



وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

خلاصه مقالات کارگاه فنی - آموزشی

کم آبیاری

۲۲ اردیبهشت ماه ۱۳۷۹

نشریه شماره ۳۶ - ۱۳۷۹



وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

خلاصه مقالات کارگاه فنی - آموزشی

کم آبیاری

اعضاء گروه کار «گیاه و مصرف آب»

مهندس علیرضا سلامت

مهندس صمد دربندی

دکتر جمشید خیرابی

مهندس محمدرضا انتصاری

مهندس محمدحسین میرئی

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

صفحه	فهرست
۱	۱- مدخلی به مبحث «کم آبیاری» تعریف و تبیین انواع آن بمشید فیرابی
۷	۱- کم آبیاری و استفاده بهینه از آب محمد بایبوردی
۹	۲- ارایه یک روش علمی برای برنامه‌ریزی بهینه در کم آبیاری علی اصغر فرشی
۱۱	۳- استراتژی‌های مدیریتی کم آبیاری برای بهینه‌سازی مصرف آب عبدالمجید لیاقت و صمد دربندی
۱۵	۴- رابطه کم آبیاری با مقدار و نوع کودهای مصرفی محمدجعفر ملکوتی
۱۹	۵- بر هم کنش آب و کود حمید سیادت
۲۱	۶- کود و کم آبیاری محمدسعید درودی
۲۵	۷- روش‌های تعیین تابع تولید آب در محصولات کشاورزی سعید نی‌ریزی
۲۹	۸- مدیریت و برنامه‌ریزی کم آبیاری در شرایط شوری آب و خاک محمدرضا انتصاری
۳۱	۹- بررسی نقش کم آبیاری در مدیریت مصرف آب علیرضا توکلی
۳۳	۱۰- کم آبیاری و تعیین سطح بهینه آبیاری غلامرضا سلطانی و شاهرخ زندپارسا

مدخلی به مبحث "کم آبیاری" تعریف و تبیین انواع آن

جمشید خیرابی^(۱)

چکیده

طبق یک تعریف ساده کم آبیاری عبارتست از استفاده بیشتر و بهتر، و یا حداکثر از واحد آب (به جای واحد زمین). در این تعریف مراد از کلمه "استفاده" می‌تواند "عملکرد" و یا "سود خالص" باشد. برای درک ملموس موضوع مثال زیر می‌تواند روشنگر باشد:

فرض کنیم با انجام آبیاری کامل بتوانیم ۸۰ تن در هکتار، و با انجام آبیاری با نصف این مقدار آب (کم آبیاری) ۵۰ تن در هکتار محصول برداشت کنیم. اگر دو هکتار زمین را با نصف آب کامل تحت کشت ببریم ۱۰۰ تن محصول برداشت خواهیم کرد، که در این حالت (کم آبیاری) نسبت به حالت اول (آبیاری کامل) ۲۰ تن اضافه عملکرد خواهیم داشت، لذا عملکرد به ازای واحد آب مصرفی افزایش می‌یابد که همانا مفهوم و مضمون کم آبیاری است.

از نظر سود خالص نیز فرض کنیم از ۲۰ تن اضافه عملکرد، ده تن آن هزینه‌های مربوط به افزایش سطح کشت (از یک هکتار به دو هکتار) را بپوشاند در این صورت باز هم در حالت دوم (کم آبیاری) سود خالص حاصل از کم آبیاری، و واحد آب مصرفی افزایش می‌یابد، که همانا مفهوم و مضمون کم آبیاری است.

۱- کم آبیاری بیشتر در شرایطی انجام می‌شود که اولاً کمبود و محدودیت آب وجود داشته باشد، ثانیاً اراضی قابل کشت به طور نسبی زیاد باشد (مثل شرایط اکثر نقاط ایران).

۲- آبیاری کامل بیشتر (و نه همیشه) در شرایط عکس صورت می‌گیرد تا بتوان از واحد اراضی استفاده بیشتر، بهتر و یا حداکثر به دست آورد.

۳- در اکثر حالات و پروژه‌ها عملکرد ماکزیمم در واحد سطح (که با آبیاری کامل به دست می‌آید) به معنی تحصیل سود ماکزیمم از واحد سطح نیست. به عنوان مثال ممکن است عملکرد ماکزیمم در هکتار با مصرف ۱۲ هزار متر مکعب آب (آبیاری کامل) حاصل شود، در صورتی که سود خالص ماکزیمم حاصل از یک هکتار، (با در نظر گرفتن هزینه‌های آبیاری و غیره) با ۱۰ هزار متر مکعب به دست آید. (این مقادیر در آزمایشاتی که آقای انگلیش در آمریکا روی گندم انجام داده است به ترتیب حدود ۶ هزار و ۴/۸ هزار مترمکعب در هکتار است)، لذا ملاحظه می‌شود حتی در شرایط فراوانی آب نیز، در صورتی که هدف به دست آوردن سود خالص بیشتر از واحد زمین باشد، کم آبیاری امری الزامی است.

۴- اگر تحصیل عملکرد و یا تحصیل سود بیشتر و حداکثر از واحد آب مدنظر باشد باز هم ارقام دیگری برای کم آبیاری بدست می‌آید. به عنوان مثال در آزمایشات انگلیش که فوقاً به آن اشاره شد، اگر بخواهیم به ازای مصرف هر متر مکعب آب حداکثر سود را به دست بیاوریم لازم است که آبیاری تا سطح ۳ هزار مترمکعب در هکتار (به جای ۶ هزار مترمکعب آبیاری کامل در هکتار) کاهش یابد. همچنین است کاهش آب مصرفی در هکتار با هدف بدست آوردن حداکثر عملکرد به ازای مصرف واحد آب.

۵- برای طراحی یک پروژه کلاسیک کم آبیاری در دفاتر فنی توسط مهندسان لازم است:

۱- تابع تولید درجه و ضرایب آن تعیین شود تا معلوم گردد عملکرد محصول به ازای درجات و سطوح مختلف کم آبیاری چه مقدار و به چه میزان کاهش پیدا می‌کند.

۲- تابع هزینه (درجه و ضرایب آن) تعیین شود تا معلوم گردد هزینه‌ها در اثر بالا رفتن مقدار آب مصرفی (از صفر تا ۱۰۰٪ آبیاری کامل) و هزینه‌های تابعه دیگر چگونه و به چه میزان افزایش پیدا می‌کند.

۳- قیمت محصول و از آنجا در آمد (= قیمت محصول × عملکرد) تعیین گردد.

۴- از مدلهایی که برای بهینه سازی کم آبیاری و تعیین استانه‌ها توسط اساتید فن ارایه شده

استفاده شود.

با در دست داشتن اطلاعات مزبور می‌توان کم آبیاری را بهینه سازی کرد، و آستانه‌ها را به قرار زیر، و برای حالت‌های زیر بدست آورد:

- ۱- آستانه تحصیل عملکرد حداکثر از واحد زمین (که مربوط به آبیاری کامل است).
- ۲- آستانه تحصیل سود حداکثر از واحد زمین (که اکثراً در شرایط کم آبیاری به دست می‌آید)
- ۳- آستانه "عمق معادل": عمق آب مصرفی در هکتار است که سود حاصل از آن برابر سود حاصل از هر هکتار در شرایط آبیاری کامل است (این آستانه در آزمایشات انگلیش ۳۵ سانتیمتر و یا ۳۵۰۰ مترمکعب در هکتار است).
- ۴- آستانه تحصیل سود حداکثر به ازای مصرف واحد آب (این آستانه در آزمایشات انگلیش ۳ هزار متر مکعب در هکتار می‌باشد).
- ۵- آستانه تحصیل عملکرد حداکثر به ازای مصرف واحد آب.
- ۶- آستانه "سر به سر": مقدار آب مصرفی در هکتار است که در آن میزان درآمد با هزینه برابر است (و در حد فاصل منطقه سود و زیان قرار دارد).

مدیریت و برنامه‌ریزی کم آبیاری بسیار حساس است و شرایط ویژه‌ای را می‌طلبد (تا گیاه از کمبود آب زیاد صدمه نبیند)، بخصوص که مسائل و همه جنبه‌ها و جهات آن، مثل آبیاری کامل، چندان شفاف نیست و لازم است در بسیاری موارد، از جمله موارد و مسائل زیر مورد بحث و و بررسی بیشتری قرار گیرد.

- ۱- شرایط بذر و بستر و آرایش مزرعه
- ۲- نحوه تنظیم تقویم آبیاری (از نظر عمق آب آبیاری در هر نوبت و فواصل آبیاری)
- ۳- ملاحظات آگروتکنیکی و زراعی در مراحل قبل از کاشت و داشت
- ۴- مدیریت در رابطه با انتخاب روش‌های مناسب آبیاری
- ۵- تراکم بوته در واحد سطح
- ۶- مدیریت کم آبیاری در دوره‌های حساس و فعال گیاهی (مثل مرحله جوانه زنی، دوره‌های بحرانی، گلدهی و باروری)
- ۷- توجه به مقاطعی از رشد گیاه که در آن وارد کردن استرس ضروری است.
- ۸- مدیریت کم آبیاری اضطراری در دوره‌های خشکسالی
- ۹- آبیاری فاروها با روش یک در میان و طرز طراحی فاصله جویچه‌های نشستی، نحوه کاشت روی پشته (محل کاشت و فاصله بوته‌ها)

۱۰- آبیاری با روش نشتی بدون زهاب سطحی، و نحوه طراحی پشته‌ها در این حالت (در ابتدا و انتهای فاروها، فاصله بوته‌ها)

۱۱- سایر ملاحظات

با توجه به مراتب بالا در کارگاه فنی - آموزشی کم آبیاری در رابطه با مهمترین مسائل کم آبیاری چهار پائل به قرار زیر تشکیل و مسائل را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد:

۱- پائل مدیریت و برنامه‌ریزی کم آبیاری

۲- پائل "کود و کم آبیاری"

۳- روش تعیین تابع تولید (درجه و ضرایب آن)

۴- روش تعیین تابع هزینه (درجه و ضرایب آن)

انواع کم آبیاری از نظر اصلاح شناختی

۱- آبیاری با تنش یا "کم آبیاری مقطعی"

این نوع کم آبیاری با هدف ایجاد تنش (یا استرس) انجام می‌شود (*WATER STRESS*). پیشنهاد می‌شود این اصطلاح در مواردی به کار برده شود که هدف اصلی ایجاد تنش، صرفه‌جویی در مصرف آب یا استفاده بیشتر از واحد آب (کم آبیاری) نیست بلکه هدف از آن وارد کردن شوک به گیاه، با اهداف خاص (مثل ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی مرفولوژیکی، متابولیکی، بیولوژیکی، حتی ژنتیکی و غیره) می‌باشد. مثلاً با ایجاد استرس می‌توان ریشه‌ها را ترغیب کرد تا به اعماق پایین‌تر بروند و یا می‌توان با این عمل مهاجرت مواد غذایی را در سیستم نباتی به طور هدفمند جهت داد و غیره.

۲- کم آبیاری تنظیم شده *REGULATED DEFICIT IRRIGATION*

این نوع کم آبیاری با صرف بهینه سازی و استفاده حداکثر از واحد آب (برای عملکرد حداکثر و یا سود خالص حداکثر) انجام می‌پذیرد. کم آبیاری تنظیم شده با در دست داشتن توابع تولید و هزینه و قیمت محصولات و با استفاده از مدلها می‌توان آستانه‌های کم آبیاری را مشخص کرد و آن را بهینه نمود.

۳- کم آبیاری موضعی

این نوع کم آبیاری را به شرایطی اطلاق می‌کنیم که مربوط به عدم یکنواختی توزیع آب در مزرعه و در روشهای آبیاری تحت فشار است. در این روشها به طور قابل قبول ۱۰ تا ۲۰٪ زمین جیره لازم و کافی را دریافت نمی‌کند، که به آن "عدم کفایت آبیاری" نیز گفته می‌شود.

۴- کم آبیاری نیمه کلاسیک

این نوع کم آبیاری در واحدهای آبیاری تحت فشار در ایران توسط کشاورزان باشم و تجربه‌ای که دارند به صورت خود جوش و به صورت نیمه کلاسیک انجام می‌شود، به طوری که استفاده از انعطاف‌پذیری سیستم‌های تحت فشار، به جای آبیاری کامل، سطح بیشتری را تحت رژیم کم آبیاری قرار می‌دهند و لذا از واحد آب عملکرد و یا سود بیشتری را عاید خود می‌سازند.

۵- کم آبیاری اضطراری

این نوع کم آبیاری در بحرانهای شدید کم آبی و خشکسالی برای نجات دادن محصولات و یا بخشی از آن از خطر نابودی کامل صورت می‌گیرد که در این مورد تنها روشهای آبیاری تحت فشار می‌تواند چاره کار باشد.

کم آبیاری و استفاده بهینه از آب

محمد بای بوردی^(۱)

چکیده

کم آبیاری عبارت از مصرف عامدانه و عالمانه کمتر آب در تولیدات کشاورزی است و هرچند که هزاران سال است که آبیاری در کشتزارهای کشاورمان به طور کامل اجرا نمی شود ولی چون تابع یک برنامه و ضابطه ای نیست، لذا آن را نمی توان کم آبیاری تلقی نمود کم آبیاری، مترادف با دیمی آبیاری کردن نیست، بلکه در برنامه ریزی برای کم آبیاری، کلیه گام های مورد نیاز برای طراحی یک نظام آبیاری حتی بدون کمبود منابع آب، رعایت شده و پس از مشخص شدن زمان، مقدار و کیفیت آب آبیاری مورد نیاز، می توان با زیاد کردن فواصل نوبت های آبیاری، کم کردن آب آبیاری در هر نوبت و یا تلفیقی از این دو، کم آبیاری را به مورد اجرا گذارد. بنابراین نکات مثبت کم آبیاری از مقولات زیر نشأت می گیرد.

۱- افزایش راندمان آبیاری به علت مصرف کمتر آب

۲- کاهش هزینه های جاری آبیاری و آب بها

۳- فروش آب مازاد و یا افزایش سطح زیرکشت آبی با آب مازاد

چون در کم آبیاری، هدف مصرف کمتر آب است، لذا بسته به شرایط حاکم، مصرف کمتر آب به یکی از نتایج زیر منجر می شود:

۱- عملکرد در کل سطح بیشتر و یا در صورت بهینه سازی حداکثر می شود.

۲- درآمد خالص در کل سطح بیشتر و یا حداکثر می شود.

۳- درآمد خالص به ازای واحد حجم آب مصرفی بیشتر و یا حداکثر می شود.

۱- عضو شورای عالی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و مشاور وزیر کشاورزی

۴- عملکرد به ازای واحد حجم آب مصرفی بیشتر و یا حداکثر می‌شود.

بدیهی است در هر یک از شرایط چهارگانه بالا، مقدار آب مصرفی متفاوت است و در پوستر آگهی کارگاه کم‌آبیاری محدوده‌ای که به رنگ قرمز نشان داده شده، محدوده تغییرات آب مصرفی مجاز را که به یکی از چهار حالت فوق می‌انجامد، نشان می‌دهد (البته جا داشت که این محدوده به رنگ سبز نشان داده می‌شد تا مجاز بودن آن را تأیید کند). برای حصول هر یک از گزینه‌های بالا، لازم است که اولاً تابع تولید محصول موردنظر و همچنین تابع هزینه را بدانیم. تا زمانی که تابع تولید از درجه ۲ تا ۴ و تابع هزینه خطی است، می‌توان به نتیجه‌گیری‌ها اعتماد داشت.

هرچند این شیوه آبیاری در برخی نقاط هندوستان و آفریقای جنوبی تا حدی پذیرفته شده است ولی در محافل دانشگاهی غرب از این شیوه به عنوان یک راه‌حل علمی برای آبیاری کامل استقبال نمی‌شود و بدین جهت در کتب علمی غربی نیز اشاره‌ای به آن نشده و طراحی شبکه آبیاری بر اساس آبیاری کامل، توصیه شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد. س/ ۵

ارایه یک روش عملی برای برنامه‌ریزی

بهینه در کم آبیاری

علی اصغر فرشی (۱)

چکیده

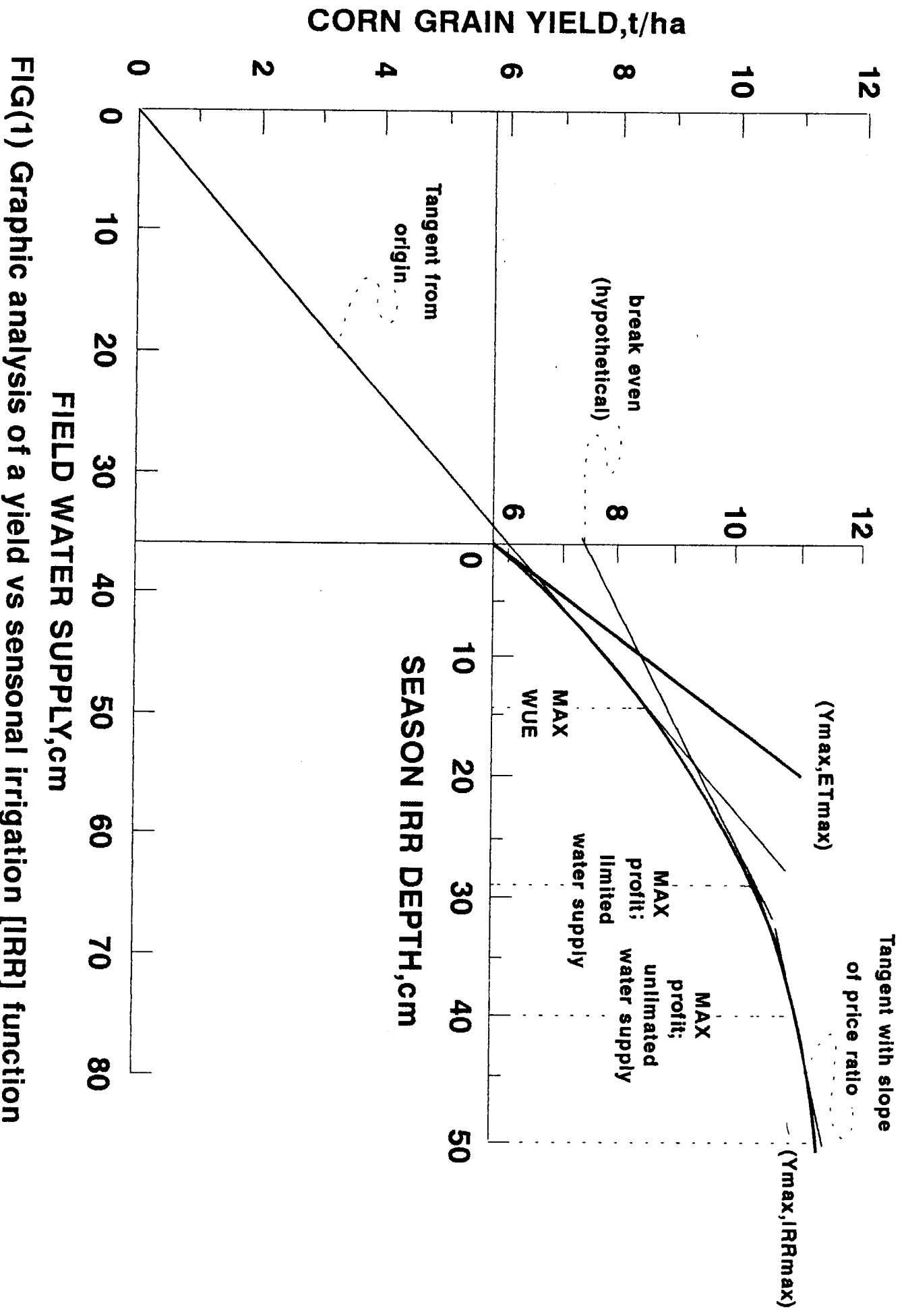
آبیاری کامل، به منظور کسب حداکثر محصول از واحد سطح (تولید پتانسیل) در شرایطی قابل اعمال است که اولاً به مقدار کافی آب در اختیار بوده و ثانیاً عملیات آبیاری کم هزینه، محصول بدست آمده گرانبه‌تر و ارزش آب آبیاری پایین باشد. با توجه به اینکه بیشتر مناطق کشورمان در اقلیم خشک و نیمه خشک واقع شده است و متأسفانه اخیراً بیشتر مناطق مواجه با خشکسالی می‌باشد لذا آبیاری کامل قابل توصیه نبوده و در این شرایط برای کسب حداکثر بازدهی اقتصادی بالاجبار آبیاری بایستی کمتر از نیاز پتانسیل گیاه یا به صورت کم آبیاری انجام گیرد. برای اعمال کم آبیاری بهینه نیاز به تابع تولید «عملکرد محصول - مقدار آب آبیاری» و همچنین منظور نمودن جنبه‌های اقتصادی و هزینه‌ها، مقدار آب و مساحت زمین مورد آبیاری و غیره می‌باشد که در این مقاله مورد بحث و بررسی قرار گرفته و روش عملی گرافیکی برای انجام آن ارایه گردیده است. تابع تولید عملکرد محصول با مقدار آب آبیاری به صورت تابعی با روند کاهش ضریب افزایش عملکرد با افزایش آب آبیاری است (شکل ۱). به عبارت دیگر با افزایش مقدار آب آبیاری شدت افزایش عملکرد در نتیجه سود حاصله کاهش می‌یابد: در این مقاله سعی شده شکل تابع تولید مورد بررسی قرار گیرد و روش گرافیکی برای تعیین نقاط مهم و بحرانی آن با توجه به جنبه‌های اقتصادی و میزان آب موجود ارایه گردد. نقاط مهم مورد بحث در روی تابع تولید عبارتند از:

۱- عمق آب آبیاری که در آن کارایی مصرف آب (WUE) حداکثر می‌باشد. به عبارت دیگر در این نقطه بیشترین محصول از واحد آب آبیاری بدست می‌آید.

۲ - مقدار آب آبیاری جهت تولید حداکثر محصول از واحد سطح در شرایط کافی بودن منابع آب بدون منظور نمودن جنبه‌های اقتصادی. در این حالت هدف تولید حداکثر محصول از واحد سطح است.

۳ - مقدار آب آبیاری جهت کسب حداکثر بازده اقتصادی از واحد سطح در شرایط کافی بودن منابع آب آبیاری در این حالت فرض بر این است که آب به مقدار کافی در اختیار است تا تمام سطح مزرعه کشت و آبیاری شود که در آن با توجه به آب بها و هزینه‌های متغیر آبیاری از یک طرف و درآمد حاصل از فروش محصول بدست آمده از طرف دیگر مقدار آب آبیاری جهت کسب حداکثر سود تعیین می‌گردد.

۴ - مقدار آب آبیاری جهت کسب حداکثر سود در شرایط محدود بودن آب آبیاری این حالت شبیه حالت (۳) می‌باشد. با این تفاوت که مقدار آب آبیاری موجود تکافوی آبیاری کل زمین را نمی‌نماید در این شرایط نیز مناسب‌ترین عمق آب آبیاری و سطح کشت مجاز تعیین می‌گردد. در این مقاله علاوه بر تشریح روش تعیین نقاط مهم و بحرانی فوق‌الذکر یک مثال نمونه عددی نیز برای کم آبیاری در مزرعه ذرت که شکل ۱ بر اساس آن تهیه شده ارائه گردیده است. مقادیر آب آبیاری برای چهار حالت فوق‌الذکر به ترتیب ۱۴، ۵۰، ۴۰، ۲۷ سانتیمتر ارتفاع آب تعیین شده است.



FIG(1) Graphic analysis of a yield vs seasonal irrigation [IRR] function

استراتژی مدیریتی کم آبیاری برای

بهینه سازی مصرف آب

عبدالمجید لیاقت^(۱) و صمد دربندی^(۲)

چکیده

در مناطق خشک و نیمه خشک، آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه کشاورزی می باشد. در کشور ما نه تنها کمبود آب که زاینده عوامل کلیماتولوژی منطقه می باشد مشکلاتی را برای توسعه کشاورزی در پی دارد، عدم استفاده بهینه از آب های استحصالی نیز باعث شده تا اراضی کمتری تحت پوشش و توسعه کشاورزی قرار گیرند. سالانه حدود ۱۲۰ میلیارد متر مکعب آب در کشور ما استحصال می شود که از این مقدار حدود ۷۰ میلیارد متر مکعب آن به بخش کشاورزی اختصاص دارد. بررسی آماری و مشاهدات عینی در مقایسه با بسیاری از کشورهای جهان نشان می دهد که متأسفانه اتلاف و اسراف این ماده حیاتی در بخش کشاورزی ما بسیار زیاد می باشد. از مهمترین مسائل و مشکلات اتلاف آب در بخش کشاورزی ایران، پایین بودن راندمان آبیاری می باشد که باعث شده تا فقط حدود ۲۵ درصد از آب استحصال شده به مصرف واقعی برسد و ۶۵ درصد دیگر هدر رفته و تلف گردد. با توجه به سهم عظیم مصرف آب در کشاورزی و نیز پایین بودن راندمان مصرف آب، انتخاب و بکارگیری هر استراتژی در بهینه سازی مصرف آب شایان توجه است.

در سالهای اخیر یکی از استراتژیها برای به عمل آوردن محصولات با در آمد و سود ماکزیم تحت شرایط کمبود آب استفاده از روش کم آبیاری بوده است که به دلیل تشدید بحران آب و از یاد جمعیت از یک سو و انباشت تجربیات و تحقیقات مربوطه از سوی دیگر می رود تا جایگاه شایسته خود را در ایران پیدا کند. (خیرابی و همکاران، ۱۳۷۲)

۱- استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دوره دکتری رشته آبیاری و زهکشی و عضو گروه کار گیاه و مصرف آب کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

«در شرایط ایران به علت محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی، کم آبیاری ضرورتی اجتناب ناپذیر است.»

به طور کلی کم آبیاری به عنوان یک استراتژی سودمند اقتصادی در وضعیت بحران آب و با هدف حداکثر استفاده از واحد آب مصرفی مطرح می‌باشد. کم آبیاری نیازمند مدیریتی منسجم و دقیق است که با مدیریت آبیاری کامل و کلاسیک تفاوت دارد. مدیریت آبیاری بایستی تعیین نماید که چه درجه‌ای از کم آبیاری را با چه روشی باید اعمال نمود. همچنین، الگوی بهینه کشت، مطالعات اقتصادی، زمان کم آبیاری، خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه و مورفولوژی خاک را باید کاملاً مطالعه و بررسی کرد.

در این مقاله به تجربیات و مدیریت‌هایی که در رابطه با کم آبیاری در جهان کسب شده و نیز به روشهای اعمال کم آبیاری به شرح زیر پرداخته خواهد شد:

۱- گیاهان مناسب برای کم آبیاری

گیاهانی که دارای دوره رشد کوتاه، راندمان مصرف (*WUE*) بالا و مقاوم به خشکی باشند.

۲- خاکهای مناسب برای کم آبیاری

خاکهایی که دارای ظرفیت نگهداری بیشتری باشند.

۳- آب مناسب برای کم آبیاری

آبی که در کم آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد بایستی از کیفیت خوبی برخوردار باشد تا گیاه همراه با تنش آبی دیگر تحت تنش شوری قرار نگیرد.

۴- عملیات زراعی مناسب برای کم آبیاری

شخم بایستی به اندازه کافی عمیق باشد تا آب باران بتواند بهتر در خاک نفوذ کرده و ذخیره شود. در مورد تراکم کشت نظرات مختلفی وجود دارد که در اصل مقاله به آنها پرداخته خواهد شد. استفاده از مالچ جهت کاهش تبخیر نیز بایستی مد نظر قرار گیرد. زمان کشت بایستی به گونه‌ای انتخاب شود که گیاه بتواند از رطوبت موجود در خاک قبل از آبیاری استفاده نموده و همچنین طول دوره رشد نیز کوتاهتر گردد. کنترل علفهای هرز و اختلاط کشت نیز از جنبه‌های دیگر عملیات زراعی تحت شرایط کم آبیاری است که بایستی مدنظر قرار گیرد.

۵- میزان و زمان کم آبیاری

میزان آب آبیاری (که براساس آن حداکثر سود حاصل شود) بایستی از روی منحنی تابع تولید و همچنین توابع درآمد و هزینه تعیین گردد. همچنین در مناطقی که در دوران رشد، بارندگی وجود دارد در هر آبیاری مقداری از ظرفیت نگهداری خاک جهت ذخیره آب بارندگی خالی نگهداشته شود و زمان کم آبیاری به گونه‌ای تنظیم گردد که گیاه در مرحله حساس به تنش نباشد.

۶- روشهای اعمال کم آبیاری

روشهای اعمال کم آبیاری شامل کاهش میزان آب آبیاری با دور ثابت نسبت به آبیاری کلاسیک و یا حالت برعکس می‌باشد. روش دیگر تلفیقی از این دو می‌باشد. انتخاب هر کدام از این روشها بستگی به خصوصیات و کیفیت آب و خاک دارد که به تفصیل بحث خواهد شد.

رابطه کم آبیاری با مقدار و

نوع کودهای مصرفی

محمدجعفر ملکوتی^(۱)

چکیده:

متأسفانه در گذشته در کشور برداشت صحیحی از مصرف کود وجود نداشت. کود فقط آورده و فسفات آمونیوم بود (در سال ۱۳۷۴ از ۲/۵ میلیون تن کود مصرفی، حدود ۱/۴ میلیون تن آورده و ۱/۱ میلیون تن فسفات آمونیوم را تشکیل می‌دادند). بدیهی است اگر در مزرعه و یا باغی هم کودی در سیستم آبیاری مصرف می‌شد ناچاراً فقط آورده بود. در صورتی که امروزه در کشورهای پیشرفته، اکثر کودها در سیستم آبیاری تحت فشار (قطره‌ای) آن هم با مقادیر بسیار اندک مطابق با رشد گیاه مصرف می‌گردد. به عنوان مثال در یک بررسی برای برداشت هر تن مرکبات ۲ کیلوگرم ازت (N)، ۰/۵ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و ۳/۲ کیلوگرم پتاسیم (K_2O) مورد نیاز می‌باشد. برای برداشت ۱۷ تن پرتقال در صورتی که این کودها در خاک مصرف شوند، به ترتیب به ۲۰ کیلوگرم ازت، ۳/۰ کیلوگرم فسفر و ۱۰ کیلوگرم پتاسیم نیاز می‌باشد ولی اگر با سیستم آبیاری تحت فشار کودها مصرف گردند این ارقام حتی برای ۲۵ تن در عملکرد به ۳/۸ کیلوگرم ازت، ۱/۷ کیلوگرم فسفر و ۵/۲ کیلوگرم پتاسیم کاهش می‌یابد. (الفولی، ۱۹۹۸)

در بررسی دیگری (الفولی، ۱۹۹۸) برای تولید یک تن پرتقال در آمریکا ۳/۲ کیلوگرم ازت (N)، ۱/۵ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و ۲/۵ کیلوگرم پتاسیم (K_2O) مصرف می‌گردد در حالی که این ارقام در مراکش به ترتیب ۴/۶، ۳/۰، ۴/۵ و در مصر ۱۹/۵، ۴/۰ و بیش از ۱۰ کیلوگرم بازاء تولید هر تن پرتقال می‌باشد. در ایران نیز به دلایل متعدد منجمه عدم ترویج مبنای صحیح تغذیه گیاهی و

۱- رئیس مؤسسه تحقیقات خاک و آب و استاد گروه خاک‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس

حاکمیت غلط نحوه مصرف کود این ارقام بالا است، به عبارت دیگر راندمان (بازیافت کودها) بسیار پایین می‌باشد.

با نگاهی به راندمان کم آب آبیاری (WUE) که در ایران حدود ۶۰۰ ولی در آمریکا متجاوز از ۲۰۰۰ گرم در کیلوگرم با ازاء هر متر مکعب آب می‌باشد. ملاحظه می‌شود که در هر دو بعد WUE و $Fertilizer Efficiency (FE)$ با وضع نامطلوبی مواجه هستیم. به عبارت دیگر نه از آب و نه از کودها استفاده بهینه نمی‌شود. لازم است همراه با توسعه سیستم آبیاری تحت فشار در کشور (افزایش WUE) و صرفه جویی در آب مصرفی، در مصرف تمامی کودها در سیستم‌های آبیاری تحت فشار نیز صرفه جویی شود، در غیر این صورت مصرف کود بازاء تولید هر کیلوگرم ماده خشک کماکان بدلائل متعددی منجمله ارزان بودن قیمت بسیار فراوان خواهد بود. بدیهی است در رابطه با کود و کم آبیاری بایستی به این نکته اشاره نمود که هر چه مقدار آب مصرفی در مزارع و باغات کاهش داده شود، کود مصرفی نیز کاهش داده خواهد شد. چه بسا حتی اگر مصرف کودها به طریق محلول پاشی ($Foliar Application$) انجام گیرد چون لازم است برای جذب برخی عناصر، آب بیشتری در داخل سیستم گیاهی جریان یابد، بنابراین در شرایط کم آبی مصرف کود ناچاراً برای کاهش تنش‌ها، کاهش داده می‌شود، به طور کلی می‌توان چنین جمع‌بندی نمود:

۱- چون کم آبیاری عالملاً و عامداً انجام می‌شود لذا لازم است ضمن تغییر روش رایج مصرف کود (مصرف مستقیم در خاک $Broadcasting$)، با توزیع این کودها با آب آبیاری ($Fertigation$) به ویژه کودهای فسفاته و ریز مغذیها در مصرف آنها صرفه‌جویی گردد.

۲- برای افزایش WUE و FE ، حفظ محیط زیست و سالم‌سازی محصولات کشاورزی لازم است ضمن تغییر سیستم سنتی آبیاری (کرتی) به آبیاری تحت فشار، انواع کودها نیز در این سیستم‌ها مخصوصاً به صورت سرک مصرف گردند تا مقدار کاهش کود مصرفی به حداقل مقدار ممکن رسانده شده و نیز صدمه کمتری به کاهش تولید برسد. چه اگر مصرف کودها قبل از کاشت به حداقل مقدار ممکن رسانده شود و کودها همزمان با رشد همراه با آب آبیاری (سرک) مصرف گردند، درصد عملکرد کمتر خواهد گردید.

۳- اثر بخشی (بهره‌وری) کودها در شرایط تنش (کم آبی) کاهش می‌یابد. مخصوصاً اگر مصرف این کودها با رشد رویشی گیاهان مطابقت نداشته و مصرف کودها یک باره و نه به دفعات ($Split Application$) قبل از کاشت باشد.

۴- در میان این کودها، کودهای پتاسیمی مخصوصاً سولفات پتاسیم و سولفات روی نقش مهمتری از طریق تنظیم روزه‌ها و تعادل یونی در دروه سیستم گیاهی در کاهش تنشهای حاصل از کم آبی ایفاء می‌نماید. بنابراین مصرف کودها بایستی متعادل و بهینه بوده و به مصرف کودهای پتاسیمی توجهی ویژه مبذول گردد. بدیهی است کمبود یک یا چند عنصر مسئله تنش‌ها را تشدید خواهد کرد.

۵- با توجه به تداوم خشکسالی در کشور و افزایش درجه حرارت در مناطق مختلف کشور، «دو الی چهار درجه سانتیگراد» و وزش باد، می‌بایستی در تعیین نیاز آبی در گیاهان زراعی و باغی، یک ستون به کم آبیاری اختصاص و در ارقام راندمان آب نیز تجدید نظر شود.

برهم‌کنش آب و کود

حمید سیادت^(۱)

چکیده

آب و حاصل‌خیزی خاک در تولید محصولات کشاورزی نقش بنیادین دارند و کمیت و کیفیت محصول وابستگی زیادی به آنها دارد. وجود میزان کافی از عناصر غذایی در خاک از شمار مهم‌ترین شاخص‌های حاصل‌خیزی خاک است. هر عنصری غذایی اثری مستقیم و مستقل در رشد گیاه دارد ولی این اثر تحت تأثیر آب و بعضی عوامل دیگر کم و زیاد می‌شود.

آبیاری مزرعه نه تنها برای تأمین آب مورد نیاز گیاه ضروری است بلکه بر حاصل‌خیزی خاک نیز اثرهای گوناگون دارد. نخست این که جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه، بعد از حل شدن آنها در آب انجام می‌گیرد. بنابراین حضور آب در خاک برای حرکت عناصر غذایی و جذب آنها به درون گیاه ضروری است. دوم این که مدیریت صحیح آبیاری، رشد ریشه را بهبود می‌بخشد و این امکان را فراهم می‌آورد تا حجم بزرگی از خاک در اختیار گیاه قرار گیرد تا از آنجا نیازهای غذایی خود را تأمین نماید. افزون بر این موارد، با کاربرد صحیح آب می‌توان نمک‌های مضر را از منطقه ریشه دوانی گیاه خارج کرد و به این ترتیب از کاهش حاصل‌خیزی خاک جلوگیری نمود. اثرات دیگر آب، مثلاً در تشکیل ساختمان خاک و رهاسازی بعضی عناصر غذایی از حالت غیرقابل جذب نیز از اهمیت برخوردار است.

در شرایطی که آب خاک در حد کافی باشد و گیاه در تنش رطوبتی قرار نگیرد، مصرف کودهای معدنی تا حد رفع کمبود عناصر غذایی در خاک، با افزایش تولید همراه می‌شود. حد

۱- عضو گروه کار "زراعت آبی تحت شرایط خشکسالی" کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و اسناد پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب

مورد نیاز از هر عنصر غذایی به عوامل متعددی بستگی دارد که از شمار آنها خصوصیات خاک، نوع گونه و واریته گیاه، شرایط اقلیمی و میزان تولید محصول را می‌توان برشمرد. در گفتار حاضر اما، شرایط مورد نظر، شرایط کم‌آبیاری است. کم‌آبیاری به گونه‌ای از مدیریت آب در مزرعه گفته می‌شود که در آن مقدار آبی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد کمتر از مقدار لازم برای تبخیر و تعرق پتانسیل است. به این ترتیب در شرایط کم‌آبیاری، گیاه در طی فصل رشد با شدت‌ها و مدت‌های متفاوتی دچار تنش آبی می‌شود. وجود این تنش تغییراتی را در پاسخ گیاه به مصرف کودهای معدنی پدید می‌آورد که همواره یکسان نیست و در مواردی غیرقابل پیش‌بینی می‌شود.

برهم‌کنش آب و کود در ایران در چند مورد مطالعه و بررسی شده است. مثلاً بال جونز و رضانیا چنین گزارش کرده‌اند که پاسخ گندم (از لحاظ میزان تولید محصول) نسبت به مصرف کود نیتروژن در شرایط آبیاری کافی، دو تا سه برابر پاسخ گیاه در شرایط محدودیت آب است. آنها همچنین دریافته‌اند که در مورد گندم برهم‌کنش آب و نیتروژن بیشتر از آب و فسفر می‌باشد. در این آزمایش‌ها، با کم شدن مقدار آب، میزان حداکثر پاسخ گیاه به مصرف کودهای معدنی نیز به تدریج کاهش یافت. بر این اساس مصرف کودهای نیتروژن و فسفر در شرایط کم‌آبیاری می‌بایست کاهش یابد. در عین حال شواهدی حاکی از آن است که مصرف کود فسفر به ویژه در شرایط دیم، طول دوره رشد را کوتاه کرده و بنابراین به گیاه کمک می‌کند تا از صدمات تنش آبی در اواخر فصل رشد بگریزد. به عبارت دیگر مصرف فسفر (براساس توصیه‌های تحقیقاتی) در این شرایط باعث کاهش صدمات کم‌آبی می‌شود. همچنین، دانش‌نیا و رستگار در آزمایشی که در باغات مرکبات جهرم انجام دادند به این نتیجه رسیدند که مصرف مقدار مناسب از کود پتاسیم، صدمات کاهش آب آبیاری به میزان ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار را جبران می‌کند و تولید محصول پایین نمی‌آید. در این شرایط، برای موفقیت برنامه کم‌آبیاری، مصرف کود پتاسیم توصیه می‌گردد.

به طور کلی باید گفت که مدیریت صحیح مصرف کودهای معدنی در شرایط کم‌آبیاری، صدمات احتمالی ناشی از کاهش آب آبیاری را کم کرده و در مجموع منجر به افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد. با این همه، نمی‌بایست از نظر دور داشت که در اثر کم‌آبیاری، مقدار مطلق تولید محصول در واحد سطح کاهش می‌یابد و بنابراین توصیه نهایی می‌باید بر تحلیل اقتصادی نتایج کار استوار باشد.

کود و کم آبیاری

محمدسعید درودی^(۱)

چکیده

اگر چه تحت عنوان خاص «کم آبیاری» تحقیق جامعی در ایران انجام نشده است ولی در تمامی یا اکثریت طرحهای تحقیقاتی تحت عناوین کلی «تعیین آب مورد نیاز محصولات مختلف» «اثر متقابل آب و کود بر عملکرد و کیفیت محصولات»، «اثر قطع آب آبیاری در مراحل مختلف رشد و مصرف کودهای شیمیایی بر عملکرد و کیفیت محصولات»، «اثر دور و عمق آبیاری بر عملکرد و کیفیت محصولات»، «اثر روشهای مختلف آبیاری و مصرف کودهای شیمیایی بر عملکرد و کیفیت محصولات»، «تأثیر کیفیت و مقدار آب آبیاری و مصرف کودهای شیمیایی بر عملکرد محصولات»، «مقایسه روشهای آبتجویی و مصرف مواد اصلاح کننده بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و عملکرد محصولات»، «تأثیر پرلیت، هموفینا و سایر ترکیبات نگهدارنده آب در خاک بر عملکرد محصولات» و تحقیقات دیگر با عناوین مشابه یکی از مهمترین اهداف اجرای طرح شناخت اثر کم آبیاری بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کیفیت محصول بوده است. این نوع تحقیقات بطور جامع در موسسه تحقیقات خاک و آب از سال ۱۳۴۶ با احداث ایستگاه پایلوت شیراز در مرودشت شروع شد. با توجه به اهداف اجرای طرحهای مربوطه این تحقیقات را به دو قسمت می توان تقسیم نمود:

الف - طرحهای تحقیقاتی با هدف بهره برداری بهینه از منابع خاک و آب در اراضی زیر سدها برای تهیه پروژه آبیاری و طراحی کانالهای درجه یک، دو، سه و چهار. در این طرحها پس از انجام مطالعات خاکشناسی و تعیین محدودیت های تولید در اراضی در سری های مختلف از آنها

که سطح وسیعی از اراضی در رده *Aridisoils* و سایر رده‌هایی قرار گرفته‌اند که در آنها مهمترین مسئله تولید محصول کمبود آب می‌باشد، لذا برای بهره‌برداری بهینه از این نوع اراضی طرح‌های تحقیقاتی با عناوین مختلف و با هدف تأثیر کم آبیاری بر عملکرد به مورد اجرا گذاشته شده است و از نتایج حاصل از این طرح‌ها عمدتاً در طراحی شبکه انتقال و توزیع آب استفاده شده است.

ب - طرح‌های تحقیقاتی منطقه‌ای و پراکنده: این طرح‌ها عمدتاً براساس مسئله خاص موجود در یک منطقه و عمدتاً کمبود آب و نیز تهیه و تدارک اطلاعات پایه در زمینه آب مورد نیاز محصولات مختلف برای تهیه برنامه توسعه اقتصادی و طرح کشت به مورد اجرا گذاشته شده است. در چند سال اخیر با توجه به بحران کم آبی در مناطق مختلف و کاهش کیفیت و شور شدن منابع خاک و آب و افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی، سطح وسیعی از باغات و مزارع کشاورزی در معرض نابودی قرار گرفته است. باغات مرکبات جهرم در استان فارس، باغات پسته و مرکبات در استان کرمان، باغات سیب در استان‌های آذربایجان، اصفهان، باغات موز و میوه‌های گرمسیری در استان‌های سیستان و بلوچستان و هرمزگان مثالهای بارز در این زمینه می‌باشند. از این رو تحقیقات کم آبیاری با توجه خاص به اثر متقابل آب و پتاسیم در جهرم انجام شده و نتایج تحقیق نشان داده که با مصرف پتاسیم در این باغات می‌توان به مقابله با خشکسالی پرداخت. علاوه بر این علی‌رغم مصرف آب کمتر، از کاهش عملکرد به مقدار قابل توجهی جلوگیری نمود. بعلاوه تحقیقات مشابهی در زمینه تأثیر آب آبیاری و کودهای شیمیایی بخصوص سولفات پتاسیم بر روی محصولات مختلف و در مناطقی که با بحران کم آبی مواجه می‌باشند در دست اجرا می‌باشد. در صورتی که نتایج مثبت از اجرای این طرح‌ها حاصل شود این امید وجود دارد که بتوان در آینده با مصرف بهینه کود و آب به مقابله با خشکسالی پرداخت. ولی نظر به این که تحقیقات در زمینه مقاومت به خشکی و شوری با استفاده از تکنیک‌های جدید به نژادی در جهان موفقیت‌های قابل توجهی داشته است، لازم است در تحقیقات آینده پیوند نزدیکتری بین تحقیقات خاک و آب و به نژادی انجام شود تا بتوان به اهداف برنامه‌های توسعه اقتصادی تهیه شده رسید. بررسی‌های مقدماتی نشان داده که خوشبختانه بذور و ارقام میوه مقاوم به خشکی و شوری در ایران وجود دارد و با شناسایی این منابع با ارزش ژنتیکی می‌توان به انتقال ژن‌های مقاوم به ارقام با عملکرد بالا اقدام نمود. در این زمینه همکاری نزدیکتر بین متخصصین آب و خاک در بخش خصوصی، سازمان‌های کشاورزی و بخش‌های تحقیقاتی سرعت نیل به اهداف مورد نظر را کاهش خواهد داد.

تجربیات کشاورزان بخصوص در استان‌های قم و یزد در زمینه کم آبیاری بسیار با ارزش

است. ارتباط نزدیکتر بین محققین و کارشناسان کشاورزی در مراکز خدمات و آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی بستر مناسبی را برای شناخت راهکارهای علمی و عملی در زمینه کم آبیاری و بهره‌برداری بهینه از منابع خاک و آب ایجاد نموده که با برنامه‌ریزی منسجم می‌توان توانهای بالقوه را به صورت بالفعل در آورد.

با مرور بر تحقیقات گذشته این امکان وجود دارد که در ادامه انتشار دو جلد کتاب نیاز آبی گیاهان، اطلاعات مربوط به کم آبیاری را در محصولات و مناطق مختلف تدوین نمود و از اطلاعات حاصله در تهیه و اصلاح برنامه توسعه اقتصادی استفاده کرد.

در برنامه‌های تحقیقاتی آینده لازم است به روش کشت بدون شخم یا حداقل شخم توجه بیشتری مبذول می‌گردد. در روش کشت بدون شخم به علت پوشاندن سطح خاک با کلش که حالت مالچ را ایجاد می‌کند تبخیر از سطح خاک به حداقل ممکن کاهش می‌یابد و با این روش می‌توان از رطوبت موجود در خاک حداکثر بهره‌برداری را نمود. به نظر می‌رسد روش کشت بدون شخم یکی از مناسبترین راهکارهای کم آبیاری در مناطق خشک مثل ایران باشد.

روش‌های تعیین تابع تولید آب در محصولات کشاورزی

سعید نی‌ریزی^(۱)

چکیده

به طور کلی در مناطق خشک و نیمه خشک عمل آبیاری برای تولید کشاورزی ضروری است، تحقیقات زیادی در ۵۰ سال اخیر در مورد میزان آب مورد نیاز آبیاری گیاهان مختلف در شرایط اقلیمی گوناگون به عمل آمده و روش‌های متنوعی برای محاسبه آب مورد نیاز آبیاری تدوین و توصیه شده است. این نتایج کلی تحقیقات نشان می‌دهد که در شرایطی که سایر مؤلفه‌های تولید ثابت باشد، با افزایش میزان آبیاری تولید در واحد سطح افزایش یافته و در حد معینی که تابع ظرفیت‌های ژنتیکی گیاه می‌باشد این افزایش متوقف می‌گردد و از نظر کارشناسی آبیاری بیش از این حد سبب کاهش محصول می‌گردد.

از طرفی با افزایش هزینه‌های تأمین آب آبیاری و محدودیت این منابع تلاش پیگیری از جانب پژوهشگران و صاحب‌نظران ارشد علوم آبیاری در جهت بهینه‌سازی میزان مصرف آب آبیاری متناسب با سایر شرایط زراعی - اجتماعی به ویژه در نیمه دوم قرن بیستم به عمل آمد ولی تاکنون به رهیافت‌های منسجم و فراگیر منجر نشده است.

مدل پیشنهادی تابع تولید آب برای محصولات کشاورزی

جنسن در سال ۱۹۶۸ برای دو دسته از گیاهان تابع تولیدی به شرح زیر پیشنهاد نمود:

- گیاهانی که دارای مراحل مشخصی از رشد مانند جوانه‌زنی، رشد رویشی، گل دهی،

۱- عضو شوراب عالی و هیئت اجرائی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

تولید محصول می باشد (نظیر اغلب گیاهان زراعی). در این گیاهان

$$\frac{Y}{Y_0} = \pi \left[\frac{W_a}{W_0} \right]_i^{\lambda_i}$$

● گیاهانی که تنش های زیاد رطوبتی را در دوره کوتاه تحمل کرده و در صورت تأمین رطوبت در سایر مراحل رشد سلامت خود را باز می یابند (نظیر اغلب علف ها). در این گیاهان در این معادلات

$$\frac{Y}{Y_0} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_a)_i \times \lambda_i}{\sum_{i=1}^n (W_0)_i \times \lambda_i}$$

Y = محصول واقعی

Y_0 = محصول بالقوه در شرایط بدون تنش رطوبتی

W_a = مقدار آبی که در مرحله فیزیولوژیکی نام به کار برده شده

W_0 = مقدار آب به کار برده شده در شرایط بدون محدودیت آب (آب مورد نیاز آبیاری)

در مرحله نام

λ_i = حساسیت گیاه به تنش رطوبتی در مرحله فیزیولوژیکی نام

علامت π بیانگر حاصل ضرب نتایج مرحله در یکدیگر و Σ علامت جمع نتایج هر مرحله با یکدیگر می باشد. این معادلات در صورتی معتبر هستند که سایر عوامل نظیر تغذیه گیاهان، امراض و آفات بر محصول اثر نگذارند. کاربرد صحیح معادلات جنسن منوط به بدست آوردن شاخص λ برای گیاهان مختلف در طی فصل رویش می باشد. نی ریزی و پدروفسکی در سال ۱۹۷۷ مقادیر λ برای گیاهان مختلف را به شرح جدول ۱ بعنوان تابعی از فصل روش بدست آورده و منتشر نموده اند.

در مورد گیاه یونجه، نی ریزی و پدروفسکی تابع زیر را توصیه می نمایند.

$$Y = \sum_{i=1}^n \left[Y_{i0} \prod_{j=1}^m (W_a/W_0)_{ij}^{\lambda_{ij}} \right]$$

که در آن i بیانگر دوره هر چین محصول و z تعداد آبیاری در هر دوره چین و محصول بالقوه در هر چین می باشد. معادلات جدول ۱ شاخص حساسیت را برای دوره های ماهانه برای گیاهان

مختلف بدست می‌دهد. برای کاربرد این معادلات در مدل‌های برنامه‌ریزی، شاخص حساسیت می‌تواند نسبت به دوره واقعی هر نوبت آبیاری تصحیح گردد. بدین ترتیب که مقدار λ بدست آمده در هر زمان از فصل آبیاری در $\frac{I}{P}$ ضرب می‌گردد. در اینجا I فاصله آبیاری در مقطع خاص فصل آبیاری است. با انجام این تعدیل شاخص حساسیت گیاه به هر نوبت آبیاری در طول فصل بدست می‌آید. از این رو میزان کاهش محصول ناشی از هر میزان تغییر در هر نوبت آبیاری قابل محاسبه خواهد بود.

ضرایب معادله	لوبیا	نخود	باقلا	سویا	گندم	جو	ذرت	سورگم
C	-1.67712E-02	-2.90560E-01	-4.20278E-02	3.36544E-02	1.54650E-01	-5.88390E-04	3.81400E-01	-8.17506E+00
X	2.94240E-03	2.79578E-02	2.68662E-03	-9.87782E-03	-2.12744E-02	-1.19717E-04	-5.03922E-02	1.05740E+00
X^2	-1.45432E-04	-7.30992E-04	3.25240E-05	8.35264E-04	9.59741E-04	3.07412E-05	2.14924E-03	-5.42396E-02
X^3	3.17478E-06	7.82584E-06	-5.60254E-07	-2.59260E-05	-1.41924E-05	-3.25553E-07	-3.16608E-05	1.40414E-03
X^4	-1.08379E-09	-3.02014E-08		3.38266E-07	6.59450E-08		1.49782E-07	-1.92862E-05
X^5	-1.88950E-10			-1.52963E-09				1.33983E-07
X^6								-3.70790E-10

ضرایب معادله	پنبه	گلرنگ	سیب زمینی	پیاز	شلغم	گل کلم	یونجه
C	-8.57117E-02	5.21025E-01	-4.25580E-01	-8.61849E-03	-1.84126E-01	-1.92653E-01	4.48670E-03
X	4.15688E-03	-6.11951E-02	6.10101E-02	-1.49739E-03	2.16446E-02	3.05487E-02	9.33908E-02
X^2	3.19529E-05	2.38919E-03	-2.77529E-03	1.88838E-04	-7.87630E-04	-9.01377E-04	-8.35178E-03
X^3	-6.46929E-07	-3.42351E-05	6.33957E-05	-1.81231E-06	1.16658E-05	1.21457E-05	3.53676E-04
X^4		1.61768E-07	-6.48747E-07		-5.76924E-08	-5.99409E-08	-6.88661E-06
X^5			2.35755E-09				6.10652E-08
X^6							-2.01483E-10

مدیریت و برنامه‌ریزی کم آبیاری در شرایط شوری آب و خاک

محمدرضا انتصاری^(۱)

چکیده

بسیاری از نقاط ایران دارای آب با کیفیت پایین می‌باشند و با معطل شوری مواجه‌اند. کم آبیاری با آب شور و مدیریت خاص آن دستمایه مقاله حاضر می‌باشد، که به اولین کارگاه فنی آموزشی کم آبیاری کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تقدیم می‌گردد. در حالتی که شوری آب و خاک مطرح نباشد عملکرد محصول تابعی از میزان تبخیر تعرق محصول (*ETc*) می‌باشد. تحت شرایط یکسان هرچه میزان تبخیر تعرق افزایش یابد میزان عملکرد محصول افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر آب بیشتری که به زمین داده شود (تا حد تبخیر تعرق پتانسیل کشت) می‌توان محصول بیشتری را انتظار داشت که براساس تابع «مصرف آب - عملکرد» راندمان مربوطه قابل محاسبه می‌باشد. اما مسائل اقتصادی کم آبیاری موضوع بحث قسمت‌های مختلف این کارگاه می‌باشد.

در حالتی که شوری مطرح است، نمک‌های محلول می‌توانند تبخیر تعرق را از طریق کاهش آبی که خاک در اختیار گیاه قرار می‌دهد نقصان دهد و گیاه جهت جذب آب شور نیروی بیشتری را لازم دارد که اعمال نماید. در شرایط مطلوب راندمان عملکرد تا مرحله‌ای که شوری خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع (*ECe*) از حد آستانه فراتر نرفته است در حالت پتانسیل نرمال باقی می‌ماند ولی چنانچه شوری از آستانه فراتر رود در این صورت راندمان تولید به صورت

۱- عضو گروه کارگاه و مصرف آب کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

خطی و به نسبت افزایش شوری کاهش می‌یابد که در کشت‌های مختلف متفاوت می‌باشد. تابع عملکرد شوری، میزان محصول قابل انتظار کشت‌های مختلف را تحت شرایط شوری آب و خاک برآورد می‌نماید.

در حالتی که شوری و کم‌آبیاری توأم باشد براساس راهنمایی‌های سازمان خواربار جهانی *FAO* در نشریه شماره ۵۶ آن سازمان تحت عنوان تبخیر تعرق کشت (راهنمایی برای محاسبه نیاز آبی) دو معادله شوری عملکرد و تبخیر تعرق عملکرد با یکدیگر تلفیق شده و عملکرد قابل قبول را ارائه می‌دهد. معادلات ارائه شده توسط *FAO* همراه با جداول مربوطه به صورت کاربردی در این مقاله ارائه می‌گردد.

بررسی نقش کم آبیاری در مدیریت مصرف آب

علیرضا توکلی^(۱)

چکیده

کم آبیاری؛ انتخاب یک استراتژی بهینه و برتر برای استفاده از آب تحت شرایط کمبود و یا بالا بودن قیمت آب است. کم آبیاری همراه با کاهش محصول در واحد سطح می باشد ولی استفاده از واحد آب را بالا می برد و هدف از اعمال آن افزایش راندمان آب مصرفی و تعیین شاخص های آستانه ای عمق آب مصرفی است.

کم آبیاری؛ یک روش یا یک سیستم آبیاری نیست بلکه یک نوع مدیریت کارآ و پویای بهره برداری به شمار می رود که اثرات ویژه ای در مدیریت منابع آب؛ استحصال آب؛ انتقال و مصرف آب؛ و نهایتاً در اقتصادی کشاورزی (افزایش عملکرد و یا سود خالص به ازای واحد آب مصرفی) دارد.

آنچه که در این گفتار به آن پرداخته می شود شامل موارد زیر است:

۱- تعریف و تبیین مدیریت کم آبیاری؛ وضعیت منابع آب در ایران و جهان و سهم بخش کشاورزی

۲- عوامل مؤثر بر مدیریت کم آبیاری که به موضوع مدیریت اقتصادی و زراعی با ملحوظ داشتن تحلیل آماری اشاره می کند. مدیریت اقتصادی خود به دو جزء تحلیل ریاضی (مدل های کم آبیاری) و تحلیل اقتصادی (شاخص های آستانه ای عمق آب مصرفی) تقسیم شده و در مدیریت زراعی نیز به عواملی چون الگوی کشت خاک و آب پرداخته می شود.

۱- عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم؛ مراغه

۳- در مبحث نتایج تحقیقات کم آبیاری به تحقیقات خود (پایان نامه کارشناسی ارشد) و تحقیقات دیگران به طور خلاصه اشاره می شود:

الف- (نتیجه خاص)؛ در کرج برای چغندر قند حد بهینه کاهش آب مصرفی ۳۴ درصد (۱۱۵۷۰ متر مکعب در مقابل ۱۷۵۷۰ متر مکعب آبیاری کامل)، بای جو، حد بهینه کاهش آب مصرفی ۳۸ درصد (۲۲۲۴ متر مکعب در مقابل ۳۵۸۷ متر مکعب آبیاری کامل)، برای گندم، حد بهینه کاهش آب مصرفی ۴۵ درصد (۲۵۴۴ متر مکعب در مقابل ۴۶۲۵ متر مکعب آبیاری کامل)، برای چغندر قند در اصفهان، حد بهینه کاهش آب مصرفی ۲۱/۲ درصد (۱۱۱۵ متر مکعب در مقابل ۱۴۱۵۴ متر مکعب آبیاری کامل) و برای پنبه در گرگان، حد بهینه کاهش آب مصرفی ۲۰/۸ درصد (۲۸۱۰ متر مکعب در مقابل ۳۵۴۸ متر مکعب آبیاری کامل) به دست آمده است.

ب- (نتیجه عام)، کم آبیاری، در بیشتر خاکها، برای انواع محصولات، انواع سیستمها و روشهای آبیاری تا حدود ۲۰ درصد، توصیه می گردد. (نظر کارشناسی گروه کار گیاه و مصرف آب " کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران)

۴- و اما در خصوص تأثیر کم آبیاری بر هیدرومدول آبیاری، باید گفت که با بهینه سازی کم آبیاری، حجم عملیات احداث و انتقال آب کاهش می یابد ولی سطح زیر کشت افزایش پیدا می کند به طور نمونه با اعمال ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد کم آبیاری، به ترتیب ۲۵، ۳۳ و ۴۶ درصد به سطح زیر کشت افزوده خواهد شد.

کم آبیاری و تعیین سطح بهینه آبیاری

غلامرضا سلطانی^(۱) و شاهرخ زندپارسا^(۲)

چکیده

برای تعیین عمق بهینه آبیاری، به علت هزینه‌های آن یا هزینه فرصت‌های از دست رفته آب (*Opportunity Cost*) غالباً عمق بهینه آبیاری کمتر از عمق آبیاری به ازای حداکثر محصول می‌گردد. به همین علت شرایط کم آبیاری (*Deficit irrigation*) به وجود می‌آید. در شرایط کم آبیاری مقدار محصول تولیدی در واحد سطح کم می‌شود. ولی در نهایت سود و یا عملکرد حاصله به ازای واحد آب مصرفی افزایش می‌یابد. روش کم آبیاری در بسیاری از نقاط آمریکا، هند، آفریقا و سایر نواحی کم آب دنیا رایج است (*English et al. 1990*).

هدف اصلی کم آبیاری، بالا بردن راندمان استفاده از آب (*Water use efficiency*) با کاهش عمق آبیاری می‌باشد. مشخص است هرگاه منابع آب محدود باشند یا هزینه استفاده آب زیاد باشد، مقدار بهینه عمق آبیاری کمتر از مقدار آن به ازای حداکثر محصول می‌گردد (سلطانی، ۱۳۷۴).

مدیریت کم آبیاری بر اساس شرایط آبیاری، نوع محصول و شرایط محلی فرق می‌کند. کم آبیاری نیاز به آگاهی زیادی به کشاورزی دارد و لازم است بر اساس نوع محصول مقدار و زمان آبیاری به گونه‌ای تنظیم شود تا کاهش محصول در واحد سطح حداقل گردد. سود ناشی از کم آبیاری به سه صورت زیر می‌باشد. (*English et al. 1990*).

۱- هزینه تولید کاهش می‌یابد.

۲- راندمان مصرف آب بالا می‌رود.

۳- هزینه فرصت‌های از دست رفته آب افزایش می‌یابد.

۱- استاد بخش اقتصاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

۲- مربی بخش آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

مطابق شکل (۱) با افزایش عمق آبیاری، میزان محصول افزایش می‌یابد. ولی هرگاه عمق آبیاری زیاد شود، تهویه خاک کم و شستشوی مواد غذایی گیاه (مثل نیترات) افزایش یافته، در نتیجه کاهش محصول به وجود می‌آید. در شکل (۲) رابطه درآمد و هزینه با عمق آبیاری نشان داده شده است. هزینه‌ها شامل مواردی مانند هزینه‌های تهیه زمین، کاشت، داشت و برداشت می‌شوند که به عمق آبیاری وابسته نیستند ولی یک سری از هزینه‌ها در ارتباط با آبیاری می‌باشند. بنابراین، کل هزینه‌ها (C ، ریال) را می‌توان به صورت معادله یک خط راست به شرح زیر بیان کرد:

$$C = a + b * W \quad (1)$$

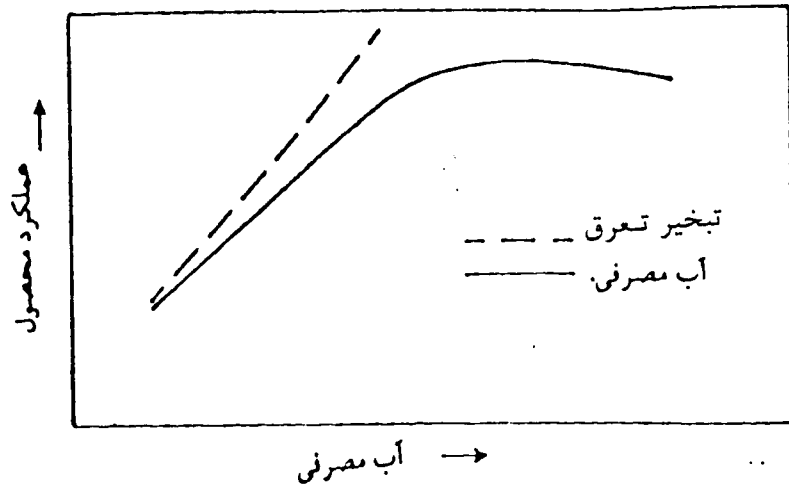
که در آن W عمق آبیاری (cm)، a هزینه‌هایی است که به مقدار آبیاری ارتباطی ندارند و b هزینه‌های مربوط به واحد عمق آبیاری می‌باشند (مانند برق مصرفی در پمپاژ یا هزینه کارگر آبیاری).

درآمد حاصله (قیمت محصول ضربدر عملکرد) در شکل (۲) نشان داده شده است. مطابق شکل (۲) به ازای حداکثر درآمد (یا حداکثر محصول) عمق آبیاری برابر W_m می‌گردد (W_1). هرگاه آب عامل محدود کننده باشد، هزینه فرصت‌های از دست رفته آب نیز در نظر گرفته می‌شود، یعنی از آب صرفه‌جویی شده می‌توان در اراضی دیگری استفاده نمود. در این حالت عمق بهینه آبیاری (W_w) کمتر از (W_1) می‌گردد. به منحنی درآمد - عمق آبیاری می‌توان معادله درجه دو یا درجات بالاتر را به شرح زیر برازش داد:

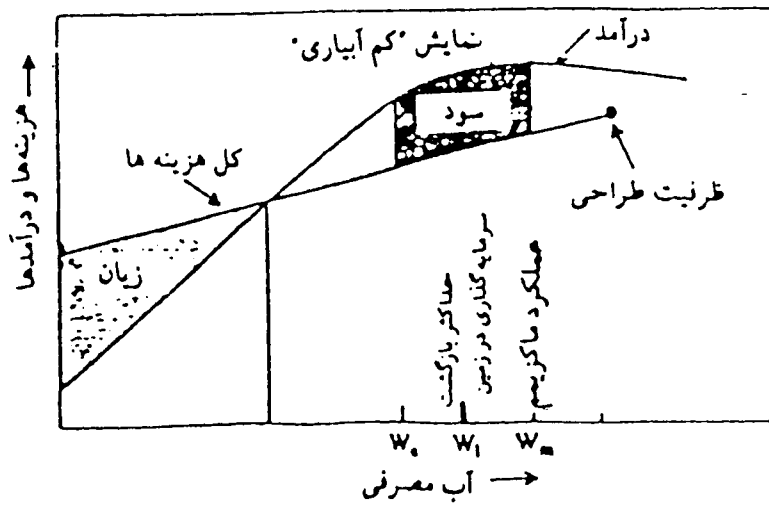
$$P * Y = a_0 + a_1 * W + a_2 * W^2 \dots \quad (2)$$

که در آن Y مقدار محصول (ton)، P قیمت واحد وزن محصول ($Rials / ton$)، a_0 ، a_1 ، a_2 ضرایب ثابت معادله می‌باشند.

به طور کلی در کم آبیاری با افزایش سطح زیرکشت، امکان افزایش منافع کل آبیاری میسر خواهد شد. زیرا با توجه به شکل تابع «تولید آب، محصول» یا بازده، آخرین دفعات آبیاری (بهره‌وری نهایی) در آبیاری کامل یک محصول ممکن است به اندازه بهره‌وری این واحدهای اضافی، در صورت اختصاص آن به محصولات رقیب نباشد. بدین ترتیب در نظام‌های زراعی چند کشتی کم آبیاری امکان تخصیص بهتر آب بین محصولات رقیب را فراهم می‌نماید.



شکل ۱ : فرم کلی تابع تولید



شکل ۲ : توابع هزینه و درآمد