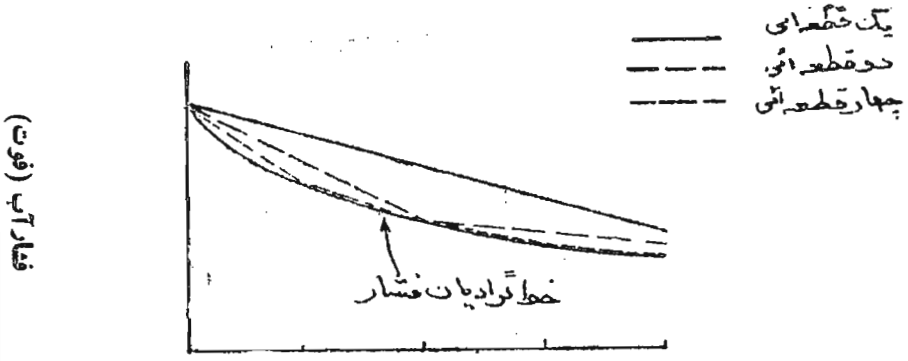
$$\triangle h_p = -KG_p^{1.75} \triangle L \qquad (7)$$

درمعادله اخیر $\triangle h_p$ ، افت اصطکاکی درمقطع p ام بوده وکل‌افت اصطکاکی $\triangle H$ ، بشکل‌زیرخواهدبود.

$$\triangle H = \sum_1^n \triangle h_p = -K(\sum_1^n Q_p^{1.75}) \triangle L \qquad (8)$$

تخمین توزیع فشار درطول خط لوله‌آبیاری

ازمعادله۶ معلوم است‌که خط‌گرادیان فشارمستقیم نیست، چراکه در مقاطع بالا دست بعلت دبی زیاد، افت اصطکاکی بیشتربوده وخط‌گرادیان فشارمنحنی یك‌تابع توانی خواهد



طول‌لوله فرعی (آبده) - فوت

شکل۲ خط‌گرادیان فشارمحاسبه شعبه باکاربرد تمام‌مقاطع‌ودبی‌های متوسط یك، دو، چهار قطعه‌ائی

گرادیان فشاررا میتوان ازطریق معادله۷ بدست‌آورد، باوجوداین‌موقعیکه تعداد نازلهای خروجی‌زیاد باشد، طولانی‌کننده خواهدبود. بنابراین برای سهولت محاسبه میتوان دبی متوسط رابکاربرد. مقدار انحراف گرادیان فشار باکاربرد تمامی n قطعه وجهت سهولت دبی متوسط یا متوسط دبیهای قطعات معلوم‌میگردد (شکل ۲)

بافرض تساوی دبی‌ها میتوان یك برنامه محاسبه کامپیوتری نوشت . توضیح اینکه دبی‌کل در مقطع ۱ برابر nq وازآن آخری q میباشد .

$$hp = -k[(n-p+1)q]^{1.75} L \qquad (9)$$

افت انرژی‌کل

$$H = -kq^{1.75}\left[n^{1.75} + (n-1)^{1.75} + \dots + 1^{1.75}\right]\triangle L \qquad (10)$$

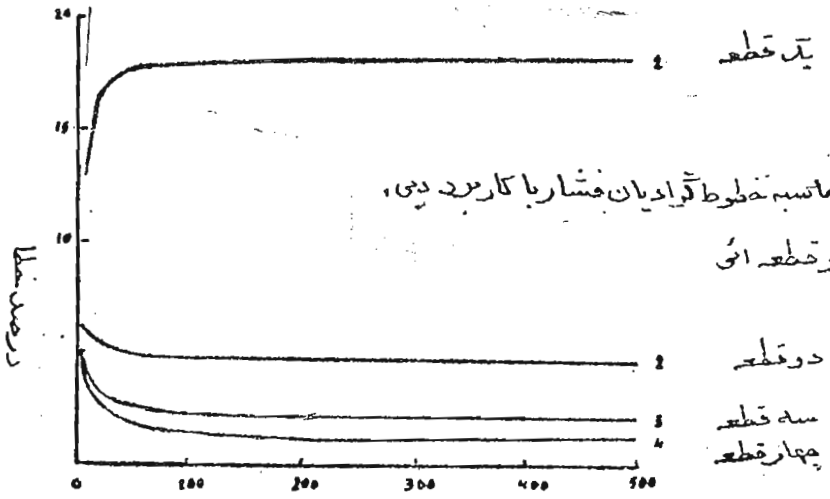
درصورتی‌که باکاربرد دبی متوسط افت انرژی از رابط زیر بدست می‌آید.

$$H_1 = Kq^{1.75}\left[\frac{n+1}{2}\right]^{1.75} L \qquad (11)$$

این محاسبات برای مقادیر از ۱ تا ۱۰۰۰ برقرار شده است . لازم است توجه شودکه درصد اشتباهات در درمحاسبه افت انرژی بکمك دبی متوسط نسبت به مقدار n افزایش خواهد یافت باوجود این مقدار خطا در صورتی‌که n بیشتر از۱۰۰ باشد حدود ۱۸٪ (مقدار نهائی خطا)که در شکل ۳ نشان داده شده خواهد بود. در شکل مذکور n از۱ تا ۵۰۰ میباشد.

مقدار ۱۸٪ یك خطای قابل توجه نیست ولی تغییرات فشار دراکثر مقاطع یك خط لوله بخصوص دروسطهای آن بیشتر از ۱۸٪ خواهد بود . این خطارا میتوان با تقسیم‌کردن تمام طول لوله ها بقطعات متعدد و استفاده از دبی متوسط هریك از قطعات، برای تعیین افت انرژی همان قطعه ، کاهش داد. دراین صورت درصد خطا بشدت کاهش پیدا

میکند . نتایج حاصله از تقسیم بندیهای سه وچهار قسمتی درشکل ۲،۳ نشان داده شده است . مشاهده میشود ، که در تقسیمات دو، سه وچهار قطعه‌ای مقدار خطا بترتیب ۵٪، ۲٪ و۱٪ خواهد بود . (شکل های ۲و۳) میتوان نتیجه گرفت که اگر طول لوله به سه یا چهار قطعه تقسیم شود تخمین مناسبی از خطاگرادیان انرژی بدست خواهد بود.



شکل ۳ خطای حاصل از محاسبه خطوط گرادیان فشار با کاربرد دبی متوسط برای ۲ تا چهار قطعه ای

تغییرات فشار درلوله های فرعی ویا درجه دورا میتوان با فرض یکنواختی دبی در طول هریك از لوله ها مشخص کرد . بنابراین ضروریست روشهای ممکن برای بدست‌آوردن دبی ثابت ومساوی نسبت به فشار های متفاوت در خط لوله را بررسی نمود .

اندازه نازلها ، طول میکروتیوب‌ها وفاصله بین نازلهارا ، میتوان برای ایجاد دبی یکنواخت تغییر داد که انالیز آنها بشرح زیر میباشد .

تعیین قطر نازلها ـ دبی هریك از نازلها تحت تأثیر اندازه و بار فشار نازل بوده و از معادله پیوستگی جریان بدست میآید .

$$q = av$$

$$q = ac\sqrt{2gh} \qquad (12)$$

$$q = \frac{C\pi}{4}\sqrt{2g\, d_2\, h^{\frac{1}{2}}} \qquad (13)$$

a = سطح مقطع نازل و c = ضریب جریان

معادله ۱۳ را بشکل زیر نیز میتوان نوشت

$$\frac{4q}{C\pi\sqrt{2g}} = d^2\, h^{\frac{1}{2}} \qquad (14)$$

اگر q ثابت باشد، مشتق $d^2h^{1/2}$ صفر میشود

$$\frac{1}{2}\, d^2 h^{\frac{1}{2}} dh + 2h^{\frac{1}{2}}\, d.d(d) = o \qquad (15)$$

$$\frac{dh}{h} = -4\frac{d(d)}{d} \qquad (16)$$

وپس ازانتگرال گیری

$$Lnh = -4Lnd + C \qquad (17)$$

اگرنسبتهای h و d معلوم باشدوشرایط اولیه درنظر گرفته شود. در این صورت

$$d = d_o \qquad (18)$$

$$h = h_o$$

مقدارثابت انتگرال چنین‌خواهد بود

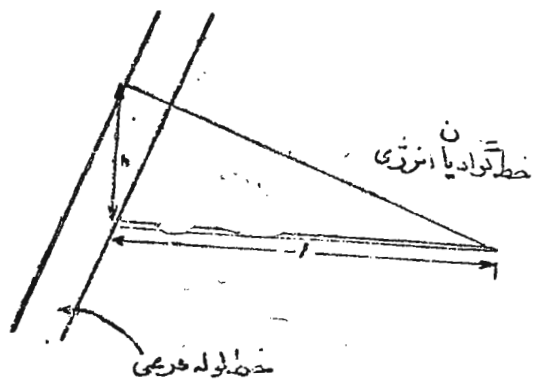
$$C = Lnh_o + Ln d^4_o$$

با جایگزینی c درمعادله ۱۷ وساده کردن آن

$$\frac{h}{h_o} = \left(\frac{d_o}{d}\right)^4$$

بنابراین قطرنازل d برای هرمقدار h درصورت معلوم بودن عوامل $h_o d_o$ بدست‌خواهدآمد وعامل $h_o d_o$ عملا دبی یکنواخت (q) طرح‌شده راکنترل خواهدکرد.

تعیین طول میکروتیوب ـ دبی میکروتیوب تحت‌تاثیر طول میکروتیوب خواهدبودکه نسبت‌آن در شکل۴ نشان داده‌شده وازمعادله انرژی بدست میاید.



شکل۴ خط‌گرادیان انرژی درمیکروتیوب متصل به‌لوله فرعی

$$h = f\frac{l}{d}\cdot\frac{v^2}{2g} = f\frac{l}{d}\cdot\frac{d^2}{a^2 2g} \qquad (21)$$

اگرقطر میکروتیوب معلوم باشد، مقادیر f , a , q ثابت خواهدبود

$$h = C_1 l \qquad (22)$$

$$C_1 = \frac{fd^2}{2gda^2} = K$$

دراین صورت اگرشرایط اولیه l_o و h_o معلوم باشد دبی داده شده معلوم خواهدشد

$$h_o = C_1 l_o \qquad (23)$$

با مقایسه معادلات ۲۲و۲۳ طول‌میکروتیوب برای یك‌فشارداده شده معلوم میشود

$$\frac{h}{h_o}=\frac{l}{l_o} \qquad (24) \qquad 9240$$

$$l=\frac{h}{h_o}.\, l_o \qquad (25)$$

اگر تغییرات فشار درامتداد لوله‌های فرعی زیاد باشد ، طول میکروتیوب برای فشار داده شده خیلی زیاد خواهد شد. در این صورت میکروتیوب‌ها باقطر کوچکتر مناسب خواهد بود. اطلاعات راجع به‌شدت جریان، قطرو فشار بوسیلهKenworthly جمع‌آوری شده است .

تعیین فاصله بین نازلها ـ اگر فاصله بین نازلها قابل تنظیم‌باشد میتوان نازلها را بایك فاصله‌طوری تنظیم‌کرد که دبی در واحد طول ثابت باشددر این صورت معادله ریاضی آن‌بشکل‌زیر خواهد بود .

$$\frac{q}{\triangle L}=\frac{q_1}{\triangle L_1}=\frac{q_2}{\triangle L_2}=\qquad\qquad \frac{qn}{\triangle L_n} \qquad (26)$$

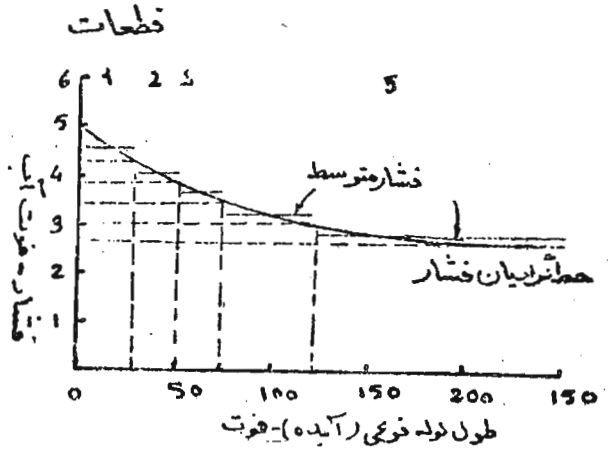
فرض می‌کنیم‌که خط گرادیان فشار با استفاده از دبی ثابت از هریك از سوراخها وفاصله ثابت بین آنها تخمین زده شود.. (شکل ۵) دراین صورت خط گرادیان فشار برحسب افت کل به قطعات متعدد تقسیم شده ویك‌فشار متوسط برای هریك از مقاطع معلوم میشود که درشکل ۵ با خط ممتد مستقیم نشان داده شده است . اگـر یك نازل معلوم انتخاب شود دبی‌نازل q_2/q_1..... q_5 برای ۵ قطعه (j–5) بامعلوم‌بودن h_1 ..... h_5 بدست میآید

$$\triangle L_j=\left(\frac{qj}{q}\right)\triangle L \qquad (J=(1,2,\ldots\ldots 5) \qquad (27)$$

وفاصله بین نازلها بکمك معادله ۲۶ معلوم میگردد.

$$L\,j=\left(\frac{qj}{q}\right) L \quad (j=1,2\ldots 5) \qquad (27)$$

بنابراین دبی نازل درواحد طول ثابت ودبی‌کل درخط لوله فرعی درانتهای هرقطعه نیزثابت خواهد ماند، با بیان دیگر دبی متوسط در هریك ازقطعات همانند شرایط اولیه برای q , $\triangle L$ بوده وخط گرادیان فشار تغییر نخواهدکرد .



اقتباس از (5) BUCKS , MYERS

شکل ۵ خط‌گرادیان فشاروفشار متوسط برای مقاطع متعدد درطول‌خط لوله‌آبیاری

کاربرد مهندسی

ازمطالب گذشته چنین استنباط میشود، که اگر خط گرادیان فشاردریك خط لوله آبیاری (با ΔLpq معلوم) تخمین زده شود، جریان یکنواخت باروشهای زیرحاصل خواهدشد:

(۱) بانازلهائی بقطرهای مختلف ،

(۲) میکروتیوب‌هائی باطولهای متفاوت ویاترکیبی ازقطروطول میکروتیوب،

(۳) بافواصل مختلف نازلها.

جهت نشان دادن کاربرد روشهای مذکور مثالی از طراحی انتخاب شده است . این مثال بوسیله آقایان Myers و Bucks (۵) ارائه گردیده که درآن لوله پلاستیکی بطول ۲۵۰ فوت (۷۶ متر) وبقطر ۷۵ر اینچ (۱۹ میلیمتر) وبا نازلهائی بفاصله ۲ فوت (۶ر متر)وبا دبی ۱ر۵ گالن درساعت (۵ر۷ لیتردرساعت) بکاررفته است. توزیع فشار درطول لوله درشکل ۵ نشان داده که طرح آبیاری یکنواخت آن بشرح زیر است .

طراحی قطر نازلها ـ اطلاعات داده شده :

$L=250$ ft(76mm)، $q=1.5$ gph(5.71/h) $L=2$ft (0.6 mm)

شرایط اولیه :

$h_O=4.5$ ft(1.4m) , $d_O=0.029$in . ID(0.74mm)

خط توزیع فشار براساس افت فشار داده شده به قطعات متعدد تقسیم و فشار متوسط برای هریك از قطعات محاسبه میشود . اگر فشار وقطر نازل درقطعه یك درشرایط اولیه فرض شود پس :

$h_1=h_O=h=4.5$ ft(1.4m) ; $d_1=d=0.029$ in (0.74mm)

قطر نازل برای قطعه ۲ چنین خواهد بود :

$d_2=(h/h_0)^{0.25}d_0=(4.5/4)^{0.25}$ x0.029=0.0298 in. (0.76mm)

قطر قطعات دیگررا میتوان ازمعادله ۲ بدست آورد .

$d_3=0308$ in. (0.78mm); $d_4=0.0316$ in. (0.80mm) ;

$d_4=0.0326$ in. (0.83mm);

نتایج حل گرافیکی بوسیله Myers و Bucks (5) چنین میباشد .

$d_1=0.029$ in. (0.74mm); $d_2=0.033$ in. (0.76mm);

$d_3=0.031$ in. (0.78mm); $d_4=0.032$ in. (0.81mm);

$d_5=0.033$ in, (0.84mm) که نتایج اخیر به نتایج محاسباتی نزدیك است

طراحی طول میکروتیوب ـ اطلاعات داده شده :

$L=250$ft (76m); $q=1.5$ gph(5.7 1/h); $L=2$ft(0.6m)

شرایط اولیه :

$h_0=4.5$ ft(1.4m); $l_0=2.8$ in. (71mm)

براساس فشار متوسط برای هرقطعه که درشکل ۵ نشان داده شده ، طول میکروتیوب برای هر قطعه ازطریق معادله ۲۵ بدست میاید . قطعه ۱ درشرایط اولیه است .

$h_1=h_0=4.5$ ft(1.4m)، $l_1=l_0=2.8$ in. (71mm)

طول میکوتیوب برای قطعه ۲ برابر است با

$l_2=4/4.5$ x $2.8=2.5$ in. (64mm)

در قطعات دیگر

$l_3=2.2$ in. (56mm) ، $l_4=2.0$ in. (51mm)، $l_5=1.75$ in. (45mm)

طراحی فاصله بین نازلها ـ اطلاعات داده شده :

$L=250$ ft(76m)، $q=1.5$ gph(5.7 l/h)؛ $L=2$ ft (0.6m)

فرض شودکه نازل شماره ۲ (0.030 in. ID) که بوسیله آقایان Myers و Bucks (۵) در نظر گرفته شده انتخاب شود . نسبت بار به دبی درشکل ۶داده شده‌است . فاصله بین دونازل برای هرقطعه را میتوان‌بکمك معادله ۲۷ بدست آورد . برای قطعه ۱ چنین میشود . ؛ $L=24$ in. (610mm)

$q=1.5$ gph(5.7 l/h)؛ $h_1=4.5$ ft (1.4m)؛ $q_1=1.51$ gph(5.7 l/h)

$L_1=(1.56/1.5)\times 24=25$ in (640mm)

فاصله بین نازلها درقطعه ۲را میتوان بشرح زیر محاسبه‌کرد :

$h_2=4$ft(1.2m)؛ $q_2=1.45$ gph(5. l/h)؛

$L_2=(1.45/1.5)\times 24=23$ in. (580mm)

وبراساس محاسبات بالا فاصله نازلهابرای قطعات ۳ و۴و۵ بشرح زیر خواهد بود :

$L_3=22$ in. (560mm)؛ $L_4=21$ in. (530mm)؛

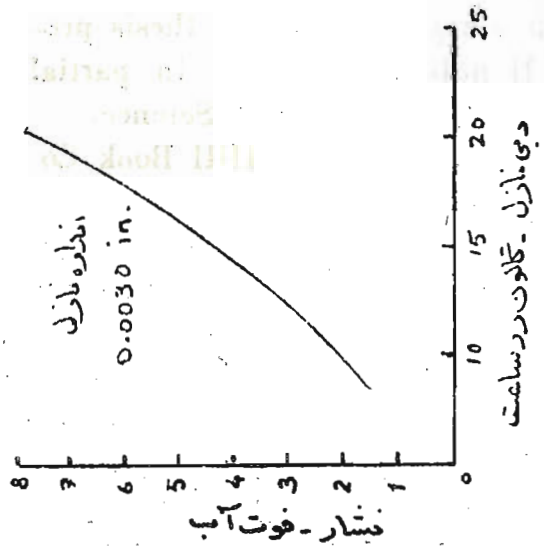
$L_5=19$in. (480mm)

نتیجه ترکیب خطی شیب انرژی وS وشیب خط لوله آبیاریSo میباشد. بنابراین توزیع فشار درطول خط لوله آبیاری بکمك انطباق واز مجموع شیب خط لوله So وگرادیان انرژی بدست آمده درحالت افقی‌نتیجه میشود. ترکیب این دوعامل درشکل۷ نشان داده شده است. لکن باید توجه‌کردکه اگر خط لوله درامتداد شیب بطرف پائین دست قرار گیرد. مقدار So مثبت وچنان‌که شیب بطرف بالادست باشد علامت So منفی خواهد بود . وقتی‌که توزیع فشار درطول لوله معلوم شود. (شکل ۷) میتوان هریك از سه روش فوقرا برای بدست آوردن دبی‌یکنواخت درطول خط لوله آبیاری بکار برد .

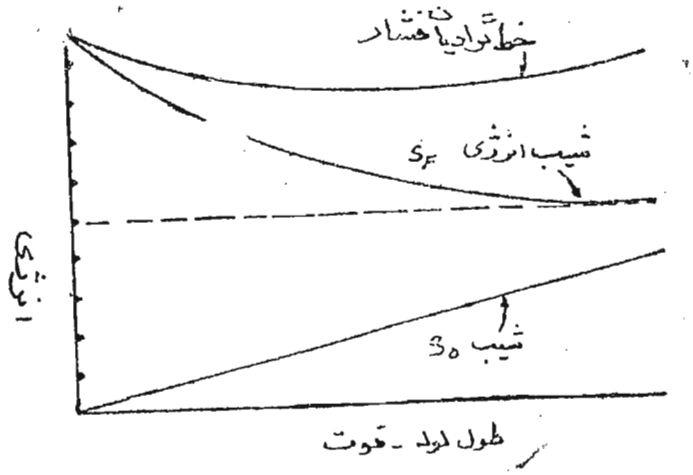
خلاصه و نتیجه :

این مطالعه نشان میدهد که توزیع فشار درطول لوله فرعی‌را میتوان بکمك شیب خط لوله وافت انرژی محاسبه شده ازطریق دبی‌های متوسط سه‌وچهار قطعه‌ای تخمین زد.

در این حالت مقدار خطا نسبت به‌خط گرادیان فشار محاسبه شده ازطریق تمام مقاطع بین نازلها، کمتر از ۲٪ خواهد بود . باید توجه کرد که محاسبات براساس جریان یکنواخت برای تمام نازلها و با فاصله ثابت بین نازلها میباشد .



شکل ۶ بارآبی (فشار) برای نازل شماره ۲ [اقتباس از (S) Bucks,Myers]



شکل ۷ شیب انرژی شیب خط‌خوط گرادیان فشار در طول خط‌لوله آبیاری

اگر توزیع فشار در طول خط لوله آبیاری (فرعی) برای دبی‌ثابت وبرای هرنازل معلوم باشد آبیاری یکنواخت را می‌توان با کاربرد نازلهای مختلف‌القطر ، میکروتیوبهـا باقطر یا طولهای متفاوت و فواصل بین نازلها بدست آورد .

این مطالعه ابتدا با آبیاری یکنواخت برای خطوط لوله آبیاری فرعی انجام گرفته است همـین روش را میتوان برای توزیع فشار درطول لوله‌های درجه ۲ نیز بکار برد. باوجود این درلوله‌های درجه ۲ با قطرهای مختلف ویا انتخاب شیب‌طبیعی مناسب تقریباً جریان یکنواخت ایجاد کرد.

درکاربرد معادله بلازیوس Blasius برای تعیین ضریب اصطکاك ممکن است اشتباهاتی بعلل ذیل بوجودآید: ۱ ـ شرایط جریان ورقه‌ای‌که درمقاطع پائین دست ایجاد میشود. ۲ ـ بعضی ازانواع نازلها موقعی‌که به‌لوله بسته میشوند اصطکاك بیشتری تولید می‌کند . بدین ترتیب برای کاهش این نوع خطاها تجارب آزمایشگاهی لازم است تا رابطه ویژه بین ضریب اصطکاك وشرایط جریان (عدد رینولدز) برای انواع مختلف لوله‌های آبیاری رامشخص سازد.

منابع مورد استفاده

1. Bui, U., "Hydraulics of Trickle Irrigation Lines", thesis presented to the University of Havaii, at Honolulu, in 1972, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

2. Chow, V. T., Open channel Hydraulics, McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.

3. Carton, J. E. Beasley, R. P. and Barefoot, A. D. "Automation of Cut Back Furrow Irrigation", Journal of Agricultural Enginnering, June 1964, P. 328.

4. Kenworthy, A. L. "Trickle Irrigation-The Concept and Guidelines for Use", Research Report 165 (Farm Science) Agicultural Experiment Station, Michigan State University Lansing, Mich, May, 1972.

5. Myers, L. E. and Bucks, D. A. "Uniform Irrigation with Low-Pressure Trickle Systems, Journal of the Irrigation and Drainage Division,

ASCE, Vol 98, No. IR3, Proe Paper 9175 Sept, 1972 pp 341-346.

6. Sweeten. J. M. and Gartion, J. E. The Hydraulics of an Automated Furrow Irrigation System with Rectangular Side Weir Outlets", Transactions, American Society of Agricultural Engineers, Vol 13 No. 6, 1970, p 746.

7. Van't Would, B. D. "Uniform Discharge from Multiorificed pipe", Transactions American Society of Agricultural Engineers, Vol 7, No. 3, 1964. p. 352.

روشهای تعیین اثرات افت، خزش و حرارت روی بتون سدهای بزرگ

نشریه ژانویه ۱۹۷۶ کمسیون بین‌المللی سدهای بزرگ

ترجمه و تنظیم از حسین اشرفی

۱ـ دیباچه

تجدید مطالعات مربوط به مسئله فوق‌الذکر بوسیله عده‌ای از متخصصین انجام گرفت. موضوع وارتباط عمومی این مقاله بامطلب مورد نظر بیشتر بادگرگونی بتن ارتباط دارد. عواملی که بدان‌ها توجه خواهیم نمود عواقبی چون تنش و بالاخره خوردن شدن بتون فراهم خواهند نمود.

علل اساسی تأثیر افت بتن ـ خزش وحرارت بستگی تام با طبیعت بتون، داشته ودر نتیجه ترکیب داخلی وبار وارده خارجی بعلاوه اثرات محیط بوجود می‌آیند واین مطالبی بود که در آخرین کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ در شهر مکزیکوسیتی مورد توجه قرار گرفت.

۲ ـ ملاحظات

لازم به توضیح است که افت بتون ـ خزش عوامل وابسته بهم ومتغیری هستند که تحت نفوذ تعدادی از مسائل قرار میگیرند وبندرت بتوان آنها را عوامل جداگانه ومستقل دانست. اثرات حرارت یکی از عواملی است که روی افت وخزش بتون اثر میگذارد. بایددر نظر داشت که تعیین عوامل سه‌گانه فوق خیلی پیچیده میباشد زیرا خواص بتون ثابت نمی‌ماند بلکه حالت تکامل تدریجی خواص تابعی اززمان بوده که جو وحرارت روی آن اثر می‌گذارند. خواص بتون فقط به عناصر تشکیل دهنده وشناسائی بارواثرات محیط نبوده بلکه با اندازه مواد تشکیل دهنده وشکل ظاهری آنها بستگی تام دارد. بایددانست که وضع بتون تا بامروز خیلی مبهم بوده وکاملا روشن نگردیده است.

برای اینکه این مقاله تدوین یابد ملاحظات ذیل در نظر گرفته شده است:

ـ افت بتن بمعنای : نقصان حجم بتون در یك زمان معین بجهت خشك شدن وتغییرات شیمیائی بوده وتغییرات حجم هم شامل تغییرات القائی تنش میباشد. ودر عمل افت بتن معمولا بصورت دگرگونی خطی درواحد طول اندازه ـ گیری میشود.

افزایش حجمی را که دراثر خیس شدن وتغییرات شیمیائی حادث میشود میتوان بصورت افت منفی اندازه گرفت. مقادیر افت یك بتون فقط موقعی مطلق است که شرایط محیط وعمر بتن کاملا معلوم باشد.

ـ خزش: دگرگونی زمانی بخاطر بار وارده. نباید فراموش نمود که درخزش دگرگونیهای آنی درمقابل وارد آمدن بار مستثنی میباشد. درعمل امکان ندارد که خزش را کاملا ازدگرگونیهای آنی که درنتیجه واردآمدن بارها بوجود می‌آید مستثنی نمود زیرا زمانی طول میکشد تا بارواردہ غیرمتغیر موجبات خزش رافراهم نماید.

برای توجیه این تعریف اینطور درنظر گرفته میشود که بارشامل اثرات موانع خارجی نیز میباشد. درعمل خزش معمولا بصورت دگرگونی خطی درواحد طول اندازه گرفته میشود

ـحرارت : حرارت بتون سددرهر زمان وحرارت محیط شامل اتمسفرومخزن سد وپی مواردی هستندکه روی حرارت بتون اثرمی گذارند.

۳ـ منظورازبررسی خزش وافت‌ودمای‌بتون:

منظورازتعیین خزش‌وافت بتون ودمای موردنظراین است‌که اثرات‌آنهارا روی طرح‌ساختمان‌شد پیدانمود تا طرح اقتصادی ومورد اطمینان باشد. درموقع ساختمان وبعدازساختمان اثرات سه‌گانه فوق‌باید دقیقاً معلوم‌تاثابت‌شود که اثرات‌آنها درحدطرح بوده واعمال مضره‌های توسط این عوامل حاصل نمیگردد

ـ بهمین خاطرلازم است‌که خواص وویژگیهای بتون‌نسبت به خزش وافت ودما تعیین گردد.

۴ ـ مواردعمومی

۱ـ۴ـاثرات‌خزش وافت‌ودما دربتون مصرفی‌یك‌سد موجبات دگرگونی‌درسدشده واثرات سه‌گانه‌فوق‌مستقیماً به‌پی‌سد انتقال میبابندووسعت اثرآن‌ها بسنگی تام‌به سختی ومحکمی پی‌های سد ونوع‌سد دارد. ازطرف دیگر تغییرات دمای هوا موجب تغییرات محل‌استقرارسد شده ودرموقع خود اثراتی روی‌سد واردمی‌نماید. بنابراین بررسی اثرات وارده‌روی‌سدوفونداسیون‌های آن اجتناب‌ناپذیراست. درمورد پی‌های سدبایدبه محدوده سطح‌وعمق‌تاآنجائیکه‌دگرگونی قابل صرفنظرکردن است توجه داشت. دگرگونیها بخاطرنتایج حاصله‌ازتغییرات توزیع تنش (Stress) درسد وپی‌آن توسط بارهای وارده بوجودمی‌آید. بدیهی‌است امکان تعیین تنشها درسدها بدون تعیین مقدار این اثرات نمیتواند دقت داشته‌باشد.

اثرات خزش وافت وحرارت دربتون‌مصرفی سدهای بزرگ را میتوان باقراردادن ابزارهای مخصوصی در بتوان ویانمونه‌های‌بتونهای مشابه‌که درآزمایشگاه تهیه میشود انجام داد. بدیهی است‌که نتایج‌آزمایش‌های‌آزمایشگاهی راباید همراه باضرایب‌مخصوصی درنظرگرفت .

نباید فراموش‌کردکه مبحث تغییرات شیمیائی و فیزیکی در ساختمان بتونی‌کریستال وبعنوان مصالحی‌که‌روی آنها خزش وآفت اثر میگذارند خارج از بحث موردنظر مامیباشد.

هم‌چنین مبحث آزمایشات روی انجماد وپدیده‌های مربوط به متلاشی‌شدن ذرات دراین مقاله وارد نشده زیرا این بحث همراه بامسائل دوام وعمر بتون وابسته به‌رشته ونهاد مجزائی است و باید تحت انجـام عملیات دیگر علمـی بررسی شود.

۲ـ۴ـنکته‌مهمی که نباید ازیاد برد این است‌که اندازه‌گیریهای تنش ودما بسیار موردنظر بوده وبدینطریق میتوان اطلاعات وسیعی درمورد فعل وانفعالات بتون بدست‌آورد.

اندازه‌گیریهای کشش (Strain) بتون در بعضی از قسمتهای سد بایـد بدقت اندازگیری تا افزایش و اهمیت دگرگونیهای‌کششی تعیین‌گردد.در مواقعی که اندازه‌گیرهای تنش موجود باشد نمیتوانیم قوه تنش را اندازه بگیریم و مشکل است به‌این اندازه‌گیرها اطمینان حاصل نمود واز طرفی دیگر این وسائل در اندازه‌گیری اجزاء تنش موجود در یك نقطه عجز نشان میدهند در حالیکه اندازه‌گیرهای‌کشش معمولا قادرندکه مقادیرصحیح‌کشش را در بتـون معلوم نمایند .

۵ ـ بحث در مورد خزش

۱ـ۵ : بحث عمومی خزش بتون سدهای بزرگ‌را میتوان‌دومین‌عامل‌مهم در بتن دانست. تجارب آزمایشگاهی در موردمقاطع نازك بتون‌نمایانگر این‌است‌اما واردکردن نتایج در منحنی‌هابطریق نقطه‌یابی نشان میدهد کـه خـزش متوسط در مقابل ضخافت قطعه بتن بسرعت پائین آمده ووقتی‌که ضخامت قطعه بتن به ۱ متر وبیشتر برسد به حـداقل مقدار صرفنظرکردنی نزول مینماید. علاوه براین خزش نسبت به‌سرعت خشك‌شدن بتن‌کم میشود ووقتی‌که‌بتن‌بارطوبت ۱۰۰ درصد نگهداری شود واز خشك‌شدن سریع جلوگیری‌کنیم قابل صرفنظرکردن است.

باید درنظرگرفت‌که خزش وافت بسنگی تام با نقصان رطوبت بتن دارند . خزش وقتی بوجود می‌آیـدکه دگرگونیهای غیرخطی بوقوع پیوندند و این امر بخاطر موانع داخلی وتنش‌ها و خزش ناشیه حاصل میگردد.

۲-۵ ـ مشاهدات وتعبیرات

نظرات کلی درباره اندازه گیری‌های خزش بصورت ذیل تشریح میگردد. بنظر میرسد که تغییر مکان‌های عینی کشش وتنش حاصله از خزش را میتوان از دیگر عوامل موثر بطریقی جدا نمود . اندازه گیری خزش را میتوان بوسیله آزمایش روی نمونه‌های آزمایشگاهی بطور محدود باتوجه به مقیاس حقیقی آن در بتون مصرفی در سد بدست آورد . این اندازه گیری آزمایشگاهی را بهرحال میتوان قبول داشت زیرا حقیقت این است که خزش بستگی تام به اندازه و حرارت وشرایط مرطوب بودن نمونه آزمایش دارد .

۱-۲-۵- اندازه گیری خزش درساختمان

معمولیترین طریق اندازه گیری بتن در یك سد بوسیله اندازه گیرهای کشش ودرحالتی که بدانیم تنش وجود ندارد تعیین میگرد . این اندازه گیرها داخل بدنه بتون جای داده میشود . تعبیه آنها طوریست که در محفظه مخصوص تمام جانبی (فقط یك جانب آزاد است) قرار میگیرد وبدین ترتیب اجازه نمی‌دهد که تنش از میان اندازه گیر عبور نماید این اندازه گیر کلیه دگرگونیهای بتن را که نتیجه خزش آن است ثبت مینماید. بدیهی است که دیفرانسیل انبساط بتن بخاطر تغییرات حرارت در اندازه گیر منظور میگردد و علاوه برآن نباید بهیك اندازه گیر کشش بتون قناعت کرد و باید به تعداد آن افزود و باتوجه به‌فصل‌های مختلف بتون ریزی آمارهای مختلف گرفت ونباید فراموش کرد که درخزش بتون شرایط وصلی بسیار مؤثر است واحتمال میرود که در داخل بلوکهای بتنی حجیم رطوبت نسبی به ۱۰۰ درصد برسد در اینصورت خزش وتورم بتن بسیار ناچیز است و شکی وجود ندارد که خزش در اثر خشك‌شدن بتون موقعی اتفاق می‌افتد که در مجاورت هوای خشك بوده واز نظر رطوبت اشباع نشده باشد وتبخیر سریع آب بتون صورت گیرد واز طرف دیگر اگر عمل آب دادن بتون را ادامه بدهیم و این تداوم آبدهی قطع نگردد بتون منبسط میگردد. برای اینکه اطمینان پیدا کنیم که آیا عمل آبدهی یا پس‌دادن آب از بتون وجود ندارد میتوانیم باتوجه به‌تغییرات حجمی خزش بتون راکه زاییده این حالت است حدث بزنیم وحالتی است که در قسمت داخلی بتونهای حجیم اتفاق می‌افتد .

۳-۵ ـ تعیین وضع رطوبت .

دگرگونیهای ناشی از تغییرات غیرمتعارف رطوبت درسدها که اندازه گیری میشود باید دقیقاً بررسی ومورد تدقیق قرار گیرد زیرا اندازه گیرهای رطوبت که جایگزاری میشود آنقدرها قابل اطمینان نبوده و در مقابل اثرات عوامل مختلفه منجمله رطوبت قرار دارند .

۵/۴ ـ روش تئوری و تجربی

باروش عمومی تعیین خزش بتون برای یکدوره ۲۸ یا ۶۰ روزه‌را میتوان بطریقه تجربی بر پایه منحنی‌های استاندارد یافرمولهای موجود بدست آورد، بنابراین اطلاعاتی که بدینطریق حاصل میگردد باید همراه ضرایب اطمینان جهت حصول یك نتیجه اطمینان بخش مورد استفاده قرار گیرد وآن فاکتورها بصورت زیر خلاصه میگردد .

ـ تاریخ شروع اندازه گیریها .
ـ رطوبت نسبی .
ـ حداقل ضخامت نمونه .
ـ مقدار سیمان .
ـ قابلیت .
ـ نسبت مصالح ریز .
ـ هوای داخل بتون .
ـ سطح آهن طولی (درصورت مصرف).

براساس توصیه کمیته بتون اروپا (C.E.B) وفدراسیون بین المللی بتون پیش‌فشرده (PRECONTRAINTE) (F.I.P) میتوان دگرگونیهای خزشی لحظه‌ای را طبق حاصل ضرب ضرایب زیر را بدست آورد .

$$(\Sigma_c K_b K_e K_p K_t)$$

دراین تساوی :

Σc بستگی به محیط جانبی دارد .

Kb بستگی به ترکیب بتون دارد .

Ke بستگی به ضخامت تئوریك نمونه دارد .

Kp بستگی به درصد آهن گرد در مقطع نمونه دارد .

Kt بمعنای ازدیاد خزش در تابعی اززمان خواهد بود .

دیاگرامهائی تهیه گردیده که میتوان مقدار ضرایب ، بالا را درشرایط متغیر ازآنها پیدا نمود . البته فرض براین است که این ضرایب برای سیمانهای پرتلند و درکیفیت معمولی و عمل سفت شدن در شرایط نرمال و طبق تنش عملی که حدود ۴۰ درصد تنش گسیختگی است مورد استفاده قرار خواهد گرفت .

مثالدیگر جهت تعبیر کشش خزشی استاندارد در هر زمان بشرح فرمول زیر روشن میگردد و t زمان در روزها است .

$$\frac{t^e}{f+t^e} \times \Sigma su$$

دراین فرمول Σsu = خزش غائی

f = ضریب تجربی

e = بطور معمولی از ۰/۹ تا ۱/۱ تغییر میبابد .

مقدار f بصورت گسترده قابل تغییر بوده و بستگی تام به آب دادن بتون ومشخصات بتون دارد .

۶ـ خزش بتون

۱ـ۶ـ شرح عمومی

خزش را معمولا دگرگونی بتون درزمان ثابت گویند کـه در نتیجه بار موجب میگردد . روشن است کـه دگرگونی درزمانهای اولیه بار اندك وپس‌از مدتی قابل توجه وزیادو براهمیت آن افزوده میشود. ازنقطه نظر تجزیه وتحلیل میتوان گفت که کل مقاومت خزشی مساویست بامقاومت کل منهای مقاومت اولیه بارگذاری (مقاومت الاستیکی) منهای مقاومت درمقابل افت وتغییرات حرارت .

برای تعیین مقدار کشش بتون درهر نقطه لازم است که مقدار مقاومت درمقابل خزش نیز تعیین گردد.

۲ـ۶ ـ مشاهدات و تعبیزات

اثر خزش را میتوان از دیگر عوامل مؤثر و کاربرد تغییرات زمان معین در فرمولهای محاسبه جابجا شدن بتون جدا نمود. اما مقاومت درمقابل خزش بخاطر وزن بتون بتدریج درزمان طولانی بالا میرود ودرواقع جداکردن آنها نسبتاً مشکل است .

۳ـ۶ ـ روش آزمایشگاهی

تنش و جابجا شدن را کـه درنتیجه خزش حاصل میشود باکمك آزمایش کنترل طویل‌المدت‌معلوم مینمایند . بطور معمولی روش اندازه گیری خزش باید باکاربرد بار ثابت به بتون نمونه یا منشور بتون توأم باشد. بار ثابتی که چندین ماه ویا چند سال بکار برده میشود ازطریق فنرهای باردار یا سیستم‌های هیدرولیکی عملی میباشد . میتوان بار را درعمرهای مختلف بتون وارد نمود و همچنین مراتب را تا بررسی نهائی و ثابت نگهداشتن خزش ادامه داد.

کشش را دردوره های معلوم اندازه گیری واز اندازه گیرهای داخلی جهت تعیین کشش استفاده مینمایند . البته دراندازه گیرهائی منشور خارجی بتون ازنوع انبساط مکانیکی نیز استفاده میشود . آزمایش چنین روشی باید در آزمایشگاه صورت گیرد زیرا امکان‌ندارد که بتوان خزش‌را مستقیماً دربتون سد بخاطرتغییرات شرایط تنش‌اندازه گیری نمود و با توجه به شرایط رطوبت توصیه میگرددکه این آزمایشات درحالتی کـه رطوبت بتون حداکثر باشد انجام گیرد. درغیر این صورت نمونه هارا باید بامواد نفوذناپذیرآغشته نمود تارطوبت بتون خارج نگردد. گاهی اوقات‌منشور بتونی که درنظر گرفته میشود دریك پوششی از ورقه مس که آب بندی شده است قرار گرفته و با بارثابت آزمایش‌میشود.

معمولا بخاطر عوامل شناخته شده‌ای عملا نمیتوان خزش وافت را درموقع اندازه گیری دگرگونی بتن جدا نمود و بهتر آن است که خزش را دروهله اول بانمونه های بتون بطور موازی انجام دادودراین حالت میتوان افت‌را مستقیماً اندازه گیری نمود. ازروش ASTM یا متد No. C512-69 برای افت بتون استفاده میشود و فقط باید ازنمونه های ریخته شده که دارای دانه بندی درشت تا51 میلی‌متراست مصرف کرد.

یك فنر باکپسول هیدرولیکی یا دستگاه کوبیدن مثل سمبه جهت ثابت نگهداشتن بار درنظر گرفته میشود. در آزمایش های مختلفه‌معلوم گردیده که رطوبت نسبی را باتولرانس (Tolerence) ۲± درصدرا در آزمایشگاه بمورد اجراء میگذارند واین عمل را باهوادهی‌ثابت نگهمیدارند و بهتر این است که حتی‌المقدور گازکربنیك را ازهواجدا نمایند چون سطح روئی بتون ممکن است کمی جمع شود ، وضمناً باید دانست که هنوز طریقه خاصی جهت تعیین اثـر خزش بتون درآزمایشگاه پیشنهاد نگردیده است .

۴ـ۶ ـ طرق تئوری و تجربی

در وهله اول بحث خودرا درمورد تعیین مقاومت درمقابل خزش ادامه میدهیم. این عمل درآزمایشگاه دریك دوره حداقل ۲۸ روز انجام بگیردکه اگر تا ۶۰روز هم‌باشد طرزعمل بسیار ثمربخش‌تر خواهد بود. شناخت‌ومشخص نمودن حالت بتون بصورت تجربی وبراساس منحی‌ها ویا تساویهائی نیز قابل سنجش است. اطلاعاتی که‌در این زمینه جهت تطبیق واصلاح فرمولها برای تعیین فاکتورهای عامل در دست است کمك مهمی است‌به‌نتایج نهائی وتصحیح‌بیشتر فرمولها بوده که مقادیری درست‌تری بدست آوریم واین فاکتورها بصورت ذیل معلوم گردیده است ؛

تنش ـ زمانی‌که نمونه زیربار قراردارد ـاندازه‌نمونه‌ـطول‌زمان‌بارـ رطوبت‌نسبی ـ نسبت سیمان وآب ـ نوع مصالح‌مصرفی ـحجم هوای داخلی ـ تعداد درصدمصالح خیلی‌ریز ـ مقدار سیمان ـ نوع سیمان.

توصیه‌هائی‌که توسط کمیته اروپائی بتون (C.E.B) و فدراسیون بین‌المللی بتن پیش فشرده (F.I.p) صادرگردیده بیان مینمایدکه جهت ارزش‌یابی دگرگونیهای مختلف بتون‌که در اثر خزش بوجود می‌آید اصلح است کـه تئوری خزش طولی مورد استفاده قرارگیرد . برای یك تنش ثابت δ^b این تئوری باردست بودن تئوری خـزش طولی میتوان به نتیجه محاسبات دگرگونی کلی خزش دست یافت واز فرمول زیر استفاده کرد.

$$\Sigma_f = \frac{\delta_b}{E_{b28}} \times \varphi t$$

در این فرمول E_{b28} مساویست باقدر مطلق خطی بتون با عمر ۲۸ روز و φt مساویست با ضریبی که ازحاصلضرب ضرایب زیر بدست می‌آید،

$$k_c k_d k_b k_e k_t$$

k_d مربوط است به‌شرایط محیط

k_d » درجه محکمی بتون درموقع بارگذاری

k_b » مخلوط بتون (مخلوط مصالح)

k_e » ضخامت تئوری نمونه

k_t ضریب‌جبران‌کننده‌توسعه دگرگونیهای مختلف با توجه بزمان خواهد بود

نمودارهائی در دست است‌که بتوان ضریب فوقرا در شرایط مختلفه بدست آورد

۷ ـ دما

۱ـ۷ ـ اثرتغییرات دما: حرارت بطورکلی اثر مهمی روی فعل‌و انفعالات بتون سد دارد . شرایط حرارتی متأسفانه طوری است که تعیین اثرات مختلف بسیار مشکل است . تغییر حساسیتهای بتن که در نتیجه تغییرات درجه حرارت بوجود می‌آید مرتباً افزایش مییابد و معلوم گردیده‌که انقباض وانبساطی که در دگرگونی سنگهای فونداسیون‌وکناره‌هادرنتیجه حرارت حادث میگردد دراثرات مربوط به سد دخالت مستقیم مینمایند ولی بهرحال‌ضریب

انقباض وضریب انبساط که قبلا خیال میکردند باهم مساوی هستند عملا ضریب انبساط بیشتر است .
معمولا با توجه‌به‌جذب حرارت‌خورشیدکه بیشتردرپایاب‌سد رخ میدهدودر سراب حرارت‌به‌آب منتقل میشود اختلاف حرارت باتوجه به‌شیب حرارتی درمنحنی دریك سیکل سالیانه اثرات عمده‌ای روی فل و انفعالات ساختمان می گذارند . عکس‌العملی‌که سیمان وآب با توجه به‌ازدیاد حرارت واز دست رفتن رطوبت بتن نشان میدهند مستقیماً وبشدت مربوط به درجه حرارت است. شرایط دمائی درسد درنتیجه عوامل ذیل است :

ـ ازدیاد گرما درنتیجه از دست رفتن آب سیمان وپراکندگی بعدی آن
ـ عدم تطابق اجزاء تشکیل دهنده مخلوط بتن (برخلاف مشخصات) که کنترل دمائی را غیر ممکن‌میسازد
ـ اندازه گیریها جهت خنك کردن مصالح درموقع مصرف دربتن
ـ اندازه گیریها جهت خنك کردن اولیه مصالح بتون بصورت موضعی
ـ روش‌ریختن بتون
ـ درجه حرارت محیط که روی سطوح خارجی اثر میگذارد
ـ درجه حرارت مخزن ویا کانال خروجی آب سدکه روی سطوح مفروق اثر میگذارد .

بهرحال که بررسی‌های متعدد نشان داده است‌که ازدیاد مقاومت بتن مصرفی درحرارت پائین‌تر بیشتر از موقعی است‌که باحرارت بالاتر ریخته شود. نتایج حاصله معلوم کرده است که اثر ازدیاد دما در خزش بتون تردید ناپذیر بوده و بصورت تابع توانی زمان که در آن دوره باردار میشود توجیه میگردد. اثر ازدیاد دما تا ۵۰ درجه سانتیگراد خزش بتن‌را زیاد مینماید واز ۵۰ درجه به بالامقدارخزش حدود ۲تا ۳برابر خزش‌دردمای حدود ۲۵ درجه خواهد بود .

۲ـ۷ ـ مشاهدات وتعبیرات

جهت تعیین روشهای اندازه گیری بایددانست‌که درجه‌حرارت رادرسدها مرتباً اندازه گیری‌مینمایند.حرارت بتن‌را میتوان بوسیله درجه‌های مقاوم الکتریکی مثل‌ترموکوپل ویاامثالهم تعیین نمود

البته طریق‌دیگر باوسیله کمپیوترتوصیه میگرددکه دربعضی نقاط مورد استفاده قرار گرفته است

جهت تعیین محل اندازه گیرهای حرارتی توجه ودقت‌بسیاربایدجهت‌تعیین محل‌ها یانقاط اندازه گیری‌مبذول داشت وبهرحال‌عمق نقطه‌اندازه گیری نباید کمتراز ۴۰سانتی‌متر باشد زیرا شرایط سطوح‌بتن ممکن‌است‌درنارسائی‌نتایج اندازه گیری واشتباه درنتایج مؤثرباشد واین‌عمل درموقع اجرای عملیات صورت‌میگیرد.

نباید فراموش‌کردکه تغییرات حرارت در دوران‌کوتاه عمربتن باید مدنظرباشد زیرا این تغییرات بخاطر ریختن بتونهای‌حجم‌صورت وتعیین‌حرارت دراین‌زمان بایدبادقت صورت گیرد ودرپاره ازاندازه گیریها اثراتی‌میگذارد. بیادداشته باشیم‌که درمدتی کوتاهی پس‌ازاتمام‌ساختمان، امکان‌داردما باشیب‌تندپائین آیدومعمولادرمونولیت‌های‌بتن‌حجیم اتفاق وشکافهائی درروبه بتن‌حاصل میگردد.

تغییر درشیب حرارتی بتن‌بطریق‌عایق بندی توسط مهندسین ارتش امریکا بررسی‌شده وهم‌چنین پیوستگی بین مقاوم حرارتی شکاف ویابدون شکاف‌نیزمورد رسیدگی قرارگرفته است.

درطول ساختمان‌سدقوسی کرج (امیرکبیر) درنزدیکیهای تهران مطالعاتی‌بااستفاده‌ازجریان گرمائی‌مخصوصی برای یکی ازبالا برنده‌های بتن صورت گرفت. درجه‌های‌حرارت محاسبه واندازه گیری‌شده باهم‌مقایسه شدند وتوازن گرمائی بین‌حرارت حاصله ازآب‌زدائی همراه‌باسیستم خنك‌کننده با لوله درسطوح روئی قطعات بتن پیشنهاد و تعیین گردید. امکان تطابق بین منحنی محاسبه شده درجـه حرارت متوسط قطعه بتن ودمای اندازه گیری شده رضایت بخش بوده‌است .

۳ـ۷ ـ روش‌آزمایشگاهی بااستفاده ازمدل

نتایج‌آزمایشگاه باتوجه به‌روش توام مدلی معلوم داشت‌که درتنش وکشش دراثرتغییرات حرارت‌عامل‌ضریب انبساط بتون‌که معمولا درآزمایشگاه تعیین‌میشود مؤثربوده وتوسط اندازه گیری‌های محوری روی‌بتون پوشش شده در حمام‌های مخصوص باکنترل حرارت معلوم‌میگردد. ضریب انبساط حرارتی بمیزان نسبتاً زیاد درمقابل اثرات ضریب

انبساط مصالح متشکله بتون‌قرارمیگیرد زیرا این مصالح معمولا ۸۰-۶۵ درصدحجم بتون‌را اشغال‌مینمایند وبمراتب‌از سیمان خالی سفت‌شده محکمترمیباشند. ضریب انبساط بتون بازاء هر درجه سانتی‌گراد اگرمصالح درشت ازنوع‌مرمری باشد ۴/۱ میکرواسترین (Microstrain) (کشش در واحدکوچك) واگرمصالح مذکوراز نوع‌کوارتزی باشد به ۱۴/۶ میکرواسترین بالغ میگردد. گرمای حاصله ازآب‌زدائی سیمان تغییرات حرارتی بوجودآورده وباتنش وکشش بتون درمراحل اولیه پس‌ازریخته شدن هم‌آهنگی پیدا مینماید.

۷-۴ روشهای تئوری و تجربی

یکی ازمحققین بنام برون دریکی ازتألیفات خود درمورد اثرات حجم مصالح درشت ـ میکای‌مصرفی ـ رطوبت وانبساط مصالح درشت درحرکت بتون توسط حرارت مطالبی را عنوان نمود . کلیات مربوط به خواص حرارتی بتون که در بخش ساختمان سد آورده شد که در قسمت ۳-۷ این مقاله آمده است. دونفر دیگر بنامهای بابوسکاو ماژلیك توضیحاتی درباره تجزیه تنش حرارتی درسد های ثقلی باتوجه به بلندی وگرمای حاصله ازآب زدائی سیمان و درنظر گرفتن تغییرات درجه هوا ودمای اختلاط وزمان لارم‌الاستیسیته مدول اظهار نمودند. درجه حرارت محاسبه شده تنشها بانتایج مشاهده شده مقایسه گردید . بعداً بدنبال بالا رفتن درجه حرارت بجهت آب زدائی سیمان خنك‌کردن آزمایش گردید. تغییرات‌درجه حرارت بتن مصرفی درسد را بایك روش تئوری که نورژین پیشنهاد نمود میتوان حساب نمود .

شرح مختلفه تجربی برای تعیین تغییرات سالیانه درجه حرارت متوسط بتون بیشتر یاکمتر از میانگین بصورت تابعی ازضخامت بتون مطالعه گردید ومرکز U. S. B. R تابع زیررا پیشنهاد نموده است :

$$\frac{۵۰}{۱+۰/۹t}{}^{\circ}F \quad \text{درجه فارنهایت}$$

که در این فرمول t = ضخامت مقطع به فوت ودرسلسله متری بصورت دیگری درمی‌آید.

$$\frac{۲۷/۸}{۱+۲/۹۵۲t}{}^{\circ}C$$

که در این تابع t به متر حساب میشود وباید به شرایط حقیقی بتون که در معرض دید قرار دارد همیشه توجه داشت و چنانچه ممکن باشد در محاسبات درجه دقت منظور داشت.

۸ـ نتایج کلی

الف ـ روشن است که تعداد قابل ملاحظه‌ای ازآزمایشات، اندازه‌گیری، اثرات افت وخزش وحرارت روی بتون را آسان مینمایند و نتایج حاصله در اغلب اوقات رضایت بخش میباشد و باید یادآوری نمود که هنوز تحقیقات بیشتر ووسیعتر برای پیدا کردن روشهای تکمیلی که بتوانند جوابگوی تعیین دقیق اثرات بار و شرایط محیط روی بتون هستند لازم است .

ب ـ تعیین تنش مطلق ازطریق اندازه‌گیری کشش کـه در بتون جحیم ساختمانی صورت میگیرد معمولا تحت‌الشعاع عواملی قرار میگیرند و این عوامل قابل ملاحظه عبارتند از سیستم تنش ۲ تا ۳ بعدی ـ تغییرات حجم بواسطه تغییرات درجه حرارت و وضع رطوبت و بالاخره رطوبت دادن طبیعی، فعل و انفعالات بتون را در مقابل همه تغییردهنده های مذکور میتوان درشرایط مقتضی ومعلومات فعلی دقیقاً معلوم داشت بنابراین نمیتوان صریحاً تنشهای مطلق حاصله را تعیین نمـود. در خـاتمه باید گفت تعیین معیارهای خـوب در طرح نمیتوان انتظار داشت و نتایج مدلهای آزمایشی وعینی فعل وانفعالات سد باید درجا درنظر گرفته شود .

ج ـ هنوز برای شناخت وتعیین عوامل ، تحقیقات بسیار وسیعی لازم‌است تابتوان طریقی راکه تنشها توسط موانع داخلی ویا خارجی بتن‌تثبیت میگردند کشف نمود . درزمانهای اولیه‌ای پس‌ازریخته شدن بتون تغییرات حجمی درهر تراز بتون ریخته شده تحت تأثیر بتون ریخته شده جانبی قرار میگیرند .

د ـ باید توجه داشت‌که باید مطالعاتی در مورد تثبیت روشهای جداکردن کشش‌های عینی وتنشها وجابجائی

داخل اجزا آنهاکه بخاطر وزن آب وحرارت وافت خزنش ودرصورت‌وجود علل دیگر، انجام گیرد وانجام این‌روشها را جهت پیش‌بینی کشش‌ها و تنشها وجابجائی تحت سخت‌ترین شرایط وزن آب ودرجه حرارت وافت وخزش کهممکن است اتفاق افتد ادامه داد .

توجه : برای تهیه این مقاله به ۱۵۴ گزارش‌که به کنگره بین‌المللی سدهای بزرگ طی سالهای ۱۹۳۳ تا ۱۹۷۳ ارائه گردیده وهم چنین به۷ بولتن کمیته بتون ومصالح همین‌کنگره‌ها مراجعه گردیده است .

بازده آبیاری در ایران

مهندسین مشاور راکشاب

مقدمه

تحول عوامل افزایش نیازها نظیر رشد همه‌جانبه اقتصادی. فزونی جمعیت و بالارفتن مصرفها درایران لزوم استقرار یك زیربنای عمرانی واقتصاد شکوفان را ایجاب مینمود دراین دیدگاه بود کـه طرحهای عمران منطقه‌ای و سیستمهای آبیاری بزرگ ونوینی‌که ویژه دوران انقلاب وعصر رستاخیزاست به اجراء درآمد وسدهای بزرگ مخزنی وانحرافی وشبکه‌های آبیاری‌آن ساخته شد. چون زمان‌تحول بسیارکوتاه بود لذا فرصت انتقال صحیح آب درمزارع ودرقطعات آبیاری فراهم نیامد . ولذا فعلا مقادیر زیادی آب در انتقال وبه خصوص درمزرعه تلف میشـود و بازدهی آبیاری درسیستمهای سنتی وحتی درروشهای نوین‌چندان رضایت‌بخش نیست و وبدیهی است چنانچه درکاهش تلفات‌اقدام شود بسهولت مقادیرزیادی به سطح‌کشت ودرنتیجه به تولید محصول‌کشور افزوده خواهد شد .

درجهت تحقق بخشیدن به‌این هدف وزارت‌کشاورزی ومنابع طبیعی مطالعات طرح جامع بازدهی آبیاری در ایران را دربرنامه‌کار خود قرار داد ودرپی این تصمیم انجام‌این مطالعات به مهندسین راکشاب واگذار شد .

برای پیشبرد بهتر مطالعات بازدهی‌آبیاری درایران همکاری سازمانهای گوناگونی‌که بنحوی دست‌اندرکار مطالعه، اجراء وبهره‌برداری ازسیستمهای‌آبی‌هستند لازم بود. دراین مقام‌اکثر سازمانهائی‌که مورد سئوال قرار گرفته بودند بویژه دفتر برنامه‌ریزی وسازمان‌گسترش کشاورزی کمال همکاری را بعمل‌آوردند تا ثمره بهتری ازمطالعـات بدست آید .

نحوه مطالعات

روش مطالعات وبررسیها درچهارچوب چهارمورد اساسی زیرترسیم شده است :

۱ ـ ترمینولوژی بازدهی وروش‌شناسی مطالعات

۲ ـ شکل‌دهی منطقی وعملی به جمع‌آوری داده‌ها

۳ ـ تجزیه وتحلیل داده‌های جمع‌آوری شده

۴ ـ پیشنهادات و توصیه‌ها

ترکیب چهارهدف فوق‌الذکر اساس رهنمودها وهم‌نهادگیها را بوجودآورده است . دربخش‌ترمینولـوژی و تعاریف سعی‌شد ، بازدهی‌های مختلف بطور تفکیك وبا روابط ریاضی نشان داده شود، این تعاریف باتوجه به عبـارات ارائه شده درسطح بین‌المللی مورد بحث قرارگرفته است .

جمع‌آوری اطلاعات اولیه وداده‌های ضروری جهت تجزیه وتحلیل درمقیاس‌کل ایران انجام پذیرفته است . در این اقدام سعی شده است تا با توزیع پرسشنامه‌ها بتعداد زیاد و در سطح وسیع کمیت کار افزایش یابد و با ارسال گروههای متخصص به‌مناطق وکنترل تکمیل پرسشنامه‌ها کیفیت کارنیز بالارود تااز تجزیه وتحلیل داده هم‌نتایج مطلوب حاصل گردد .

نگاهی چند به روشها وارقام

برای مطالعه ومحاسبه بازدهیهای آبیاری، منطقه‌بندی‌کشاورزی درطرح جامع‌کشت کشور را قبول نموده و

برای هریك ازمناطق دهگانه بررسیهای لازم انجام وداده‌ها مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت.

سطح مفید آبیاری حاصل ازپوشش پرسشنامه‌ها برابر ۲۵۸۲۶۰ هکتاراست . دراین اراضی روشهای‌مختلف آبیاری معمول است‌که خلاصه نتایج‌آن بشرح زیر است :

آبیاری نشتی	۵۸٫۳۲	درصد
آبیاری کرتی	۳۳٫۲۸	درصد
آبیاری جوی پشته	۸٫۱۶	درصد
آبیاری قطره‌ای	۰٫۱۳	درصد
آبیاری بارانی	۰٫۱۱	درصد

دراین گزارش بازده آبیاری درمزرعه (بازده کاربرد)، بازده درقطعات آبیاری وبازده درمحدوده‌های بزرك آبیاری مطالعه شده است .

بازده‌های فوق‌الذکر طبق داده‌های موجود برای هریك از مناطق دهگانه به تفکیك مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارگرفت . تعداد نمونه‌هائیکه درهریك ازمناطق مزبور مطالعه شده حداقل از۵ درمنطقه هفت (فارس ــ چهار محال بختیاری بویراحمد وکهکیلویه) تا ۶۷ در منطقه مرکزی متغیر بوده است . در منطقه خوزستان نیز نمونه‌های معنی‌دار باندازه‌کافی وجود داشته‌که راهنمای خوبی برای مطالعات بوده است .

برای هریك ازمناطق بازدهی آبیاری درمزرعه، درقطعه ودر محدوده آبیاری مورد مطالعه قرار گرفته‌است. تعداد نمونه برای هریك ازبازدهیها مطابق جدول زیرمیباشد .

منطقه	تعداد نمونه		
	مزرعه	قطعه	واحد آبیاری
منطقه یك مرکزی	۲۴	۴۰	۳
منطقه دو منطقه ساحلی خزر	۵	۱۴	۱۲
منطقه سه شمال غربی	ــ	۴	۶
منطقه چهار زاگرس مرکزی	۱۹	ــ	۱۵
منطقه پنج خوزستان	ــ	۳۸	۲۰
منطقه شش خشك شمالی	۳	۳	۱۳
منطقه هفت زاگرس جنوبی	ــ	ــ	۵
منطقه ده خراسان	۳	۵	ــ

وبرای دومنطقه ۸ (ساحلی جنوب) و۹ (منطقه خشك جنوبی)ارقام مربوط به بازدهی دردسترس نبوده است.

بازدهی آبیاری درمزرعه اصولا درغالب نقاط ایران پائین است ومتأسفانه درصد قابل ملاحظه‌ای ازآبیکه در اختیار زارعین وبهره‌برداران گذاشته میشود، ازدسترس خارج وتلفات آبی‌را تشکیل میدهند .

آنچه‌که ازنتیجه تجزیه وتحلیل حاصل میشود عبارتست ازاینکه مقادیر بازدهی آبیاری در مزرعه با توجه‌به روشهای مختلف آبیاری از۲۱ تا ۶۰ درصد متغیر میباشد .

علاوه برمحاسبه بازدهی آبیاری مزرعه درسیستمهای مختلف آبیاری مقدار بازده‌ی برای محصولات مختلف برحسب روش‌آبیاری درمزرعه نیز مورد مطالعه ومحاسبه قرارگرفت . ارقام حاصله نشان میدهدکه در زراعتهای غلات پنبه ـ جالیز ، چغندر قند، سیب زمینی و حبوبات روش‌آبیاری نشتی بهترین بازدهی را داشته و روش کرتی فقـط در محصولات یونجه وبرنج برتری دارند .

مطالعات مربوط به بازدهی آبیاری درقطعه نشان میدهدکه هیچگونه رابطه‌ای بین مقدار بازدهی وسطح‌قطعه آبیاری وجود ندارد . برای یك سری ازقطعات‌که مساحت آنها بین۵ تا ۱۷۰ هکتار میباشد یك سری اعداد مربوط به بازدهی بدست آمده‌که مغایر بااین فرض است‌که درقطعات بزرگ‌بانیروی کارگرکم اساساً بازدهی‌کمتر ازقطعات کوچك است .

مسئله مهمی‌که درنحوه برنامه‌ریزی وبهره‌برداری ازآب مطرح است این است‌که چه مقدار جریان و درچه زمان برای آبیاری یك قطعه مورد نیازبوده وچند نفرکارگر برای استفاده ازاین مقدار جریان مورد احتیاج است.

بطورکلی نتایج حاصل ازبازدهی درقطعه آبیاری را میتوان بصورت جدول زیر خلاصه نمود .

بازدهی	درصد بازدهی (درقطعه)		
روش آبیاری	حداقل	حداکثر	متوسط
کرتی	۳۲	۵۷	۴۱
نشتی	۳۰	۴۸	۴۳
جوی پشته	۲۵	۵۳	۳۹

بررسیهای انجام شده نشان داده است‌که مقدار بازدهی در انهار داخل قطعات آبیاری بین‌حداقل ۵۰ درصد وحداکثر ۹۱درصد متغیر بوده است درحالیکه متوسط این‌رقم برای قطعات آبیاری درمناطق مورد مطالعه ۷۶ درصد بدست آمده است :

درمورد بازدهی در محدوده‌های آبیاری مطالعات انجام شده نشان میدهد که مقدار بازدهی بستگی بـه سطح محدوده آبیاری ندارد. ازطرفی داده‌های موجود مشخص میکندکه درمحدوده‌های آبیاری مقدار بازدهی با نوع پوشش شبکه آبیاری بستگی داشته بطوریکه نتایج بدست‌آمده را میتوان درسه حالت زیر خلاصه نمود :

۱ ـ درمحدوده‌هائیکه کلیه انهارپوشش شده هستند بیشترین بازده بدست آمده است .

۲ ـ درمحدوده‌های آبیاری‌باانهار خاکی وسنتی‌کمترین مقدار بازدهی بدست آمده است .

۳ ـ درمحدوده‌هائیکه سیستم شبکه انهار تلفیقی ازکانالهای خاکی وپوشش شده هستند، مقدار بازدهی بین‌دو حالت فوق قرار دارد .

بطورکلی داده‌های موجود مقدار متوسط بازدهی آبیاری درمحدوده طرحها را رقمی حدود ۳۰ درصد نشان میدهد یعنی حدود ۷۰ درصد آبیکه تهیه‌میشود ازطریق تلفات درسیستمهای‌انتقال، توزیع وکاربرد درمزرعه بهدرمیرود. درحالیکه اگرچنانچه باایجاد شبکه‌های آبیاری نوین وانتخاب روشهای‌آبیاری مناسب وهمچنین آشنا نمودن زارعین درکاربرد صحیح آب مقدار بازدهی کل‌برقمی حدود ۵۰ تا ۶۰ درصد برسد بامنابع‌آب موجودکه درحال حاضر مورد بهره‌برداری قرار میگیرد میتواند سطح زیرکشت فعلی‌را با همین ترکیب‌کشت حدود ۸۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش‌دهد. جهت این منظور پیشنهاد میگردد :

۱ ـ مطالعه وبررسی روشهای مناسب آبیاری برای هرنوع محصول برحسب نوع خاك منطبق باشرائط اجتماعی واقتصادی درهریك ازمناطق دهگانه .

۲ ـ کاربرد این روشها درمقیاسهای وسیع

۳ ـ درمورد آبیاری ثقلی درسطح مزارع میبایست ازطریق آزمایشات مربوطه در محل بهترین طول نشتی (فارو) را برحسب بافت خاك وشیب زمین مشخص نمود همچنین درزراعتهائیکه بطریقه کرتی کشت میشوند ابعاد متناسب را برای کرت انتخاب نمود .

۴ ـ آشنا نمودن زارعین درنحوه کاربرد صحیح آب درسطح مزارع درجهت افزایش مقدار بازدهی .

۵ ـ جلوگیری ازآبیاری بیش از اندازه درمزارع

بطورکلی اگر اولویت بالاتری درجهت کاستن تلفات آب چه درحین انتقال و توزیع وچه درکاربرد آن در مزرعه داده نشود موقعیت طرحهای آبیاری بخطر خواهد افتاد . بنابراین ادامه مطالعات دراین زمینه‌ها کاملا محسوس بنظر میرسد .

میتوان سیستم کاهش تلفات در دوبخش عمده انتقال ومزارع درنظر گرفت وافزایش بازده آبیاری حاصل کاهش تلفات درمراحل فوق است .

درمورد انتقال وکاهش تلفات مربوطه میتوان موارد زیررا یادآوری کرد :

ـ نگاهداری واصلاح شبکه‌های آبیاری

ـ تلفات درنتیجه رویش گیاهان

ـ تلفات آب درنتیجه نفوذ درانهار و تعداد آن‌ها

درمورد تلفات مزرعه، مسئله مورد بحث بدلائل زیر پیچیده‌تر ازحالت انتقال میباشد :

ـ وضع مالکیت اراضی

ـ شکل قدیمی حق آبه‌ها

ـ اندازه مزارع وبزرگی بهره برداریها

ـ پراکندگی مزارع

برای پیشبرد امرآبیاری درسطح مزارع وکاهش تلفات در آن سطح بایستی از تکنولوژی جدید و پیشرفته استفاده نمود . این تکنولوژی بایستی درخدمت مدیریت آبیاری درسطح مناسبی قرارگیرد . قصور در استفاده مناسب از منابع با بازدهی پائین نابسامانیها ونارسائیهای زیررا دربرخواهد داشت :

ـ اتلاف آب در جریان انتقال

ـ بروز مشکلات برداشت بلحاظ رشد

ـ پائین آوردن سطح بازدهی سایر عوامل تولید

ـ ایجاد خطرات شوری خاك

باتوجه به‌آنچه گذشت ، بنظر میرسد ادامه مطالعات و برآورد دقیق بازدهی آبیاری بلحاظ کمی وکیفی کاملا ضروری بنظرمیرسد تا بتوان علل اساسی ، منطقی وعینی پائین‌بودن بازدهی را موردکنکاش قرار داد، زیرا کـه اصراف آب شدیداً درهمه مناطق وجود دارد وبایستی همواره درفکر فاجعه‌ای‌که در دست تکوین است بود و تـلاش‌بر چاره‌جوئی آن نمود .

بنابراین هدف وزارت کشاورزی ومنابع طبیعی بایستی دربرآورد دقیق مقدارآب مصرفی بادیدگاه محاسبه بازدهی انتقال ومزرعه درسطح مزرعه ، قطعه ومحدوده‌آبیاری خلاصه میشود .

برای رسیدن به‌این هدف لازمست گروههائی باتجربه، اندازه‌گیریهای لازم را دنبال نمایند .

گروه مطالعات بازدهی‌آبیاری ، بررسیهای زیر را دنبال خواهد نمود :

ـ مطالعه روشهای آبیاری بابازدهی بالا
ـ مطالعه رابطه بازدهی با عوامل تولید
ـ بررسی ومطالعه روشهای آبیاری
ـ اندازه گیری دقیق تلفات آب درسطح : مزرعه ـ قطعه آبیاری ـ محدوده طرح و انهاردرجه ۱ـ۲ـ۳و۴.
ـ کنترل رطوبت خاك قبل و بعداز آبیاری .
ـ کنترل ورود وخروج آب ازمنابع آب .
ـ کنترل واندازه گیری آبهای خروجی وزه آبها .
ـ پیشنهادات اساسی درمورد کاهش بازدهی آبیاری مبتنی برواقعیات وداده‌های اندازه گیری شده مستقیم
ـ محاسبات اقتصادی ، برآورد برگشت سرمایه گذاریها ، افزایش سطح مولدکشت وسایر اثرات ناشی از افزایش بازدهی آبیاری وکاهش تلفات آبی
ـ تطبیق روش‌شناسی مطالعات بااصل چهاردهم انقلاب «ملی‌شدن آبهای کشور» درجهت حفاظت وصرفه‌جوئی ازیك قطره آب که یك ثروت ملی است .

آبرسانی و تصفیه خانه‌های آب در انگلستان

علی‌اکبر علوی

مدیر تصفیه‌خانه سازمان آب منطقه‌ای تهران

۱ـ حکومتهای محلی و سازمانهای منطقه‌ای آب در انگلستان

با وجودیکه مقدار بارندگی متوسط سالیانه درکشور انگلستان بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ میلیمتر میباشد و لیکن در بعضی از شهرها کمبود آب آشامیدنی احساس میشود و سازمانهای مسئـول، برای استفاده هرچه بیشتر ازآبهای شیرین موجود، با بکار بردن روشهای علمی و فنی با توجه به شرایط جغرافیائی محل ازگردش آبهای بازیافتی استفاده میکنند و اخیراً برای استفاده هرچه بیشتر ازآبها تغییراتی در سازمانها و ادارات دولتی بوجودآمده که با گذشته کاملا فرق دارد

بطورکلی حکومتهای محلی در انگلستان مسئولیت عمران وآبادانی و توسعه فرهنك و بهداشت ومسکن وغیره را در اختیار داشته و مردم مستقیماً در نوسازی و عمران منطقه شرکت میکنند و این امر بدین منظور ایجادشده تادست حکومت مرکزی را از دخالت در جزئیات زندگی در هرمنطقه کوتاه سازند. و از طرفی مـردم هرمحل در سرنوشت خود احساس مسئولیت کنند و ضمناً مبالغی راکه بصورت عوارض مالیات یا هر طریق دیگری پرداخته میشوددر خـود محل صرف شده و مردم در خرج و دخل آن نظارت مستقم دارند. انتخاب حکومتهای محلی هر سه سال یکمرتبه بوده و اهالی شورائی را انتخاب میکنندکه عده اعضاء بستگی به وسعت محل دارد. شهردار هـر محل از بین اعضاء شورای منطقه‌ای انتخاب میشوند. انجمن شهر دارای کمیسیون‌های زیر میباشد:

۱ـ کمیسیون فرهنك وآموزش
۲ـ کمیسیون خدمات اجتماعی
۳ـ کمیسیون حمایت از دیوانگان
۴ـ کمیسیون بهداشت عمومی
۵ـ تهیه خانه و مسکن
۶ـ کمیسیون طرح شهر و قصبات
۷ـ حمل ونقل
۸ـ حمایت همگانی
۹ـ کشاورزی وماهیگیری
۱۰ـ آمار و تصدیق وغیره
۱۱ـ خدمات رفاهی و اجتماعی
۱۲ـ کنترل وبازرسی
۱۳ـ امور مربوط به تقاعد و بازنشستگی ازکار افتادگان
۱۴ جمع‌آوری ودفع آن
۱۵ـ تهیه و تامین آب مشروب شهرها وکنترل رودخانه‌ها
۱۶ـ دفع مواد زائد و ایجاد تاسیسات فاضلاب

به‌حکومت‌های مشخص اجازه داده شده تا برای تامین آب مشروب ودفع فاضلاب بتوانند ازکمپانیهای اختصاصی برای تهیه و توزیع آب و دفع فاضلاب استفاده نمایند. اما از اول آوریل سال ۱۹۷۴ با تغییرات مهمی که در طرزاداره و تشکیلات سازمانهای آب و فاضلاب در سراسر کشور پدید آمده و دگرگونی در امر مدیریت و بهره برداری از منابع آب حاصل گردیده است بدین ترتیب که در گذشته ۱۳۰۰ واحد تصفیه خانه کوچك و بزرك فاضلاب و ۱۶۰ واحد تصفیه خانه تهیه آب مشروب باضافه انبارهای مربوطه و همچنین ۲۷ اداره کنترل رودخانه‌ها در سراسر کشور وجـود داشته که بعضی بوسیله کمپانی‌های خصوصی و عده‌ای هم زیر نظر حکومت‌های محلی و شهرداری اداره میشد.

نظر به‌ناهم آهنك بودن نحوه بهره برداری وتصفیه وتوزیع آب ودفع فاضلاب مرتباً شکایاتی ازطرف مردم میشده ومراتب نارضایتی اهالی ایجاد شده بود. ضمناً هر یك از ادارات مملکتی بنحوی در امر بهره برداری آب وآبیاری وفاضلاب منطقه دخالت مینمودند تا اینکه در اول آوریل ۱۹۷۴ با تصمیم دولت و تصویب مجلسین کلیه آبهای کشور تحت نظر ۱۰ سازمان منطقه‌ای R.W. Authority درآمده وهرسازمان عهده‌دار مسئولیت امور عمرانی بشرح زیر راداراميباشد:

الف ـ کنترل منابع آب و ایجاد مخازن جدید

ب ـ امور مربوط به تامین آب آشامیدنی منطقه.

ج ـ امور مربوط به جمع آوری و تصفیه فاضلابهای خانگی و صنعتی

د ـ کنترل جزرومد رودخانه‌ها ـ جلوگیری از سیلابها ـ امور کشتیرانی

ه ـ جلوگیری وکنترل آلودگی آب رودخانه‌ها ـ پرورش و تکثیرماهی

برنامه‌های مدونی برای آینده طرح ریزی شده و تا سال ۱۹۸۰ باید بمرحله اجرا گذارده شود.

۱ـ پیش بینی و تهیه آب کافی و مناسب بـرای تامین احتیاجات آینده کشور جهت مصارف خانگی و صنعتی و کشاورزی

۲ـ توسعه طرحهای تصفیه خانه‌های آب و فاضلاب و شبکه‌های مربوطه.

۳ـ زهکشی زمینهای زراعی و ایجادکانالهای زهکشی.

۴ـ اقدام سریع در موردکنترل و تمیز نگهداشتن آب رودخانه‌های کشور.

۵ـ استفاده هرچه بیشتر ازآب رودخانه‌ها برای ایجاد تفریحات سالم. صیدماهی و تکثیرآن وعبورکشتیرانی و غیره.

سازمانهای منطقه‌ای آب

نواحی و اسامی سازمانهای منطقه‌ای آب که اخیراً از طرف دولت تشکیل وتعیین گردیده شامل ده منطقه میباشد: که درنقشه نشان داده شده است.

شورای ملی آب

پس از تصویب تشکیل سازمانهای آب منطقه‌ای در سراسر کشور بمنظور کنترل و اداره ساختمانها مذکور شورائی بنام شورای ملی آب که دارای ۲۱ نفر عضو میباشد بدین ترتیب که ده نفر از اعضاء مدیران عامل سازمانهای آب منطقه‌ای و ۱۰ نفر نمایندگان وزارتخانه های محیط زیست وکشاورزی و یکنفر نیز رئیس شورای ملی آب اعضاء اصلی را تشکیل میدهند. شورای سیاست کلی سازمانهای آب منطقه‌ای را تعیین مینماید و برای هم‌آهنك ساختن مقررات و اجرای ضوابط وآئین‌نامه‌ها مربوطه نظارت کامل بر سازمانها دارد.

۲ـ آب آشامیدنی شهر لندن و تصفیه خانه های آن

قبل از سال ۱۹۰۳ تاسیسات آب شهر لندن توسط ۸ کمپانی شخصی اداره میشدکه هرکدام عهده‌دار ناحیه‌ای از شهر بودند ولیکن در سال مذکور بموجب قانونیکه ازطرف ۲۸ حکومت محلی لندن به تصویب رسید کلیه اختیارات جهت تامین آب آشامیدنی شهر به یك بنگاه مستقل بنام Metropolitan Water Board محول گردید.

Regional Water Authorities

1. North West RWA.
2. Northumbrian RWA.
3. Severn-Trent RWA.
4. Yorkshire RWA.
5. Anglian RWA.
6. Thames RWA.
7. Southern RWA.
8. Wessex RWA.
9. South West RWA.

سپس در آوریل سال ۱۹۷۴ با تشکیل سازمانهای آب منطقه‌ای در سراسر کشور یکی از ده سازمان به نام Thames Water Authority درحوضه‌ای بوسعت ۱۵۰۲ کیلومتر مربع مسئول تامین آب لندن کوچك و بزرك تعیین گردید واهم وظایف آن بقرار زیر است:

۱ـ تهیه وتأمین آب کافی جهت مصارف خانگی ـ صنعتی و کشاورزی

۲ـ کنترل و تصفیه فاضلابها و رفع بهداشتی آن.

۳ـ حفاظت منابع و رودخانه‌ها وکنترل آب رودخانه‌های Thames و Lee

۴ـ کنترل سیلابها و ساختن سدهای کوچك و بزرك جهت تنظیم جزرو مدآب رودخانه‌ها.

۵ـ پرورش ماهی و تکثیر و صیدآن در رودخانه‌ها ـ ایجاد تفریحات سالم وکشتی رانی ، کارنامه آمار سال ۱۹۷۲ سازمان آب لندن بقرار زیر بوده است.

جمعیت و وسعت آبرسانی

بطور متوسط ۶ میلیون نفر ازآب تصفیه شده استفاده میکنند و وسعت منطقه آبرسانی به۱۳۹۶ کیلومتر مربع می‌رسد.

مصرف متوسط آب ۲۲ متر مکعب در ثانیه و متوسط مصرف روزانه ۱۸۴۱۱۳۰ متر مکعب و ماکزیمم ۲۳۱۸۴۶۰ در ۸ جولای سال ۱۹۷۲ رسیده است.

منابع تأمین آب

منابع آب شهر لندن ازرودخانه های زیر تأمین میشود :

الف ـ تایمز بمقدار ۷۴٪ کل مصرف .

ب ـ لی بمقدار ۱۲٪ کل مصرف .

ج ـ چاههای واقع درشمال وجنوب لندن بمقدار ۱۴٪ .

مخازن آب خام

آب رودخانه های تایمز و (لی) به مخازن سرباز یا بطریق نیروی ثقل ویا از طریق پمپاژ هدایت میشود و بطورکلی سطح مخازن آب خام شهرلندن ۱۵۹۷۷۵۵ هکتار است.

مخازن ذخیره آب مشروب

تعداد مخازن سرویس شهر لندن ۱۰۰ واحد میباشد که اکثراً ازبتون مسلح ساخته شده وسرپوشیده میباشد ظرفیت کلی مخازن برای آبگیری ۱۵۰۹۲۷۰ متر مکعب است .

الکتروپمپ

تعداد موتورهای مورد استفاده برای پمپاژ آب ۲۰ دستگاه .

قدرت برحسب اسب بخار ۹۳۱۶۹ .

الف ـ ۳۲٪ بخار .

ب ـ ۱۰٪ روغن .

ج ـ ۵۷٪ الکتریسته .

د ـ ۱٪ متفرقه .

مصرف سرانه آب

مصرف سرانه آب درشهر لندن بادرنظرگرفتن آمار آب آشامیدنی و مصرف صنایع مقدار متوسط ۲۹۰/۹ لیتر درشبانه روز درسال ۱۹۷۲ بوده است .

الف ـ مصرف باکنتور ۷۲/۷ لیتر درشبانه روز .

ب ـ مصرف بدون کنتور (صنایع) ۲۱۸/۲ لیتر درشبانه روز .

طول لوله های آبرسانی

قطر لوله های توزیع آب از ۳ اینچ تا ۷۲ اینچ میباشد وبطور متوسط عبارتند از :

طول لوله های کمتر از ۲۴ اینچ ۱۳۸۱۶ کیلومتر که ۹۲٪ ازکل لوله‌کشی را شامل میشود .

طول لوله های بیشتر از ۲۴ اینچ ۱۲۵۵ « که ۸٪ بقیه را شامل میشود .

شیرهای آتش نشانی

تعداد شیرهای آتش نشانی ۶۹۸۰۰ واحد درشبکه وتوزیع آب میباشد .

سطح صافیها

	اولیه	ثانوی
تعداد	۹۵	۱۷۱
سطح صافی	۶۹۲۵ متر مربع	۶۴ هکتار

میزان بارندگی

حد متوسط میزان بارندگی درسال گذشته ۷۳۵ میلیمتر .

حد متوسط میزان بارندگی درسال ۱۹۷۱ ۸۲۹ میلیمتر .

گزارشات باکتریولژی وشیمیائی آب تصفیه شده

نتیجه گـزارشات باکتریولـژی و شیمیائی‌آب تصفیه شده شهر بـرای سـال ۱۹۷۰ بشرح گـزارش پیوست می باشد .

تصفیه خانه های لندن

تصفیه خانه های آب لندن عبارتند از :

۱ ـ تصفیه خانه Ashford

۲ ـ تصفیه خانه Hampton

۳ ـ تصفیه خانه Stoke Newington

۴ ـ تصفیه خانه Coppermills

۵ ـ تصفیه خانه Wraysbury and Datchet

که ازچهارتای اولی آن بازدید بعمل آمد ومشخصات آنها بشرح زیراست :

الف ـ تصفیه خانه Ashford

ظرفیت این تصفیه خانه ۴۰۹۱۴۰ متر مکعب در روز میباشد و مراحل تصفیه شامل حوضچه های تهویه ـ طوری مایکرواسترینر ـ صافیهای بطئی (کند) تصفیه شیمیائی . مخزن کنتاکت و تلمبه خانه میباشد . دریافت آب در تصفیه خانه ازمخزن سرباز کوئین ماری است که از طریق یکرشته تونل بقطر ۱۰۰ اینچ آب خام به تصفیه خانه وارد میشود. ابتدا آب از حوضچه تهویه عبور نموده وپس ازدریافت اکسیژن کافی آب خام وارد صافی مایکرواسترینر شده و پس از عبور وارد صافی ماسه‌ای ازنوع بطئی می گردد . درآخر تصفیه در مخزن کنتاکت کلر کافی به آب تزریق می‌گردد . پس ازعمل کلرزنی آب ازطریق تلمبه خانه به مخازن سرویس شهر منتقل می گردد ملاحظه میشود که در تصفیه خانه از داروهای کوآگولانت استفاده نمی شود و از داروهای شیمیائی فقط ازگاز کلر استفاده میگردد .

ب ـ تصفیه خانه Hamtonp

این تصفیه خانه قسمتی از منطقه شمال و همچنین منطقه جنوب رودخانه تایمزرا مشروب مینماید و تأسیسات

آن شامل آبگیر ـ مخزن ذخیره آب خام ـ صافیهای اولیه وثانوی دستگاههای شیمیائی ـ مخزن کنتاکت وتلمبه خانه جهت پمپاژ آب به مخازن سرویس شهر میباشد . این تصفیه خانه یکی از بزرگترین و قدیمی ترین تصفیه خانه آب شهر لندن میباشد که آب را از رودخانه تایمز ومخازن سرباز Littleton و Walton دریافت میدارد . بدین ترتیب که آب خام پس از آنکه مدت یکماه درمخازن مذکور باقیماند از طریق شیرکنترل اتوماتیك آب خام وارد محوطه تصفیه خانه می گردد. ابتدا آب از ماسه های صافی که ازنوع (بطئی) میباشد عبور نموده و سپس وارد مخزن کنتاکت میشود در آنجا باگاز کلر مخلوط شده و سپس از طریق تلمبه خانه و پمپاژ آب وارد مخازن سرویس شهر می گردد .

یادآور می شود که در این تصفیه خانه از داروهای کوآگولانت شیمیائی برای عمل انعقاد مواد استفاده نمیشود وکاملا روش سنتی تصفیه آب را که متخصصین انگلیسی بآن اعتقاد کامل دارند حفظ نموده وبلحاظ باکتریولوژی آب کاملا پاك است .

ج ـ تصفیه خانه Stoke Newington

این تصفیه خانه آب آشامیدنی قسمتی از شهر لندن را تأمین مینماید و همچنین منطقه Westminster و ۱۳ ناحیه محلی تراین تصفیه خانه آب دریافت میدارند .

این تصفیه خانه آب را از رودخانه Lee دریافت مینماید و درمواقع کم آبی از چاههای حفاری شده که در منطقه شمال وجنوب لندن قرار گرفته میتوان آب را به تصفیه خانه هدایت نمود .

ظرفیت تصفیه خانه ۵۰۰/۰۰۰ متر مکعب در شبانه روز است و تأسیسات تصفیه خانه شامل : آبگیر مخزن آب خام ـ صافیهای ماسه‌ای اولیه و ثانوی ودستگاه کلر زنی ومخزن کنتاکت میباشد . و از داروهای شیمیائی برای کوآگولاسیون استفاده نمیشود .

د ـ تصفیه خانه Coppermills

این تصفیه خانه در منطقه‌ای بوسعت ۲۵ هکتار قرار گرفته و قسمت شمال شرقی شهر لندن را مشروب میسازد . تأسیسات تصفیه خانه شامل ۲۴ واحد صافی ماسه‌ای اولیه و ۳۴ واحد صافی ماسه‌ای ثانوی (ازنوع صافیهای بطئی) ـ ساختمان شیمیائی . مخزن کنتاکت و تلمبه خانه میباشد تصفیه خانه آب خام را ازمخازن سرباز دره Lee دریافت میدارد. هنگامیکه آب رودخانه Lee کاهش می یابد طرحی اجرا گردیده تا از طریق تونل سرپوشیده آب رودخانه تایمز به رودخانه Lee پمپاژ گردد وبدین ترتیب آب کافی همیشه در اختیار تصفیه خانه میباشد .

فیلترها در دوگروه قرار گرفته و یك گروه همیشه آماده بکار است در صورتی که از گروه دومی همیشه بهره‌برداری می شود. تأسیسات این تصفیه خانه نظیر سایر تصفیه خانه های شهر لندن است و مخزن کنتاکت ظرفیت کافی دارد تاآب را بمدت یکساعت باگاز کلر درتماس قرار دهد و کاملا آب ضد عفونی گردد . پیش بینی لازم شده تا مقدار زیادی گاز کلر با افزایش گاز انیدرید سولفورو ویا آمونیاك خنثی گردد و آبی که به شبکه شهر منتقل میشود کاملا بی بو ودارای طعم کلر نباشد .

در تلمبه خانه تعداد ۱۰ واحد تلمبه قوی نصب گردیده و قادر است تا مقدار ۱۰۰/۰۰۰ متر مکعب آب در شبانه روز پمپاژ نماید .

صافی های ماسه‌ای

از ۲۰۰ سال پیش تاکنون سیستم تصفیه آب در تصفیه خانه های انگلستان بطریقی بوده تا از صافیهای ماسه‌ای بطئی (کند) استفاده نمایند ومبتکر این نوع صافی ها یك نفر متخصص انگلیسی بود است مزیتی که این نوع صافیها باصافیهای ماسه‌ای از نوع (تند) دارند آنست که یك نوع تصفیه بیولوژی درسطح صافی انجام می شود و برای آبهای زیاد آلوده وکثیف کاملا رضایتبخش می‌باشد. سرعت تصفیه معمولا کند بوده ومقدار ۰/۲ مترمکعب درمترمربع درساعت میباشد درصورتی که درصافیهای تند علاوه برکدورت زیاد سرعت تصفیه افزایش یافته تا ۶ مترمکعب درمترمربع در ساعت میرسد عیب صافیهای کند آنست که راندمان آبدهی کم دارد و ضمناً جای زیادی را در تصفیه خانه اشغال نموده وزحمت تمیز کردن ماسه زیاد میباشد.

یکی از محاسن این نوع صافی آنست که داروی شیمیائی برای کوآگولاسیون مواد قبلا نباید در تصفیه خانه مصرف شود واصولا حوضچه های فلوکولاسیون در تصفیه خانه لازم نمیباشد و قبلا نیز مواد معلق در مخازن آب خام باید ته‌نشین گردد .

مشخصات آب لندن

مشخصات باکتریولوژی وشیمیائی آب شهر لندن که تحت یك برنامه سه ساله از تاریخ ۱۹۷۱ الی ۱۹۷۳ مورد مطالعه وبررسی قرارگرفته بشرح زیر بوده است .

نتایج باکتریولوژی

۱ ـ بطوریکه نتایج آزمایشگاهی نشان داده کیفیت باکتریولوژیکی آب توزیع شده از تصفیه خانه‌های آب لندن بلحاظ داشتن (اشریشیاکولی) بالاترین حد مطلوب را در سالهای اخیر داشته و از ۱۰۸۳۷ نمونه آب که آزمایش شده هیچگونه باکتری معرف آلودگی آب بلحاظ باکتریهای مدفوعی باشد در آب دیده نشده است .

۲ ـ اهمیت تصفیه آب از نقطه نظرباکتریولوژی درصافیهای شنی ازنوع بطئی کاملا روشن شده ودراین نوع صافیها کلیه باکتریهای مضر آب درسطح صافی گرفته میشود وآب پاك ازصافی عبور مینماید منتهی در فصول گرم سال لزوم تزریق کلر درآب صاف ضروری تشخیص داده شده است .

۳ ـ نتایج ویروس شناسی وآزمایش تشخیص انواع ویروس‌ها درآب چه درمنابع آب‌خام وچه در منابع آب تصفیه شده نشان داده است که در صافیهای کند حتی کلیه ویروسها نیز از بین میروند .

نتایج تجزیه شیمیائی

برای تعیین ۱۵ عنصر محلول در آب بطور معمول روزانه آزمایشهای لازم بعمل آمده و نیز تعیین نوع و مقدار پودرهای پاك کن اندازه گیری شده است . از طریق تقطیر باکلروفرم مقدار مواد آلی آب صاف اندازه گیری شده واز حد مجاز ۰/۲ میلی گرم در لیتر تجاوز ننموده است .

از طریق ذخیره کردن ونگهداشتن آب خام در مخازن سرباز واستفاده از صافیهای کند مقدارکدورت آبرا بحد می‌نیم‌رسانده بطوریکه در تصفیه خانه‌هانیازی به افزایش داروهای شیمیائی نبوده است. درتصفیه خانه (اکسفورد) برای حذف اضافی کلرازگاز آمونیاك استفاده میشود .

معمولا برای انجام آزمایشات شیمیائی درلابراتوار تصفیه خانه از دستگاه اتمیك آبزربشن استفاده میشود ومزایای زیررا دارد .

ـ اکثر عناصرشیمیائی آبرا میتوان اندازه گیری نمود.
ـ مهارت وتجربه زیاد احتیاج ندارد .
ـ نتایج خیلی سریعتر ازطرق اندازه گیری بروش وزنی ویا ولمتری حاصل میشود .
ـ عناصراضافی درعمل دخالت نمی کند .
ـ دقت آزمایش بیشتر است .

۴ ـ مرکز تحقیقات آبشناسی در انگلستان

باتغییرات جدید در نحوه مدیریت وتشکیلات سازمانهای آب انگلستان فرصت مناسبی بوجود آمده تامرکز تحقیقات آبشناسی درسطح وسیع کشور بوجود آید وکلیه مسائل ومشکلات مربوط به‌آب وفاضلاب دراین مرکزمورد بررسی ومطالعه قرار گیرد . نام این مرکز WRC میباشد ودارای ۴۵۰ نفر کارمند وکارگر است که سالیانه‌بالغ بر ۴/۷ میلیون پوند اعتبار بودجه دارد .

سازمانهای آب ـ مؤسسات بهداشتی ـ کارخانجات ـ بخش خصوصی میتوانندکلیه طرحهای مربوط‌به‌مسائل آب وفاضلاب را ازمرکز تحقیقات آبشناسی درخواست نموده ودر این زمینه راهنمائی شود. درازاء بامبلغ آبونمانی

که از طرف مؤسسات پرداخت میشود کلیه تحقیقات وآزمایش‌ها انجام گردیده ونتایج ارائه میشود . درحقیقت مرکز راهنمای مشکلات مربوط بعلوم آب در سطح کشور میباشد . وبادریافت هزینه مطالعات جدیدترین وبا صرفه‌ترین طرحهارا ارائه خواهد نمود وضمانت اجرائی نیزدارد آزمایشهای تحقیقاتی مرکزشامل‌دوقسمت است .

الف ـ آزمایشگاه تحقیقاتی‌فاضلاب‌خانگی وصنعتی ـ این‌آزمایشگاه درمحل قرار دارد ودارای‌ساختمانهای متعددی بوده وهرساختمان مختص بیکرشته از آزمایشات لازم میباشد .

۱ ـ دستگاههای جدید برای تجزیه‌مایعات‌از طریق کرموتوگرافی

۲ ـ دستگاههای اندازه‌گیری مواد رادیواکتیو وعناصرنادر .

۳ ـ آزمایشگاههای میکروبیولژی وبیوشیمی باتجهیزات کامل .

۴ ـ ساختمان مربوط به نگهداری مدلهای تصفیه خانه‌های فاضلاب (Pilot Lomn)

۵ ـ مرکز محاسبات کامپیوتری .

۶ـ ساختمان مدیریت وامور اداری.

ب ـ مرکز آزمایشگاهی برای مطالعات آبهای آشامیدنی وصنعتی

مرکزمطالعات آب شناسی درشهر Medmenhom قرار گرفته‌وکلیه آزمایشهای شیمیائی وباکتریولژی آب برحسب درخواست متقاضی بعمل میآید . این مرکز ۱۷۰ نفرکارمنددارد ودارای‌ساختمانهای متعددی برای انجام آزمایشات مختلف شیمیائی وباکتریولوژی آب میباشد .

۱ ـ ساختمان شیمیائی . دراین ساختمان دستگاههای‌گاز کرموتوگرافی دستگاه اندازه‌گیری کربن مواد ارگانیك وسایردستگاهها برای تجزیه شیمیائی آب قرار گرفته است .

۲ ـ ساختمان باکتری شناسی ـ دارای تجهیزات مربوط به تشخیص موجودات زنده ، پلانکتونها ـ خزه و جلبکها ـ کشت میکرب ـ تهیه محیطهای کشت و دستگاههای مربوط به منبران فیلتر ـ هیلی‌بور وسایروسایل ولوازم مورد آزمایش .

۳ ـ ساختمان مدل آبهای زیرزمینی ـ آنالوك سفره های آبهای زیرزمینی . ساختمان مدلهای مختلف ـ تغذیه آبهای زیرزمینی بطور مصنوعی واندازه‌گیری سطح مختلف آب دراین ساختمان مورد مطالعه قرار میگیرد .

۴ ـ کامپیوتر : در قسمت مرکز محاسبات بافرمان از راه دور کلیه ارقام و آمارهای مربوط به کامپیوتر CD C 6500 داده میشود ونتایج فوراً بدست میآید .

۵ ـ آکواریم : برای تکثیر ومطالعه برروی انواع ماهی در رودخانه ها آکواریم های متعدد ساخته شده وباتوجه به کیفیت آب رودخانه ها وتغییرات آن برروی ماهیها آزمایش میشود .

۴ ـ نرخ آب آشامیدنی در لندن

بطور کلی درانگلستان برای مصارف صنعتی فقط کنتور انشعاب شده وبرای مصارف خانگی مشترکین‌کنتور انشعاب ندارند. وبرحسب قطر لوله انشعاب مقدار مصرف محاسبه میگردد.

تعیین نرخ آب آشامیدنی هرواحد مسکونی بستگی به ارزش مالیاتی ملك و مستغلات دارد. لذا هرواحد مسکونی همراه باپرداخت مالیات وعوارض موظف است بابت آب بها مبلغی پرداخت نماید .

این مبلغ معولا ۱۰٪ مالیات هرخانه ویاآپارتمان میباشد.

بدیهی است‌که این مبلغ پس‌از وصول توسط بانك به‌حساب سازمان آب منطقه‌ای گذارده میشود. وهـرسال ممکن است تغییر نماید. درصورتیکه واحد مسکونی دارای فضای سبز وباغچه واستخر باشد مبلغ آب بها تغییرنموده و۲۵ درصد ارزش ملك‌آب‌بهاوصول میگردد واین رقم فقط برای محوطه فضای سبزپرداخت میشود و بستگی‌به‌رقم۱۰٪ قبلی آپارتمان ندارد وجداگانه پرداخت میشود. بستگی به‌رقم‌ملاحظه میشودکه‌درلندن افرادیکه برای تجمل وزیبائی اقدام به‌ایجاد فضای سبز مینمایند ۲۵ درصد ازمالیات ملك را باید بابت هزینه آب‌بهاء پرداخت نمایند. البته‌کسانیکه مالی برای‌پرداخت وجه مذکور ندارد برحسب استطاعت مالی از تخفیف برخوردار می‌شوند.

The chief analytical results of routine samples for the year 1970 expressed as averages, are summarised as follows:

MILLIGRAMMES PER LITRE (unless otherwise stated)

Description of the Sample	Ammoniacal Nitrogen	Albuminoid Nitrogen	Nitrate Nitrogen	Oxygen abs. from Permanganate 4 hrs. at 27°C.	Biochemical Oxygen Demand	Hardness (Total)	Hardness (non-carbonate)	Magnesium as Mg	Chlorides as Cl	Phosphate as PO_4	Silica as SiO_2	Sulphate as SO_4	Natural Fluoride as F	Surface Active Material (Manoxol)	Turbidity units	Colour, Burgess Scale	pH. Value	Electrical Conductivity
River Thames at Walton	0·22	0·24	5·1	2·70	3·1	263	76	—	38	3·0	10	—	—	0·06	17·0	30	8·0	57
River Lee at Chingford Mill	0·145	0·24	7·0	2·66	2·1	327	104	—	52	4·8	11	—	—	0·06	13·0	33	8·0	67
New River (River Lee, New Gauge)	0·089	0·140	5·9	1·50	1·4	304	74	—	47	2·7	11	—	—	0·05	5·2	21	7·8	63
Well waters passing into supply																		
Kent and Southern Areas—25 Well Stations																		
Typical Well analysis	0·010	0·014	5·7	0·19	—	327	85	—	29	—	—	—	0·10	—	0·0	3	7·3	58
Eastern Area—11 Well Stations																		
Typical Well analysis	0·035	0·025	0·6	0·20	—	339	110	—	35	—	—	—	0·50	—	0·1	2	7·4	67
Filtered waters passing into supply																		
R. Thames-derived	0·026	0·083	4·8	1·02	—	274	79	5	40	2·7	9	70	0·20	0·03	0·1	11	7·9	57
Lee Valley-derived	0·017	0·100	5·6	1·13	—	305	101	7	50	3·5	9	92	0·25	0·03	0·2	12	7·9	64
New River-derived	0·008	0·061	5·2	0·61	—	304	79	5	45	1·9	10	72	0·20	0·02	0·0	8	7·8	62

Bacteriological Results

Agar Colony Count at 37°C.

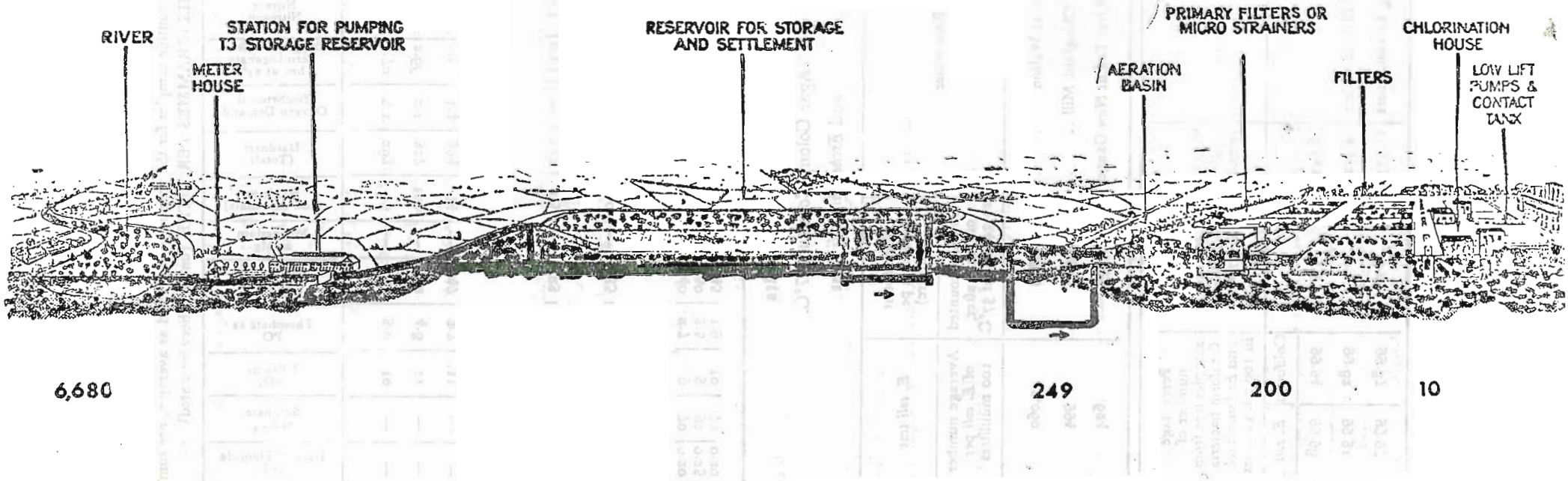
and *Escherichia coli* Test

Raw water	Plate count (average per millilitre)	*E. coli* test
	Colonies counted on Agar after 20-24 hrs. at 37°C.	Average number of *E. coli* per 100 millilitres
River Thames at Walton	8,838	2,060
River Lee at Chingford Mill	1,927	994
New River (River Lee at New Gauge)	1,179	624

Treated water	Number of samples	Plate count per ml. 20-24 hours at 37 C.	Percentage number of samples free from Coliform bacteria and *Escherichia coli* in 100 ml. volumes	
			Coliforms	*E. coli*
Well waters	6,547	1·7	99·94	99·98
River-derived filtered waters	4,912	10·4	99·82	99·91
Water passing to consumers	11,573	8·2	99·87	99·97

METROPOLITAN WAT

WATER SUPPLY FROM SOURC



The figures demonstrate the gradual removal of microbes indicating pollution *(i.e. Escherichia coli)* from a half pint glass (284 ml.) of water at each stage of the purification process, based on a 10 years' (1961–1970) average.

بطور مثال : اگر قیمت یك‌واحد مسکونی ۲۵۰۰۰۰۰ ریال باشد و ارزش مالیاتی سالیانه آن ۱۵۰۰۰ ریال تعیین شود بابت آب بهاء مصرفی ۱۵۰۰ ریال در سال جهت آپارتمان و ۳/۷۵۰ ریال جهت فضای‌سبزوآبیاری محوطه پرداخت خواهند نمود.

تقسیم‌بندی فوق بلحاظ رعایت بهداشت عمومی ساکنین‌هرواحد مسکونی درنظر گرفته شده ورقم‌آب‌بهاازروی مقدار مصرف آب محاسبه و تعیین نمیگردد.

پیشنهاد برای محاسبه نرخ آب در تهران

باتوجه به‌سرمایه‌گذاریهای جاری‌وآینده وازدیاد جمعیت ودرنتیجه افزایش آب درشهر تهران‌محاسبه‌علمی نرخ آب باید باطبقه‌بندی مناطق مختلف تهران بعمل آید وبادرنظر گرفتن مراحل پمپاژ در نقاط مرتفع نرخ‌گذاری جدیدی بمرحله اجرا گذاده میشود. بدیهی است‌که اصل کلی نه‌منفعت ونه ضرر باید محاسبه ومورد عمل‌قرارگیرد.

محاسبه عواملی‌که در قیمت تمام شده وقیمت فروش موثر میباشد را میتوان بشرح زیر خلاصه نمود :

۱ ـ سرمایه‌ای‌که برای دستگاه آبرسانی صرف میشود .

۲ ـ قرضه سازمان وسودی‌که باید به‌قرضه تعلق‌گیرد.

۳ ـ مدتی‌که این قرض باید پرداخت شود ومبلغ استهلاکی که باید به‌هرسال تعلق‌گیرد.

۴ ـ استهلاك دستگاه برحسب عمر معمولی هریك از قسمتها .

۵ ـ توسعه درآینده.

۶ ـ مخارج بهره‌برداری دستگاه‌که خود شامل قسمتهای زیر است:

الف ـ مخارج خرید آب ازسد امیرکبیر وسد فرحناز پهلوی مازاد برحقابه شهرداری.

ب ـ مخارج مواد شیمیائی ـ سوخت وغیره .

ج ـ مخارج اداری وپرسنلی ـ مشاورین حقوقی ـ فنی ـ مالی ـ حسابداری ـ بهداری وسایر احتیاجات.

۷ ـ اتلاف آب درقسمتهای مختلف تأسیسات .

۸ ـ مقدارآبی‌که تهیه میشود ومقدار آبیکه بفروش میرسد.

۹ ـ طرز فروش آب.

۱۰ ـ درآمدهای متفرقه سازمان ازسایر واحدهای متبوعه تولیدی.

بدیهی است‌که عوامل دیگری نیزوجود داردکه مربوط به سیاست دولت ودرنظر گرفتن‌سطح زندگی مردم‌و ثروت عمومی مملکت میشود.

فرمول تعیین‌نرخ‌آب.

فرمول تعیین نرخ آب را میتوان بشرح زیرخلاصه نمود :

$$م = \frac{ه + و + الف + ت \pm ك - ع}{ح}$$

$$ن = م\,(۱ + \frac{۱}{۸}) - ب$$

م = نرخ تمام شده‌آب.

ن = نرخ فروش هرمتر مکعب .

ه = هزینه‌های جاری.

و = استهلاك وام (اصل وبهره)
الف = استهلاك ساختمانها و دستگاه ها برای ۴۲ سال.
ت = تعمیرات ونگهداری .
ك = کسری یااضافه عملکرد سال قبل.
ع = عوائد متفرقه سازمان از اتصالات وغیره .
ب = بذل کمك شهرداری یاموسسات عام‌المنفعه به سازمان .
ح = میزان کل آب توزیع شده بااحتساب تخفیف‌ها.

منابع آب ایران وسیاستهای توسعه آن

محمدباقر قلیزاده

۱ ـ مقدمه

موضوع اهمیت آب درزندگی بشر و اهمیت خاص آن درآبیاری ومصارف شهری، کشاورزی وصنعتی مطالب تازه‌ای نیست واهمیت حیاتی آب درمناطق خشك‌ونیمه خشك‌که متأسفانه قسمت عمده خاك ایران جزو آن مناطق است برکسی پوشیده نیست مطلبی که امروز میخواهیم درباره آن بحث کنیم منابع آب ایران است یعنی حیاتی‌ترین ماده اولیه برای زیست انسان وتولیدات کشاورزی ومصارف صنعتی و نحوه بکار بردن آن درگذشته وحال وآینده .

شاید مایه تعجب باشدکه گفته شود باوجود اینکه ایران مخصوصاً کویر مرکزی آن یکی‌از چند صحرای بی‌آب وعلف کره ارض است وحتی نزولات متوسط سالانه ایران‌به تناسب‌بانزولات سایر نقاط عالم ازکمترین آنهاست قسمت عمده آبهای موجود اعم ازآبهای سطحی یا زیرزمینی تلف میشود و یا بدون استفاده بدریاها ودریاچه ها ویا باطلاقها ونمکزارهای داخلی میریزند.

نیاکان ماکه یکی ازباهوش‌ترین ملل باستانی بودند وبرحسب احتیاج وضرورت برای بدست آوردن وذخیره ومصرف وتقسیم صحیح آب ابتکارات وابداعات جالبی بکار برده‌اندکه نه‌تنها آثار آن بصورت آثار باستانی وافتخارات ملی باقی است حتی از اکثرآنها هنوز بهره‌برداری میشود مانند چندین هزار قنوات‌که برای بهره‌برداری ازسفره‌های آبهای زیرزمینی حفرگردیده‌اند وباسدهای مخزنی گلستان ـ فریمان طرق واخلمدو شش طرار ـ عمرشاه وامیر در خراسان وسد شاه‌عباس ساوه وسدخاکی استخر درمرو دشت نزدیکی نقش‌رستم (که کلمه استخر یا اصطخر بمعنای مخزن آب ازآن گرفته شده) وبندهای انحرافی بند امیر وفیض‌آباد و تیلنان وبند بهمن درفارس وبند میزان وسدشادروان‌و وبندقیردرخوزستان وبندگرشاسبی درسیستان وشبکه‌های آبیاری‌وسیع‌درمناطق‌اصفهان‌وفارس‌وسیستان‌وگیلان وآذربایجان وخوزستان ساخته شده‌که هنوز ازآنها استفاده میشود .

باوجود علمای بزرك متبحر درعلوم آب نظیر محمدالحاسب گرجی‌وشیخ بهائی و استادکاران باتجربه در علم حفاری قنوات‌وشناسائی آبهای زیرزمینی وکشاورزان و باغداران با استعداد یزدی واصفهانی‌که حد اکثر استفاده از آب موجودرا می‌نمایند متأسفانه دراکثر نقاط ایران ازمنابع موجودآب استفاده کافی نشده وبازده یا راندمان آبیاری بسیارکم وتلفات آب اعم ازتلفات‌انتقال وتلفات مزرعه بسیار زیاد است موضوع سخنرانی‌امروزکه بررسی اجمالی‌منابع آب ایران ونحوه بکار بردن آن در گذشته وحال‌وآینده میباشد بمنظور نشان دادن اهمیت آن در توسعه اقتصادی و کشاورزی وصنعتی ذیلا ارقام‌وآماری ذکر میشودکه پس از بکاربردن تکنیك مدرن درایران بدست‌آمده وروی اندازه‌گیریهای مستقیم ومحاسبات‌فنی‌معلوم و مشخص گردیده است.

۱ـ۱ ـ مقدار بارندگی درایران وپراکندگی آن

ایران بین ۲۵ و ۴۰ درجه عرض شمالی درقسمت جنوب منطقه معتدله شمالی کره ارض واقع شده وچون‌از نظر اقلیم‌شناسی جزو مناطق مدیترانه‌ای است بطورکلی باوجود اختلاف فاحش‌میزان بارندگی سالانه نقاط مختلف‌آن (بین‌کمتر از ۵ سانتیمتر وبیش از دومتر در سال) چندماه خشك درسال در آن وجود دارد وباستثنای سواحل دریای

مازندران جزو مناطن خشك ونیمه خشك طبقه‌بندی میشود .

متوسط میزان بارندگی ایران درحدود ۲۰۰ میلیمتر درسال است وبامقایسه باسایر نقاط کره زمین ومتوسط آن که ۸۶۰میلیمتراست،معلوم‌میشودبارندگی ایران کمتر از $\frac{۱}{۴}$ متوسط تمام سطح کره ارض است (جدول شماره ۱)

نزولات آسمانی سالانه نقاط مختلف‌را نشان میدهد .

پراکندگی باران در ایران نیز مسئله دیگریست که باید مورد توجه قرار گیرد نگاهی به نقشه همباران Iso Hyetal Map ایران نشان میدهدکه بارندگی قسمت اعظم مناطق مرکزی ایران کمتر از ۱۰۰ میلیمتر در سال است. درصورتی که فقط قسمت محدودی ازجبال زاگرس و سواحل دریای مازندران بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر در سال بارندگی دارد (نقشه شماره ۱).

پراکندگی فصلی بارندگی درایران نیز بطوری‌که ذکر شد چون جزو مناطق اقلیمی مدیترانه‌ای است‌بسیار نا منظم وازیك تا ۱۱ ماه خشك (بدون بارندگی) درسال وجود دارد و اغلب این ماههای خشك مصادف بادوره رشد نبات است (گرافیك شماره ۲ و۳ . پراکندگی فصلی بارندگی ودرجه حرارت ماهانه دومنطقه مختلف‌ایران شاهرود و شاه‌پسندرا که معرف دونوع آب‌وهوای مختلف می‌باشد با طریقه پروفسورگوسن Prof . Gaussin ترسیم‌شده‌است نشان میدهد.

۱ ـ ۲ مقدار آب موجود در ایران

آب موجود بصورتهای مختلف نزولات آسمانی باران و برف یا آب جاری در رودخانه ها یاآب زیرزمینی می‌تواند باشد ولی آنچه از این منابع آب قابل استفاده برای شرب کشاورزی مصارف صنعتی است فقط مقادیری‌است که درفصول مصرف دردسترس باشد.

متاسفانه از نزولات آسمانی ناچیزی که در سطح وسیع کشور ایران بطور نامنظم و متفرق نازل می شود متجاوز از $\frac{۳}{۴}$ آن ازسطح غیر مزروع صحاری ـ مراتع ـ جنگلها و کوهها تبخیر میشود و $\frac{۱}{۴}$ بقیه که آبهای سطحی ونفوذ زیرزمینی است اغلب بصورت سیل درغیر فصل آبیاری جاری میشود وبدون‌استفاده بدریاها ویادریاچه‌های داخلی وباطلاقها ونمکزارها میریزد و در حقیقت تلف میشود . نگاهی به بیلان آب کشور مطالب را روشن می‌نماید (گرافیك شماره ۴)

۲ ـ لزوم آبیاری درمناطق خشك ونیمه خشك

گرافیك‌های شماره ۲ و۳ نشان میدهد که درمناطق خشك ونیمه خشك درمواقعی‌که منحنی رطوبت پائین تر از منحنی حرارت باشد نباتات احتیاج به‌آب دارند یعنی نزولات آسمانی تکافوی احتیاجات نباتات یا تبخیر و تعریق را نمی‌نماید وآب مورد نیازباید بوسیله آبیاری مزارع دردسترس گیاه قرارگیرد.

۲ ـ ۱ ـ کمبود آب در دوره رشد گیاه

درمناطقی که بارندگی منظم و باندازه کافی دارند زراعت دیم بامحصول‌رضایت‌بخش‌میسر است‌ولی در مناطق خشك‌و نیمه خشك کمبود آب در دوره رشدگیاه کاملا احساس میشود خصوصاً در آب و هوای مدیترانه‌ای‌که ماههای خشك مصادف با دوره رشد گیاه است برای تعیین کمبود آب باید اول آب مورد احتیاج یعنی تبخیر و تعریق را در طول مدت رشدگیاه تعیین‌کرد سپس مقادیر بارندگی مفیدکه در طول مدت رشد گیاه میبارد یا مقادیری در غیر فصل میبارد ولی درمنطقه ریشه ذخیره میشود از آن کم نمود تا کمبود آب در دوره رشد گیاه بدست آید و آن آب را از طریق آبیاری تأمین نمود .

۲ـ۲ـ آب مورد نیاز واقعی گیاهان یا تبخیر و تعریق یا Consumptive use (C.U.)

هرچند این اصطلاحات برای حضار محترم کاملا مشخص است ونحوه وطرق مختلف تعیین آب مورد نیاز گیاهان وفورمولهای متعددی که بکار میرود کاملا روشن است ولی منظور ازذکر این اصطلاحات تسجیل این مطلب است که برحسب آب وهوا (بدون درنظر گرفتن میزان بارندگی) هریك از زراعتها (واریته‌های مختلف) برای تولید مقدار معینی محصول خشك (اعم از ریشه و ساقه وبرك و گل ودانه و میوه) احتیاج بمقدار معینی آب دارد که تعریق یا Transpiraion نامیده میشود. (مقادیری که در خود گیاه برای ساختمان نسوج گیاه بکار میرود نسبت به آب مصرفی ناچیز است واز محاسبه آن صرفنظر میشود) ومقادیری آب ازسطح مزرعه درطول مدت رشد گیاه تبخیر میشود که مجموع این دومقدار یعنی تبخیر و تعریق آب مورد نیاز واقعی نباتات است ودر اصطلاح تبخیر و تعریق (یا E.T.) Evapo -Transpiration یا : Consumpiveuse(C.U.) نامیده میشود .

۳ ـ تلفات آب در آبیاری

مقداری از آبی که از منشأء یامنبع اعم ازسطحی یا زیرزمینی گرفته میشود ودر دسترس گیاه قرار میگیرد در بین راه درمزرعه بصورتهای مختلف تلف میشود .

۳ ـ ۱ ـ تلفات انتقال آب

مقادیر زیادی از آبیکه بازحمت و هزینه زیاد از اعماق زمین بوسیله چاههای عمیق یا قنوات طولانی یا باشق نهر ازرودخانه‌ها بدست میآید در موقع انتقال از منشأء تامحل مصرف که غالباً طولانی است تلف میشودشاید بعلت متفرق بودن اراضی مرغوب یاموجود نبودن آب زیرزمینی در اراضی زراعی یادوربودن رودخانه ازمزرعه باعث طول زیاد انهار انتقال است ولی دراغلب موارد بعضی علل اجتماعی وسنتی یاعدم تعاون واعتماد مالکین حقابه برسابق باعث این شده بود که مثلا درکرج یا گرمسار یانقاط مشابه چندین نهر را بموازات یکدیگر از رودخانه منشعب نمایند و این انهار مسافت طویلی راکه گاهی متجاوز ازده کیلومتر میشود طی مینمایند وچون اغلب محل انشعاب انهار ازرودخانه درمحل خروج رودخانه از کوهستان وورود آن به دشت قرار میگیرد وباصطلاح زمین‌شناسی در مخروط افکنه که از موادآبرفتی دانه درشت متخلخل وقابل نفوذ تشکیل شده است واقع میگردد . مقادیر زیادی از آب جاری دراین انهار بعلت نفوذ در طبقات قابل نفوذ این تشکیلات تلف میشود.

ممکن است عده‌ای استدلال نمایند که علت موازی بودن انهار منشعب ازرودخانه‌ها تقدم وتأخر احداث آنها باشد ویابعلت اینکه آب بمزرعه جدید سوار نمیشده نهری بالاتر ازنهرموجود احداث نموده‌اند اگر این دلائل برای زمانیکه مالکین بزرك رقیب همدیگر بودند وهیچگونه اتحاد وتعاونی باهم نداشتند صادق باشد ولی امروزه باتغییر کامل رژیم مالکیت ولزوم جلوگیری ازتلفات آب ایجاب مینماید که بجای چندین نهر که بموازات همدیگر حفرشده یك نهر با پوشش مناسب با اصول صحیح ساخته شود و حقابه هریك از دهات یا مزارع بوسیله آبگیرهای فرعی در اختیار مصرف کنندگان قرار گیرد بطوریکه درکرج پس از ساختمان سد مخزنی و سد انحرافی با ساختمان دو نهر آب‌آور دست راست و دست چپ انهار متعدد قبلی در یکدیگر ادغام شده و از تلفات آب جلوگیری بعمل آمده است.

بطوریکه میدانیم تلفات آب در انهار متناسب با عوامل متعدد زیر است:

۱ ـ جنس بستر نهر
۲ ـ عمق آب در نهر
۳ ـ سرعت آب در نهر
۴ـ قابلیت نفوذ آب درخاك .
۵ـ کاپیلاریته .
۶ـ فاصله سفره آب زیرزمینی .
۷ـ درجه حرارت آب .

۸ـ رسوب لیمون یا (مواد معلقه موجود درآب) .
۹ـ شیب اراضی اطراف نهر .

برای اندازه گیری تلفات آب در انهار طرق متعددی معمول است ووسائل و تجهیزات و دستگاههائی بکار میرودکه شرح آن ازحوصله این بحث خارج است وفقط بذکر معمول‌ترین متد وفورمول مربوط اکتفا میشود.

عملی‌ترین طریقه برای اندازه گیری تلفات آب درانهار اندازه گیری مستقیم دراول وآخر نهر است بشرطی که دقت اندازه گیری کافی باشد ودر اواسط نهر انشعاب یا برداشتی ازآب نهر نشود .

وسائل ودستگاههای معمول برای اندازه گیری مستقیم تلفات ازقبیل نفوذ سنج یا Seepagemeter ـ Permeo Meter زیاد است ونتایج حاصله باید به تناسب ودرنظرگرفتن سایر عوامل مورد بررسی قرارگیرد .

فورمولهای متعددی برای محاسبه میزان تلفات آب درانهار بوسیله علمای مختلف پیشنهاد شده است که‌بعضی تقریبی و بعضی دیگر شامل تمام عوامل مؤثر میباشد برای مثال فورمول پیشنهادی دیویس و ویلسون امریکائی را ذکر میکنم .

$$P = 0/45c \frac{L \times I}{4 \times 10^6 + 3650 \sqrt[4]{V}} \sqrt{D}$$

که درآن P مقدار تلفات برحسب متر مکعب در ثانیه

L طول نهر برحسب متر

D عمق نهر به متر

L محیط خیس شده عرضی نهر به متر

V سرعت متوسط جریان برحسب متر درثانیه

C ضریبی است که برحسب جنس بستر نهر بشرح زیر است :

C = ۱ برای پوشش بتنی باقطر ۷۵ـ۱۰۰ میلیمتر

C = ۴ برای پوشش باگل‌رس متراکم باقطر ۱۵۰ میلیمتر

C = ۵ برای پوشش اسفالتی سبك

C = ۸ برای پوشش باگل‌رس باقطر ۷۶ میلیمتر

C = ۱۰ برای پوشش نازك سیمانی یا اسفالتی

C = ۱۲ برای نهر بدون پوشش درزمین‌های رسی

C = ۱۵ » » » رسی ولیمونی

C = ۲۰ » » » لیمونی متوسط

C = ۲۵ » » » لیمونی شنی

C = ۳۰ » » » شنی لیمونی

C = ۴۰ » » » شنی نرم

C = ۵۰ » » » شنی درشت

C = ۷۰ » » » شنی و سنگریزه

تلفات آب درانهاررا میتوان بصورتهای مختلف نشان داد یعنی بصورت حجمی ونسبی وغیره ولی معمول‌ترین واحد برای تعیین تلفات متر مکعب درمتر مربع درشبانه روز (۲۴ ساعت) است . بعنوان مثال ارقامی که در آمریکا پس‌از آزمایشهای متعدد بدست‌آمده برای روشن شدن مطلب ذکر میشود (جدول شماره ۲)

بالاخره نوع دیگر نمایش میزان تلفات آب درانهار آبیاری نسبت درصد تلفات دریك‌کیلومتر نهر متناسب بادبی‌نهر است واین نحوه نمایش نیز مبتنی برمحاسبات واندازه گیری های دقیق است .

۳ـ۲ـ تلفات آب در مزرعه

بطوری‌که میدانیم منظور ازآبیاری مزارع رسانیدن مقادیر کافی آب به ریشه نبات برای امکان جذب مواد غذائی ازخاك است یعنی نگاهداشتن رطوبت خاك درمنطقه ریشه نبات بین طرفین نگاهداری وضریب پژمردگی .

این تعریف جنبه تئوری دارد یعنی عملا نمیتوان همیشه میزان رطوبت را در منطقه ریشه نبات کاملا تثبیت نمود مگر اینکه درزیر منطقه ریشه سطح غیرقابل نفوذی ایجاد نمائیم بازهم عملا محدود نمودن ریشه و تثبیت رطوبت فقط درلابراتوار میسر است ولی درمساحات زیاد ومزارع ممکن نیست باهرمقدی‌که آبیاری انجام شود اعم از نشتی وکرتی وبارانی وقطره‌ای حتی باآبیاری زیرزمینی Subirrigation مقداری ازآب درموقع آبیاری وپس ازآبیاری درمزرعه تلف میشود و ازدسترس ریشه خارج میگردد‌که آنرا تلفات مزرعه مینامیم .

این تلفات برحسب متدهای مختلف آبیاری بدودسته تقسیم میشود .

۱ـ تلفات ناشی ازتبخیر ونفوذ وجریان سطحی‌که بانگلیسی Loss وبفرانسه Perte نامیده میشود .

۲ـ تلفات ناشی ازبدی عمل آبیاری یاهرزدادن آب‌که بانگلیسی Waste وبفرانسهٔ Fuite نامیده میشود .

دراین زمینه مطالعات دامنه داری توسط علمای مختلف بعمل آمده وبا تغییر متدهای آبیاری یا باتعیین‌ابعاد کرتها وفاروها وتغییر فشار درلوله‌های آبیاری بارانی بالاخره بااستفاده ازآبیاری قطره‌ای وزیرزمینی تلفات را به ۱۰ـ۵ درصد درمزرعه تقلیل داده‌اند وهمچنین با بهره برداری صحیح ازشبکه‌های آبیاری وبکار بردن لوله‌های تحت فشار برای‌توزیع آب ازهدررفتن آب جلوگیری‌کامل بعمل آمده است ولی عمومیت دادن این قبیل تدابیر درمساحات ومزارع وسیع خالی ازامکان نیست .

۳ـ۳ بازده یاراندمان آبیاری (مزرعه) Field Efficiency

راندمان آبیاری یا بازده آبیاری درمزرعه عبارتست ازنسبت CU. به‌آب مصرف شده درمزرعه بعبارت‌دیگر درصدآب مصرف شده درآبیاری‌که بمصرف واقعی نبات‌برسد ویا ازسطح مزرعه تبخیر شود.

درایران درمناطق مختلف راندمان آبیاری مزرعه بسیار متفاوتست ازاین‌رو در بعضی نقاط دیگر آبیاری کوزه‌ای نیز معمولست‌که درحقیقت منطقه ریشه نبات را باطراف‌کوزه محدود مینمایند ومانند گلدانی‌که در زمین چال شده باشد اثرحرارت آفتاب به‌بدنه گلدان نیز ازبین برود راندمان آبیاری مزرعه ۹۵ درصد میرسد ولی‌درمناطقی که آب ازرودخانه میگیرند راندمان مزرعه بسیار ضعیف است یعنی ۴۰ تا ۵۰ درصد است .

۳ـ۴ ـ بازده یاراندمان انتقال Conneyatvce Efficiency

راندمان انتقال عبارتست ازمقدار درصد آبی که از منشاء یامنبع به مزرعه میرسد یعنی مجموع آب منشعب شده از رودخانه یامنبع منهای تلفات انتقال .

درانهار ساخته شده باپوشش صحیح ومناسب میتوان راندمان انتقال را تا ۹۹ درصد درکیلومتر رسانید ودر لوله‌های تحت فشار تقریباً ۱۰۰ درصد است .

درایران متأسفانه راندمان انتقال آب خیلی‌کم است در شبکه های قدیم از ۴۰ تا ۶۰ درصد است.

۴ ـ سطح کشت ایران

بطوریکه از جدول شماره ۳ مستفاد میشود مساحت کل ایران در حدود ۱۶۴/۸ میلیون هکتار است که فقط ۱۹ میلیون هکتار آن قابل کشت است وسطح کشت سالانه ۷/۱ میلیون هکتار که فقط ۳/۱۵ میلیون هکتار آن آبی و۳/۹۵ میلیون هکتار آن دیمی است .

۵ ـ آب مورد نیازواقعی برای سطح کشت فعلی ایران

برای تعیین آب مورد نیازواقعی باید درصد زراعتهای مختلف وآب مورد نیازهریك را معین نمائیم ولی‌آب وهوای مختلف ومتنوع بابارندگیهای متفاوت برآورد ومحاسبه زراعتهای مختلف هرمنطقه‌مشکل است از طرف دیگر پیدا نمودن رقم قطعی آب مورد نیاز برای سطح‌کشت ایران بطور دقیق مستلزم محاسبات مفصلی است وتاحال اقدامی

برای اینکار نشده است در اینجا برای اینکه رقم متوسط قابل قبولی بدست آوریم بطریق زیر عمل میکنیم :

۵ ـ ۱ ـ متوسط آب مورد نیاز برای یك هکتار استاندارد

به‌تناسب درصد کشت هریك اززراعتهای ایران میتوان آب مورد احتیاج واقعی هریك را تعیین وباتبدیل آن به‌یك هکتار استاندارد رقم متوسطی بدست‌آورد که این رقم درحدود ۷ هزارمترمکعب درهکتار است .

۵ ـ ۲ ـ آب موردنیاز تمام سطح کشت آبی ایران

بدین ترتیب آب مورد نیاز برای ۳/۱۵ میلیون‌هکتار در حدود ۲۲ میلیاردمتر مکعب میشود که قسمتی از آن بوسیله باران تامین میشود یعنی در حدود ۷ میلیارد متر مکعب آن بوسیله بارانی که مستقیماً روی مزارع آبی میبارد تأمین میگردد (متوسط بارندگی ۲۰۰ میلیمتر) و ۱۵ میلیارد متر مکعب از آبهای سطحی و زیر زمینی بدست می آید .

۶ـ مقایسه مقدار آب مورد نیاز واقعی با آب مصرفی منشعب از منابع مختلف

مقدار آب مورد نیاز واقعی ایران (سطح‌کشت آبی سالانه فعلی) گفته شد برای مقایسه آن باآب مصرفی از منابع مختلف باید قبلا آن منابع را بررسی نمائیم .

۶ـ۱ـ آبهای سطحی

متوسط سالانه آبهای سطحی ایران طبق اندازه‌گیریهای چندین ساله درحدود ۸۵ میلیارد مترمکعب تخمین میشود علت اینکه رقم قطعی دراین مورد نمیتوان ارائه‌نمود اینستکه اولا منابع آبهای سطحی درتمام سطح‌کشورمتفرق است و در ایران رودخانه‌های بزرگی نظیرسند ـ گنگ ـ امازون و نیل وولگا ومی‌سی‌پی وجود ندارد بزرگترین رودخانه داخلی ایران‌کارون بامتوسط سالانه ۱۸ میلیارد مترمکعب است واغلب رودخانه های ایران کوچك و بعلت محدود بودن فصل بارندگی اغلب اوقات فاقد آب جاری دائمی میباشند وتأسیس ایستگاههای متعدد روی رودخانه‌های کوچك مستلزم هزینه‌گزاف است لذا قسمت عمده این ارقام با همبستگی وتخمین بدست آمده است ولی در عمل خیلی دور از حقیقت نیست .

۶ـ۲ـ آبهای زیرزمینی

منابع آب زیرزمینی‌کشور طبق گرافیك شماره ۴ بالغ بر ۳۱/۵ میلیارد متر مکعب است و متوسط سالانه برداشت آب ازمنابع آبهای زیرزمینی‌کشور طبق جدول شماره ۴ بشرح زیر است:

الف ـ قنوات — درحدود ۵/۷ میلیارد مترمکعب

ب ـ چاههای عمیق ونیمه عمیق — در حدود ۷/۶ میلیارد متر مکعب

قسمت عمده آبهای زیرزمینی برای آبیاری مزارع بکار میرود فقط قسمت مختصری از آن برای مصارف صنعتی وشهری میرسد.

۶ـ۳ـ مجموع آب مصرفی

مجموع آب مصرفی سالانه اعم ازسطحی وزیرزمینی برای زراعتهای آبی بشرح زیر است :

الف ـ آبهای منشعب از رودخانه ها	۳۳/۵	میلیارد متر مکعب درسال
ب ـ آبهای قنوات (تخلیه سالانه)	۵/۷	» » »
ج ـ آبهای چاههای‌عمیق ونیمه عمیق (تخلیه سالانه)	۷/۶	» » »
	۴۶/۸	میلیارد مترمکعب درسال

۶ـ۴ـ مقایسه آب مورد نیاز واقعی باآب مصرفی فعلی

بطوریکه ذکرشد برای آبیاری ۳/۱۵ میلیون هکتار سطح کشت آبی سالانه ایران در حدود ۲۲ میلیارد

مترمکعب آب درسال مورد نیاز واقعی است که ۷ میلیارد آن ازطریق بارندگی تأمین میشود یعنی آنچه باید بـوسیله عمل آبیاری برای تأمین کمبود آب مورد نیاز دراختیاراریشه‌گذاشته شود ۱۵ میلیارد مترمکعب است . ولی آبی‌که ازرودخانه‌ها وقنوات وچاههای عمیق ونیمه عمیق عملاگرفته میشود ۴۶/۸ میلیارد متر مکعب است .

۷ـ تلفات سالانه آب در ایران

ازمجموع ۳۳۵ میلیارد مترمکعب آب درسال بصورت نزولات آسمانی درتمام سطح مملکت میبارد $\frac{3}{4}$ آن در اثر تبخیر ازسطح غیرمزروع صحاری ومراتع و جنگلها وکویرها تلف می شود .

از $\frac{1}{4}$ بقیه قسمت عمده آبهای جاری بصورت سیل بدون استفاده بدریا میریزد بیش ازنیمی از آبهائی‌که نفوذ میکند وسفره آب زیرزمینی‌را تشکیل میدهد بدون استفاده بطرف‌کویرهای داخلی ودریاها جریان پیدا میکند و تلف میشود و از ۵/۷ میلیارد آب قنوات (تخلیه)چون جریان آنها دائمی است درغیرفصل‌کشت نیمی ازآن‌بلااستفاده تخلیه میشود وعملا تلف میگردد و از ۴۶/۸ میلیارد مجموع آبی‌که ظاهراً بمصرف میرسد فقط ۱۵ میلیارد مترمکعب آن بمصرف واقعی میرسد وبقیه تلف میشود.

۷ـ۱ـ راندمان فعلی آبیاری در ایران

باتوضیحات بالاراندمان فعلی آبیاری‌درایران (راندمان مزرعه‌وانتقال) درحدود۳۲ درصد است یعنی ۶۸٪ از آبهائی‌که برای آبیاری بکار میرود تلف میشود .

۷ ـ ۲ ـ راندمان قابل قبول

ممکن‌است بازی باارقام واحداد نتایج گمراه‌کننده‌ای بدست بدهد واشخاص غیر فنی و غیرواردرا به قضاوت غیرواقع وادارد وبدون توجه بممکنات نسلهای گذشته رامتهم به عدم علاقه به بهبود آبیاری و بهره برداری کامل از منابع آب نماید در صورتیکه میدانیم نیاکان‌ما باهوش واستعداد فطری‌که داشته‌اند وبرحسب‌احتیاج اقدام به‌استخراج آبهای زیر زمینی بوسیله حفرقنات نموده‌اند و آب بدست آمده را بادقت کامل با آبیاری کوزه‌ای و باراندمان ۹۵ درصدبکاربرده‌اند وهنوزهم دربعضی نقاط بکار میرند ولی بعلت وضع طبیعی مملکت ووسعت آن ومتفرق و نامنظم بودن نزولات آسمانی اصولا از بین بردن کامل تلفات آب ورسانیدن راندمان به صددرصدنه از نظر فنی و نه‌ازنظر اقتصادی میسر نیست .

راندمان قابل قبول در سطح مملکتی را میتوان با توجه به امکانات فنی و اقتصادی تا ۷۵ در صد بالا برد (یعنی راندمان مزرعه وانتقال)

۷ ـ ۳ ـ در صورتیکه راندمان فعلی به‌راندمان قابل‌قبول برسد چه‌مقدار به‌سطح کشت‌اضافه‌میشود

جواب این سئوال روی کاغذ بسیار آسانست یعنی باتوجه باینکه باراندمان ۳۲٪ فعلا ۶۸ درصد آب تلف میشود سطح کشت فعلی ۳/۱ میلیون‌هکتار است اگر راندمان به ۷۵ درصد برسد فقط ۲۵ درصد آب تلف خواهدشد میتوان سطح کشت را تقریباً دوبرابرنمود یعنی بدون ساختن‌سدهای‌مخزنی جدید فقط باتوسعه شبکه‌آبیاری‌میتوان سطح کشت آبی را تا ۶ میلیون هکتار رسانید البته لزوم ساختن سدهای مخزنی ومهار کردن‌سیلابهاوبزیر کشت‌بردن اراضی جدید کاملا واضح است واگر آب سیلابهائی را که بدون استفاده بدر یامیریزدذخیره نمائیم سطح کشت را به چند برابر برسانیم واین اقدامات بایدتوام‌بابرنامه‌ریزی‌صحیح باشد وباید همزمان باساختمان سدهای‌مخزنی‌شبکه‌های آبیاری وزهکشی نیز ساخته شود ،

در عمل رساندن راندمان آبیاری از ۳۲ درصد به ۷۵ درصد مستلزم‌تحقیقات ومطالعات علمی‌وفنی‌واقدامات اساسی وبرنامه ریزی صحیح وسرمایه گذاری‌های زیاد وراهنمائی زارعین وتربیت کادرفنی برای اجرا وتنظیم برنامه درازمدت است .

۸ ـ طرق مختلف جلوگیری از تلفات آب در ایران

طرق مختلف جلوگیری از تلفات آب بطورکلی به تناسب نوع تلفات وعوامل مؤثر متفاوت ومختلف است

وبدودسته تقسیم میشوند .

۸ ـ ۱ ـ جلوگیری از تلفات آب درمزرعه

برای بالابردن راندمان آبیاری مزرعه وجلوگیری از تلفات باید اول عوامل مؤثر را مطالعه نموده هرچند زارعین با تجربیات محلی که دارند سعی میکنند حداکثر استفاده از آب و زمین موجود را بنمایند ولی اغلب بعلت نداشتن امکانات فنی ومالی نمیتوانند مشکلات خود را رفع کنند . از طرف دیگر نحوه زراعت سنتی و آبیاری معمول محلی را نمیخواهند تغییردهند بایدادارات مهندسی زراعی با همکاری سایر ادارات وزارت کشاورزی در هر منطقه بهترین روشن آبیاری را برحسب نوع زراعت تعیین و بوسیله مروجین و سپاهیان ترویج و آبادانی به زارعین تفهیم وتعلیم نمایند وباایجاد مزارع آزمایشی و نمایشی متدهای جدید را بزارعین نشان دهند .

۸ ـ ۱ ـ ۱ ـ تغییرمتدهای آبیاری

دراغلب موارد روش آبیاری به پیروی ازکشاورزی سنتی معمول استواغلب کشاورزان خیال میکنندکههرچه بیشتر آب بدهند محصول بیشتر بدست میآورند در صورتی که آبیاری زیادتر از احتیاج علاوه بر تلفات آب وپرداخت آب بهای اضافی بعلت نفوذ عمقی مواد مغذیراازدسترس ریشه نبات خارج می کندوآبیاری کمترازمیزان تبخیروتعریق ازمقدارمحصول میکاهد .

پیداکردن میزان Optimum آب مورد نیازدر مزرعه باراندمان قابل قبول چه از راه محاسبه وچه در مزارع آزمایشی ونمایشی آسان است ولی بکاربردن آن بمقیاس بزرگ در سطح منطقه وتفهیم و تعلیم آن بزارعین که مستلزم تغییر متدهای آبیاری است بسیار مشکل ومستلزم وقت وهزینه زیاد است . هرچند در سالهای اخیر با تأسیس شرکتهای تعاونی وشرکتها سهامی زراعی وشرکتهای کشت وصنعت وبکار بردن ماشین‌آلات سنگین در کشاورزی در قطعات بزرگو تسطیح و قطعه بندی صحیح‌اراضی بکاربردن متدهای جدیدآبیاری عمل گردیده است ولی تاکنون تمام این فعالیتها در مساحت محدودی که از ۵ درصد سطح آبیاری شده کشور تجاوزنمیکند پیاده نشده است .

پس‌از اجرای قانون اصلاحات ارضی وتقسیم زمین بین زارعین که با اصول همان کشاورزی سنتی عملی شده است وقطعات کوچك ومتفرق یعنی همان نسق سابق دراختیار زارعین گذاشته شده امکان بکاربردن ماشین‌آلات سنگین وتسطیح ارضی وتغییر متدهای آبیاری بدون یکپارچه کردن قطعات کوچك میسرنیست واجرای قانون جدید یکپارچه کردن اراضی وتشکیل قطبها مستلزم زمان وسرمایه زیاد است .

امید است این مشکل با تشکیل شرکتهای تعاونی تولید وشرکتهای سهامی زراعی وشرکتهای کشت وصنعت و اجرا نمودن آن درتمام سطح کشور رفع شود .

۸ ـ ۱ ـ ۲ـ اصلاح وبهبود وضع وقطعات آبیاری

تغییر متدهای آبیاری مستلزم اصلاح وبهبود وضع قطعات آبیاری است قطعات فعلی با پیـروی ازکشاورزی سنتی‌که اغلب با وسائل دستی یاادامی تسطیح‌شده بسیارکوچك ونامنظم است وبکاربردن ماشین‌آلات سنگین دراین‌قطعات میسرنیست وپیاده نمودن قطعات آبیاری درقطعات زراعی فعلی بسیار مشکل است وباید برای بالابردن راندمان‌آبیاری باتوجه به متدهای جدید آبیاری درقطعه‌بندی اراضی تجدید نظر شود وبا درنظرگرفتن وضعیت توپوگرافی زمین‌قطعات را باید طوری طرح‌کنیم که حداقل عملیات خاکبرداری وخاکریزی برای تسطیح اراضی لازم باشد ودرعمل قطعه‌بندی Parcelment یا Lotissement و تجدید نظر در حـدود اراضی Remembrement یا Reparcelment بمنظور اصلاح وبهبود وضع قطعات آبیاری باید اجرا شود .

۸ـ۲ـ جلوگیری از انتقال

بطوریکه ذکر شد عمده‌ترین تلفات‌آب درایران تلفات انتقال است مخصوصاً درموقع انشعاب انهار رودخانه که درمخروط افکنه قابل نفوذ واقع میشود مقدار قابل توجهی ازآب ازمحل انشعاب تا محـل مصرف کم میشودگرچه بعضی‌از متخصصین آبهای زیر زمینی این تلفات را برای تغذیه سفره‌های آبهای زیر زمینی مفید میدانند ولی از نظر اقتصادی نادیده گرفتن این تلفات قابل قبول نیست بدلیل اینکه ازدست دادن‌آب جاری درنهرکه بلندترین نقطه‌اراضی

زراعتی سوار میشود وبدست آوردن آن پس‌از نفوذ وجمع شدن درسفره زیرزمینی باپمپاژ ازچاههای عمیق ونیمه عمیق مستلزم هزینه‌گزافی است .

تغذیه سفره آب زیرزمینی بوسیله سیلابها وتزریق درچاهها یا پخش‌سیلابها مبحث قابل‌توجهی است ویکی از طرق جلوگیری ازتلفات آب سیلابهاست‌که لازم است دراینجا ذکر بشود ولی جلوگیری ازتلفات آب درانهار اساسی‌ترین و مؤثرترین راه‌حل برای بالابردن راندمان انتقال است. ذیلا باختصار طرق جلوگیری از تلفات انتقال ذکر میشود .

۸-۲-۱- تغییر مسیر انهار

این طریقه بیشتر درمورد انهارآب‌آور میسر است ولی بطوریکه گفته شد قبل‌از تعیین مسیر قطعی انهار بمدد وسائلی ازقبیل پرمیوتر Permeometer یا نفوذ سنج Seepagemeter ویا باحفرچاه‌گمانه در نقاط مختلف مسیر انهار قابلیت نفوذ وسایر مشخصات مسیررا معین مینمائیم . درصورتیکه تمام مسیرها قابل نفوذ باشد میتوان با انتقال متدهای دیگر ازقبیل بکاربردن لوله‌های تحت فشار وباپوشش، انهار را باهم مقایسه نمود وراه حلی‌که‌از نظر فنی و اقتصادی بهتر باشد بدست آورد .

۸ - ۲-۲- بکاربردن لوله‌های تحت فشار

درصورتیکه اختلاف ارتفاع اجازه بدهد آبرا ازمنشاء تا محل مصرف حتی شبکه توزیع را با لوله‌های تحت فشار میسازیم دراین طریقه تلفات انتقال بصفر میل میکند یعنی راندمان انتقال به‌صد درصد نزدیك میشود تنهااشکالیکه دراین طریقه هست گرانی تأسیسات وهزینه‌ها وسرمایه‌گذاری اولیه است هرچند دربعضی موارد تغییر مسیر باپوشش انهار نیزخیلی‌گران تمام میشود ولی بطوریکه میدانیم برای این قبیل سرمایه‌گذاریها ضوابطی وجود داردکه میتوان ازنظر اقتصادی آنرا تجزیه وتحلیل وتوجیه نمود .

لوله‌هائیکه برای انتقال‌آب بکار میروند انواع عمده زیر است :

الف - لوله‌های فلزی

درممالیکه خود تولیدکننده‌این‌قبیل لوله‌هاباشند معمول‌است هزینه‌لوله‌های فلزی نسبت‌بسایرلوله‌ها بسیارزیاد است مخصوصاً درمواقعیکه مراکزتولید لوله‌هاازمحل نصب خیلی زیاد باشدهزینه حمل‌ونقل بسایرهزینه‌ها اضافه‌میشود.

ب - لوله‌های بتنی

که خود انواع مختلف دارد ولی بطورکلی میتوان لوله‌های ارزان‌قیمت بتنی‌که مسلح نباشند برای فشارهای کم بکار برد Nojoint Pipe نحوه اجرای این‌نوع لوله‌گذاری بتنی‌که درمحل‌بدون درزساخته میشود بطوراتوماتیك وبا وسائل مکانیکی سنگین عملی میگردد .

ج - لوله‌های P. V. C.

پا معمول شدن محصولات پتروشیمی درصنعت لوله‌سازی کارخانجات مختلف ازمواد پلی‌اتیلن و ترکیب‌آن با مواد دیگرلوله‌های پلاستیکی باابعاد مختلف ساخته‌اند و ببازار عرضه نموده‌اندکه دارای محسنات زیاد است باستثنای قیمت زیاد این‌قبیل فرآورده‌های نفتی مزایای لوله‌های پلاستیکی بشرح زیراست :

سبکی وقابل حمل‌بودن آن دونوع ازآن لوله‌ها بنام Dakata کـه بوسیله شرکت ژاپنی عرضـه شده حتی لوله‌های شش‌اینچ را بطول ۳۰۰متر روی قرقره حمل مینمایند .

مزیت دیگر این‌قبیل لوله‌ها سرعت نصب‌آن بعلت طولانی بودن قطعات آنست .

د - لوله‌های ایرانیت

شکل لوله‌های ایرانیت علاوه‌برگرانی شکننده بودن‌آن‌هاوکوتاهی قطعات آنست‌بعلاوه‌محدودیت قطرآنستکه بکاربردن آنها را درمزارع محدود نموده است .

۸-۲-۳- پوشش انهار

اگر دوطریق مذکور درفوق یعنی تغییر مسیر ویا استفاده ازلوله‌های تحت فشار میسرنباشد برای جلوگیری

ازتلفات انتقال آب ناگزیر ازپوشش انهار هستیم .

پوشش انهار علاوه برجلوگیری ازتلفات بعلت کاهش ضریب زبری جدارو افزایش سرعت باعث صرفه‌جوئی درعملیات خاکبرداری دراثر تقلیل مقطع نهرمیشود .

برای پوشش انهار باید حتی‌المقدور ازمصالح محلی استفاده نمود و از پیشنهاد پوششهای گران قیمت که مستلزم حمل‌ونقل مواد ومصالح ازراه دور وهزینه زیاد است خودداری گردد .

پوشش باخاك که عملی‌ترین‌پوششهاست ازقدیم‌الایام درایران مرسوم‌بوده وپوشش باغشا رسوبی‌هم معمول‌است.

۸ـ ۳ـ انواع پوشش انهار

پوشش انهار بسیار متنوع وذیلا فهرست واركاتگوریهای انواع آن ذکر میشود :

الف ـ پوشش با مواد خاکی

ب ـ پوشش بامواد پلاستیکی

ج ـ پوشش با مواد اسفالتی

د ـ پوشش بتنی

ه ـ پوشش با سنگ

و ـ پوشش باقطعات پیش ساخته

که‌شرح‌هریك ازآنها مستلزم ساعتها وقت است .

۸ ـ ۴ ـ هزینه پوشش انهار

بطوریکه قبلا ذکرشد اتخاذ تصمیم راجع به‌پوشش‌انهار باید قبل ازساختمان نهرباشدومشخصات کامل‌نهریعنی سرعت ومقطع وشیب وابعاد آن پیش از ساختمان‌باید روشن شود وبامقایسه واریانتهای مختلف باید آنچه مقرون بصرفه است علمی شود .

برای روشن شدن مطلب (جدول شماره ۵) ارائه میشود که هزینه هرمترمربع انواع‌پوشش نهرومشخصات آنرانشان میدهد وبرای چند نوع درایران که هنوز عملی نشده‌است تعیین قیمت میسر نگردید .

۹ ـ آبهای مهارشده فعلی

تا آخربرنامه چهارم باساختمان ۱۱ سد مخزنی در حدود ۱۵ میلیارد متر مکعب در سال آب رودخانه‌ها تنظیم شده وباساختمان چند سددیگر تاآخر برنامه ششم ۱۱ میلیارد مترمکعب درسال اضافه خواهد شد ولی ساختمان شبکه آبیاری وبسیج کامل همچنین آبهای مهارشده ۱۵ تا ۲۰ سال طول خواهد کشید .

گرچه لزوم تسریع در ساختمان شبکه‌های آبیاری وهم آهنگ نمودن آن با ساختمان سدهای مخزنی کاملا واضح است ومشکلات اجرای شبکه‌های آبیاری وزهکشی رانباید نادیده گرفت .

۱۰ ـ مصارف‌شهری وصنعتی

جمع مصارف شهری وصنعتی فعلا از ۴۵۵ میلیون مترمکعب درسال تجاوز نمی‌نماید وبا توسعه صنعت‌وتکمیل لوله‌کشی شهرها به‌یك میلیارد مترمکعب‌بالغ خواهد شد .

۱۱ ـ سیاستهای توسعه منابع آب

باتوجه بایکه منابع آب ایران محدود است وانتقال آب ازراههای دورگران تمام میشود و شیرین کردن آب شور دریا در موارد استثنائی و اجباری‌برای مصارف آب آشامیدنی وصنعتی قابل توصیه است برای حداکثراستفاده از منابع آب باید سیاستهای زیراعمال گردد :

ـ حداکثر صرفه جوئی درمصارف‌آب شهری وصنعتی

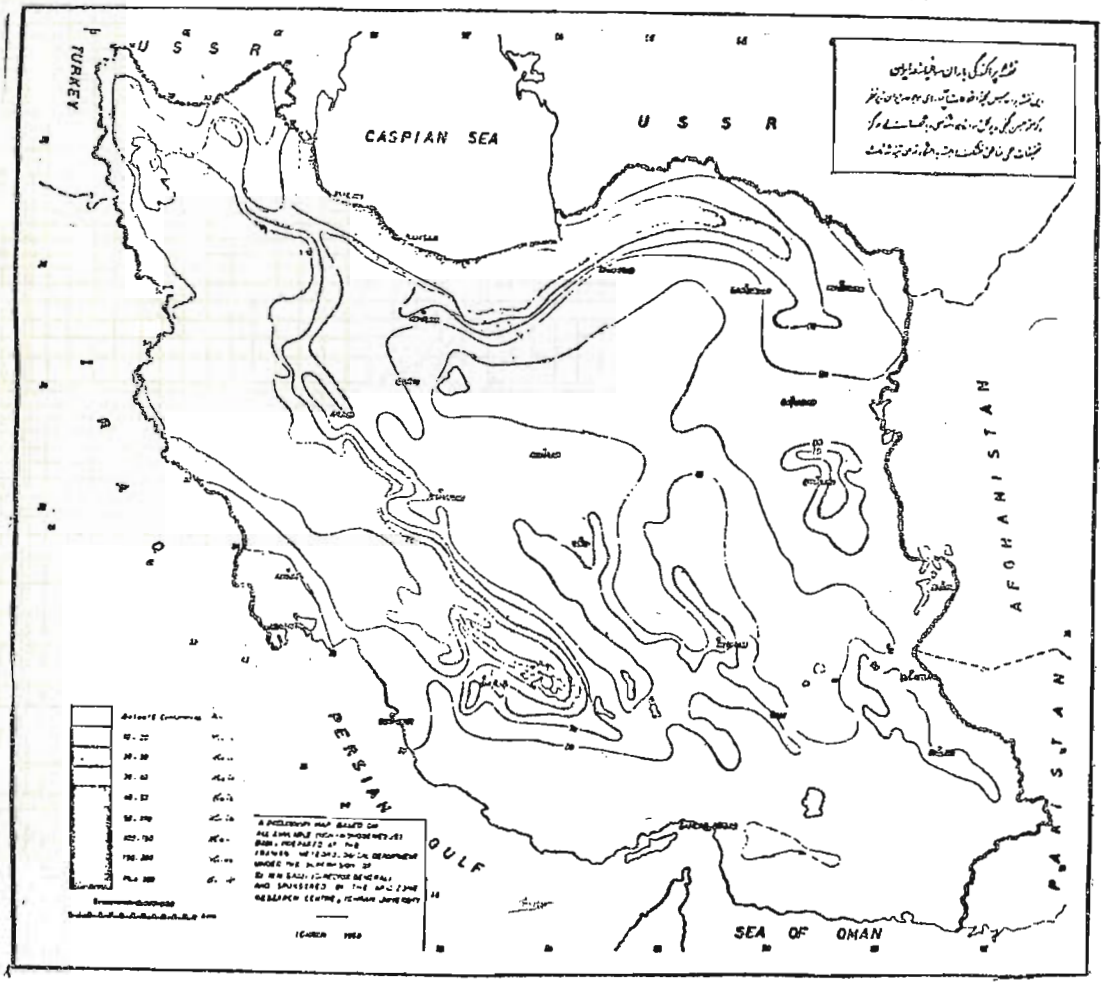
ـ استفاده مجدد از فاضلاب شهرها وصنایع باتصفیه لازم برای امکان بکار بردن آن در کشاورزی

ـ جلوگیری از تلفات انتقال آب‌ومزرعه برای بالابردن بازده آبیاری وتوسعه سطح" کشت آبی

ـ حداکثر استفاده از منابع آبهای زیرزمینی موجود وتقویت آن باتزریق سیلابها در سفره‌های‌آبده

ـ تلفین مصارف آبهای سطحی وزیر زمینی برای تأمین کمبود آب در فصول کم آبی
ـ مهار کردن آب سیلابها باساختمان سدهای کوچك مخزنی (آب بندانها)
ـ انتقال آب ازحوزه‌های پرآب به داخل فلات ایران وحوزه‌های کم آب
ـ شیرین کردن آب شور دریا وآبهای شور بمنظورتامین آب آشامیدنی وصنعتی درمناطقی که منبع دیگری نباشد.
ـ اعمال مدیریت صحیح ونظارت درمصارف منابع آبهای موجود کشور بااجرای قانون ملی کردن منابع آب کشور

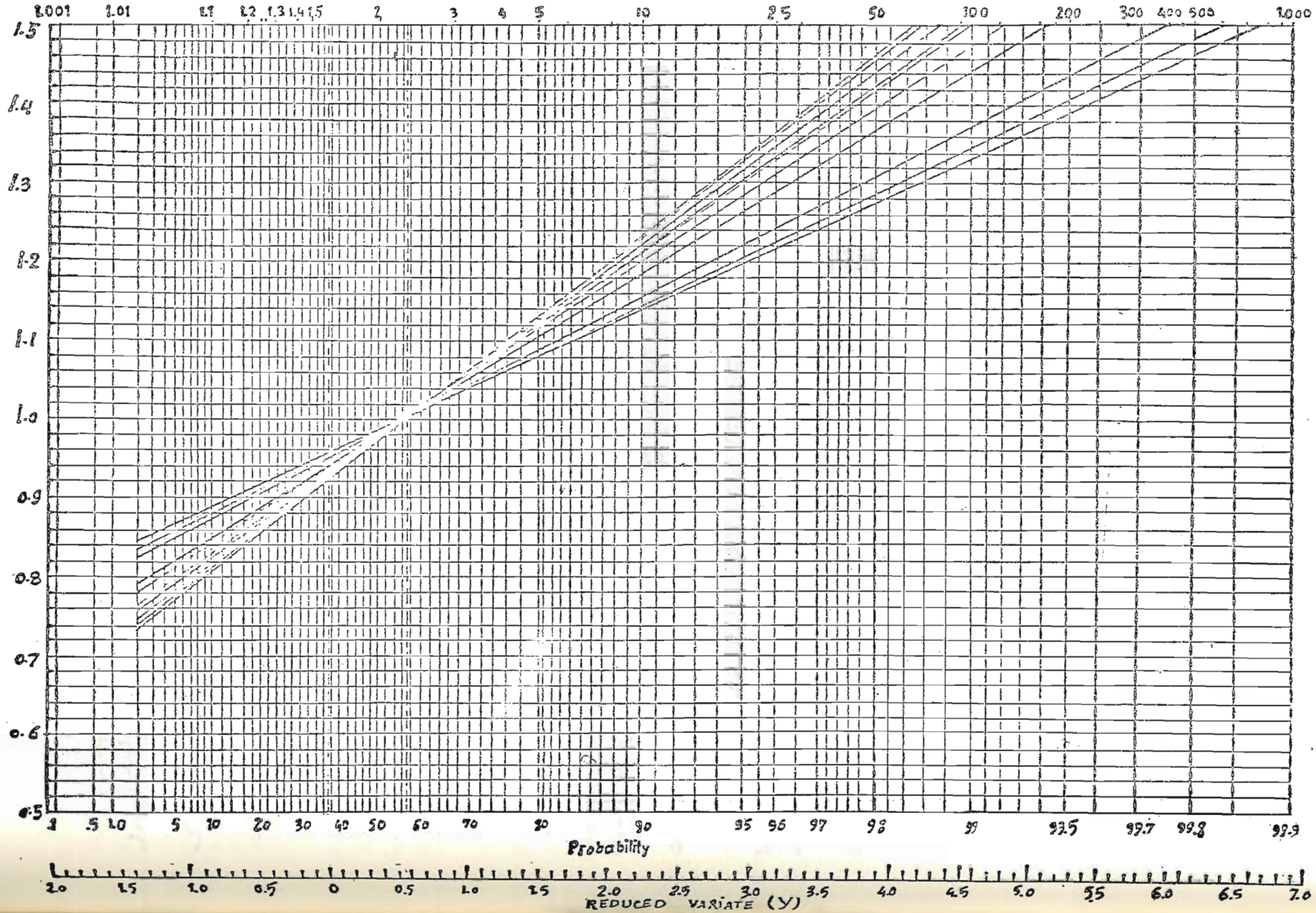
AVERAGE ANNUAL PRECIPITATION IN IRAN



نقشه شماره ۱

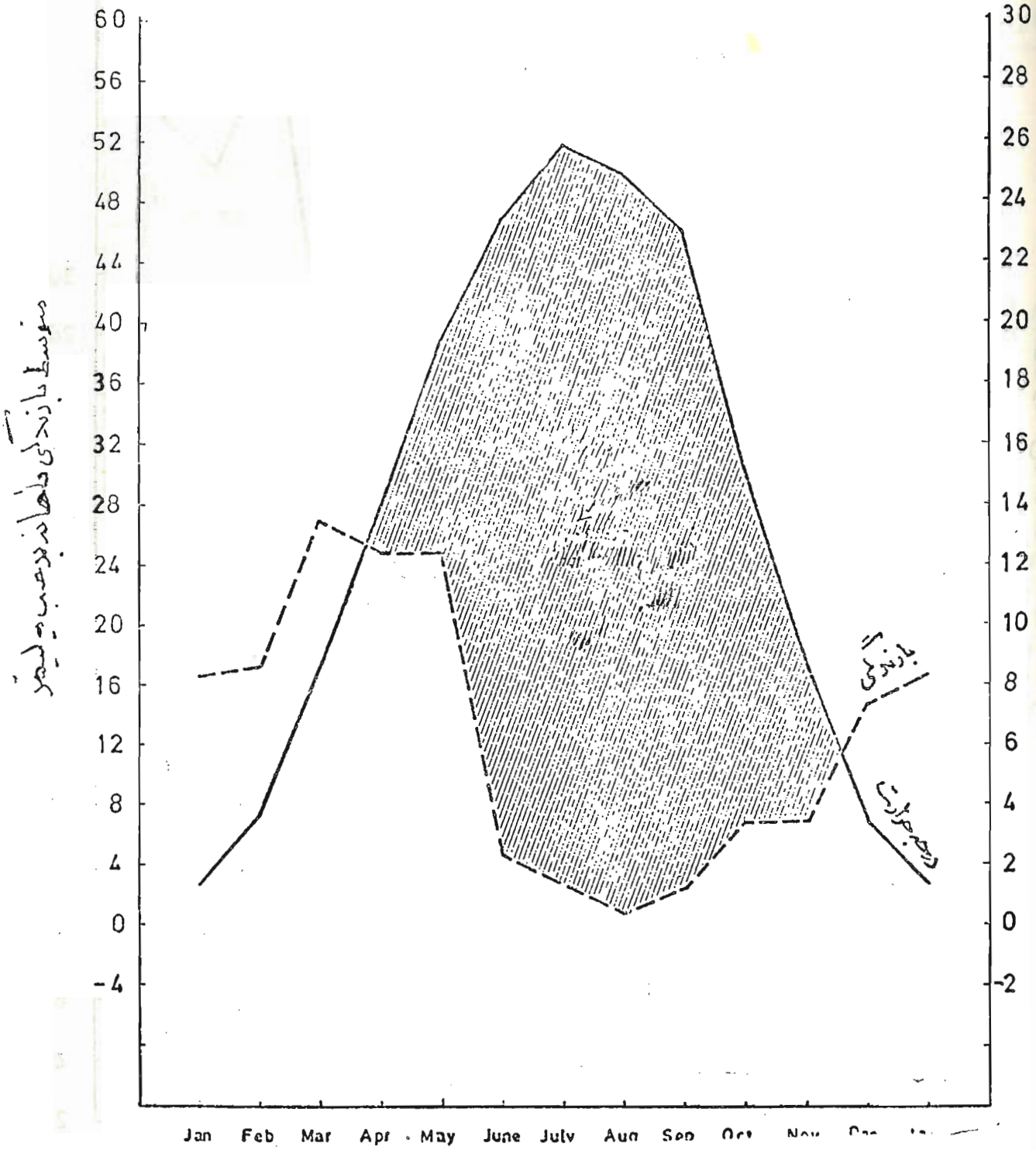
پراکندگی باران سالانـــه درایران

EXTREME PROBABILITY PAPER

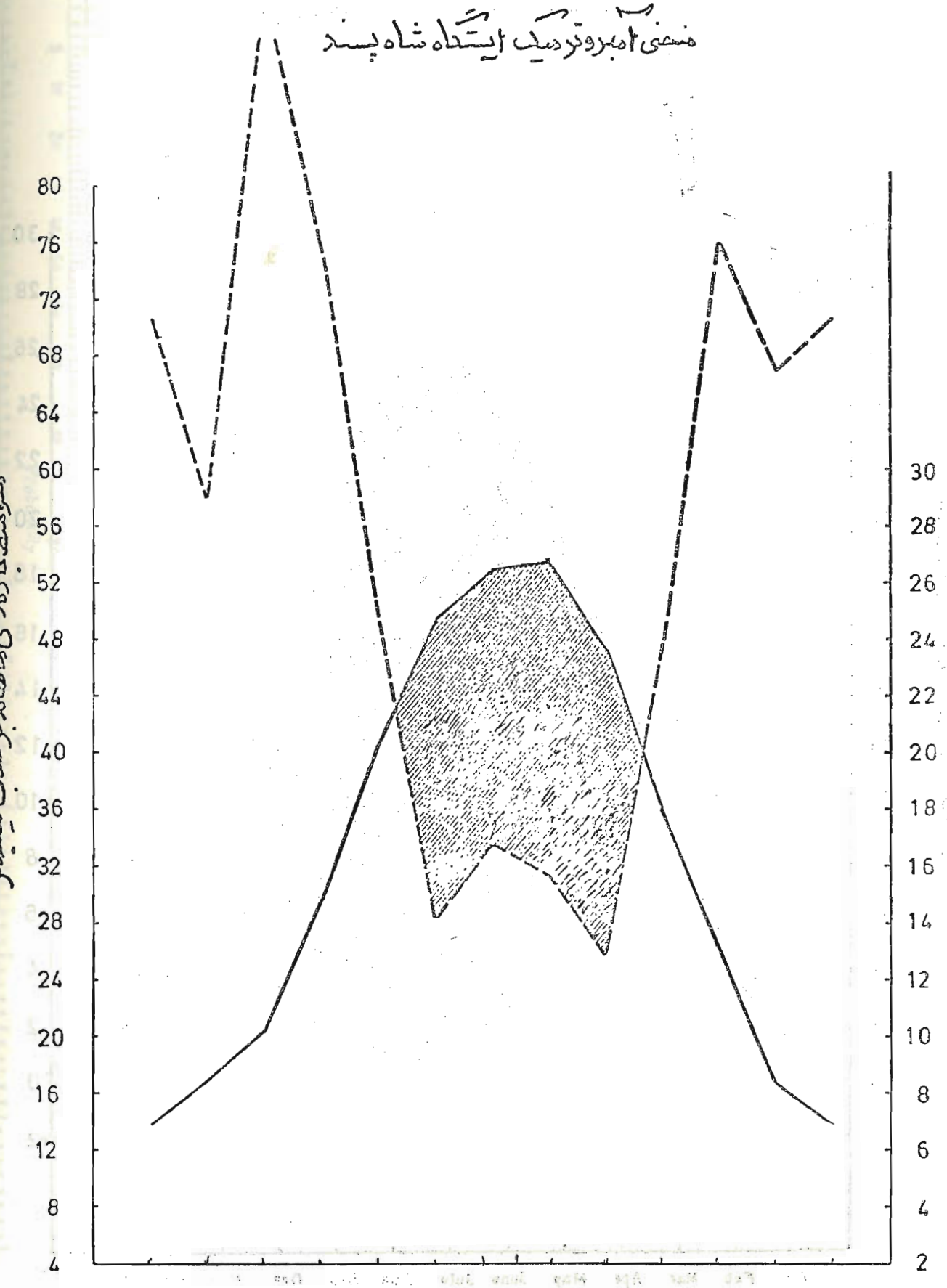


گراف شماره ۲

منحنی آمبروترمیک ایستگاه شاهرود

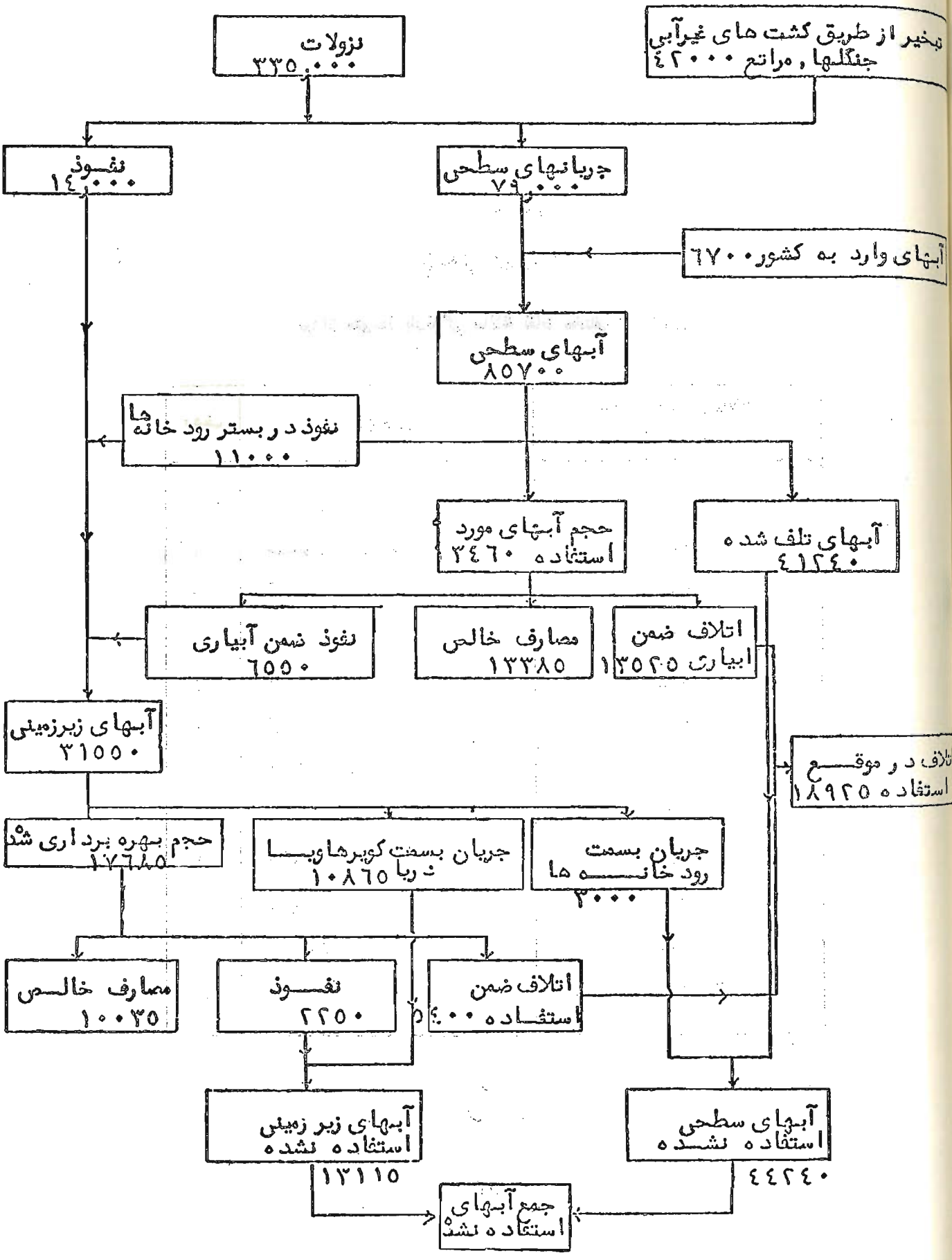


گراف شماره ۳


منحنی امبروترمیک ایستگاه شاه پسند
متوسط بارندگی ماهانه برحسب میلیمتر
متوسط درجه حرارت ماهانه برحسب سانتیگراد
80
76
72
68
64
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2

گراف شماره ٤

بیلان آب کشور (ارقـــــام به میلیون متر مکعب در سال)



جدول شماره ۱

میزان متوسط بارندگی سالانه نقاط مختلف کره زمین

ردیف	نام محل	میزان بارندگی سالانه به میلیمتر
۱	کره زمین	۸۶۰
۲	خشکیهای کره زمین	۶۶۰
۳	آمریکای جنوبی	۱۳۵۰
۴	آفریقا	۷۱۰
۵	آسیا	۶۴۵
۶	اروپا	۶۲۰
۷	آمریکای شمالی	۶۰۰
۸	استرالیا	۴۶۰
۹	مالایا	۲۵۴۰
۱۰	ژاپن	۱۶۰۰
۱۱	افغانستان	۵۸۰
۱۲	ایران	۲۰۰

جدول شماره ۲

میزان تلفات درمحیط خیس شده انهار

ردیف	جنس بستر نهر	تلفات آب برحسب مترمکعب درمترمربع در ۲۴ ساعت
۱	رس لیمونی غیر قابل نفوذ	۰/۰۷۶ تا ۰/۱۰۷
۲	رس لیمونی متوسط	۰/۱۰۷ » ۰/۱۵۲
۳	رس لیمونی معمولی	۰/۱۵۲ » ۰/۲۲۸
۴	رس روشنی وکنگلومرا	۰/۲۲۸
۵	شنی روس	۰/۳۰۵ » ۰/۴۵۷
۶	شنی	۰/۴۵۷ » ۰/۵۳۳
۷	آبرفتی (مخلوط شن وماسه)	۰/۶۰۹ » ۰/۷۶۲
۸	شنی متخلخل	۰/۷۶۲ » ۰/۹۱۴
۹	شنی باقابلیت نفوذ زیاد	۰/۹۱۴ » ۱/۸۲۹

جدول شماره ۳

نحوه استفاده از اراضی ایران درآغاز برنامه عمرانی چهارم کشور

نوع اراضی	مساحت هزار هکتار	درصد
کل اراضی	۱۶۴۸۰۰	۱۰۰
۱ ـ اراضی تحت کشت وآیش	۱۹۰۰۰	۱۱/۵
الف ـ اراضی تحت کشت سالانه ودائم	(۷۱۰۰)	(۴/۳)
اراضی تحت کشت آبی	(۳۱۵۰)	(۱/۹)
» » » دیم	(۳۹۵۰)	(۲/۴)
ب ـ اراضی تحت آیش موقت	(۱۱۹۰۰)	(۷/۲)
۲ ـ مراتع ومرغزارهای دائم (۲)	۱۰۰۰۰	۶/۱
۳ ـ جنگل و بیشه (۳)	۱۹۰۰۰	۱۱/۵
۴ ـ اراضی مزروعی (قابل عمران واحیا) (۴)	۳۱۰۰۰	۱۸/۸
۵ ـ اراضی غیرمزروعی (کوه-کویر-دریاچه-باطلاق)	۸۶۰۰۰	۵۲/۱

جدول شماره ۴

منابع آب زیرزمینی درحوزه‌ای آبریز مختلف کشور

نام حوزه آبریز	شماره حوزه	تعداد چاه عمیق	تعداد چاه کم عمق	تخلیه سالیانه چاهها میلیون متر مکعب	تعداد قنات	جمع تخلیه سالیانه قنوات میلیون متر مکعب	جمع تخلیه چاهها و قنوات میلیون متر مکعب
دریاچه رضائیه	۳	۴۰۰	۱۵۰۰	۲۷۰	۱۱۵۰	۳۳۰	۱۰۰
دریاچه حوض سلطان	۱ — ۴	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۲۳۱۴	۳۰۰۰	۱۶۸۶	۴۰۰۰
دشت کویر	۷ — ۴	۷۰۰	۶۵۰	۵۵۰	۱۹۰۰	۷۵۰	۱۳۰۰
حوزه نائین ـ کرمان	۶ — ۴	۶۰۰	۹۰۰	۶۰۰	۱۵۱۰	۴۰۰	۱۰۰۰
حوزه گاوخونی ـ سیرجان	۲ — ۴	۶۵۰	۱۶۵۰	۶۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰	۱۰۰۰
جازموریان	۴ — ۴	۲۵۰	۲۵۰	۱۴۴	۲۷۵	۱۰۶	۲۵۰
مهارلو وبختگان	۳ — ۴	۱۶۵	۳۰۰۰	۴۳۰	۳۵۳	۳۲۰	۷۵۰
حوزه کشف رود	۶	۱۵۰۰	۲۰۰	۸۹۰	۴۵۰	۲۱۰	۱۱۰۰
بلوچستان ومشرق ایران	۵	۵۰	۱۰۰	۳۵	۳۵۰	۹۵	۱۳۰
دشت لوت	۱ — ۴	۷۰	۱۰۰	۱۳۴	۳۱۵	۴۶۶	۶۰۰
دریای خزر	۱	۳۲۰۰ (۲۰۰ حلقه آرتزین)	۷۰۰۰	۱۰۰۰	۱۳۰۰	۴۰۰	۱۴۰۰
کرخه وکارون	۱ — ۲	۱۷۵	۱۲۰۰	۱۶۵	۹۶۸	۳۸۵	۵۵۰
خلیج فارس	۲ — ۲	۱۷۰	۳۰۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۱۵۰	۵۵۰
میناب وبندر عباس		۱۰	۱۰۰۰	۵۰	۲	—	۵۰
بحر عمان		—	۱۰۵	۲۰	۸۰	۵۰	۳۵
	جمع کل	۱۰۹۴۰	۲۴۶۵۵	۷۶۰۲	۱۲۹۰۳	۵۷۱۳	۱۳۳۱۵

برنامه کاهش تدریجی شوری آب رودخانه کولورادو

از نشریه ژوئیه ۱۹۷۵ مجمع بین‌المللی منابع آب

ترجمه : مؤسسه بررسیها و آزمایشگاههای منابع آب

دنیا باعلاقه‌ای فراوان به برنامه‌های عمرانی که در امتداد سفلای رودخانه کلرادو (مرز بین‌المللی امریکا-مکزیك) در شرف تکوین میباشد نظر دوخته است . ایالات متحده امریکا برنامه‌ای در منطقه برای بهبود کیفیت آب روخانه کلراد وکه طبق پیمان منعقده آب درسال ۱۹۴۴ بامکزیك ، بآن کشورتحویل میشود اجرا میکند که ضمن آن تسهیلاتی نیز جهت توزیع آبهای رودخانه‌های کلرادو ، تی جوانا وریو گرانده خواهد شد .

بموجب قانون کنترل شوری آب حوزه رود خانه کلرادو (قانون عمومی ۲۲۰ - ۹۳) هزینه اجرای برنامه مزبور ۱۵۵/۵ میلیون دلار برآورد وشامل احداث بزرگترین واحد شیرین کردن آب در دنیا با قدرت بازدهی تقریباً یکصد میلیون گالن در روز ویابیش از ۱۲۵ میلیون متر مکعب در سال میباشد . واحد مزبور کیفیت زه‌آبهای مربوط به پروژه گیلا ناحیهٔ ولتون موهاوك جنوب غربی آریزونا را بهبود بخشیده قسمت اعظمی از آن را برای انحراف بسوی محل سدمورلس مکزیك به کلراد وبر میگرداند . اجرای پروژه مزبور جهت حل نهائی وقطعی مسئله‌ای چون کیفیت آب که سالیان زیادی توجه دوکشور بدان معطوف بوده میتواند برای دوستی وتفاهم دوجانبه کوششی عظیم بشمار آورده شود .

مشکل کیفیت آب در حوزه رود کلراد و بدون شك از سالیان پیش وجود داشته است . متحملا در زمانیکه کاشف اسپانیولی هرناندودالارکن رودخانه را بسال ۱۵۴۰ کشف نمود وبکاوش وجستجو در سواحل پست آن پرداخت بواقعیت وجود املاح کانی درجریانهای طبیعی آن پی‌برده است . سرگرد جان وسلی پاول در نخستین سفر تاریخی خویش برود خانه درامتداد گراند کنین بسال ۱۸۶۹ موفق بکشف منابع زیادکانی طبیعی شور گردید که با اکتشافات بعدی موجودیت آنها مورد تأیید قرار گرفت . رود کلراد واز منطقه مرتفع Rockey Mountains واقع در ایالت کلراد وسر چشمه گرفته ودر مسیرطولانی ۱۴۰۰ مایلی (۲۲۴۰ کیلومتری) خود بسمت جنوب‌غربی جریان مییابد . بسبب بهره برداری ومصرف کامل آب آن توسط دوکشور امریکا ومکزیك بندرت مازادی برای آن باقی میماند تا بخلیج کالیفرنیا بریزد . رود مزبور بصورت جویباری کوچك از کوههای مرتفع سر چشمه گرفته و باپیوستن شعباتی چند به آن تشکیل رودخانه عظیمی را میدهد ودر مسیر فرساینده خود جمعاً ارتفاع بسترش بمیزان ۱۴۰۰۰ فوت (۲/۵ مایل یاچهارکیلومتر) کاهش مییابد تاهم سطح دریا گردد .

رودکلرادودرمسیرطولانی‌خود پس ازطی پنج منطقه جنگلی وارتفاعات پوشیده از برف وگذشتن از دره‌های بسیار عمیق به دره‌ها وبیابانهای خشك وبی آب وعلف منتهی میگردد . زمانیکه کاشفین اولیه رودکلرادو را مشاهده کردند رودخانهٔ گل آلودی بیش نبود ولی امروز آب رودخانه در بیشتر مسیر خود تمیز و عاری از تیرگی است . در آنزمان بسبب سیلابهای بهاری که حاصل ذوب برف کوههای Rocky Mountains بود طغیان میکرد و در پائیز وزمستان بنابه مقتضیات فصلی دبی رودخانه بمقادیر مختصر محدود میگشت ولی امروز در سر تا سر سال و تمام طول مسیرش تحت کنترل قرار گرفته است . سابقاً محتوی آب آن نمك طبیعی و مواد جامدحل شده بود ولی امروز شامل مواد طبیعی وفضولات انسان (وواحدهای صنعتی) است . با مهاجرت انسان واستقراروی در حوزه

رود کلراد وبتدریج وبه مرورزمان به‌توسعه وعمران منطقه‌همت گماشته شد . اکنون بااحداث سدهای عمرانی‌جریانهای سیلابی رودخانه مهارگشته و با ذخیره ساختن آن برای آبیاری مزارع ، خدمات شهری و صنعتی و تولید انرژی هیدروالکتریکی‌وتأمین‌احتیاجات پارکهای‌تفریحی ، پرورش ماهی و و حوش استفاده و بهره برداری میشود . تقریباً سیزده میلیون نفری که اکنون در این حوزه زندگی میکنند بگونه‌ها ودرجات مختلف بآن بستگی دارند .

نظربااین‌واقعیت محتمل که رود خانه روزی نتواند پاسخگوی احتیاجات آب حوزه خود باشد در سال ۱۹۲۲ نمایندگان هفت ایالت حوزه رودخانه کلراد ومشتمل‌از یالتهای وایومینگ ، یوتا کلرادو ، آریزونا ، نوادا کالیفرنیا ونیومکزیکودرسانتافه نیومکزیك تشکیل جلسه داده و تصمیمات متخذه این‌نشست رابصورت قراردادوموافقتنامه تنظیم نمودند . موافقتنامه مذکور در زمینه تخصیص وواگذاری جریان آب رودخانه بین قسمتهای بالا وپائین حوزه تنظیم شده است . در سال ۱۹۴۴ ایالات متحده ضمن عقد قرار داد با مکزیك موافقت نمود که سالانه ۱۸۵۰ میلون مترمکعب آب را از طریق مرزبین‌المللی در اختیار مکزیك قراردهد . ازجمله قوانین وقرار دادهای ناظربراجرای استفاده وبهره برداری از آبهای کلراد و ـ . قرار داد رودخانه کلراد و ، پیمان منعقده بامکزیك ، تصویبنامه‌دیوان عالی کشور ایالات متحده درآریزونا فصل پنجم قانون کالیفرنیا مورخ ۱۹۶۴ وتعداد بیشمار دیگر اسناد معروف به قانون رودخانه میباشد . درسال ۱۹۲۲ هنگامیکه مفاد قرار داد مورد مذاکره بود متوسط مقدار آب رودکلراد و در حدود ۲۲۲۰۰۰ میلیون‌مترمکعب براساس آمار سالهای ۱۹۰۳تا ۱۹۲۱ثبت گردیده است . اکنون متوسط‌دست‌نخورده مقدار آب آن ۱۸۵۰۰ میلیون‌مترمکعب میباشد .

بنابراین اگر میانگین جریان دست نخورده‌وبکر از سال ۱۹۲۲ همانطوریکه در حال حاضر نیز هست‌باقی بماند ، تازمانیکه پروژه بحدکامل توسعه خود برسد که باحتمال یقین پایان قرن اخیر میباشد قرار داد وپیمان عملا آب بیشتری ازرودخانه رابه مکزیك اختصاص داده است . گذشته از این‌رودخانه‌کلرادو علاوه برذخیره‌آب مشکلات دیگری هم دارد . پیش‌از احداث سد هوور جریان رودخانه فوق‌العاده متغیر بود ودر مواقع خانه کلرادو سالها است طغیانی سراسر جلگه راسیل فرامیگرفت وزمانی دیگر مقدار آب آن اندك ومختصر بود .

درفصل بهارحجم‌جریانهای سیلابی بیش از حد واحتیاج مصرف کننده بود حال‌آنکه‌دراواخر تابستان و پائیز بهره‌برداری‌منحصراً به‌جریان‌خروجی‌آب شورچشمه‌هامحدودمیگردید. چشمه‌ها به‌سبب ترکیبات معدنی تقریباً غیر قابل استفاده بود. درزمانیکه از سد هوور بهره‌برداری‌آغاز گردید یکی ازفوائد چند منظورهٔ آن ذخیره قسمتی ازآب‌شیرین خزوجی از چشمه‌ها ورهاکردن‌آنها در اواخر تابستان و پائیز بود. همزمان با توسعه وگسترش حوزه رودکلراد ودو مسئله موجب افزایش دائمی تمرکز املاح‌گردید. نخست اینکه مصرف مفیدآب واحدها و تشکیلات زراعی، شهری و صنعتی‌که ازآب مخلوط باملاح استفاده‌کرده. فاضلاب شورآنرا مجدداً بشبکه رودخانه برمیگردانـدند. دوم‌فعالیتهای حاصل ازآبیاری و شستشوی اراضی شور وبرگشت املاح به رودخانه بمقادیر بیشترکه از سالم سازی اراضی ناشی می گردید. تغییرات کیفیت‌آب‌رودخانه خیلی پیش ازسال۱۹۰۳ مورد توجه قرارگرفته برد و هفت ایالت واقع درحوزه‌رود که با چنین مشکلی روبرو و دست بگریبان هستند.

نتایج و اثرات حاصل از شوری ، بسیار زیان آور بوده و طبق‌آمار برآوردی سال ۱۹۷۳که از بـررسی سراسر طول ۲۲۴۰ کیلومتری رودخانه بدست آمده زیان ناشی ازکیفیت نامطلوب‌آب‌بالغ‌بر۵۳ میلیون دلار شده است درسال ۲۰۰۰ درصورتیکه استفاده از منابع آب ادامه یافته و اقداماتی نیز درزمینه کاهش تراکم املاح معمول نگردد مقداراین زیان حدود ۱۲۴ میلیون دلار در سال خواهد رسید.

سطح تمرکز املاح رودخانه کلراد و در حال حاضر در بالا دست سد از ۵۰ قسمت در میلیون PPm ۵۰ به P.P/m ۸۵ در محل سد امپریال در نزدیکی یوما Yuma، در ایالت‌آریـزونا متغیر است. درصـورتیکه هیـچ اقدامی در زمینه‌کنترل شوری‌آب دربالادست رودخانه بعمل نیاید تا سال ۲۰۰۰ تمرکز باقیمانده خشك در محل سد امپریال به بیش از P. P/m ۱۳۰۰ خواهد رسید و با سیلابهای فصلی از این مقدار نیز بیشتر خواهد شد.لذابدیهی است‌که انسان با استفاده و بهره برداری دائم از رودخانه و برگشت املاح حاصل ازآبیاری و شستشوی اراضی‌شوردر آلودگی و غیر قابل استفاده شدن‌آن مشارکت مینماید. بهره برداری ازآب برای مصارف شهری وصنعتی خود بگونه‌ای چون تبخیر مخازن و انحراف‌آبهای نسبتاً شور ازحوزه طبیعی رودخانه موجب افزایش شوری میگردد.

عوامل طبیعی شوری گنبدهای نمك ، چشمه‌ها، آب فشانها وگازهای خروجی هستندکه بطورمداوم‌مقادیر

معتنابهی نمك وارد جریان آب رودخانه میکنند. بند دوم قانون کنترل شوری حوزه رودخانه کلرادو برای کاهش شوری ناشی ازکانیهای فوق و آندسته ازعواملیکه توسط تأسیسات و تشکیلات بالا دست رود امپریال میآید برنامههائی برای آینده پیش بینی کرده است.

مکزیك بدون پرداخت هزینه ازمزایای بالا دست سد هوورو تاسیسات عمرانی حوزه کلرادوکه ایالات متحده آنرا جهت عمران و توسعه منطقه احداث نموده است بهره برداری میکرد ولی این بهره گیری بدون کنترل ومهار و ذخیرهسازی آب محدود بفصل بهار میگردید واین کشور درسالهای کم آبی از هیچ ضمانتی برخوردار نبود . درسال ۱۹۶۱ دوموضوع موجب بهم خوردن کیفیت آب در مرز بین دوکشور گردید ابتدا باشروع برنامه عمران و نوسازی همانطوریکه درسال ۱۹۴۴ انتظار میرفت وپیش بینی نیز شده بود ذخیره آب در دریاچه پاول درپشت سد Glen Canyon آغاز گردید وجریان رودخانه درمرز بین المللی دوکشور بمقدار تخصیص داده درپیمان کاهش یافت . دوم اینکه ، درهمان زمان ، شبکه آبیاری و زهکشی Wellton Mohawk شروع به پمپاژ آب بسیار شور سفرههای زیر زمینی وانتقال آب به رودکلراد ونمود . جریان رودخانه نیز چندان کافی نبودکه بتواند موجبات امتزاج پس ـ مانده وآب برگشتی شبکه را به کیفیتهای مطلوب فراهم آورد . درآغاز آب زهکشی تمرکز املاح درحدود PP/m ۶۰۰۰ داشت وهمین امر موجب میگردیدکه میزان شوری آب ورودی بخاك مکزیك از P.P.m ۸۰۰ نمك به تقریباً P.P.m ۱۵۰۰ برسد .

درنهم نوامبر سال ۱۹۶۱ کشور مکزیك طی یادداشتی رسمی اعتراض نمودکه . . . . تحویل آبیکه برای اجرای مقاصد مندرج درپیمان زیان آور باشد نقض پیمان تلقی خواهد شد ، یعنی هرگونه آلوده کردن آبهای بین ـ المللی توسط هرکشور طرف قراردادکه موجبات خسارت زیان طرف دیگر را فراهم سازد طبق قانون کاری خلاف بحساب میآید . مکزیك نیز ازآن تاریخ اقدام باقامهٔ این دعوای حقوقی نمود . درپیمان مکزیك تصریح شده است که سهم آن کشور ازآب رودخانه ۱۸۵۰ میلیون مترمکعب میباشد لیکن کیفیت آن تصریح نشده است. قرارداد مزبورضمن تلفیق حقوق طرفین استفادهٔ کامل ومطلوب ازآب رودخانه کلرادو را تشریح مینماید . مقداد یاکمیت برطبق قرارداد تنظیمی عبارت است ازآبهای کلرادو از هر منبع یا منابعی صرفنظر از سرچشمه آنها با وجود این، ایالات متحده صمیمانه موضوع مزبور را مورد بررسی قرارداده و جهت کاهش شوری آبهای تحویلی بمکزیك اقدام مقتضی معمول داشته است .

درسال ۱۹۶۵ هردو دولت طبق پیش نویس شمارهٔ ۲۱۸ کمیته آب برای بهبود آب تحویلی بمکزیك قرارداد پنج سالهای امضاکردند . بااجرای قانون کاهش شوری آب تحویلی بمکزیك در مواقع بحرانی، اقداماتی درزمینهٔ احداث چاههای فاضلاب وپمپاژ آنها معمول گردید . علاوه براین ، ایالات متحده سالانه ۶۱/۷ میلیون متر مکعب ازآب بالای سد امپریال را جهت جایگزین ساختن زه آب پائین دست سد مورلس تخصیص داد .

بااجرای مفاد پیش نویس قرارداد ۲۱۸وتوسعهٔ تدریجی کیفیت آب دراثر اجرای پروژهٔ زهکشی Wellton Mohawk متوسط سالانه املاح آب ورودی بمکزیك تا پایان سال ۱۹۷۱ به P.P.m ۱۲۴۰ کاهش یافته است . قرارداد مزبور درسال ۱۹۷۰ منقضی وبمدت یکسال دیگر تمدید گردید . مذاکراتی درزمینهٔ اتخاذ راه حل قطعی و دائمی درجریان است. مسئله اساسی موجودکه ناشی از احداث شبکهٔ Wellton Mohawk میباشد تفاوت غلظت نمکی آب مصرف کنندگان پائین دست سد امپریال P.P.m ۸۵۰ وآب وارده بمرز شمالی مکزیك با درجه تمرکز املاح درحدود P.P.m ۱۲۴۰ میباشد .

درملاقات تاریخی اچی وریا رئیس جمهوری مکزیك با پرزیدنت نیکسون در دوم ژوئن ۱۹۷۲ در واشنگتن دی . سی ریاست جمهوری امریکا بهمیهمان خویش وعده دادکه نماینده ای رسمی جهت حل قطعی ودائمی مشکل شوری آب منصوب خواهد نمود . درچهاردهم ژوئیه ۱۹۷۲ مقامات رسمی دوکشور پیش نویس قرارداد جدیدی با شماره ۲۴۱ را درزمینهٔ بهبود آب رودخانه کلرادو که بمکزیك میرود امضا نمودند. نتایج حاصل ازقرارداد جدید متوسط مقدار سالانه غلظت وشوری آب را که درسال ۱۹۷۱ P.P.m ۱۲۴ بود به P.P.m ۱۰۰ تقلیل داد و بدینوسیله بار فوق العاده املاحی که حوزه Wellton Mohawk بوجود میآورد برطرف گردید .

دراوت ۱۹۷۲ پرزیدنت نیکسون هربرت برانل جنیور دادستان سابق امریکا را بنمایندگی خویش تعیین نمود . آقای برانل باهمکاری نمایندگان سابق ادارات ایالتی وکشوری، کمیته آب مهندسی ارتش، سازمان حفظ محیطزیست، مؤسسه‌علوم‌وتکنولوژی،اداره مدیریت وبودجه ومشاور رئیس جمهور درامور داخلی نقش میانجی و هیأت رفع اختلاف را بعهده داشتند. آقای برانل پیشنهادات خویش‌را درتاریخ ۲۸ دسامبر ۱۹۷۲ بریاست جمهوری تقدیم نمود . راه‌حل پیشنهادی برانل عبارت بود از احداث کارخانه یا واحد شیرین سازی آب توسط امریکا جهت برطرف ساختن قسمت اعظمی ازاملاح زهکش Wellton Mohawk درسی ام اوت ۱۹۷۳ پیشنهاداتی بضمیمه شرایط‌طرفین ازطرف سفیرکبیربرانل‌ووزیرامورخارجه مکزیك Licencido Emilio Rabaso ارائه وتوسط رؤسای‌جمهوری دوکشور بتصویب رسیده سپس بصورت پیش‌نویس شماره ۲۴۲ مرز بین‌المللی وکمیته‌آب ایالات امریکا ومکزیك تنظیم وبمرحله اجرا گذارده شد .

طبق پیش‌نویس مزبور ایالات متحده موافقت نمودکه ظرف تاریخ یکم ژانویه ۱۹۷۴ تااول ژوئیه همان‌سال بعداز تصویب اعتبار لازم توسط کنگره برای تأسیس واحدهای شیرین سازی حجمی معادل ۱۶۷۸ میلیون مترمکعب که متوسط‌تمرکزسالانهٔ املاح‌آن متجاوزاز P.P.m ۱۱۵ نباشد بااختلاف سالانه ۳۰٪ بیش از آبیکه از رودخانه کلرادو بمحل سد امپریال‌واردمیشود ، دربالاست سدمورلس به مکزیك تحویل نماید. بمنظور رفع این مشکل،ایالات متحده‌تازمانیکه واحد شیرین‌سازی قسمتی ازآب‌زهکشی Wellton Mohawk تاسیس نشده الزماً با جایگزین ساختن‌آب شیرین ازبهره‌برداری کلیه تاسیسات شبکه صرفنظر مینماید . ابتدا از ذخیره بالادست رود، آبی‌با کیفیت بهتر بجریان انداخته وبا اولین کانال ۷۸ کیلومتری زهکشی نشده Coachella درکالیفرنیای جنوبی وکانال‌بتونی دیگر ترکیب مینماید . بااین اوصاف مکزیك درحال حاضر پیش‌ازآنکه واحد شیرین‌سازی بفعالیت بپردازد عملا از همان مقدار مقررآب برخوردار است .

انتظار میرودکه کانال جدیدالاحداث Coachella ازاتلاف ۱۶۳ میلیون مترمکعب‌آب که درحال حاضر بسبب تراوش ونفوذ دربستر ازبین میرود جلوگیری نماید . قانون کنترل شوری‌آب حوزه رودخانه‌کلرادو جهت‌رفع مسئله شوری به ایالات متحده اجازه میدهدکه بطور موقت مقداری‌آب معادل حجم‌آبیکه دراثرساختمان وترمیم‌زهکش کانال Coachella موضوع قرارداد شماره ۲۴۲ ذخیره میشود استفاده‌کند. دورهٔ‌موقت بمجرد اتمام ساختمان زهکش کانال Coachella شروع ودر نخستین سالیکه وزیرکشور اجازه بهره‌برداری آب رودخانه اصلی را به کالیفرنیا به مقادیر کمتر از احتیاج درموارد ذیل صادر خواهدکرد خاتمه میبابد . (۱) مؤسسات کالیفرنیائی مشمول بخش پنجم قانون پروژه Boulder Canyon (صورتجلسه ۱۰۵۷) . (۲) تامین حقابه‌های دولت فدرال در کالیفرنیا طبق تصویبنامه دیوانعالی کشور درآریزونا درمقابل کالیفرنیا (۳۴۰ - US - ۳۷۶) یعنی دولت فدرال ممکن است ازآب ذخیره شده خواه بصورت تحویل بمکزیك ویا بعوض آب قرض‌شده تازمانیکه کالیفرنیا بدان احتیاج داشته باشداستفاده وبهره‌برداری‌کند. قرداد مزبورکشورایالات متحده رامتعهد به‌ادامه ساختمان زهکش‌فرعی Wellton - Mohawk تا خط مرزی بین‌المللی آریزونا - سونورا Arizona- Sonora میسازد وازآنجا ببعد ادامه آن با سرمایه‌گذاری امریکا تا ۵۹ کیلومتری سانتاکلاراسلو Santa Clara Slough درمکزیك ونزدیکی خلیج کالیفرنیا ازوظائف‌کشور مکزیك میباشد. کانال مزبور آب شوررا ازکارخانه شیرین‌سازی‌که درنزدیکی Yuma است حمل‌کرده ودرزمانیکه واحد مذکور فعالیت نمیکند آب زهکشی اراضی شبکه Wellton - Mohawk را منتقل میکند. طول تمام زهکش ازدره Wellton Mohawk تاسانتا کلاراسلو ۲۱۰ کیلومتر میباشد. یکی دیگر از منظورهای پروژه حفاظت و تعدیل پمپاژ است. هریك ازکشورهای طرف قرارداد موافقت کرده‌اندکه درخاك خود وتا مرز پنج مایلی آریزونا - سونارا Arizona - Sonora درنزدیکی سن‌لوئی San Luis پمپاژآبهای زیرزمینی را به۱۹۷ میلیون مترمکعب درسال محدود سازند. بااجرای قرارداد ، مکزیك میزان پمپاژ را دراین منطقه گسترش نخواهد داد وایالات متحده ممکن است طبق مقادیر تعیین شده پمپاژ آبهای زیرزمینی خودرا افزایش دهد .

ایالات متحده موظف‌است مکزیك‌رادرتأمین اعتبارات مالی برای‌احیا وبهبود وضع دره Mexicali Valley درمنطقه‌ای که این‌کشور از آب کلرادو بهره‌برداری میکند مساعدت نماید. ایالات متحده کمکی بلاعوض که برپایهٔ

توافق متقابل تعیین شده وصرفاً بمنظور عمران واحیای دره Mexiccli وحل مسئله‌شوری آب‌واحداث زهکش بتونی است دراختیار آنکشور قرار خواهد داد . ازطرفی دیگر مکزیك موافقت‌نموده که‌تمام آبهای زهکشی راکه درپائین‌دست سد امپریال برود خانه میریزد وحجم سالانهٔ آن ۱۷۳ میلیون‌مترمکعب‌تعیین شده در مرز درنزدیکی سن‌لوئی تحویل مکزیك نماید، بشرط‌آنکه تمرکز شوری‌آن‌ازمقدار معمول بیشتر نباشد وآنرا بعنوان قسمتی ازسهمیه‌ایکه در پیمان ذکر شده بپذیرد . کنگره ایالات متعهده تعهدات پیش‌نویس قرارداد شماره ۲۴۲ را با وضع قانون عمومی ۳۲۰ ـ ۹۳ بنام قانون‌کنترل شووی آب‌حوزه رودخانه کلرادو بتصویب رسانده است. درماده دوم قرارداد اجرای عملیات‌کنترل‌شوری آب دربالا دست سد امپریال پیش‌بینی‌ومقرر گردیده است. پرزیدنت نیکسون قانون مزبور را در تاریخ ۲۴ ژوئن ۱۹۷۴ امضا ودرنیمه‌شب‌همان تاریخ ایالات‌متحده تحویل آب را باکیفیت منطبق‌باقرارداد شماره۲۴۲ بکمزیك شروع نمود.

درحال‌حاضر ازطریق کانال آبرسانی بتونی سالانه حجمی معادل ۲۶۴ میلیون‌مترمکعب آب‌ازشبکه‌آبیاری وناحیه زهکشی Wellton Mohawak برودخانه کلرادو بپائین دست سد مورلس انتقال میابد . از نقطه نظر اندازه تأسیساتی‌که برای شیرین‌سازی آن ساخته شده کوچك و هزینه عملیات پائین ومختصر است. چنانچه شبکه Wellton Mohawk کاهشی درحجم زه‌آبها اعمال کندمطلوب‌خواهد بود . طبق گزارشیکه اخیراً توسط یکی ازواحدهای فنی‌کمیته تحت نظر وراهنمائی‌کمیته‌مشاور درامور راندمان آبیاری ارائه‌شده امکان امر را بشبکه آبیاری وزهکشی Wellton - Mohawk میدهدکه جریان زهکشی را بسالی ۲۱۶ میلیون مترمکعب کاهش دهد وتقلیل آن به ۱۸۵ میلیون مترمکعب درسال کاملا معقول بنظر میآید. این‌کار رامیشود بامحدود ساختن متوسط آبیاری‌منطقه به تقریباً ۲۶۳۰۰ هکتار بجای حد مجاز ۳۰۳۵۰ هکتار ازطریق بهبود روشهای آبیاری درمزارع بوسیله برنامه تسریع خدمات پیشرفته مدیریت آبیاری وتطبیق محصولات (کشاورزی) بامصرف مفید آب وتأمین احتیاجات برطرف سازی شوری حاصل ازشستشوی اراضی وتلفیق هردو برنامه انجام داد. عملیات بهسازی درمزارع را میتوان بااجرای روش‌آبیاری باقوه ثقل درسطحی معادل ۸۰۰۰ هکتار ویا تبدیل این روش به سیستم آبیاری بارانی (تحت فشار) در سطحی تقریبی ۱۶۲۰ هکتار ازاراضی فلات شیب‌دار ونیزغرس اشجار مرکبات وادامه استفاده محدود ازآبیاری‌افشان جهت خزانه‌کاهو انجام داد. درحال حاضر دفتر عمران ونوسازی مشغول مطالعه وبررسی این برنامه میباشدو دراین زمینه‌بخش حفاظت خاك اداره کشاورزی باهمکاری اداره حفاظت منابع طبیعی Wellton - Mohawk اقداماتی درمورد ارشاد کشاورزان بمنظور بهبود روشهای آبیاری معمول میدارند .

هدفهای برنامه خدمات مدیریت آبیاری درشبکه آبیاری وزهکشی Wellton عبارت است از :

۱ـ مساعدت وارشادکشاورزان‌به حداکثر بهره‌گیری ازفوائد حاصل ازکشاورزی آبیاری شده بمنظور بهبود کیفیت محصولات .

۲ ـ آموزش تکنیسین و مروج خدمات مدیریت آبیاری برای فعالیت در برنامه‌های ارشادی و راهنمائی کشاورزان منطقه .

۳ ـ کاربرد مؤثرآب وآبیاری وکاهش جریانهای برگشتی زهکشی به رودخانه کلرادو .

درحال‌حاضر چهارنفر تکنیسین‌ازدفتر عمران ویك‌نفرازمنطقه برای‌کمك دراجرای برنامه مزبورباستخدام درآمده‌اند . هریك ازتکنیسینها وظیفه ارشاد کشاورزان را بعهده داشته ومسئول حسن اجرای عملیات آبیاری ارضی و کنترل حجم‌آبیکه جهت آبیاری واحتیاجات مربوط به‌برطرف سازی املاح ازسطح‌اراضی مورد احتیاج است میباشد. مأمورین عملیات مزبور را بااستفاده ازمحاسبات کامپیوتری درزمینه آب وهوا، مرحله رشد محصول، خواص خاك و رطوبت آن انجام داده وهرهفته برای رسیدگی به‌شرایط رطوبت خاك ازمزرعه‌بازدید بعمل‌آورده باتعیین تاریخ‌بعدی آبیاری ومقدارآبیکه درهریك ازمزارع باید بکاربرده شود کشاورزان را راهنمائی مینمایند .

رودخانه گیلا Gila ازنیو مکزیك وارد شرق ایالت آریزونا شده وپس‌از عبور ازمیان‌بخش جنوبی ایالت برودخانه کلرادو میپوندد . بسبب بهره‌برداری ازبالا دست قسمت سفلای رودخانه درمحلیکه ازمیان شبکه زهشکی Wellton - Mohawk میگذرد غالباً خشك میباشد، لذا دوبار درظرف ده‌سال گذشته سیلابهای رودخانه گیلا که

ناچار به تخلیه آن ازسد Painted Rock واقع دربالای شبکه Wellton شده‌بودند پس‌از تغذیه مصنوعی سفره آب زیرزمینی دره Wellton مازاد آنرا برای شبکه پمپاژ نمودند. برای‌تقلیل این‌بار اضافی‌که بشبکه تحمیل میشدقانون با سوابدید وتظرخواهی ازسپاه مهندسین بوزیر کشوراجازه میدهدکه تمام امور مربوط باراضی بالای سد Painted Rock را بمنظور ذخیره موقت سیلابها بدست‌گیرد، این سدکنترل سیلابها توسط سپاه مهندسین ساخته شده است.

درخلال چندین سال گذشته اداره کنترل شوری آب وابسته بوزارت‌کشورکه اکنون به اداره تحقیقات آب وتکنولوژی تغییر نام یافته اقدام به نصب وبهره‌برداری ازکارخانه شیرین‌سازی آزمایشی پرتابل بروش اسمز معکوس درمحل چاهها ودر امتدادکانالهای دره Wellton Mohawk نموده است . امروز وسیله‌ای آزمایشی، که ازتجارب حفاظت ونگهداری حوزه فعالیت مؤسسه بررسی‌آب وتکنولوژی ابداع شده جهت آزمایش اثرآب زهکش Wellton Mohawk برمحصولات آماده ومهیا است واز وسیله مزبور درجمع‌آوری آمارآب زهکشی وسیستمهای تصفیه‌استفاده میشود . دفترعمران منطقه‌ای ومؤسسه بررسی آب وتکنولوژی هم‌اکنون به بررسی و مطالعه گزارش طرح مقدماتی کارخانه‌که با پیمانکاری یکی‌از مؤسسات برجسته مهندسی معماری وزارت کشور طراحی شده است‌مشغول میباشد . گزارش ارائه شده پایه‌نهائی طرح کارخانه شیرین‌سازی آب خواهد بود .

محل‌کارخانه درسرپیچ زهکش Wellton Mohwakدر نزدیکی یوما Yuma درنظرگرفته‌شده‌و واحد مزبور نیز مانند سد هوورکه در ۴۸۰ کیلومتری بالا دست رودکلراد و ساخته شده در نوع خود بیسابقه و بینظیر خواهد بود.

دفتر عمران منطقه‌ای در زمینه ساختمان سدهای عظیم و پروژه‌های‌آبیاری پیشگام بوده است. در سال ۱۹۲۸ هنگامیکه اجازه احداث سد هوور صادر شد سد Arrow rock که برروی رود Boise ساخته شده بود وارتفاع آن از پی ۱۰۶ متر است بزرگترین سد جهان بحساب‌آورده میشد و قبل از اینکه سد هوور بحداکثر ارتفاع خود یعنی ۲۲۱ متری برسد ساختمان سد Owyee واقع بربستر رود Owybe به ارتفاع ۱۲۷ متری خاتمه یافت. با وجودیکه تاکنون سدهای بلند زیاد ساخته شده است سد هوورکه ساختمان‌آن در سال ۱۹۳۵ باتمام رسید هنوز عنوان افتخارآمیز بلندترین سد جهان را حفظ‌کرده است.

در تکنیك شیرین سازی‌آب، واحدی‌که بدین منظور در رزروار فاس Foss Reservior واقع‌درایالت اکلاهما تأسیس گشته تا این تاریخ در نوع خود بزرگترین‌کارخانه شیرین سازی‌آب بحساب می‌آید ولی واحدعمرانی Wellton Mohawk سی و پنج بار بزرگتر ازکارخانه Foss ودومرتبه بزرگتر ازانواع تاسیسات موجودشیرین سازی فعال‌آب در سرتاسرامریکا خواهد بود وبدین اوصاف‌کارخانه Yuma باکارخانه‌های موجود بطورکلی‌ازلحاظ اهمیت قابل مقایسه نیست. کارخانه‌های شیرین سازی‌آب با روش غشائی از ترکیب تعداد زیادی مدولهای Modules استاندارد ساخته میشوند و در صورتیکه این روش انتخاب شود آنوقت مشکلات دیگری چون لوله‌کشی، کنترل جریان، تامین‌آلات و ابزار و تعویض قطعات و غیره پیش خواهدآمد. مسائل مذکورگرچه بظاهرآزار دهنده هستند لیکن لاینحل و غیر قابل علاج نمیباشد.ازکارخانه الکترود یالیز Electrodialysis جزیره سانی بل Island Sanibel که قدرت بازدهی‌آن۸ر. میلیون‌گالن در روزوکارخانه‌شیرین‌سازی‌آب به اسمزمعکوس روتاندابیچBeach Rotunda که ۵ر. میلیون‌گالن است و نیز دستگاه آزمایشی شیرین سازی آب در یوما اطلاعات وآمار مفیدی تهیه شده است. هر دو روش الکترود یالیز و اسمز معکوس از نظر تجارتی‌کاملا دست یافتنی است و مطالعه برروی‌آنها تحت رسیدگی است.

نتیجه‌حاصل از امتزاج و ترکیب دقیق این دو شیوه هنوز تعیین نشده و قطعیت نیافته است و این امربستگی به قیمتهای پیشنهادی دریافت شده، قابلیت صنعتی و طرح نهائی‌کارخانه خواهد داشت.

مطالعات‌مقدماتی روش‌کار را مشخص و ظاهر میسازد.

زهکش Wellton - Mohawk در سال حجمی بمقدار تقریبی ۲۱۶ میلیون متر مکعب با تمرکزاملاحی (باقیمانده خشك) در حدود ۳۱۰۰ P. P. m در سال تخلیه میکند که صدوچهل وچهارهزار acro-foetآب‌آن بکارخانه وارد شده و شیرین میگردد. ظرفیت این‌کارخانه در روز ۱۰۰ میلیون‌گالن خواهد بود لیکن با احتساب

پاره‌ای تعمیرات لازم و برای اینکه وقفه‌ای در تولید نرمال آن پیش نیاید به ۹۰ میلیون گالن در روز تعدیل خواهد شد و بازدهی آب شیرین آن با P. P. m ۲۴۰ به ۱۲۵ میلیون متر مکعب در سال خواهد رسید. آب شیرین شده با ۳۸ میلیون متر مکعب آب زهکشی فرعی بمنظور تهیه ۱۶۳ میلیون متر مکعب آب با کیفیت P. P. m ۹۱۰ ترکیب یافته از راه رودخانه کلراد و به بالادست سد مورلس انتقال میابد و شوری آب مخلوط شده معادل با آبهای ورودی به سد امپریال در نخستین سال فعالیت کارخانه بسال ۱۹۸۱ خواهد بود.

آب فاضلاب کارخانه که مقدار آن ۵۳ میلیون متر مکعب در سال است از طریق زهکشی خروجی (فرعی) ۵۳ مایلی به سانتا کلاراسلو در خلیج مکزیك انتقال میابد و شوری آن کمتر از $\frac{1}{3}$ شوری آب دریا است . وچنانچه از قرائن مشهود است انتظار نمیرود که اشکالی درزمینهٔ شوری آب بین منطقه سانتا کلاراسلو و خلیج کالیفرنیا پیش آید.

قانون کنترل شوری آب حوزه رودکلراد و جایگزین ساختن آب دفع شده ازکارخانه و شبکه زهکشی فرعی W. M. را از وظایف ملی بحساب آورده است و مطالعات مربوط باین مسئله تا سال ۱۹۸۰ تکمیل خواهد گردید. در این فاصلهٔ زمانی ۱۶۳ میلیون متر مکعب آب در سال بعنوان جایگزینی برای تأمین نیازهای ایالت کالیفرنیا اختصاص داده خواهد شد. این مقدار آب از طریق احداث یك کانال جدید با پوشش بتونی بجای ۴۹ کیلومتر ابتدای کانال Coachella و نتیجتاً جلوگیری از تلفات آب صرفه جوئی میشود.

چهل و پنج سال پیش، دفتر عمران منطقه‌ای با اقدام باحداث سد هوور فصل جدیدی را در ساختمان سدهای عظیم گشود . هم اکنون ما بدوره‌ای جدید گام مینهیم . برنامه کاهش شوری آب کلراد و تنظیم شده وجهان مانند نظاره گر بتماشا نشسته است . دفتر مزبور باقطعیت کامل معتقد است که نتایج حاصل از اجرای این طرح نه فقط برای مکزیك و ایالات متحده سودمند بوده بلکه میتواند برای تمام ملتها و اکثر نقاط جهان که بااین تکنیك احتیاج دارند مفید وسرمشق باشد .

در حال حاضر دفتر عمران منطقه‌ای مشغول گرد آوری آمار حوزه وتهیه مطالعات اساسی وزیربنائی در محل کارخانه شیرین کردن آب شور وسرپرستی و اجرای بررسیها جهت ساختمان بخش جدید کانال Coachella و ادامه زهکش فرعی تا مرز آریزونا ـ سورنارا میباشد ، علاوه براین مذاکراتی در زمینه احداث کانال فرعی که از مرز بین‌المللی وخاك مکزیك بسانتا کلاراسلو ادامه میابد درجریان است . اولین کارساختمانی جایگزین ساختن تاسیسات فلزی فلوم (ناودان) دهانه اصلی زهکش باسیفون سیمانی است . قرارداد ساختمان آن درسال ۱۹۷۵ بمناقصه گذارده شد اجرای سایر کارهای مقرره درماده یك قانون ظرف پنج سال آینده خواهد بود. تفکیك کل هزینه ۱۵۵٫۵ میلیون دلاری طرح موضوع ماده یك قانون بشرح زیر است:

ـ هزینه کارخانه شیرین‌سازی آب شور	۶۱/۱	میلیون دلار
ـ زهکش فرعی	۱۵/۳	« «
ـ سیفون	۳/۱	« «
ـ کاهش جریان آب زهکش Wellton-Mohawk	۱۲/۵	« «
ـ خرید اراضی محل مخزن سد Bainted rock	۵	« «
ـ مطالعه مربوط به جبران کمبود آب	۲	« «
ـ تعویض کانال Coachella	۲۱/۵	« «
و حفاظت آب زیر زمینی در امتداد مرزمکزیك	۳۴	« «

ایجاد آبیاری قطره ای در استان خوزستان

تهیه شده بوسیله مهندسین شرکت بین‌المللی هارزا
شیکاگو

خلاصه مقاله

جهت آبیاری باروشهای‌پیشرفته روزدر ناحیه خشك‌جنوب غرب‌کشور ایران سه‌طریقه آبیاری خودکارسطحی، آبیاری بارانی وقطره‌ای مورد مطالعه و بررسی قرارگرفت تنها روشی‌که انتظار میرود باحداقل مصرف‌آب‌حداکثر استفاده را عایدکند توسعه متدآبیاری قطره‌است. نوشته‌هائیکه دراین زمینه ازنظرتان میگذرد تشریحی است‌ازاقدامات انجام شده در مورد روش آبیاری قطره‌ای ومقایسه آن باسایر متدهاکه از سال ۱۹۷۵ شروع شده و تـااواخر۱۹۷۶ یعنی شروع‌کنگره آبیاری وزهکشی در ایران ادامه داشته است. ضمناً جهت طرح ومشخصات فنی، انتخاب محصول و محل مناسب دلائل مربوطه توجیه شده‌انـد . بخصوص شرحی در مورد استان خوزستان وسایـر نقاط دنیاکـه آبیاری قطره‌ای درآن دایر است آمده است. در این مورد بعنوان مثال از تجربیات حاصله از دره مرکزی - Central) Valley) وقسمت جنوبی ایالت کالیفرنیای امریکا استفاده گردیده است. علاوه برآن عوامل فیزیکی، فنی ، اقتصادی وفاکتورهای تشکیلاتی وزیربنائی تشریح شده‌اند.

بطور خلاصه نتیجه‌گیری شده است‌که استفاده از روش آبیاری قطره‌ای دراین منطقه مناسب بوده و موفقیت آن بستگی تام به‌طرح مناسب سیستم وپشتوانه عوامل تشکیلاتی و سازمانی صحیح خواهد داشت.

مقدمه

در فن مدرن آبیاری اراضی‌زیرکشت‌امروزه‌استفاده ازآبیاری قطره‌ای بعنوان یك‌روش برتر بابـازده بیشتر مورد توجه قرارگرفته است. این موضوع بخصوص در مناطـق نیمه خشك دشت خوزستان‌که‌کمبود آب مسئله‌حادیست حائز اهمیت و در خور توجه است چه با استفاده ازاین روش میتوان مقدار بیشتری از زمینهای خشك را بـه زیـر کشت برد .

عواملی‌که در ترغیب استفاده از این متد در ناحیه خوزستان وسایر نقاط ایران رل اساسی را بازی میکنند عبارتند از : استفاده از آبیکه مقدار بیشتری در آن املاح محلول موجود بوده و مورد استفاده سایر متدهای آبیاری قرار بگیرد، ساختن وسائل پلاستیکی مربوطه بوسیله شرکتهای داخلی ، بالابردن میزان محصول در واحد سطح .

اساس روش آبیاری قطره‌ای

متدآبیاری قطره‌ای که نتیجه سالها فعالیت وکوشش در جهت بهترکردن محصول باکنترل بیشترآب‌مصرفی است از یك سیستم بسته تشکیل شده تا جریان آب را با شدت‌کم ودفعات متعدد در نقطه‌ای‌که آب وارد خـاك میشود هدایت‌کند .

متد آبیاری قطره‌ای دارای اختصاصات ویژه‌ایست که رعایت نکاتی در ارتباط باآنها نتیجه مطلوب راباعث میگردد . این اختصاصات عبارتند از :

۱ ـ شدت جریان‌کند آب .

۲ ـ یك‌نواختی شدت جریان‌آب .

۳ ـ آب مستقیماً بداخل خاك هدایت میشود .
۴ ـ فقط قسمت محدودی از خاك سطحی‌تر میگردد .
۵ ـ فشار اسمزی درداخل خاك نسبتاً ثابت خواهد بود .
۶ ـ تنها آبیاری قسمت محدودی از خاك کافی است تاآب لازم وکافی را در اختیار محصول قراردهد.

بطـورکلی سیستم آبیاری قطره‌ای شامل : آب تحت‌فشار بوسیله پمپ یا سایر وسائل ، لوله‌های فـرعی ، ولوله‌های جانبی جهت هدایت جریان آب میباشد . ضمن اینکه وسائل تزریق کود، سموم نباتی و حیوانی، کنتورهای آب، فیلترهای مربوطه ودستگاههای تنظیم فشار نیز بآن اضافه میگردد.

لوله‌های اصلی وفرعی آب را به‌لوله‌های جانبی هدایت نموده‌ونازلها عمل‌کنترل و کم‌کردن و تبدیـل فشار آب داخل لوله فرعی را نسبت بفشار جو انجام میدهند . باوجود آنکه جهت‌کنترل شدت جریان آب وسائل‌مختلفی بوسیله سازندگان مربوطه ارائه شده است . مع‌الوصف بایـد اذعان داشت که هنوز تمام مسائل ذیربط بخوبـی حل نگردیده است ولی هدف غائی استفاده از این روش در مؤسسات زراعی است تانتیجاً بازده قابل توجهی را در واحـد سطح ارائه دهد جهت نیل باین هدف بایستی جریان آب‌ثابت ویکنواختی با دفعات معین بادرنظرگرفتن عوامل اقلیمی بمحصول هدایت شود . ازآنجائیکه در ساختمان‌نازلهاتنوع بسیار بکار رفته است انتخاب مناسب‌ترین آنها حائزاهمیت است . بادر نظرگرفتن کندی جریان آب در داخـل نازلها ومنافذ ریز آنها تصفیه فیزیکی جهت جلوگیری‌ازانسداد نازلها کاری است الزامی چه در غیر اینصورت استفاده‌از چنین متدی مواجه باشکست خواهد بود.

در ساختمان بعضی از این نازلها تغییرات مناسبی جهت شستشوی سالانه یابطور خودکار ایجاد شده است کـه باتکرار باز وبسته‌شدن جریان آب داخل لوله انجام میگیرد . وجود مواد زائد تغییر قطر مجرای آب را در داخـل نازلها سبب شده وآنها را متعاقباً به قسمت‌کنترل هدایت میکند . هرنازل بطور خودکار ومداوم توسط قسمت‌کنترل که از تعبیه یك سری منفذ در یك پرده قابل انعطاف تشکیل یافته است شستشو میگردد . مواد زائد از منفذی بمنفـذ دیگر باجریان فشار آب هدایت شده وبالاخره بخارج دفع میگردد .

حذف وسائل تصفیه فیزیکی وشستشوی نازلها بوسیله دست مستلزم بکارگماردن تعداد زیادی کارگر خواهـد بودکه عملی نبوده و فقط جهت تعویض لـولـه‌ها ونازلهائیکه بطور اتفاقی مسدود یاخراب میگردند میتوان ازکارگـر استفاده نمود.

۱ ـ انتخاب نوعیکه باقطع ووصل جریان آب عمل شستشوی نازلها انجام میگردد مناسب بـوده تنها جهت جلوگیری ازعدم یکنواختی آبیاری لازم است عمل قطع ووصل جریان آب مکرراً انجام‌گیرد در مواردیکه تصفیه‌آب کامل نیست لازم است نوع شستشوی مداوم (Continous Flushing type) مـورد استفاده قـرارگیرد. جهت تصفیه چنین آبی از صفحاتیکه ۱۰ تا ۱۵ منفذدر سانتیمتر مربع دارند استفاده‌میگردد. موضوع دیگری‌که درطرح‌نازلها مورد توجه بسیار است جبران‌کم شدن فشار جریان آب میباشد چه در ابتدای امر در ساختمان یك‌سری از آنهـا از طریقه جریان آب خطی (Laminar flow کـه نسبت بـه‌تغییرات فشار جریان آب حساسیت نشان میداد استفاده شده بود ولی بعداً با استفاده از سیستم منفذی‌گردابی (Vortex) باقطر بیشتر منافذ حساسیت ناشی از تغییرات‌فشار را تعدیل داده است .

۲ ـ یك سری متنوع تری از این نازلهاکه از یك پرده‌قابل‌انعطاف برروی یك‌کانال مخصوص تشکیل‌شده‌اند به‌طور خودکار تغییرات فشار را جبران مینمایند . این عمل باباز وبسته‌شدن مسیرکانال بوسیلهٔ پرده فوق‌الذکر انجام میگیرد . آنچه مسلم است هیچیك از این نازلهاکاملا جبران تغییرات فشار را نکرده تنها تاحد زیادی درسطح‌ناهموار به‌یکنواختی آبیاری‌کمك میکنند.

۳ ـ از آنجاکه جریان ثابت‌آب از منفذ نازلها مورد توصیه بوده وایده‌آل است انتخاب نازلهای سرکوتاه گردابی (Vortex) به‌نوع نازلهای خطی طویل رجحان داشته چه حرارت‌القا شده از گرمای خورشید در طـول نازلهای خطی سبب تغییر غلظت‌آب‌گشته واین خود جریان آب را متناسباً متغیر میسازد. باانتخاب نازلهای‌گردابی گرچه بطورکلی نسبت بحل مسئله آبیاری یك‌نواخت اقدام نشده ولی از شدت آن‌کاسته است .

منحصر کردن وسائل تصفیه آب تأثیر بسزائی درساده کردن طراحی دستگاه وکم کردن مقدار آب مصرفی خواهد داشت ضمن اینکه جبران تغییرات فشار نیز موجب صرفه‌جوئی در هزینه کلی طرح خواهد گردید .

ضمناً آنچه در منطقه خوزستان در خور توجه است حرارت ۵۰درجه یا بیشتر محیط است بخصوص‌هنگامی که‌تأثیر سوء اشعه مستقیم خورشید را نیز روی‌لوله‌های‌پلاستیکی مربوطه درنظر بگیریم.

مشخصات سیستم آبیاری قطره‌ای

سیستم آبیاری قطره‌ای در ارتباط بااحتیاجات محصول، شرایط محیط ، خواص‌خاك عوامل‌آب و هوائی و نوع‌آب مصرفی دارای اختصاصات زیر است:

۱ ــ صرفه‌جوئی درمقدار آب‌مصرفی نسبت به‌آبیاری سطحی‌وبارانی

۲ ــ امکان استفاده از آب جهت آبیاری با املاح محلول بیشتر از آنچه درآبیاری سطحی یا بارانی بکار میرود .

۳ ــ ازدیاد میزان‌محصول دراراضی باخاك زراعی‌کم عمق‌ویا کنجایش ذخیره آب ناچیز

۴ ــ بالا بردن میزان محصول باکنترل فشار اسمزی موجود بین سیستم‌آب وخاك

۵ ــ امکان آبیاری تپه ماهورها بدون تسطیح آنها

۶ ــ امکان آبیاری خاکهائی‌که قابلیت نفوذکم دارند

۷ ــ امکان تداخل عملیات زراعی داشت‌وآبیاری‌که متقناً انجام‌گیرد

۸ ــ تزریق کود ازته قابل‌کنترل بوده ضمن اینکه درست در قسمتی ازخاك‌که ریشه وجود دارد وارد شده و راندمان خوبی‌را موجب میگردد.

انسداد نازلها

انسدادنازلها که نتیجه‌کامل نبودن عمل تصفیه‌آب ویا عدم‌تناسب درطراحی قسمت فیلتراست مسئله مهمی‌رادر آبیاری قطره‌ای مطرح‌میسازد. درعمل تصفیه باید دقت‌شودکه اجسام زائد معلق‌که قطری بیشتر ازمنافذ دارند فیلترشده ازمسیر جریان آب برکنار شوند. جهت جلوگیری ازانسداد لوله‌ها بوسیله نشوونمای موجودات ذره‌بینی بخصوص‌در لوله‌هائیکه نور ازآنها عبورمینماید ازتزریق گازکلر استفاده میگردد. ضمناً بعضی ازمواد شیمیائی مصرفی نیز بعنوان ماده غذائی مورداستفاده آنها قرار میگیرد. جهت‌کنترل ومبارزه با این میکربها نیزاز تزریق کلر ، طراحی مناسب ومملو نگاهداشتن‌سیستم ازآب‌می‌توان استفاده‌کرد .

درنتیجه تغییرفشار CO_2 وحرارت بیکربنات‌های‌محلول به‌کربنات ها مبدل شده وته نشست آنها سبب‌بسته شدن منفذ نازلها میگردد. درمورد اضافه‌کردن کودهای شیمیائی بخصوص کود های فسفاته باید دقت‌شودکه با مواد محلول درآب رسوباتی درداخل سیستم بوجود نیاورد ضمن اینکه پس‌از تزریق‌کودهای ازته حتماً تمامی مسیر بایستی شستشو داده شود.

در ساختمان یك سیستم آبیاری قطره‌ای باید دقت کافی مبذول طراحی وساختمان دستگاه تصفیه‌گردد تا از ورود اجسام خارجی بداخل لوله‌ها ونازلهاکه عامل‌بسته شدن آنها بوده وتولید زحمت بسیار مینماید جلوگیری‌بعمل آید. شکستن لوله‌ها نیزعامل مهم‌کم‌شدن فشار آب وورود خاك‌و اجسام خارجی بداخل سیستم بوده و فیلترهائی که درداخل دستگاه وبخصوص ابتدای هرلوله فرعی قرار میگیرد برای تمیزکردن کامل آب از این مورد مورد استفاده قرار میگیرد.

ته نشست مواد نمکی محلول

بطورکلی درآب آبیاری مقداری مواد معدنی بصورت محلول وجود داردکه پس از ورود در اثر تبخیر آب برروی خاك‌حوالی ریشه دیده‌میشود. چنانچه این‌نمکها بوسیله‌آب‌باقیمانده اضافی ازمحیط ریشه‌دورنشود توسط خاصیت لوله‌های شعریه درپیرامون مرزخشك وترخاك جمع وبانزول باران بداخل ریشه نفوذ نموده تولید زحمت مینماید.

آبیاری قطره‌ای ومحصولات مناسب آن

بطورکلی درصورت اغماض مسائل اقتصادی کلیه محصولات را می‌توان با این وسیله آبیاری کرد ولی بطور معمول درمورد درختان میوه ، انگور، سبزیجات گوناگون بکار رفته است ضمن اینکه در ایالت هاوائی مقدار زیادی ازمزارع نیشکر نیز بوسیله این‌متد آبیاری میشود .

درزمینه آبیاری درختان میوه استفاده از این متد بسیار مناسب بوده ونسبت بسایر متدهای معمول ارجحیت داشته است چه‌علاوه برصرفه‌جوئی درمورد تعداد کارگرلازم ازبرخورد عملیات زراعی وآبیاری جلوگیری شده وتوأماً قابل اجرا میباشند . جهت درختان میوه علاوه براین از یك سیستم باغبانی دائمی وثابت می‌توان‌استفاده نمود.

درزمینه آبیاری سبزیجات نازلهای‌مناسب این‌زراعت بکار برده‌میشودکه عبارت ازلوله‌ای بادیواره کم‌ضخامت بوده ودر طول آن منافذی بعنوان نازل تعبیه گردیده است درچنین سیستمی چنانچه از لوله های‌دولایه استفاده شده باشد بخوبی با اختصاصات خاصه این محصول وفق میدهد. دریکی ازلوله‌ها جریان مداوم آب برقرار بوده و توسط منافذ محدود بلوله دیگری‌که درامتداد آن واقع است ارتباط میبابد سپس آب ازمنافذی که دارای فاصله‌های مساوی است بخارج تراوش مینماید. این‌فواصل را می‌توان مناسب بانوع محصول در لوله طراحی نمود. لوله‌ها ازلایه های پلاستیکی بسیارنازکی ساخته شده است مع‌الوصف استقامت فشارکم جریان آب را برای یك‌دوره یك‌ساله تا برداشت محصول دارا میباشند جهت آبیاری محصولات دوساله یا چندساله از لوله‌هائی با جنس ضخیم‌تر ومرغوب‌تری می‌توان استفاده نمود .

محصولاتی که ممکن است بوسیله روش آبیاری قطره‌ای در خوزستان آبیاری شوند عبارتند از: مرکبات ، درختان میوه. انگور، انار.

درحال حاضر با توجه به‌مزارع نمونه واقع درصفی‌آباد وکشت‌و صنعت‌های مجاور درزمینه درختان مرکبات بخصوص گریپ فوروت ولیمو که با متد جوی و پشته آبیاری میشوند نتایج رضایت‌بخشی بدست آمده است . آنچه مسلم است درسه ماه تابستان گرمای شدید این منطقه تأثیر سوئی روی کلیه درختان میوه داشته‌وحتی باعث‌عدم‌رسیدگی هلوهای دیررس این‌ناحیه میگردد. تنها درختانی‌که بمقیاس وسیع آبیاری شده ودر اراضی زیرکشت پنجه یا لوبیاقرار دارند کمتر دچار عوارض ناشی ازگرمای شدید میگردند. چنانچه درختان کوچك توأماً باپوشش سبزگیاهی مانند پنجه و لوبیا کشت شده و جهت آبیاری آنها از روش آبیاری قطره‌ای استفاده گردد همواره امکان تحت تأثیر قرار گرفتن‌این درخچه‌ها بوسیله‌پوشش سبزگیاهی‌بوده است ولی‌بادرنظر گرفتن سودسرشارپوشش سبزگیاهی بهیچوجه مسئله مهمی‌را مطرح نمیسازد .

طرح آبیاری قطره‌ای درمزرعه نمونه خوزستان

با درنظر گرفتن اهمیتیکه آبیاری قطره‌ای‌درمنطقه مورد بحث دارد سازمان آب وبرق خوزستان برآن‌است که بااجرای طرح نمونه موجبات معرفی بیشترآنرا درمنطقه گنوند بوجود آورد هدفهای طرح نمونه در مورد روش آبیاری قطره‌ای شامل قسمتهای ذیل‌اند :

۱ ـ استفاده ازروش آبیاری قطره‌ای درمنطقه خوزستان با شرایط اقلیمی خاص خود عملی است .

۲ ـ بدست‌آوردن اطلاعات فنی، کشاورزی، اقتصادی درزمینه مقایسه‌آبیاری قطره‌ای باآبیاری بارانی‌وسطحی

۳ ـ اقدامات پژوهشی درمورد محصولات وواریته‌هائیکه آبیاری آنها باروش‌آبیاری قطره‌ای امکان‌پذیراست.

۴ ـ تحقیق وآزمایش درزمینه وسائل ونحوهٔ اجرای آبیاری قطره‌ای مانند نازلها وطریقه فیلترکردن آب مورد استفاده .

بهره‌برداری ازطرح نمونه

ازآنجاکه هدف‌کلی‌این طرح‌معرفی سیستم آبیاری قطره‌ای‌به ساکنان منطقه میباشد لذا اجرای بهره‌برداری ازآن نیز بایستی بخوبی روشنگر ایده‌های آموزشی موضوع باشد . اطلاعاتیکه ازاین طرح دردوره بهره‌گیری بدست میآید بایستی به بهترین وجه دراختیار بازدیدکنندگان قرارگیرد . این اطلاعات شامل قسمتهای زیر خواهند بود،

۱ ـ اطلاعات مربوط به محصولات زیرکشت مثل : خواص واریته‌ها ، اختصاصات کاشت ، دفع آفات ، مقدار کود مصرفی، مقدار محصول ازنظر کمی ووضعیف کیفی، تاریخ رسیدگی ودرو

۲ ـ اطلاعات فنی مربوطه شامل: وسائل‌مختلف مورد استفاده ، یکنواختی‌آبیاری ، نگهداری آمار ووسائلی که راندمان خوبی نداشته وبیش‌از حد معمول دچار خرابی میشوند، نوع وعلت خرابی‌آنها ، آمار تعداد کارگرلازم جهت قسمتهای مختلف ، وثبت هزینه‌های بهره‌برداری خواهد بود. ضمنا لازم است درتهیه یك برنامه جامع مناسب که محتوی نکات مذکور فوق باشد اقدام‌گردد . درتنظیم این برنامه بویژه جهت مطالعه اثر گرمـا برروی محصولات و وسائل مورد استفاده نیز پیش‌بینی‌های لازم بعمل آید ، ضمن اینکه جهت حداکثر استفاده از امکانات موجود هماهنگی کار این مرکز باایستگاه تحقیقاتی صفی‌آباد لازم بنظر میرسد .

ازآنجاکه این طرح درناحیه گتوند اطلاعات فنی‌کسب شده را دراختیار ساکنان محل‌قرار میدهد و انعکاس چنین اطلاعاتی که هماهنگ سیاست دولت بوده درتوسعه وبهبود وضع کشاورزی منطقه تأثیر بسزائی خواهد نمود.

بااجرای آنچه دربالا گذشت و استفاده منظم ازاطلاعات کسب شده درزمینه آزمایش وسائل مربوطه و نتایج حاصله ازدوباره کاری درسایر قسمتها جلوگیری شده وساختمان و نصب دستگاهها حتی‌المقدور برابر موازین اقتصادی پی‌ریزی خواهد شد .

انتخاب سیستم مناسب جهت استفاده دراستان خوزستان

درانتخاب سیستم مناسب جهت اجرای طرح‌آبیاری‌قطره‌ای دراین خطه لازم‌است وسائل درحال توسعه‌موجود وشرایط اختصاصی منطقه خوزستان را درنظر گرفت .

آنچه در منطقه خوزستان بعنوان شرائط اختصاصی قابل ذکر است عبارتند از :

۱ ـ درجه حرارت شدید

۲ ـ وجود مواد معلق درآب

۳ ـ بعدمسافت بین‌فروشنده وسائل ومحل‌نصب وهمچنین مسئله تعمیر آنها

۴ ـ استفاده ازکارگربدون‌تجربه

۵ ـ اختلافات‌درجه حرارت

۶ ـ املاح‌محلول‌مثل‌کلسیم ومنیزیم

گرمای تابستان ناحیه خوزستان‌شاید بیشترازنقاطی است‌که تاکنون آبیاری قطره‌ای درآن دائرشده است بخصوص اینکه بعلت موقعیت کویری منطقه اختلاف درجه حرارت شب و روز نیز بسیار است . ضمناً بیشتر مواد معلق درآب رودخانه کارون بسیار ریز بوده وچون بوسیله فیلترگرفته نمیشوند سبب رسوباتی در داخـل لوله‌هـای فرعی میگردد ،

لذا شستشوی مستمر باآب و اسید جهت جلوگیری از انسداد لوله‌ها امری است الزامی بخصـوص آنکه ترکیبات کربنات کلسیم ومنیزیم نیز رسوباتی درمحل نازلها که آب براحتی تبخیر میشود بجـا میگذارنـد . جهت جلوگیری از تبخیرزیاد درناحیه نازلها بایستی حتی‌المقدور نکات فنی لازم رادرطراحی آنها رعایت نمود .

جهت جلوگیری ازقطع آبیاری وعواقب ناشی ازآن بایستی وسائل یدکی بحد وفور درمحل موجود باشد تا درصورت احتیاج بسرعت تعویض شده وسیستم مورد بهره‌برداری مجدد قرارگیرد . ضمناً لازم است درطراحی سیستم پیش‌بینی‌های لازم شده باشد تا درصورت لزوم تعمیرات بسرعت انجام‌گرفته ودر نواحی سرد حجم بیشتری ازخاك را خیس نماید. جهت مقابله با خساراتی‌که کارگر بدون تجربه ممکن‌است واردآورد لازم است دستگاه بنحوی طراحی‌شده باشدکه اداره آن بوسیله تعداد معدودی کارگر مجرب انجام گیرد . اختصاصات طراحی یك سیستم آبرسانی قطره‌ای درمنطقهٔ خوزستان باوضع اقلیمی خاص خود مستلزم دربرداشتن نکات مشروحه فوق بوده مضافاً اینکه تحت شرایط‌عادی نیز بتواند مورد استفاده قرارگیرد . براساس تجربیات حاصله ازمناطق مختلف سیستم بایستی باشرایط مشروحه زیر وفق داده شده واز اطلاعات پژوهشی بدست‌آمده ازاین منطقه درطول زمان بهره‌برداری درزمینه بهبود کاربرد دستگاه استفاده شود .

۱ ـ قسمتهای اصلی شامل :

تلمبه ـ که بایستی بافشاری معادل ۲/۵kg ـ cm2 (35 PSI) آبرا درمحل پمپاژ بجریان انداخته تا آب کافی ویکنواخت ازمحل نازلها بخارج تراوش نماید .

وسائل تزریق ـ جهت تزریق گاز کلر ویا محلول هیپوکلریت لازم است رعایت این نکته بشود که حدود ۲۰ PPM کلر همواره دردستگاه درحال گردش باشد درمورد تزریق کود نیزمقدار ازت حداقل ۱۲ PPM برای تمام مدت آبیاری و ۴۰ PPM برای مدت ۸ ساعت منظور میگردد . تزریق سایر مواد شیمیائی مورد استفاده کشاورزی را نیز میتوان درمواقع لازم درسیستم انجام داد .

تصفیه ـ دستگاههای تصفیه مورد لزوم عموماً تشکیل شده‌اند ازصفحاتی که ۱۰ تا ۱۵ منفذ درسانتیمتر مربع داشته ودارای ظرفیت لازم باشند درمورد سبزیجات ازمجموعه فیلترشنی باصفحات متخلخل که ۷۵ منفذ در سانتیمتر مربع دارند استفاده میگردد .

۲ ـ طرح فنی

دستگاه ازنظر هیدرولیکی بایستی به نحوی طرح شده باشدکه درمحل نازلها حداقل ۸۵ درصد ضریب یك نواختی قابل ملاحظه باشد .

۳ ـ مسئله شستشوی سیستم

نازلها بایستی مرتباً وبطور خودکار بافشارآب لازم شستشو داده شوند این‌مسئله بخصوص درمورد درختان و محصولاتی نظیر انگور وسبزیکاری حائز اهمیت است .

۴ ـ فواصل نازلها

فواصل نازلها درآبیاری قطره‌ای به نحوی طراحی‌میگرددکه با درنظر گرفتن حداکثر رشدگیاه و محصول زیر کشت بیش‌از ۵۰ درصد ازحجم خاك را ترنماید .

۵ ـ جریان آب

شدت جریان آب ازنازلها بایستی به نحوی باشدکه مستقیماً بداخل خاك نفوذکرده وبصورت مرداب روی زمین مشاهده نگردد .

۶ ـ وضعیف دستگاه

تمام لوله‌های اصلی وفرعی بایستی درزیر خاك قرارگرفته وفقط نازلها روی زمین‌قرارگیرند .

۷ ـ استفاده ازکارگر

درطرح سیستم آبیاری قطره‌ای لازم است امکان شستشوی تمام خطوط بوسیله کارگر درنظر گرفته شده باشد.

امکان استفاده درمناطق مخصوص

منطقه شادگان‌که درحال‌حاضر زیرکشت درختان خرمااست جهت پیاده‌کردن سیستم آبیاری قطره‌ای ناحیه بسیارمناسبی بنظر میرسد. این منطقه باآب بسیار سنگین خودکه حدود ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ PPM مواد محلول داردضمن اینکه وضع نامناسب‌زهکشی منطقه‌که دراثرشوری‌آب رودخانه مارون بوجودآمده‌موقعیت خوبی‌را جهت‌استفاده ازکاربرد آبیاری قطره‌ای بوجود آورده است . آنچه مسلم است آبیاری قطره‌ای درمورد نخیلات درسایر نقاط موفقیت‌آمیز بوده وتنها مسئله اساسی تعیین مرزحساسیت نخل‌نسبت به غلظت نمك محلول‌درآب مورد استفاده میباشد تا بدینوسیله رطوبت خاك درحدی قرارگیردکه به مرز حساسیت نرسیده وگیاه بتواند بآسانی‌آب مورد لزوم را جذب نماید .

علاوه برآنچه گذشت درقسمت پائین‌دست رودخانه کارون نیزمناطق مناسبی وجود داردکه بوسیله این‌روش‌با آب سنگین‌تر مورد بهره‌برداری قرارگیرند .

تجزیه و تحلیل اقتصادی

گرچه روش‌آبیاری‌قطره‌ای درمورد سبزیجات کمتر طرف توجه‌بوده است‌ولی براساس مطالعات اولیه‌استفاده این روش درزمینه مرکبات بامقایسه باآبیاری بارانی وسطحی شایان توجه است. درمناطق مختلف نتایج حاصله‌متفاوت

بوده ولازم است مزارع نمونه جدید به تحقیق درمورد محصولات مختلف بپردازند .

عوامل زیربنائی

موفقیت آبیاری قطره‌ای درایران همانند سایر جاها بستگی مستقیم به وضعیت عوامل زیربنائی آن دارد چه تجزیه وتحلیل این‌عوامل ونتیجتاً امکان استفاده آن درسطح وسیع حساسیت بیشتری را نسبت بمسائل فیزیکی مطـرح میسازد . دراین زمینه پنج‌مورد بقرار ذیل تحت بررسی قرار میگیرد :

۱ ـ نصب وسائل وتجهیزات بوسیله متخصص فنی

۲ ـ انجام پژوهش‌های لازم‌درموارد انتخاب وسائل وتجهیزات، وانتخاب محصول، این تحقیقات ممکن‌است بوسیله مؤسسات دولتی یا خصوصی اجرا گردد .

۳ ـ ترویج نتایج حاصله ازپژوهشهای مربوطه‌که لازم است توسط مؤسسات خصوصی یا دولتی بزارع منتقـل شده بمورد اجرا درآید .

۴ ـ تهیه بازار فروش چه در داخل ویا خارج مملکت جهت حداکثر استفاده از محصولاتیکه بوسیله زارع تهیه میشود .

۵ ـ سازمان بهره‌برداری وتعمیرات‌که ضامن ادامه‌کار سیستم بوده وبایستی باجدیت بکار ادامه دهند .

روش‌شناسی علمی درمورد تحقیقات و کاربرد آبیاری بارانی وقطره‌ای

جمشید خیرابی

استادیار علوم آبیاری دانشگاه تهران

بمناسبت تشکیل سمینار آبیاری بارانی و قطره‌ای، که درروزهای ۲۵ و۲۶ خرداد ماه ۲۵۳۵ در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران تشکیل شد ، بار دیگر مقولهٔ دیرینه، درباره مقایسه روشهای آبیاری پیش‌کشیده شد. سالیان دراز است که جدل علمی برسر مقایسه روشهای مختلف آبیاری (بخصوص بارانی ونشتی) درگرفته است، و اینک نوبت مقایسه آبیاری بارانی وقطره‌ای است. از دیدگاه روش شناسی علمی، میتوان تأکید نمود که چنین مقایسه‌هائی، وطرح وبسط آن ناصواب است چراکه، بمصداق «هرکسی را بهرکاری ساختند» ، هرروشی‌در شرایطی بهترین است،وانتخاب صحیح هرروش، متناسب باشرایط، کاراهل فن است وکار دشواری است. هریك از روشهای مدون (کـلاسیك) آبیاری. دارای مختصات فنی و اقتصادی ، ومشخصات خاصه خـود میباشد لـذا مقایسه روشهائی‌که، اساس نظری و نحـوه عمل (مکانیزم) آنها باهم متفاوت است، نمی‌تواند بجا و بمورد باشد. بخصوص‌که در این مقایسه‌ها، اکثراً این توهـم پیش می‌آیدکه باید نتیجه بررسیها منجر بمنسوخ‌کردن یك روش ، وبه‌کرسی‌نشاندن روش دیگرباشد. دراینموردردرسیمنارها ومراجع علمی، مجادله‌ها ومحاوراتی درگرفته است‌که نویسنده شاهد وناظر آن بوده است. در سمینار آخری‌نیزچنین بوده است وانگیزه نگارش این مقاله نیز همین است. در مورد هریك از روشهای آبیاری بارانی وقطره‌ای(که‌بعنوان جدیدترین روشها مورد توجه خاص قرارگرفته‌اند) ، لازم است موضوع در دو زمینه تحقیقات واجرائیات (کاربرد) ، وهمچنین در شرایط ایران ودر شرایط جهانی، مورد بحث قرار بگیرد .

۱ ـ آبیاری قطره‌ای

در سال ۱۹۷۵ توصیف واساس نظری زیر، در ارتباط باپررسیهای آبیاری‌قطره‌ای درروی مدل‌آزمایشگاهی بوسیله نویسنده، به‌ایستگاه علوم خاك آوینیون، ودر ۱۹۷۶ به‌مجله بین‌المللی آبیاری و زهکشی پیشنهادگردید :

آبیاری قطره‌ای روشی است‌که درآن توزیع آب درخاك، باد و وجه مشخصهٔ خاص، ازکلیه روشهـای‌کلاسیك متمایز میگردد :

الف ؛ درکلیه روشهای آبیاری، خاك در حین آبیاری به‌رطوبت اشباع ونیم اشباع رسیده، و شرایـط مناسب برای ریشه گیاه ، از نظر آب واز نظر هوا ، درفاصله بین دو آبیاری (وپس از جریان آب‌ثقلی) ، فراهم میگردد . درصورتیکه درآبیاری قطره‌ای، اساس‌کاربراین است‌که‌رطوبت خاك درعمق توسعه‌ریشه‌ها، درتمام دوران رشد ودرحین آبیاری، درحد مطلوب (حدود ظرفیت نگهداری) نگاهداری شود (*)

(*) بااینکه معلومات و امکانات کنونی ما ایجاد چنین شرایطی را، بطورکامل، امکان‌پذیر نمی‌سازدولـی چنین برداشتی از این روش، آینده را درجهت نیل به‌این هدف غائی ترغیب وتجهیز مینماید. درحال حاضر تداوم کار قطره چکانها باعث گسترش وپیشروی منطقه نیمه اشباع‌میگردد، ولاجرم، منطقه‌ریشه‌را دربر میگیرد. در اینموقع‌آبیاری متوقف شده وشرایط ، جهت‌جریان آب،تحت‌نیروی ثقلی، وشروع مجدد آبیاری آماده میشود لذا آبیاری بطورمتناوب انجام میگردد .

علت این امر اینست که در کلیه روشهای آبیاری، آب بطور عمده تحت نیروی ثقل، در خاك جریان می‌یابد در صورتیکه در آبیاری قطره‌ای ، اصل براین است که آب ، بطور عمده در اثر نیروی مکش خاك توزیع گردد .

ب : در تمام روشهای آبیاری سطح تماس فاز اشباع، ویا نیمه اشباع خاك ، باقسمت های دیگر مسطح‌وافقی است که در عمقی از خاك قراردارد، وآب در یك جهت (درجهت ثقل) گسترش می‌یابد . درصورتیکه در مـورد آبیاری قطره‌ای این سطح مستوی است (*) . محیط نیم‌اشباع، در محل‌قطره چکانها تشکیل شده، وآب، درتمام جهات‌توزیع میگردد (توزیع‌سه‌بعدی) . براساس چنین وجوه تمایز، وچنان مکانیزم وبرداشتی از اصل نظری‌روش، می‌تـوان کلیه کارهای اجرائی، بخصوص‌کارهای تحقیقاتی را از سطح مطالعات آزمایشگاهی برروی مدل تاسطح مـزرعه ، از نظر روش‌شناسی علمی، طرح‌ریزی‌کرد. از مقولهٔ بالا می‌توان دو نتیجه‌گیری مهم را بدست‌آورد :

الف ـ در حال حاضر ودر شرایط‌کنونی ، روش آبیاری‌قطره‌ای بخوبی شناخته شده نیست و مجهولات‌زیادی در اینمورد وجود دارد .

تحقیقات مربوطه، باید در مراکز تحقیقاتی صلاحیتدار در سطح جهانی، دنبال‌گردد. این تحقیقات باید به چند اصل استوار باشد :

اولا : لازم است در قوانین مربوط به‌توزیع آب ونیروی ماتریك در خاك، واصول رابطهٔ آب وخاك (کـه رهنمون ما درکلیه روشهای آبیاری است) درجهت حل معضلات ، وجوابگوئی به‌سئوالات طرح شده درآبیاری قطره‌ای تجدیدنظر بعمل‌آید. نیروی مکش‌ریشه‌ها بعنوان یکی ازعوامل توزیع‌آب، باید ازدیدگاه جدیدی مطرح‌گردد. همچنین مفاهیم زراعی، بخصوص تهیه زمین در ارتباط باایجاد خلل وفرج‌خیلی درشت، وتأثیر آن درجابجائی‌آب دراثر نیروی مکش، چه‌بسا، باید دگرگون‌گردد .

ثانیاً : لازمست برروی کارهای آزمایشگاهی درروی مدل تأکید‌گردد تاقوانین ومکانیزم خاص‌این روش،در شرایط مختلف؛ ازنظر جنس خاك، تخلخل های مختلف، ودر ارتباط بافعالیت ریشه،از یکطرف و بده‌ها ومقادیرمختلف آب وزمانهای متفاوت آبیاری از طرف دیگر، مورد بررسی دقیق‌قرار بگیرد.

ثالثاً : لازمست نتایج بدست‌آمده ازتحقیقات آزمایشگاهی، به‌تدریج وبه‌موازات آن، درروی‌زمین‌ودرمزرعه، مورد بررسی قرارگرفته ومیزان صحت آنها درطبیعت ودرسطوح بزرك وارسی شود.

رابعاً : لازمست‌براساس‌شناخت‌هائی‌که‌تاکنون بعمل آمده است، این‌روش‌آبیاری، درشرایط مختلف، بخصوص از نظر مسائل فنی (نوع تأسیسات آبیاری قطره‌ای) و خاکهای مختلف ، وهمچنین جهات کیفی وکمی جبههٔ رطوبی؛ مورد بررسی قرار بگیرد وکلیه نتایج بدست‌آمده ، نه بعنوان نتایج استوار ونهائی‌آکادمیك، بلکه‌بعنوان‌قرائن‌وشواهد، ودر حیطه مشاهدات وتجربیات ، یادداشت وگزارش‌شود.

با توجه به‌مفاهیم بالا، ایران میتواند در زمینه تحقیقات آبیاری، بـاتوجه به‌اصل چهـارم اقـدام نموده و مشارکت مؤثری دراین‌امرداشته است.

براساس این‌روش‌شناسی علمی است که‌کلیه فعالیت‌های تحقیقاتی دانشگاهها وموسسه خاکشناسی وحاصلخیزی خاك واداره‌کل مهندسی زراعی وسایردستگاهها، درواحدها ومزارع تحقیقاتی، قابل‌توجیه‌است. اگرازنظرگاه‌آکادمیك نواقصی درکارتحقیقاتی این‌مراکزوجود دارد دلیل‌آن غیرازپاره‌ای اشکالات اداری‌وفنی (که به‌کلیه کارهای تحقیقاتی ایران سایه افکنده است)به دلیل‌ابهاماتی است که امروزه، درطبیعت وذات‌روش‌آبیاری قطره‌ای مطرح است. در ایران ادامه چنین‌تحقیقاتی درسطوح‌کوچك، ولی‌درنقاط وشرایط هرچه‌بیشترومتنوعتر، قابل توصیه است. کشورهائی‌که جهت انجام تحقیقات بسیج وتجهیزشده‌اند، میتوانند پژوهشهائی‌راکه هدفهای‌آن دراصل چهارم آمده‌است، درسطوح‌گسترده‌تری (چندین هزارتاچندین ده هزارهکتار). انجام‌بدهند.

درشرایط‌کنونی، برای این‌کشورها، توسعه محتاطانه این‌روش میسر است‌وبه‌گونه‌ای تلفیق« امور کاربردی و

(*) در صورتیکه توزیع آب فقط در اثر نیروی‌مکش خاك صورت بگیرد، (وعامل تبخیرازسطح‌خاك درکار نباشد) ، فرم سطح وجبههٔ رطوبی نیم‌کرهٔ کامل خواهد بود.

تحقیقات » بحساب می‌آید. به همین جهت تاکنون نتایج بسیار ثمربخشی، در نقاط مختلف دنیا، ازاینگونه « کاربردروش توأم باتحقیقات » (اعم‌ازجنبه‌های مثبت‌ویامفنی)، بدست‌آمده است.

ب : آبیاری قطره‌ای، بخصوص به‌گونه‌ای‌که تعریف گردید، علاوه‌بربالابردن بی معارض راندمان آبیاری و صرفه‌جوئی کامل‌درآب، دارای‌چنان‌خصوصیات‌وارزشهای بالفعل‌وبالقوه‌ایست‌که می‌توانداميدبزرگی‌برای‌آینده‌وبرای‌حل بسیاری‌ازمشکلات آبیاری، وبرای پاسخگوئی به‌بسیاری ازسئوالات ومجهولات باحساب آید :

ـ کنترل رطوبت، درعمق توسعه ریشه‌ها ودرحد ظرفیت نگهداری، وقراردادن دائم وکامل آب‌وهوادراختیار گیاه، میتواند دگرگونیهای شگرفی درکمیت وکیفیت محصول‌ایجادنماید.

امروزه آثاروشواهد زیادی دردست است‌که بالا رفتن راندمان محصول ورشدبیشتروسریعتر گیاهان، درسالهای اول‌را، میتوان‌به این‌خصوصیت نسبت‌داد.

ـ «تبخیروتعرق پتانسیل»، اندازه‌گیری‌ها وبرآوردآن ازراههای مختلف، باوجود تلاشهای عظیمی‌که صورت گرفته است، درمرحله‌کاربرد درمزرعه، باابهامات ودشواریها ونارسائیهائی همراه بوده وهیچگاه جنبه‌های عینی‌آن به کارگرفته نشده وپیاده‌نگردیده است.

روش‌آبیاری قطره‌ای، رشدوتکامل جهات فنی‌واگروتکنیکی‌آن، می‌تواند مفاهیم بسیاربغرنج «تبخیروتعرق پتانسیل» را درسطح‌مزرعه رنگ وجلوه‌ای تازه دهد ومعلومات بسیار ارزنده‌ای درسطح واحدهای زراعی ودر طبیعت، دراختیار ما بگذارد.

ـ امکان تغذیه بموقع وباندازه گیاه بوسیله انواع موادحاصلخیزکننده، یکی ازمحاسن‌عمده آبیاری‌قطره‌ایست وآثارآن به‌ثبوت رسیده‌است. ولی بنظرمیرسدکه این‌موضوع ازاهمیت بازهم‌بیشتری برخورداراست. بطوریکه احتمالا بتوان، بارژیم‌های مختلف تغذیه‌نباتی، نتایج فوق‌العاده ارزنده‌ای‌را، چه ازنظربالابودن راندمان وکیفیت‌محصول وچه ازنظرپاره‌ای ملاحظات فیزیولوژی گیاهی بدست‌آورد ونتایجی راکه دراین‌زمینه، وطی‌سالیان دراز بدست‌آمده (ولی هیچگاه درمزرعه قابل‌کنترل وتحقیق‌وکاربرد دقیق‌نبوده است)، به‌کلی‌دگرگون‌نمود.

ـ درروش آبیاری قطره‌ای، مطالعه نیازآبی‌گیاه ونیازگیاه به موادمغذی بطوردقیق‌تری امکان‌پذیربوده، واز طرفی می‌توان نتایج‌آزمایشگاهی را دراینمورد (ازقبیل مطالعات لیسیمتری‌وکشت وآزمایشات گلدانی) بادقت‌وصحت بیشتری، درمزرعه پیاده نمود. توجه به این خصلت ازآبیاری قطره‌ای نیزمیتواند درآینده بسیارنویدبخش باشد.

با توجه به‌نکات بالا میتوان چنین نتیجه‌گرفت، که کارهای تحقیقاتی درمورد این‌روش، درآغازراه است وجا داردکه بخش‌مهمی‌ازبررسیها، درمراکزبزرك تحقیقاتی دنیا، به این‌امرتخصیص یابد. چراکه قابلیت‌هاوکارآئی این‌روش، خیلی بیشتر ازآنچه‌که امروزه میدانیم‌ومی‌شناسیم، می‌تواند شکوفاگردد .

آنچه‌که مربوط به‌کاربردوگسترش روش‌آبیاری قطره‌ایست، همانطورکه به‌طورضمنی اشاره‌گردید، گسترش آن‌بعنوان یك‌روش کلاسیك‌وشناخته شده، درهیچ جای دنیابخصوص درایران، قابل توصیه نمی‌باشد. ازاین‌دیدگاه است که‌کاربرد وگسترش این روش‌را، درسطوح بزرگ چندهزارهکتاری و در ایران ، می‌توان موردنقدعلمی‌قراردادد.

درکشورهای پیشرفته مثل آمریکاوکشورهای اروپائی، اسرائیل، کانادا، استرالیا وغیره، کاربرد این روش‌در سطوح بزرگ چندده هزارهکتاری جنبه ومفهوم توأمان «کاربردی ـ تحقیقی» داشته ودر چهارچوب امکانات و شرایط فنی‌واقتصادی این‌کشورها قابل توصیه میباشد.

۲ـ آبیاری بارانی

آبیاری بارانی، بخصوص‌آنچه‌که مربوط به‌سیستم نیم‌متحرك باآبپاشهای چرخان (اسپرینکلر) است، سالهای متمادی است‌که درایران وسایرنقاط دنیا، بعنوان روش‌مدون وشناخته شده بکارگرفته شده‌است.

براساس نتایج تحقیقات وتجربیات لازم وکافی‌که انجام‌گرفته است‌دانش وآگاهی ما ازاین‌روش تقریباً کامل است. لذاپرونده تحقیقات‌آبیاری بارانی‌را دراین‌محدوده، بایدبسته شده تلقی‌نمود.

کلیه‌کارهای تحقیقاتی‌هم‌که درایران ودراین مورد، انجام شده است، به‌گونه‌ای تکرار مکررات بوده ودر

بهترین حالت، ما را به‌نتایج کلی که دیگران گرفته‌اند رهنمون بوده است. لذا ادامه چنین تحقیقاتی در ایران، جز در حالت‌های استثنائی، ضروری بنظر نمیرسد.

درمراکز تحقیقاتی بزرگ دنیا ، جهات فنی واقتصادی : اشکالات و امکانات ماشینهای بزرگ و دستگاههای جدید آبیاری بارانی، که به‌وسیله شرکت‌های سازنده ویا سایر مراجع علمی و فنی عرضه میگردد میتواند ، وباید مورد بررسی قرار گرفته ، ومشخصات فنی وحدودکارآئی آنها روشن شود . درشرایط ایران نمی‌توان ونباید ، خودرا درچنین تحقیقاتی متعهد ودرگیر کرد . اما درزمینه کاربرد روش آبیاری بارانی ، لازم است این روش درسطوح و مدیریت‌های بزرگ کشتهای آبی ، از قبیل . عمرانهای منطقه‌ای ، سازمان های دولتی یا شرکتهای سهامی زراعی ، واحدهای کشت وصنعت ، کشت وداميروری ، باغات ومزارع یکپارچه وبزرگ (مثل مزارع آستان قدس‌رضوی) . شرکتهای کشت وغیره ، جزدرموارد خاص واستثنائی ، پیاده شود . این‌کارباید ، بسته به‌شرایط . درطول برنامه چندین‌ساله وبه‌تدریج صورت گیرد ودرتمام این مدت ، ودرحین گسترش ، جهات فنی و اقتصادی آن بادقت مورد بررسی قرار گرفته و نتایج عایده درهرمقطع زمانی، درسالهای‌آتی ملحوظ ، واشکالات احتمالی برطرف‌گردد . جهت نتیجه‌گیری بهتر،ازاین‌کار (تلفیق تحقیقات بااجرائیات) ، میتوان کارگسترش را باتصاعد هندسی انجام داد . تلفیق بررسی سیستم توأم باگسترش آن ، دوفایده اساسی دارد :

اولا : اشکالات کار ، درعمل ، ازهرنظر ودرهرسطح ، مورد بررسی قرار گرفته و موارد ضعف در سالهای بعد برطرف میگردد .

ثانیاً : چون نتایج فنی و اقتصادی تحقیقات ، واعداد وارقام عایده (درموردکلیه روشهای آبیاری واز جمله روش بارانی) ، درعمده‌ترین قسمت ، درشرایط خاص‌منطقه ومدیریت مربوطه معنی داراست ، لذا میتوان‌آنهارا باضریب اطمینان بیشتری ، مستقیماً ، مورداستفاده ومعیارسنجش قرارداد .

درمورد سطوح ، مالکیت‌ها ومدیریت‌های کوچك ، وهمچنین درمورد ماشینهای بزرگ‌آبیاری بارانی ،کاربرد این روش ، جزدرحالتهای خاص وبسیاراستثنائی ، قابل توصیه نیست .

تبصره مهم : درمورد بالابودن راندمان‌آبیاری بارانی ، محاسبات اقتصادی وملاحظات عمرانی باید براساس امکان گسترش سطح کشت (نه‌برمبنای قیمت‌آب صرفه‌جوئی شده) ، صورت بگیرد . این موضوع ، به خصوص درشرایط ایران (که اراضی قابل‌کشت نسبت به منابع‌آبی خیلی زیاد است) ازاهمیت ویژه‌ای برخوردار میباشد .

تعیین دور آبیاری با روش علمی و کم خرج

Dr.V. Lakshminarayana و joginder Singh

ترجمه :

محمد ادیب

امور توسعه منابع آب ـ وزارت نیرو

مقدمه :

برای تعیین زمان آبیاری محصولات باروش علمی دانستن مقدار رطوبت موجوددرخاك ضروری میباشد. چنانچه میزان رطوبت موجود ازحد مجاز پائین تر بود نیازبه آبیاری میباشد رطوبت خاك درمزارع بوسیله تانسیومتر یا **بلوکهای تعیین رطوبت خاکی** ویاسایر وسائل دیگر تعیین میشود. هرچندکه تعیین رطوبت خاك درمحل آسان است ولی تجهیز همه مزرعه با این گونه وسائل خیلی گران تمام میشود وبعلاوه آشنائی زارعین باطرزکاراینگونه وسائل نیزضروری است. دراین مقایسه یك روش ارزان قیمت وساده برای تعیین زمان آبیاری تشریح میگردد .

براساس این روش بایستی زارعین میزان تلفات تبخیررا ازیك ظرف معمولی بابعاد 17.5 cm قطرو 19.5 cm ارتفاع درمزرعه هرروز یادداشت کنند. سپس بااستفاده از جدولهائی که قبلا تهیه شده است می توانند زمان آبیاری را مشخص نمایند.

این جدول برای انواع محصولات وتحت اقلیم هاوشرائط گوناگون قابل توسعه است. درقسمت های بعدی روش توسعه وبسط این جداول توضیح داده خواهد شدویك جدول نمونه برای یك محصول براساس مطالعات صحرائی وآزمایشگاهی بررسی میگردد. بااستفاده ازاین جداول وتعیین میزان تبخیراراضی بوسیله طشتك های معمولی میتوان برنامه زمان آبیاری را تنظیم نمود

اساس تئوری

خاکهای مختلف دارای ظرفیت زراعی متفاوتی هستند. ظرفیت زراعی یك خاك عبارت است ازمیزان آبی که بعد ازخروج آب ثقلی درآن باقی می ماند. رطوبت قابل استفاده برای گیاهان بین دوحد ظرفیت زراعی ونقطه پژمردگی دائم قراردارد. نقطه پژمردگی دائم حدرطوبتی است که گیاه پائین تر ازآن قادربادامه حیات نیست. بنابر آزمایشات چنین نتیجه شده است که درنقطه پژمردگی دائم رطوبت بانیروئی حدود 15 اتمسفر جذب خاك شده است وبعبارت دیگر نیروی مکش خاك 15 اتمسفر می باشد.

درآزمایشگاه ویژگیهای رطوبتی یك خاك را (که عبارت است ازرابطه بین مکش آب وخاك ومیزان رطوبت) بوسیله عصاره گیر Pressur membrane تعیین می نمایند. ازروی منحنی رابطه مذکورمی توان مقدار رطوبت قابل استفاده یك خاك رامشخص نمود.

عملا مانع ازاین میشوندکه رطوبت به حد نقطه پژمردگی دائم برسد. چنانچه میزان رطوبت را درنقطه پژمردگی دائم 0٪ ودرظرفیت زراعی 100٪ فرض نمائیم هنگامیکه این مقدار رطوبت به 30٪ تا 60٪ برسد (یعنی 70٪ تا 40٪ ازرطوبت اولیه کاسته شود) نیازبه آبیاری میباشد تامیزان رطوبت مجدداً به حدظرفیت زراعی برسد.

دانستن عمق ریشه های گیاه برای تعیین مقدار آب موردنیازضروری می باشد. چنانچه d = عمق ریشه و r_b =

وزن مخصوص ظاهری خاك و m = میزان رطوبت بین‌ظرفیت زراعی‌ونقطه‌پژمردگی دائم باشد عمق آب‌درناحیه‌ریشه D ازفرمول (1) بدست‌میآید:

$$D=\frac{r_b m d}{100} \quad (1)$$

با استفاده ازرابطه (1) ومقداردرصد مجازرطوبت ازدست‌رفته قبل‌ازآبیاری میتوان میزان‌آب‌مصرفی ازراه تبخیروتعرق توسط‌گیاه را بدست‌آورد.

حال مسئله این است‌که چه رابطه‌ای بین تبخیروتعرق وتبخیر برقرار می‌باشد؟

چنانچه C_u = آب مصرفی و E_p = تبخیر ازطشتك کلاس A باشد ومیتوان ضریب تبخیر وتعرق C_f را ازرابطه زیر بدست‌آورد:

$$E=\frac{C_u}{E_p} \quad (2)$$

حال اگرفاکتور C_f برای هرمحصول وتحت شرایط آب‌وهوائی گوناگون بسط داده شودمیزان‌آب‌تبخیر شده ازطشك قبل ازآبیاری عبارتست از

$$E_p=\frac{DP}{C_f} \quad (3)$$

که :

e_p = عمق‌آب تبخیرشده ازطشتك کلاس A .

D = عمق‌آب درناحیه ریشه.

P = درصدمجازآبی که بایستی بمصرف برسد وبصورت‌کمبود بیان میشود.

C_f = ضریب تبخیروتعرق.

از رابطه بالا چنین استنباط میشودکه مقدار e_p را باید ازطریق طشتك کلاس A بدست آورد.

طشتك کلاس A طشتك استانداری‌است‌که برای‌تعیین مقدار تبخیربکارمیرود و 122cm قطر و 25.4cm ارتفاع دارد وبالاتر ازسطح‌زمین رویك چهارچوب قراردارد وجنس طشتك ازمس‌است. استفاده‌ازاین‌نوع طشتك‌برای هرمزرعه خیلی‌گران تمام میشود ازاینرو دراین تحقیق رابطه وهمبستگی بین‌تبخیر ازطشتك‌کلاس A و طشتك معمولی با 17.5cm قطرو 19.5cm ارتفاع بدست‌آمده است. طشتك‌های معمولی درچندحالت مختلف مورد آزمایش قرار گرفتندکه‌عبارت‌بودنداز: تاسطح‌زیرخاك مدفون‌شده‌بودندویا 25% و 50% و 75%و100% بالاتراززمین‌بودند وازمطالعه این همبستگی چنین نتیجه شدکه تبخیر ازطشتك معمولی‌که تماماً تاسطح زیرخاك قرارداد بهترین‌نتیجه را با مقایسه با طشتك کلاس A دارا بوده است وضریب این همبستگی تقریباً نزدیك به یك بوده است. پس باتغییری در رابطه (3) خواهیم‌داشت:

$$e_c=\frac{DP}{C_f} \quad (4)$$

که :

e_c = عمق آب تبخیرشده ازیك‌طشتك معمولی (17.5cm قطرو19.5cm ارتفاع)که تماماً تاسطح زیرخاك قراردارد می‌باشد وسایرعلائم قبلا توصیف شده‌اند .

برای تعیین ضریب تبخیروتعرق‌لازم است‌که میزان‌آب مصرفی درمزرعه را تعیین نمائیم.

یکی‌ازروشها برای پیدانمودن آب‌مصرفی استفاده ازلیسیمتراست (4).

ابعاد وچگونگی ساخت ونصب لیسیمتری که دراین مطالعه بکاررفته است بعداً توضیح داده خواهد شد .
وبالاخره بلوکهای تعیین رطوبت وتانسیومترهای کارگذاشته درمزرعه اطلاعات روزانه تبخیر را بدست میدهند. این اطلاعات همراه بامقادیری که ازرابطه (4) بدست میآیند برای تهیه جداول تعیین زمان آبیاری بکارمیروند.
روش مشروح بالا برای یك محصول خاص بشرح زیراست:

کاربرد

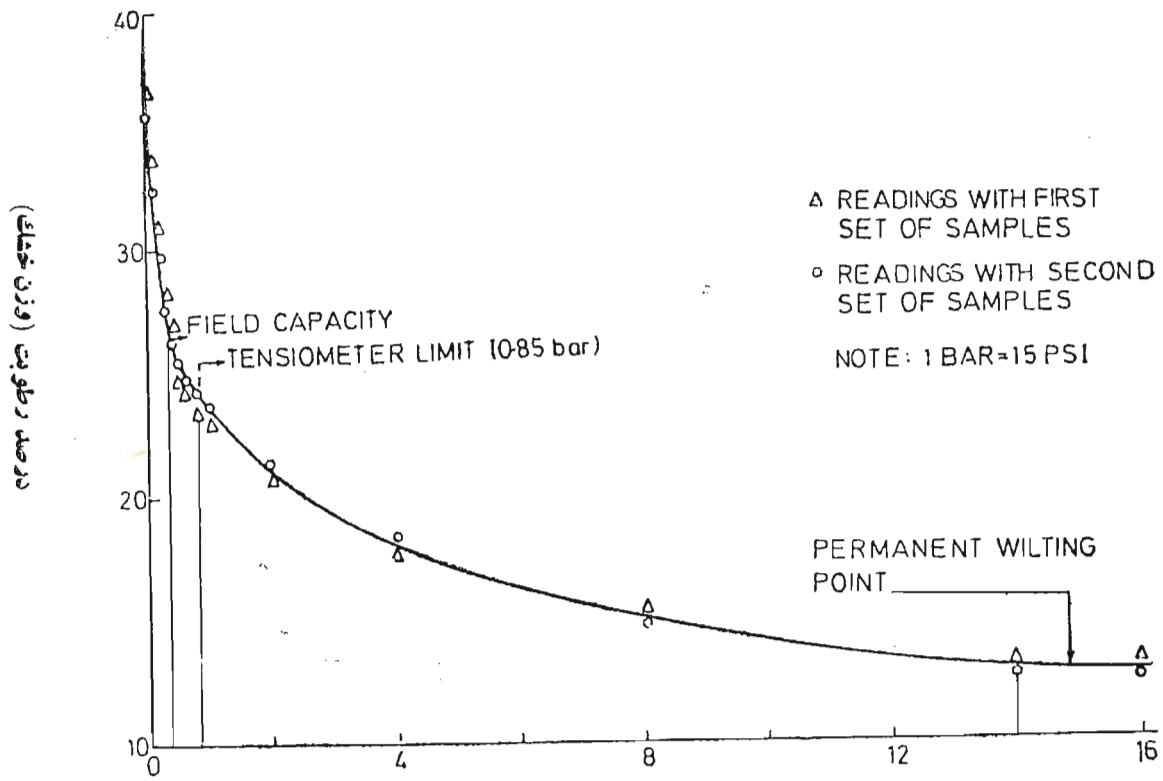
درهندوستان لوبیا به دوصورت حبوبات وعلوفه کشت میشود. دراین تحقیق مطالعات صحرائی توسط دستیار پژوهندگان درمؤسسه تحقیقات کشاورزی هندوستان درمرکز ناحیه کانپورهند صورت گرفت. دوره رشد لوبیا بعنوان حبوبات از۲۸ جولای تاسوم دسامبر۷۴. بعنوان علوفه از۱۳ فوریه ۲۱ می بطول انجامید.

مطالعات آزمایشگاهی

نمونه های خاك ازمزارع جمع آوری وبرای آزمایشهای عصاره رطوبت به دستگاههای عصاره گیری Pressure membran هدایت میشدند.
شکل یك نتایج آزمایش را نشان میدهند. ازروی شکل می توان میزان رطوبت را درمرحله ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم معین نمود.
بایستی درایتجا متذکرشد که مسئله تعیین ویژگیهای رطوبتی یك خاك بواسطه اثرپس ماند موضوع پیچیده ایست. در این بررسی با استفاده قسمتی ازسیکل خشك کردن منحنی پس ماند میزان رطوبت را در مقابل مکش آب و خاك تعیین نمودند .

مطالعات صحرائی

درمزرعه مطالعات درسطح خیلی وسیعی انجام گرفت ، میزان نتیجه ازدوطریق طشتك کلاس A وطشتك های معمولی که در اعماق مختلف قرار گرفته بودند اندازه گیری میشد . درجه حرارت رطوبت ، سرعت باد ، میزان باران درمحل اندازه گیری شد. رطوبت خاك بوسیله فرونمودن بلوکهای تعیین رطوبت درمرزعه وتانسیومتر وهمچنین مقدار آب مصرفی توسط یك لیسیمتر مشخص گردید .



شکل۱: منحنی ویژگیهای رطوبتی خاك مزرعه که توسط عصارگیر Pressur membran حاصل شده است

جدول شماره یك داده‌های هواشناسی جمع‌آوری شده درماه اگوست ۷۴ را نشان میدهد .

جدول شماره دو ارقام ماه فوریه ۷۵ را نظر میزان تبخیر از طشتك‌های معمولی و اعـداد قرائت شده از بلوك‌های تعیین رطوبت موجود درزمین را نمایش میدهد . اینگونه داده‌ها وارقام را برای تمام ماههای دوره رشد محصول می‌توان بدست‌آورد . اعداد قرائت شده از روی رطوبت سنج بوسیله تغییری که در دستگاه داده شده‌است تبدیل به مقدار رطوبت درخاك میشود .

ابعادلیسیمتری که درمزرعه‌کار گذارده شده ومحصول درآن رشدکرده‌است درشکل۲ نشان‌داده شده است. بلوکهای تعیین رطوبت نزدیك لیسیمتر درزیرخاك کار گذارده شده وهروقت میزان رطوبت از حدکمبود مجازپائین‌تر میرفت آبیاری صورت میگرفت . محصولی که درلیسیمتر کشت شده‌بود بهمان شیوه محصولات اطراف آن آبیاری میگردید . سپس میزان آب مصرفی بوسیله برقراری معادله زیرمحاسبه شد . (موقعیت مخازن درشکل۲مشخص است)

$$C_u = V_A + V_D + V_R - V_C - V_E$$

که :

C_u = میزان آب مصرفی بین دوآبیاری

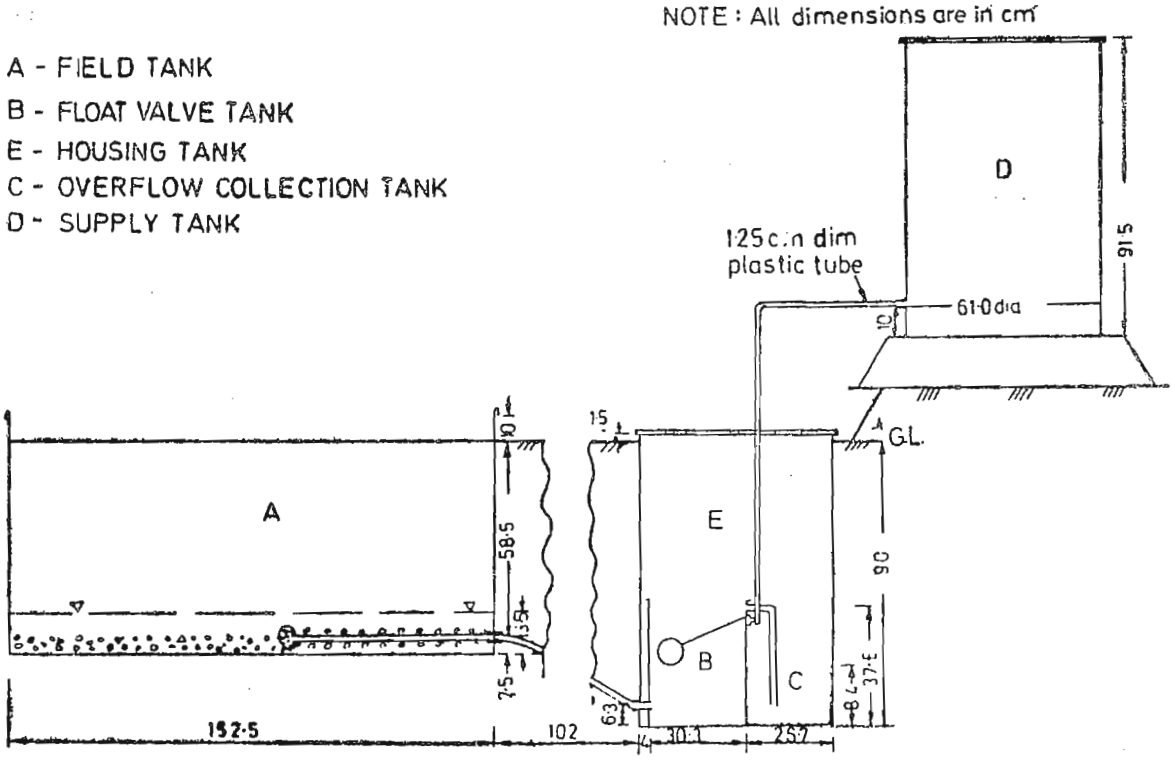
V_A = حجم آب بکار رفته درمخزن مزرعه A

V_D = حجم آب رسانیده شده توسط مخزن D

V_R = حجم بارانی که با باران‌سنج اندازه گیری شده

V_C = حجم آب جمع‌آوری شده درمخزن سرریز C

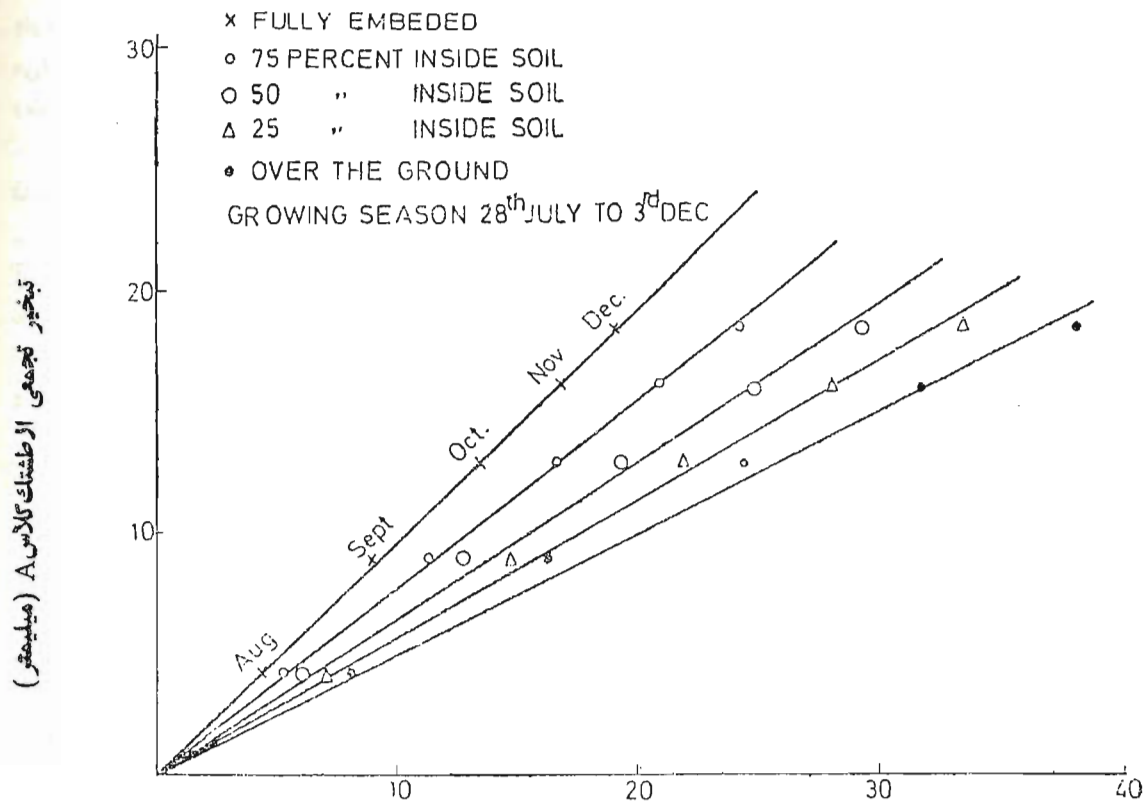
V_E = حجم جریان سطحی جمع‌آوری‌شده درمخزن جریان‌سطحی E



شکل۲ : تبخیر و تعریق‌سنج (لیسیمتر) برای تعیین آب مصرفی

جدول شماره ۳ مقادیر C_u محاسبه شده بین آبیاری‌هـا را برای دوفصل رشد نشان میدهـد . این جـدول همچنین مقادیر تبخیر از طشتك کلاس A را درهمان دوره رشد نشان میدهد . بااستفاده از میزان C_u وتبخیر از طشتك کلاس A مقادیر ضریب تبخیر و تعرق C_f محاسبه ودرجدول مشخص شده است .

درشکل شماره ۳ رابطه بین میزان تبخیر ازطشتك کلاس A وطشتك‌های معمولی دراعماق مختلف را برای دوره رشد ۲۸ جولای تا سوم دسامبر ۷۴ نمایش داده شده است .



تبخیر تجمعی از طشتك های معمولی (میلیمتر)

شکل۳ : رابطه‌بین متوسط تبخیرروزانه ازطشتك‌کلاس A وطشتك‌های معمولی دراعماق مختلف

از روی این شکل چنین استنباط میگردد که ضریب همبستگی بین طشتك معمولی که تماماً تاسطح زیرخاك مدفون شده وطشتك کلاس A تقریباً برای یك است .

چنین همبستگی مشابهی برای دوره رشد ۱۳ فوریه تا ۲۱ می ۷۵ نیز بدست‌آمده است . با استفاده‌از داده‌ها وارقامی که درمزرعه بدست‌آمده وبابکاربردن رابطه (4) می‌توان عمق‌آبی راکه قبل‌از آبیاری بایستی از طشتك‌های معمولی تبخیرشود محاسبه نمود .

محاسبات درجدول ۴ نشان داده شده وهمچنین نتایج بصورت گراف درشکل ۴آمده است .

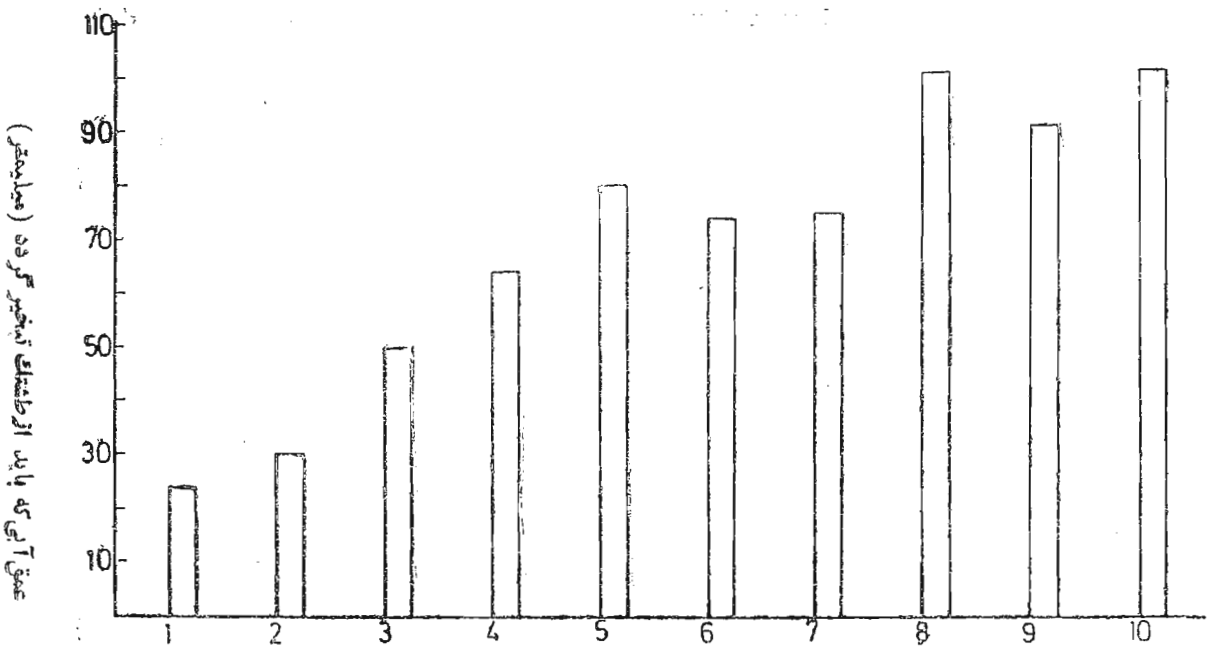
تعیین زمان آبیاری

نتایج نهایی این تحقیق بصورت جدول درشکل ۴ نمایان است .

باداشتن‌چنین‌جدولی کشاورزان می‌توانند با یادداشت‌نمودن میزان تبخیر از طشتك‌های معمولی که در مزارعشان نصب گردیده (باهزینه ناچیز) زمان‌آبیاری را برای محصولات‌کشت شده درمحیطشان را تعیین نمایند .

مثلا دراین تحقیق بامراجعه به ستون ۶ درجدول ۴ وشکل ۴ چنین استنباط میشودکه اولین آبیاری زمانی باید صورت گیردکه عمق‌آب تبخیر شده از طشتك mm24 ودومین‌آبیاری هنگامی است‌که عمق‌آب تبخیرشده mm30 باشد والی‌آخر . . .

بعدازهرآبیاری بایستی سطح‌آب طشتك را باریختن‌آب بحالت قبل‌ازتبخیر رساند . کنترلی‌که برای دقت‌عمل دراین بررسی صورت گرفته است مقایسه بین‌داده‌هائیست‌که از روش فرق و بلوکها رطوبتی بدست‌آمده است . از روی جدول ۴ چنین بنظر میرسدکه اولین‌آبیاری موقعی مناسب است‌که عمق تبخیر از طشتکی‌که کاملا زیرخاك قراردارد



شکل۴ :عمق آبی که باید قبلاً از آبیاری بعدی از طشتک کاملا مدفون شده درخاك تبخیر شود

mm24 باشد . از روی جدول ۲ (که میزان تبخیر از طشتك‌های معمولی را مشخص می‌نماید) چنین استنباط میشود که میزان کل تبخیر تجمعی تا آخر ۱۷ فوریه به mm 24 میرسد . از اینرو می‌توان توصیه نمود که نیاز به آبیاری بین روزهای ۱۸ یا ۱۹ فوریه می‌باشد .

ارقام واقعی که براساس قرائت‌های بلوکهای تعیین رطوبت بدست آمد زمان آبیاری را همان ۱۸ فوریه تعیین می‌نمود . بااین براین بنظر میرسد که روش ارائه شده نتایج قابل اعتمادی را ارائه میدهد .

خلاصه

دراین بررسی براساس میزان تبخیر از طشتك‌های معمولی جدول برنامه آبیاری یك محصول در دو دوره رشد تهیه شده است . اولین دوره رشد از ۲۸ جولای تا سوم دسامبر ۷۴ ودومین دوره رشد از۱۳ فوریه تا ۲۱ می۷۵ بود. مطالعات صحرائی توسط I. A. R. I درمرکز ناحیه‌کانپور صورت گرفت . براساس این تحقیق جدا ولی مشابه برای انواع محصولات ودراقالیم گوناگون تهیه گردید . آنگاه باتعیین میزان تبخیر ازطشتك‌های معمولی به‌قطر Cm۱۷/۵ وبارتفاع Cm۱۹/۵ که تا سطح درزمین قرار گرفته‌اند وکاملا درشرائط محیطی محصولات کشت شده قراردارند زمان آبیاری را تعیین می‌نمایند . ایـن روش ساده ، علمی و ارزان است . صحت و اعتبار ایـن روش با مقایسه به روشهـای گران قیمت بلوکهای رطوبتی ثابت گردیده است .

جدول ۱ : نشان دهنده داده های هواشناسی مربوط به ماه اگوست ۱۹۷۴ می باشد

Date	Rain-fall (mm)	Temperature °C		Relative humidity, percent			Wind-speed Km/hr (at 4' above ground)	Class-A Pan Evapo-ration (mm/day)
		Max.	Min.	8 A.M.	2 P.M.	Ave-rage		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	-	32.1	27.8	84	65	74.5	6.8	4.4
2.	-	33.2	26.7	91	77	84.0	6.0	4.5
3.	-	32.2	26.9	87	88	87.5	4.2	3.8
4.	1.1	32.5	27.6	87	74	80.5	3.8	4.1
5.	12.0	34.2	26.1	91	96	93.5	4.5	3.6
6.	6.4	28.8	25.1	96	87	91.5	3.1	2.4
7.	3.0	28.6	25.5	91	91	91.0	2.0	2.9
8.	7.4	27.7	26.2	96	96	96.0	2.4	2.4
9.	3.6	29.9	28.3	91	86	87.5	3.5	3.6
10.	3.6	32.1	28.0	91	84	87.5	3.1	3.6
11.	-	33.2	27.6	92	88	90.0	3.9	3.3
12.	0.5	34.1	27.8	96	83	89.5	3.4	4.5
13.	-	30.2	26.5	92	74	83.0	2.0	3.7
14.	-	33.3	26.2	91	87	89.0	3.4	4.2
15.	0.4	34.0	25.9	96	100	98.0	2.0	3.9
16.	1.5	31.7	26.5	91	77	84.0	5.0	4.5
17.	-	32.9	26.8	84	74	79.0	4.4	4.8
18.	9.5	30.9	26.2	84	74	79.0	8.9	4.5
19.	6.0	30.1	26.3	83	80	81.5	8.4	4.8
20.	15.9	30.8	26.0	83	84	83.5	5.5	2.9
21.	3.5	30.7	25.0	87	87	87.0	6.3	8.5
22.	1.2	27.9	23.8	95	76	85.5	4.3	4.2
23.	0.3	30.4	25.9	96	100	98.0	2.9	4.3
24.	0.3	29.1	24.8	91	77	84.0	2.2	3.8
25.	4.0	33.3	25.6	87	74	80.5	4.3	2.4
26.	-	33.1	26.1	87	74	80.5	4.3	4.0
27.	-	32.9	27.0	91	96	93.5	4.9	6.0
28.	1.5	29.6	25.8	79	68	73.5	5.3	3.5
29.	-	35.0	24.9	83	68	75.5	9.5	6.0
30.	-	35.7	26.2	75	59	67.0	12.4	4.0
31.	-	36.0	25.1	75	78	76.5	17.4	7.0

جدول۲ : نشان دهنده میزان تبخیر از طشتك های معمولی در اعماق مختلف وارقام بدست آمده ازرطوبت سنج خاك درفوریه ۱۹۷۵ می باشد

Date	Evaporation from ordinary cans (mm)					Moisture meter reading		
	Burial percentage					Depth of moisture block		
	100	75	50	25	0	0.5 ft. (Tensi-ometer)	1.5 ft.	2 ft.
13	4.0	4.8	5.6	6.8	8.0	0	-	-
14	5.5	6.4	7.5	8.4	9.4	6	-	-
15	3.2	4.0	5.1	6.0	7.2	30	-	-
16	3.8	4.6	5.7	6.5	7.5	55	-	-
17	4.5	5.0	6.0	7.1	8.2	82	-	-
18	3.8	4.5	5.7	6.8	7.5	94	92	93
19	3.0	4.0	5.0	6.0	7.5	90	90	91
20	1.5	2.0	2.8	3.9	5.0	87	88	89
21	1.5	2.4	3.2	4.4	5.5	86	88	89
22	3.6	4.0	4.7	5.6	6.8	84	87	89
23	3.0	4.0	4.8	5.5	6.6	83	86	88
24	3.4	4.1	4.9	5.6	6.8	80	86	87
25	3.8	4.5	5.2	6.4	7.5	76	85	87
26	4.0	5.0	5.8	6.7	7.8	71	84	87
27	3.2	4.2	5.1	6.5	7.5	67	84	86
28	4.3	5.0	6.0	6.8	7.9	61	83	85

جدول ۳ : نشان دهنده تغییرات ضریب تبخیر و تعرق ،Cf، درفصل رشد می‌باشد

Period	Consumptive use (mm)	Evaporation from class 'A' Pan (mm)	C_f
1	2	3	4
1974			
Jul 28 - Aug 2	6.83	24.90	0.274
Aug 3 - Sep 6	80.30	161.20	0.530
Sep 7 - Sep 21	58.35	79.60	0.732
Sep 22 - Nov 12	168.70	207.60	0.815
Nov 13 - Dec 3	38.85	61.00	0.635
1975			
Feb 13 - Feb 17	3.12	19.60	0.160
Feb 18 - Mar 2	17.20	44.10	0.390
Mar 3 - Mar 11	24.30	52.00	0.470
Mar 12 - Mar 22	36.30	70.00	0.520
Mar 23 - Apr 2	45.97	71.50	0.645
Apr 3 - Apr 10	68.40	81.00	0.830
Apr 11 - Apr 20	88.30	88.80	1.000
Apr 21 - May 1	100.40	116.10	0.860
May 2 - May 11	101.60	106.00	0.960
May 12 - May 21	98.90	113.10	0.875

جدول۴ : تعیین زمان آبیاری با استفاده از طشتک های معمولی

Average root depth 'd' (cm)	Total depth of water in the root zone in cm^x. $D = \frac{r_b^{md}}{100}$	Percentage allowed to be depleted before irrigation	Depth to be depleted (mm)	C_f	Depth of water to be evaporated from ordinary can,mm
5.0	0.945	40	3.8	0.160	24.0
15.0	2.840	40	11.3	0.390	30.0
25.0	4.720	50	23.6	0.470	50.0
35.0	6.610	50	33.1	0.520	64.0
45.0	8.500	60	51.0	0.645	80.0
55.0	10.400	60	62.5	0.830	75.0
65.0	12.300	60	74.5	1.000	74.5
65.0	12.300	70	87.0	0.860	101.0
65.0	12.300	70	87.0	0.960	91.0
65.0	12.300	70	87.0	0.860	101.0

گزارش دوازدهمین کنگره بین‌المللی سدهای بزرگ مکزیکو

حسین اشرفی

درسال ۱۹۲۸ کنفرانس انرژی جهانی که درپاریس تاسیس گردید کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ را بااختیارات مستقل بنیاد نهاد. اولین کنگره درسال ۱۹۳۳ درشهر استکهلم سوئد باشرکت ۲۱ کشورعضو تشکیل گردید. ازآن تاریخ به بعد این کنگره هرسه‌سال یکمرتبه باستثناء دوره‌جنگ‌دوم جهانی تجدید گردید وتابامروز تعداد اعضاء آن‌به ۷۰ کشور رسیده است.

کنگره دوازدهم بین‌المللی درشهرمکزیکو برپاشد. دراینکنگره طبق‌دعوت قبلی‌جناب آقای ایرج‌وحیدی وزیر نیروبریاست هیئتی مرکب ازآقایان علی‌اصغراقتصاد - امیرحسین‌شکیب - شهریارمرتضوی واینجانب شرکت داشتند. از طرف آقای‌شکیب مقاله‌ای درباره مسائل زهکشی سدشاه‌عباس‌کبیر و ازطرف اینجانب مقاله‌ای درمورد ترمیم شکاف‌تکیه‌گاه سد شاپوراول به‌کنگره ارائه شده‌بود که درمجلدهائی چاپ ومورد تفسیر قرار گرفت .

کنگره مذکوردرساعت ۱۱صبح ۲۹ مارس ۱۹۷۶ درساختمان بزرگ Medical Center شهرمکزیکو افتتاح گردید .

پس ازنطق افتتاحیه نماینده ریاست‌جمهوری مکزیکوشخصیت‌های مهم‌کشور های مختلف منجمله وزیر نیروی ایران با احترام فوق‌العاده‌ای معرفی گردیدند.

بایدجداً اذعان نمودکه دراولین لحظات‌شروع کنگره برای ایرانیها این‌منظره افتخارآمیز ولذت بخش بود بویژه‌اینکه‌بعدها ضمن‌مصاحبه‌هاوملاقاتهااحترام‌مخصوصی‌نسبت به ایرانیها مبذول گردید می‌توان گفت که دراین‌کشوردور هیچ‌احتیاجی‌به معرفی ایران و ایرانی نداشتیم زیرا مسافرت شاهنشاه آریامهر باین کشور بحد کافی باعث شناسائی ایران و ایرانیها به اهالی این کشور شده بود .

پس ازسخنرانی وزیرمنابع آب مکزیك موضوع کنگره - مباحث - کنگره‌های قبلی - تعدادشرکت‌کنندگان - تعداد مقالات ارسالی ومندرج در نشریه علل تشکیل کنگره - سوابق مندرجات فنی - تبادل نظرها در مورد مقالات - اشکالات عمومی مراکزعلمی وتحقیقاتی واجرائی ممالك درمورد تاسیسات بزرك مخازن‌آب‌وساختمان سد وملحقات آن بطوراعم تشریح گردید ونتایج تبادل‌نظرها اعلام‌شد. سخنران اعلام‌نمودکه دردوازدهمین کنگره بین‌المللی‌سدهای‌بزرگ روی‌چهارموضوع‌مهم بحث خواهدشدکه درهرمورد توسط صاحبنظران وکارشناسان ممالك مختلفه مقاله‌هائی دریافت ودر کتابچه‌هائی‌بچاپ رسیده وبشرح‌زیراست:

۱ - مسائلی‌که با انواع سدهای خاکی ازنقطه‌نظرمصالح سنگی‌وسیلتی باکیفیت بدواصلاح پذیر- مصالح‌نوع جدید بامتد جدید - تکنیك تعویض مصالح‌وهزینه‌های مربوطه ارتباط دارد.

۲- بررسی تراوشات‌وسیستم زهکشی‌سدوپی‌آنها وطرق تعیین محل‌ومقدار تراوشات تاریخچه تراوش‌ها وتاثیر آنها روی سد - اهمیت آنها با توجه بایمنی وحفاظت بدنه سددر دوره بهره‌برداری - طرح سیستمهای زه‌کشی - طرق بازیابی ورفع اشکالات‌فنی

۳ ـ اقدامات مقدماتی درسدسازی مربوط به‌کاربرد سیستم‌آنالیزمحل واندازه مخزن ـ طرق‌سریع ارزیابی‌و تعیین‌نوع‌سد. تاریخ‌اقدامات شامل‌هزینه‌ها ومدت مطالعات .

۴ ـ تاثیرات محیط برروی سدومخزن‌آن‌که بامسائل‌مصالح شناوروملق‌درآب‌ـقلیائی بودن‌ـ اندازه گیری‌ها ـ طرح مخصوص باتوجه به منطقه ازنقطه‌نظرآب‌وهوا وبارندگی ـ ارزشیابی عوامل‌موثرمحیط ارتباط خواهدداشت.

درمورد مسائل چهارگانه فوق‌دومقاله ازایران‌مربوط به سوال ۲فوق تهیه وارسال گردیده بودکه درمجلدی بچاپ رسیدوبعداً موردبحث‌وتفسیرقرارگرفت.

پس ازاختتام گزارشات مبسوط درجلسه افتتاحیه‌کنگره‌که درساعت ۱/۵ پایان‌یافت، ازبعد ازظهرهان روز بطورمداوم سخنرانیها درصبح‌وبعدازظهر روزهای‌بعدنیزدرموردکلیه مسائل چهارگانه فوق انجام و تا۳آوریل‌ادامه‌داشت.

سخنرانان آنهائیکه‌لازم میدانستندکه درمورد مقالات خودبحث نمایندنام‌نویسی وبزبانهای انگلیسی‌ویا فرانسه ویا اسپانیولی نظرات خودرا اعلام ومراتب توسط رئیس هیات‌واعضاء هیات‌که حدود ۱۰تا ۱۲ نفربودند بدقت درهمان لحظات بررسی واظهارنظر میشد.

درمبحث شماره۱ مذکور۴۳مقاله از۲۱ کشوررسیده‌بودکه از۲۹ مارس توسط اعضاءگروه بررسی‌ونویسندگان مقاله مورد بحث‌قرارگرفت وبسیارسودمند بوده ونتایج بررسی‌ها دراصلاح‌مصالح وبه‌طرز کوبیدن ـ آب‌پاشی ـ مقدار آب‌واستحصال بهترین نوع‌احداث هسته مرکزی سدموردقت قرارگرفت وسخنرانان مطالب را آنطورکه در کنگره معمول است‌برای همه اعضاء تشریح نمودند .

مطالب برای سدهای مختلف فرق‌داشت وپیشنهادهای عمده درمورد شیب‌بدنه ـ زه‌کشی‌واهمیت‌آن ـ فیلترونوع مخصوص‌مصالح آن مشروحاً بیان‌شدکه همه مطالب توسط گروه‌رسیدگی ودرمجلدهای بعدی‌چاپ‌ومنتشر گردید.

بدیهی است‌نگارش همه این‌مطالب دراین‌مقاله گزارشی میسرنخواهد بود وچه‌بهترکه کتابهای موجود بتدریج توسط افرادی‌که بزبانهای انگلیسی ویافرانسه آشنائی‌کامل داشته باشندترجمه ودراختیار دانش‌پژوهان قرارگیرد زیرا همه مطالب ومقالات مندرج‌مشکلاتی است‌که درمراحل مختلفه طرح ـ اجرا ـ بهره‌برداری بوجودآمده وبرای‌مملکتی که خود سریعاً درامرمنابع‌آب وبهره‌برداری ازآن‌سرمایه‌گذاری هنگفتی نموده لازم است‌که باین‌مشکلات‌آشناباشد و باتوجه باینکه اشکالات درتمام دنیا درتاسیسات مشابه ممکن است‌شبیه‌بیکدیگرباشند چه‌بهترکه دیگراحتیاجی‌به‌کارشناس خارجی نباشدکه فی‌المثل باهزینه زیاد بیایدومصالحی را ارزیابی نمایدویا اشکالی‌را رفع‌نماید.

سؤال اول‌ـموضوع مسائل‌مربوط به انواع سدهای خاکی

درکنگره مسائل سؤال اول‌بصورت ذیل‌خلاصه‌گردید.

مصرف مصالح نامرغوب (باتوجه بامکانات تهیه مصالح)شن‌خاك همیشه یخ بسته وسنگ متغییرالحالت وسیلت‌ـ مصالح‌آخال معدنی‌وکارخانه‌ها وتوجه به‌آلودگی آبهای تحت‌الارضی‌ومتروك شدن‌محیط ـ مصالح‌جدیدومتدهای‌نوـفنون بازدهی تاسیسات ـ مواردمختلفه.

اعتقاد عمومی براین‌بودکه‌کم‌شدن ریزدانه‌ها ازسنك موجب‌بالارفتن فشارپذیری وپائین‌آمدن نیروی‌برشی‌شده وعمل مشکل‌تر وگران‌تر میشود.

باتوجه باینکه نخاله‌های‌کارخانجات آسیائیها ازنقطه‌نظر ایمنی توده‌های بی‌مصرف واشغال‌کننده زمین‌هـای منطقه است درمورد علل خطرات ـ محل سدآخالی (سدیکه باپس‌مانده‌های کافی و کارخانه‌های صنعتی ساخته میشود) پی‌سد ـ ساختمان وروش بهره‌برداری وفنون ـ کنترل‌آب ـ استقامت ـ اجرای بازیابی وبالاخره‌آلودگی توسط افراد مختلف ازکشورهای مختلف سخنرانیهائی انجام‌گرفت .

عقیده عمومی مولفین این بودکه می‌توان سد را بانخاله‌های مختلف ساخت ولازم است ازروشهائی که‌درآب‌ـ بندهای باستانی وقدیم الایام مرسوم بوده استفاده نمود ودرمورد لایه‌های بدنه سدعقاید مختلف بودکه افقی باشدویامایل مطالب بسیارگفته شد .

باتوجه به مباحثی‌که درمقالات ویا تائید پیشنهادات ضمن سخنرانی‌بوسیله مؤلفین‌مربوطه انجام‌گرفت‌مطالب زیرتوسط مسئول بررسی مقالات مورد تفسیرقرارگرفت .

۱ـ روش جای دادن مصالح سنگی خردشونده (نسبتاً پوك) یا ترد وتوجه به‌نتایج حاصله از خاکریزهای آزمایشی که جهت تهیه مشخصات ومعرفی نوع ماشین‌آلات وطریق کوبیدن مورداستفاده قرار خواهد گرفت که پیشنهاد خوبی بود .

۲ـ ریختن وکوبیدن خاکهای ریزدانه باآب زیاد درمقابل شرایط جوی .

دراین مورد رئیس جلسه بیاناتی درمورد تائید مطالب نمودند ولی بهرحال پیشنهادکردند که باتوجه به زمان لازم جهت تاثیرشرایط جوی روی لایه‌های خاك بارطوبت زیاد تحقیقاتی بعمل‌آید وبعداً نتایج جهت افراد ارسال گردد ودرجلسات بعدی مذاکره شود (این موضوع توسط (اینجانب) شرکت‌کننده ایرانی باتوجه به‌الاستیسیته خاك بارطوبت زیاد جلوگیری ازنشست سد در دوره بهره‌برداری درشرایط خاصی پیشنهادگردیده بود) .

۳ـ تمایل درساختمان وتعیین فنون زه‌کشی درتأسیساتی که با ناخاله احداث میشوند دراین مبحث از جدائی دانه‌های متشکله نخاله‌ها پس از انباشتن درمحل وتاثیر جداپذیری دانه‌ها روی استقامت سد مطالب زیادی گفته شد وقرار شد تحقیقات مفصلتری درآینده صورت گیرد .

۴ـ آلودگی سطحی وزه‌کشی‌های زیرزمینی بوسیله نخاله‌ها موضوع مهمی‌بودکه مورد مذاکره قرارگرفت.

دراین مورد نیز پیشنهادات مختلفه‌ای بعمل آمدکه بعداً مورد بررسی دانشمندان قرارگرفته ودرکنگره‌های بعد نتیجه اعلام خواهدگردید .

۵ـ متدهای جدید درپائین‌آوردن هزینه درخاکریزهای مختلفه‌که بخاطر عدم رسیدن پیشنهاد ـ مسکوت گذارده شد تابعداً دوباره بررسی شود .

سؤال دوم ـ بررسی تراوشات وزهکشی سدها

قبلا باید دانست‌که مشکل بنظر میرسدکه همه پیشنهادها را بصورت اصل موضوعات یك بیك بمیان آورد چه‌بهتر بمراتبی بپردازیم‌که اغلب مؤلفین مقالات بدان توجه نموده‌اند . مسلماً این امر درطول مدت‌کوتاه کنگره مقدور نبود وکوشش بعمل‌آمدکه واقع‌بینانه به مواردی مراجعه نمودکه حقنقتاً دربیشتر مقالات موردتوجه اکثریت کارشناسان بوده است ودرواقع موضوع مقالات بقدری زیاد بودکه دراین مدت امکان رسیدگی بهمه وجود نداشت .

۱ـ تعداد زیادی ازمقالات به‌عملیات واجرائیاتی مراجعه نمودندکه عملیات‌آنها بانجام نرسیده یااینکه مسائل ومشکلات موجودکاملاحل نشده است واین‌میرساندکه بموضوع سؤال دوم می‌توان توجه خاصی مبذول‌داشت‌ومسئله‌ایست که دربیشترکشورها باآن مواجه هستند .

۲ـ پیشرفت قابل‌ملاحظه درتعیین محل وعلل .

دراین مورد حالت‌ها وطریق استفاده ازمتدهای جدید شناسائی پیشنهادگردیده است .

پیشنهادها شامل نمونه‌ها وطرق مقتضی اولیه بوده‌که باآنها امکان دارد برای تعیین تراوائیهای موضعی دلایل محکم وقابل قبولی ارائه داد .

دراین مورد عقیده همگانی است‌که تعیین محل و علل تراوائی بعد از پرکردن مخزن سد خالی از اشکال نخواهد بود .

۳ـ اغلب تاریخچه‌های مندرج درمقالات مخصوصاً آنهائی‌که درمورد خاکریز ویا سنگریز روی پی ضعیف ویا زمین طبیعی نامناسب مراجعه نموده بودند مورد توجه خیلی‌ها قرارگرفت ودراین مورد مطلب باید ازنقطه‌نظرهای ذیل بررسی گردد .

الف ـ تجزیه و تحلیل و تاریخچه تراوش یا تراوائی و تغییر مربوطه بدان درمواقعی‌که برروی سد اثر می‌گذارد . «ازاین بابت ازکشور ایران ۲ مقاله توسط‌آقایان حسین اشرفی و امیرحسین شکیب ارسال شده بودکه از تجزیه وتحلیل وعلل تراوائی بحث شده بود» .

ب ـ اهمیت موضوع نسبت به ایمنی سد و بهره‌برداری ازآن .

دراین موردکه فی‌الواقع مسئله مهمی است مؤلفین بجنبه اقتصادی کمتر مراجعه نموده‌که باید دقت شود

ودرصدی از هزینه کل را برای امور زهکشی درنظر داشت . معتقدیم کـه آنچه مهندسین سدسازی را بخودجلب‌می‌نماید عبارتند از :

الف ـ اثر یك سیستم زه‌کشی بسیط وجامع وکافی ومطمئن‌که درکاستن هزینه‌کل پروژه اثرخواهدگذارد .

ب ـ هزینه اضافی سیستم زهکشی از نقطه‌نظر عملیات علاج‌بخش و تعمیرات لازم‌کـه باید درپروژه به هزینه ساختمان یك سیستم زهکشی منظور نمود .

۵ـ مقدمای تحلیلی واستفاده ازمدل جهت تعیین حدود تراوائی قبل‌ازساختمان‌که اساس طرح سیستم‌زهکشی خواهد بود . درکنگره بررسی جدی دراین مورد بعمل آمد و مقررگردیدکه بین نتایج حاصله از طریق مدل و ارقام حاصله بعدازپرکردن مخزن سد مقایسه‌ای بعمل‌آمده ودرکنگره بعدی مورد تفسیر قرا گیرد .

سؤال سوم ـ اقدامات مقدماتی وکاربرد سیستم آنالیز

مقدمه = دراین مورد موارد ذیل درکنگره بررسی شد .

۱ـ کاربرد عملی سیستم‌آنالیز جهت تعیین محل واندازه مخزن سد

۲ـ طرق سریع درارزیابی محل وتعیین نوع سد

۳ـ مطالعات مقدماتی شامل تعیین وطول انجام عملیات

ونتایجی بصورت ذیل درکنگره بدست‌آمد .

۱ـ معلوم داشتن اطلاعات اصلی و اساسی جهت دردست‌بودن اطلاعات اولیه درتهیه مطالعات مقدماتی سدها ومخازن‌آنها

بدیهی است‌این اطلاعات ازنظر حجم دریك‌دوره‌کوتاه محدود خواهدبود وبهرحال مدارکی است‌که درشروع حتماً لازم خواهد بود .

۲ ـ اهمیت لزوم صورت موجود اطلاعات یك‌پروژه مخزنی، جهت عمران‌آبادی‌ممالك جهت دسترسی‌بمنابع آب مسائل مربوط به نیرو ـ کنترل سیلاب وآبیاری و منظورهای دیگر در وهله اول بطور اساسی باید دانست کـه منطقه‌ایکه شامل‌آن بررسی‌های مقدماتی خواهد بود چقدر است وچه مشخصاتی دارد . دربیشتر موارد آنقدرهـا وقت نیست‌که بررسی را بهمه مملکت بسط داد وحتی شامل‌کلیه رودخانه‌ها وحوزه آبریز هم‌نخواهد بود مگر اینکه‌شناسائی وتهیه اطلاعات اجمالی وسطحی باشد بهتر آن است‌که اطلاعات بدست‌آمده درمورد مناطق بصورت هرچه کاملتروکافی‌تر تهیه‌گردد تا نتایج غلط ونادرست حاصل نشود .

۳ ـ طریق محدود کردن تعداد گزارشات ومطالعات مقدماتی‌که درحال حاضر درپاره‌ای ازکشورها دردست بودن آنها ضرورت داردکه قبل‌از تهیه آنها قبول یك پروژه مقدور نمیباشد . مطلب بسیار مهم بوده ولزوم آن درخیلی ازممالك حقیقتاً احساس میشود ودر واقع قبل‌از تهیه اطلاعات مقدماتی نمیتوان پروژه‌ای را بنیان نهاده زیرا اینقـدر گزارشات زیاد وپیشنهادات مختلف است‌که نمیتوان پروژه‌ای را جداً پیشنهاد نمود . عده‌ای درکنگره معتقد بودند که سوابق نشان میدهدکه پاره‌ای ازپروژه‌ها ازنظر اقتصادی مقرون‌بصرفه معرفی شده‌اند اما توسط یکی‌از افراد مخالفت میشود واین درست نیست مهم این است‌که پروژه‌ای برای‌اکثریت افراد منطقه‌ای سومند باشد وهمین مطلب بایدبصورت یك پارامتر اساسی درقانون وفلسفه لزوم احداث ساختمان قرارگرفته وتصویب شود .

۴ ـ شرایط بحرانی زمین شناسی یك طرح درمطالعات مقدماتی

بنظر اکثر اعضا کنگره چگونگی موقعیت ژئولوژیکی درمطالعات جهت‌تعیین فاکتورهای بحرانی مؤثرروی توجیهات مالی وفنی سد مخزنی اهمیت خاصی را دارا میباشد .

بدیهی است نباید فراموش‌کردکه نقائص ژئولوژیکی کوچك گاهی اوقات بسیار مهم جلوه‌گرمیشوند .

سئوال چهارم ـ تاثیرات محیط روی سد و مخزن آن

این مطلبی بودکه در کنگره یازدهم پیشنهاد شد دوره کنگره دوازدهم با علاقمندی زیاد دنبال گردید مورد فوق بطور عمومی به۳ قسمت تقسیم گردید .

الف ـ مسائل مربوط به شناوری ومملق بودن ذرات ـ قلیائی‌ها وطرق علاج‌بخشی

ب ـ تهیه پروژه مخصوص وتوجهات به منطقه درمورد پیشینه درجه حرارت وبارندگی

ج ـ ارزیابی اقتصادی با پارامترهای محیط

درباره این مطلب ۳۲مقاله ازممالك مختلفه دریافت گردید وبا توجه بهمقالات توجه بیشتر مؤلفین بهمصالح شناور بصورت خس وخاشاك سطحی ـ مواد معلق بصورت دید نئوریك ـ مواد معلق ازنقطه نظر آزمایشی ـ تیرگی و کنترل مقدارآب ـ مسائل حاصله ازبارندگیهای خیلی زیاد ـ سرمای محیط ونیروهای موثر زلزله جلبشده بوددد کلیه موارد فوق مقالات عمدهای با پیشنهادات مناسب رسیده که بیشترآنها جهت رسیدگی به دقت احتیاج دارند و با توجه باهمیت آنهابررسیهای دیگری نیز انجام ونتایج آنهابچاپ خواهد رسید .

توجه : یکیاز مسائلی که مؤلفین خیلی بدانتوجه نمودند موضوع مواد معلق درآب بود واین جزعمشکلاتی است که بیشتر درسدهای ساخته شده درایران بدان مواجه میباشیم زیرا اغلب سدهائی که برروی رودخانههای ایران ساخته شد مصالح ومواد معلق زیادی را بخاطر سیلابی بودن اکثر رودخانههای ایران پشت سرخود (سراب) انباشته کرده این موضوعی است که مرتباً ازحجم مفید مخزن خواهدکاست درپارهای نقاط رودخانه ارس باتوجه به دوربودن خیلیزیاد بین سد مخزنی وسد انحرافی وباتوجه بهشیب نسبتاً زیاد رودخانه واختلاف حداقل وحداکثر دبی از۱۵متر مکعب درثانیه تا ۴۰۰۰ متر مکعب درصد احتمالی تعیین شده مسئله بسیارمهم میباشد وباید به پیشنهادات و مقالات و مشکلات مربوط بدان توجه داشت .

درکنگره عدهای دلایلی درمورد علل ازجای کنده شدن وحمل مواد بوسیلهآب را تجزیه وتحلیل نمودند و یکیاز علتها را همان فرسایش خاك ساحلهای رودخانه وپودر شدنآن درنظر آوردند ومتدهای صحیحی راکه درپائین آوردن فرسایش خاك پیشنهادخواهدگردید ستودند . همچنین درطرزتعیینمقادیر رسوبات مخزن سد راههایمختلفهای توسط مؤلفین پیشنهاد گردید ودرکنگره نسبت بدانها اظهارنظر شد . بالاخره موضوع مهمی که درباره تهنشین شدن مواد معلق پیش میآید خارجکردن آن ازمخزن استکه با طرح درست آبگیرها ـ مجاری تخلیه ودریچهها ـ مجاری تحتانی رابطه مستقیم دارد وباید ازبکاربردن شیرهای پروانهای وفورانی دراعماق پائینمخزن برحذر بود .

درموقع طرح وساختمان سد باید بهانتخاب ماشینآلات منقول مناسب جهت نقل مکان سیلت درمخزن توجه کافی مبذول داشت . مهندسین بهرهبرداری باید به اثرات تهنشینی ذرات درسد توجهکامل داشته واز اوضاع هیدولیکیو شرایط حوزه آبگیر دریاچه وغیره هرلحظه باخبر باشند وضمن آزمایشات دورهای باید مقدار تهنشین را بدانند . غواصان باید وضع آبگیررا معلوم نمایندکه چقدر سیلت احیاناً جلوی ورودیها راگرفته است .

آبگیرهای تحتانی باید مرتباً بازوبسته شوند . بالاخره باتوجه به مقالاتی که درمورد تیرگیآب ـ حرارت محیط ـ کنترلآب وارزیابی اقتصادی تهیه شده وزمان مورد بحث درکنگره مطالب بصورت زیر تفسیر گردید .

۱ ـ فنون ساختن خاکریزهای حایل درمقابل بارندگی برف ویخبندان

۲ ـ ساخت آبگیرها در پائینترین نقطه سد جهت خالینمودن مواد تهنشین شده در مخزن تاحدی که مقدور است .

۳ ـ قراردادن آبگیر درنقاط مختلف بدنه سد

۴ ـ ارزیابی اقتصادی اثرات محیط روی طرح مخزن

که مراتب ۱ و۲ مناسب تشخیص داده شد وارزیابی ۴ فوق توصیه گردید .

علاوه برمقالات چهارگانه فوقالذکر ۱۲ مقاله عمومی ازکمیتههای علمی ۱۲ کشورعضو کمیته تهیهوبچاپ رسیدهکه هریك بنوبه خود دارای اهمیت فوقالعادهای میباشد .

همچنین ۲۱ مقاله درمطالب مختلفه بسیار مهم از۲۱کشور عضوکنگره ارسالکه بچاپ رصیدهکه یکیازآنها درباره سد اسوان روی رودخانه نیل استکه مؤلفطرق کنترل تراوائی آب توسط هسته ـ پرده تزریق ـ پرده تزریق

کانال درچینه‌های آبرفتی ـ پرده محوری سدوتکیه گاهها وپرده تزریق کنتوری وغیره شرح‌داده است وهریك ازمقالات بنوبه خود درطرح واحدهای متعلقه هرپروژه قابل توجه میباشد .

پس‌از اختتام کنگره شرکت‌کنندگان وهمراهان‌که تعدادآنها ازهزارو پانصد نفر تجاوز مینمود توسط‌دوازده گروه مختلف ازمکزیکوسیتی به محلهای مختلف جهت مطالعات سدها وبررسی پیشرفت‌های سدسازی وآبیاری‌که همه طبن برنامه‌هائی دقیق تنظیم گردیده بود از طریق خطوط هوائی وزمینی اعزام گردیدند. گروه دوازده‌گانه سدهای مختلفی را درمسیرهای گوناگون بازدید وبرای گزارش دهنده این توفیق بدست‌آمد که ازسدهای والریوتر و جانو وجنرال امیر وسیوفیگواروبزفید وشبکه‌های آنها را بررسی نمایم ویکی دیگر ازشرکت‌کنندگان ایرانی درمسیر ۵ از سدکوتزیو وسدال انفیزنیلو ونیرگاه آبی لاویلیتا بازدید بعمل آورد .

دراینجا لازم میداند که توجه خوانندگان را علاوه برنتایج علمی ذکرشده به موارد زیرنیز معطوف دارد:

۱ ـ شرکت درچنین کنگره بین‌المللی بسیارمهم‌علمی برای همه ایرانیان‌شرکت‌کننده ودیگرشرکت‌کنندگان بسیارجالب بوده وبایدازکمیته ملی‌آبیاری وزهکشی ایران‌که جهت‌اعزام‌کارشناسان اقدام‌نموده‌اند تشکر نماید.

۲ ـ مواردی‌که درطول‌مراسم‌کنگره درمورد سدهای بزرك ومسائل ومشکلات وطرح‌آنها بیان‌گردیدکلا در حد عالیترین سطح‌علمی‌بوده وازنتایج‌حاصله‌آن می‌توان‌درآینده هرچه بهترسودبرد.

۳ ـ آشنائی‌باکارشناسان ومهندسین عالی‌رتبه پیشرفته جهان‌که ازممالك مختلف‌آمده بودندفراموش نشدنی و چنین موقعیتی برای‌کسی‌کمتراتفاق خواهدافتادکه اکثرآنها رادریك‌محل‌ملاقات ومذاکره نماید.

۴ ـ حسن‌اخلاق‌ورفتاروهمکاری وتبادل‌نظرشرکت‌کنندگان نسبت‌به یکدیگروصف‌ناکردنی است.

۵ ـ مسائلی‌که درطول‌کنگره بیان‌گردید مسائلی‌بودندکه شرکت‌کنندگان همه باميل‌وعلاقه وافروبا دلبستگی کامل‌که ارتباط باشغل‌آنها داشت رغبت‌زایدالوصفی نشان میدادند.

۶ ـ بحث۶کتابچه منتشره ودیگر کتابچه‌های مفصل‌دیگرکه بین‌شرکت‌کنندگان منتشر گردید می تواندبه بهترین وجهی مورداستفاده دیگرمهندسین درامرطرح واجرا بهره‌برداری درامرسدسازی قرارگیرد.

۷ـ کسب اطلاعاتی‌که دراین‌کنگره وامثال آن‌ها برای شرکت‌کنندگان حاصل میشود بنحوی دیگری وبدون شایستگی مقدور نمیباشد واز نظر اطلاعاتی وصف ناپذیراست .

۸ـ به مهندسین وکارشناسان عالی توصیه میگرددکه درکوران‌کار و اجراء بهمه مسائل مربوط به سدسازی ـ زهکشی ـ آبیاری وبهره‌برداری ازآنها دقت‌کامل مبذول وباتوجه به مسائل مربوطه مقالات علمی تهیه وجهت تبادل‌نظر فنی واستفاده دیگر ممالك به‌کنگره‌های آینده تسلیم تادراختیار استفاده‌کنندگان قرارگرفته واز تجارب آنها درسطح بین‌المللی سودگیرند .

درخاتمه از رؤسا ـ گردانندگان ـ مدیران وکارکنان دولت جمهوری مکزیك‌که باکمال دقت‌تحت‌برنامه‌های مدرن دوازدهمین‌کنگره بین‌المللی سدهای بزرگ را درمکزیك باعالیترین وجهی تشکیل وبه سرانجام رسانده‌اندتشکر مینماید .

گزارش کنفرانس آب منطقه آسیا و حوزه اقیانوس آرام (اسکاپ) مربوط به کنفرانس آب سازمان ملل

داود حریری

مقدمه

کنفرانس آب سازمان ملل درماه مارس ۱۹۷۷ (اسفندماه سال ۲۵۳۵) درآرژانتین تشکیل خواهد شد مطالبی که درکنفرانس مطرح خواهد شد عبارتنداز:

۱ ـ ارزیابی میزان آب موجود ومصرف آن ومیزان مصرف درسالهای آینده وامکان توسعه منابع آب.

۲ ـ استفاده از تکنولوژی جدید درمراحل مختلف ارزیابی و توسعه منابع آب وهمکاریهای بین‌المللی در این زمینه.

۳ ـ مدیریت منابع آب درکشورهای مختلف وتوصیه بهترین روشهای مدیریت و جلب همکاریهای بین‌المللی برای ساماندهی رودخانه‌های مشترک مرزی یا بین‌المللی وطرح پیشنهادات مربوطه درسطح بین‌المللی.

برای اینکه این کنفرانس جهانی آمادگی داشته باشدهر کشوری مسائل مربوط به خود را قبلا در کنفرانس منطقه‌ای مطرح کرده وهرمنطقه گزارشی بسازمان تسلیم میکند. ایران که عضو کمیسیون اقتصادی واجتماعی سازمان ملل برای آسیا وحوزه اقیانوس آرام (اسکاپ) است درمردادماه امسال درکنفرانس منطقه‌ای بانکوك شرکت نمود. درکنفرانس بانکوك اطلاعات زیربنائی درمورد منابع آب منطقه ومصارف کنونی وآینده آب مطرح گردید. این اطلاعات شامل آب وهوا ومیزان بارندگی، آبهای سطحی وزیرزمینی وموجودی آب ومصرف آب و کیفیت آب ونیز تشکیلات موجوددر کشورهای منطقه بود. خط مشی‌ها وقوانین جاریه نیز درکنفرانس مطرح گردید. ایران موضوع ملی‌شدن آب و پیشرفتهای توسعه منابع آب کشوررا درکنفرانس مطرح نمودکه مورد توجه قرار گرفت.

درکنفرانس منطقه‌ای بانکوك کشورهای افغانستان و استرالیا وبنگلادش وهنك کنك و هندوستان واندونزی و ایران وژاپن ومالزی ونپال وزلاندنووپاکستان وفیلیپین وجمهوری کره وسنگاپور، وسری‌لانکا وتایلند شرکت داشته و نمایندگان هریك ازاین کشورها طی مقالاتی دربارهٔ وضع موجود منابع آب ومیزان مصرف ومشکلات کشورهای خودبه بحث ومذاکره پرداختند.

منابع آب منطقه.

این منطقه جمعاً ۳۱ میلیون کیلومترمربع یا ۲۳ درصد ازمجموع زمین‌های دنیارافراگرفته‌است و ۵۱/۱ درصد جمعیت دنیا دراین منطقه سکونت دارند. آب‌وهوای منطقه متغییر است. متوسط سالیانه بارندگی درسه کشورنزدیك به خط استوا (فیلیپین، مالزی، اندونزی) دارای بیشترین مقدار (۲۳۰۰ میلیمتر درسال) ودرکشورهای افغانستان، استرالیا، ایران، مغولستان، پاکستان دارای کمترین مقداراست (۲۰۰ تا ۵۰۰ میلیمتر درسال). مقدار بارندگی در کشورنیز متفاوت است. مثلا دربراهماپوترای هندوستان میزان بارندگی متوسط سالیانه ۲۵۰۰ میلیمتراست درصورتیکه درقسمت‌های مرکزی هندوستان مقدارمتوسط بازرگانی سالیانه ۳۷۵ میلیمترمی‌باشد. بطورکلی درکشورهای اندونزی،

هنك كنك، مالزی، زلاندنو، فیلیپین، سنگاپور، سری‌لانکا، متوسط بارندگی سالیانه بیش از ۲۰۰۰ میلیمتر درسال و میزان آبهای جاری سطحی برحسب عمق(Run - off) بیش‌ازهزار میلیمتراست.

میزان متوسط بارندگی درکشورهای بنگلادش، برمه، هندوستان، ژاپن، نپال، کره، تـایلندبین ۱۰۰۰ تـا ۲۰۰۰ میلیمتردرسال ومقدارآبهای سطحی‌جاری برحسب عمق‌بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ میلیمتراست. میزان‌متوسط بارندگی درکشورهای افغانستان، استرالیا، وچین، ایران، پاکستان‌کمتر از ۱۰۰۰ میلیمتردرسال ومقدار آبهای سطحی جاری برحسب عمق‌بین ۵۰ تا ۲۸۰ میلیمتراست بطورکلی درکنفرانس بانکوك موضوعهای اصلی مربوط به سرمایه‌گذاری ـ توسعه وساماندهی منابع‌آب تعیین ومشخص شده‌اندکلیه این‌مواردکه بایستی مورد توجه دولتها قرارگیرند درگزارش کنفرانس مطرح وتوصیه‌ها وپیشنهادات مربوط به این‌موارد نیزدرفصل جداگانه‌ای ذکرشده است.

درزمینه بررسی وتوسعه ومدیریت منابع آب‌برای بدست‌آوردن راندمان مطلوب‌وتامین‌آب‌بمیزان‌کافی‌بایستی برنامه‌ای هم‌آهنك وتلفیق‌شده‌بوجودآید. برای‌اجرای برنامه‌های هماهنك‌سازی سازمانهای متفاوت مسئول بهره‌برداری درکشورهای مختلف بوجود آمده ویا طرح‌ریزی شده‌اند ولی درموارد بسیارثابت شده‌است‌که تشکیلات‌فعلی‌کافی‌نیست. سیاست آب تااندازه‌ای بستگی‌بخودکشورومنابع وموقعیت‌سیاسی، اقتصادی واجتماعی‌آن دارد ولی میتوان تعدادی از این اصول را درکشورهای دیگرنیزپیاده‌کرد. بعضی‌کشورها درموردآب یك‌سیاست ملی‌انتخاب کرده‌اند البته درنظر گرفتن عامل محیط واجتماع که‌همپایه‌عوامل تکنولوژی‌واقتصادی است‌درپروژه‌ها ضروری‌می‌باشد. اکثرپروژه‌هانیازمند سرمایه‌گزاری بزرگ بوده و استهلاك سرمایه طویل‌المدت است

توسعه منابع‌آب‌بطورکلی ازتعهدات ووظایف دولت است زیرا تهیه‌آب ازضروریات رشد وتوسعه ملی است و هزینه سرمایه‌گزاری پروژه‌ها زیاداست ولذا دولتها وظیفه دارندکه توسعه منابع‌آب را ترغیب‌کنند. تخصیص هزینه به هدفها بستگی دارد. هدفهای ممکن عبارتند ازبازده اقتصادی رفاه اجتماعی، نیازمندیهای محیطی وسیاسی ولی تخصیص اعتباردرصورت عدم مدیریت صحیح اختلالاتی بوجودمی‌آورد. مشارکت عموم برای موفقیت پروژه‌ها ضروری است و همچنین بایستی مصرف‌کنندگان درمدیریت سیستم‌های آبیاری سهیم شوند. جهت مشارکت موثرعموم آموزش پیشرفته برای افراد مسئول لازم است. درمورد قانون آب وتشکیلات اجرائی‌آن بایدگفت‌که بعضی ازکشورها دارای قوانین پیچیده‌ای هستندکه بایدبه تلخیص آنهاهمت‌گماشت . درتشکیلات ادارای وقوانین موضوعه تجدید نظربعمل‌آمده واز تکنیك وتجارب دیگرکشورها استفاده شود. بین‌زمین ومنابع‌آب رابطه نزدیکی وجوددارد لذا اهمیت‌وارزش مدیریت خاك را بعنوان عاملی‌که تاثیربرموجودیت وکیفیت آب‌سطحی وزیرزمینی می‌گذارد بایددرنظرداشت. بهره برداری از زمین ازطریق آبیاری اساس‌زندگی اکثریت مردم منطقه است. جاهائیکه فرسایش خاك زیاد باشد تامین هزینه ومدت زمان احیاء خاك بعلت طولانی بودن ازعوامل بازدارنده بحساب می‌آید واقدام مستقیم دولت وتشریك‌مساعی‌آن اجتناب ناپذیراست. یکی ازنیازمندیهای اساسی‌جهت برنامه‌های مدیریت‌خاك ارزیابی‌کافی ازخاکهابرای هرگونه‌بهره‌برداری است. دراکثرکشورها درزمینه بهره‌برداری ازخاك وآسیب‌هائی‌که معلول بهره‌برداری نادرست ازآن است فعالیتهائی صورت میگیرد.

وضع آب‌موجود

شناست وبرآوردآب مناطقی‌که دچارکمبودآب هستند بویژه‌آب زیرزمینی این‌مناطق‌که غالباً مناسبترین‌منبع برای برنامه‌های عمرانی است‌باید موردتوجه قرارگیرد.

ارزیابی‌کیفیت‌آب دراثرمصرف مواد شیمیائی وفضولات حاصله ازمصارف شهری وکشاورزی‌مشکلترشده‌است وتابحال کنترل زیادی‌بعمل نیامده ولی‌باید برای‌تعیین‌حداقل مرغوبیت آب‌جهت مصارف عمومی وآبیاری‌آمار لازم از نظرکمی وکیفی مشخص گردد .

ثبت پارامترهای اساسی‌کیفیت‌آب بادشواریهائی مواجه شده ولی مبادله تجارب حاصله درباره این موضوع خالی ازفایده نیست. بهره‌برداری ازآب‌برای مقاصد مختلف وتحت‌شرایط‌گوناگون وشیوه بهره‌برداری ازآن درگذشته جهت برنامه‌ریزی پروژه‌های جدیدومدرنیزه‌کردن وبالابردن بازده فوق‌العاده حائزاهمیت است‌نصب دستگاههائی برای اندازه‌گیری مصرف آب‌غالباً نتایج فوری ازنظر اقتصادی دربرخواهد داشت. درمواردی‌که نوع بهره‌برداری واستفاده

ازآب مسائلی مانندزهکشی وفاضلاب را بمیان میآورد مدیریت ویژه آب نیازمند بیك‌سلسله آماروواطلاعات‌درزمینه‌مقادیر وهمچنین درباره کیفیت آنها است. بعضی ازتشکیلات صنعتی موجب تغییرات عمده‌ای درکیفیت آب‌شده‌اند واینها پایه‌ای برای تعیین مقدارتصفیه آن قبل ازتخلیه درمجرای اصلی وسیستمهای زهکش می‌باشنددرکشاورزی آبیاری شده‌بااستفاده ازکود گیاهی وحیوانی همین نیازمشابه وجوددارد. دراینصورت تصفیه واستفاده مجدد عملی‌بنظرنمیرسد لیکن وقوف به کیفیت آب درطرح فاضلاب وتخلیه‌آن واستفاده مجدد ازآن دربهره‌برداری حائزاهمیت است.

مدیریت آب

تجارب موجود دربعضی ازکشورها برای‌کشورهای دیگرمثمرثمرخواهد بود. همچنین تهیه‌آمارهای مختلف مربوط به‌آب‌وهواشناسی برای تهیه طرحهای توسعه منابع‌آب ضروری بوده ومبادله‌آنها نیز بسیار مفید میباشد. تربیت افراد متخصص وکارآزموده باید همواره موردنظرباشد.

ازآبهای زیرزمینی میتوان بعنوان ذخیره ویا منبع استفاده‌کرده وتلفات حاطل ازتبخیررا به‌حداقل‌رساند. بعضی ازکشورها به تغذیه مصنوعی سفره‌های آب‌زیرزمینی پرداخته‌اند.

مسائل فنی‌مخصوص مانند شیرین کردن‌آبهای شورباوروری ابرها جلوگیری ازتبخیربااستفاده ازتکنیك‌جدید تغذیه مصنوعی سفره‌های آب‌زیرزمینی استفاده ازماهواره‌ها درشناختن منابع‌آب وبالاخره گسترش تحقیقات وتعلیمات ازمسائل موردبحث کنفرانس منطقه‌ای بوده است. درموردمسائلی‌که درفوق بآنها اشاره شدونیزعملیاتی‌که درزمینه های مختلف بایستی انجام‌شوند، کنفرانس توصیه‌هائی کرده است‌که اهم‌آنها بطورخلاصه درذیل آمده‌اند.

امورمنابع آب دربعضی ازکشورها به سازمانهای مختلفی سپرده شده است‌که غالبا هماهنگی لازم دربین‌آنها وجود ندارد ونیزبا سایرجنبه‌های برنامه‌ریزی ملی‌مربوط نمی‌باشد. لذا توسعه وساماندهی منابع‌آب درکشور بایستی جزئی ازبرنامه‌ریزی ملی‌ومبتنی برهمکاری واقعی بین مسئولین سرمایه گزاری وتوسعه منابع‌آب باشدو درنحوه توزیع مسئولیت‌ها تجدیدنظرشود یعنی برنامه‌ریزی برای‌آب‌با سایر جنبه‌های برنامه‌ریزی ملی‌توام گردد و کلیه مسئولین ساماندهی های مختلف منابع‌آب باهمدیگرهمکاری‌وهماهنگی داشته باشند

یك سیاست ملی دربارهٔ آب بطورکلی تدوین‌وبادرنظر گرفتن مشخصات مربوط بهرکشوربمورد اجراگذارده شود. کنفرانس درمورد برنامه‌ریزی وبرآورد منابع‌آب موجود ومیزان مصرف‌آن‌ونیزدرمورد تدوین قوانین و مقررات مربوط به‌آب تکنیك‌های برنامه‌ریزی وبرآورد، مشارکت عموم، قانون‌آب وتشکیلات‌اداری‌آن، جمع‌آوری‌آماربنائی راندمان مصرف‌آب‌ومدیریت‌آب شهری وصنعتی‌وکشاورزی محیط‌زیست وامور بهداشتی، منابع‌آب جوامع روستائی ، رفع زیانهای ناشی ازسیل، خشکسالی وکم‌آبی، رودخانه‌های بین‌المللی آموزش تکنولوژیست، آموزش مصرف‌کنندهٔ آب بررسی ومطالعه وایجاد ارتباط بین‌کنفرانس منابع‌آب سازمان‌ملل ودیگرکنفرانس های جهانی وبالاخره بکارگرفتن تکنولوژی جدیددرمورد توسعه منابع‌آب توصیه‌هائی نموده است.

زلزله‌شناسی سدها
و
اقدامات وزارت نیرو در زمینه مطالعات سیسمولوژی سدهای بزرگ ایران*

مسعود پیمان

سازمان آب منطقه‌ای تهران

مطالعه زلزله‌شناسی نواحی منتسب به‌چندسدبزرگ دردنیا وحتی‌درکشورما ایران نشان‌میدهد درصورت‌وجود شرایط خاص تکتونیکی وزمین‌ساختمان سدهای بزرگ ومآلا تشکیل دریاچه‌های عمیق پشت‌سدها موجب تشدید فعالیت زلزله‌ای‌درمناطق اطراف‌سدها میگردد.

مقایسه آمارزلزله‌های این‌مناطق در دو دوره قبل‌وبعدازآبگیری مخزن سدها موارد متعددی را مشخص‌کرده است‌که درآنها نقش‌تشکیل دریاچه مصنوعی‌سدها دربروز زلزله‌کم‌وبیش‌استنباط میشود.

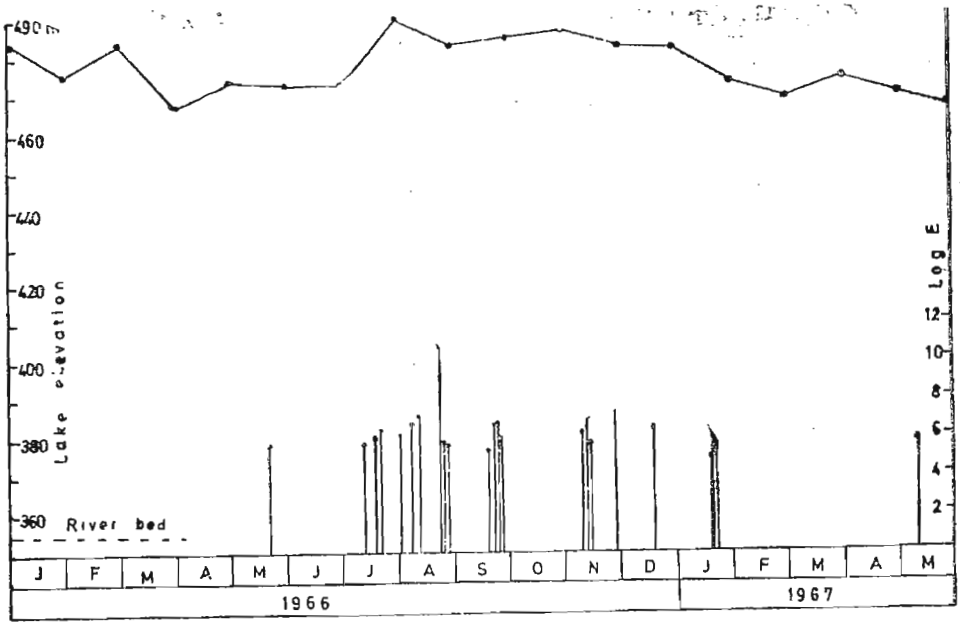
دراین مقاله بذکر زمین لرزه‌هائی‌که درنزدیکی بعضی‌ازدریاچه سدها درنقاط مختلف‌دنیا بوقوع پیوسته‌اند مبادرت شده است. تعدادی ازاین‌زلزله‌ها بعلت اینکه دارای ماگنیتود بالاتراز۶ درجه بودند خسارات قابل ذکری را بوجودآورده‌اند عوامل‌بوجودآورند. ومکانیسم زلزله‌های بزرگ مصنوعی هنوزبطورکامل مانند زلزله‌های طبیعی روشن نگردیده است. مطالعاتی‌که دراین زمینه صورت‌گرفته نشان‌میدهدعملا فعالیت زلزله‌ای شدید موقعی شروع میشودکه ارتفاع‌آب ذخیره‌شده ازصدمتر تجاوزمینماید وبایددرنظرداشت ارتفاع‌آب تغییرات ناگهانی وقابل‌توجه دررقوم دریاچه موثرتر ازحجم‌کل دریاچه می‌باشد. همچنین فعالیت لرزشی تحت‌شرایط خاص ژئولوژی محل‌دریاچه سددستخوش تغییر میگردد ازاینروساختن سدهمیشه عامل‌بروز زلزله نمیباشد ازهمینجا لزوم انجام مطالعات لرزه‌شناسی وژئولوژی محل دریاچه‌ها بیشترمحسوس می‌شود. باتوجه به نتیجه مطالعات لرزه‌شناسی سدها امربررسی اثرات متقابل‌زلزله وسد برـ همدیگر موردتوجه قرارگرفته ودر نقاط مختلف جهان بانصب دستگاههای زلزله سنج درمجاورت سدها این مطالعات پی‌گیری وتکمیل میگردد.

بارزترین مثال این‌پدیده تغییر خصوصیات زلزله‌خیزی Seismicity ناحیه دراك واقع‌درکوههای آلپ فرانسه بعدازاحداث سدمونتی‌نارد درمنطقه مذکورمیباشد بهمین‌لحاظ نتیجه مطالعات زلزله‌شناسی این‌ناحیه‌بعنوان‌نمونه تیپیك انتخاب‌وتشریح‌میگردد.

سد قوسی مونتی‌نارد دربارپکترین قسمت بستررودخانه دراك واقع درکوههای آلپ فرانسه ساخته شده است، آبگیری سد ازبهارسال ۱۹۶۲ شروع‌شد ودر۲۰ آوریل سال‌بعدارتفاع‌آب به ۱۳۵متررسید وحجم‌آن بالغ بر۲۷۵ میلیون‌مترمکعب گردید، در۲۵ آوریل بدنبال دوتکان خفیف زلزله شدیدی روی دادوخرابیهائی‌را درروستاهای اطراف سد موجب‌گردید، نقشه‌های ایزوسئیسمال نشان میدهدمرکزمنحنی‌های هم‌لرزه تقریباً دروسط دریاچه سد قرارداشته و

---

* این‌مقاله خلاصه مطالبی است‌که دردومین‌کنفرانس علمی‌وپژوهشی‌ژئوفیزیك دراسفندماه ۲۵۳۴دردانشگاه فردوسی مشهد ایراد گردید.



مقایسه میزان انرژی رهاشده (برحسب ژول) با تغییرات سطح آب در دومین دوره آبگیری سد مونتی‌نارد.

شعاع تاثیرزلزله از ۴۰ کیلومتر متجاوزنکرده است واین‌بدان‌معنی است که‌کانون زلزله خیلی‌نزدیك سطح‌زمین‌می‌باشد، محاسبات میکروسیسمیکی اپی‌سانتر نیز با ارقام منحنی‌های هم‌لرزه که متکی بمطالعات ماکروسیسمیك زلزله می‌باشد تقریباً مطابقت میکند.

بدنبال این‌زمین‌لرزه انستیتوفیزیك دوگلوب درماه اوت۱۹۶۳ یك ایستگاه‌زلزله‌نگاری درجوارسد مونتی‌نارد ایجاد نمودوه‌مطالعه فعالیت‌های لرزشی منطقه دراین‌ایستگاه دنبال گردید.

مطالعات نشان میدهدکه قبل ازساختمان سدمونتی‌نارد زلزله قابل توجهی درمحل روی‌نداده بودولی همزمان با تکمیل عملیات‌آبگیری دریاچه سدورسیدن سطح‌آب‌بارتفاع ۱۳۵متری اولین‌زمین‌لرزه شدیددر۱۲کیلومتری شمال‌غربی مونتی‌نارددرورکوراحساس گردید.

سکانس دوم‌لرزشها درسال ۱۹۶۶ ثبت‌شدکه شدیدترین آنها در۲۴ اوت همانسال باماگنیتود $۴\frac{۱}{۳}$ درمحل بوقوع پیوست ولی‌بشدت‌زلزله سال۶۳نبود. این‌بارهم شوك اصلی‌وشوکهای بعدی‌بلافاصله بعدازپرشدن مجدد دریاچه زمانیکه ارتفاع‌آب به ۱۳۵متررسیده‌بود ثبت شدند.

باید اشاره کردکه سدمونتی‌نارد ازنظرتکتونیکی درمنطقه بی‌ثباتی‌که دارای تعدادزیادی‌گسل میباشد بنا شده است مخصوصاً گسل دولامورکه درامتداد شمال جنوب‌کشیده شده وبسیاری‌گسلهای دیگرکه درامتداد شرق‌وغرب وجود دارند بعلاوه وجود تعدادی درزها ومنافذراکه نفوذآب را درمنطقه ممکن‌میسازند بایدذکرنمود.

با درنظرگرفتن وضع‌دره احتمال میرود ذخیره‌آب‌دریاچه مونتی‌نارد بیش ازحد توانائی منطقه برای حفظ توازن وثبات بوده است.

مطالعات مشابهی‌بابهره‌گیری ازآمارپانزده ساله مرکزتحقیقات ژئودزی امریکا وبااستفاده ازامکانات‌یك‌شبکه زلزله سنجی مرکب‌ازچهاردستگاه دراطراف سدبولدورصورت گرفت، امروزبکمك این‌تحقیقات شایدبتوان ارتباط بین

پرشدن دریاچه سدمذکور که برروی رودخانه کلورا دوبسته شده استوفعالیت لرزشی منطقه میدرا دریافت. این زمین لرزه‌ها ممکنست به تجدید فعالیت زلزله‌ای درطبقات پلیوسن وقبل ازپلیوسن دراثرافزایش ناگهانی وزن آب دریاچه باشد دراینصورت بایدگفت ایجاد دریاچه‌های مصنوعی ممکنست گاهی موجب تحریك مکانیسم جنبشهای کوهزائی ورهائی انرژی انبارشده وبالاخره وقوع زلزله‌های شدید بشود.

پرفسورماین درتشریح فعالیت زلزله مناطق اطراف سدکاریبا واقع دردره زامبزی افریقا درنهمین کنگره سدهای بزرگ متشکله دراستانبول درسال ۱۹۶۷ اظهارداشت این لرزشها ممکنست دراثرواکنش قشرزمین دربرابر فشارسنگین ویك جانبه آب روی داده باشد، وی همچنین متذکرشده استزلزله‌های جدید منطقه کاریبا ازنظر شدت کاملا درمحل بیسا قه میباشد زیرا قبل ازساختمان سداین منطقه ازنظرفعالیت‌های لرزشی بعنوان ناحیه باثبات وآرامی شناخته شده بودومرکز هیچیك اززلزله‌های محسوس قاره افریقا باین کشور اختصاص نداشت.

زمین لرزه شدیدی با ماگنیتود $6\frac{1}{3}$ در ۵ فوریه ۱۹۶۶ دراوریتانیای یونان بوقوع پیوست، همچنین یك سری لرزشهای خفیف محلی باتزاید وتعداد چشم گیری ثبت گردید که باخصوصیات زلزله‌ای حاکم درمنطقه تاآنزمان مغایر بود. این لرزشها بعدازسدبندی درروخانه آچلوس وایجاد دریاچه منصوعی کرماستا تظاهر کردند.

بنظرمیرسد دست‌یابی به ارتباط تعداد لرزشها باافزایش آب دریاچه چندان مشکل نبوده ودلایل خوبی برای این ادعا وجوددارد، بدین تعبیر که تعادل تکتونیکی منطقه کرماستا بقدرکافی ناپایدارومستعد برهم‌خوردن بوده استوافزایش یك جانبه حجم آب این رویداد را تسریع کرده است.

آخرین گروه اززلزله‌های منتسب بسدهاکه توسط هیات‌های معتبرعلمی درسطح جهانی موردمطالعه قرارگرفته زمین لرزه شدید ناحیه کویناناکارهندوستان است که دردهم دسامبر ۱۹۶۷ درمحل سدی بهمین نام بوقوع پیوست. متعاقب این رویداد سازمان یونسکواکیپی مرکب اززلزله‌شناسان وزمین‌شناسان و سدسازان عالیرتبه خود را برای بررسی زلزله ازنظرگاههای مختلف بهندوستان اعزام نمود.

بطوریکه درگزارش علمی‌وفنی کمیته تحقیق یونسکو منعکس میباشد درفاصله ۱۰ سپتامبر ۶۴ تا ۱۲ سپتامبر ۶۷ تعداد ۱۵۴ زلزله باماگنیتود بین ۲ تا ۳ درجه ریشتر روی داده است، این سانترا اکثر لرزشها درقسمت غرب وجنوب ومرکز دریاچه قرارداشته وحداکثر تافاصله چهل کیلومتری بالادست سدپراکنده بودند.

حوالی ساعت ۲۳ روز ۱۰ دسامبر ۱۹۶۷ بوقت گرینویچ زلزله بسیارشدیدی باماگنیتود $6\frac{1}{2}$ تا ۷ در کوینا بوقوع پیوست.

موقعیت جغرافیائی اپی‌سانترزلزله ۲۲/۴ ـ ۱۷ شمالی و ۴۴/۸ ـ ۷۳ شرقی ودرفاصله سه کیلو متری جنوب سدکوینا قرارداشت. براثراین زمین‌لرزه خساراتی درپایه‌ها وقسمت‌های مختلف ساختمان سدگردید وشدت آسیب در ساختمان سدکوینا بحدی بودکه برای مرمت وانجام اقدامات تقویتی بمنظورافزایش پایداری وایمنی سدناگزیر ازتخلیه آب دریاچه سدگردیدند.

عنوان شدن نظریه ارتباط احداث سدها وتشکیل دریاچه‌های مصنوعی باوقوع احتمالی زلزله‌های محلی لزوم بررسی اثرات سیسمیکی سدهای بزرك را مورد توجه دولت‌ها قرار داده ودر نقاط مختلف جهان با نصب دستگاههای زلزله سنج درمجاورت سدها این مطالعات پی گیری وتکمیل میشود، دراین زمینه می‌توان ازایستگاههای زلزله‌سنجی سد-های بولدرامریکا ـ کوینا ناگارهندرستان ـ اسوان مصر ـ مونتی‌نارد ـ رزلند ـ مون‌سنی و وکلانس (فرانسه) را نام برد.

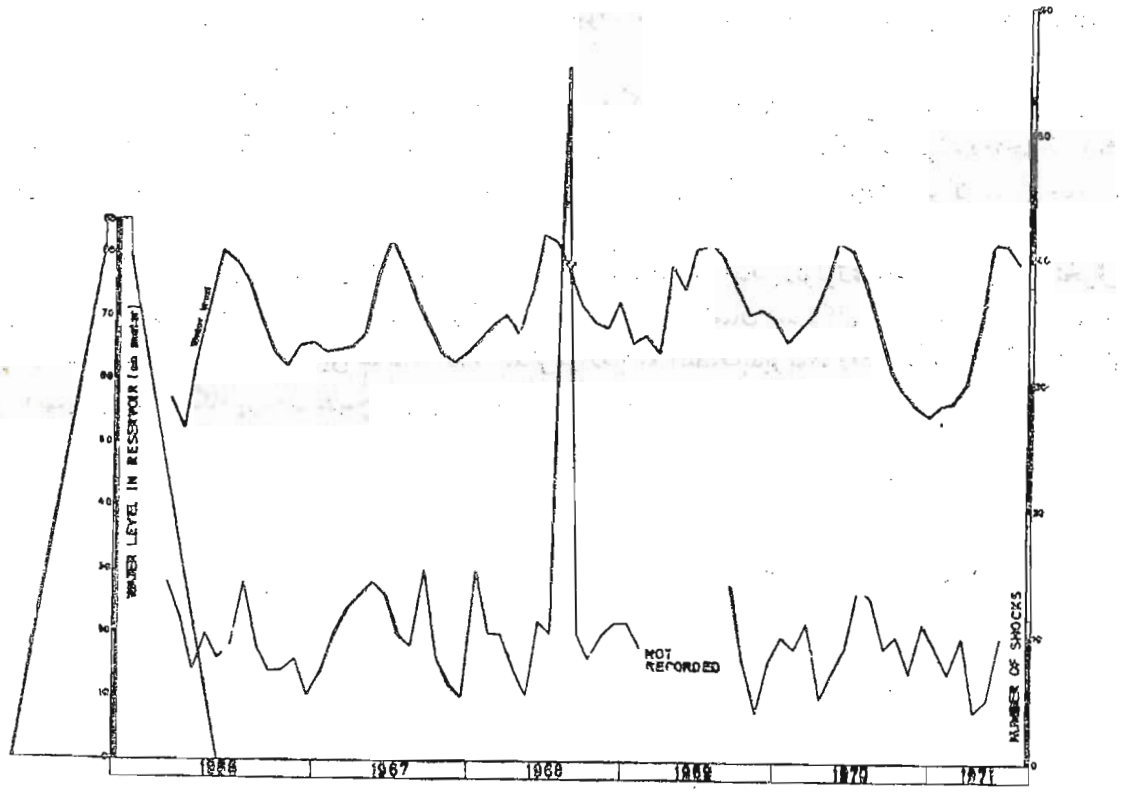
درکشورما نیزباتوجه بوضعیف خاص زلزله‌خیزی این منطقه ازجهان بررسی اثرات لرزشی سدهای بزرك ایران مورد توجه وزارت نیروقرارگرفته وبهمین لحاظ درحال‌حاضر چندسد بزرك درنقاط مختلف کشورمجهز بوسائل زلزله ـ سنجی گردیده‌اند. دراین‌زمینه میتوان ازپایگاه زلزله شناسی سدشهیانوفرح ودوایستگاه کاملرزه نگاری درپلورولتیان نام برد. استفاده اززلزله سنجها درپروژه‌سد وتونل لاربیشتر بدلیل وجود دومنطقه فعال زلزله خیزدرشمال وجنوب رشته کوههای البرز میباشد.

سدشهبانوفرح که واحدساختمانی‌عظیمی درشمال ایران‌میباشد ودرنوع خود ازبزرگترین سدهای دنیا بشمار میرود ازسال ۱۳۴۰ همزمان باشروع آبگیری دریاچه مجهز به‌یک‌ایستگاه کامل‌زلزله‌سنجی گردید.

سد شهبانوفرح تنها سدکشورما میباشدکه درآن‌رابطه تشکیل دریاچه سدبا افزایش تعداد زلزله های محلی مطالعه گردیده است.

نتیجه این‌مطالعات ابتدادرسمینارسدسازی کشورهای عضوآر. سی . دی درآنکارا مطرح گردیدوسپس بکنگره سدهای بزرگ که درژوئن۱۹۷۳ درمادرید تشکیل‌شده بودارائه شد.

بطوریکه درگزارشات مراکزلرزله‌شناسی منعکس‌میباشد وهمچنین‌باتوجه باظهارات‌ساکنین آبادیهای‌اطراف سد تاپیش ازاحداث سدهیچگونه زلزله قابل‌توجهی‌دراین ناحیه بوقوع‌نپیوسته است. مطالعه سیسموگرامهای پایگاه زلزله‌شناسی سفید رودنشان میدهدکه ازآغازساختمان سدهمه ساله قریب ۱۲۰ بارزلزله‌های خفیف ثبت شده‌اند مرکز این زلزله‌ها ازحدود ۴۰ کیلومتری محل‌سد دورتر نبوده وماگنیتوداغلب آنها کمتر از۲درجه میباشد.



دراین منحنی ارتباط تغییرات سطح آب دریاچه سد شهبانو فرح و تعداد لرزشهای محلی بوضوح مشخص میباشد .

تعداد این‌زلزله‌ها که معمولا درماه بین ۵ تا۱۵ متغییر بوده بطورقابل‌توجهی ازتغییرات ارتفاع آب‌دریاچه‌سد تبعیت‌مینماید.منحنی‌توام‌تغییرات‌ماهانه ارتفاع آب‌دریاچه‌وتعدادزلزله‌های محلی برای‌پنج‌سال اخیر‌رسم گردیده‌نشان‌میدهد ازاواسط تابستان تا اواسط زمستان که‌آب‌دریاچه درسطح‌پائین‌تری‌میباشدتعداد زلزله‌های منطقه کم‌شده وپس‌ازآن‌متناسب با افزایش مقدارآب مخزن‌سد زلزله‌های بیشتری ثبت‌میگردند ولی‌اثر نوسانات سطح آب‌درافزایش یاکاهش‌تعدادزلزله ها آنی‌نبوده ومعمولا بین‌ایندوعامل یک‌تادوماه فاصله وجوددارد.

درنوامبر۱۹۶۷ ارتفاع آبی که درمخزن‌سدذخیره بودبه۶۲متررسید ازاین‌ماه ببعدمقدارآب مخزن‌دائماً رو- بتزاید بوده تااینکه درژوئن ۶۸ ارتفاع آب‌به ۸۲متربالغ‌میگردد دراینموقع حجم‌آب‌ذخیرشده بالغ بر ۱۸۵۰ میلیون

مترمکعب بود که نسبت به آب موجود درهفت ماه پیش ۹۵۰ میلیون مترمکعب افزایش نشان میداد ووزن آب ذخیره شده بالغ بردومیلیاردتن بوده است تاقبل ازنوامبر ۶۷ که ارتفاع آب پیوسته روبکاهش بودتعدادلرزه‌هانیزکم میشدبطوریکه درسپتامبر ۱۵ دراکتبر ۸ درنوامبر ۶ ودردسامبرهمانسال پنج بارزلزله ثبت گردیده، این تعداد درژانویه ۶۸ که افزایش ارتفاع آب دوماه پیش ازآن شروع شده بود به ۱۵ بار رسید وقوع این زلزله‌ها ادامه داشت تااینکه دردوم اوت ۶۸ یعنی درماه بعدازآنکه آب بیالاترین ارتفاع خودرسیده بودزمین لرزه شدیدی درفاصله کمترازده کیلومتری سد شهبانوفرح بوقوع پیوست. حدوث این زمین لرزه درگزارشات عمده زلزله‌شناسی جهان منعکس گردید، بنابگزارش U.S.C.G.S. مرکززلزله‌شناسی ایالات متحده اپی‌سانتر این زلزله درعرض ۳۶/۶ درجه شمالی وطول ۴۹/۱ درجه شرقی قراردارد که بادر نظر گرفتن مختصات جغرافیائی سدشهبانوفرح (عرض ۳۶/۷ شمالی وطول ۴۹/۴ شرقی) نزدیکی فوق‌العاده مرکززلزله بامحل سد میگردد .

وقوع این زلزله وآفترشوک‌های آن ازنظرتعداد وشدت دراین منطقه بیسابقه بوده وازنظر نزدیکی بسد شهبانو فرح بااهمیت خاص تلقی میگردد.

پرفسورروته رئیس مرکزجهانی زلزله‌شناسی استراسبورگ درمقاله‌ای درشماره ۱۱ مورخ ۱۱ ژوئیه ۱۹۶۸ مجله امریکائی نیوساینتیست مینویسد:

امروزه زلزله‌های شدیدوخفیفی را میتوان ذکر کرد که همگی دراثرساختن سدبوقوع پیوسته‌اند. بشروقتی که این سدها را میسازد درواقع نقش آن شاگرد جادوگری را بازی میکندکه باکوشش برای کنترل انرژی رودخانه‌ها باعث تمرکزغیرطبیعی فشارهای درونی زمین میشودکه انرژی آن می‌تواند بطور ناگهانی وبطرزی ویران کننده خود را خلاص سازد.

بطورکلی آنچه ازاین بحث برمیآیندااینستکه فعالیت لرزشی تحت شرایط خاص ژئولوژی محل دریاچه سددستخوش تغییرمیگردد وازاینروساختن سدهمیشه عامل بروززلزله نمیباشد. برای نمونه ازمیان تعدادکثیرسدهامیتوان ازسدمرپونسون درآلپ فرانسه راذکرکرد. دریاچه این سدتماماً روی طبقاتی قراردادکه انعطاف‌پذیربوده وفشاردرآن متمرکزومتراکم نمیشود وبهمین جهت ازهنگام پرشدن دریاچه مزبورلرزشی روی نداده است.

باستحضار خوانندگان محترم میرساندکه در اردیبهشت ماه سال ۲۵۳۶ همزمان با بیست و هشتمین شورای اجرائی کمیسیون بین‌المللی آبیاری وزهکشی‌که در تهران تشکیل خواهدشد اجلاسیه ویژه‌ای بمنظور بررسی دورنمای آبیاری وزهکشی در تغذیه بشر تاسال ۲۰۰۰ ونقش کمیسیون بین‌المللی وکمیته‌های ملی آبیاری وزهکشی در این مورد نیز در تهران برپاخواهد گردید وازهم‌اکنون کشورهای عضو کمیسیون گزارشی در این مورد برای طرح در اجلاسیه ویژه یادشده بدبیرخانه کمیسیون ارسال داشته‌اند. لذا بی‌مناسبت نیست که ترجمه گزارش آقای جک کلر استاد بخش کشاورزی و آبیاری دانشگاه یوتا دراین مورد رائه درسمینار آبیاری سال گذشته در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران ارائه نمود بنظر خوانندگان برسد. گرچه دراین گزارش روی آبیاری بارانی تکیه شده ولی چون حاوی ارقامی مفیداز نیازهای غذائی بشر در سطح جهانی میباشد لذا مبادرت به ترجمه وچاپ آن گردید.

دورنمای نقش آبیاری در تأمین موادغذائی جهان

ترجمه مقاله آقای جک کلر استاد بخش آبیاری وکشاورزی دانشگاه یوتا امریکا

خلاصه

در ۲۵ سال آینده افزایش جمعیت جهان اجتناب‌ناپذیر است. بموازات این افزایش جمعیت سطح زندگی مردم نیز بالا خواهد رفت لذا سالانه بطور متوسط حدود ۳۰ میلیون تن مواد غذائی باید افزایش یابدکه سه چهارم آنرا غلات تشکیل میدهد. قسمت عمده غلات در اراضی مرکزی ایالات متحده آمریکا، اروپای شرقی و آسیا تولید میگردد. از آنجا که وضع اقلیمی و هواشناسی این مناطق قابل پیش بینی نبوده و میزان بارندگی دراین نقاط قابل اعتماد نیست لذا محصول غلات همواره دستخوش ناموزون بود بارندگی بوده ودائماً احتمال وجود قحطی درابعاد وسیع وجود دارد.

درکشورهای درحال‌رشد پیشرفت کشاورزی درمزارع کوچك متمرکزشده است وبرای نیل بهدفهای اجتماعی خود سعی دارند اقدام باستخدام کارشناسان کشاورزی نمایند ولی بخاطر عدم دسترسی کامل باین قبیل کارشناسان موفق باستفاده از روشهای کشاورزی فشرده وتکنیك‌های جدید تولید مواد غذائی که درامریکا معمول است نشده‌اند.

پروژه‌های تولید مواد غذائی که موفق به تأمین هدفهای خود شده باشند انگشت شمارند. درسال ۱۹۷۵ مزرعه‌داران امریکا بااستفاده از روشهای فشرده و پیشرفته کشاورزی ۹۰ ملیون تن اضافه محصول تولید و بخارج حمل نمودندکه هزینه صادرکردن آن به دو میلیارد دلار بالغ گردید. بنابراین برخلاف عقیده عده‌ای زمین ـ آب ـ مواد سوختی ـ کودشیمیائی ـ سرمایه و نیروی انسانی مناسب برای تولید مواد غذائی مورد نیاز و جلوگیری از قحطی وجود دارد ولی برای استفاده مؤثرازاین عوامل باید ازتکنیك‌های جدید ازجمله آبیاری بارانی بنحو مؤثراستفاده‌شود.

بااستفاده ازاین‌روش آبیاری که درتکزاس غربی ـ کانزاس ـ نبراسکا وکولورادوی شرقی متداول‌است‌میتوان

برای جلوگیری از قحطی در مناطق استفاده نمود . در این مقاله سعی شده‌است که باارائه‌روشهای تولیدغله منطقه‌ای تولید محلی را تقویت واز بروز قحطی جلوگیری نمود .

استفاده از روش آبیاری بارانی درتولید و ذخیره غلات اثر محسوس دارد چون نیاز به‌کارگر زیاد ندارد و هدف تولید محصول را باسایر هدفهای اجتماعی‌که نیاز مبرمی به نیروی انسانی دارند درگیر نمی‌نماید . برای مثال برای‌تأمین مواد غذائی ده تا پانزده‌هزارنفرجمعیت نیازبه بیش‌از چهار یاشش فرد ورزیده نیست . برای نشان‌دادن این چشم‌انداز درآخر گزارش نمودارهای لازم ارائه شده است .

بمنظور تأمین راه حل مطلوب برای رفع نیازهای غذائی جهان باید به نکات زیرتوجه شود:

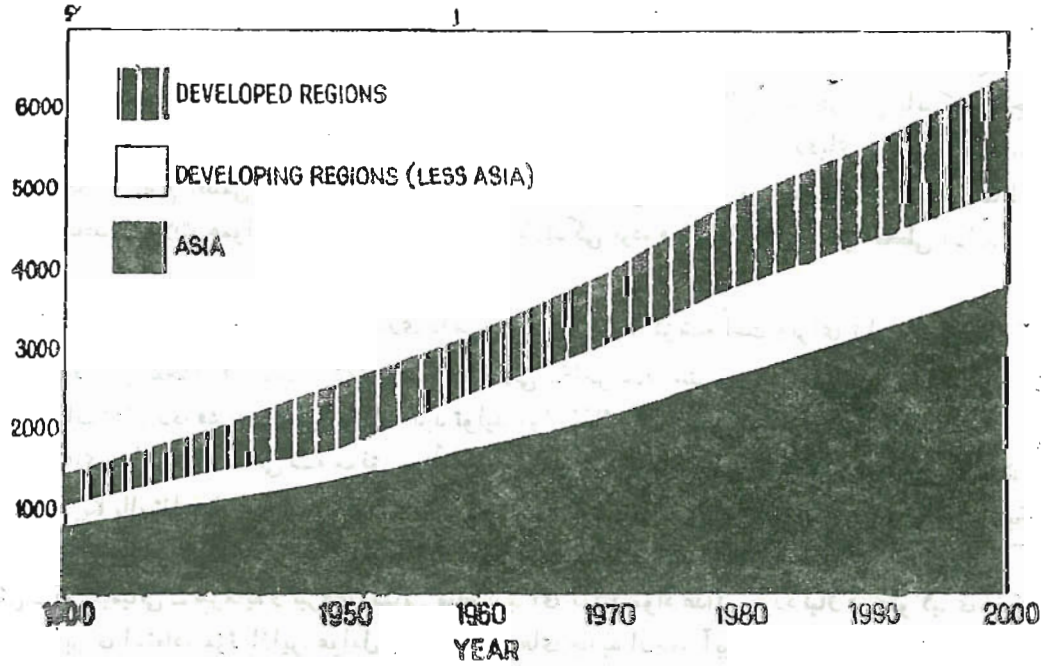
- حتی‌الامکان جمعیت دنیا ومنطقه ثابت بماند .
- کارگران باید اکثراً دررشته‌کشاورزی مشغول‌کار شوند .
- نیروی‌کشاورزی به هدر نرود .
- کاربرد مدیریت صحیح وغیرآلوده .
- قیمت محصولات محلی درخور قدرت خرید افرادکم بضاعت باشد .
- مصرف ثروتمندان باید درسطحی پائین‌تر قرارگیرد .

متأسفانه چنانچه بعضی‌از شرایط فوق‌که جزء راه حلهای مطلوب محسوب میشود رعایت نگردد ودردهه‌آینده ویژه‌گیهای ارثی بعضی از غلات تغییرداده نشود مسئله تولید مواد غذائی حل نخواهد شد . قحطی بابعاد گسترده رخ خواهد داد . فقراءگرسنه خواهند ماند وثروتمندان درتحصیل مواد غذائی تهدیدخواهند شد .

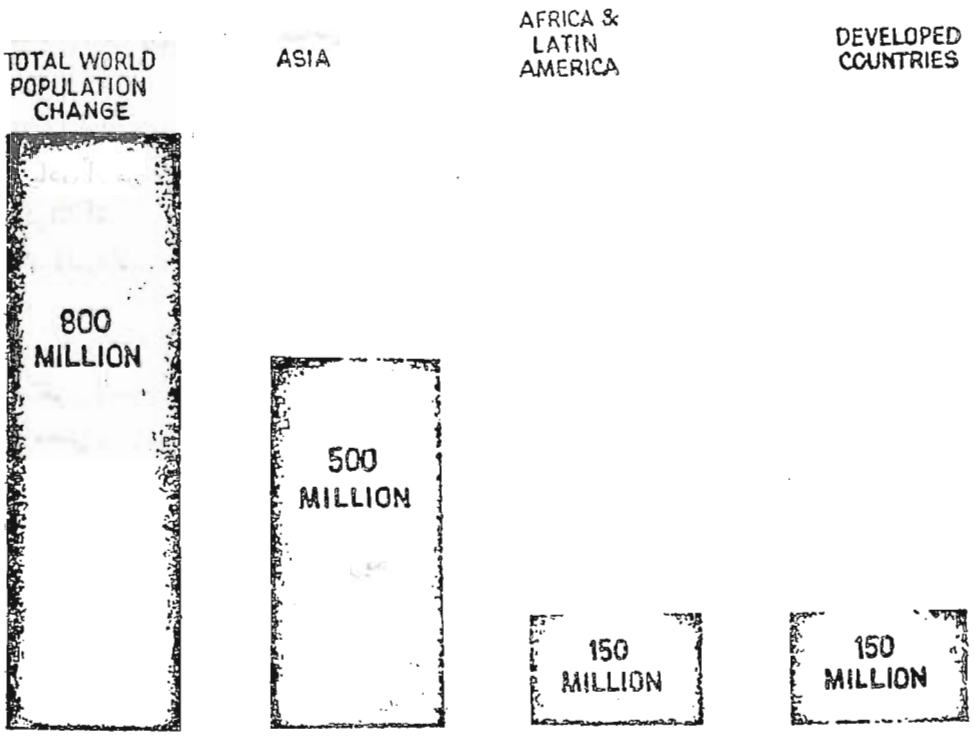
میتوان گفت‌که درحال‌حاضر فقط باکمک‌آبیاری بارانی‌که دارای مدیریت صحیح وپیشرفته باشد میتوان مواد غذائی بخصوص غلات را بحدکافی تهیه ودر دسترس قرارداد وگرچه این راه حل قطعی نیست ولی برای ۲۵ سال آینده وسیله‌ای برای رفع‌کمبودهای غذائی است تادراین مدت اقتصاددانان ودانشمندان فرصت برای بررسی وارائه راه‌حلهای مناسبتر داشته باشد .

تاآنجاکه مربوط به مواد غذائی جهان است‌آمارهای قابل‌توجهی جمع‌آوری وارائه شده‌است ودرقسمت اول این‌گزارش خلاصه این‌آمارها بصورت نمودار ارائه شده است .

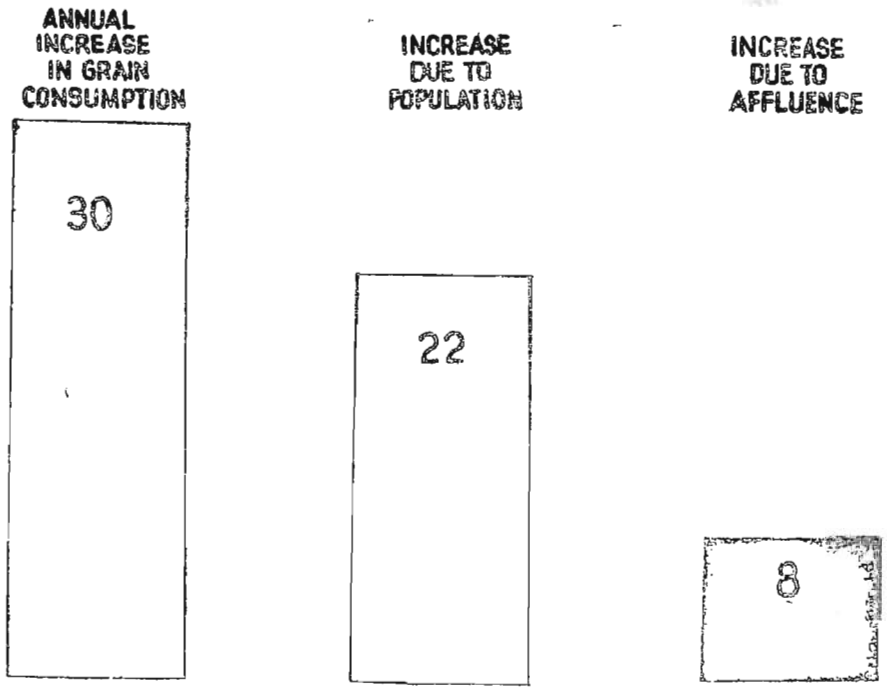
درقسمت دوم بطورنظری نقش‌آبیاری بارانی و امکانات استفاده ازاین سیستم مورد ارزیابی قرارگرفته است .



شکل۱ـ رشد جمعیت دنیا ازسال ۱۹۰۰ تا سال ۲۰۰۰ (ملیون)



شکل۲ــ تغییرات جمعیت منطقه ای بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰



شکل۳ـ افراط

درقسمت سوم وضع کنونی و چشم‌اندازکارهائی که میتوان انجام داد ارائه شده است .
قسمت چهارم این گزارش اختصاص به پیش‌بینی وضع تغذیه دارد .

قسمت اول ـ حقایق

این اظهارات.... این شعارها .... این شعارهای وحشتناك .... ازهمه وحشناك‌تر آنکه دراغلب کشورهای فقیر عده‌ای زیادی از مردم جلوچشمان حیرت‌زده سایرین از گرسنگی جان میدهند وما ناظر این مرگ ومیر مخوف هستیم (ازسخنرانی آقای اسنو ـ دانشگاه وستیمنستر ۱۹۶۸) .

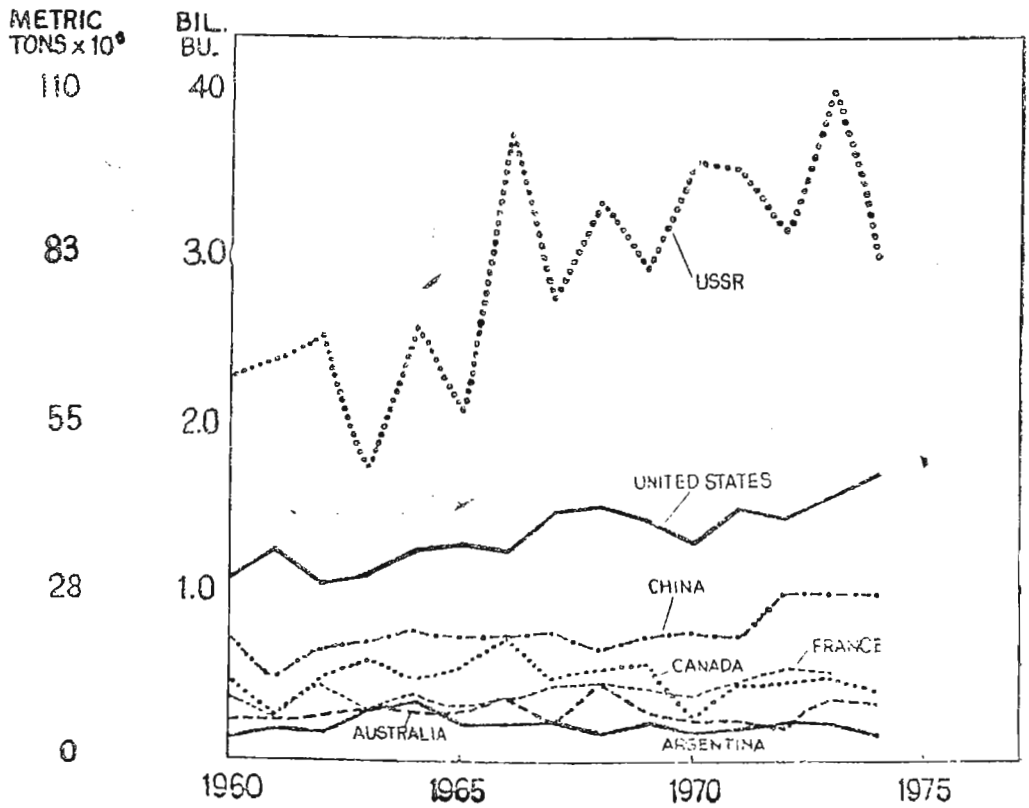
آمار ونمودارهای زیرعناصر مهم مسئله تغذیه بشر راکه عبارتند ازجمعیت، افراط، تولید وتوزیع نشان میدهد:

رشد جمعیت دنیا ازسال ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۰ نخستین و مهمترین مسئله مورد بحث است. بین سالهای ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ به جمعیت دنیا ۸۰۰ میلیون نفر اضافه خواهد شدکه خودکم و بیش باجمعیت چین امروز برابر است .

علیرغم برنامه های تنظیم‌خانواده رشد جمعیت در ۲۵ سال آینده ۱/۵ تا ۲ درصد درسال‌اجتناب‌ناپذیراست وهمین حقیقت محض به جهانیان ثابت میکندکه جلوگیری از افزایش جمعیت دنیا لااقل تاسال ۲۰۰۰ عملی نیست ، همین رشد جمعیت جهان است‌که مسئله تغذیه را بصورتی حاد جلوه‌گر مینماید . بدبختانه این آهنگ رشد در برخی مناطق مسئله را پیچیده ترکرده‌است .

درصد افزایش جمعیت درافریقا وامریکای جنوبی تقریباً برابر بادرصد افزایش جمعیت درآسیا است بااین تفاوت‌که مسئله ازدیاد جمعیت درآسیا بصورت حادتری خودنمائی مینماید زیرا این منطقه ازنظر جمعیت تقریباً اشباع بوده ومنابع طبیعی بحدکافی دردسترس نیست. ظاهراً این مشکل درشبه قاره هند شدیدتر از چین است زیرا درسالهای اخیرچین توانسته‌است باایجاد سیستم مزارع کوچك تاحدی‌جلو این مشکلات را بگیرد وتاحدودی به‌خودکفائی برسد.

درکشورهای توسعه یافته عامل اضافی دیگر به مسئله تغذیه بشر اضافه میشودکه همانا افراط درمصرف‌است. مسئله افراط مانند افزایش جمعیت در ۲۵ سال آینده امری اجتناب ناپذیرمیباشد. بعد از جنگ جهانی دوم درژاپن

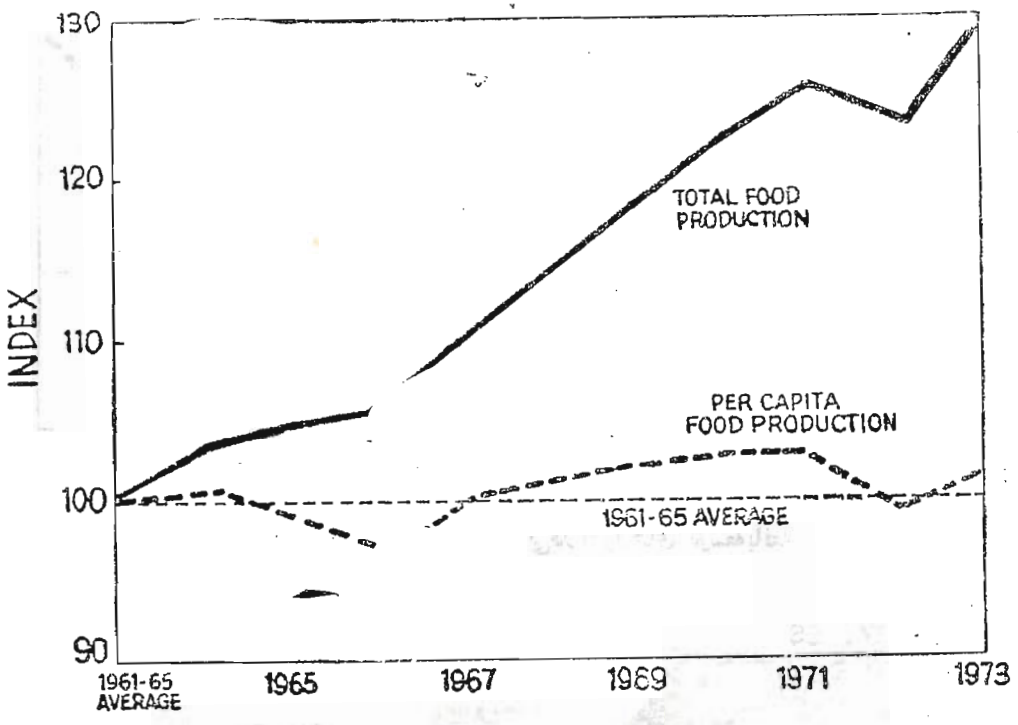


شکل ۴ــ تولید گندم

وکشور های اروپای غربی بخاطر افزایش رفاه نیاز به تولید افزایش یافت و درحال حاضر کشورهای خاورمیانه نیز دراین مسیر پیش میروند .

عامل دیگر که باین مشکلات میافزاید عدم اعتمادکامل به تولید مواد غذائی در شوروی است .

بزرگترین تولیدکننده گندم کشور اتحاد جماهیر شوروی است، این کشور در حال حاضر ۲۵ درصد گندم جهان را تولید مینماید. اراضی وسیع اتحادجماهیر شوروی وآسیا دستخوش تغییرات شدید آب و هوا هستند درنتیجه تولید سالانه گندم دراین مناطق بستگی به‌تغییرات آب وهوا دارد. تولیدگندم درکشورهندکه در شکل ۴ دیده‌نمیشود برابر باتولیدگندم درکشور چین است .



شکل۵ــ تولیدکل و تولید سرانه مواد غذائی درکشورهای درحال توسعه

اگر افزایش جمعیت و افراط اجتناب پذیر باشد عامل تولید غذای‌کافی چیست؟ حتی انقلاب سبزکه‌ازسال ۱۹۶۷ آغاز شد نتوانست‌کاری ازپیش ببرد. کشورهای در حال توسعه نتوانستند غذای سرانه خود را افزایش دهند . فقط ۲/۲ درصد به تولید مواد غذائی افزوده شدکه فقط جبران افزایش جمعیت و افراط را نمود.

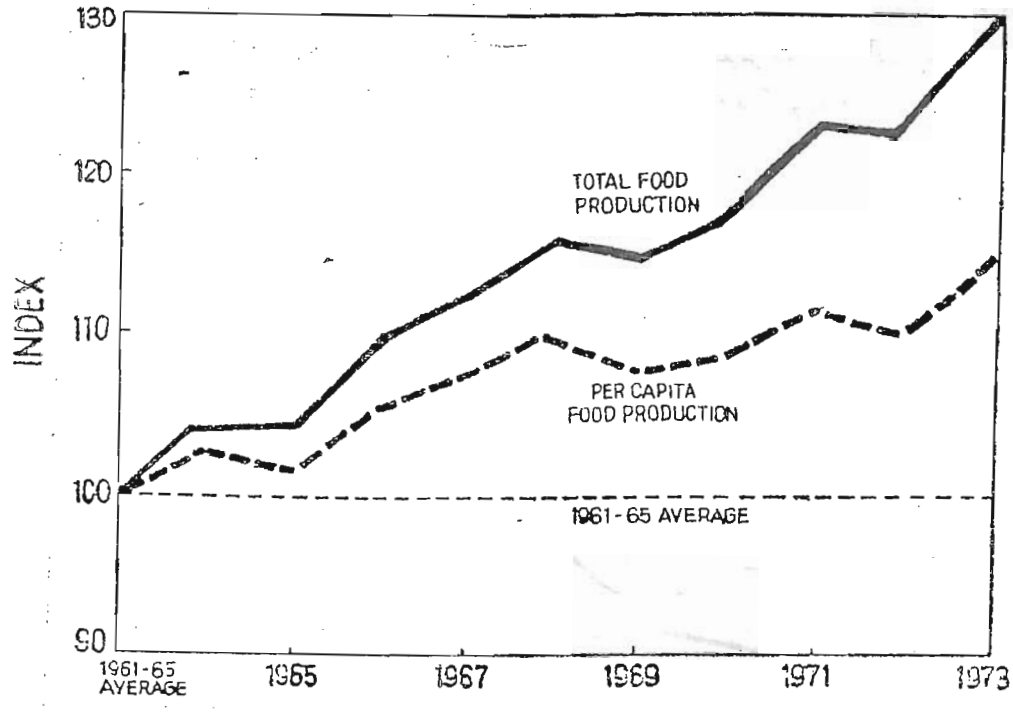
درکشورهای پیشرفته جهان سالانه ۲/۴ درصد به تولید مواد غذائی اضافه شده است، چون آهنگ رشد جمعیت پائین بوده لذا تولید سرانه افزایش یافته است ولذا نیازهای رفاهی ویا افراط دراین‌کشورها بهترتأمین‌میشود وباقیمانده تولیدات برای رفع نیازکشورهای دیگر صادر میگردد .

غلات حدود ۷۵ درصدکشت زارهای مولدکالری جهان را میپوشاند . گرچه از لحاظ تنوع محصولات دیگر کمك دهنده وتهیه کننده زندگی‌محسوب میشوند ولی اثرچندانی در جلوگیری‌ازقحطی ندارند لذا بایدبه‌کمك‌تکنولوژی در افزایش تولید غلات تلاش نمود .

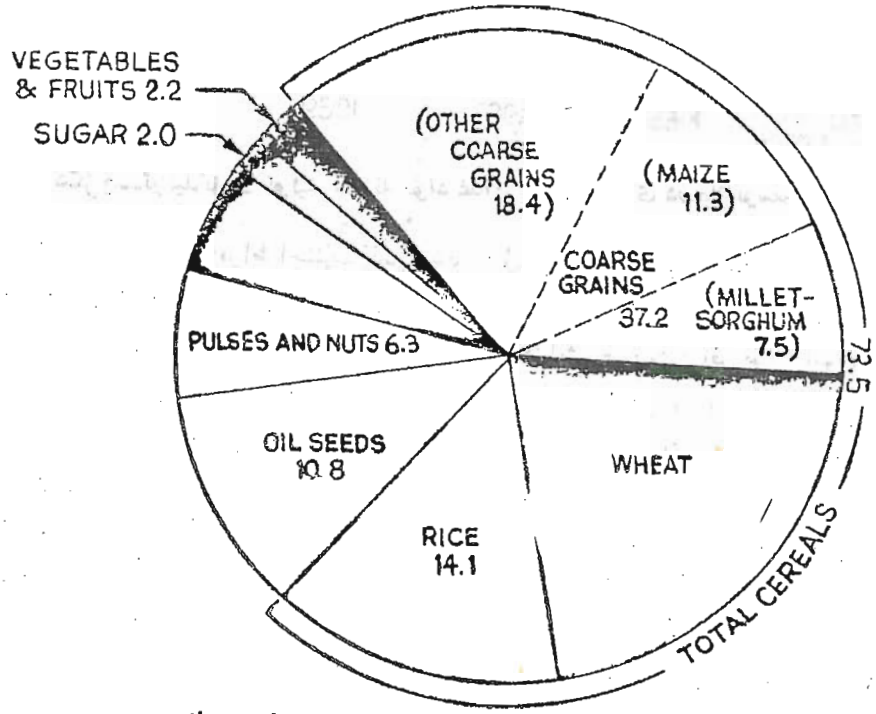
میزان نیازمندی مردم و افراط از میزان تولید تجاوز نموده و بطور خطرناکی موجب کاهش ذخیره کل جهانی شده (حتی در ایالات متحده امریکا)

کنفرانس جهانی غذا دررم امکان یك ذخیره ۳۰ تا ۶۰ میلیون تن مواد غذائی را مورد بررسی قرار داد افزایش سالانه مواد غذائی درجهان حدود ۳۰ میلیون تن میباشدکه برابر با ۸ روز مصرف جهانی است .

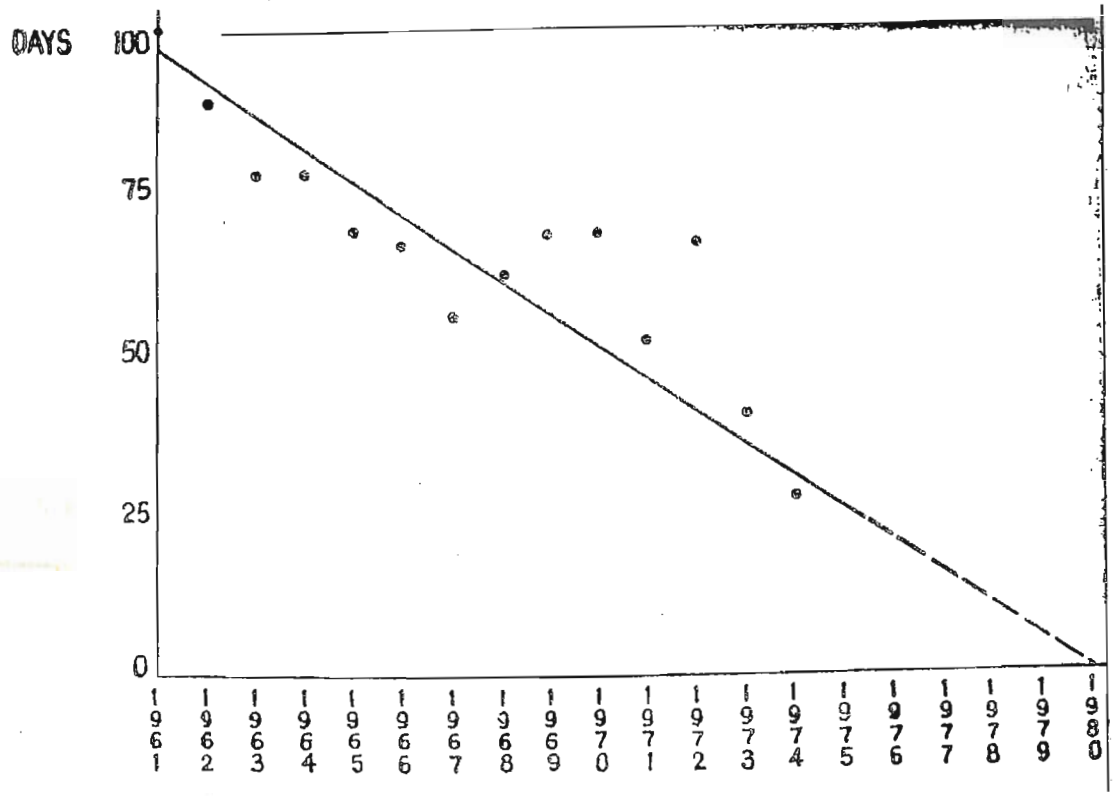
باآمار زیر میتوان چگونگی این ۳۰ میلیون تن کمبود مواد غذائی سالانه را مجسم نموده و اهمیت نقش آبیاریهای قابل اجراء را در این مورد روشن ساخت .



شکل۶ــ تولیدکل و سرانه‌مواد غذائی‌درکشورهای توسعه‌یافته



شکل۷ــ درصد سطح‌کشت محصولات مختلف درجهان درسال ۱۹۷۰



شکل۸ـذخیره کل مواد غذائی در جهان برحسب مصرف روزانه درسال

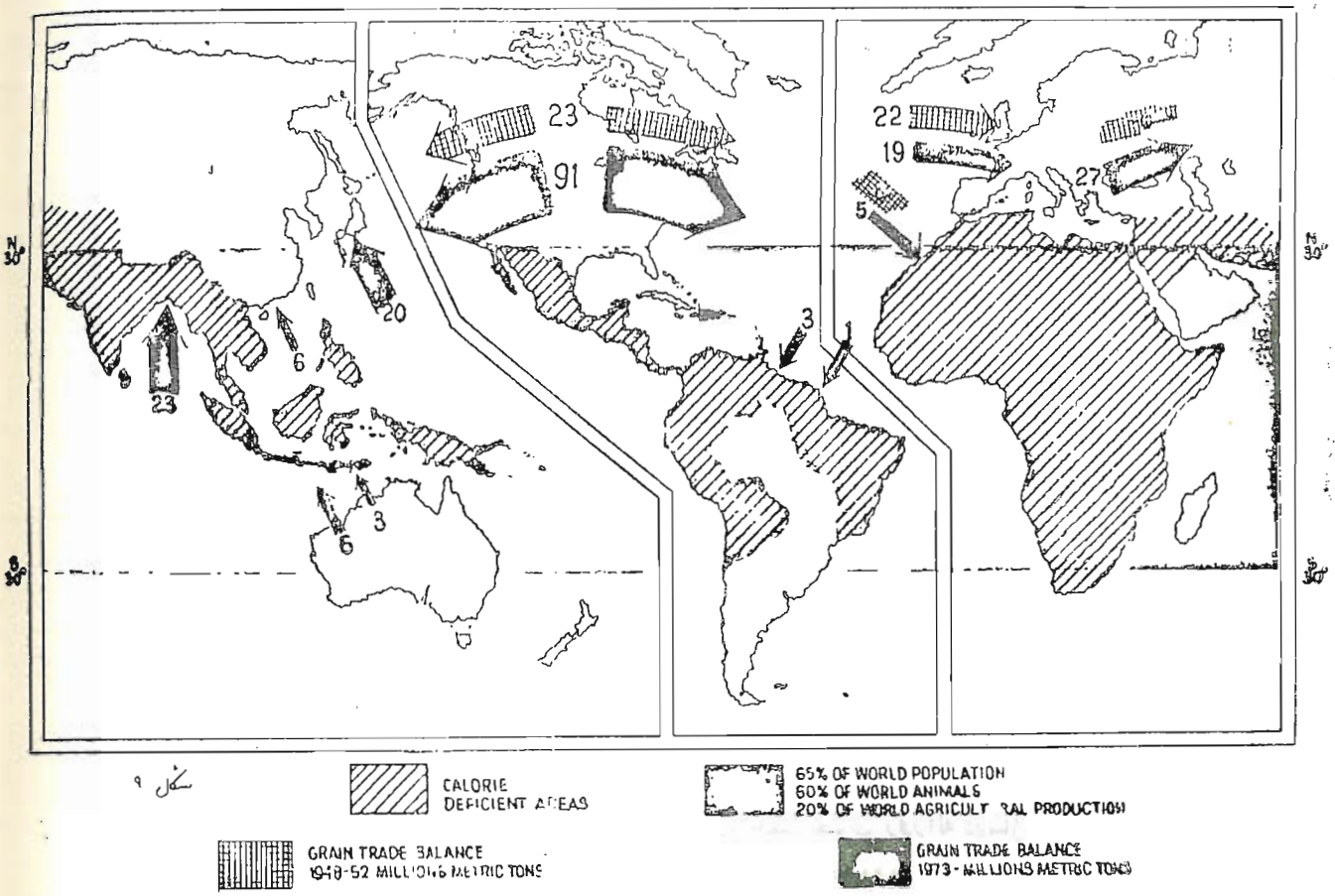
محصولات عمده جهان درسال ۱۹۷۴

غلات	ملیون تن	درصد کل کالری	
گندم	۳۵۰	۱۹	×
برنج	۳۰۰	۲۰	
ذرت	۳۰۰	۱۶	× ×
انواع جو	۲۵۰	۱۶	
ارزن و سورگوم	۱۰۰	۴	× ×
	۱۳۳۰	٪۷۵	
سیب زمینی	۵۵۰	۹	× ×
حبوبات	۵۰	۷	
سبزیجات	۳۰۰	۱	× ×
میوه	۲۵۰	۱	+ × ×
دانه‌های روغنی	۵۰	۱	+ × ×
قند	۱۰۰	۵	× ×
سایر مواد		۱	× ×
		جمع ٪۱۰۰	

× مواردی است که محصول آبیاری شده وسالانه دوبار برداشت میشود مانند گندم ـ ارزن ـ لوبیاوسورگوم.

× × مواردی که محصول باآبیاری بارانی آبیاری میشود = ٪۳۹

+ مواردی که محصول باآبیاری قطره‌ای آبیاری میشود = ٪۲



(10) Map from: Op. Cit., Hungry World, Page 14
(11) Grain Trade Data from: Op. Cit., Brown, Page 61

شکل۹ـ توزیع جغرافیائی و الگوی تجارتی مواد غذائی درجهان

درشکل شماره ۹ (نقشه دنیا) مسئله توزیع مواد غذائی درجهان آنطورکه باید وشاید خلاصه شده است .

۱ـ حدودنیمی‌از صادرات موادغذائی جهان راآسیاوارد میکند تاازگرسنگی اهالی که‌بعلت‌افزایش جمیعت و کمبود تولید رخ میدهد جلوگیری بعمل‌آید .

۲ـ اروپای غربی قادراست نیازهای خود را تولیدکند معذالك حدود ۲۵ درصد از مواد غذائی صادراتی را میخرد .

۳ـ اخیراً اروپای شرقی ۲۵ درصد ازغلات صادراتی جهان را واردکرده‌زیرا افزایش تولید موادگوشتی‌را مقدم شمرد وازطرفی هوای نامساعد موجب‌کمی خرمن گشت .

۴ـ امریکای شمالی توانست به‌کمك روشهـای پیشرفته‌کشاورزی زمینهای بایر را بزیرکشت آورده وبه حجم تولید خود بیفزاید .

قسمت‌دوم ـ آبیاری بارانی

اگرکسی ازروی سهل‌انگاری نهرآبیاری رابازبگذارد ودرنتیجه جریان‌آب‌مزرعه‌همسایه رابشویاندا‌وموظف است به میزان محصول ازبین‌رفته همسایه باوخسارت دهد (ازقانون‌حمورابی ـ بابل).

افزایش سالانه‌نیازجهان به موادغذائی حدود ۳۰ملیون‌تن میباشد واین‌سی ملیون‌تن از محصولات، روشها و منابع مختلف تهیه خواهدشد. برای‌روشن‌شدن اهمیت‌این‌امر بایدخاطرنشان نمودکه ۳۰ملیون‌تن‌برابراست باده درصد تولیدجهانی ذرت. چنانچه‌بتوان منابع موردنیازآبیاری بارانی را (آب ـ زمین وغیره) با منابع موجود مقایسه نمود

نتایج جالبی عایدخواهدشد ـ برای سهولت این‌مقایسه بهتراست فرض‌شودکه‌کلیه تولیدات‌اضافی‌موردنیازسالانه‌منحصر به ذرت میباشد وهیچگونه وقفه‌ای درتکنولژی وتوسعه روشهای تولیدمحصول ایجاد نخواهدشد ـ دراینصورت بایددید چه منابعی موجود وچگونه میتوان‌آنرا با منابع‌موجود مقایسه نمود.

عوامل‌موردنیازبرای تامین۳۰ملیون تن‌ذرت باآبیاری بارانی در امریکا

فرض‌میشودکه بازده محصول درامریکا ۱۰۵ بوشل درایکربا ۶/۴تن درهکتارباشد.

۱ ـ خاك و آب :

ـ نیازها: ۱۱/۳ ملیون ایکر(۴/۷ ملیون‌هکتار)زمین تحت آبیاری

ـ منابع موجود : تاکنون ۲۰۰ تا۲۵۰ ملیون هکتارزمین‌آبیاری شده ومی‌توان ۲۵۰ملیون هکتار دیگرنیز آبیاری نمود. تنها درامریکامی‌توان سالانه حدود۸۰۰۰۰۰هکتارزمین راآماده برای‌آبیاری بارانی نمود.

حدود نیمی ازاراضی‌زیرآبیاری جهان‌برای تولیدبرنج استفاده میشود اگرآن قسمت‌ازاراضی ایالات متحده امریکاکه اکنون برای زراعت های غیردانه‌های غذائی هستند برای تولیددانه‌های غذائی ازآنها استفاده شود (۱۲۵ ملیون هکتار بیش‌از ۱۰۰۰ ملیون‌تن موادغذائی بدست میآید که تکافوی $\frac{۳}{۴}$کل نیازهای‌جهان‌را ازاین‌نظرمینماید.

طرحهای آبیاری سطحی دنیا۵۰ درصدکمترازظرفیت بالقوه خودتولید مینمایند. روشهای آبیاری کنونی چنانچه بامدیریت صحیح انجام‌گیرد بازدهی‌آب را افزایش خواهدداد. درامریکادرآبیاری‌سطحی بامقایسه با آبیاری بارانی‌حدود ۱۰ تا۳۵درصدآب دراثرانتقال بهدرمیرودوکسانی‌که ازآبیاری بارانی‌استفاده مینمایند ۱۰ تا۲۵ درصد درمصرف‌آب‌صرفه‌جوئی‌دارند.

اتلاف آب بخصوص درطرحهای بین‌المللی زیادتربوده ورقمی حدود۴۰ تا ۶۰ درصد میباشد. بدین‌معنی‌که میزان محصولی‌که بایك‌مقدارمعین‌آب درطرحهای‌بین‌المللی عاید میشود۵۰درصدکمترازمیزانی است‌که درطریق‌آبیاری بارانی درامریکا بدست‌میآید.

درموردآنچه‌که مربوط بزمین‌است بایدگفت‌که درآینده نزدیك‌کمبودزمین احساس نخواهدشد درمورد‌آب‌هم چنانچه با مدیریت باشداحساس‌کمبود نمیشود .

۲ـ حاصلخیزی(کودشیمیائی)

نیازها :

N	۱۰۰۰۰۰۰ تن
P_2O_5	» ۳۵۰۰۰۰
K	» ۳۰۰۰۰۰

ـ منابع موجود (مربوط بسال۱۹۷۲) :

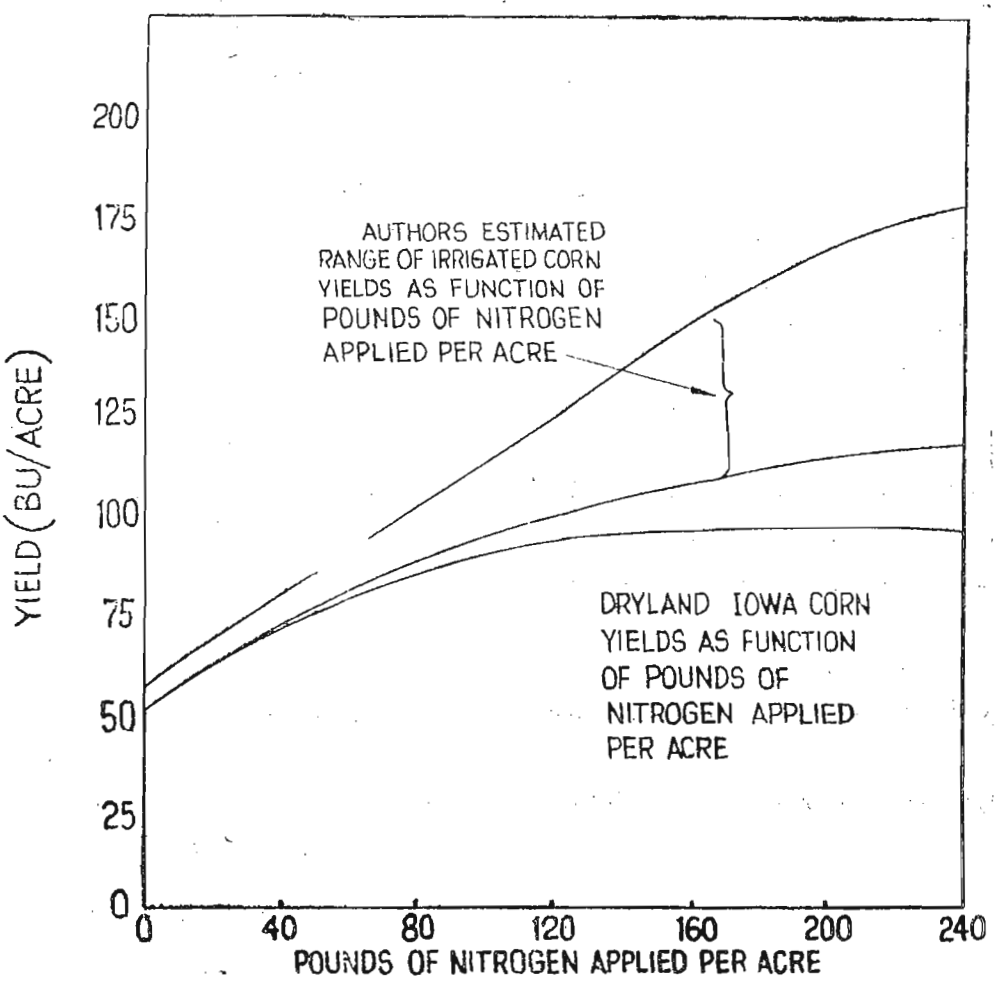
N	۳۳۰۰۰۰۰۰تن
P_2O_5	» ۲۱۰۰۰۰۰۰
K	» ۱۷۰۰۰۰۰۰

ـ پیش‌بینی افزایش سالانه:

N	۱۷۰۰۰۰۰تن
P_2O_5	» ۱۱۰۰۰۰۰
K	» ۹۰۰۰۰۰

گرچه درآینده نزدیك‌کمبودکودشیمیائی‌احساس‌نخواهدشدمعذالك دربعضی مناطق بطوردموقت چنین‌وضعی‌پیش خواهدآمد.

درکشاورزی مکانیزه این‌موضوع که باافزایش کودشیمیائی محصول بیشترعاید خواهدشد موردبحث واظهارنظر میباشد. با توجه به‌شکل ۱۰ باید گفت که چنانچه دادن کود ازته‌بزمین توام باآبیاری باشد اثرآن درافزایش محصول محسوس وقابل‌ملاحظه است.



شکل ۱۰-اثر ازت درتولید

۳ - نیرو

- نیازها :

۳۰،۰۰۰،۰۰۰ گالون گازوئیل یاسوختی معادل آن.

- منابع موجود:

۳۰۰۰۰۰۰۰ گالون‌سوخت برابراست بامقدار سوخت سالانه اتومبیلهائی در ظرف سه‌هفته درشهردیترویت ساخته شده‌اند.

درآمریکا فقط ۳ درصد نیرو برای‌کشاورزی مصرف میشودوگرچه زراعت آبی نسبت‌به زراعت دیم‌نیازبه سوخت بیشتری داردولی چنانچه زراعت آبی بامهارت انجام شود خیلی‌کمتراز آنچه‌که تصور میشود نیاز به سوخت خواهد داشت.

آقای پیمنتال درکتاب نیرو وکمبودهای زمین در تولید پروتئین غذائی نشان داده است که درامریکا برای بدست‌آوردن ۲۰۰ بوشل (۵۰۸۰ کیلوگرم) ذرت ازطریق‌کشاورزی دیم نیاز به ۱۰۶×۶/۶۴۴ کیلو کالری سوخت

فسیلی میباشد (۳۳۲۲۰ کیلوکالری برای هر بوشل) وچنانچه آبیاری بارانی بابازدهی خوب انجام شود علاوه برمقدار فوق فقط ۲۰۰۰۰ کیلوکالری نیروی اضافی برای هر بوشل جهت پمپاژ مورد نیاز میباشد.

ازقرار معلوم درکشت ذرت ازطریق آبیاری بارانی درآمریکا نسبت به آبیاری دیم ۲۵درصد بمصرف سوخت اضافه میشود ولی چنانچه آبیاری بارانی بمنظور تولید درهمان منطقه مصرف اجراء گردد چون نیازی به‌حمل ونقل‌زیاد نخواهد بود لذا درمصرف سوخت صرفه‌جوئی خواهد شد زیرا درحال حاضر درامریکا محصولات برای مصرف بمناطق دیگر حمل میشود وبرای این‌کار سوخت اضافی مصرف میگردد.

بهرحال درآینده نزدیك احتمال کمبود سوخت دیده نمیشود.

۴ـ ماشین‌آلات کشاورزی

ـ نیازها :

کامیون ۳۰۰۰۰ دستگاه

تراکتور ۲۰۰۰۰ دستگاه

کمباین ۲۰۰۰۰ دستگاه

ـ منابع موجود : در این مورد این اقلام در مقابل حجم نیازهای جهانی ناچیز است.

۵ ـ ماشینهای آبیاری

ـ نیازها : ماشینهای آبیاری، تلمبه، چاه وموتور جمعاً ۸۰۰۰۰ دستگاه.

ـ منابع موجود : ظرفیت کنونی جهان درحال حاضر ۲۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ دستگاه میباشد ولی‌میتوان ظرف مدت سه‌سال این ظرفیت را به ۸۰۰۰۰ دستگاه رسانید.

۶ ـ سرمایه (بمأخذ ۱/۵ برابر هزینه تمام شده در امریکا) :

نیازها : اقلام مهم عبارتند از :

ماشین‌آلات مزرعه ۱/۵ میلیارد دلار درسال ـ تجهیزات آبیاری ۴/۵ میلیارد دلار.

هزینه بهره‌برداری : کود ۵ میلیارد دلار در سال ـ نیرو یك‌میلیارد دلار درسال ـ استهلاك ماشینها۶میلیارد دلار درسال .

ـ منابع موجود : تنها ایالات متحده امریکا در سال ۱۹۷۴ بالغ بر ۵/۱ میلیارد دلارکمك‌نظامی و ۶/۳ میلیارد دلارکمك اقتصادی به‌کشورهای درحال توسعه نموده است (انتخاب غذا یا اسلحه در دل مسئله مستتراست !).

هزینه حمل ۳۰۰۰۰۰۰۰ تن مواد غذائی به‌بازارهای جهان بالغ بر۲ میلیارد دلار میشود.

میتوان گفت که درآینده کمبود سرمایه وجود ندارد ولی تفکیك سرمایه‌های عمده مسئله‌ای‌خواهد بود .

۷ ـ نیروی انسانی

ـ نیازها :

متخصص کشاورزی وآبیاری	۲۰۰۰ نفر
سرپرست کارگاه	۷۵۰۰ نفر
کمك‌سرپرست کارگاه	۷۵۰۰ نفر
مکانسین	۷۵۰۰ نفر

ـ منابع موجود : باستثناء چندصدفارغ‌التحصیل کشاورزی ، آموزش سایرین دراین زمینه چندان کافی‌نیست در ایالات متحده امریکا قسمت عمده کارآموزی در مزرعه انجام میگیرددودرحال حاضر ذخیره‌ای از این استعدادهاوجود داردکه هنگام نیاز میتوان ازآنها استفاده نمود. برای‌توفیق در اجرای پروژه‌های آبیاری مهمترین عامل وجودافراد کارآزموده وعلاقمند می‌باشدکه بامقایسه باآموزش وکارآموزیهای نظامی جهان مسئله پیش‌پاافتاده‌ای است که متأسفانه تاکنون بآن توجهی نشده است.

شرط اساسی برای افزایش تولید ازطریق آبیاری‌بارانی تربیت سالانه ۲۵۰۰۰ نفر میباشدکه بآسانی‌میسر است. تربیت این ۲۵۰۰۰ نفر بمراتب آسان‌تراز آموزش ۷۵۰۰۰۰۰۰ روستائی است‌که بتوانند فقط اصلاحاتی جزئی در مزرعه انجام دهند.

قسمت سوم ـ راه‌حلهای نسبی

خلاصه

ازقسمت اول‌ودوم این‌مقاله چنین‌برمی‌آیدکه برخی‌ازعقاید مردم درباره بحران غذائی جهان درآینده‌نزدیك (۲۵ سال‌آینده) اعتبارچندانی‌ندارد. رشدجمیعت وافزایش مصرف‌غذا اجتناب‌ناپذیراست‌ولی‌منابع موردنیازبرای‌افزایش تولید نیز دردسترس میباشد وبنابراین مسئله تامین‌غذا عبارتست ازاولویت وتصمیم‌ونه فقدان امکانات.

درقسمت دوم نشان داده شدکه چنانچه به‌روشهای معمول درایالات متحده امریکاکه استفاده ازآبیاری بارانی است‌توجه‌شود قسمتی‌ازاین‌مسئله جهانی‌حل خواهدشد. این‌عقیده عامیانه‌که‌جهان‌بشدت باکمبودغذا روبروشده‌است‌ممکن است‌برای‌آینده دورصدق نماید ولی‌این دلیل نمیشودکه برای رسیدن به‌هدف نهائی‌که هماناحل‌کامل‌مسئله غذاباشداز اقدام برای بهبودوضع کنونی دست‌بکشیم.

راه‌حل‌نسبی

ذخیره محصول‌غذائی : درایالات متحده امریکا مزارعی‌وجود دارندکه بصورت تجارتی‌عمل‌نموده و با استفاده ازآبیاری بارانی درسطح منطقه محصولات زیادی‌برداشت مینمایند کشورهای درحال توسعه جهان میتوانند از خدمات این‌مؤسسات‌استفاده‌نموده‌برای افزایش تولیدوذخیره موادغذائی سرمایه‌گزاری‌نمایند. دراینصورت این‌مؤسسات میتوانند ازاستعدادهای امریکائی‌که اکنون‌دررشته‌های دیگرمورد استفاده واقع‌میشوند استفاده نمایند. این افراد می‌توانند همزمان باتولید موادغذائی‌کادر موردنیازسرمایه‌گزاران‌را نیزدرمحل تربیت‌نموده‌وبه‌روشهای‌مکانیزه که‌هم‌اکنون درامریکا معمول است‌آشنا نمایند. این‌کارباعث افزایش تولید وافزایش‌درآمدکشاورزان محلی‌خواهدشد. پرداخت‌هائی که بصورت بذربه مزرعه‌داران محلی انجام میشودباعث تشویق‌آنان دربالابردن سطح‌تولید خواهد شد.

برنامه اولیه ممکن است بشرح زیرباشد :

۱ ـ درمدت ۶ سال میتوان یك سوم اضافه تولید مورد نیاز جهانی (۳۰۰۰۰۰۰۰ تن) را تامین نمود یعنی حدود ۱۰۰۰۰۰۰۰تن

۲ ـ برای جلوگیری ازبروز قحطی علاوه براستفاده ازکشاورزی مکانیزه انبارهائی نیزدائر گردد.

۳ ـ ضمن استفاده ازروشهای نوین‌کشاورزی استعدادهای محلی‌را پرورش داد تا درنگهداری وسائل و توسعه کشاورزی محل بکوشند.

۴ ـ بامید بازده مالی بصورت محصول مزرعه‌داران کوچك را تشویق نمایند تادرجهت تولید بیشتربکوشند.

۵ ـ با شعارنان‌برای‌کارفقرا را درمناطق غیرشهری بکار بگمارند.

با این‌ترتیب بعد ازدوسال پروژه‌ها تهیه وسرمایه‌ها بکارخواهدافتاد وضمن ۵ سال بهره‌برداری انتظارمیرود کشورهای درحال توسعه بتوانند مزارع تولیدمواد غذائی خودرا رأساً اداره نمایند.

اضافه محصول وذخیره سالانه مزارع:

سال	غلات‌به ملیون‌تن	هکتار	سرمایه به ملیون‌دلار	نیروی انسانی	تجمع‌غذابه ملیون‌تن
۱ ۲	تهیه طرح و سرمایه‌گزاری				
۳	۱	۱۵۰۰۰۰	۲۰۰	۸۰۰	۱
۴	۴	۶۰۰۰۰۰	۸۰۰	۳۲۰۰	۵

۵	۸	۱۲۰۰۰۰۰	۱۶۰۰	۶۴۰۰	۱۳
۶	۱۰	۱۴۰۰۰۰۰	۲۰۰۰	۷۵۰۰	۲۳
۷	۱۰	۱۴۰۰۰۰۰	۲۰۰۰	۷۵۰۰	۳۳

قسمت چهارم ـ پیش‌بینی

هم‌اکنون کارهائی دردست اقدام‌میباشد. ولی راه‌حلهای نسبی وسایرپیشنهادات چنانچه‌بایدوشاید مورداستفاده قرارنخواهدگرفت وبحران موادغذائی همچنان باقی‌خواهدماند زیرا هدفهای‌نظامی ورفاه یا افراط‌کشورهای پیشرفته همواره دراولویت باقی‌خواهدماند. گاهگاهی قحطی‌بروزخواهدکرد ولی‌آنچه مسلم است‌ازبروزقحطی‌های‌بزرگ قاره‌ای جلوگیری خواهدشد وکشورهای پیشرفته جهان‌برای حفظ منافع‌خود وتاحدی‌برای نوع‌دوستی به‌کشورهای عقب‌افتاده کمك خواهندکرد. غریزه‌بقاء نشان‌میدهدکه بهتراست به‌کشورهای عقب‌افتاده کمك شود.

مؤسسات بزرك بازرگانی‌کشورهای توسعه یافته باروشهای پیشرفته ومکانیزه خود بـه افزایش تولید ادامه خواهند داد وقسمت‌عمده‌کمبود غذای‌کشورهای عقب‌افتاده را تأمین‌خواهند نمود.

برای‌دورنما

۱ ـ ۳۰ ملیون‌تن موادغذائی برابراست بامصرف۸ روزغذای‌جهانی ـ برابربا اضافه غذای مورد نیاز سالانه جهان ـ برابر با$\frac{۱}{۳}$ تولید محصول‌گندم اتحاد جماهیرشوروی ـ برابر با $\frac{۱}{۳}$ تولید ذرت در ایالات متحده امریکا و برابراست باغذای مورد نیاز۸۰۰۰۰۰۰۰ نفردرسال.

۲ ـ ۳۰ ملیون تن مواد غذائی رامیتوان با ۲۵۰۰۰ نفرکارکنان‌آموزش دیده وباروش‌نوین‌آبیاری بارانی که درامریکا متداول است تولیدنمود علاوه‌براین برای انجام این‌کار۶/۶میلیارد دلارسرمایه وسالانه۲میلیارد دلارهزینه بهره‌برداری موردنیاز است. هر۴تا ۶نفری‌که درامرتولید وذخیره موادغذائی‌کارکنند قادرند غذای۱۰تا۱۵هزارنفررا تأمین‌نمایند.

گزارش

اولین کنفراس منطقه‌ای آسیائی‌وافریقائی آبیاری وزهکشی از تاریخ ۴ تا ۱۱ سپتامبر ۱۹۷۶ در شهر تاشکندپایتخت ازبکستان شوروی‌برپاگردید در این کنفراس علاوه بر تعدادی ازکارشناسان آبیاری کشورهای‌مختلف آسیا وافریقا بموجب دعوت و زیرآب واصلاح اراضی اتحاد جماهیرشوروی چندنفر از وزراء امور آب کشورهای همسایه اتحادجماهیرشوروی نیز حضور داشتند از طرف ایران جناب‌آقای محمود توانـا معاون‌امور توسعه منابع آب وزارت نیرو و رئیس کمیته ملی آبیاری وزهکشی‌بجای وزیرنیرو شرکت داشتند ودونفراز کارشناسان سازمان آب وبرق خوزستان (آقایان ،محمدرضا فاطمی‌دزفولـی ومهدی مبین) نیزباارائه مقالاتی در این کنفرانس شرکت نمودند درپایان کنفرانس در روزهای ۱۲ و ۱۳ و۱۴ سپتامبر برنامه گردش علمی انجام‌گرفت‌وشرکت کنندکان ازتأسیسات آبیاری وزهکشی‌ازبکستان بازدید نمودند .

در این نشریه ترجمه چند مقاله از کنفرانس مذکور برای‌استحضار خوانندگان درج شده است .

مشخصات سد های انحرافی ایران

ردیف	نام سد	نام رودخانه	محل سد	طول سد متر	ارتفاع از کف متر	ظرفیت آبگیر مترمکعب در ثانیه	تاریخ شروع ساختمان	تاریخ خاتمه ساختمان
۱	آبشار	زاینده‌رود	اصفهان	۶۴	۶/۹۰	۳۰	۱۳۴۹	۱۳۵۰
۲	الوند	الوند	قصرشیرین	۳۲	۱/۸۰	۴	۱۳۳۵	۱۳۳۷
۳	بمپور	بمپور	بمپور	۶۰	۶/۵	۲/۵	۱۳۳۴	۱۲۳۵
۴	پسیخان	پسیخان	۵ کیلومتری راه رشت فومن	۴۹۸	۵	۴	۱۳۴۶	۱۳۴۸
۵	تاریك	سفیدرود	۳۵ کیلومتری پیاپ‌سد شهبا نوفرح	۲۵۰	۲۰	۳۵	۱۳۴۴	۱۳۴۸
۶	چغلوندی	کلیسیان	چغلوندی لرستان	۴۰	۵	۳/۲۰	۱۳۲۸	۱۳۳۰
۷	خیرآباد	شاوور	۷۰ کیلومتری شمال اهواز	۲۶	۹	۸	۱۳۱۸	۱۳۱۹
۸	زیاران	زیاران	زیاران آبیك	۱۸۴	۲۵/۵	۳۰	۱۳۴۹	۱۳۵۲
۹	زهك	سیستان	زهك	۵۲/۲۰	۸/۳۰	۴۵	۱۳۲۹	۱۳۳۳
۱۰	سنگر	سفیدرود	سنگر	۲۳۱	۱۸	۱۸۱	۱۳۴۱	۱۳۴۴
۱۱	شاخزر	شاخزر	۱۶ کیلومتری‌راه‌رشت‌وفومن	۱۹۰	۴	۲	۱۳۴۶	۱۳۴۸
۱۲	شبانکاره	شاپور	شبانکاره	۵۵/۵	۳/۵	۵	۱۳۱۸	۱۳۲۰
۱۳	شاوور	شاوور	۵۰ کیلومتری شمال اهواز	۲۱	۶/۵	۶	۱۳۲۴	۱۳۲۵
۱۴	صیقلان‌رودبار	صیقلان‌رودبار	رشت	۳۶	۷	۱	۱۳۲۶	۱۳۲۸
۱۵	سنگبان	شاهرود	طالقان	۱۸۳	۱۰/۱۰	۳۰	۱۳۴۹	۱۳۵۳
۱۶	کرخه	کرخه	شمال حمیدیه	۱۹۲	۴/۷	۶۱	۱۳۲۹	۱۳۳۵
۱۷	کوچری	گلپایگان	گلپایگان	۱۷۲	۳/۵	۳/۵	۱۳۴۲	۱۳۴۴
۱۸	کوهرنگ	شیخ‌علیخان	جهلگرد	۷۰	۱۰	۲۰	۱۳۲۷	۱۳۳۲
۱۹	کهك	سیستان	کهك	۶۸/۲۰	۶/۳۰	۲۳	۱۳۴۴	۱۳۴۵
۲۰	گنجانچم	گنجانچم	پاسگاه رضاآباد	۲۰۵	۲/۴۰	۵	۱۳۴۴	۱۳۴۵
۲۱	میل ومغان	ارس	اصلاندوز	۱۳۵	۸/۵	۸۰	۱۳۴۴	۱۳۴۹
۲۲	نکوآباد	زاینده‌رود	۳۰ کیلومتری‌جنوب اصفهان	۶۴	۶/۵۰	۶۵	۱۳۴۹	۱۳۵۱
۲۳	بریموند	الوند	۳ کیلومتری پل ذهاب	۳۰	۳	۴/۵	۱۳۵۰	۱۳۵۱
۲۴	شاپوراول	مهاباد	یوسف کندی	۴۴۳	۴/۵	۱۷	۱۳۴۶	۱۳۴۹
۲۵	فوروزلو	زرینه رود	۱۵ کیلومتری‌جنوبشرقی‌میاندوآب	۵۱۰	۶	۶۰	۱۳۴۷	۱۳۴۹
۲۶	حشمت رود	دیسام	۱۴ کیلومتری آستانه اشرفیه	۳۰	۵	۲۵	۱۳۲۷	۱۳۳۲
۲۷	آبیاری دز	دز	جنوب دزفول	۳۹۴	۴	۲۵۰	۱۳۴۷	۱۳۴۹
۲۷	گتوند	کارون	گتوند	۷۱۰	۲۲	۱۰۱	۱۳۵۴	۱۳۵۶
۲۹	ورامین	جاجرود	بن‌کوه	۳۷۵	۴	۳۲	۱۳۵۴	۱۳۵۶
۳۰	گرمسار	حبله رود	پارکین	۱۲۰	۳	۱۲	۱۳۵۴	۱۳۵۶
۳۱	سیستان	سیستان	جزیمه	۱۵۸	۱۱	۶۰	۱۳۵۲	۱۳۵۷

کمیته ملی آبیاری و زهکشی

مشخصات سدهای مخزنی ایران

شماره ردیف	نام سد	نام رودخانه	محل سد	نوع سد	طول تاج سد متر	ارتفاع از کف متر	حجم مصالح مصرفی هزار مترمکعب	ظرفیت سرریز مجهز مترمکعب در ثانیه	گنجایش مخزن به میلیون مترمکعب: گنجایش کل	گنجایش مفید	مقدار آب قابل تنظیم سالانه میلیون مترمکعب	سطح زیر کشت هکتار	تولید برق: قدرت نصب شده کیلووات	تولید برق: تولید سالانه میلیون کیلووات ساعت	تاریخ شروع ساختمان	تاریخ خاتمه ساختمان	خدمه مشاور	مقاطعه کار
۱	محمدرضاشاه پهلوی	دز	شمال دزفول	بتونی قوسی	۴۱۲	۲۰۳	۴۵۹۰۰۰	۶۰۰۰	۳۳۴۰	۲۴۸۰	۶۹۲۸	۱۰۴۵۰۰	۵۲۰۰۰۰	۲۲۰۰	۲۵۱۶	۲۵۲۱	دی اب آر	پیرجیو
۲	شهبانو فرح	سفیدرود	منجیل	بتونی پایه دار	۴۲۵	۱۰۶	۸۴۰۰۰۰	۶۰۰۰	۱۸۰۰	۱۶۵۰	۲۰۰۰	۲۴۰۰۰۰	۸۷۵۰۰	۴۲۰	۲۵۱۶	۲۵۲۰	انگو اوفر	عاصر
۳	امیرکبیر	کرج	۲۴ کیلومتری شمال کرج	بتونی قوسی	۳۹۰	۱۸۰	۷۵۰۰۰۰	۱۴۵۰	۲۰۵	۱۹۵	۴۰۰	۲۱۰۰۰ (۱)	۹۰۰۰۰	۱۴۰	۲۵۱۷	۲۵۲۰	هارزا	مهدیس نوذسن
۴	شهناز پهلوی	آبشینه	بالغان همدان	بتونی وزنی	۴۸۶	۵۴	۱۴۰۰۰۰	۵۰۰	۸	۵	۱۷	۴۰۰ (۲)	-	-	۲۵۱۸	۲۵۲۲	فریمن چان	شرکت پور (ایتالیا)
۵	شاه اسمعیل	گلپایگان	اخنوان	خاکی	۳۶۰	۵۶	۸۵۰۰۰۰	۲۰۰۰	۴۴/۵	۴۰	۸۰	۵۵۰۰	-	-	۲۵۰۶	۲۵۰۹	جستوفاند کورتی و طالقانی - دفتری	شرکت مشت
۶	فرحناز پهلوی	جاجرود	لشتیان	بتونی پایه دار	۴۵۰۰	۱۰۷	۷۷۰۰۰۰	۱۷۵۰	۹۵	۸۵	۲۴۵	۳۰۰۰۰ (۴)	۲۲۰۰۰	۵۰	۲۵۲۴	۲۵۲۶	سره هکساند کیپ	ساسر
۷	شاه عباس کبیر	زاینده رود	قریه ایسی سو	بتونی قوسی ضخیم با دو انحنا	۴۵۰	۱۰۰	۵۳۵۰۰۰	۱۸۸۰	۱۴۵۰	۱۲۹۰	۱۲۰۰	۹۵۰۰۰	۵۵۰۰۰	۱۷۴	۲۵۲۴	۲۵۲۹	سوگراه - سوفرکت	"
۸	شاپور اول	جهاباد	جهاباد	سنگریز با هسته خاکی	۷۰۰	۴۶/۵	۱۶۶۰۰۰۰	۱۵۵۰	۲۴۰	۱۹۰	۱۹۵	۲۱۰۰۰	۵۷۶۰	۲۴	۲۵۲۶	۲۵۲۹	اکتروپروژکت	شرکت متا (مجدام)
۹	کورش کبیر	زرینه رود	جنوب شرقی بوکان	خاکی با هسته خاک رس	۷۲۰	۵۰	۱۸۹۰۰۰۰	۶۴۰۰	۶۵۰	۴۸۶	۵۴۵	۸۵۰۰۰	ضدیت مطالعه		۲۵۲۶	۲۵۳۰	جستن اند کورتی طالقانی - دفتری	شرکت پور
۱۰	ارس	ارس	قزل قشلاق	خاکی	۹۴۵	۴۸	۴۴۹۰۰۰۰	۲۷۶۰	۱۳۵۰	۱۱۵۰	۱۴۰۰ (سهم ایران)	۹۰۰۰۰	۲۲۰۰۰	۸۸ (سهم ایران)	۲۵۲۶	۲۵۲۹	بانک بیدروپروژکت	ایران دشتوری
۱۱	دشتگیر	گرگان رود	سنگرسوار گرگان	خاکی	۴۳۰	۱۹	۱۳۵۰۰۰۰	۱۴۰۰	۷۹	۵۰	۱۰۰	۲۵۰۰۰	-	-	۲۵۲۴	۲۵۲۹	اکنو	دانیو - باستان
۱۲	داریوش کبیر	کر	حدود زند	خاکی با پوشش بتنی	۷۰۰	۶۰	۵۷۰۰۰۰۰	۶۱۰۰	۹۹۴	۸۹۰	۴۴۳	۴۱۰۰۰ (۴)	-	-	۲۵۲۵	۲۵۳۱	جستن اند کورتی طالقانی - دفتری	شرکت ستوم و توسعه منابع آب
۱۳	رضاشاه کبیر	کارون	شمال شرقی مسجدسلیمان	بتونی قوسی	۴۸۰	۲۰۰	۱۵۷۰۰۰۰	۱۶۲۰۰	۲۹۰۰	۱۱۰۰	۹۲۵۹	۴۸۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۴۱۲۰	۲۵۲۸	۲۵۳۵	هارزا	ساسر - سایر

(۱) و (۳) بامضاء قسمتی از آب مشروب شهر تهران
(۲) بامضاء قسمتی از آب مشروب شهر همدان
(۴) بامضاء قسمتی از آب مشروب شهر شیراز

سدهای دست اقدام

شماره ردیف	نام سد	نام رودخانه	محل سد	نوع سد	طول تاج سد متر	ارتفاع از کف متر	حجم مصالح مصرفی هزار مترمکعب	ظرفیت سرریز مجهز مترمکعب در ثانیه	گنجایش مخزن به میلیون مترمکعب: گنجایش کل	گنجایش مفید	مقدار آب قابل تنظیم سالانه میلیون مترمکعب	سطح زیر کشت هکتار	تولید برق: قدرت نصب شده کیلووات	تولید برق: تولید سالانه میلیون کیلووات ساعت	تاریخ شروع ساختمان	تاریخ خاتمه ساختمان	خدمه مشاور	مقاطعه کار
۱۴	جیرفت	هلیل رود	تنگ زاب	بتونی قوسی	۲۵۰	۱۴۲	۴۰۰۰۰۰	۹۶۰۰	۴۳۰	۲۵۵	۲۴۵	۱۰۵۰۰	۳۰۰۰۰	۸۰	۲۵۳۳	۲۵۳۸	رستیران - بهنگی - ارس	-
۱۵	میناب	میناب	میناب	بتونی پایه دار	۴۵۰	۶۰	۴۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	۴۵۰	۲۷۱	۲۴۰	۱۴۰۰۰ (۵)	-	-	۲۵۳۳	۲۵۳۸	۰ ۰ ۰	-
۱۶	لار	لار	شمال پلور	خاکی	۱۵۰۰	۱۰۵	۱۴۰۰۰۰۰	۱۴۰۰	۹۶۰	۸۶۰	۳۰۰	۶۵۰۰۰ (۶)	۱۰۰۰۰۰	۲۰۰	۲۵۳۳	۲۵۳۸	انگلفاند کیپ	-
۱۷	قشلاق	قشلاق	۱۲ کیلومتری سنندج	خاکی سنگی	۴۰۰	۸۰	۲۰۰۰۰۰۰	۴۶۰۰	۳۴۶	۱۹۹	۱۰۵	۷۰۰۰ (۷)	۶۰۰۰	۱۲/۶	۲۵۳۶	۲۵۴۲	طالقانی - دفتری	سایر
۱۸	پیشین	صرباز	پیشین	خاکی سنگی	۶۰۰	۶۰	۳۰۰۰۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲۴۰	۲۰۰	۹۰	۹۰۰۰	۰	۰	۲۵۴۶	۲۵۴۹	پارس کنسولت و ۵۰۳۰۱۲	آبرده و کاران ایتالیا
۱۹	چاه نیمه	سیستان	چاه نیمه	خاکی	۹۰۰	۱۲	۳۷۰۰۰	۵۰	۷۰۰	۴۵۰	۴۵۰	۴۵۰۰۰	-	-	۲۵۴۱	۲۵۴۷	۰ ۰ ۰	فرکار

(۵)- بامضاء آب مشروب شهر بندرعباس
(۶) و (۸) بامضاء قسمتی از آب مشروب شهر تهران
(۷) بامضاء آب مشروب شهر سنندج

سدهای دست مطالعه

شماره ردیف	نام سد	نام رودخانه	محل سد	نوع سد	طول تاج سد متر	ارتفاع از کف متر	حجم مصالح مصرفی هزار مترمکعب	ظرفیت سرریز مجهز مترمکعب در ثانیه	گنجایش مخزن به میلیون مترمکعب: گنجایش کل	گنجایش مفید	مقدار آب قابل تنظیم سالانه میلیون مترمکعب	سطح زیر کشت هکتار	تولید برق: قدرت نصب شده کیلووات	تولید برق: تولید سالانه میلیون کیلووات ساعت	تاریخ شروع ساختمان	تاریخ خاتمه ساختمان	خدمه مشاور	مقاطعه کار
۲۰	فادرشاه	هارون	تنگ تکاب	خاکی با هسته بتونی	۲۲۰	۱۶۵	۴۲۰۰۰۰۰	۱۰۳۰۰	۱۴۸۶	۱۱۰۰	۸۸۸	۵۹۰۰	-	-	۲۵۴۵	۲۵۴۰	هارزا	-
۲۱	ساوه	دفرقان	جنوب غربی ساوه	بتونی قوسی	۴۶۲	۸۸	۴۰۰۰۰۰	۲۷۵	۲۹۰	۲۷۰	۳۲۸	۱۰۰۰۰	۹۵۰۰	۴۲	۲۵۳۵	۲۵۴۰	امیدرواتر تیک روحانی	-
۲۲	خداآفرین	ارس	خداآفرین	خاکی	۴۸۰	۶۰	۴۶۰۰۰۰۰	۴۵۰۰	۱۶۲۰	۱۲۰۰	۱۵۰ (سهم ایران)	۶۰۰۰ (سهم ایران)	۱۰۰۰۰۰ (سهم ایران)	۲۵۰ سهم ایران	۲۵۴۵	۲۵۴۲	بانک بیدروپروژکت	ایران دشتوری
۲۳	باجو	باجو	باجو کلایت	خاکی	۱۱۵۰	۲۵	۱۶۰۰۰۰۰	۱۲۸۰۰	۱۴۰	۱۱۰	۴۰	۳۰۰۰	-	-	۲۵۴۶	۲۵۴۰	پارس کنسولت	آبور
۲۴	طالقان	طالقان	سنگبان	خاکی	۱۲۰۰	۱۴۵	۲۴۵۰۰۰۰	۱۶۳۰	۷۶۱	۴۶۹	۴۶۷	۳۵۰۰۰ (۸)	۱۰۰۰۰۰۰	۱۲۲۷	۲۵۳۸	۲۵۴۴	طالقانی - دفتری	-

آبانماه ۲۵۳۵

۶۳۱/۶۷
ن ۷۲۳ ك
۱۳۵۱

چاپخانه زندگی