نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۴، جلد۶، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۳۰-۳۱۶

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 6, Winter 2013, p. 316-330

ارزیابی استفاده از آب زیرزمینی توسط سه رقم گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

هوشنگ قمرنیا[۱*]، میلاد فرمانی فرد[۲]، شهریار ساسانی[۳]

چکیده

آب زیرزمینی یک منبع رایگان جهت تأمین آب کشاورزی است. در این تحقیق اثر اعمال همزمان آبیاری تکمیلی در دو سطح (آبیاری در زمان‌های دانه‌دهی و همچنین دانه‌دهی و گلدهی) بر روی سه رقم گندم با نام‌های کراس البرز، بهار و W33g با حضور سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متر، در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمایش فاکتوریل، در دو سال زراعی ۸۹-۸۸ و ۹۰-۸۹ بررسی شد. آزمایشات در ایستگاه تحقیقاتی لایسیمتری شماره یک دانشگاه رازی انجام شد. نتایج نشان داد که، بین دو تیمار آبیاری تکمیلی در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود. همچنین، در سال اول بیشترین مشارکت از آب زیرزمینی برابر با ۷۱/۳۷٪ برای تیمار بهره‌مند از تک آبیاری تکمیلی در زمان دانه‌دهی (رقم W33g) و کمترین میزان مشارکت نیز ۶۳/۵۰٪ ، مربوط به تیمار بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی (رقم بهار) بود. در سال دوم نیز بیشترین و کمترین درصد مشارکت به ترتیب برابر با ۷۶/۸۶٪ (برای حالت تک آبیاری دانه‌دهی و رقم کراس البرز) و ۶۶/۴۰٪ (برای حالت دو آبیاری تکمیلی و رقم W33g) بدست‌آمد. علاوه بر این از لحاظ عملکرد دانه نیز رقم W33g در هر دو سال بالاترین مقدار را بخود اختصاص داد.

واژه های کلیدی: آبیاری تکمیلی، گندم، عملکرد دانه، کارائی مصرف آب، لایسیمتر، مشارکت آب زیرزمینی

مقدمه [۱]

در حال حاضر کشور پهناور ایران بدلیل نازل بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار دارد و همچون سایر کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین دچار کم آبی بوده و پیش بینی می‌شود که طی نیم قرن آتی، ایران از جمله ۶۶ کشوری باشد که از تنش آبی رنج خواهد برد (۲). از طرفی گندم بعنوان غذای پایه کشور بشمار آمده و خودکفایی در تولید این محصول به یک آرمان ملی مبدل گردیده است. گندم در ایران سالانه دارای سطح زیر کشت قابل توجهی بوده و افزایش محصول آن روز بروز مورد توجه قرار گرفته است. در قسمت قابل توجهی از اراضی کشور، بدلیل عدم دسترسی کافی به آب و عدم آبیاری کافی و در نتیجه تنش رطوبتی در مرحله پرشدن دانه، بذر تولیدی چروکیده و غیر استاندارد بوده و در نتیجه تولید تا سه تن در هکتار نیز کاهش می‌یابد و بدین دلیل میانگین تولید گندم آبی کشور کمتر از چهار تن است (۱).

کم‌آبیاری به عنوان یک استراتژی سودمند اقتصادی در وضعیت محدودیت آبیاری و با هدف حداکثر استفاده از واحد حجم آب مصرفی مطرح است (۴). منظور از آبیاری تکمیلی، کاربرد مقدار محدودی آب در زمان توقف بارندگی است تا آب کافی جهت رشد بوته‌ها و افزایش و ثبات عملکرد دانه تأمین گردد. بدیهی است که این مقدار آب مصرفی، به تنهایی برای تولید گیاه زراعی کافی نیست، بنابراین از ویژگی‌های ضروری آبیاری تکمیلی، تکمیل طبیعت باران و آبیاری است (۵ و ۷). در واقع آبیاری تکمیلی یک مداخله موقت است و به نحوی طراحی شده است تا بتوان در زمانی که آب فراهم است تعرق طبیعی گیاه را افزایش داد. از طرف دیگر کاربرد آن در زمانی که بارندگی برای رشد گیاه زراعی کافی است، نامناسب می‌باشد (۲۰).

از طرفی اگر گیاه مجبور به جذب مقداری از نیاز آبی خود از آب زیرزمینی گردد، نتیجتاً مقدار آب جذب شده از خاک و همچنین عمق آبیاری مورد نیاز آن کاهش می‌یابد. بنابراین آب زیرزمینی یک منبع رایگان جهت تأمین آب کشاورزی است که بعضی اوقات آن را آبیاری زیرزمینی نیز می‌نامند. وجود منابع آب زیرزمینی کم‌عمق که اغلب با مسائل شوری و ماندابی مواجه هستند در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به چشم می‌خورد (۶). از نظر مهندسی راه حل اصلی، پائین انداختن سطح ایستابی از طریق احداث سیستمهای مختلف زهکشی زیرزمینی است، غافل از اینکه بالا بودن سطح آب زیرزمینی نعمتی است که از آن می‌توان جهت جبران قسمتی از نیازهای آب مورد نیاز گیاه استفاده نمود (۱۱).

تحقیقات نشان داده که حدوداً ۲۰٪ تا ۴۰٪ تبخیر و تعرق مورد نیاز گیاهان مختلف می‌تواند از جریان صعودی آب حاصل از موئینگی سطح ایستابی در اعماق ۰/۷ تا ۱/۵ متر تأمین شود (۱۵، ۲۴و ۲۵). در

۱و۲- دانشیار و دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه
(* - نویسنده مسئول: Email: Hghamarnia@razi.ac.ir)
۳- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، کرمانشاه

Archive of SID
www.SID.ir

اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، مشارکت آب زیرزمینی بر نیاز تبخیر و تعرق می‌تواند احتیاجات آبی گیاه را بدون ایجاد اثر منفی بر محصول، کاهش داده و حتی در برخی شرایط بطور کامل برطرف کند. اما در حالتی که سطح ایستابی، در عمق کمی قرار داشته باشد، اثر منفی بر روی گیاه خواهد داشت (۱۹، ۲۳).

آزمایشاتی مزرعه‌ای برای برنامه‌ریزی آبیاری برای محصول گندم تحت شرایط سطح ایستابی کم عمق توسط Singh and Chauhan (۱۹۹۶) در هند انجام شد. مقادیر فصلی مشارکت آب زیرزمینی بین ۱۴۱ تا ۱۵۸ میلی‌متر در سال متغیر بود، همچنین تبخیر و تعرق فصلی محصول گندم بین ۳۴۳ الی ۳۸۸ میلیمتر تغییرکرد. میزان مشارکت آب زیرزمینی در تامین نیاز آبی گندم ۴۱٪ بود. سطح آب زیرزمینی در طی فصل رشد از ۵۰ تا ۱۱۰ سانتیمتر در نوسان بود (۲۷).

Gowing et al (۲۰۰۹)، تاثیر شوری را بر کارایی آب برای گندم در شرایط کم آبیاری برای آب زیرزمینی کم عمق بررسی نمودند. آنها در تحقیق خود از آزمایشات لایسیمتری به منظور بررسی صعود کاپیلاری از سطح ایستابی که در عمق یک متری ثابت شده بود و دارای تقاضای متوسط تبخیر ۵ میلیمتر بر روز برای شرایط مختلف شوری بود، استفاده نمودند. شوری آب زیرزمینی بین مقادیر ۲ تا ۸ دسی زیمنس بر متر متغیر بود و آبیاری سطحی تکمیلی (کم آبیاری) با آب با شوری بین ۱ الی ۴ دسی زیمنس بر متر صورت گرفت. نتایج تحقیق آنها نشان داد که به طور کلی افزیش شوری میزان جذب آب توسط محصول را کاهش داد اما در بسیاری از نتایج گیاه گندم ۴۰ درصد آب مورد نیاز خود را از آب زیرزمینی تامین کرد (۱۰).

Sophocleous and Luo (۲۰۱۰)، میزان مشارکت فصلی آب زیرزمینی را در تامین آب مورد نیاز گیاه گندم در یک آزمایش لایسیمتری با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده و مدل هایدروس مورد بررسی قرار دادند. آنها از سناریوهای اعماق مختلف سطح ایستابی و همچنین سطوح مختلف آبیاری و بارندگی استفاده کردند. نتایج نشان داد مقادیر متوسط تبخیر از آب زیر زمینی (صعود موبینه) در سطوح مختلف عمق آب زیرزمینی با مقدار آب ورودی به خاک (آبیاری و بارندگی) همبستگی مناسبی دارد. همچنین متوسط درصد مشارکت آب زیرزمینی در تامین آب مورد نیاز گیاه تابعی بود از مقدار آب ورودی به خاک و عمق آب زیرزمینی که گاها در شرایط عمق سطح ایستابی ۱ متر، این مقدار به ۷۵٪ می‌رسید.

تحقیقات اخیری که توسطLiu and Luo (۲۰۱۱) در شرایط مزرعه و با استفاده از لایسیمتر بر روی گندم جهت بررسی اثر سطوح ایستابی مختلف بر روی عملکرد محصول و راندمان کاربرد آب انجام شد، نشان داد که مشارکت سالانه آب زیرزمینی (که در اعماق ۴۰ تا ۱۵۰ سانتیمتر قرار داشت) بیشتر از ۶۵٪ مجموع بارندگی و نیاز تبخیر و تعرق پتانسیل گندم را برطرف می‌سازد. همچنین وقتی‌که سطح ایستابی در عمق کمتر از ۱۱۰ سانتی‌متر قرار داشت، کمک آب زیرزمینی و بارندگی تقریباً تمامی نیاز سالانه تبخیر و تعرق گندم را تأمین نمود (۱۷).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر متقابل اعمال دو تیمار آبیاری تکمیلی بر روی عملکرد و کارائی مصرف آب دانه و پروتئین سه رقم گندم، تحت سطح ایستابی ثابت (۸۰ سانتی‌متر) در قالب آزمایش فاکتوریل دو عاملی و طرح کاملاً تصادفی، در سه تکرار بود.

مواد و روش‌ها

آزمایشات در ایستگاه لایسیمتری تحقیقاتی شماره یک پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی با مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا انجام شد. در این تحقیق از دو دسته آمار و اطلاعات روزانه و بلند مدت (۳۰ ساله) جهت برآورد مشخصات آب و هوایی طرح، برآورد مقادیر ضریب گیاهی روزانه در مقاطع مختلف رشد و همچنین برآورد میزان نیاز آبی طرح با استفاده از روش تشتک تبخیر در سال‌های ۸۹-۸۸ و ۹۰-۸۹ استفاده شد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن از نوع نیمه‌خشک می‌باشد. خلاصه پارامترهای هواشناسی در دو سال اجرای طرح در جدول(۱) ارائه شده است. خصوصیات فیزیکی و شیمیائی خاک مورد استفاده در جداول(۲) و (۳) نشان داده شده است. همچنین بر اساس تجزیه تحلیل چند نمونه از آب مورد استفاده که در ماه‌های فروردین تا خرداد سال ۱۳۹۰ صورت گرفت، خصوصیات آب مورد استفاده در جدول(۴) آمده است.

در این تحقیق از تعدادی لایسیمتر از جنس پلی‌اتیلن و قطر ۳۰ سانتی‌متر استفاده شده که انتهای این لایسیمترها توسط رینگ و فلنچ کاملا آب‌بندی تا از خروج آب از انتهای آنها جلوگیری شود. یک لایه ۵ سانتی‌متری شن در کف این لایسیمترها ریخته شد که بر روی آن یک لایه ۵ سانتی متر ماسه قرار گرفته و در نهایت لایسیمترها از خاک رسی سیلتی (خاک زراعی محل) که شامل ۴۹/۶٪رس، ۴۱/۷٪سیلت و ۸/۷٪ماسه پرگردیدند. در موقع انجام عملیات کشت نیز، اعمال قبل از کاشت اعم از آماده‌سازی، سله شکنی و کوددهی خاک با دقت مناسب صورت گرفت. در موقع کاشت (اول آذر ماه هر دو سال) نیز، ۴۰۰-۴۵۰ بذر در متر مربع کشت صورت گرفت. برای ایجاد سطوح ایستابی مدنظر از ماریوت سیفون استفاده شد. منبع آب طوری تنظیم گردید که در حالت پر بودن سطح آب هم سطح لوله زهکش لایسیمتر گردد و با مصرف آب مخزن سطح آب نیز رو به کاهش نهد. در پایان هر ۲۴ ساعت و در یک ساعت مشخص مقدار شاخص مخزن هر ماریوت سیفون قرائت و به عنوان میزان مصرف از آب زیرزمینی آن لایسیمتر منظور گردید. از اینرو مقدار آب مصرف شده از مخزن در واقع نشان-دهنده میزان کمک آب زیرزمینی به تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- پارامترهای هواشناسی در دو سال زراعی تکرار طرح

سال	ماه میلادی	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	سرعت باد (m/s)	رطوبت نسبی (٪)	مجموع ساعات آفتابی (hr)	تعداد روزهای بارانی و برفی	بارندگی ماهانه (mm)	تبخیر از تشتک ماهانه (mm)
۸۸ – ۸۹	آذر	۰/۷۰	۱۱/۳۰	۱۴/۸۰	۷۴/۰۲	۱۳۶/۹۰	۱۱	۲۴/۱۰	–
	دی	۱/۴۰	۱۴/۱۰	۶/۲۵	۶۱/۲۶	۱۴۹/۳۰	۶	۳۶/۷۰	–
	بهمن	−۰/۳۰	۱۱/۷۰	۵/۹۴	۶۵/۱۹	۱۵۸/۱۰	۱۱	۶۸/۵۰	–
	اسفند	۵/۲۰	۱۷/۴۰	۷/۷۲	۵۵/۷۲	۱۳۲/۰۰	۱۱	۵۷/۵۰	–
	فروردین	۵/۲۰	۱۹/۹۰	۷/۵۲	۵۹/۱۹	۲۰۶/۸۰	۱۲	۶۰/۹۰	۷۹/۶۰
	اردیبهشت	۹/۲۰	۲۴/۶۰	۷/۸۹	۵۶/۰۴	۲۰۰/۴۰	۱۳	۷۹/۷۰	۱۵۳/۳۰
	خرداد	۱۳/۱۰	۳۴/۵۰	۷/۵۵	۲۵/۵۴	۳۳۴/۴۰	۲	۲/۷۰	۲۸۴/۸۰
۸۹ – ۹۰	آذر	−۱/۵۰	۱۶/۸۰	۴/۸۰	۵۲/۲۸	۲۱۶/۹۰	۳	۲۴/۰۰	–
	دی	−۲/۲۰	۹/۷۰	۵/۱۸	۷۱/۱۲	۱۴۱/۵۰	۱۱	۵۰/۵۰	–
	بهمن	−۲/۷۰	۸/۲۰	۶/۰۱	۷۳/۱۰	۱۳۰/۸۰	۱۵	۶۵/۲۰	–
	اسفند	۰/۵۰	۱۵/۶۰	۷/۷۲	۵۱/۸۹	۱۸۱/۵۰	۱۰	۲۰/۴۰	–
	فروردین	۴/۴۰	۲۰/۳۰	۶/۳۳	۴۶/۶۷	۱۹۱/۳۰	۱۰	۴۶/۹۰	۸۰/۲۰
	اردیبهشت	۹/۴۰	۲۳/۷۰	۷/۸۹	۵۷/۵۹	۱۷۹/۵۰	۱۲	۱۱۹/۷۰	۱۲۰/۴۶
	خرداد	۱۲/۹۰	۳۳/۸۰	۷/۲۵	۲۵/۳۸	۳۱۴/۱۰	۰	۰	۳۰۴/۵۶

جدول۲- خصوصیات فیزیکی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه‌گیری (cm)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک
۳۰ – ۰	۱/۳۰	۴/۲	۴۴/۲	۵۱/۶	رس سیلتی
۶۰ – ۳۰	۱/۳۲	۳/۹	۴۶/۵	۵۰/۶	
۱۰۰ – ۶۰	۱/۳۴	۳/۲	۴۳/۱	۵۴/۷	

جدول۳- خصوصیات شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	کربن آلی (٪)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	EC (dS/m)	PH
۲۷/۱	۴۲۷	۱/۴۳	۸/۱	۱۰/۸	۱/۱۱	۱/۳۲	۷/۴

جدول۴- خصوصیات شیمیایی آب منطقه مورد مطالعه

$HCO3^-$ (meq/l)	$CO3^{--}$ (meq/l)	Cl^- (meq/l)	$SO4^{--}$ (meq/l)	$Ca^{++}+Mg^{++}$ (meq/l)	Na^+ (meq/l)	سدیم محلول (mg/l)	TDS (mg/l)	SAR	EC (dS/m)	pH
۶/۴۲	۰/۰۱۶	۱/۶۸	۱/۱۷	۸/۲۳	۱/۱۲	۱۱/۴۵	۶۲۹	۰/۵۷	۱۰۰۰	۷

تیمارهای آبیاری و محاسبات آب مورد نیاز گیاه

تیمارهای مورد مطالعه در این آزمایش عبارتند از: دو تیمار مربوط به زمان انجام آبیاری تکمیلی، شامل: تک آبیاری در مرحله دانه‌دهی و دو آبیاری در مرحله گلدهی و دانه‌دهی، بر روی سه تیمار رقم بهار و W33g (ارقام آبی) و کراس البرز (که رقمی دیم بوده و به آبیاری تکمیلی واکنش مثبت نشان می‌دهد)[1] بود. سطح ایستابی نیز در همه لایسیمترها در عمق ۸۰ سانتی‌متر ثابت نگه داشته شد. در این راستا داده‌های آب زیرزمینی جذب شده توسط گیاه به صورت روزانه و رأس یک ساعت مشخص (بعد از ظهر و هر روز)، از روی هر ماریوت سیفون قرائت می‌شدند.

برای بدست آوردن میزان آب مورد نیاز گیاه داده‌های تبخیر از تشتک تبخیر به صورت روزانه از ایستگاه هواشناسی کرمانشاه دریافت می‌گردید. روش تشتک تبخیر یک روش سه مرحله ای به قرار زیر می‌باشد:تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_O)، تعیین ضریب گیاهی (K_C) و تعیین اثر شرایط محلی و عملیات زراعی بر نیاز آبی گیاه. برای تعیین تبخیر و تعرق روش‌های متعددی وجود دارد که از جمله

۱- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه (۱۳۹۰)

Archive of SID

www.SID.ir

آنها استفاده از تشتک تبخیر کلاس A می‌باشد. در این روش از معادله(۱) استفاده گردید:

$$ET_O = K_P \times E_{Pan} \quad (۱)$$

در رابطه فوق K_P ضریب تشتک و E_P تبخیر از تشتک محاسبه شده برای هر منطقه که به تبخیر- تعرق گیاه مرجع و به تبخیر و تعرق واقعی گیاه ربط دارد. مقدار K_P به عوامل متعددی از جمله رطوبت نسبی هوا، سرعت باد و محیط اطراف تشتک بستگی دارد.

$$ET_C = K_C \times ET_O \quad (۲)$$

در رابطه فوق K_C ضریب گیاهی و ET_O تبخیر-تعرق گیاه مرجع و ET_C تبخیر و تعرق گیاه می‌باشد. در رابطه با تعیین مقدار K_C، این مقدار از فائو ۵۶ محاسبه شده است.

کارآیی مصرف آب بر مبنای عملکرد دانه (IWUE)

عبارتست از نسبت عملکرد دانه به میزان آب مصرفی و واحد آن کیلوگرم بر متر مکعب است. رابطه(۳) که توسط Jensen (۱۹۸۷) ارائه شده به این صورت است (۲۶ و ۴):

$$IWUE = \frac{Gy}{IWA} \quad (۳)$$

که در آن G_y میزان عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم و IWA میزان کل آب مصرفی بر حسب متر مکعب است.

کارایی ظاهری آب آبیاری بر مبنای عملکرد دانه (AIWUE)

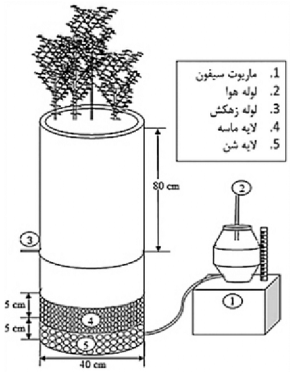
این رابطه توسط Cassel and Edwards (۱۹۸۵) بیان شده به صورت رابطه(۴) است :

$$AIWUE = \frac{Y_{irr} - Y_{dry}}{W_{irr}} \quad (۴)$$

که در آن AIWUE کارآیی ظاهری آب آبیاری، Y_{irr} عملکرد دانه تحت تیمار آبیاری، Y_{dry} عملکرد دانه تحت تیمار دیم و W_{irr} مجموع آب آبیاری بر حسب میلی‌متر می‌باشد.

جهت آنالیز مواد موجود دردانه گندم از دستگاه NIR استفاده شد. این دستگاه با تابش امواج نزدیک مادون قرمز با طول موج ۲۵۰۰-۱۱۰۰ نانومتر به مواد آلی گندم و ثبت انرژی جذب شده، از روی میزان تفاوت انرژی جذب شده در مواد آلی گوناگون می‌توان میزان و کیفیت آنها را مشخص نمود.

یادآور می‌شود که پس از استخراج کامل داده‌های اندازه‌گیری شده قبل از تجزیه و تحلیل آماری ابتدا داده‌ها مورد تست نرمالیته (با استفاده از نرم افزار Minitab) قرار گرفته و در صورت نیاز در موارد معدود نرمال شدند. سپس برای مقایسه میانگین نتایج بدست آمده از دو آزمون دانکن و همچنین آزمون حداقل تفاوتهای معنی‌دار (LSD) در دو سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ بهره گرفته شد. شکل(۱) به نمائی از لیسیمترهای استفاده شده را نشان می‌دهد.



شکل۱- نمایی از لایسیمتر(بدون مقیاس)

نتایج و بحث

میزان مصرف روزانه، کل آب مصرفی و مشارکت آب زیرزمینی و آبیاری تکمیلی :

در آخر فروردین ماه هر دو سال تکرار آزمایشات، تیمارهای آب زیرزمینی با آغاز رشد رویشی و شروع تبخیر و تعرق گیاه اعمال گردید. مجموع مقدار آب مصرفی گیاه در طول دوره اعمال تیمار شامل آب حاصل از بارندگی، آبیاری تکمیلی و آب زیرزمینی می‌باشد که نتایج آنها در جدول(۵) آمده است.

همانگونه که نتایج نشان می‌دهد، برای دو سال تکرار طرح به ترتیب ۹۷ و ۱۱۹/۷ میلی‌متر بارندگی در مدت رشد گیاه رخ داده است و از طرفی نیز در این مدت کل نیاز تبخیر و تعرق گیاه به ترتیب ۳۱۹/۹۶ و ۳۱۶/۵۲ میلی‌متر بوده است. به محض رسیدن به مرحله گلدهی (مقارن با مشاهده تشکیل و خرج سنبله‌ها) و دانه‌دهی (مقارن با مشاهده تشکیل دانه‌ها و شیری شدن آنها) که زمان آن با توجه به رشد گیاه و رسیدن ۵۰٪ کل لایسیمترهای مزرعه به این مرحله تعیین می‌شد، آبیاری تکمیلی انجام گرفت. میزان آبیاری تکمیلی با توجه به مقدار بارندگی‌ها، آب زهکشی شده از لایسیمتر (در صورت وجود) و میزان نیاز تبخیر و تعرق گیاه محاسبه و تعیین گردید. مقدار آبیاری تکمیلی‌ها برابر با ۲۰ میلی‌متر بود. همچنین آبیاری تکمیلی زمان گلدهی در دهه دوم اردیبهشت ماه و آبیاری زمان دانه‌دهی در دهه اول خرداد در هر دو سال انجام شد. درصد مشارکت آبیاری تکمیلی هر آبیاری ۶٪ کل نیاز تبخیر و تعرق گیاه و میزان متوسط مشارکت روزانه هر آبیاری نیز ۰/۳۵ میلی‌متر در روز می‌باشد که برای تک آبیاری تکمیلی زمان دانه‌دهی برابر و مشابه بوده و برای دو آبیاری تکمیلی گلدهی و دانه‌دهی دو برابر مقادیر فوق بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵ – مقایسه میانگین مجموع مصرف و مشارکت آب زیرزمینی و آبیاری تکمیلی در دو سال تکرار

سال	شاخص تیمار	زمان آبیاری تکمیلی	رقم گندم	مجموع نیاز تبخیر-تعرق (mm)	مجموع بارندگی و رطوبت خاک (mm)	آب زیرزمینی مصرفی (mm)	مشارکت آب زیرزمینی (%)	مشارکت روزانه آب زیرزمینی (mm/day)	مجموع آبیاری تکمیلی (mm)	مشارکت روزانه آبیاری تکمیلی (mm/day)
۹۷-۹۶	C-1-1	گلدهی- دانه دهی	W33G	۳۱۹/۹۶	۹۷/۰۰	۲۱۲/۰ a† ab††	۶۶/۲۶ a† ab††	۳/۸۵ ab†	۳۸/۴۴ a†	۰/۷۰ a†
	C-1-2	گلدهی- دانه دهی	کراس البرز			۲۰۳/۴ a b	۶۳/۵۷ a b	۳/۷۰ b	۳۸/۴۴ a	۰/۷۰ a
	C-1-3	گلدهی- دانه دهی	بهار			۲۰۳/۴ a b	۶۳/۵۰ a b	۳/۶۹ b	۳۸/۴۴ a	۰/۷۰ a
	C-2-1	دانه دهی	W33G			۲۲۸/۶ a a	۷۱/۹۵ a a	۴/۱۶ a	۱۹/۲۲ b	۰/۳۵ b
	C-2-2	دانه دهی	کراس البرز			۲۲۲/۶ a ab	۷۰/۰۷ a a	۴/۰۵ ab	۱۹/۲۲ b	۰/۳۵ b
	C-2-3	دانه دهی	بهار			۲۲۸/۴ a a	۷۱/۳۷ a a	۴/۱۵ a	۱۹/۲۲ b	۰/۳۵ b
۹۸-۹۷	C-1-1	گلدهی و دانه دهی	W33G	۳۱۶/۵۲	۱۱۹/۷۰	۲۱۰/۲ b b	۶۶/۴۰ b b	۳/۸۲ b	۳۸/۴۴ a'	۰/۷۰ a'
	C-1-2	گلدهی و دانه دهی	کراس البرز			۲۱۱/۴ b b	۶۶/۷۸ b b	۳/۸۴ b	۳۸/۴۴ a	۰/۷۰ a
	C-1-3	گلدهی و دانه دهی	بهار			۲۱۰/۲ b b	۶۶/۴۲ b b	۳/۸۲ b	۳۸/۴۴ a	۰/۷۰ a
	C-2-1	دانه دهی	W33G			۲۲۱/۲ ab b	۷۱/۵۱ ab ab	۴/۰۲ ab	۱۹/۲۲ b	۰/۳۵ b
	C-2-2	دانه دهی	کراس البرز			۲۴۳/۳ a a	۷۶/۸۶ a b	۴/۴۲ a	۱۹/۲۲ b	۰/۳۵ b
	C-2-3	دانه دهی	بهار			۲۴۲/۸ a a	۷۶/۷۱ a b	۴/۴۱ a	۱۹/۲۲ b	۰/۳۵ b
	T-1		W33G			آبیاری سطحی بر اساس نیاز آبی روزانه و دور آبیاری گیاه انجام شده است.				
	T-2	تیمار شاهد	کراس البرز	۳۱۶/۵۲	۱۱۹/۷۰	کل آبیاری سطحی				
	T-3		بهار			۲۱۰/۰۸ (mm)				

†حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن

††حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن

نتایج آنالیز آماری ارائه شده در جدول(۵) نشان می‌دهد که در دو سال تکرار آزمایشات در سطح احتمال ۱٪ بین دو تیمار آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود اما در بین ارقام سه‌گانه تحت تیمار آبیاری تکمیلی یکسان اختلافی وجود ندارد. بین ارقام مختلف از نظر مصرف، در سال اول رقم W33g با ۲۲۸/۵۷ میلی‌متر بیشترین و رقم بهار با ۲۰۳/۱۷ میلی‌متر کمترین مشارکت و در سال دوم نیز رقم کراس البرز با ۲۴۳/۳ میلی‌متر بیشترین مشارکت و رقم W33g نیز با ۲۱۰/۲ میلی‌متر کمترین مصرف از آب زیرزمینی را داشته‌اند. این در حالیست که تیمار شاهد (آبیاری کامل) بر اساس دور آبیاری حدوداً ۲۱۰ میلی‌متر آبیاری سطحی دریافت نموده است.

در سال ۸۹–۸۸ در نتیجه اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر، برای رقم W33g، ۱۶/۵۷میلی‌متر (۵/۶۹٪)، برای رقم کراس البرز ۱۹/۱۹ میلی‌متر (۶/۵۰٪) و برای رقم بهار ۲۵/۱۸ میلی‌متر (۷/۸۷٪) و در سال۹۰–۸۹ نیز برای رقم W33g ۱۱/۰۵ میلی‌متر (۵/۱۱٪)، برای رقم کراس البرز ۳۱/۸۹ میلی‌متر (۱۰/۰۸٪) و برای رقم بهار ۳۲/۵۸ میلی‌متر (۱۰/۲۹٪) در مصرف آب زیرزمینی کاهش رخ داده است. با مقایسه این نتایج، مشخص شد که در نتیجه اعمال یک آبیاری بیشتر ارقام W33g و بهار به ترتیب کمترین و بیشترین تأثیرپذیری از مصرف آب زیرزمینی را داشته‌اند.

میزان مشارکت آب زیرزمینی از ۶۴٪ تا ۷۷٪متغیر بوده است. با اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر، در حدود ۶٪ تا ۸٪ در سال اول و ۶٪ تا۱۰٪ نیز در سال دوم مصرف آب زیرزمینی کاهش یافته است. درصد مشارکت و متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی تحت اعمال تیمار آبیاری تکمیلی یکسان، هیچ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود ندارد. لذا نمی‌توان بر اساس نتایج بدست آمده بین سه رقم نسبت به بهره‌گیری از سطح ایستابی کم عمق، تفکیک قائل شد. اما در مقایسه میان دو تیمار آبیاری تکمیلی، میزان مصرف تیمارهای دارای دو آبیاری تکمیلی کمتر است، از اینرو باید گفت افزایش مقدار آبیاری تکمیلی باعث کاهش در مصرف آب زیرزمینی شده است. از طرفی نیز متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی از زمان شروع اعمال سطح ایستابی کم‌عمق برای تیمارهای دارای تک آبیاری تکمیلی بیشتر بوده و بطور میانگین از ۳/۸ به حدود ۴/۳ در سال ۸۹–۸۸ و برای سال ۹۰–۸۹ به ۴/۱ رسیده است.

نمودار مصرف آب زیرزمینی در مدت اعمال تیمار در شکل(۲) برای سال اول و در شکل(۳) برای سال دوم تکرار آزمایشات نشان داده شده است. در ابتدای دوره با توجه به عدم تکامل ریشه استفاده از

Archive of SID

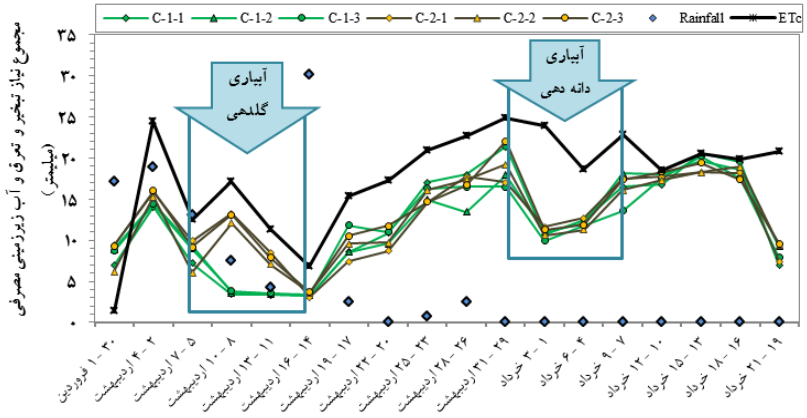
www.SID.ir

آب زیرزمینی کمتر است اما رفته رفته با تکامل و توسعه بیشتر ریشه، دسترسی آن به سطح ایستابی راحت‌تر شده و به تبع آن تمایل گیاه به استفاده از آب زیرزمینی افزایش یافته است، و در روزهای پایانی رشد نیز با رسیدگی محصول و کاهش نیاز آبی گیاه، مصرف آب زیرزمینی نزول یافته و کم کم قطع شده که بخوبی در اشکال(۲) و (۳) برای دو سال تکرار طرح این روند مشهود است. از طرفی تأثیرپذیری مصرف آب زیرزمینی از اعمال آبیاری تکمیلی در هر دو سال تکرار بخوبی مشهود است. پس از انجام آبیاری تکمیلی تا چند روز بعد از آن، مصرف آب زیرزمینی به شدت کاهش یافته و حتی در بیشتر تیمارها تا ۵۰ ٪ نزول داشته است. مشخص است که با توجه به شروع اعمال تیمار در آخر فروردین ماه و ادامه رشد، با افزایش دمای هوا و بالا رفتن میزان تبخیر و تعرق و هنگام با آن افزایش میزان نیاز آبی گیاه، میزان مصرف آب زیرزمینی نیز متناسب با این تغییرات افزایش یافته است. در دو هفته پایانی، رفته‌رفته مصرف آب زیرزمینی روبه کاهش نهاده و با نزدیک شدن به زمان رسیدگی گیاه، محسوس‌تر شده است.

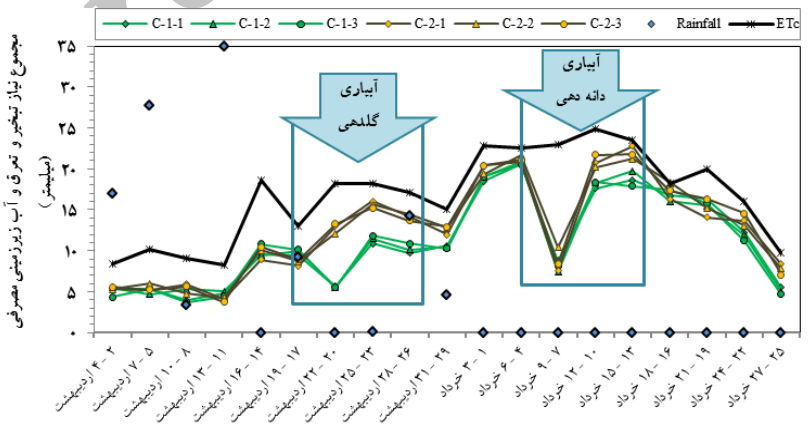
از نکات دیگر تأثیر بارندگی بر مصرف آب زیرزمینی است. بدین صورت که در فصل بهار با رخ دادن بارش، کاهش در مصرف آب زیرزمینی به تبعیت از مقدار بارندگی در روزهای بعد بوجود آمده است.

درصد مشارکت آب زیرزمینی بر کمک به نیاز تبخیر و تعرق گیاه در شکل‌های(۴) و (۵) برای تیمارهای مختلف در مدت اعمال تیمار به ترتیب برای دو سال ۸۹–۸۸ و ۹۰–۸۹ نشان داده شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده از تحقیقات پیشین، سطح ایستابی ۴۰ تا۱۵۰سانتی‌متر همراه با بارندگی می‌تواند بیش از ۶۵٪ نیاز آبی گیاه را برطرف نماید (۱۷)، حال بر اساس نتایج بدست آمده در دو سال۹۰–۸۸، می‌توان ابراز داشت که با بهره‌گیری از سطح ایستابی در عمق ۸۰ سانتی‌متر، بکاربردن دو آبیاری تکمیلی و مشارکت ۶۳٪ تا ۶۶٪ آب زیرزمینی و با بکاربردن تک آبیاری و مشارکت ۷۰٪ تا ۷۶٪ آب زیرزمینی، می‌توان در منطقه نیمه‌خشک و کم‌باران به محصول بهینه و عملکرد چشمگیر دست یافت.

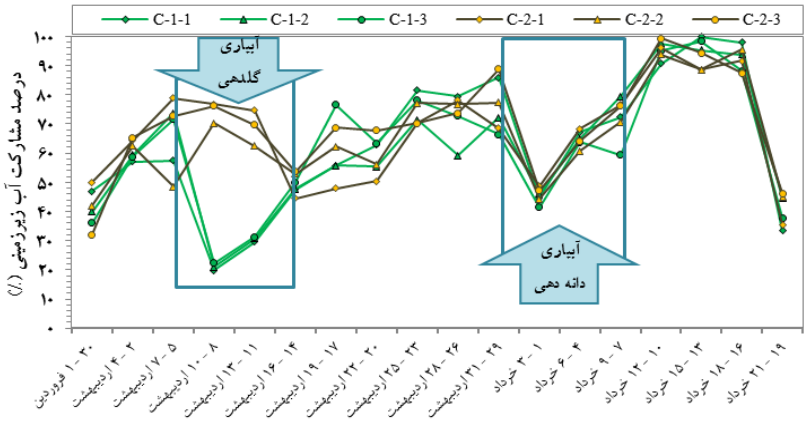


شکل۲- نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی در سال ۸۹–۸۸

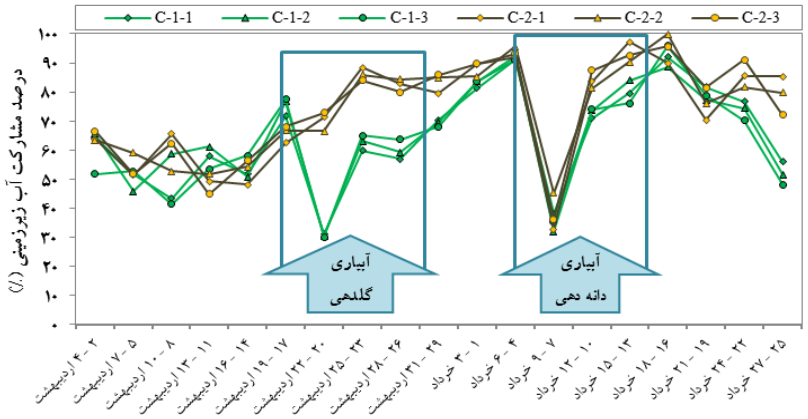


شکل۳- نمودار پیوسته نیاز آبی و مجموع مصرف آب زیرزمینی در سال ۹۰–۸۹

www.SID.ir

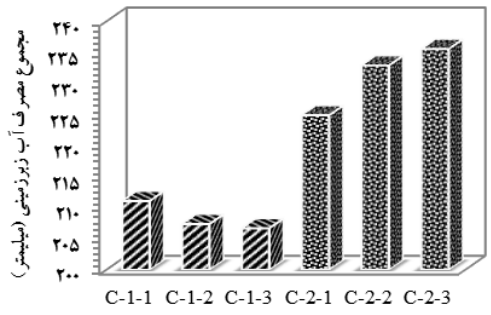


شکل۴- درصد مشارکت آب زیرزمینی در سال ۸۹-۸۸



شکل۵- درصد مشارکت آب زیرزمینی در سال ۹۰-۸۹

شکل(۶) نشان دهنده متوسط آب زیرزمینی مصرف شده در طی دو سال تکرار آزمایشات برای تیمارهای مختلف است.



شکل۶- متوسط مجموع مصرف آب زیرزمینی در دو سال

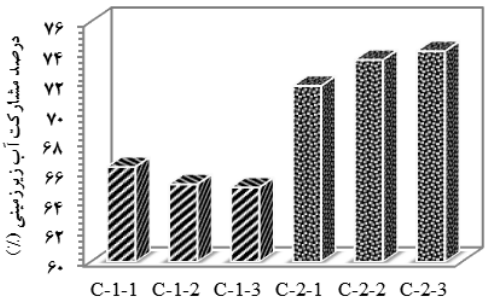
همانطور که در شکل مشخص است، متوسط میزان مصرف آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار در حالت دو آبیاری به ترتیب برابر با ۲۱۱/۱، ۲۰۷/۴ و ۲۰۶/۷ میلی‌متر و در حالت تک آبیاری زمان دانه‌دهی به ترتیب برابر با ۲۲۴/۹، ۲۳۲/۹ و ۲۳۵/۶ میلی‌متر بوده‌است. با توجه به مقایسه نتایج بین دو تیمار آبیاری تکمیلی در حضور سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متر، مشخص است که در اثر اعمال یک آبیاری بیشتر، مقدار مصرف آب زیرزمینی ۱۳/۸۱ میلی‌متر برای رقم W33g، ۲۵/۵۴ میلی‌متر برای رقم کراس البرز و ۲۸/۸۸ میلی‌متر برای رقم بهار کاهش یافته است. همچنین بر این اساس تأثیرپذیری بیشتر رقم بهار و تأثیرپذیری کمتر رقم W33g در اثر اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر، به وضوح مشخص است.

متوسط دو ساله در صد مشارکت آب زیرزمینی تحت تیمارهای آزمایش در شکل(۷) نشان داده‌شده است. با توجه به این نمودار نیز متوسط درصد مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار در حالت دو آبیاری به ترتیب برابر با ۶۶/۳۳٪، ۶۵/۱۸٪ و ۶۴/۹۶٪ و در حالت تک آبیاری زمان دانه‌دهی به ترتیب برابر با ۷۱/۳۳٪، ۷۳/۴۶٪ و ۷۴/۰۴٪ بوده‌است. به عبارت دیگر، با کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

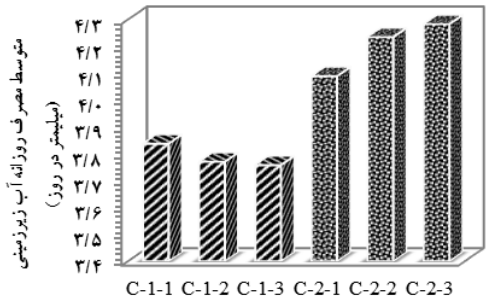
یک آبیاری تکمیلی، میزان مشارکت آب زیرزمینی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار به ترتیب ۵/۴٪، ۸/۳٪ و ۹/۱ ٪ افزایش یافته و تحت تأثیر قرار گرفته است.



شکل۷- متوسط مشارکت آب زیرزمینی در دو سال

نتایج تحقیقات پیشین حاکی از این واقعیت بوده که میزان مشارکت آب زیرزمینی (بدون وجود آبیاری تکمیلی) در تأمین تبخیر و تعرق محصول گندم به طور خطی با افزایش عمق کاهش داشته و مشارکت آب زیرمینی در تامین تبخیر و تعرق محصول در لایسیمترهایی با سطح ایستابی ۵۰ و۱۰۰ سانتی‌متر صرف نظر از نوع خاک۹۰٪ و۴۰٪ الی۷۰٪ بود (۲۸). حال بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق برای عمق ثابت ۸۰ سانتی‌متر، میزان مشارکت آب زیرزمینی در طی دو سال تکرار آزمایشات (۹۰-۸۸) تحت تأثیر دفعات آبیاری تکمیلی، بین۶۴/۹۶٪ تا ۷۴/۰۴٪ متغیر بود. لذا این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات ارائه شده که مشارکت آب زیرزمینی را بیشتر از ۵۰٪ نیاز تبخیر و تعرق گندم گزارش نمودند، همخوانی نشان می‌دهد (۱۸ و ۱۶). اضافه براین، با توجه به گزارشی که در منطقه نیمه‌خشک و خاک سیلت لوم و سطح ایستابی ثابت ۶۰ سانتی‌متری با شوری ۰/۵ تا ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد، مشارکت آب زیرزمینی ۷۰٪ بود که با توجه به شباهت شرایط آزمایشات، تأییدی بر نتایج حاصل از این تحقیق است (۹).

میزان متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی برای دو سال تکرار آزمایشات در شکل(۸) مشخص است.



شکل۸- متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی در دو سال

کارایی مصرف آب

نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب تیمارهای مختلف بر اساس آزمون دانکن در جدول(۶) برای هر دو سال آمده است. طبق نتایج آزمون آماری، از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ میان تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اما نکته قابل توجه اینکه در سال اول تیمارهای بهره‌مند از یک آبیاری تکمیلی زمان دانه‌دهی عملکرد بهتری داشته‌اند. این در حالی‌است که در سال دوم بر خلاف سال اول، تیمارهای با دو آبیاری عملکرد دانه بالاتری بخود اختصاص داده‌اند.

بطور متوسط در سال۸۹-۸۸، بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار دارای تک آبیاری تکمیلی دانه‌دهی (رقم W33g) و برابر با ۱۰۹۸۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد در این سال از آن تیمار بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی گلدهی- دانه‌دهی (رقم بهار) برابر با ۵۵۶۶ کیلوگرم در هکتار بوده است. در سال دوم نیز بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار دارای دو آبیاری تکمیلی گلدهی- دانه-دهی (رقم W33g) برابر با ۱۱۱۳۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد در این سال برای تیمار بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی گلدهی- دانه‌دهی (رقم کراس البرز) برابر با ۷۲۷۴ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است، شکل(۱۰). گزارش شده که عملکرد محصول گندم تحت افزایش عمق آب زیرزمینی از ۵۰۰۰ تا ۶۱۰۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمده است، عملکرد دانه در آزمایشات انجام شده حتی در مواردی تا دو برابر بیشتر است (۱۷).

عملکرد پروتئین دانه در مقایسه نظیر به نظیر ارقام سه‌گانه تیمارهای آبیاری تکمیلی بهره‌مند از آب زیرزمینی با حالت دیم مطلق نشان دهنده آن است که در سال اول تکرار طرح در حالت دو آبیاری تکمیلی برای ارقام W33g، کراس البرز و بهار به ترتیب ۱۳۳، ۸۱ و ۱۲۲٪ و در سال دوم به ترتیب ۲۹۷، ۷۲ و ۴۴۵٪ افزایش یافته است. همچنین برای حالت تک آبیاری تکمیلی نیز نتیجه مقایسه بیانگر افزایش در ارقام W33g، کراس البرز و بهار به ترتیب برابر ۲۰۲، ۱۶۷ و ۲۸۵٪ در سال ۸۹-۸۸ و نیز ۲۱۲، ۱۵۵ و ۳۷۲٪ در سال ۹۰-۸۹ می‌باشد.

برای شاخص کارائی مصرف آب زیرزمینی، در هر دو سال اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای طرح در سطح ۱٪ مشاهده نمی-شود. اما در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای آبیاری (خصوصاً در سال اول) وجود دارد. در سال ۸۹-۸۸ بطور متوسط تیمارهای بهره‌مند از تک آبیاری تکمیلی کارایی مصرف آب بالاتری داشته‌اند اما در سال دوم این برتری از آن تیمارهای دارای دو آبیاری بوده است. بر اساس نتایج ارائه شده در جدول(۶)، با اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر مقدار شاخص کارائی مصرف آب در سال اول برای رقم W33g به مقدار۱۳/۳۷٪، برای رقم کراس البرز ۲۹/۵۱٪ و برای رقم بهار ۴۶/۰۵٪ و در سال دوم نیز برای رقم کراس البرز ۱۲/۱۴٪ کاهش یافته است اما بر خلاف این روند در سال دوم ارقام W33g و بهار به ترتیب ۲۸/۴۷٪ و ۳۶/۹۴٪ افزایش در مقدار این شاخص مشاهده می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶ – مقایسه میانگین شاخص‌های کارایی مصرف آب در دو سال زراعی تکرار طرح

سال	شاخص تیمار	زمان آبیاری تکمیلی	رقم گندم	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد پروتئین (Kg/ha)	کارایی مصرف آب زیرزمینی (Kg/m^3)	کارایی مصرف آبیاری تکمیلی (Kg/m^3)	کارایی ظاهری مصرف آب (Kg/m^3)
۷۷ – ۶۷	C-1-1	گلدهی و دانه دهی	W33G	۸۴۹۲ ab†	۱۷۵۸ ab†	۴/۰۳ a† a††	۱۹/۳۵ bc†	۰/۱۴ b†
	C-1-2	گلدهی و دانه دهی	کراس البرز	۶۲۰۳ ab	۱۲۷۷ a	۳/۰۵ a ab	۱۶/۳۸ c	۰/۰۸ c
	C-1-3	گلدهی و دانه دهی	بهار	۵۵۶۶ b	۸۹۵ b	۲/۲۸ a abc	۱۴/۰۵ c	۰/۰۸ c
	C-2-1	زمان دانه دهی	W33G	۱۰۹۸۰ a	۲۲۷۱ a	۴/۷۳ a bc	۴۳/۶۳ ab	۰/۲۲ Aa
	C-2-2	زمان دانه دهی	کراس البرز	۸۷۹۶ ab	۱۸۸۳ ab	۳/۹۵ a c	۵۴/۱۴ ab	۰/۱۶ bc
	C-2-3	زمان دانه دهی	بهار	۷۴۹۳ ab	۱۵۵۰ ab	۳/۳۳ a bc	۳۵/۳۸ abc	۰/۱۷ ab
	E-1-1		W33G	۳۸۶۷	۷۵۳	–	–	–
	E-1-2	تیمار دیم مطلق	کراس البرز	۳۶۵۶	۷۰۶	–	–	–
	E-1-3		بهار	۲۱۶۴	۴۰۲	–	–	–
۰۶ – ۶۷	C-1-1	گلدهی و دانه دهی	W33G	۱۱۱۳۹ a	۲۳۹۱ a	۵/۳۷ a a	۲۴/۷۶ ab	۰/۲۴ a
	C-1-2	گلدهی و دانه دهی	کراس البرز	۷۳۷۳ b	۱۳۷۰ b	۳/۴۶ a ab	۲۰/۲۴ b	۰/۱۱ b
	C-1-3	گلدهی و دانه دهی	بهار	۹۰۱۴ ab	۱۷۷۱ ab	۴/۳۰ a ab	۲۷/۷۴ ab	۰/۲۳ a
	C-2-1	زمان دانه دهی	W33G	۹۱۰۴ ab	۱۸۷۹ ab	۴/۱۸ a ab	۴۹/۲۰ ab	۰/۱۸ ab
	C-2-2	زمان دانه دهی	کراس البرز	۹۴۶۱ ab	۲۰۲۸ a	۳/۸۸ a ab	۵۸/۲۳ a	۰/۱۷ b
	C-2-3	زمان دانه دهی	بهار	۷۶۸۷ b	۱۵۳۳ b	۳/۱۴ a b	۴۲/۴۳ ab	۰/۱۹ ab
	E-1-1		W33G	۳۴۶۶	۶۰۲	–	–	–
	E-1-2	تیمار دیم کامل	کراس البرز	۳۹۸۹	۷۹۵	–	–	–
	E-1-3		بهار	۱۷۵۴	۳۲۵	–	–	–
	T-1		W33G	۹۵۶۱	۲۱۲۲	۳/۰۶	–	۰/۲۲
	T-2	تیمار شاهد	کراس البرز	۱۰۷۵۲	۲۳۸۶	۳/۴۵	–	۰/۱۹
	T-3		بهار	۸۴۰۱	۱۵۷۱	۲/۶۹	–	۰/۲۱

†حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن

††حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن

با توجه به اجرای این آزمایشات در اقلیم نیمه‌خشک، کارائی مصرف آب زیرزمینی حاصل شده در این تحقیق در سال اول با اعمال تک آبیاری دانه‌دهی از ۳/۲۸ تا ۴/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در سال دوم از ۳/۱۴ تا ۴/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بوده‌است. این در حالیست که نتایج حاصل از آزمایشات لایسیمتری گزارش شده نشان داد که در حضور سطح ایستابی ۱/۵ متری و انجام آبیاری کارائی مصرف آب برابر ۳/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد(۱۳). همچنین در تحقیقات اخیر که در منطقه پرباران انجام شد، با افزایش عمق سطح ایستابی (از ۴۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر)، راندمان کاربرد آب زیرزمینی، از ۱/۴۵ به ۲/۹۵ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یافت(۱۷). در گزارشی دیگر میزان شاخص کارائی مصرف آب (بر اساس دانه) را برای گندم آبی ۰/۶ تا ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شده است (۲۹). در گزارش دیگری که بر روی گندم با بکارگیری آب زیرزمینی و سطحی (با سطوح مختلف شوری) انجام گرفت، در بهترین عملکرد نشان از کارائی مصرف آب برابر ۱/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب بود (۱۰).

شاخص کارایی مصرف آبیاری تکمیلی در سطح ۱٪ معنی‌دار و در شرایط اعمال تک آبیاری دارای مقدار بیشتری بوده است و از نظر مقدار نیز در سال اول میزان این شاخص ۱۴/۰۵ تا ۵۴/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب و در سال دوم ۲۰/۲۴ تا ۵۸/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمده است. همچنین رقم W33g در هر دو سال دارای بالاترین کارایی مصرف آب زیرزمینی را داشته‌است. نتایج تحقیقات گزارش شده در منطقه‌ای با اقلیم خشک حاکی از این است که با بکار بردن آبیاری تکمیلی متوسط کارایی مصرف آب ۲۲/۱ کیلوگرم به ازاء هر میلی‌متر آب مصرفی بدست آمده اما با اعمال آبیاری کامل و مصرف ۸۰۰ میلی‌متر آب و مدیریت خوب زراعی، عملکرد دانه گندم به ۶ تن در هکتار افزایش یافت، در عوض مقدار کارایی مصرف آب برابر ۷/۵ کیلوگرم به ازای هر میلی‌متر آب مصرفی یعنی یک سوم آنچه که در آبیاری تکمیلی و با مدیریت مشابه به دست آمد (۲۱).

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول(۶)، شاخص کارائی ظاهری مصرف آب (بر اساس عملکرد دانه) در دو سال نتایج متفاوتی داشته و

Archive of SID

www.SID.ir

از نظر آماری نیز اختلاف زیادی مشاهده می‌شود. تیمارهای دارای دو آبیاری سال اول نسبت به دیگر تیمارها در هر دو سال، کمترین کارایی ظاهری مصرف آب را دارند. اما بطور متوسط تیمار دارای تک آبیاری زمان دانه‌دهی دارای کارائی ظاهری مصرف آب بهتری در هر دو سال زراعی بوده‌اند. از طرف دیگر رقم کراس البرز در هر دو سال و در بین سه رقم و تیمار آبیاری یکسان، دارای کمترین و رقم W33g نیز بیشترین کارایی ظاهری مصرف آب بوده‌است. باید دقت داشت که بطور متوسط تیمارهای شاهد آبیاری کامل نسبت به تیمارهای بهره‌مند از آبیاری تکمیلی، دارای کارایی ظاهری مصرف آب بالاتری بوده است.

با اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر (برای تیمارهای بهره‌مند از دو آبیاری) حدوداً ۲۰ میلی‌متر آبیاری سطحی برای کمک به نیاز تبخیر و تعرق صورت گرفته و از طرفی بطور متوسط در سال اول و دوم ۲۰ تا ۲۵ میلی‌متر در مصرف آب زیرزمینی کاهش رخ داده است. به عبارتی در صورت بهره‌گیری از وجود سطح ایستابی کم عمق ۸۰ سانتی‌متر، بخوبی قادر به تأمین نیاز تبخیر و تعرق گیاه بوده و اعمال آبیاری تکمیلی در مراحل حساس رشد گیاه با توجه به کمبود منابع آب سطحی به صرفه نمی‌باشد. این نتایج در حالیست که عملکرد دانه نیز (به استثنای تیمار C-1-1 در هر دو سال) نسبت به افزایش آبیاری تکمیلی نه تنها بیشتر نشده بلکه در مواردی کاهش نیز نشان می‌دهد. لذا باید ابراز داشت که در حضور سطح ایستابی ۸۰ سانتی‌متری، مداخله آبیاری تکمیلی می‌تواند اثر منفی بر رشد و عملکرد گندم داشته باشد. مطابق نتایج حاصل از آنالیز عملکرد دانه گندم، در سال اول در سطح ۵٪ و در سال دوم در سطح ۱٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

مقایسه میانگین صفات و اجزای عملکرد محصول

مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم تیمارهای آزمایش در جدول(۷) آمده است.

وزن دانه در گیاه و قطر ساقه برای تیمارهای آبیاری تکمیلی و ارقام مختلف در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری نشان نداده است.

جدول۷- مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد محصول گندم در دو سال تکرار طرح

سال	شاخص تیمار	رقم گندم	رطوبت دانه (٪)	ارتفاع بوته (cm)	قطر ساقه (mm)	وزن دانه در بوته (٪)	وزن هزار دانه (gr)	طول سنبله (cm)	وزن سنبله (gr)	طول ریشه (cm)	روز تا رسیدگی	کل وزن خشک (gr)
۷۷ - ۷۶	C-1-1	W33G	۱۱/۳۰ a	۶۶/۸۶ b	۳/۲۵ a	۰/۳۷ a	۳۴/۹۰ a	۹/۷۰ a	۲/۱۸ a	۴۶/۶۷ a	۲۳۷ a	۲۰۷/۷۷ a
	C-1-2	کراس البرز	۱۰/۵۵ a	۷۴/۵۸ ab	۳/۰۵ a	۰/۳۴ a	۳۶/۰۴ a	۱۰/۱۱ a	۲/۱۵ a	۴۶/۳۰ a	۲۳۷ a	۱۵۸/۸۴ b
	C-1-3	بهار	۱۰/۷۷ a	۷۱/۹۷ ab	۲/۶۰ a	۰/۳۵ a	۳۶/۸۴ a	۱۰/۰۲ a	۲/۰۸ a	۴۸/۷۰ a	۲۳۷ a	۱۲۳/۸۰ c
	C-2-1	W33G	۱۰/۴۴ a	۷۴/۲۷ ab	۳/۵۶ a	۰/۳۶ a	۳۷/۹۹ a	۱۰/۳۶ a	۲/۱۵ a	۴۷/۸۰ a	۲۳۳ a	۱۵۹/۸۳ b
	C-2-2	کراس البرز	۱۱/۵۸ a	۸۳/۶۸ a	۳/۱۲ a	۰/۳۵ a	۳۵/۶۷ a	۱۰/۵۳ a	۱/۸۷ a	۵۰/۸۳ a	۲۳۶ a	۲۰۸/۹۱ a
	C-2-3	بهار	۱۱/۱۷ a	۷۲/۲۰ ab	۲/۷۹ a	۰/۳۲ a	۳۲/۸۴ a	۹/۰۳ a	۱/۶۹ a	۵۶/۲۴ a	۲۳۵ a	۱۴۰/۷۲ c
	E-4-1	W33G	۱۰/۰۳	۵۰/۲۹	۲/۱۳	۰/۲۵	۲۰/۵۴	۸/۴۱	۱/۱۱	۳۱/۱۰	۲۰۷	۷۲/۶۱
	E-4-2	کراس البرز	۹/۹۸	۶۲/۲۷	۲/۴۲	۰/۲۶	۲۱/۹۷	۸/۸۱	۱/۳۵	۳۰/۲۰	۲۰۶	۸۸/۸۹
	E-4-3	بهار	۱۰/۲۵	۴۶/۳۰	۲/۲۱	۰/۲۴	۱۹/۰۱	۹/۸۲	۱/۱۸	۳۵/۸۰	۲۰۷	۶۹/۸۶
۷۶ - ۷۵	C-1-1	W33G	۱۰/۹۶ ab	۵۹/۱۷ b	۳/۳۰ a	۰/۳۰ a	۳۱/۸۳ b	۹/۹۷ a	۲/۲۰ ab	۴۸/۰۰ ab	۲۳۸ ab	۲۵۴/۱۸ b
	C-1-2	کراس البرز	۱۰/۷۸ ab	۷۷/۹۹ a	۳/۲۵ a	۰/۳۶ a	۳۵/۰۴ ab	۹/۹۱ a	۲/۱۷ ab	۴۷/۶۷ b	۲۳۷ ab	۲۰۳/۵۷ bc
	C-1-3	بهار	۱۱/۴۹ a	۷۳/۴۶ ab	۳/۱۳ a	۰/۳۶ a	۴۲/۴۰ a	۱۰/۴۷ a	۲/۳۴ a	۵۳/۱۷ a	۲۴۰ a	۲۵۳/۲۶ b
	C-2-1	W33G	۱۰/۳۹ ab	۶۹/۳۵ ab	۳/۲۷ a	۰/۲۹ a	۳۴/۴۳ ab	۹/۹۷ a	۱/۷۹ b	۴۸/۲۹ ab	۲۳۷ ab	۱۹۴/۴۶ bc
	C-2-2	کراس البرز	۹/۵۵ b	۸۱/۳۷ a	۳/۸۲ a	۰/۲۹ a	۴۲/۵۶ a	۱۰/۱۲ a	۱/۹۶ b	۵۵/۱۸ a	۲۳۴ b	۲۹۱/۹۲ a
	C-2-3	بهار	۱۰/۷۲ ab	۷۲/۷۵ ab	۳/۴۳ a	۰/۳۴ a	۳۷/۱۷ ab	۱۰/۳۷ a	۲/۳۱ ab	۴۶/۱۰ b	۲۳۶ ab	۱۸۳/۵۹ c
	E-1-1	W33G	۹/۸۴	۵۱/۲۸	۲/۴۶	۰/۲۸	۲۴/۳۰	۸/۱۶	۱/۱۶	۳۰/۵۰	۲۰۵	۸۳/۳۹
	E-1-2	کراس البرز	۱۱/۰۴	۶۱/۲۸	۳/۱۳	۰/۲۳	۲۳/۲۷	۸/۸۲	۱/۵۷	۳۰/۰۰	۲۰۷	۱۲۲/۴۸
	E-1-3	بهار	۹/۷۶	۴۷/۷۸	۲/۸۲	۰/۲۴	۱۹/۵۹	۹/۳۹	۱/۴۰	۳۶/۱۵	۲۰۹	۹۱/۲۹
	T-1	W33G	۱۱/۱۶	۷۷/۱۶	۳/۳۴	۰/۴۴	۴۱/۳۷	۱۲/۰۶	۲/۸۷	۶۲/۱۰	۲۳۳	۲۹۴/۶۲
	T-2	کراس البرز	۱۱/۳۰	۹۲/۴۶	۳/۴۲	۰/۴۰	۳۶/۳۳	۱۲/۳۴	۲/۶۴	۴۹/۰۵	۲۳۸	۳۴۷/۷۳
	T-3	بهار	۱۱/۸۳	۸۱/۵۸	۳/۶۰	۰/۴۷	۴۴/۲۶	۱۱/۷۲	۲/۹۶	۵۶/۸۵	۲۴۴	۳۶۴/۱۹

حروف مختلف نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ آزمون دانکن

Archive of SID

www.SID.ir

اما بطور متوسط تیمارهای گلدهی- دانه‌دهی دارای بیشترین مقدار وزن دانه در گیاه و قطر ساقه، در هر دو سال تکرار طرح هستند و مقادیر این پارامتر در تمامی تیمارهای طرح نسبت به تیمار شاهد کمتر بوده‌اند. از نظر شاخص وزن هزار دانه، همانطورکه از نتایج جدول(۷) نیز مشخص است اختلافی در سطح ۱٪ در سال اول بین تیمارهای مختلف آبیاری و رقم وجود ندارد. اما در سال دوم بین ارقام این اختلاف مشاهده می‌شود. بطور متوسط اعمال یک مرحله آبیاری تکمیلی بیشتر، اثر مناسب و مثبتی بر وزن هزار دانه نداشته است. بیشترین مقدار این شاخص در سال اول و دوم برای حالت تک آبیاری دانه‌دهی و به ترتیب ۳۷/۹۹ گرم (متعلق به رقم W33g) و ۴۲/۵۶ گرم (متعلق به رقم کراس البرز) بود. این نتایج در حالیست که مطابق گزارش اعلام شده برای عمق سطح ایستابی ۷۰ سانتی‌متری، وزن هزار دانه ۴۰/۵۶ گرم بدست آمده‌است (۱۷).

مطابق نتایج بدست آمده، بطور نسبی با افزایش مقدار و تعداد دفعات آبیاری تکمیلی زمان رسیدگی تیمارها رو به افزایش نهاده و در نتیجه تیمارهای بهره‌مند از دو آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی و دانه-دهی، دارای دوره رشد بیشتر و در نتیجه زمان رسیدگی طولانی‌تر است و به همین نسبت در تیمارهای فاقد آبیاری تکمیلی سطحی طول دوره رشد و زمان رسیدگی زودتر است. همچنین آنالیز آماری داده‌های سال اول نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بین شاخص‌های ارتفاع و وزن خشک گیاه است. اما در سال دوم تنوع و اختلافات معنی-دار بیشتری برای شاخص‌های عملکرد بین تیمارهای آزمایش به چشم می‌خورد که بطور کامل در جدول(۷) قابل مشاهده است.

وزن سنبله به افزایش مقدار و تعداد آبیاری تکمیلی واکنش مثبت نشان داده است. علیرغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ در سال اول و وجود اختلاف در سال دوم، میزان وزن سنبله در تیمارهای بهره‌مند از دو آبیاری گلدهی و دانه‌دهی بیشتر بوده است، به این ترتیب که در سال اول بطور متوسط بیشترین و کمترین وزن سنبله به ترتیب برابر با ۲/۱۸ گرم (برای رقم W33g) و ۱/۶۹ گرم (برای رقم بهار) و در سال دوم ۲/۴۳ گرم (برای رقم بهار) و ۱/۷۹ گرم (برای رقم W33g) بدست آمده است. اما در قیاس با تیمارهای دیم مطلق، تمامی ارقام و تیمارهای آبیاری تکمیلی وزن سنبله بیشتر و نسبت به تیمار شاهد آبیاری کامل وزن کمتری دارند.

طول ریشه نسبت به افزایش آبیاری تکمیلی کاهش نسبی نشان می‌دهد. اما میان ارقام مختلف نمی‌توان اختلاف معنی‌دار قابل توجهی گزارش نمود. همچنین از مقایسه با دو تیمار شاهد دیم مطلق و آبیاری کامل با تیمارهای اصلی مشخص است که حضور سطح ایستابی نه چندان عمیق، باعث کوتاهتر شدن طول ریشه شده که خصوصاً این اثر در سال اول مشهودتر است. همچنین لازم است اشاره شود که بطور متوسط طول ریشه در ارقام آبی (W33g و بهار) بلندتر می‌باشد.

بررسی همبستگی بین صفات مختلف

نتایج آزمون همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم در سال ۸۹-۸۸ در جدول(۸) و سال ۹۰-۸۹ در جدول(۹) نشان داده شده است.

مشخص است که میان درصد پروتئین دانه و دیگر پارامترها هیچگونه ارتباط معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. شاخص رطوبت دانه در دو سال اجرای طرح نتایج نسبتاً متفاوتی تحت تأثیر فاکتورهای آبیاری و ارقام مختلف طرح نشان داده است. به این صورت که؛ این شاخص در سال اول از لحاظ آماری هیچگونه همبستگی معنی‌داری با دیگر پارامترها نداشته است اما در سال دوم، با پارامترهای مشارکت آب زیرزمینی و آبیاری تکمیلی، قطر ساقه، وزن دانه در بوته و روز تا رسیدگی، ارتباط مثبت و معنی‌دار (در اکثر موارد در سطح ۱٪) داشته است.

وجود ارتباط مثبت و معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی با کارایی آبیاری تکمیلی و مشارکت آب زیرزمینی در سطح ۱٪ نشان دهنده تأثیر آبیاری زیرزمینی و تکمیلی بر افزایش دوره رشد گیاه و به تأخیر افتادن رسیدگی محصول است. کارائی ظاهری مصرف آب همبستگی بسیار بالا و معنی‌داری (در سطح ۱٪) با پارامترهای مصرف آب زیرزمینی نشان داده‌است. نتیجه این ارتباط مثبت و قابل توجه در شاخص عملکرد دانه و کل وزن توده خشک محصول نیز بخوبی مشخص است. لذا می‌توان گفت، تأثیرپذیری مثبت عملکرد از آبیاری زیرزمینی بسیار بیشتر از آبیاری تکمیلی بوده‌است. همچنین از نتایج قابل مشاهده و در برخی موارد بدیهی، ارتباط تنگاتنگ و مثبت میان وزن توده خشک محصول و اجزاء عملکرد نظیر؛ طول ساقه، تعداد پنجه، ارتفاع بوته، وزن دانه در گیاه، طول سنبله و عملکرد دانه است.

نتیجه‌گیری

بر اساس جمع‌بندی نتایج بدست آمده در دو سال تکرار آزمایشات، بین ارقام مختلف از حیث مصرف، درصد مشارکت و متوسط مصرف روزانه آب زیرزمینی تحت اعمال تیمار آبیاری تکمیلی یکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود نداشته و نمی-توان بین ارقام سه‌گانه نسبت به بهره‌گیری از سطح ایستابی کم عمق، تفکیک قائل شد. از نظر بهره‌گیری از سطح ایستابی کم عمق نیز، میزان مصرف تیمارهای دارای دو آبیاری تکمیلی کمتراست، لذا باید گفت که اعمال یک آبیاری تکمیلی بیشتر، باعث کاهش ۶٪ تا ۱۰٪ در مصرف آب زیرمینی برای ارقام سه‌گانه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۸- همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم در سال ۸۹ – ۸۸

	پروتئین دانه	رطوبت دانه	کارایی ظاهری	مشارکت آب زیرزمینی	مشارکت آبیاری	کارایی آب زیرزمینی	کارایی آبیاری	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	قطر ساقه	وزن دانه در بوته	وزن هزار دانه	طول سنبله	وزن سنبله	طول ریشه	روز تا رسیدگی
رطوبت دانه	-۰/۲۹^{ns}															
کارایی ظاهری	۰/۱۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}														
مشارکت آب زیرزمینی	۰/۲۴^{ns}	۰/۴۰**	۰/۵۵**													
مشارکت آبیاری	-۰/۳۲^{ns}	۰/۶۰**	۰/۱۹^{ns}	-۰/۷۶**												
کارایی آب زیرزمینی	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۸۶**	-۰/۳۳^{ns}	۰/۴۳^{ns}											
کارایی آبیاری	۰/۳۲^{ns}	-۰/۷۰**	۰/۳۹^{ns}	۰/۶۵**	-۰/۷۲**	۰/۲۲^{ns}										
عملکرد دانه	۰/۲۱^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	۰/۹۳**	-۰/۰۶^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۹۶**	۰/۴۳^{ns}									
ارتفاع بوته	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۴۶^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	۰/۲۶^{ns}	-۰/۴۳^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	۰/۳۳^{ns}	-۰/۱۶^{ns}								
قطر ساقه	۰/۳۲^{ns}	-۰/۷۰**	۰/۳۰^{ns}	۰/۴۵*	-۰/۴۵*	۰/۲۳	۰/۶۷**	۰/۳۹^{ns}	۰/۵۳*							
وزن دانه دربوته	-۰/۴۰^{ns}	۰/۴۷*	۰/۱۹^{ns}	-۰/۱۵^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۱۱^{ns}	-۰/۳۴^{ns}	۰/۰۷^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	-۰/۰۸^{ns}						
وزن هزار دانه	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۳۸^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۴۱^{ns}	-۰/۴۳^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۶۰**	۰/۶۹**	۰/۳۰^{ns}					
طول سنبله	۰/۰۶^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۴۴**	۰/۵۷*	۰/۱۶^{ns}	۰/۶۵**				
وزن سنبله	۰/۰۶^{ns}	۰/۴۲^{ns}	۰/۱۲^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۰۴^{ns}	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۵۷*	۰/۲۰^{ns}	۰/۱۸^{ns}			
طول ریشه	-۰/۰۱^{ns}	-۰/۱۲^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۰۴^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۳^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	-۰/۴۲^{ns}	-۰/۲۷^{ns}		
روز تا رسیدگی	-۰/۰۱^{ns}	۰/۶۶**	۰/۱۱^{ns}	-۰/۵۷*	۰/۳۷^{ns}	۰/۱۶^{ns}	-۰/۵۰*	-۰/۰۲^{ns}	-۰/۱۴^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	۰/۵۸*	۰/۱۳^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۴۳^{ns}	-۰/۲۵^{ns}	
کل وزن خشک	۰/۲۱^{ns}	-۰/۳۹^{ns}	۰/۵۸*	۰/۰۴^{ns}	-۰/۰۹^{ns}	۰/۵۷*	۰/۴۸*	۰/۶۴**	۰/۴۶*	۰/۸۱**	۰/۰۴^{ns}	۰/۶۷**	۰/۶۱**	-۰/۰۴^{ns}	-۰/۴۰^{ns}	۰/۰۶^{ns}

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ، * معنی‌داری در سطح ۵٪ و ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها

جدول۹- همبستگی بین صفات مختلف عملکرد محصول گندم در سال ۹۰ - ۸۹

	پروتئین دانه	رطوبت دانه	کارایی ظاهری آب	مشارکت آب زیرزمینی	مشارکت آبیاری	کارایی آب زیرزمینی	کارایی آبیاری	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	قطر ساقه	وزن دانه در بوته	وزن هزار دانه	طول سنبله	وزن سنبله	طول ریشه	روز تا رسیدگی
رطوبت دانه	۰/۴۸^{ns}															
کارایی ظاهری	۰/۱۶^{ns}	-۰/۱۱^{ns}														
مشارکت آب زیرزمینی	۰/۴۲^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۶۵**													
مشارکت آبیاری	-۰/۳۹^{ns}	-۰/۳۳^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	-۰/۵۴*												
کارایی آب زیرزمینی	۰/۱۹^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	۰/۹۳**	۰/۴۴^{ns}	-۰/۰۱^{ns}											
کارایی آبیاری	۰/۴۴^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۷۴**	۰/۷۳**	-۰/۷۲**	۰/۶۶**										
عملکرد دانه	۰/۲۴^{ns}	-۰/۱۰^{ns}	۰/۹۶**	۰/۶۰**	-۰/۱۲^{ns}	۰/۹۸**	۰/۷۳**									
ارتفاع بوته	۰/۲۱^{ns}	۰/۰۸^{ns}	-۰/۱۶^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	-۰/۴۵^{ns}	-۰/۰۷^{ns}	۰/۲۷^{ns}	-۰/۱۰^{ns}								
قطر ساقه	۰/۱۴^{ns}	۰/۱۸^{ns}	-۰/۰۷^{ns}	-۰/۲۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۱۰^{ns}							
وزن دانه دربوته	۰/۲۳^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۳۲^{ns}	-۰/۰۲^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۲۷^{ns}	-۰/۴۱^{ns}	-۰/۱۹^{ns}						
وزن هزار دانه	-۰/۱۷^{ns}	-۰/۲۶^{ns}	۰/۴۰^{ns}	-۰/۳۱^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۰/۵۱*	۰/۱۴^{ns}	۰/۴۱^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	-۰/۰۲^{ns}					
طول سنبله	۰/۱۱^{ns}	-۰/۱۳^{ns}	-۰/۰۴^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۰/۲۵^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}				
وزن سنبله	۰/۰۳^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	-۰/۰۲^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۰/۰۶^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	۰/۰۷^{ns}	-۰/۳۷^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۷۷**	۰/۰۴^{ns}	۰/۱۱^{ns}			
طول ریشه	۰/۲۳^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۳۷^{ns}	-۰/۲۱^{ns}	۰/۲۴^{ns}	۰/۳۹^{ns}	۰/۲۸^{ns}	-۰/۲۵^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	-۰/۳۸^{ns}	-۰/۱۷^{ns}		
روز تا رسیدگی	۰/۲۰^{ns}	۰/۰۱^{ns}	-۰/۳۴^{ns}	-۰/۶۰**	۰/۳۴^{ns}	-۰/۲۸^{ns}	-۰/۶۱**	-۰/۳۱^{ns}	-۰/۰۸^{ns}	۰/۰۹^{ns}	-۰/۲۴^{ns}	-۰/۲۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	-۰/۳۲^{ns}	-۰/۱۹^{ns}	
کل وزن خشک	۰/۵۱*	۰/۳۷^{ns}	۰/۵۱*	۰/۲۵^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	۰/۶۴**	۰/۵۴*	۰/۶۱**	۰/۰۳^{ns}	۰/۴۶*	۰/۲۸^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۲۵^{ns}	-۰/۰۳^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	۰/۰۹^{ns}

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ، * معنی‌داری در سطح ۵٪ و ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها

با بهره‌گیری از سطح ایستابی در عمق ۸۰ سانتی‌متر، بکاربردن دو آبیاری تکمیلی و متوسط مشارکت ۶۵٪ آب زیرزمینی و با بکاربردن تک آبیاری و متوسط مشارکت ۷۳٪ آب زیرزمینی، می‌توان در منطقه نیمه‌خشک و کم باران به محصول بهینه و عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

چشمگیر دست یافت. رقم W33g در هر دو سال دارای بالاترین کارایی مصرف آب زیرزمینی بود و بطور متوسط تیمارهای دارای تک آبیاری زمان دانه‌دهی دارای کارائی ظاهری مصرف آب بهتری در هر دو سال زراعی بوداند. از طرفی نیز رقم کراس البرز در هر دو سال و در بین ارقام سه‌گانه و تیمار آبیاری یکسان، دارای کمترین و رقم W33g نیز بیشترین کارایی ظاهری مصرف آب بود، لذا می‌توان بر اساس این جمع‌بندی، رقم W33g را رقم برتر از حیث عملکرد و راندمان مصرف آب برگزید.

مراجع

اسدی، ح.، نیشابوری، م. و سیادت، ح. (۱۳۸۲). تعیین ضریب حساسیت گندم به تنش رطوبتی در مراحل مختلف رویش در منطقه کرج. مجله علوم و کشاورزی ایران. ۳۴(۳): ۵۸۶-۵۷۹.

بی‌نام (۱۳۷۸). استفاده از آبهای شور و لب شور برای آبیاری. گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه، نشریه شماره ۲۶. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

خیرابی، ج.، توکلی، ع.، انتصاری، م. و سلامت، ع.، (۱۳۷۵). دستورالعملهای کم آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی.

دانائی، ا. و آینه. ل.، ۱۳۷۹. بررسی و مقایسه عملکرد ارقام گندم در آبیاری محدود. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر. دانشگاه مازندران. ۴۷۲-۴۷۱.

Ayars, J.E. and Schoneman, R.A. (1986), Use of saline water from a shallow water table by cotton. Trans. Asae 29: 1674-1678.

Ayars, J.E., Shouse, P., and Lesch, S.M. (2009), In situ use of groundwater by alfalfa Original Research Article Agricultural Water Management 96: 1579-1586.

Ayars, J.E., Schoneman, R.A., Soppe, R.W., Mead, R.M., and Brown, L.C. (1998), Irrigating cotton in the presence of shallow groundwater. Drainage in the 21 st century, Proceedings of the seventh International Drainage Symposium, Orlando, Florida, USA,8-10 March. 82-89.

Cassel, D.K., Edwards, E.C. (1985), Effects of sub-soiling and irrigation on corn production. Soil Sci Soc Am J. 49: 996–1001.

Chaudary, T.N., Bhatnagar, V.K., and Prihar, S.S. (1974), Growth response of crops to depth and salinity of ground water and soil submergence. I. Wheat (*triticum aestivum L.*). Agron J, 66:32–35.

Gowing, J.W., Rose, D.A., and Ghamarnia, H. (2009), The effect of salinity on water productivity of wheat under deficit irrigation above shallow groundwater. Agricultural Water Management 96: 517– 524.

Gupta, R., Yadav, R.L., and Rajendra, G. (1993), Ground water contribution to evapo-transpiration of sugarcane during summer. Cooperative-Sugar. 25: 113-115.

Harris, H.C., Cooper, P.J.M., and Pala, M.(Eds.). (1989), Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency in rain-fed areas. Proceedings of an International Workshop, Ankara, Turkey, ICARDA, Alepo, Syria, 352p.

Huo, Z., Feng, S., Huang, G., Zheng, Y., Wang, Y., and Guo, P. (2011), Effect of Groundwater Level Depth and Irrigation Amount on Water Fluxes at the Groundwater Table and Water Use of Wheat. Irrigation and Drainage. doi: 10.1002/ird.685.

Kahlown, M.A., Ashraf, M., and Zia-ul-Haq, (2005), Effect of shallow groundwater table on crop water requirements and crop yields. Agricultural Water Management 76: 24–35.

Khandker, M.H.K., Gowing, J.W., and Rose, D.A. (1994), Influence of salinity and water table depth on water uptake by plant roots. Proc International Conference on Agricultural Engineering, Milan, Italy, Aug-Sept.

Kruse, E.G., Champion, D.F., Cuevas, D.L., Yoder, R.L., and Young, D. (1993), Crop water use from shallow saline water tables. Trans ASAE 36: 696–707.

Liu, T., and Luo, Y. (2011), Effects of shallow water tables on the water use and yield of winter wheat (*Triticum aestivum L.*) under rain-fed condition. AJCS 5(13): 1692-1697.

Luo, Y., Sophocleous, and Marios. (2010), Seasonal groundwater contribution to crop-water use assessed with lysimeter observations and model simulations Original Research Article. Journal of Hydrology 389: 325-335.

Nosetto, M.D., Jobbagy, E.G., Jackson, R.B., and Sznaider, G.A. (2009), Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the inland pampas. Field Crop Res 113: 138-148.

Oweis, T., and Hachum, A. (2004), Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity for dry farming systems in West Asia and North Africa. ICARDA. Aleppo. Syria for Presentation at the 4th International Crop Science Congress 26th Sept to 1st Oct.

Oweis, T., Hachum, A., and Kijne, J. (1999), Water harvesting and Supplemental irrigation For improved Water use efficiency in dry areas. SWIM. 7p.

Pereira, L.S., Oweis, T., and Zairi, A. (2002), Irrigation management under water scarcity. Agricultural water management 57: 175-206.

Pratharpar, S.A., and Qureshi, A.S. (1998), Modelling the effects of deficit irrigation on soil salinity, depth to water table and transpiration in semi-arid zones with monsoonal rains. International Journal Water Resource 15: 141-159.

Ragab, R.A., and Amer, F. (1986), Estimating water table contribution to the water supply of maize.

Archive of SID

www.SID.ir

Agricultural Water Management 11: 221-230.

Ragab, R.A., Amer, F., and El-ghamary, W.M. (1988), The conjunctive use of rainfall and shallow water table in meeting water requirements of Faba beans. Journal of Agronomy and Crop Science. 160: 47-53.

Shih, S.F and Rahi, G.S. (1985), Evapotranspiration, yield, and water table studies of celery. Trans. ASAE 28: 1212-1218.

Singh, R.V., and Chauhan, H.S. (1996), Irrigation scheduling in wheat under shallow water table condition. Evapotanspiration and irrigation scheduling. Proceedings of the International Conference, San Antonio, Texas, USA, November 3-6 1996. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), St Joseph, USA: 103-108.

Torres, J.S. (1987), Modeling the influence of the water table on crop water use as affected by irrigation. Ph.D. Thesis. Utah State University, USA.

Zwart, S.J., and Bastiaanssen, W.G.M. (2004), Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton andmaize. Agricultural Water Management 69: 115–133.

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱۴

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 6, Winter 2013, p. 316-330

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره ۴، جلد۶، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۳۳۰-۳۱۶

Evaluation of Groundwater Use By Three Wheat Cultivars Under Supplementary Irrigation Conditions

H. Ghamarnia[1*], M. Farmanifard[2], Sh. Sasani[3]

Abstract

Groundwater is a free water resource for agriculture. In this research two-year experiments from year 2009 to 2011 was conducted to find the percent of groundwater contribution in the presence of groundwater level with 80cm depth and two supplementary irrigation procedure during flowering and both flowering and seedling conditions on three wheat cultivar namely W33g, Cross Alborz and Bahar in three replicate randomized complete block factorial experiments. Experiments performed at Razi university lysimeteric research station No1. Results showed a significant difference ($P<0.05$) between two supplementary irrigation treatment. Also the highest groundwater contribution was found equal to 71.37% for treatment with one supplementary irrigation during seedling period (for W33g cultivar) and the lowest groundwater contribution was found equal to 63.50% for treatments with two supplementary irrigation (for Bahar cultivar) in the first year. The highest and lowest groundwater contribution equal to 76.86% (for Cross Alborz cultivar with seedling supplementary irrigation treatment) and 66.40% (for W33g cultivar with two supplementary irrigation treatment) was found in the second year respectively. Moreover, from point view of yield production, the highest value was obtained for W33g cultivar during both years of the study.

Key words: Supplementary irrigation, wheat, yield production, water use efficiency, lysimeter, Groundwater contribution

Archive of SID

1,2- Associat Professor and Ph.D Student of Irrigation & Drainage Engineering in Dept of Water Engineering, Campus of Agriculture & Natural Resources, Razi University, Kermanshah
(* - Corresponding Author Email: Hghamarnia@razi.ac.ir)
3- Faculty Member of Agricultural and Natural Resources Research Center, Kermanshah

www.SID.ir