



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان سمنان
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



نشریه شماره ۲۱

استفاده از کم آبیاری در شرایط کمبود آب و خشکسالی



اداره رسانه های ترویجی

۱۳۸۹

شناسنامه

عنوان نشریه:

استفاده از کم آبیاری در شرایط کمبود آب و خشکسالی
(ویژه کارشناسان، مروجین، کشاورزان و بهره برداران پیشرو)

تهیه کننده:

نادر نادری

عضو هیئت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی استان سمنان (شاهرود)

ویراستاری ترویجی و آماده سازی جهت چاپ:

داراب دارابی زاده - اسماعیل حسینیان - جواد عامری

چاپ و طراحی: چاپ آراد

سال انتشار: بهار ۱۳۸۹

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

ناشر: مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی استان سمنان

*این نشریه بر اساس جلسه انتشارات مورخ ۱۳۸۹/۳/۲۵ به شماره ۶/۳۳ تصویب و به ثبت رسیده است *

نشانی: سمنان، بلوار بسیج - نرسیده به میدان امیر کبیر - ساختمان شماره ۲ سازمان جهاد کشاورزی استان سمنان

دورنگار: ۰۲۳۱-۴۴۴۰۱۰۳ - تلفن: ۴۴۴۲۱۸۳ - ۰۲۳۱

۱- چکیده

در کشور ۳۷ میلیون هکتار اراضی مناسب برای کشاورزی وجود دارد که به علت محدودیت منابع آب فقط حدود ۸ میلیون هکتار بصورت فاریاب و ۶/۲ میلیون هکتار بصورت دیم زیر کشت محصولات زراعی قرار گرفته است. بنابراین با توجه به سطح اراضی قابل کشت در کشور ما کمبود زمین وجود نداشته و عامل محدود کننده کشاورزی کمبود آب است. خشکسالی های بوجود آمده در سال های اخیر این کمبود را تشدید نموده است بنابراین مصرف بهینه آب به خصوص در شرایط خشکسالی از اهمیت خاصی برخوردار است. در کشور به طور متوسط با مصرف یک متر مکعب آب ۸۰۰ گرم محصول تولید می شود، حال آن که در یک سیستم آبیاری و کشاورزی خوب این رقم در کشورهای دیگر ۲ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب می باشد. لذا با همین مقدار آب موجود می توانیم بهره وری آب در بخش کشاورزی را حداقل تا ۲ برابر افزایش دهیم. یکی از راه های صرفه جویی در مصرف آب در بخش کشاورزی و استفاده بهینه از آن، استفاده از کم آبیاری می باشد. کم آبیاری از راهکارهای بهینه سازی مصرف آب است که طی آن به محصولات زراعی اجازه داده می شود مقداری تنش رطوبتی را در طول فصل رشد تحمل نماید. در این مقاله ضمن تشریح اصول کم آبیاری خلاصه ای از نتایج بدست آمده در زمینه کم آبیاری برای محصولات مختلف مطرح می شود.

۲- مقدمه

در اکثر مناطق جهان به ویژه در ایران، عامل محدود کننده تولیدات زراعی آب است. با توجه به روند افزایش جمعیت در ایران و استفاده بهینه از آب یکی از مهمترین مسایل برنامه ریزی کلان مملکتی برای خود اتکایی در تأمین غذا، عامل آب می باشد. در ایران متوسط بارندگی روی پهنه کشور حدود ۲۵۰ میلی متر در سال می باشد که به دلیل موقعیت آب و هوایی ۷۲ درصد آن پس از ریزش، تبخیر و مجدداً وارد اتمسفر می شود. بخش زیادی از بارندگی ها (۷۸ درصد) در مناطق کوهستانی بوده و میزان بارش روی دشت ها نسبتاً اندک می باشد. به طور کلی حجم آب های زیرزمینی قابل تجدید کشور سالانه ۵۶ میلیارد مترمکعب می باشد. اما مهیا بودن و سادگی استخراج این منابع باعث شده است که برداشت از آب های زیرزمینی برای آبیاری و شرب در هر سال بیش از ۶۴ میلیارد مترمکعب باشد. به عبارت دیگر سالانه حدود ۸ میلیارد مترمکعب از منابع غیرقابل تجدید آب های زیرزمینی کشور بیشتر برداشت می شود که اگر این روند ادامه پیدا کند پیامدهای جبران ناپذیری را بار خواهد آورد. بنابراین بخش مصرف و بخصوص آبیاری کشور

باید به تدریج از مصرف آب‌های غیرقابل تجدید زیرزمینی بکاهد و با مقدار محدود آب موجود و اجرای سیستم‌های آبیاری کارآمد حداکثر بهره‌وری از آب را حاصل نماید.

در مورد راندمان آبیاری و تلفات آب در کشاورزی نظرات گوناگونی اظهار می‌شود. عده زیادی کشاورزی را بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب و در عین حال بزرگ‌ترین تلف‌کننده آب می‌دانند. طبق آمار ارایه شده توسط فائو در کشورهای در حال توسعه راندمان آبیاری ۳۸ درصد می‌باشد. ایران با ۸ میلیون هکتار اراضی آبی که به انواع محصولات زراعی و باغی اختصاص دارد پس از کشورهای هند (با ۵۶ میلیون هکتار وسعت اراضی تحت آبیاری)، چین (۵۴ میلیون هکتار)، آمریکا (۲۲ میلیون هکتار) و پاکستان (۱۸ میلیون هکتار) پنجمین کشور جهان از لحاظ وسعت اراضی تحت آبیاری است. با این تفاوت که در ایران تقریباً تمام زراعت‌ها به آبیاری احتیاج داشته و دیم‌کاری عمدتاً به زراعت گندم و جو و مناطق شمال و غرب کشور محدود می‌باشد، به‌طوری‌که می‌توان گفت کشاورزی و باغداری در ایران بدون آبیاری مفهوم نخواهد داشت و لذا آب و آبیاری را باید جزء لاینفک کشاورزی در ایران دانست. اگر متوسط مصرف سالانه آب در بخش کشاورزی را ۸۵ میلیارد متر مکعب و متوسط تولیدات خام کشاورزی را ۷۰ میلیون تن در نظر بگیریم، بهره‌وری آب در بخش کشاورزی حدود ۸۰۰ گرم به ازای مصرف هر مترمکعب آب می‌باشد، حال آن‌که در یک سیستم آبیاری و کشاورزی خوب این رقم در کشورهای دیگر ۲ کیلوگرم به ازای هر متر مکعب آب می‌باشد. لذا با همین مقدار آب موجود می‌توانیم بهره‌وری آب در بخش کشاورزی را حداقل تا ۲ برابر افزایش دهیم. در زراعت‌های دیم تولید محصول به طور کامل بستگی به مقدار، شدت و زمانی دارد که نزولات جوی رخ می‌دهند. با توجه به این که بارندگی پدیده‌ای است تصادفی، که هیچ وقت به طور قطع نمی‌توان مقدار و زمان آن را پیش‌بینی کرد، بنابراین برنامه‌ریزی روی زراعت‌های دیم برای تولید مواد غذایی نیز جنبه احتمالاتی داشته و در اختیار کشاورز نیست. از طرف دیگر زراعت‌های آبی علاوه بر آن‌که از مزایای بارش‌های طبیعی استفاده می‌کنند، این مزیت را دارا می‌باشند که با استفاده از آب در مواقعی که گیاه شدیداً به آن نیاز دارد علاوه بر تامین رشد گیاه می‌توان کارآیی سایر عملیات و نهاده‌های کشاورزی را افزایش داد. مثلاً تاثیر کودهای شیمیایی بر رشد گیاه در زراعت‌های آبی به مراتب بیشتر از زراعت‌های دیم است. در بهترین شرایط محصول تولیدی در زراعت‌های دیم کمتر از نصف مقدار محصول در زراعت‌های آبی خواهد بود. با توجه به این مطالب و کمبود آب در کشور استفاده بهینه از آب در زراعت‌های آبی امری ضروری است. کم‌آبیاری (وارد کردن تنش‌های آبی مناسب) یک راهکار بهینه برای تولید محصولات، تحت شرایط کمبود آب است که همراه با کاهش محصول می‌باشد. در این روش، با کاهش مقدار آب مصرفی و تعیین حد بهینه آن، هر چند ممکن است عملکرد در واحد سطح کاهش یابد اما با تامین آب در مواقع بحرانی و کاهش هزینه‌های

استحصال، انتقال و توزیع آب در نهایت سود خالص بیشتری عاید خواهد شد. علاوه بر آن با استفاده از آب صرفه جویی شده می توان، اراضی بیشتری را زیر کشت برد. نتایج بعضی از تحقیقات انجام شده نشان می دهد که کم آبیاری سبب افزایش درصد پروتیین و کیفیت بذر گندم، افزایش طول الیاف در پنبه و افزایش درصد قند در چغندر قند و انگور گردیده است. مطالعات انجام شده نشان می دهد که بافت خاک نیز در کم آبیاری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به طوری که در خاک های سبک بافت به دلیل تخلیه سریع رطوبت خاک، تنش رطوبتی بطور ناگهانی و مخاطره انگیز اتفاق می افتد در حالی که در خاک های سنگین تنش به طور تدریجی اتفاق افتاده و گیاهان به طرق مختلف قادر به مقاومت در برابر تنش رطوبتی می گردند. در خاک های سبک که ظرفیت نگهداری کمی دارند جهت اعمال کم آبیاری



شکل ۱- آبیاری اولیه در یک مزرعه گندم به روش جویچه ای معمولی

می توان از سیستم های آبیاری بارانی استفاده نمود. آبیاری جویچه ای یک در میان از جمله روشهای اعمال کم آبیاری جهت استفاده بهینه از آب آبیاری می باشد. در روشهای سنتی آبیاری سطحی، تمام سطح مزرعه آبیاری شده و از آن تبخیر صورت می گیرد در صورتی که گیاهان زراعی تمام سطح مزرعه را مخصوصا در ابتدای فصل نمی پوشانند. بنابراین مقداری از آب تلف می شود. در روش جویچه ای یک در میان که بخشی از مزرعه آبیاری می شود سطح تبخیر کاهش می یابد و آب کمتری نیز وارد مزرعه می گردد. فاصله بین جویچه های آبیاری شده هرگز نباید بیشتر از

۱/۸ متر باشد. همچنین این روش ممکن است در زمین های شیب دار و در خاک های با نفوذپذیری پایین نتیجه مطلوب را نداشته باشد.

تحقیقات زیادی روی کم آبیاری با روش های آبیاری یک در میان جویچه ها و زیاد نمودن فواصل آنها صورت گرفته است. به موازات آن تحقیقاتی نیز روی مدیریت نفوذپذیری خاک و کاهش رواناب جویچه ها با استفاده موثر از تکنیک آبیاری یک در میان جویچه ها، صورت پذیرفته است. بکارگیری این تکنیک ها کاهش عملکرد ناشی از کم آبیاری را قابل قبول می کند. آبیاری یک در میان جویچه ها به ویژه برای استفاده از آب محدود در خاک های ریزبافت مناسب است که شامل آبیاری یک در میان جویچه ها می باشد. همچنین می توان به سادگی فواصل جویچه ها را افزایش داد. بطور کلی موارد زیر در مورد این تکنیک نتیجه گیری شده است:

- با کم آبیاری با روش جویچه های یک در میان کاهش آب مصرفی تا نصف در هر آبیاری امکان پذیر است. در ضمن در این روش آبیاری سریع تر انجام می گیرد و هزینه های دستمزد آبیاری پایین می آید.
- کل آب مصرفی در فصل رشد ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد.
- کاهش مصرف آب همراه با کاهش اندک عملکرد نسبی می باشد.
- سیستم آبیاری در جویچه هایی با بستر عریض به ویژه وقتی که تردد تراکتور و تراکم ناشی از آن زیاد است باعث بهبود یکنواختی توزیع آب می شود. به همین ترتیب در خاکی که شدت نفوذ خیلی زیاد است، تراکم ناشی از تراکتور به طور موثری سبب کاهش نفوذ آب و کاهش تلفات نفوذ عمقی می شود.



شکل ۲- آبیاری جویچه ای یک در میان

باید توجه داشت کم آبیاری در شرایطی مفید و موثر واقع می شود که راندمان روش آبیاری که با آن آبیاری کامل انجام می گیرد پایین باشد. ولی در صورتی که در یک روش آبیاری مانند روش قطره ای این راندمان به خاطر مکانیزم ذاتی روش بالا باشد طیف مانور و دامنه حرکت از آبیاری کامل به طرف کم آبیاری (به منظور افزایش راندمان آبیاری) محدود خواهد شد و نتایج لازم و معنی دار از کم آبیاری حاصل نخواهد گردید.

خشکی یکی از خصوصیات ذاتی کشور ما بوده و بروز خشکسالی ها در سال های اخیر این مسئله را تشدید نموده است. بنابراین مصرف بهینه آب به عنوان مهم ترین نهاده کشاورزی در افزایش عملکرد و توسعه پایدار کشاورزی بیش از پیش اهمیت پیدا کرده است. هر چند آبیاری صحیح به عنوان عامل اصلی در افزایش محصول معرفی شده است اما باید به خاطر داشت که آبیاری بدون دیگر نهاده های کشاورزی و یا در نظر نگرفتن عوامل دیگر مفید نخواهد بود و تنها زمانی می توان از آبیاری بهره گرفت که سایر عوامل نیز به خدمت گرفته شوند. از جمله این عوامل می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کاربرد کودهای آلی و شیمیایی.
- استفاده از ارقام و بذور اصلاح شده.
- استفاده از متخصصان و کارگرهای ماهر کشاورزی.
- دسترسی به بازار مناسب و مطمئن برای عرضه و فروش محصولات تولیدی.
- انجام روش های کارآمد و عملیات مفید مبارزه با آفات و بیماری های گیاهی.
- کاربرد وسایل مناسب برای انجام عملیات خاک ورزی یا داشت و برداشت محصول.
- وجود منابع تامین کننده نیازهای مالی مانند تسهیلات بانکی و دسترسی به آنها.
- وجود امکانات رفاهی مانند آموزش، بهداشت، جاده، برنامه های تفریحی و اجتماعی.
- انجام عملیات زهکشی و اصلاح اراضی.
- برخورداری از برنامه های ترویجی و دسترسی به یافته های جدید علمی.

بنابراین مشاهده می شود که طرح های آبیاری و استفاده از کم آبیاری بخشی از یک سامانه مرتبط به هم کشاورزی و محیطی- اجتماعی است که برای بهره گیری از آن باید همگی به خدمت گرفته شوند. در این نشریه ضمن تشریح اصول کم آبیاری، خلاصه ای از نتایج بدست آمده در زمینه کم آبیاری برای محصولات مختلف مطرح می شود.



شکل ۳- آبیاری کرتی باغ پسته

۳- تعریف و مفهوم کم آبیاری

کم آبیاری از راهکارهای بهینه سازی مصرف آب است که طی آن به محصولات زراعی اجازه داده می شود مقداری تنش رطوبتی را در طول فصل رشد تحمل نماید. از این شیوه با نام های دیگری از قبیل کم آبیاری تنظیم شده، آبیاری جزیبی و نیز در منابع یاد شده و تجربیات و آزمایش های مربوط به آن در مناطقی که با محدودیت ذخیره رطوبت روبرو هستند، دیده می شود. هدف اصلی در کم آبیاری افزایش کارایی مصرف آب با کاهش نیاز آبیاری گیاه و حذف جزیبی از آب آبیاری است که تاثیر معنی داری در افزایش عملکرد ندارد.

کم آبیاری به صورت وسیعی، به خصوص در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، انجام می شود. در مناطقی از دنیا مانند هندوستان پروژه های عظیمی برای توسعه کم آبیاری طراحی می شوند. هدف این کار افزایش عملکرد کل و محافظت بخشی از اراضی در برابر نابود شدن (به بهای آبیاری کامل بخش دیگر) می باشد. هدف دیگر سودرسانی به عده بیشتری از زارعین منطقه می باشد.

کارایی آب در کم آبیاری ها بسیار زیادتر است. به همین دلیل است که مثلا اختلاف محصول دیم در سالی که فرضا بارندگی ۳۰۰ میلی متر باشد با سالی که مقدار بارندگی ۳۵۰ میلی متر باشد زیاد است، اما اگر بارندگی سالانه مثلا ۷۰۰ میلی متر باشد تفاوت محصول تولیدی با سالی که مقدار بارندگی ۷۵۰ میلی متر است چندان فاحش نخواهد بود. حال آن که اختلاف بارندگی در هر دو حالت همان ۵۰ میلی متر بوده است. با افزایش مقدار آبیاری سرانجام عملکرد به مقدار

حداکثر می‌رسد و از آن به بعد اگر باز هم به زمین آب داده شود، مقدار محصول نه تنها تغییر نمی‌کند بلکه ممکن است تقلیل نیز پیدا کند زیرا آبیاری فراوان باعث شسته شدن کودها و مواد غذایی خاک و کاهش اکسیژن در منطقه توسعه ریشه‌ها می‌شود که هر دو عامل باعث کاهش محصول می‌شوند.

به تدریج که بر مقدار آب اضافه می‌شود تلفات آب نیز زیاد می‌شود. دلیل این امر آن است که در کم‌آبیاری قسمت عمده آب به مصرف گیاه می‌رسد و تقریباً هیچ‌گونه تلفات عمقی وجود ندارد اما هرچه مقدار آب اضافه شود بخشی از آن صرف نفوذ عمقی می‌شود.

بکارگیری کم‌آبیاری در جویچه‌های منظم که بدرستی طراحی شده است، برای محصولات مقاوم به خشکی، باعث کاهش قابل ملاحظه، یا حذف رواناب از انتهای جویچه‌ها می‌گردد. با وجود این که عملکرد محصول در مقایسه با آبیاری کامل افت پیدا می‌کند با این حال ملاحظه شده است رواناب از ۳۰ تا ۴۰ درصد آب مصرفی به ۱۵ تا ۲۰ درصد کاهش یافته است.

مشخص شده است در شرایط کمبود آب اگر بخواهیم از نظر اقتصادی به بهترین شکل از آب استفاده نماییم، رسیدن به حداکثر عملکرد مطرح نیست بلکه هدف رسیدن به مقادیر پایین‌تری از عملکرد است در این صورت با استفاده از آب کمتر سود خالص بیشتری حاصل می‌گردد. با این هدف هرچند که در کم‌آبیاری عملکرد در واحد سطح ممکن است کمتر از شرایط آبیاری کامل گردد ولی با آب موجود سطح بیشتری زیر کشت رفته و کارایی مصرف آب، عملکرد کل و سود خالص نیز بیشتر خواهد شد. سه عامل اصلی که باعث سودمندی کم‌آبیاری می‌شود عبارتند از:

۱- کاهش هزینه‌های تولید

۹- افزایش راندمان کاربرد آب آبیاری

۳- کاهش هزینه‌های مربوط به آب آبیاری

مدیریت آبیاری در کم‌آبیاری با مدیریت آبیاری کامل تفاوت زیادی دارد. در کم‌آبیاری مدیر مزرعه بایستی سطح بهینه کاهش آب را که به ازای آن سود و کارایی مصرف آب بیشتر حاصل می‌گردد، برای هر محصول تعیین نماید. ممکن است در برهه خاصی از دوره رشد محصول، از مقدار آب کاسته و در سایر مراحل رشد آبیاری کامل را اعمال نماید یا ممکن است مقدار آب کمتری را در هر دور به کار برد تا استفاده بهینه از آب موجود صورت گیرد. با وجود این کاهش محصول در این شیوه از مدیریت آبیاری امری اجتناب‌ناپذیر است ولی ارزش آب صرفه‌جویی شده و افزایش سطح زیر کشت برای کشاورز بیشتر خواهد بود. از تحقیقات انجام شده در این مورد می‌توان موارد زیر را استنتاج نمود:



شکل ۴- سیستم آبیاری بارانی کلاسیک در حال کار

۱- کاهش محصول به خصوص در درختان میوه و گیاهانی که تولید مثل جنسی دارند، تابعی از زمان اعمال کم آبیاری است.

۲- کم آبیاری علاوه بر بهبود بخشیدن کارآیی مصرف آب و افزایش سود باعث اصلاح و بهبود خاصیت انبارداری محصولات زراعی، کاهش آفات، کاهش آبخویی مواد غذایی و عناصر کودی از منطقه ریشه و اصلاح تهویه خاک می گردد.

۳- تحقیقات و بررسی ها نشان می دهند بعضی از گیاهان زراعی به صورت مرحله ای یا عمومی به تنش رطوبتی بسیار حساس هستند.

۴- کم آبیاری ممکن است باعث بهبود کیفیت محصولات زراعی گردد. اعمال تنش رطوبتی در مراحل انتهایی رشد در این قبیل گیاهان باعث کاهش رشد رویشی آنها شده و موجب بهبود کیفیت محصول می گردد.

۵- اعمال کم آبیاری در مراحل انتهایی فصل رشد (همزمان با کاهش درجه حرارت) شریط را برای برخی از گیاهان جهت ورود به دوره خواب زمستانی فراهم می کند.



شکل ۵- سیستم آبیاری بارانی سنتریوت

۹- مدیریت کم آبیاری در مزرعه

انتخاب گیاه مناسب در برنامه ریزی کم آبیاری همراه با خاک و مقدار و دور آبیاری که بایستی جهت الگوی کشت بکار برده شوند، مهم ترین عواملی هستند که مدیریت و برنامه ریزی کم آبیاری مزارع را تعیین می کنند. اگر میزان آب مصرفی و دور آبیاری هر دو بالا باشد، تبخیر از سطوح خاک مرطوب نیز بالطبع افزایش می یابد و راندمان کاربرد آب با افزایش آب مصرفی، کاهش می یابد. کاهش تهویه محیط ریشه، آبخویی مواد غذایی، بیماری ها و آفات نباتی که بیشتر در خاک های مرطوب دیده می شوند نیز سبب کاهش عملکرد می شود. گیاهانی که برای کم آبیاری انتخاب می شوند بایستی مقاوم به تنش آبی باشند. ارقام پر محصول برای کم آبیاری مناسب نیستند. مثلاً ارقام پر محصول ذرت هر چند در آبیاری های کامل محصول بیشتری را تولید می کنند ولی در شرایط کم آبیاری کاهش عملکرد آنها بیشتر از ارقام کم محصول می باشد. خاک ها بایستی عمیق و دارای ظرفیت ذخیره رطوبتی زیاد، شوری و قلیائیت کم باشند تا بتوانند نیاز آبی گیاه را حتی در دوره های بالا حفظ نمایند. در حالی که تنش رطوبتی در خاک های سبک بافت به سرعت توسعه یافته و به گیاهان آسیب جدی می رساند ولی خاک های عمیق به خاطر ظرفیت بالا رطوبت خود را به آهستگی از دست



شکل ۶- سیستم آبیاری بارانی ویل موو در حال کار

داده و این منجر به گسترش تدریجی تنش رطوبتی شده و گیاه قادر می‌شود شیرۀ سلولی خود را با تنش‌های وارده هماهنگ سازد. علاوه بر مزایای فوق خاک‌های عمیق با ظرفیت رطوبتی بالا دارای این ویژگی هستند که بارش‌های احتمالی در دوره رشد گیاه را جذب کرده و آن را به مصرف گیاه برسانند. ملاحظه شده است کاهش محصول گندم در خاک‌های شنی به ازای کاهش جزئی در مقدار آب مصرف شده بسیار شدید بوده است. در حالی که در خاک‌های عمیق و سنگین با کاهش مقدار آبیاری تا ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه چندانی در عملکرد مشاهده نشده است. برنامه‌ریزی صحیح کم‌آبیاری با تغییر در مدیریت کشت‌های متداول همراه است. تغییرات موردنظر عبارتند از:

- ۲- اجتناب از به کارگیری تراکم زیاد بوته در واحد سطح اراضی
- ۳- استفاده کمتر از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌های کشاورزی
- ۴- استفاده از ارقامی که دوره رشد کوتاهی دارند
- ۵- استفاده از دور زراعی و آیش به منظور حفظ آب باران
- ۶- تغییر زمان کشت جهت کوتاه شدن دوره رشد
- ۷- استفاده از کشت نشایی جهت جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب در یک تا یک‌ونیم ماه اولیه، فرار از سرما، جلوگیری از تداخل آبیاری اول (خاکاب) این زراعت‌ها با آبیاری آخر فصل غلات و کاهش صدمه محصول در مقابل شوری، آفات و بیماری‌ها و داشتن بوته به تعداد کافی.

تراکم بوته در هکتار و استقرار آنها در زمین نیز از عوامل دیگری است که در میزان تولید در اراضی آبی موثر است. مقدار محصول تولیدی از هر واحد زمین با افزایش تراکم بوته‌ها تا حدی افزایش پیدا کرده و سپس هرچه تراکم بوته‌ها زیاد شود محصول ثابت مانده و یا این که ممکن است کاهش پیدا کند. با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ افزایش یافته و امکان استفاده از انرژی خورشید برای فتوسنتز و افزایش محصول زیاد می‌شود. در کم‌آبیاری بایستی گیاهان دارای تراکم کمتری در واحد سطح اراضی باشند تا از میزان آب محدود استفاده بهینه به عمل آید و رقابت گیاهان برای مصرف آب کاهش یابد. در صورت کم بودن تراکم بوته از مقدار کود و آفت‌کش‌های شیمیایی به میزان قابل توجهی کاسته خواهد شد.

زمان کشت در این شیوه آبیاری از قابلیت انعطاف فراوانی برخوردار است بدین معنی که با استفاده از ارقام زودرس در ابتدای فصل رشد، به عنوان محصول ثانویه، آب موجود ذخیره شده و جهت آبیاری محصول اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در جاهایی که شرایط اقلیمی اجازه استفاده از ارقام زودرس را نمی‌دهد یا امکان تهیه آب در ابتدای فصل رشد وجود ندارد می‌توان از ارقام اصلاح شده که دوره رشد کوتاهی دارند استفاده نمود.

۹- زمان اعمال کم‌آبیاری

کمبود آب در برخی از مراحل بحرانی رشد اثرات خود را کاملاً نشان می‌دهد. گیاهان مختلف در مراحل گوناگون رشد خود حساسیت‌های مختلفی نسبت به آب نشان می‌دهند. به طوری که اگر گیاه در مرحله رویشی و رشد شاخ و برگ با کمبود آب مواجه شود قسمت هوایی آن کوچک باقی می‌ماند ولی گسترش ریشه نسبت به گیاهی که آبیاری کامل شده بیشتر خواهد بود زیرا ریشه گیاه برای دریافت آب نیاز به منطقه وسیع‌تری دارد. کوچک شدن قسمت هوایی و به خصوص سطح برگ‌ها و گسترش زیادتر منطقه ریشه‌ها را اصطلاحاً سخت شدن گیاه گویند که خود نوعی مقابله با کم‌آبی است.



شکل ۷- سیستم آبیاری قرقره‌ای (گان)

از نظر مقاومت به خشکی دوران رشد گیاه به سه مرحله عمده تقسیم می‌شود که هر یک در حدود یک سوم فصل رشد را تشکیل می‌دهند. این مراحل عبارتند از:

مرحله اول: این مرحله از ابتدای رویش گیاه تا آغاز گلدهی طول می‌کشد که در آن رشد برگ‌های جدید متوقف شده و تاج به تدریج افزایش می‌یابد.

مرحله دوم: مرحله رشد اصلی برگ، ساقه و گسترش تاج که با تجمع سریع ماده خشک و افزایش اندام‌های هوایی همراه بوده و تاثیر زیادی در افزایش پتانسیل میوه‌دهی دارد.

مرحله سوم: شامل دوران میوه‌دهی و بذردهی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک میوه می‌باشد. در این دوره وزن دانه مشخص می‌گردد (تولید و پر شدن دانه در غلات در این مرحله صورت می‌گیرد که همراه با از دست دادن رنگ سبز گیاه است).

در اوایل مرحله اول با توجه به این که پوشش گیاهی کمتری سطح خاک را می‌پوشاند به همین خاطر هر گونه تنش رطوبتی منجر به کاهش تبخیر از سطح خاک لخت شده و بر روی تعرق گیاه تاثیر چندانی ندارد. در نتیجه اعمال کم آبیاری در این مرحله با حساسیت زیادی مواجه نخواهد شد. در مرحله دوم هم زمان با رشدونمو گیاه حساسیت به تنش آبی نیز بیشتر می‌شود. در مقایسه با این مرحله، مرحله سوم کمتر بحرانی است. قطع آبیاری در این مرحله به مدت

یک تا سه هفته در گیاهان مقاوم به خشکی که در خاک‌هایی با ظرفیت ظرفیت رطوبتی زیاد رشد می‌کنند باعث کاهش چشم‌گیری در عملکرد دانه نمی‌گردد.

آبیاری کامل در مرحله دوم صدمات وارده به محصول گندم و سورگوم دانه‌ای را که در مرحله اول رشد تحت کم‌آبیاری قرار گرفته‌اند را جبران می‌کند و عملکرد به حد مطلوب می‌رسد (که توسعه جوانه‌ها نشان‌گر آن است). مرحله دوم مرحله‌ای از رشد است که حساسیت به کم‌آبیاری با رشد و توسعه گیاه افزایش می‌یابد. به همان نسبت که جوانه‌زنی افزایش می‌یابد، پتانسیل مقدار و تعداد بذر نیز بالا می‌رود. با در نظر گرفتن این دو فاکتور در مورد عملکرد بذر گیاهان (یعنی تعداد بذر در واحد سطح و دیگری وزن بذور تولید شده) تعداد بذر در واحد سطح نسبت به کم‌آبی حساس‌تر از پارامتر دوم یعنی وزن بذور می‌باشد و لذا تعداد بذر در برابر کم‌آبیاری آسیب بیشتری می‌بیند.

در گندم و سورگوم دانه‌ای، تعداد بذر وابسته به افزایش میزان ماده خشک در مرحله دوم است. کم‌آبیاری را می‌توان به گونه‌ای تنظیم کرد که کمبود آب در این دوره به ویژه دو تا سه هفته قبل از جوانه زدن و در حین جوانه‌زنی محدود باشد.

کشت‌های مختلف پنبه می‌توانند در طول مرحله دوم رشد دارای مقادیر زیادی میوه باشند، پس از این مرحله کاهش توقف نسبی در میوه‌دهی و غوزه‌دهی یک امر طبیعی است ولی تحت شرایط کم‌آبیاری این مسئله تشدید می‌شود. بنابراین از نظر مدیریت آبیاری این مرحله در گیاه پنبه (مرحله سوم) شبیه به مرحله دوم برای گندم و سورگوم دانه‌ای می‌باشد.

در طول مرحله سوم، حساسیت به کم‌آبیاری در گندم و سورگوم در طی تشکیل دانه و پرشدن دانه‌ها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و در آخر فصل تا حدی به به‌میزان باز هم بیشتری پایین می‌آید. دوره حساس مربوط به دهه اول پس از گرده‌افشانی می‌باشد (تقریباً یک‌چهارم طول مدت مرحله ۳ در گندم، سورگوم و آفتابگردان و مرحله مربوط به توسعه غوزه در پنبه) و در این دوره تنش آبی می‌تواند سبب کاهش تعداد میوه در واحد سطح شود. مرحله شیری شدن دانه که در بین مرحله رشد تا پرشدن دانه‌ها صورت می‌گیرد، نسبت به تنش آب حساس بوده که می‌تواند سبب خشک شدن دانه‌ها بشود.

یادآور می‌شود کاهش میزان حساسیت عملکرد بذر که در مرحله سوم اتفاق می‌افتد در مدیریت کم‌آبیاری حایز اهمیت می‌باشد زیرا سبب می‌شود تا بتوانیم کم‌آبیاری را در این مرحله اعمال کنیم. قطع آبیاری به مدت یک هفته و در بعضی مواقع دو تا سه هفته در گیاهان مقاوم به خشکی که در خاک‌هایی با ذخیره رطوبتی متوسط تا بالا رشد می‌کند،

در این مرحله (مرحله سوم) اثر منفی زیادی بر روی عملکرد دانه‌ها نمی‌گذارد و همین امر می‌تواند راهنمای ما برای اعمال زمان کم‌آبیاری باشد.

حساسیت نسبتاً پایین در برابر کم‌آبی در آخر فصل برای چغندر قند نیز گزارش شده است. مشاهده شده است قطع آب به مدت ۳ تا ۵ هفته و حتی در بعضی اوقات ۷ هفته قبل از برداشت، با این که مصرف آب در تمام فصل را تا سرحد ۱۵ درصد کاهش داده است با این حال عملکرد ساکارز چغندر قند را کاهش نداده است.

برای بعضی محصولات مانند پنبه و یونجه بذری آبیاری در آخر فصل می‌تواند سبب تحریک رشد رویشی شود. پنبه برای به پایان بردن گلدهی و شروع تشکیل غوزه‌های آخر فصل احتیاج به یک دوره تنش آبی دارد. کمبود آب که در آخر فصل اعمال شود، رشد رویشی جدید را محدود نموده و سبب تسریع بلوغ و بهبود کیفیت پنبه می‌شود. البته زمان اعمال کم‌آبیاری برای محصولات علوفه‌ای به عوامل دیگری نیز بستگی دارد. چنان‌که ملاحظه می‌شود کم‌آبیاری ممکن است برای فواصل زمانی کوتاه برای تولید علوفه (سورگوم، چمن و ...) و یونجه در دوره‌های به‌خصوصی به کار برده شود به‌ویژه در شرایطی که استفاده از آب در جای دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و برای تولید علوفه برای تغذیه حیوانات زیاد مورد نیاز نباشد. در مورد چمن ملاحظه شده است با وجود کم‌آبیاری، آب به اندازه کافی برای رشد بهاره تامین می‌شود و کم‌آبیاری به گیاه اجازه می‌دهد تا در طول تابستان به خواب رفته و این خود سبب افزایش راندمان آب نسبت به حالتی می‌شود که آبیاری کامل در طول فصل انجام گردد. برای یونجه که به منظور استفاده از بذر کشت می‌شود، تنش آبی متوسط برای انجام گرده‌افشانی و تحریک تولید گل مفید واقع شده و افزایش در تولید بذر را بدنبال داشته است. در ضمن در طول مرحله پرشدن دانه‌ها، کم‌آبیاری‌های شدیدتر را هم به این گیاه می‌توان اعمال کرد که نتیجه آن مثبت ذکر شده است.

۶- برنامه‌ریزی آبیاری

شیوه‌های عمده کاربرد آب در کم‌آبیاری شامل محدود کردن عمق آب آبیاری و بازیابی زمان و دور آبیاری است تا کارایی مصرف آب به حداکثر مقدار خود برسد. معمولاً اگر یک مزرعه کمتر از میزان تعیین شده آب دریافت کرده و تحت تنش رطوبتی ملایمی قرار گیرد در این صورت ممکن است قسمتی از مزرعه تحت تنش آبی قرار گیرد ولی این عمل باعث می‌شود از منابع دیگر از قبیل نیروی کار، زمین، کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی استفاده کامل به عمل آید. بایستی توجه داشت که اگر کم‌آبیاری شدیدی اعمال شود کل مزرعه دچار تنش آبی شدیدی شده و کارایی آبیاری کاهش خواهد یافت. به همین خاطر راهکارهای مدیریتی کم‌آبیاری بایستی بیشتر بر زمان و دور آبیاری، کم

کردن تعداد آبیاری‌ها و مهار شوری در نیمرخ خاک متمرکز باشد. شیوه‌های مناسب کاربرد آب در کم آبیاری را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- ظرفیت نگهداری آب

اگر قسمتی از ظرفیت خاک برای نگهداری آب بعد از هر آبیاری خالی بماند، مدیر آبیاری ممکن است ریسک تنش محصول در مقابل استفاده موثرتر از بارندگی و آب آبیاری را بپذیرد.

- آبیاری‌های پیش از موعد

آبیاری‌های پیش از موعد تدبیرهایی هستند که جهت جوانه زدن بذر، گسترش ریشه و مهار شوری در نیمرخ خاک در ابتدای فصل رشد طراحی و اجرا می‌گردند. در مناطقی که احتمال بارندگی‌های قبل از فصل کشت وجود دارد نباید از این شیوه استفاده کرد. در این مناطق ظرفیت رطوبت خاک ناحیه ریشه بایستی با بارش موثر پر گشته و از منابع آب منطقه جهت آبیاری‌های بعدی استفاده گردد.

- دور آبیاری

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که افزایش تعداد آبیاری در آبیاری کامل باعث افزایش عملکرد می‌شود اما چنین نتیجه‌ای ممکن است در کم آبیاری بدست نیاید. با این که گزارش‌هایی مبنی بر کاهش اثرات زیان‌آور کاهش آب مصرفی در چغندقند، لوبیا و گندم وجود دارد ولی گزارش‌هایی نیز موجود است مبنی بر این که دور زیاد آبیاری باعث کاهش عملکرد گندم زمستانه و سورگوم در کم آبیاری شده است. در دوره‌های آبیاری طولانی ممکن است هزینه‌ها و میزان آب مصرف شده کاهش یابد. در صورتی که فواصل آبیاری زیاد باشد، در این صورت مقادیر زیادی از آب به صورت رواناب و نفوذ عمقی تلف خواهد شد. دور آبیاری مناسب باعث بالانس و تعادل این افت‌ها می‌شود. به عنوان مثال دور آبیاری مناسب برای آبیاری بارانی در خاک‌های لومی رسی یک بار آبیاری در هر ۳ تا ۴ روز تخمین زده شده است.

۹- توصیه و پیشنهاد

در این زمینه تحقیقات زیادی در کشور صورت گرفته که خلاصه‌ای از نتایج آنها در اینجا آورده شده است.

گندم: در صورت کم آبیاری بهتر است تنش ناشی از آن تا حد ممکن در اواخر دوره رشد گیاه از مرحله خمیری سخت به بعد اعمال شود. مراحل ساقه رفتن، تشکیل سنبله و دو هفته قبل از گرده‌افشانی نسبت به تنش آبی حساس بوده و نباید در آنها به گیاه تنش وارد نمود. همچنین ملاحظه شده است امکان کاربرد آب با شوری ۱۲

دسی‌زیمنس بر متر که بیش از آستانه تحمل به شوری گندم است وجود دارد. اثر کمبود رطوبت بر کاهش محصول بیش از اثر شوری است. آبیاری در سطح ۷۵ درصد نیاز آبی فقط باعث ۱۰ درصد افت عملکرد می‌شود. **آفتابگردان:** به جز مرحله حساس گلدهی در بقیه مراحل رشدی، می‌توان حدود ۲۰ درصد از میزان نیاز آبی گیاه را حذف نمود.

پسته: با توجه به اینکه استفاده از پوشش پلاستیک برای حفظ رطوبت خاک در باغات پسته اقتصادی نیست لذا استفاده از پوشش یک لایه شن (ماسه بادی) در سطح خاک توصیه شده است، چنانچه عمل استفاده از شن برای دو الی سه سال متوالی صورت گیرد بافت لایه سطحی خاک درشت‌تر شده و از تبخیر سطحی جلوگیری شده است. در صورت امکان استفاده از کاه و کلش و پوشاندن سطح خاک نیز مفید است. با شخم می‌توان از صعود مویینه‌ای جلوگیری نمود و تبخیر از سطح خاک را کاهش داد.

جو: عملکرد دانه به ازای واحد آب مصرفی با قطع دو مدار آخر آبیاری (مصادف با مرحله پس از گرده‌افشانی و خمیری نرم دانه) کاهش چشم‌گیری پیدا نمی‌کند.

چغندر قند: قطع آبیاری در مرحله اول رشد و مرحله رشد برگی (مرحله ۱۰-۸ برگی یا تقریباً ۶ هفته پس از کشت) قابل توصیه است. همچنین آبیاری جویچه‌ای یک در میان با دور ۶ روزه قادر است با مصرف آب کمتر، محصولی برابر با آبیاری جویچه‌ای با دور ۱۰ روز و با مصرف آب بیشتر تولید کند.

ذرت: نتایج حاکی از آن است که آبیاری جویچه‌ای یک در میان تا زمان گلدهی و سپس آبیاری تمام جویچه‌ها علاوه بر ۳۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب، هیچ‌گونه تاثیر معنی‌داری روی کاهش عملکرد دانه ندارد. در مورد کاهش عملکرد دانه این افت ناشی از کاهش تعداد دانه در بلال بوده است.

سیب‌زمینی: نتایج حاکی از آن است که آبیاری جویچه‌ای یک در میان تا انتهای مرحله تشکیل غده‌ها ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب، باعث کاهش چشم‌گیر عملکرد نیز نشده است.

کلزا: بهترین گزینه آرایش کاشت کلزا بصورت دو ردیف روی پشته و آبیاری بصورت شیاری یک در میان معرفی گردیده است. کارآیی مصرف آب در آرایش کاشت دو ردیفه نسبت به چهار ردیفه برتری دارد لذا توصیه می‌شود به هنگام کاشت کلزا با خطی کار همدانی با عرض پشته ۳ متر دو لوله سقوط میانی در هر واحد کاشت مسدود شده و بدین ترتیب روی هر پشته دو ردیف با فاصله ۳۵ سانتی‌متر کشت می‌گردد.

گوجه فرنگی: به منظور دستیابی به حداکثر تولید و حداکثر عمر انبارداری با کم آبیاری به میزان ۲۰ درصد می توان ضمن دستیابی به عملکرد مناسب موجب افزایش طول انبارداری میوه شد. در صورت امکان توصیه می شود آبیاری تا اتمام مرحله گلدهی بطور کامل انجام شده و کم آبیاری پس از آن اعمال می شود.

هندوانه: از مرحله گلدهی تا برداشت این گیاه نسبت به تنش آبی حساس بوده و نباید در این زمان تنش اعمال شود.

پنبه: مرحله گلدهی، مرحله رشد بذر، مراحل اولیه رشد و مرحله بعد از تشکیل غوزه نسبت به تنش آبی حساس هستند. آبیاری یک در میان جویچه ها با فاصله ۷۰ سانتی متری (پشته پهن ۱۴۰ سانتی متری) تا پایان فصل رشد علاوه بر تولیدی قابل قبول، حداکثر کاهش آب آبیاری را ایجاد می نماید و دارای بالاترین کارایی مصرف آب بوده است. چنانچه آبیاری یک در میان به صورتی اجرا شود که جویچه ها نیز به صورت یک در میان ایجاد شوند (پشته پهن) عملیات آبیاری به خصوص در خاک های سنگین با سهولت بیشتری انجام می گردد.

۸- نتیجه گیری

استفاده بهینه از منابع آبی امری انکارناپذیر است. در این راستا افزایش تولید در واحد سطح و استفاده حداکثر از هر واحد حجم آب اهمیت خاصی دارد. در این راستا کم آبیاری به عنوان یک گزینه مطرح می باشد. در این روش آب وارد شده به مزرعه کمتر از حد نیاز گیاه است و نسبت به آبیاری کامل مقداری کاهش عملکرد بوجود می آید. اما با تجزیه و تحلیل های به عمل آمده مشخص شده است در سطح مشخصی از کم آبیاری صرفه جویی حاصل در مصرف آب، برای کشاورز صرفه اقتصادی بیشتری دارد. هنگام اعمال کم آبیاری در مزرعه توجه به دوره رشد گیاه ضروری است. از دیگر عوامل موثر در روش کم آبیاری عبارتند از: رقم گیاه، نوع خاک و دور آبیاری. در مورد بسیاری از گیاهان در کشور تحقیقاتی در زمینه کم آبیاری صورت گرفته است که در آنها تعیین درصد کاهش مصرف آب، تعیین مراحل رشدی حساس به تنش و کارایی آبیاری جویچه ای یک در میان مورد بررسی قرار گرفته اند. در کلیه تحقیقات صورت گرفته مرحله گلدهی یکی از مراحل حساس به تنش آبی تشخیص داده شده که بهتر است در این مرحله کم آبیاری اعمال نشود.

۹- مراجع

- [۱] حقیقت، اسماعیل، بررسی تأثیر رژیم های مختلف آبیاری در دو مرحله از رشد سیب زمینی، مجله خاک و آب (ویژه نامه آبیاری)، جلد ۱۲، صفحه ۲۹ تا ۳۵، تهران، ۱۳۷۹.
- [۲] خرمیان، محمد، بررسی اثر کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه ای در شمال خوزستان، مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد ۳ شماره ۱۱، صفحه ۹۱ تا ۱۰۰، کرج، ۱۳۸۱.

- [۳] خیرابی، جمشید.. توکلی، علیرضا، انتصاری، محمد، سلامت، علیرضا، دستورالعملهای کم آبیاری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۱۳۷۶.
- [۴] سپاسخواه، علیرضا، کم آبیاری به روش جویچه ای یک در میان، مجموعه مقالات هشتمین سمینار آبیاری و زهکشی، صفحه ۲۹۱ تا ۳۰۵، تهران، ۱-۲ آبان.
- [۵] کشاورز، عباس.. صادقزاده، کوروش، کم آبیاری بهینه و تجزیه و تحلیل اقتصادی آن، مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد ۵ شماره ۱۷، صفحه ۱ تا ۲۷، کرج، ۱۳۷۹.
- [۶] علیزاده، امین.. طراحی سیستم های آبیاری، جلد اول، دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۸۵.