



آبیاری در ذرت

تقریباً تمامی ۴۰۰ هزار هکتار سطح زیر کشت ذرت کشور آبیاری می‌شود. در نتیجه، بهبود مدیریت آبیاری می‌تواند تأثیر بسزایی در کمیت و کیفیت با ارزش ترین نهاده کشور یعنی آب داشته باشد. مدیریت صحیح آبیاری ذرت می‌تواند باعث تولید اقتصادی، صرفه جویی در مصرف منابع آب و حفظ یا افزایش کیفیت آب شود. برای این منظور لازم است برای تعیین زمان و مقدار آبیاری از تخمین تبخیر و تعرق ذرت و اندازه گیری منظم آب در نیمرخ خاک استفاده شود.

روابط آب- خاک - گیاه

درک روابط بین گیاهان و محیط آنها برای مدیریت موثر آبیاری ضروری است. از ویژگی های مهم گیاهان برای مدیریت آبیاری می‌توان به مصرف کل آب فصلی، مصرف روزانه آب گیاه، سرعت رشد گیاه و عمق ریشه‌زایی اشاره کرد. از ویژگی های مهم خاک می‌توان به ظرفیت نگهداری آب، میزان جذب آب و وجود لایه های محدود کننده خاک اشاره کرد که ممکن است از نفوذ ریشه و یا حرکت آب جلوگیری کند. مقدار و کیفیت منبع آب موجود نیز باید در نظر گرفته شود. هدف از مدیریت آبیاری تأمین آب اضافی مورد نیاز گیاه و در عین حال به حداکثر رساندن ارزش آب است.

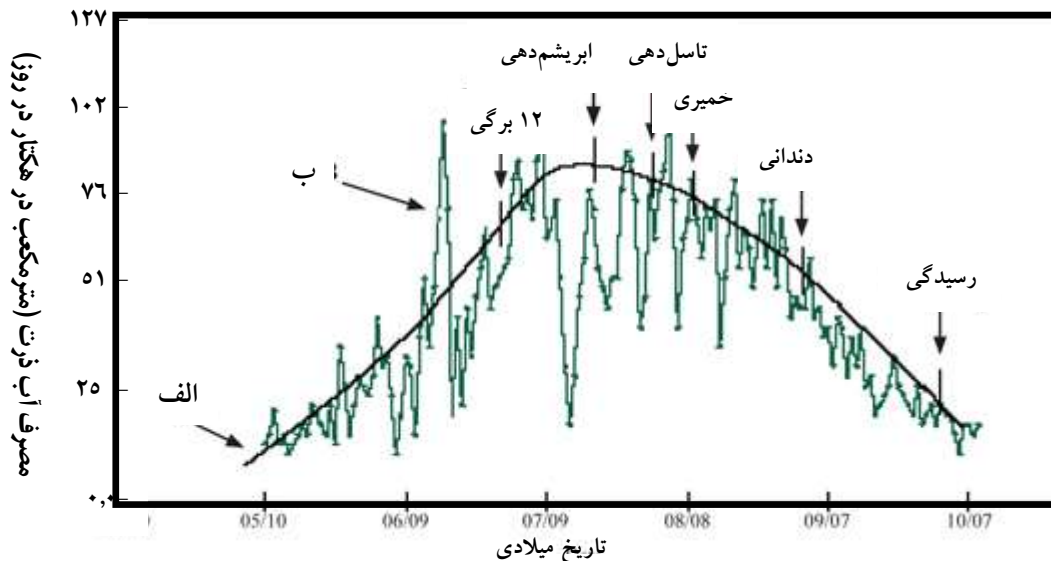
خصوصیات مصرف آب ذرت

تبخیر و تعرق (ETC) یا مصرف آب محصولات زراعی، آبی است که در اثر تبخیر از سطح خاک و تعرق توسط گیاه از خاک خارج می‌شود. در ذرت، ۲۰ تا ۳۰ درصد تبخیر و تعرق در فصل رشد به صورت تبخیر از خاک است. تعرق آخرین مرحله در مسیر مداوم آب از خاک به ریشه های گیاه، از طریق ساقه‌ها و در نهایت از سطح برگها به جو است. تقریباً ۷۰ تا ۸۰ درصد آب مصرفی گیاهان زراعی ناشی از تعرق گیاهی است. میزان مصرف روزانه آب ذرت با توجه به شرایط جوی متفاوت است.

دمای هوا، رطوبت، تابش خورشید و سرعت باد در مصرف آب ذرت موثر است. دمای هوای بالا، رطوبت نسبی کم، آسمان صاف و سرعت باد زیاد تقاضای تبخیر و تعرق گیاهی بالاتری را در پی خواهد داشت. رطوبت بالا، آسمان ابری و سرعت کم باد منجر به کاهش تقاضای تبخیر و تعرق خواهد شد.

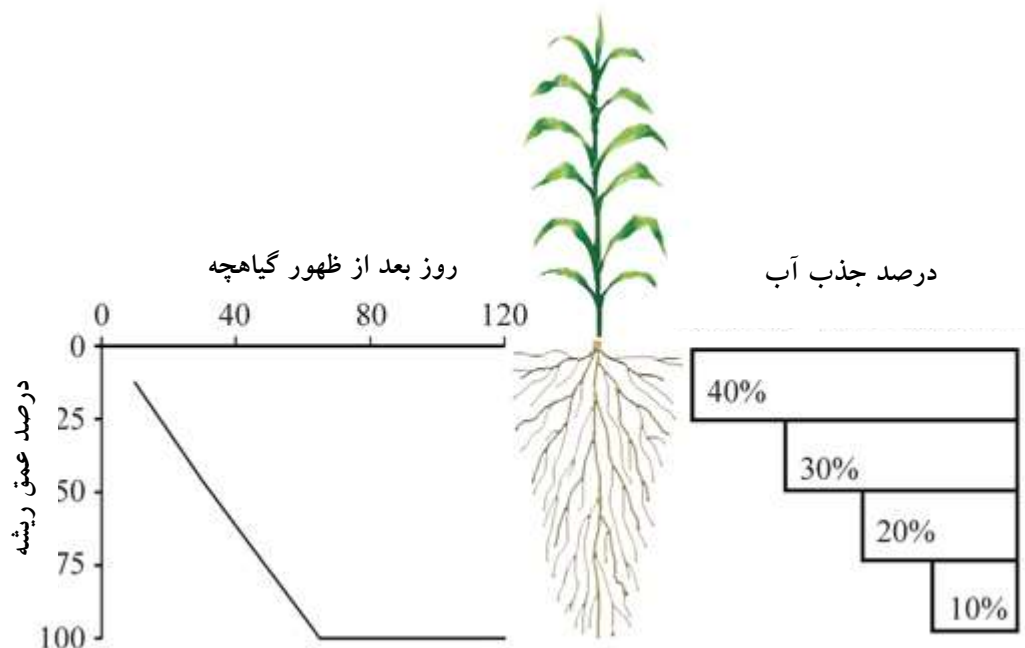
لازم است شرایط جوی برای هر مرحله از رشد و نمو ذرت در نظر گرفته شود، تا میزان آب مصرفی بوته‌ها به طور روزانه تخمین زده شود. به عنوان مثال در یک روز اواخر اردیبهشت ماه که شرایط جوی مستعد تبخیر و تعرق زیاد، در ذرت است، به دلیل کوچکی گیاهچه و منطقه نفوذ ریشه محدود و سطح برگ کم برای انتقال آب، ذرت دارای تبخیر و تعرق کمی خواهد بود. اما همان شرایط جوی در اواسط تیرماه منجر به اوج نیاز آبی گیاهان خواهد شد، زیرا ریشه ذرت کاملاً رشد کرده و سطح برگ گیاه، کاملاً توسعه یافته است. از روابط بین میزان رشد گیاه (ضرایب گیاهی) و شرایط جوی (تبخیر و تعرق پتانسیل)، برای محاسبه میزان تبخیر و تعرق در ذرت استفاده می‌شود.

مصرف آب فصلی تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، دامنه رسیدگی نسبی رقم ذرت، حاصلخیزی خاک، در دسترس بودن آب و تاثیر متقابل این عوامل است. اگرچه مقدار کل آب مورد استفاده ذرت از فصلی به فصل دیگر و از مکانی به مکان دیگر متفاوت خواهد بود، اما به طور کلی از الگویی که روند فصلی متغیرهای اقلیمی و مولفه‌های رشد و نمو گیاه ذرت تعیین می‌کند، پیروی خواهد کرد. در شکل ۱ منحنی مشکی صاف (الف) الگوی متوسط مصرف آب گیاه ذرت در طولانی مدت را نشان می‌دهد. این الگوی متوسط مصرف آب، سطح تبخیر و تعرق روزانه معمول را در طول فصل رشد بر اساس متوسط تبخیر تعرق روزانه در طی یک دوره ۱۰ ساله نشان می‌دهد. منحنی سبز دندانه دار در شکل ۱ (ب) نوسانات ممکن در مقادیر تبخیر و تعرق روزانه را برای یک سال خاص نشان می‌دهد. بنابراین، آبیاران باید با روند طولانی مدت آشنا باشند، اما مهمتر از همه باید قادر باشند میزان تبخیر و تعرق روزانه در کوتاه مدت را نیز تعیین نمایند. آگاهی از روند طولانی مدت و میزان واقعی مصرف آب روزانه گیاه برای تعیین زمان آبیاری و مقدار آب مصرفی بسیار حیاتی است.



شکل ۱) مصرف آب دراز مدت متوسط ذرت (الف) و مصرف آب روزانه ذرت در یک سال مشخص (ب)

همانطور که قبلاً اشاره شد نیاز آبی هم به شرایط اقلیمی و هم به رقم ذرت بستگی دارد. دامنه رسیدگی نسبی یک رقم مشخص بیشترین تأثیر را در تبخیر و تعرق فصلی دارد. به عنوان مثال، در یک مکان و در یک سال مشخص، یک هیبرید ذرت با رسیدگی ۱۱۳ روزه بیش از یک هیبرید ۱۰۰ روزه از آب استفاده خواهد کرد. هیبریدهای ذرت با طول رشد طولانی‌تر از آب بیشتری استفاده می‌کنند، اما اگر دمای مناسب یا همان درجه روز رشد (GDD) و منبع آب در دسترس باشد، این هیبریدها توانایی تولید دانه بیشتری را دارند. از این رو اگر هر دو رقم قادر به رسیدگی کامل باشند، دانه تولید شده به ازاء هر میلیمتر تبخیر و تعرق در هر دو رقم تقریباً برابر خواهد بود. تفاوت در مصرف فصلی آب به دلیل کل روزهای مصرف آب و در بعضی موارد تفاوت در میزان روزانه مصرف آب است. با توجه به تغییر در شرایط آب و هوایی در طی سال و از سالی به سال دیگر، متوسط مصرف دراز مدت آب و مصرف روزانه آب در ذرت (الف و ب) میتواند تا ۵۰ میلیمتر آبیاری در روز انحراف معیار آماری داشته باشد. بنابراین، در مزارع پیشرفته ذرت، استفاده از سنسورهای آب خاک و دسترسی به برآورد روزانه مصرف آب گیاهان بر اساس شرایط آب و هوایی در طول فصل رشد توصیه می‌شود. علاوه بر این، مدت زمان هر مرحله از رشد نیز در مقایسه با مقادیر متوسط بلند مدت ارائه شده در جدول ۱ می‌تواند تا دو روز متفاوت باشد. منظور از هر میلیمتر آبیاری، ۰,۰۰۱ متر آب در سطح یک هکتار است (۱۰۰ متر در ۱۰۰ متر در ۰,۰۰۱ متر) که برابر با ۱۰ متر مکعب می‌باشد. ذرت آب را به طور یکنواخت در تمام عمق ریشه خود استخراج نمی‌کند. به طور کلی، آب بیشتر از اعماق کمتر (بالا تر) خاک استخراج می‌شود. وقتی آب به خاک وارد شود، الگوی استخراج معمول از قانون ۴-۳-۲-۱ پیروی می‌کند، ۴۰ درصد آب از ۱/۴ بالای منطقه ریشه، ۳۰ درصد از ۱/۴ دوم و ادامه به ترتیبی که در شکل ۲ نشان داده شده است. آبی که با استفاده از سیستم‌های آبیاری قطره ای زیر سطحی اعمال می‌شود منجر به برداشت آب بیشتر از عمق محل قرارگیری خطوط آبیاری می‌شود.



شکل ۲) ناحیه استخراج آب خاک توسط ریشه و الگوهای توسعه ریشه گیاهان

علاوه بر این، اگرچه ریشه ذرت می تواند به عمق ۱۵۰ تا ۱۸۰ سانتیمتری خاک برسد، اما پیشفرض محافظه کارانه این است که تا اواخر فصل رشد ناحیه موثر ریشه ۱۰۰ سانتیمتر اول خاک در نظر گرفته شود. اواخر فصل، هنگام پیش بینی زمان و میزان آخرین آبیاری، عمق موثر ریشه تا ۱۲۰ سانتیمتر نیز گسترش می یابد.

مطابقت نیاز آبی گیاه با آبیاری

به طور کلی، منظور از آب آبیاری میزان آب ذخیره شده در نیمرخ خاک و هرگونه بارندگی موثر ثبت شده در طول فصل رشد است. بنابراین، یک روش برای تخمین نیاز آبیاری برابر است با بارندگی موثر بعلاوه محتوای آب خاک، منهای تبخیر و تعرق فصلی گیاه یا نیاز آبیاری. متوسط بلند مدت، نیاز آبیاری برای ذرت کاشته شده در خاک سیلتی لومی عمیق برابر با حدود ۱۵ تا ۳۵ میلیمتر آبیاری خالص در سال است. این مقادیر از مکانی به مکان دیگر و از سالی به سال دیگر به عنوان تابعی از شرایط آب و هوایی (بارندگی، تابش خورشید، دمای هوا، سرعت باد و رطوبت نسبی) که بر تبخیر و تعرق تأثیر می گذارد متفاوت است.

هنگام برنامه ریزی یک سیستم آبیاری، باید ظرفیت کافی سیستم برای تأمین میزان آب مصرفی محصول مطابق با ستون ۲ جدول ۱ در دسترس باشد. با این حال، تبدیل ساده میزان آب مصرفی محصول به ظرفیت مورد نیاز سیستم ممکن است منجر به ارتقای غیر ضروری اجزای سیستم آبیاری شود. از این رو لازم است برای تخمین میزان جریان آبی مورد نیاز سیستم آبیاری برای تأمین آب مصرفی محصول، ظرفیت نگهداری آب خاک و پتانسیل بارندگی را در طول فصل رشد در نظر گرفت. با استفاده از این روش می توان ظرفیت های سیستم را مطابق با نیاز دقیق آبی تعیین کرد و هزینه نصب و راه اندازی سیستم را به حداقل رساند.

هدف از مدیریت آبیاری باید تأمین آب کافی ضمن در نظر گرفتن پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی باشد. از آنجا که پاسخ عملکرد ذرت به کاربرد آب آبیاری از قانون کاهش بازده پیروی می کند یعنی وقتی محصول به حداکثر عملکرد نزدیک می شود، آخرین میلیمتر آب مصرفی، عملکرد دانه اضافی کمتری نسبت به اولین میلیمتر آب مصرف شده دارد. علاوه بر این، از آنجا که سیستم های آبیاری ۱۰۰ درصد در انتقال آب کارآمد نیستند، غیرممکن است که کل آب مورد استفاده به تبخیر و تعرق و در نهایت به عملکرد (دانه) تبدیل شود. بنابراین، مدیران هنگام تصمیم گیری در هنگام آخرین دفعات آبیاری، باید پتانسیل افزایش عملکرد دانه و هزینه استفاده از آب را در نظر بگیرند.

استفاده از چندین میلیمتر آب اضافی به طور بالقوه به دلیل عملکرد کاهش دانه ناشی از شستشوی عناصر غذایی از منطقه ریشه فعال و کاهش هوادهی خاک، عملکرد خالص به ازاء آب آبیاری مصرفی را کاهش می دهد. علاوه بر این، هزینه پمپاژ آب اضافی به هزینه های تولید ذرت می افزاید. هزینه های پمپاژ را می توان با ضرب میزان مصرف سوخت برای هر میلیمتر آبیاری در هکتار، در هزینه هر واحد سوخت تخمین زد. در شرایطی که منابع آب آبیاری و بارش طبیعی برای تأمین نیازهای تبخیر و تعرق محصول کافی نیست، آبیاری محدود یا کم آبیاری می تواند در افزایش عملکرد موثر باشد.

جدول ۱) متوسط مصرف آب ذرت (ETc*) بر اساس مرحله رشد برای ذرت ۱۱۳ روزه

مراحل رشد ذرت	تعداد روز هر مرحله رشد	آب مورد نیاز برای رسیدن به هر مرحله (mm)	**کل آب مورد نیاز در هر مرحله (mm)	متوسط مصرف آب (میلیمتر در روز)
ظهور گیاهچه (VE)	0-10	20.32	20.32	2.032
۴ برگی (V4)	۱۱-۲۹	45.72	66.04	2.54
۸ برگی (V8)	30-46	73.66	139.7	4.572
۱۲ برگی (V12)	47-55	45.72	185.42	6.604
شروع تاسل دهی (R1)	56-68	96.52	281.94	8.128
ابریشم دهی (R2)	69-81	96.52	378.46	8.128
دانه شیری (R3)	82-88	48.26	426.72	8.128
شروع فرورفتگی دانه (R4)	89-104	96.52	525.78	6.096
فرورفتگی کامل دانه (R5)	105-125	96.52	622.3	5.08
رسیدگی کامل (R5)	126-140	35.56	657.86	2.54

*: ETc میزان تبخیر تعرق گیاهی که از ضرب تبخیر و تعرق پایه (ET₀) در ضریب گیاهی ذرت بدست می آید.
 **: میزان آب به صورت خالص نیاز آبی و بدون در نظر گرفتن راندمان استفاده از آب در مزرعه محاسبه شده است.

با این حال، استفاده از آب کمتر از نیاز گیاه به طور معمول منجر به کاهش عملکرد در مقایسه با ذرت آبی می شود. در شرایط محدودیت شدید آبی، برای استفاده بهینه، لازم است آب موجود به مراحل حیاتی رشد مانند فاصله بین مرحله گرده افشانی تا مرحله اولیه خمیری دانه اختصاص داده شود.

مراحل رشد ذرت

بلافاصله پس از کاشت، مصرف آب گیاه تقریباً به طور کامل از تبخیر از سطح خاک تشکیل می شود. میزان تخمینی تبخیر و تعرق گیاهی معمولاً کمتر از ۲٫۵ میلیمتر در روز خواهد بود، مگر اینکه سطح خاک توسط آبیاری یا باران مرطوب شود. به دنبال بارش، میزان تبخیر خاک می تواند بیش از ۵ میلیمتر در روز باشد که بستگی به بافت خاک و بقایای گیاهی باقی مانده و میزان بارندگی دارد. آبیاری در این دوره توصیه نمی شود زیرا استفاده از آب از طریق سیستم های آبیاری می تواند باعث ایجاد سله در سطح خاک شود که نفوذ آب را کاهش داده و در بعضی موارد از ظهور گیاه جلوگیری کند. حفظ پوشش بقایای گیاهی مناسب باقی مانده با جذب انرژی برخورد قطره آب با خاک، سله را محدود کرده و با انعکاس بخشی از تابش خورشیدی ورودی، تبخیر خاک را به حداقل می رساند. در حدود دو هفته پس از ظهور گیاهچه، گیاه ذرت تا ارتفاع حدود ۱۵ سانتیمتری رشد می کند (مرحله ۴ برگی). سیستم ریشه دائمی در طول این مدت از گره ها و طوقه شروع به رشد می کند. در ارتفاع حدود ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتری بوته (مرحله ۶-۸ برگی)، گل تاجی (تاسل) و بلال شروع به تشکیل در داخل ساقه می کنند. تعداد ردیف ها و تعداد دانه در ردیف در این مرحله تعیین می شود. شاخص سطح برگ (LAI) که از صفر تا ۵ دامنه دارد، برای ذرت تحت آبیاری کامل تا ۲٫۰ افزایش می یابد. مصرف آب روزانه ذرت به طور متوسط بین ۴ تا ۶ میلیمتر در

روز است. اگر عوامل محدودکننده خاک مانند فشردگی، لایه نفوذ ناپذیر یا سنگ ریزه وجود نداشته باشد، ریشه های گیاه در ۵۰ سانتیمتر سطح بالای خاک متمرکز می‌شوند. با فرض عمق ریشه موثر ۵۰ سانتیمتر، آب قابل مصرف گیاه در خاک لومی سیلتی، ۸ میلیمتر و در خاک های شنی، ۴ میلیمتر است. در عمق آبیاری اول لازم است میزان بارندگی موجود را در نظر گرفته و سبک باشد تا تلفات نفوذ عمیق آب را محدود کند.

بین مرحله ۸ برگی و تا ظهور تاسل ذرت، سطح برگ و استفاده از آب به سرعت رشد می‌کند و به حداکثر میزان مصرف روزانه آب در هنگام گرده افشانی می‌رسد. عمق ریشه در این دوره از ۵۰ سانتیمتر به ۱۲۰ سانتیمتر افزایش می‌یابد و میزان آب موجود خاک برای رشد گیاه را دو برابر می‌کند. سطح برگ ذرت آبی با جمعیت گیاهی بالای ۶۰ هزار بوته در هکتار، به بیش از ۵ افزایش می‌یابد. نرخ استفاده از آب به طور متوسط طی یک دوره سه تا پنج روزه به ۸ میلیمتر در روز افزایش می‌یابد. با افزایش دمای هوا، رطوبت کم و وزش باد، میزان مصرف آب روزانه می‌تواند به بیش از ۱۰ میلیمتر در روز برسد. با توجه به میزان بالای مصرف آب، جلوگیری از تنش آبی در مرحله زایشی بسیار مهم است. تنش شدید آب در هنگام ابریشم‌دهی باعث خشک شدن ابریشم و دانه های گرده شده که باعث گرده افشانی ضعیف می‌شود. تنش آب در هنگام ابریشم‌دهی بیشترین کاهش عملکرد را به همراه خواهد داشت. عمق آبیاری باید متناسب با تبخیر و تعرق ذرت منهای باران باشد. البته بهتر است برای بارش احتمالی بعد از آبیاری مقداری آبیاری را کمی کمتر انجام داد به عنوان مثال در حدود ۱۲ میلیمتر برای خاک لومی سیلتی. نیاز آبی در مراحل اولیه زایشی بالا باقی می‌ماند، و اغلب در محدوده ۷ تا ۹ میلیمتر در روز تا مرحله خمیر باقی است. در این مدت، دانه ذرت در حال رشد است زیرا گیاه ماده خشک را به دانه منتقل می‌کند. رشد ریشه در مرحله تاول دانه شروع به کند شدن می‌کند و تقریباً در طول ۱۳۰ تا ۱۵۰ سانتیمتری برای باقی مانده فصل تقریباً ثابت است و آب موجود در خاک برای گیاه به حداکثر مقدار می‌رسد. برگهای پایینی در این مرحله شروع به از بین رفتن می‌کنند اما تأثیر کمی در میزان مصرف آب یا عملکرد دارند.

میزان مصرف آب ذرت با شروع مرحله خمیری دانه در پاسخ به کاهش تقاضای جوی (روزهای کوتاهتر و دمای خنک تر و تابش کمتر خورشید)، از دست دادن سطح برگ شفاف و تغییر در فیزیولوژی گیاه با نزدیک شدن به رسیدگی، کاهش می‌یابد. مصرف آب ذرت از ۷ به ۵ میلیمتر در روز تا مرحله فرورفتگی کامل دانه کاهش می‌یابد. از دست دادن برگ‌های پایینی در این دوره نیز ادامه دارد. فرض بر این است که منطقه ریشه ذرت در شرایط آبیاری کامل تقریباً در ۱۳۰ سانتیمتر ثابت می‌ماند. به دلیل کاهش نیاز به آب، سطح آب خاک را می‌توان در کمتر از ۵۰ درصد آب قابل تخلیه از خاک در انتهای مرحله فرورفتگی دانه کاهش داد بدون اینکه بر عملکرد دانه تأثیر بگذارد. با این حال، ذرت تا رسیدن به رسیدگی فیزیولوژیکی به مقداری آب احتیاج دارد، بنابراین باید همچنان میزان مصرف آب ذرت و سطح آب خاک را کنترل کرد.

با نزدیک شدن رسیدگی فیزیولوژیکی ذرت بدون تأثیر بر عملکرد نهایی دانه، آب ورودی به خاک را می‌توان کاهش داد. تعیین زمان قطع آبیاری یک تصمیم مهم اقتصادی است. صرفه جویی در یک آبیاری از طرق سیستم آبیاری محور مرکزی یا سیستم آبیاری فارو باعث کاهش هزینه‌های تولید مرتبط با پمپاژ آب آبیاری می‌شود.

زمان آبیاری در ذرت

پاسخ ساده این است که هر زمان رطوبت خاک محدود شود، آبیاری باید شروع شود. اما اغلب دیده میشود که به وجود رطوبت فراوان در خاک و دمای زیاد و بالای ۲۶ درجه سانتیگراد، در صورت عدم آبیاری، برگ ذرت شروع به لوله شدن یا پژمردگی می‌کند. از این رو، پژمردگی برگ شاخص قابل اعتمادی برای تنش خشکی واقعی در مزرعه نیست. بنابراین، عامل اصلی برای تعیین نیاز آبی ذرت، ارزیابی رطوبت خاک در سراسر منطقه ریشه است. ما باید میزان رطوبت خاک را با استفاده از روش‌های ساده تا سنسورهای پیشرفته رطوبت خاک ارزیابی کنیم تا مشخص شود آیا محصول به رطوبت بیشتری احتیاج دارد، تا در نهایت عملکرد محصول افزایش یابد. رشد و عمق ریشه ذرت در اواخر مراحل رویشی بسیار زیاد می‌شود، زیرا ذرت تقریباً ۷۵ درصد از توده ریشه را در این زمان توسعه می‌دهد. سنسورهای رطوبت خاک تأیید می‌کنند که در صورتی که تراکم و اشباع خاک، رشد ریشه را محدود نکند، فعالیت ریشه از حدود ۳۰ سانتیمتر به ۹۰ سانتیمتر یا بیشتر در اواخر مراحل رویشی افزایش می‌یابد. آبیاری زودرس و غیرضروری، اغلب می‌تواند رشد ریشه ذرت را به تأخیر بیندازد. ضمناً آبیاری بیش از حد یا بارندگی و اشباع خاک باعث کاهش رشد گیاه، کاهش عملکرد ذرت و از دست رفتن ازت نیز می‌شود.

از آنجا که نیاز آبی ذرت و حساسیت به تنش خشکی در طول مراحل رویشی (از ظهور گیاهچه تا تاسل‌دهی) با ابعاد گیاه افزایش می‌یابد، لذا تامین آب مورد نیاز در تمامی مراحل رویشی گیاه نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. اگرچه ذرت در مراحل اولیه رویشی کاملاً مستعد پژمردگی است، اما نسبت به کمبود آب خصوصاً تا قبل از مرحله ۹ برگگی بسیار متحمل است (شکل ۳). بنابراین، انتظار کاهش عملکرد ناشی از کمبود آب در مراحل اولیه رویشی کمتر قابل توجه است، به ویژه هنگامی که در نیمرخ خاک رطوبت باشد. بنابراین، لازم است، آبیاری بسیار محافظه‌کارانه تا قبل از مرحله تاسل‌دهی برنامه‌ریزی شود.



شکل ۳) تاثیر تنش خشکی در کاهش عملکرد در مراحل مختلف رشد ذرت

اولین و تنها مولفه عملکرد دانه ذرت که قبل از تاسل‌دهی تعیین میشود، تعداد ردیف‌های دانه در هر بلال است. اگر تنش خشکی در اوایل فصل به طور منظم و شدید پتانسیل عملکرد ذرت را در مراحل اواسط رویشی محدود کند،

شاهد تعداد کمتری ردیف دانه در هر بلال ذرت خواهیم بود. از طرفی اطلاعات جمع آوری شده از مزارع دیم ذرت در ایالات متحده نشان می‌دهد، ذرت دیم دارای تعداد ردیف دانه مشابه یا حتی کمی بیشتر از هیبریدهای مشابه در قطعات آبی است. از این رو نباید از کاهش پتانسیل عملکرد ذرت مرتبط با تنش خشکی قبل از تاسل‌دهی را نادیده گرفت. اما در مقابل باید توجه داشت که آبیاری یا باران زیاد پیش از تاسل‌دهی حتی ممکن است پتانسیل عملکرد ذرت را کاهش دهد.

لازم به ذکر است که بیشترین میزان تولید ذرت آبی جهان در مناطقی با بارندگی سالانه کم تولید می‌شود. این نشان می‌دهد که ذرت برای شرایط خشک نیز مناسب است. در حقیقت، اگر بارندگی فصلی بیش از ۷۵ سانتیمتر باشد، عملکرد کاهش پیدا خواهد کرد. بنابراین اثرات منفی مرتبط با رطوبت بیش از حد وجود داشته و لازم است در مدیریت ذرت مورد توجه واقع شود. با نزدیک شدن ذرت به مرحله تاسل‌دهی و مراحل اولیه زایشی، آبیاری ذرت باید بسیار سخاوتمندانه برنامه‌ریزی شود، تا بتواند به طور کامل از افزایش نیاز آبی محصول حمایت کند و از کمبود رطوبت یا مازاد آن جلوگیری کند. از آنجا که بر اساس یک قانون کلی، ذرت در مرحله رشد ۱۰ برگی و ارتفاع در حدود ۱۴۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر تقریباً ۲ هفته با تاسل‌دهی فاصله دارد. بنابراین، بهترین زمان برای تغییر در استراتژی آبیاری باید اندکی پس از مرحله ۱۰ برگی رخ دهد.

مدیریت آبیاری

مدیریت آبیاری اساساً تصمیم‌گیری در مورد زمان آبیاری و میزان مصرف است. این تصمیم باید براساس منبع آب آبیاری موجود، ظرفیت نگهداری آب خاک و میزان مصرف و نیاز آبی ذرت باشد. آبیاری‌های به موقع، آب کافی را برای جلوگیری از تنش ذرت فراهم می‌کند در حالی که بیشترین استفاده از آب باران و آب موجود در خاک خواهد شد. بنابراین، در برنامه ریزی آبیاری تمام منابع آبی در نظر گرفته میشود تا بازده اقتصادی فراهم شود. برای این منظور سنسورهای اندازه‌گیری پتانسیل آب خاک برای مدیریت آبیاری موجود است. این سنسورها اطلاعاتی در مورد چگونگی تبدیل قرائت‌های ثبت شده در مزرعه به مقدار آب موجود خاک یا میزان تخلیه آب خاک فراهم می‌کند (شکل ۴).

مدیریت آبیاری همچنین شامل در نظر گرفتن پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی هر آبیاری است. به عنوان مثال، تصور کنید که یک عملکرد تولید محصول نشان می‌دهد که آخرین ۵۰ میلی‌متر آبیاری اعمال شده منجر به تولید بیشتر ۳۲۰ کیلوگرم دانه در هکتار شده باشد. اگر قیمت ذرت وارداتی ۱۹۵۰۰ ریال در کیلوگرم باشد، افزایش درآمد حاصل از کاربرد آب ۶،۲۴۰،۰۰۰ ریال در هر هکتار است. اگر هزینه پمپاژ (ثابت و مالکیت) کمتر از ۶،۲۴۰،۰۰۰ ریال در هر هکتار باشد، درآمد خالص در نتیجه استفاده از آب افزایش می‌یابد. با این حال، مدیریت آبیاری باید جنبه‌های زیست محیطی آبیاری را نیز ارزیابی کند. اگر گیاه تمام آب آبیاری را استفاده نکند، باقیمانده آب چه اثرات زیست محیطی بالقوه‌ای دارد؟ اگر آب اضافی به سفره آبخوان راه یابد و ازت را به فرم نیترات که برای انسان سرطانزا است با خود حمل کند، آیا افزایش درآمد خالص ارزش آن را خواهد داشت؟

از طرف دیگر در برخی موارد مشاهده میشود بعضی زارعین خیلی زود آب را قطع کرده و باعث رسیدگی سریعتر ذرت می‌شوند. این بدان معنی است که دانه‌ها از نظر اندازه و وزن هرگز به پتانسیل کامل خود نخواهند رسید. در

مرحله فرورفتگی دانه، ذرت به ۷۵ درصد وزن خود رسیده است. متوقف کردن آبیاری در مرحله فرورفتگی باعث می‌شود که عملکرد ۱۵ تا ۲۰ درصد کاهش یابد. قطع آبیاری را می‌توان با درک چرخه زندگی گیاه ذرت، مشاهده خط شیری و بررسی رطوبت خاک مزرعه تعیین کرد.

به طور کلی، ذرت ۶۰-۷۵ روز پس از ابریشم‌دهی رسیده می‌شود. هنگامی که خط شیر ظاهر شد و حرکت خود را آغاز کرد، فقط ۲۱-۲۴ روز تا رسیدگی باقی مانده است. در اواخر فصل، ذرت فقط به ۱,۵ میلیمتر آب در روز نیاز دارد. اگر خط شیر ۷۵ درصدی انتهای دانه باشد، هوا خیلی گرم و خشک نبوده و سنسورها نشان دهنده رطوبت خوب خاک باشند، می‌توان آبیاری در مزارع آبیاری بارانی مرکز محور را قطع کرد. اما اگر هوا گرم و خشک باشد، بهتر است آبیاری ذرت تا زمان ظهور نقطه سیاه و ورود رطوبت اضافی به دانه، ادامه یابد. زیرا بهتر است آبیاری تا زمانی که دانه ذرت امکان جذب آب و افزایش وزن داشته باشد ادامه پیدا کند. حفظ رطوبت خاک تا زمان رسیدگی ذرت، موجب کاهش تنش و نزدیک شدن به پتانسیل عملکرد خواهد بود.



شکل ۴) نصب سنسور آبیاری در خاک، فلش قرمز مکان سنسور نسبت به ردیف ذرت را مشخص می‌کند.

با بررسی علائم رسیدگی امکان تعیین زمان مناسب قطع آبیاری مشخص می‌شود. در نظر گرفتن خط شیری به مشخص شدن زمان رسیدگی کمک می‌کند، تا زمانی که خط شیری (مرز بین نشاسته نرم و سخت) به سمت انتهای دانه در حرکت است، دانه در حال افزایش وزن است. در مرحله رسیدگی (R6) خط شیری به انتهای دانه رسیده و نقطه سیاه تشکیل شده و آبیاری بعد از آن دیگر نیاز نخواهد بود. در این زمان دانه به حداکثر وزن خشک خود رسیده و رطوبتی معادل با ۲۸ تا ۳۵ درصد خواهد داشت. آبیاری بعد از این تاثیری در عملکرد یا وزن دانه نخواهد داشت.

بافت خاک

خاکهایی که به عنوان درشت بافت طبقه بندی می‌شوند عبارتند از: شنی ریز، لومی شنی و شنی لومی ریز. این خاک‌ها به طور کلی ظرفیت نگهداری آب در دسترس گیاهان کمتر از ۱۲۰ میلیمتر در متر است. در این خاک‌ها در ۹۰ سانتیمتر بالایی خاک، آب موجود در شرایط ظرفیت مزرعه می‌تواند بین ۴۰ تا ۷۰ میلیمتر باشد. برخی از خاک‌ها

دارای لایه‌های محدود کننده ریشه در اعماق کم هستند که می‌توانند رشد ریشه را محدود کنند. ترکیبی از ظرفیت کم آب موجود در خاک و عمق ریشه کم منجر به یک مخزن آب و خاک نسبتاً کوچک می‌شود. مخازن کوچک خاک و آب سناریوهای چالش برانگیز مدیریت آب را ایجاد می‌کنند. آبیاری بیش از ۲۰ میلی‌متر می‌تواند منجر به تنش گیاه در صورت خرابی غیرمنتظره سیستم شود. آبیاری مکرر کمتر از ۱۰ میلی‌متر به دلیل مقدار آب از دست رفته در طی هر بار آبیاری، کارایی مصرف آب را کاهش می‌دهد. راه منطقی استفاده از برنامه‌های آبیاری نسبتاً مکرر (بین ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر آبیاری) است. در خاکهای با بافت متوسط و ریز به طور کلی ظرفیت آب موجود بیش از ۱۵۰ میلی‌متر در متر است. در این خاک‌ها در ۹۰ سانتیمتر بالایی، آب موجود خاک در شرایط ظرفیت مزرعه می‌تواند بین ۱۴۰ تا ۱۹۰ میلی‌متر باشد. از آنجا که این خاک‌ها می‌توانند آب بیشتری ذخیره کنند، انعطاف پذیری بیشتری در برنامه‌ریزی آبیاری دارند. اگر هیچ آب‌سویی یا رواناب سطحی رخ ندهد، آبیاری ۱۹ تا ۳۳ میلی‌متر برای این خاک‌ها مناسب است.

سیستم‌های آبیاری

در ایران، تقریباً ۷۰ درصد از سیستم‌های آبیاری سطحی و حدود ۳۰ درصد از طریق آبیاری تحت فشار انجام می‌شود. برای تعیین میزان آبی که ممکن است در هر فصل پمپ شود، برآورد بازده آبیاری لازم است. آبیاری جوی و پشته معمولاً دارای بازدهی در حدود ۵۰ درصد است. این بدان معناست که اگر ۱۰ میلی‌متر آبیاری خالص لازم باشد، در این سیستم باید ۲۰ میلی‌متر آب پمپاژ شود. با استفاده از سیستم استفاده مجدد، حداکثر بازده به نزدیک ۷۰ درصد افزایش می‌یابد و میزان آب پمپ شده به ۱۴ میلی‌متر کاهش می‌یابد. در آبیاری فارو، آبیاری سریع کل مزرعه مهم است. در صورت آبیاری یک در میان فاروها در یک مدت زمان مشخص، آب به مناطق بیشتری می‌رسد و عملکردی قابل مقایسه با آنچه در هنگام آبیاری تمام فاروها حاصل می‌شود، تولید می‌کند. علاوه بر صرفه جویی در وقت، ممکن است با اجرای آبیاری فاروی یک در میان، عمق کاربرد آب ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش یابد. بدون سیستم استفاده مجدد، بازده آبیاری فاروی یک در میان تقریباً ۶۰ درصد است. با یک سیستم استفاده مجدد، حداکثر کارایی به نزدیک ۷۵ درصد افزایش می‌یابد. سیستم‌های آبیاری بارانی مرکز محور با طراحی صحیح و نگهداری مناسب می‌توانند از ۸۵ تا ۹۰ درصد کارایی داشته باشند. یک سیستم آبیاری بارانی که ۹۰ درصد کارآمد باشد، برای ارائه یک آبیاری خالص ۱۰ میلی‌متر، به کاربرد ناخالص ۱۱ میلی‌متر آب نیاز دارد. اگر شیوه‌های زراعی برای انطباق با افزایش میزان کارایی مصرف آب تغییر کند و فاصله آبیاری‌ها کمتر ۲,۳۰ متر باشد، می‌توان با نزدیکتر کردن آبیاری به سطح خاک، کارایی سیستم را بهبود بخشید. سیستم‌های آبیاری بارانی مرکز محور امکان آبیاری با عمق و زمان دقیق تر را نسبت به سیستم آبیاری فارو فراهم می‌کند. توانایی استفاده از عمق آب مورد نیاز به سیستم آبیاری بارانی مرکز محور این امکان را می‌دهد تا از بارندگی به طور کامل استفاده کرده و پتانسیل تنش گیاهی را به حداقل برسانند.

نکات کلیدی:

- ۱- رطوبت خاک در نیمرخ خاک بهترین شاخص برای تعیین زمان آبیاری است.
- ۲- مقاومت ذرت در برابر کمبود آب در اوایل فصل بسیار بیشتر از حد انتظار است.
- ۳- اگر ذخایر رطوبت خاک در زمان کاشت کافی باشد، آبیاری‌های اولیه می‌تواند محدودتر انجام شود به شرطی که کمبود آن قبل از تاسل دهی و در تمام مراحل زایشی جبران شود.

منابع:

- Eisenhauer, D.E., D.L. Martin, G.J. Hoffman. 1997. *Irrigation Systems Management MSM452/852: Class Notes*. University of Nebraska, Lincoln, Neb.
- Hoffman, G. J., R.G. Evans, M.E. Jensen, D.L. Martin, and R.L. Elliot, Editors. 2007. *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. ASAE, St. Joseph, Mo.
- Ritchie, S.W., J.J. Hanway, and G.O. Benson. 1986. *How a Corn Plant Develops. Special Report No. 48*. Iowa State University Cooperative Extension, Ames, Iowa.
- Nebraska Department of Natural Resources. 2007. Annual Evaluation of Availability of Hydrologically Connected Water Supplies
http://www.dnr.state.ne.us/LB962/AnnualReport_2007/AnnualReport2007.pdf

تهیه‌کننده:

دکتر امیرزاد فرد

مکرمات توسعه کشت ذرت