شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

بهینه‌سازی کم‌آبیاری گندم به کمک توابع تولید آب- عملکرد

غلامرضا افشاری[۱]، علی غلامی[۲*]، محی الدین گوشه[۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

[۲] دانشیار گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

[۳] عضو هیأت علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

چکیده

در طی این تحقیق حد مجاز کاهش مصرف آب با استفاده از توابع آب-عملکرد جهت بهینه سازی کارایی مصرف آب در زراعت گندم استان خوزستان تعیین شد تا کشاورزان به عنوان بهره برداران اصلی از منابع آبی کشور، در شرایط خشکسالی با بهینه سازی مصرف آب استفاده صحیح از حداقل آب موجود داشته باشند. قابل ذکر است که رابطه بین عملکرد و آب مصرفی خطی نبوده و سهمی است بدین معنی که عملکرد محصول به همان میزانی که مصرف آب کاهش می یابد، افت نمی کند و هدف از کم آبیاری یا آبیاری محدود، افزایش کارایی مصرف آب از دو طریق است، یکی کاهش دفعات آبیاری (محدود به مراحل حساس رشد) و دیگری کاهش میزان مصرف آب در هر بار آبیاری. در طی این پژوهش بیشترین کارایی مصرف آب (۱/۰۱ کیلوگرم در مترمکعب) در ازای ۴۳۰۰ مترمکعب در هکتار آب مصرفی حاصل گردید. البته در این میزان مصرف آب عملکردی برابر ۴۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که از حداکثر عملکرد قابل انتظار (۴۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) حدود ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار (۱۲ درصد) کمتر است.

کلمات کلیدی: کم آبیاری، توابع آب-عملکرد، مدیریت آب، هدررفت خاک

مقدمه

کشاورزی پایدار به منظور تامین نیاز های غذایی بدون استفاده بهینه از منابع آب میسر نخواهد شد. در این میان باتوجه به کمبود منابع آب در کشور، اتخاذ روش های کم آبیاری و افزایش کارآیی مصرف آب با هدف افزایش تولید به ازاء هر واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از منابع محدود آب، امری ضروری و اجتناب ناپذیر است (بافکار و همکاران ۱۳۸۵). هدف اصلی در کم آبیاری افزایش کارآیی مصرف آب با حذف بخشی از آب آبیاری است که تاثیر معنی داری در افزایش عملکرد ندارد. البته کاربرد این روش آبیاری نیاز به مدیریت خاص و تجربه کافی دارد به طوریکه بتوان به حداکثر سود رسید. 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 کارا 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 اقتصاد کشاورزی (افزایش عملکرد ویا سود خالص به ازای واحد آب مصرفی) دارد. اما آنچه که ضرورت کار تحقیقاتی بیشتری را طلب می نماید، تعیین رابطه بین میزان محصول و آب مصرفی به منظور رسیدن به نقطه ای که با مصرف کمترین میزان آب، عملکرد محصول توجیه اقتصادی داشته باشد است. که این همان بهینه سازی کارایی مصرف آب می باشد (علیزاده ۱۳۸۴).

در واقع حصول حداکثر کارایی مصرف آب از طریق به حداقل رساندن مصرف آب موضوعی است که مورد نظر این تحقیق بوده و سعی دارد تا کارایی مصرف آب را با کاهش مجاز مصرف آب با استفاده از سیستم آبیاری بارانی تک شاخه ای برای ایجاد رژیم‌های مختلف رطوبتی (مقدار آب آبیاری) در شرایط اقلیم و خاک جنوب استان خوزستان، بهینه سازی نماید. همچنین باید به این نکته توجه داشت که از ۷,۳ میلیون هکتار اراضی زیرکشت آبی کشور، فقط درحدود۳۳۰ هزار هکتار تحت پوشش آبیاری تحت فشارمی باشد که رقم بسیار نازلی است. این درحالی است که کشاورزی ما از کم آبی در رنج بوده و از سویی دیگر کارایی مصرف آب نیز در کشور بسیار پایین تر از حد جهانی بوده و متأسفانه رقمی معادل ۷۰۰ گرم مادهٔ خشک به ازای هر متر مکعب آب مصرفی می باشد (جانباز ۱۳۷۵).

* ایمیل نویسنده مسئول: a.gholami@iauahvaz.ac.ir

در اکثر تحقیقات انجام گرفته قبلی بررسی کم آبیاری یک راهکار برای تولید بهینه محصول تحت شرایط کمبود آب است که اولین پیامد آن کاهش محصول درواحد سطح است. قبادیان (۱۳۵۰) تخمین زده است که آبیاری مزارع گندم به شکل فعلی در منطقه دشت آزادگان، باعث بالا آمدن سالانه ۲۰ تا ۴۰ سانتیمتر سطح آب زیرزمینی خواهد شد. شایان ذکر است که وضعیت آبیاری مزارع از سال ۱۳۵۰ تاکنون نه تنها بهبود نیافته، بلکه وخیم تر شده است. کمبود آب همچنین می تواند سبب کاهش دور آبیاری و یا افزایش صرفه اقتصادی شود . براساس تحقیق شیخ حسینی (۱۳۷۵) روی محصول جو ، دور آبیاری ۷ روز بر ۱۴ روز برتری داشت . دردور آبیاری ۷ روزه ، تیمار با مقدار آبیاری به میزان ۶۰درصد نیاز آبی گیاه ، اختلاف معنی داری با تیمار آبیاری کامل نداشت. هینطور در تحقیق جانباز (۱۳۷۵) روی محصول گندم گزارش شد که بیشترین صرفه اقتصادی در دور ۷روز ، مربوط به تیمار ۶۰ درصد تبخیر – تعرق و در دور ۱۴ روز مربوط به تیمار ۲۰ درصد تبخیر - تعرق است و برای گندم حد بهینه کاهش آب مصرفی ۴۵ درصد (۲۵۴۴ مترمکعب در مقابل ۴۶۲۵ متر مکعب آبیاری کامل) بدست آمده است.

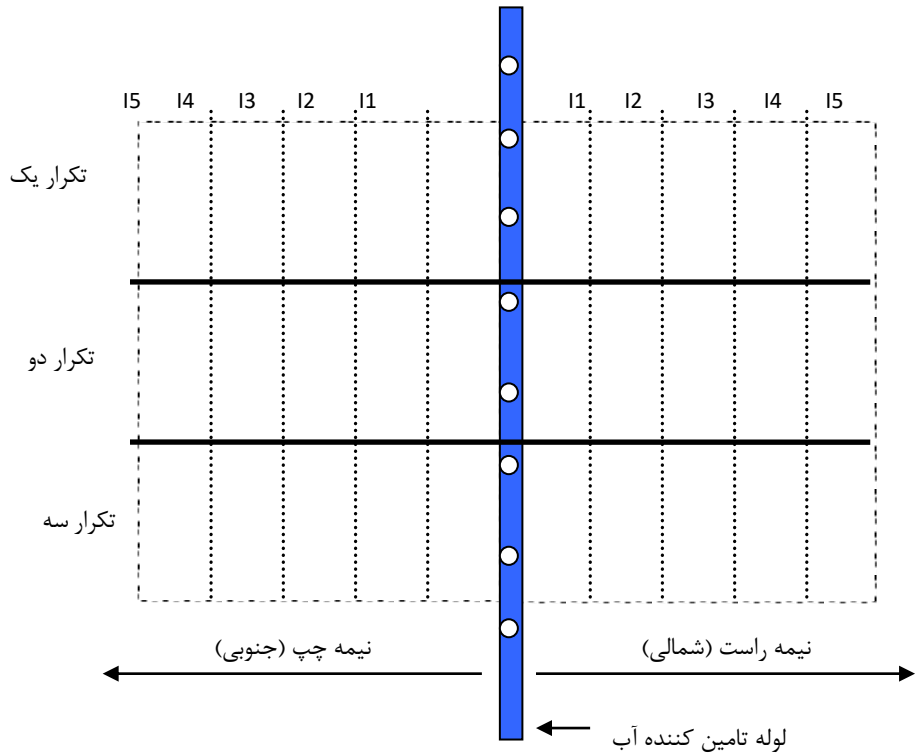
یکی از اقدامات مدیریت آبیاری (به ویژه در شرایط کم آبی)، بهینه سازی کارایی مصرف آب است. یکی از روشهای مناسب و متداول در جهت بهینه سازی کارایی مصرف آب، استفاده از روش آبیاری بارانی تک شاخه ای می باشد. در این روش تابع تولید به ازاء مقادیر مختلف آب مصرفی رسم میگردد و بنابراین میتوان حدی از تولید بهینه با صرف کمترین میزان آب را تعیین نمود (پوپسکو و گافیتینو ۱۹۹۰). در تحقیق به عمل آمده توسط نیکخواه و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی روشهای مدیریت آب کشاورزی در شهرستان ابرکوه استان یزد که عمدتاً با مسائل کم آبی و شوری منابع آب و خاک روبرو است، پرداخته و راهکارهای عملی و علمی مبتنی بر تحقیقات در دو مزرعه ی گندم اجرا شد. این روشها شامل تغییر روش آبیاری، تسطیح مناسب، تقویم آبیاری (زمان و مقدار آبیاری)، تراکم کاشت و کوددهی بوده است. برای ارزیابی اقدامات مذکور، میزان آب مصرفی در طول یک فصل کامل زراعی ثبت شد و عملکرد دانه و شاخص کارآیی مصرف آب (نسبت عملکرد به آب مصرفی) تعیین و با تیمار شاهد (زمین کشاورز) مقایسه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که در صورت اجرای دقیق راهکارهای مذکور، م یتوان بدون کاهش معنی دار در عملکرد محصول، مدت زمان آبیاری را تا ۱۵ درصد مقدار فعلی کاهش داد و در مصرف آب صرف هجوئی به عمل آورد. از جمله دستاوردهای این پژوهش افزایش ۲۰ درصدی شاخص کارآیی مصرف آب بوده است که گامی عملی در جهت افزایش درآمد کشاورز، کمک به تداوم فعالیتهای کشاورزی در روستاها، کاهش مصرف نهادههای کشاورزی (به ویژه آب) و نهایتاً کمک به پایداری تولید محصولات کشاورزی در شرایط خشکسالی و کم آب یهای اخیر محسوب می گردد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۵-۹۴ در مزرعه‌ای واقع در جنوب شهر اهواز به طول شرقی ´۴۸ °۴۰ و عرض شمالی ´۳۱ °۲۰ و ارتفاع ۱۷ متر از سطح دریا انجام شد. اقلیم گرم و خشک با میانگین بارندگی و تبخیر سالانه به ترتیب ۲۰۰ و ۳۵۰۰ میلیمتر، میانگین درجه حرارت و رطوبت نسبی سالانه به ترتیب ۲۴ درجه سانتیگراد و۵۰ درصد از مشخصات این منطقه می‌باشند (سال‌نامه هواشناسی، ۱۳۸۳). وقوع بارندگی در ماه‌های مهر تا اردیبهشت بوده ولی بیشترین پراکنش آن در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند می‌باشد. خاک غالب منطقه در تحت گروه Typic Torriorthents و خانواده fine, carbonatic, hyperthermic با بافت لوم رسی سیلتی تا رس سیلتی و بیش از ۴۰٪ آهک در خاک سطحی، می‌باشد. از یک سیستم آبیاری بارانی تک خطی برای ایجاد رژیم‌های مختلف رطوبتی (مقدار آب آبیاری) استفاده شد. به این ترتیب که، دامنه‌ای از مقادیر مختلف آب از آبیاری مناسب یعنی رساندن رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به حد ظرفیت مزرعه (I1) تا تنش شدید رطوبتی (I5) بر اساس تابعی از الگوی پاشش سیستم آبیاری بارانی تک‌خطی، ایجاد شد. شکل 1 شمایی از پمپ آب استفاده شده و سیستم آبیاری را نشان می دهد.

شکل ۱. نمایی از سیستم آبیاری تک شاخه ای مورد استفاده

تیمارهای آبی عبارت بودند از، مقادیر آب در فاصله‌های دو متری عمود بر خط پاشش به طوری که ۵ تیمار در فاصله ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ متر از طرفین خط پاشش و در سه تکرار (در مجموع ۳۰ کرت آزمایشی) ایجاد شد. طول هر کرت ۱۲ متر و عرض آن ۲ متر و بنابراین مساحت هر کرت آزمایشی ۲۴ مترمربع (۱۲×۲ متر) بود. سطوح کشت شده تحت آبیاری طرفین تیمارها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند (شکل 2).



شکل ۲. نمایی از وضعیت تیمارها نسبت به خط پاشش آب آبیاری

عملیات کاشت به وسیله خطی‌کار با فاصله خطوط ۲۰ سانتیمتر، تراکم ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم بذر چمران صورت گرفت. از کل کود اوره مورد نیاز، نیمی به صورت پایه و نصف دیگر در دو تقسیط در مراحل اواخر پنجه زنی و انتهای ساقه‌دهی مصرف گردید. برای سبز شدن بذور و رشد یکنواخت گیاهچه ها، دو نوبت آبیاری اول به روش سطحی در شرایط کنترل شده رطوبت خاک و میزان آب آبیاری، انجام شد.

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، در انتهای دوره رشد و زمان برداشت محصول، با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها، از دو خط کاشت وسط نمونه‌برداری صورت گرفت. توابع آب- عملکرد به کمک دو نرم افزار اکسل (تابع رگرسیون) و CurveExpert 1.3 (تابع سهمی) رسم شد و روابط بین میزان آب مصرفی با عملکرد تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کشت گندم در جدول (۱) و خصوصیات حاصلخیزی خاک در جدول (۲) ارائه شده‌اند.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل تحقیق (قبل از کاشت) در آزمایش اول

جرم مخصوص ظاهری ($g.cm^{-3}$)	رطوبت حجمی یا وزنی نقطه پژمردگی	رطوبت حجمی ظرفیت زراعی	رطوبت اشباع(حجمی)	بافت	رس	سیلت	شن	اسیدیته	هدایت الکتریکی عصاره اشباع ($dS.m^{-1}$)	عمق (cm)
	(%v)				(%)					
۱/۳	۱۹	۳۰	۵۲/۲	رسی	۴۲	۳۴	۲۴	۷/۶	۲/۹	۰-۳۰
۱/۳	۱۹	۲۹	۵۱/۷	رسی	۴۲	۲۸	۳۰	۷/۷	۲/۲	۳۰-۶۰

جدول ۲. خصوصیات حاصلخیزی خاک مورد مطالعه (قبل از شروع آزمایش) تا عمق ۳۰ سانتیمتری در آزمایش اول

سولفات مس	سولفات منگنز	سولفات روی	سولفات آهن	پتاس	سوپر فسفات	اوره	مس	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	کربن آلی (%)
			($kg.ha^{-1}$)						($mg.kg^{-1}$)				
۰	۰	۰	۵	۵۰	۱۰۰	۳۰۰	۱/۲	۵/۹	۸/۹	۸/۱	۲۶۲	۷/۹	۰/۵۵

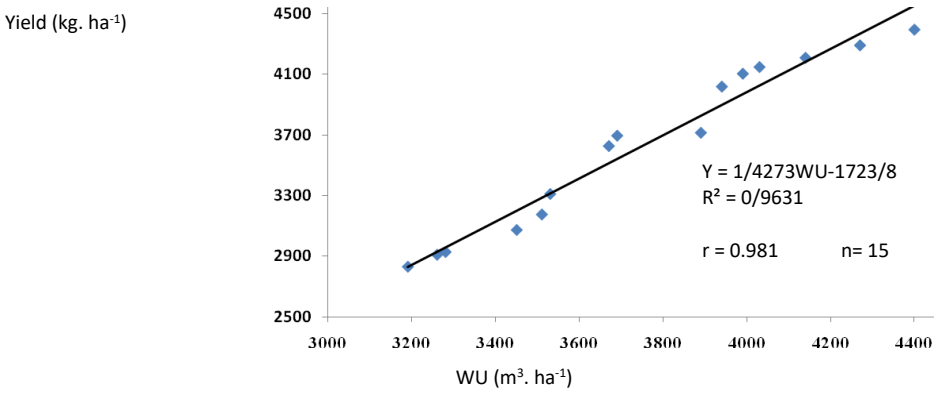
مقدار کل بارندگی ثبت شده در این بازه زمانی ۱۹۶/۳ میلیمتر بود. بنابراین، بارندگی موثر به روش حفاظت خاک ایالات متحده و برای باران‌های کمتر از ۲۵۰ میلیمتر (رابطه ۱)، ۱۷۵ میلیمتر تعیین گردید. جدول ۳ میانگین کل آب مصرفی شامل آبیاری تیمارها (پنج نوبت) و بارندگی موثر و همچنین میانگین عملکرد دانه در هر تیمار و برای سه تکرار را نشان می‌دهد. با افزایش فاصله از خط پاشش مقادیر عملکرد دانه و آب آبیاری کاهش یافته است.

جدول ۳. میانگین مقادیر کل آب مصرفی و عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری*

تکرار	کل آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)					عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
۱	۴۲۷۰	۳۹۹۰	۳۸۹۰	۳۵۳۰	۳۲۸۰	۴۲۸۹	۴۱۰۲	۳۷۱۳	۳۳۱۰	۲۹۲۸
۲	۴۴۰۰	۴۰۳۰	۳۶۷۰	۳۴۵۰	۳۱۹۰	۴۳۹۲	۴۱۴۶	۳۶۲۶	۳۰۷۳	۲۸۳۱
۳	۴۱۴۰	۳۹۴۰	۳۶۹۰	۳۵۱۰	۳۲۶۰	۴۲۰۷	۴۰۱۷	۳۶۹۴	۳۱۷۵	۲۹۱۰
میانگین	۴۲۷۰	۳۹۸۰	۳۷۵۰	۳۵۰۰	۳۲۴۰	۴۲۹۶	۴۰۸۸	۳۶۷۸	۳۱۸۶	۲۸۹۰

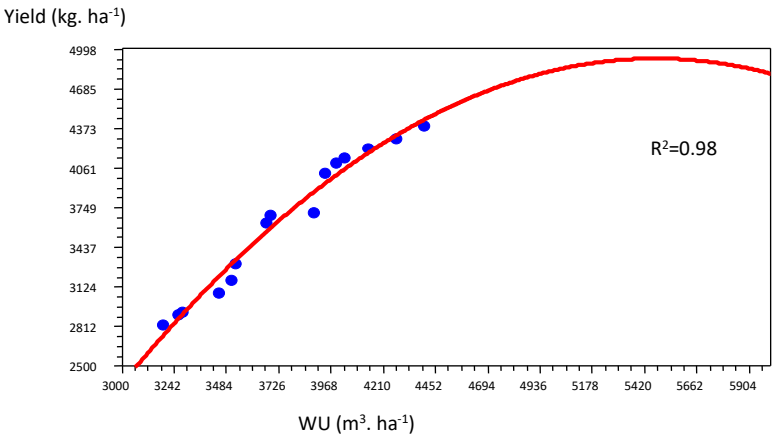
* تیمارهای T_1 تا T_5 به ترتیب فاصله ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ متر از خط پاشش هستند.

اشکال 3 و 4 تابع تولید آب- عملکرد را نشان می‌دهد. در شکل 3 فرم خطی (رگرسیون) و معادله درجه اول آن آورده شده و در شکل 4 منحنی سهمی تابع تولید درج گردیده است. در هر دو شکل، محور افقی میزان مصرف آب در تیمارها و محور عمودی، عملکرد دانه می‌باشند که داده‌های هر دو از جدول ۳ استخراج شده‌اند.



شکل 3. برازش تابع تولید آب- عملکرد گندم به شکل خطی و معادله آن

همان‌طورکه در شکل 3 ملاحظه می‌گردد رابطه بین آب آبیاری و عملکرد محصول گندم یک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح یک درصد (r =0.981) دارد. این بدان معنی است که با افزایش مقدار آب، عملکرد محصول افزایش می‌یابد.



شکل 4. برازش تابع تولید آب- عملکرد گندم به شکل سهمی

شکل 4 نیز نشان می‌دهد که حداکثر میزان محصول گندم (۴۹۲۵ کیلوگرم در هکتار) در ازای مقدار مصرف آب حدود ۵۵۰۰ متر مکعب در هکتار حاصل شده است. از این میزان مصرف آب به بعد، عملکرد کاهش یافته و منحنی شیب نزولی پیدا می‌کند. مصرف کمتر از این مقدار نیز کاهش عملکرد به همراه خواهد داشت.

منابع

بافکار، ع.، قمرنیا، ه. و طاهری تیزرور، ع.، ۱۳۸۵.اصول آبیاری عمومی. انتشارات دانشگاه رازی.

علیزاده، ا.، ۱۳۸۴. طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع) مشهد.

قبادیان، عطاءاله. ۱۳۵۰. علل شورشدن خاک های خوزستان و طرق جلوگیری از آن. اهواز: انتشارات دانشگاه جندی شاپور اهواز.

جانباز ،ح.۱۳۷۵. مطالعه اثر تنش آبی و دور آبیاری بر عملکرد محصول محصول گندم در منطقه کرج . پایان نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران،۱۱۵ صفحه.

شیخ حسینی،م. ۱۳۷۵ .اثرات تنش آبی و دور آبیاری بر عملکرد محصول جو در علیزاده، امین.، ۱۳۷۸. رابطه آب و خاک و گیاه». دانشگاه امام رضا(ع).

نیکخواه، م.، رحیمیان، م، ح.، ۱۳۹۴. ارزیابی برخی راهکارهای مدیریتی افزایش شاخص کارآیی مصرف آب مزارع گندم در شرایط شور. نشریه آب و توسعه پایدار، شماره ۳.

Popescu, G., Gafiteanu, D. 1990. Water efficiency evaluation in some irrigated crops in Moldavia. Crcetari- Agronomic in Moldova. 23, 21-29.