نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳٤ / شماره ۲/ ۱۳۹۹
Archive of SID
10.22092/JWRA.2020.122256

تأثیر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در گندم پائیزه در منطقه کاشمر

مهدی مکاری[1]*، میثم عابدین‌پور و هادی دهقان

استادیار گروه مهندسی آب مرکز آموزش عالی کاشمر.
mehdimokari@gmail.com
استادیار گروه مهندسی آب مرکز آموزش عالی کاشمر.
abedinpour_meysam@yahoo.com
استادیار گروه مهندسی آب مرکز آموزش عالی کاشمر.
dehghan63.ha@gmail.com

چکیده

در شرایط حاضر، مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی، افزایش کارایی مصرف آب است. این پژوهش با هدف بررسی اثر کم‌آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، کارایی مصرف آب و اجزای عملکرد گندم رقم پیشگام، به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر به اجرا درآمد. آبیاری در چهار سطح شامل: آبیاری بر اساس ۱۰۰٪، ۸۰٪، ۶۰٪ و ۴۰٪ نیاز آبی گیاه به عنوان عامل اصلی و سه تاریخ کاشت شامل یک مهر، یک آبان و یک آذر به عنوان عامل فرعی، تیمارهای مورد استفاده در این پژوهش بودند. نتایج نشان داد که کم‌آبیاری بر عملکرد دانه، کارایی مصرف آب و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود به‌طوری که با افزایش تنش رطوبتی عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب به‌ترتیب با مقادیر ۷۲۲۷/۳۳ کیلوگرم در هکتار، ۳۲/۷۷٪ و ۲/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب متعلق به تاریخ کاشت یک آبان و تیمار ۱۰۰٪ نیاز آبی و کمترین آن‌ها به‌ترتیب با مقادیر ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، ۱۵/۳٪ و ۱/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب متعلق به تاریخ کاشت یک آذر و تیمار ۴۰٪ نیاز آبی بود. اثر متقابل تنش رطوبتی و تاریخ کاشت نیز بر تمام صفات زراعی گندم به جز تعداد دانه در سنبله و کارایی مصرف آب معنی‌دار بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان تیمار آبیاری ۱۰۰٪ نیاز آبی و تاریخ کاشت یک آبان را برای کاشت گندم پاییزه رقم پیشگام در منطقه خشک و نیمه‌خشک کاشمر مناسب دانست.

واژه‌های کلیدی: گندم رقم پیشگام، شاخص برداشت، کم‌آبیاری، تنش رطوبتی

---

[1] – آدرس نویسنده مسئول: گروه مهندسی آب، مرکز آموزش عالی کاشمر، کاشمر.

دریافت: بهمن ۱۳۹۸ و پذیرش:خرداد ۱۳۹۹

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بخش کشاورزی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی در کشور مهم‌ترین نقش را در تأمین امنیت غذایی و خودکفایی در تولید محصولات استراتژیک مانند گندم ایفا می‌کند. گندم در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند. گندم با منبع غنی از کربوهیدرات‌ها، غذای اصلی انسان را تشکیل داده و از لحاظ ارزش نانوایی، آرد آن برتری نسبی بر سایر غلات دارد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). ایران جز مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود و علی رغم خشک‌سالی‌های مداوم و پایین بودن متوسط بارش سالیانه در کشور، مدیریت نادرست استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی نیز باعث بروز مشکل کم‌آبی در اکثر مناطق کشور به خصوص در منطقه شمال‌شرق گردیده است. یکی از راه‌های کاهش بحران در بخش کشاورزی به واسطه پایین بودن کارایی مصرف آب و در پی آن استفاده بیش از حد از منابع محدود، مدیریت مصرف آب در تأمین نیاز آبی گیاهان زراعی است. در شرایط کنونی تولید بیش‌تر مواد غذایی با مصرف آب کم‌تر جز اولویت‌های اصلی بخش کشاورزی است. یکی از راهکارهای اساسی برای نیل به این هدف، افزایش کارایی مصرف آب از طریق کم‌آبیاری گیاهان زراعی در اراضی آبی و آبیاری تکمیلی گیاهان در اراضی تحت کشت دیم است (هادی و همکاران، ۱۳۹٦).

ژانگ و همکاران (۲۰۰٦) گزارش کردند که کمبود شدید آب، عملکرد دانه گندم زمستانه را کاهش داد؛ در حالی که کمبود ملایم آب در فاصله زمانی بین زمان از سرگیری رشد فعال در بهار تا زمان پرشدن دانه سبب کاهش عملکرد دانه نشد و از طرفی کارایی مصرف آب در شرایط کم‌آبیاری نسبت به شرایط دیم به میزان قابل توجهی افزایش یافت. چن و همکاران (۲۰۱۵) در یک مطالعه دو ساله به تعیین اثرات فاصله لترال در آبیاری قطره‌ای و میزان آب آبیاری در عملکرد گندم و کارایی مصرف آب پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش فاصله لترال‌ها از هم رشد گیاهان و عملکرد دانه کاهش یافت. میزان آب آبیاری ٦۰۰۰ مترمکعب در هکتار به عنوان تیمار دارای بالاترین عملکرد، حداکثر صرفه‌جویی در مصرف آب و بیش‌ترین سود حاصله از نظر اقتصادی معرفی گردید. لی و همکاران (۲۰۱۵) عملکرد دانه و کارایی مصرف آب گندم زمستانه را تحت شرایط کم‌آبیاری در شمال دشت چین بررسی نمودند. نتایج نشان داد عملکرد دانه با افزایش مقدار آب آبیاری افزایش یافت. معاونی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در شهر قدس را مورد بررسی قرار دادند. مقایسه میانگین اثر تنش بر عملکرد دانه نشان داد که تیمارهای بدون تنش در سال اول و دوم به ترتیب با میانگین ٤۳۷٤/۸ و ٤٦۲۸/٤ کیلوگرم دانه در هکتار نسبت به تیمار تنش رطوبتی عملکرد بیش‌تری داشتند.

تاریخ کاشت یک عامل مهم مدیریتی در تولید هر محصول است، زیرا اثر پارامترهای هواشناسی در تاریخ کاشت‌های مختلف متفاوت است. دما، نور خورشید و سایر عوامل هواشناسی به شکل منفرد یا همراه با هم رشد و تولید گیاه را متأثر می‌سازند. زمان کشت مراحل فنولوژیکی گیاه و کل تولید بیوماس را کنترل می‌کند و در بهره‌وری تبدیل بیوماس به عملکرد مؤثر است (کیچار و نیواس، ۲۰۰٦). هدف از انتخاب تاریخ کاشت بهینه، قرار گرفتن مراحل رشد و نمو با شرایط مطلوب محیطی و عدم برخورد با شرایط نامساعد محیطی می‌باشد که این امر باعث افزایش عملکرد می‌شود (سلامات، ۱۳۸۸). جین و همکاران (۱۹۹۲) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای وابسته به آن در گندم، تأخیر در تاریخ کاشت را علت کاهش در اکثر صفات وابسته به عملکرد و در نهایت کاهش در عملکرد دانه معرفی کردند. آزمایش انجام شده توسط توکلو و یاغباسانلار (۱۹۹٦) در ترکیه نشان داد که عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن هزار دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار می‌گیرد. آن‌ها گزارش کردند که تاریخ کاشت مناسب برای ارقام مختلف، متفاوت می‌باشد. کلاته عربی و همکاران (۱۳۹۰) با

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم در گرگان اظهار داشتند که تاریخ کاشت مناسب یکی از عوامل مهم تعیین کننده عملکرد دانه گندم در منطقه گرگان به شمار می‌رود و دمای بالا در هنگام گرده افشانی اثر منفی قابل توجهی بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه داشت. در پژوهشی مشخص شد که حداکثر عملکرد گندم پاییزه در ایالت پنجاب هند در تاریخ کاشت اواخر ماه اکتبر تا اواخر نوامبر حاصل می‌شود (تیمسینا و همکاران، ۲۰۰۸). در دشت شمال چین نیز عملکرد گندم پاییزه در تاریخ کاشت‌های قبل از ۱۱ اکتبر اختلاف معنی‌داری نداشت ولی بعد از ۱۱ اکتبر به ازای هر روز تأخیر در تاریخ کاشت عملکرد دانه به میزان ۰/۵ درصد کاهش یافت (سان و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین گزارش شده که عملکرد دانه گندم در تاریخ کاشت یک سپتامبر تا ۳۰ اکتبر به میزان ۱۵۵۰–٤۷۵ کیلوگرم در هکتار کمتر از تاریخ کاشت یک اکتبر تا دوم نوامبر بود و با تأخیر در تاریخ کاشت بعد از دوم نوامبر، عملکرد دانه به طور چشمگیری کاهش یافت (چن و همکاران، ۲۰۰۳)؛ بنابراین در مواردی نیز کشت زودهنگام می‌تواند به کاهش عملکرد منتهی شود، زیرا ماندگاری بیش‌تر گیاه گندم در مزرعه امکان ابتلا به بیماری‌ها و پیامدهای نامساعد مرتبط با عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (حسین و همکاران، ۲۰۰۳). گندم‌های پاییزه را معمولاً زمانی باید کاشت که گرمای تابستان تمام شده و هنوز سرمای زمستان شروع نشده باشد (رستگار، ۱۳۸۷). کشت زودهنگام گندم پاییزه در مناطق خشک علاوه بر تخلیه رطوبت خاک برای رشد بهاره باعث می‌شود که خواب پاییزه با دماهای بالا در اوایل بهار برطرف شده و پتانسیل صدمه سرمای دیررس بهاره افزایش یابد (وینتر و ماسیک، ۱۹۹۳). عباسی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود بهترین تاریخ کاشت گندم دیم در مناطق غرب ایران را یک مهر تا پنج آبان عنوان نمودند.

با در نظر گرفتن مدیریت نادرست استفاده از منابع آب و با توجه به اینکه گندم جزء مهم‌ترین محصولات زراعی شهرستان کاشمر می‌باشد، تعیین اثرات آبیاری بر عملکرد دانه این محصول در شرایط آب و هوایی خشک این منطقه از اهداف اصلی این پژوهش به شمار می‌آیند. علاوه بر بررسی اثر تنش رطوبتی بر عملکرد گندم، تعیین تاریخ کاشت مناسب جهت کسب بیش‌ترین کارایی مصرف از آب مصرفی و حصول عملکرد اقتصادی بیش‌تر برای کشاورز و در نتیجه افزایش عملکرد تولیدی این محصول استراتژیک در شهرستان از دیگر اهداف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

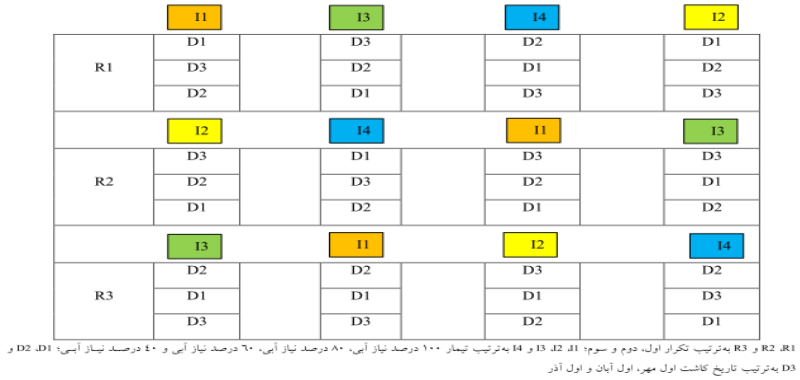
این آزمایش در سال زراعی ۹۸–۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر به ترتیب با طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲٤ دقیقه شمالی انجام شد. ارتفاع این مرکز ۱۱۰۹/۷ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین بلندمدت دمای سالیانه محل آزمایش ۱۷/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۱۹۲/۱ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی دو مارتن، خشک می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زراعی و آب آبیاری (چاه عمیق) در جدول‌های ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. برای انجام این پژوهش کرت‌هایی به طول سه و عرض دو متر ایجاد شد. به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت از یک کرت به کرت دیگر، فاصله بین کرت‌های مجاور دو متر در نظر گرفته شد؛ بنابراین مساحت کرت اصلی ۱۸ مترمربع و کرت‌های فرعی شش مترمربع در نظر گرفته شد. این آزمایش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. چهار تیمار آبیاری شامل: ۱۰۰ درصد نیاز آبی (I_1)، ۸۰ درصد نیاز آبی (I_2)، ٦۰ درصد نیاز آبی (I_3) و ٤۰ درصد نیاز آبی (I_4) به عنوان کرت اصلی و سه تاریخ کاشت شامل: ۱ مهر (D_1)، ۱ آبان (D_2) و ۱ آذر (D_3) به عنوان کرت فرعی، برای رقم گندم پیشگام مورد

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه قرار گرفت. در شکل ۱ شمایی از نقشه طرح استفاده شده در این پژوهش نشان داده شده است.

پس از تسطیح کرت‌ها، بذرها به صورت ردیفی و با دست در امتداد طول کرت و در عمق حدود چهار سانتی-متری از سطح خاک و با تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع در چهار ردیف کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها نیز ۲۰ سانتی‌متر منظور شد. بذر مورد استفاده رقم پیشگام بود که از ارقام مرسوم در منطقه است. قبل از انجام عملیات کاشت، به منظور بهبود کیفیت خاک از کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار استفاده شد. همچنین در مراحل مختلف رشد، کود اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم بر هکتار مصرف گردید. تعداد دفعات کوددهی اوره برای گندم سه مرتبه بود که در مراحل قبل از کشت، ساقه‌دهی و سنبله‌دهی صورت گرفت (چگنی، ۱۳۹۳). برای آبیاری قطره‌ای از نوارهای تیپ با فاصله روزنه‌های خروجی ۲۰ سانتی‌متر و آبدهی دو لیتر در ساعت به ازای هر متر طول لوله در فشار کارکرد پنج تا شش متر استفاده شد. در جدول ٤ طول دوره رشد، متوسط دمای کمینه، متوسط دمای بیشینه، متوسط دما، مقدار آب داده شده و بارندگی مؤثر در مراحل فنولوژیکی گندم در تاریخ‌های مختلف کاشت ارائه شده است.



R1، R2 و R3 به‌ترتیب تکرار اول، دوم و سوم؛ I1، I2، I3 و I4 به‌ترتیب تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی، ۶۰ درصد نیاز آبی و ٤۰ درصد نیاز آبی؛ D1، D2 و D3 به‌ترتیب تاریخ کاشت اول مهر، اول آبان و اول آذر

شکل ۱- شمایی از نقشه طرح استفاده شده در این پژوهش

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق خاک (cm)	pH	EC (ds/m)	OC %	TNV %	N %	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
۰-۳۰	۷/۹	۰/۵۹۸	۰/۵۰۲	۲۰/۵	۰/۰۷۱	۹/۶	۳۱۰	۰/۰۴۹	۷/۹۱
۳۰-۶۰	۷/۷	۰/۵۷۰	۰/۲۵۰	۳۶	۰/۰۳۴	۴	۲۸۰	۰/۰۳۰	۴/۴۰

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق خاک (cm)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)
۰-۳۰	۳۱/۵	۴۳/۵	۲۵	لومی- رسی	۱/۳۶
۳۰-۶۰	۴۵	۳۸	۱۷	رسی	۱/۴۱

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب مزرعه تحقیقاتی

پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
pH	۷/۳۵	HCO^{3-} (meq/L)	۴/۳
EC (ds/m)	۰/۳۴۵	CO_3^{2-} (meq/L)	۰
Na+ (meq/L)	۰/۲۱	$SO4^{2-}$ (meq/L)	۰/۰۳
K+ (meq/L)	۰/۴۲	Ca^{2+} (meq/L)	۳/۱۱
Cl^- (meq/L)	۰/۵۱	Mg^{2+} (meq/L)	۱/۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- طول دوره رشد، متوسط دمای کمینه، متوسط دمای بیشینه، متوسط دما، مقدار آب داده شده و بارندگی مؤثر در مراحل فنولوژیکی گندم در تاریخ کاشت‌های مختلف

تاریخ کاشت	اول مهر						اول آبان						اول آذر					
دوره رشد	روز	متوسط دمای کمینه (0^C)	متوسط دمای بیشینه (0^C)	متوسط دما (0^C)	مقدار آب داده شده (mm)	بارندگی مؤثر (mm)	روز	متوسط دمای کمینه (0^C)	متوسط دمای بیشینه (0^C)	متوسط دما (0^C)	مقدار آب داده شده (mm)	بارندگی مؤثر (mm)	روز	متوسط دمای کمینه(0^C)	متوسط دمای بیشینه (0^C)	متوسط دما (0^C)	مقدار آب داده شده (mm)	بارندگی مؤثر (mm)
از کا شت تا سبز شدن	۱۵	۱۶/۸	۳۰/۶	۲۳/۷	۳۴/۵	۰	۲۲	۹	۲۱/۶	۱۵/۳	۹/۴	۱۸/۹	۳۹	۱/۳	۱۲/۲	۶/۸	۲۱/۵	۳/۷
از سبز شدن تا پنجه زدن	۱۴	۱۲/۷	۲۶/۶	۱۹/۶	۲۷/۸	۰	۲۳	۳/۱	۱۴/۶	۸/۹	۱۵/۴	۳/۷	۳۴	۰/۸	۱۰/۷	۵/۷	۱۸/۸	۱۰
(دوره پنجه زنی)	۲۲	۹/۲	۲۱/۷	۱۵/۴	۱۹/۰۸	۱۸/۹	۴۱	۱/۸	۱۲/۳	۷	۲۶/۳	۱۴/۸	۳۹	۳/۲	۱۲/۹	۸/۱	۴۵/۹	۲۰
دوره خواب	۶۵	۲/۳	۱۳/۳	۷/۸	۵۵/۸۵	۱۸/۵	۲۴	۰/۳	۹/۲	۴/۶	۱۵/۸	۴/۵	–	–	–	–	–	–
از ساقه رفتن تا گلدهی	۴۱	۱/۶	۱۰/۶	۶	۴۲/۱	۱۹/۸	۵۱	۶/۲	۱۶/۳	۱۱/۳	۸۱	۴۳/۵	۲۸	۱۰	۲۰/۷	۱۵/۳	۶۶	۳۸
ازگلدهی تا پرشدن دانه	۲۶	۶/۶	۱۷/۴	۱۲	۷۳/۳۵	۲۸/۲	۱۶	۱۲/۸	۲۴/۵	۱۸/۶	۶۶/۶	۲۰	۹	۱۸/۶	۳۰/۳	۲۴/۴	۲۵/۹	۱۵/۴
از پرشدن دانه تا سخت شدن دانه	۴۷	۱۳/۸	۲۵/۸	۱۹/۸	۸۵/۳۴	۷۱/۸	۲۳	۱۵/۴	۲۸/۶	۲۲/۱	۶۴/۸	۵۱/۸	۱۹	۱۴/۸	۲۸/۴	۲۱/۶	۴۲	۳۶/۴

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبات نیاز آبی

ابتدا با استفاده از داده‌های هواشناسی روزانه شامل دمای کمینه و بیشینه، رطوبت نسبی کمینه و بیشینه، سرعت باد و ساعات آفتابی در منطقه (اخذ شده از ایستگاه همدیدی کاشمر) تبخیر و تعرق مرجع با استفاده از فرمول پنمن- مانتیث محاسبه شد.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n-G)+\left[\frac{890}{T+273}\right]U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34U_2)} \quad (۱)$$

که در این رابطه:

ET_0 تبخیر- تعرق مرجع (mm/day)، R_n تابش خالص در سطح پوشش گیاهی ($MJm^{-2}d^{-1}$)، T متوسط دمای هوا در ارتفاع دو متری از سطح زمین (0^C)، U_2 متوسط سرعت باد در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (m/s)، (e_s-e_a) کمبود فشار بخار در ارتفاع دو متری (Kpa)، Δ شیب منحنی فشار بخار ($Kpa/0^C$)، γ ضریب رطوبتی (Kpa/0C) و G شار گرما به داخل خاک ($MJm^{-2}d^{-1}$) می‌باشند.

سپس نیاز آبی گیاه با اعمال ضریب گیاهی گندم در مراحل مختلف رشد (اقتباس از نشریه ۲۴ فائو) و با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید:

$$ET_C = K_C \times ET_0 \quad (۲)$$

که در رابطه فوق:

ET_0 تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه مرجع (میلی‌متر در روز)، ET_C نیاز آبی گیاه (میلی‌متر بر روز) و K_C ضریب گیاهی می‌باشد. جهت محاسبه بارندگی مؤثر از روش ارائه شده توسط سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) استفاده شد.

$$P_e = \frac{P_t\times[125-(0.2\times P_t)]}{125} \quad (۳)$$

که در این رابطه:

P_e میزان بارندگی مؤثر بر حسب میلی‌متر و P_t باران کل ماهانه (mm) می‌باشد.

دور آبیاری برای آبیاری قطره‌ای سه روز و بر اساس عرف منطقه در نظر گرفته شد. برای محاسبه عمق خالص آبیاری از رابطه (٤) استفاده گردید:

$$d_n = K_r \times (\sum_{i=1}^{3} ET_{Ci} - P_e) \quad (٤)$$

که در رابطه فوق، d_n عمق خالص آبیاری (mm) و K_r ضریب مربوط به سطح سایه‌اندازی گیاه (درصد پوشش گیاهی نسبت به کل سطح مزرعه) در آبیاری قطره‌ای می‌باشد.

در این پژوهش راندمان آبیاری در کرت‌های شش مترمربعی، ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد؛ زیرا در غیر این صورت، تلفات آبیاری ناشی از راندمان‌های کمتر از ۱۰۰ درصد در تیمارهای کم‌آبیاری نفوذ عمقی نکرده و در ناحیه ریشه باقی می‌ماند و تنش رطوبتی را به کمتر از حد مورد انتظار می‌رساند؛ بنابراین با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۱۰۰ درصد، عمق ناخالص آبیاری و در نهایت حجم آب آبیاری مورد نیاز در طول دوره رشد برای هر کرت از روابط زیر محاسبه گردید:

$$d_g = \frac{d_n}{E_a} \quad (۵)$$

$$V = d_g \times A \quad (٦)$$

که در روابط فوق، d_g عمق ناخالص آبیاری (mm)، E_a راندمان کاربرد (۱۰۰ درصد)، A مساحت هر کرت (مترمربع) و V حجم آب آبیاری بر حسب لیتر می‌باشد. در نهایت حجم آب آبیاری مورد نیاز با استفاده از کنتور اندازه‌گیری و به هر کرت منتقل شد. بعد از عملیات کاشت اولین آبیاری در تاریخ ۱۳۹۷/۰۷/۰۱ صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی با رعایت دور آبیاری تا تاریخ ۱۳۹۸/۰۲/۲۰ انجام گردید.

عملیات برداشت گندم در ۱۰ تیرماه صورت گرفت. برای این منظور از وسط هر کرت مساحتی به اندازه یک مترمربع که معرف شرایط کل کرت بود، برداشت گندم صورت گرفت و نمونه‌های برداشت شده به آزمایشگاه منتقل شدند. عملکرد و اجزای عملکرد تیمارها شامل عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شده و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت. برای محاسبه تعداد دانه در سنبله، از هر کرت تعداد ۳۰ سنبله به طور تصادفی انتخاب شد و متوسط تعداد دانه‌ها محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه نیز تعداد پنج نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

و وزن هر نمونه اندازه‌گیری شده و به ۱۰۰۰ دانه تعمیم داده شد. در نهایت میانگین پنج نمونه به عنوان وزن هزار دانه پذیرفته شد (امیدی‌نسب و همکاران، ۱۳۹٤). برای به دست آوردن میزان کاه تولیدی، وزن دانه به دست آمده از واحد سطح از وزن کل محصول برداشت شده در واحد سطح کسر گردید. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به دست آمد. با توجه به محدودیت منابع آبی و لزوم مدیریت آب در بخش کشاورزی، ارایه راهکاری که بتواند کارایی مصرف آب را افزایش دهد، حایز اهمیت است؛ بنابراین کارایی مصرف آب برای تیمارها از طریق رابطه ۷ محاسبه شد (لیو و همکاران، ۲۰۱۵):

$$WUE = \frac{Y}{TWU} \qquad (۷)$$

که در این رابطه:

WUE کارایی کل آب مصرفی (کیلوگرم بر مترمکعب) ، Y مقدار عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و TWU کل آب مصرفی شامل آبیاری و بارندگی مؤثر (مترمکعب در هکتار) می‌باشد. مقادیر کل بارندگی و بارندگی مؤثر در ماه‌های مختلف دوره رشد در جدول ۵ ارائه شده است.

نتایج و بحث

در جدول ٦ عمق آب داده شده به هر کرت با احتساب باران مؤثر (بر حسب میلی‌متر) در ماه‌های مختلف دوره رشد در تیمارهای مختلف ارائه گردیده است. نتایج تجزیه واریانس صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد کاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب در جدول ۷ ارایه شده است. نتایج این جدول نشان داد که تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر تمامی صفات اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند در حالی که اثر متقابل تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد کاه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و بر ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر متقابل تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله و کارایی مصرف آب معنی‌دار نبود.

جدول ۵- مقادیر بارندگی کل و بارندگی مؤثر در ماه‌های مختلف در طول دوره رشد

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
کل بارندگی (mm)	۰	۳۹/۱	۸/۷	۲۹/۹	۳۹/۱	۵۲/۸	۵۶/۹	۵۰
بارندگی مؤثر (mm)	۰	۱۸/۹	۳/۷	۱۴/۸	۱۹/۸	۲۸/۲	۳۵/۴	۳۶/۴

جدول ۶- عمق آب داده شده به هر کرت با احتساب باران مؤثر (برحسب میلی‌متر) در ماه‌های مختلف دوره رشد گندم در تیمارهای مختلف

ماه	کاشت زود هنگام (اول مهر)				کاشت بهنگام (اول آبان)				کاشت دیر هنگام (اول آذر)			
	کامل	٪۸۰	٪۶۰	٪۴۰	کامل	٪۸۰	٪۶۰	٪۴۰	کامل	٪۸۰	٪۶۰	٪۴۰
مهر	۶۲	۶۲	۶۲	۶۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
آبان	۲۹/۱	۲۹/۱	۲۹/۱	۲۹/۱	۱۴/۱	۱۴/۱	۱۴/۱	۱۴/۱	۰	۰	۰	۰
آذر	۲۸/۳	۲۸/۳	۲۸/۳	۲۸/۳	۲۳/۳	۲۳/۳	۲۳/۳	۲۳/۳	۱۴/۳	۱۴/۳	۱۴/۳	۱۴/۳
دی	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۶/۲	۱۱/۲	۱۱/۲	۱۱/۲	۱۱/۲
بهمن	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲	۱۹/۲
اسفند(اعمال تنش)	۶۴/۴	۵۱/۵	۳۸/۶	۲۵/۸	۳۶/۶	۲۹/۳	۲۲	۱۴/۶	۳۶/۶	۲۹/۳	۲۲	۱۴/۶
فروردین	۸۰/۱	۶۴/۱	۴۸/۱	۳۲/۱	۱۳۰/۲	۱۰۴/۱	۷۸/۱	۵۲/۱	۸۱/۶	۶۵/۳	۴۸/۹	۳۲/۶
اردیبهشت	۳۷/۶	۳۰/۱	۲۲/۵	۱۵/۱	۳۶/۴	۲۹/۱	۲۱/۸	۱۴/۵	۴۲/۸	۳۴/۲	۲۵/۶	۱۷/۱
مجموع عمق آب داده شده به هر کرت در طول دوره رشد (mm)	۳۳۶/۹	۳۰۰/۵	۲۶۴/۰	۲۲۷/۸	۲۷۶	۲۳۵/۳	۱۹۴/۷	۱۵۴	۲۰۵/۷	۱۷۳/۵	۱۴۱/۲	۱۰۹/۰
کل باران مؤثر در طول دوره رشد (mm)	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۵۷/۲	۱۳۸/۳	۱۳۸/۳	۱۳۸/۳	۱۳۸/۳
کل نیاز آبی گیاه در طول دوره رشد (mm)	۴۹۴	۴۵۸	۴۲۱	۳۸۵	۴۳۳	۳۹۲	۳۵۲	۳۱۱	۳۴۴	۳۱۲	۲۸۰	۲۴۷

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- تجزیه واریانس صفات زراعی گندم رقم پیشگام

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد کاه (کیلوگرم بر مترمربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر مترمربع)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم بر مترمربع)
تنش رطوبتی	۳	۷۲۹/۲۱۳ **	۶۹۶/۶۹۴ **	۲۱۹/۸۷۱ **	۳/۲۱۲ **	۲۰۲/۴۱۶ **	۰/۲۷ **	۰/۲۰۴ **	۰/۷۰۷ **
تاریخ کاشت	۲	۱۰۸/۱۱۱ **	۶۷/۷۵۰ **	۲۰/۰۲۸ **	۰/۳۱۳ **	۴۵/۳۱۵ **	۰/۰۴۵ **	۰/۰۳۵ **	۰/۱۰۶ **
تاریخ کاشت×تنش رطوبتی	۶	۷/۰۷۴ *	۲/۱۹۴ ns	۱/۱۵۱ *	۰/۰۰۳ ns	۴/۸۸۶ **	۰/۰۰۳ **	۰/۰۰۴ **	۰/۰۱۱ *
خطای آزمایش	۲۴	۲/۵۸۳	۲/۱۶۷	۰/۳۲۲	۰/۰۰۵	۱/۰۸۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱/۷۹	۵/۳۶	۱/۹۸	۳/۹۱	۴/۱۳	۵/۴۷	۷/۴۷	۵/۴۷

**، * و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۸- مقادیر ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف

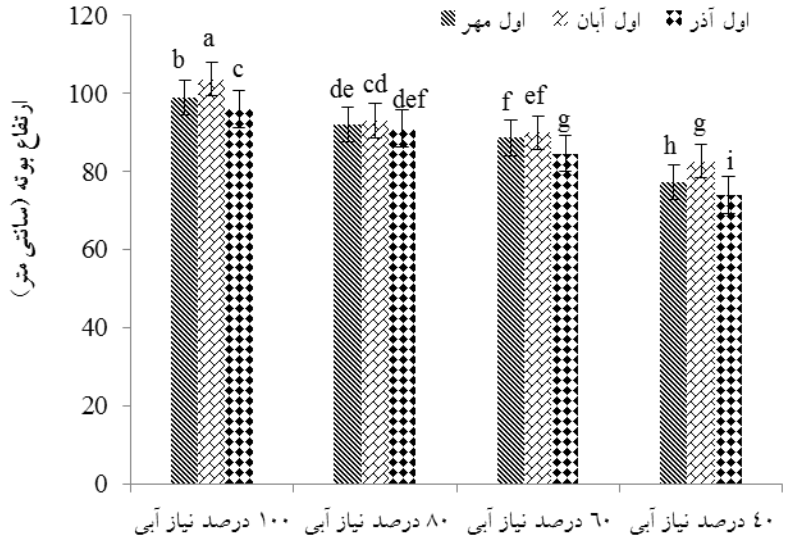
	تیمار											
	I_1D_1	I_1D_2	I_1D_3	I_2D_1	I_2D_2	I_2D_3	I_3D_1	I_3D_2	I_3D_3	I_4D_1	I_4D_2	I_4D_3
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۹۹	۱۰۳/۶۷	۹۶	۹۲	۹۳	۹۱	۸۸/۶۷	۹۰	۸۴/۶۷	۷۷/۳۳	۸۲/۶۷	۷۴

www.SID.ir

Archive of SID

ارتفاع بوته

در جدول ۸ مقادیر ارتفاع بوته (بر حسب سانتی‌متر) در تیمارهای مختلف نشان داده شده است. بیش‌ترین ارتفاع بوته متعلق به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آبان و کمترین مقدار آن متعلق به تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آذر بود (شکل ۲). در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی، ارتفاع بوته در تاریخ یک آبان در مقایسه با تاریخ‌های یک مهر و یک آذر به ترتیب ٤/۷۱ و ۷/۹۸ درصد افزایش نشان داد. معاونی و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی نشان دادند که اثر تنش رطوبتی بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که با نتیجه به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت. مقایسه میانگین اثر تنش بر ارتفاع گیاه در مطالعه آن‌ها نشان داد که تیمارهای بدون تنش از ارتفاع بیش‌تری نسبت به تیمارهای تنش رطوبتی برخوردار بودند. یافته‌های پژوهش توکلی (۱۳۹۱) نیز حاکی از تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته بود که با نتیجه به دست آمده در این پژوهش همخوانی داشت. در مطالعه او ارتفاع بوته در تاریخ کاشت زود هنگام (اوایل مهر) در مقایسه با تاریخ کاشت نرمال (اواسط مهر) و دیرهنگام (اواخر مهر) بیش‌تر بود. احمدامینی و همکاران (۱۳۹۰) اظهار کردند که در تاریخ کاشت‌های دیر به دلیل افزایش طول روز و افزایش دما، ارتفاع بوته کاهش نشان داد. فلاح و تدین در پژوهشی نشان دادند که تأثیر تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود که با نتیجه به دست آمده در این پژوهش همخوانی داشت. کاهش دوره رشد منجر به کاهش رشد رویشی و در نتیجه کاهش ارتفاع بوته می‌شود (فلاح و تدین، ۱۳۹۲). عبدالهی (۱۳۹٤) در مطالعه خود نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. او در مطالعه خود اثر دو تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر و بعد از بارندگی مؤثر را بر اجزای عملکرد گندم دیم در منطقه کرمانشاه مورد بررسی قرار داد.



شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر ارتفاع گندم رقم پیشگام
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

تعداد دانه در سنبله

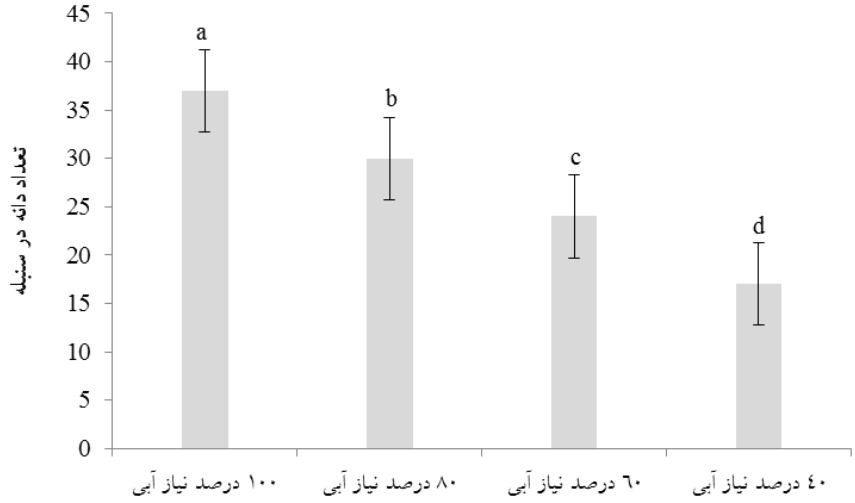
بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی و به مقدار ۳۸ دانه در سنبله و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار آبیاری ٤۰ درصد نیاز آبی و به مقدار ۱۷ دانه در سنبله بود (شکل ۳)؛ زیرا اعمال تنش رطوبتی در مرحله گلدهی باعث عقیم شدن دانه‌های گرده و اختلال در

www.SID.ir

Archive of SID

فتوسنتز و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌ها می‌گردد که می‌تواند دلیلی بر کاهش تعداد دانه در سنبله باشد (موری و همکاران، ۱۳۹۱). نتیجه مطالعه هادی و همکاران (۱۳۹٦) نیز نشان داد که تنش رطوبتی تعداد دانه در سنبله گندم رقم پیشگام را به طور معنی‌داری کاهش داد که با نتیجه به دست آمده در این پژوهش همخوانی داشت.

مقایسه میانگین اثر ساده تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله متعلق به تاریخ کاشت اول آبان و به مقدار ۳۰ دانه در سنبله و کمترین مقدار آن متعلق به تاریخ کاشت اول آذر و به مقدار ۲۵ دانه در سنبله بود. کاهش حدود ۱۷ درصدی تعداد دانه در سنبله در تاریخ کاشت اول آذر (تاریخ کاشت دیرهنگام) در مقایسه با تاریخ کاشت اول آبان (تاریخ کاشت بهنگام) احتمالاً نتیجه مصادف شدن زمان گلدهی بوته‌های گندم دیر کاشت با دمای بالا و در نتیجه سقط تعدادی از دانه‌ها می‌باشد (جدول ٤). پژوهش فلاح و تدین (۱۳۹۲) نیز نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود به طوری که تأخیر در تاریخ کاشت پتانسیل دانه‌بندی گیاه را کاهش داد که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت. دلیل آن این بود که به تأخیر انداختن تاریخ کاشت گندم در منطقه شهرکرد منجر به رویارویی فصل رشد با فصل سرما می‌گردد که در نتیجه آن رشد بوته‌ها و تجمع مواد فتوسنتزی و به دنبال آن تعداد دانه در سنبله به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.



شکل ۳- اثر ساده تیمارهای آبیاری بر تعداد دانه در سنبله گندم رقم پیشگام در تاریخ کاشت اول آبان‌ماه
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

وزن هزار دانه

وزن دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در گندم می‌باشد و بسته به دوره و مرحله وقوع تنش، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (فیشر، ۱۹۷۳). همان طوری که از نتایج ارائه شده در شکل ٤ قابل استباط است، اعمال تیمارهای کم‌آبیاری وزن هزار دانه را به طور معنی‌داری کاهش داده است. این پدیده می‌تواند به دلیل آن کوتاه‌تر شدن طول دوره پر شدن دانه در اثر تنش رطوبتی و دمای زیادتر هوا طی روزهای پایانی دوره رشد باشد (موری و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج مطالعات هادی و همکاران (۱۳۹٦) نیز نشان داد که تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه در تیمارهای کم‌آبیاری گردید. وزن هزار دانه در تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با سایر

www.SID.ir

Archive of SID

تیمارهای آبیاری کمتر است. وزن هزار دانه در تیمار ٤٠ درصد نیاز آبی در مقایسه با تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی)، ۳۳/٥٤ درصد کاهش نشان داد. فرمهینی فراهانی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که در شرایط کم‌آبی، میزان رشد رویشی و مقدار مواد فتوسنتزی گیاه گندم کاهش یافت. این شرایط باعث کاهش گرده‌افشانی گل‌ها شده و ممکن است گل‌ها به دانه تبدیل نشوند و یا به دلیل شرایط تنش آبی برخی از گل‌های تلقیح شده موفق به دریافت کربوهیدرات کافی برای پر شدن دانه نخواهند شد و در نتیجه تعداد دانه و وزن آن‌ها کم می‌شود.

نتایج جدول تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تنش رطوبتی و تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود. بیش‌ترین وزن هزار دانه در تاریخ کاشت اول آبان ماه (کشت بهنگام) و کمترین مقدار آن در تاریخ کاشت اول آذر ماه (کشت دیرهنگام) به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد در تاریخ کاشت اول آبان ماه به دلیل عدم برخورد رشد گیاه با شرایط نامساعد تنش گرمایی و خشکی، مواد فتوسنتزی بیش‌تری به سلول‌ها راه می‌یابد و به تبع آن وزن هزار دانه بالا می‌رود (جدول ٤). این نتیجه با نتایج به دست آمده در مطالعه فلاح و تدین (۱۳۹۲) مطابقت داشت. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که وزن هزار دانه تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت به طوری که با تأخیر در کاشت، وزن هزار دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. وزن هزار دانه تحت تأثیر عواملی که بعد از گرده‌افشانی اتفاق می‌افتند، قرار می‌گیرد. وزن نهایی دانه تابعی از سرعت و طول دوره پر شدن دانه است، این دو عامل تحت تأثیر تأخیر در کاشت نقصان یافته و موجب کاهش وزن هزار دانه می‌گردد (کلاته عربی و همکاران، ۱۳۹۰). جین و همکاران نیز کاهش وزن هزار دانه را در گندم به دلیل تأخیر در کاشت گزارش کردند (جین و همکاران، ۱۹۹۲). قمرنیا و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود نشان دادند که وزن هزار دانه در تیمار دیم کامل نسبت به تیمارهای تحت آبیاری تکمیلی (در مرحله گلدهی، دانه‌دهی و گلدهی و دانه‌دهی) کاهش معنی‌داری از خود نشان داد. به عبارتی تنش رطوبتی در مطالعه آن‌ها نیز باعث کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه در گندم گردید که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

در شکل ٤ اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه گندم (رقم پیشگام) نشان داده شده است. مطابق شکل ٤ بیش‌ترین وزن هزار دانه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آبان به مقدار ۳٦/۷۳ گرم و کمترین مقدار آن در تیمار ٤٠ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آذر به مقدار ۲۱/۸٦ گرم مشاهده گردید.

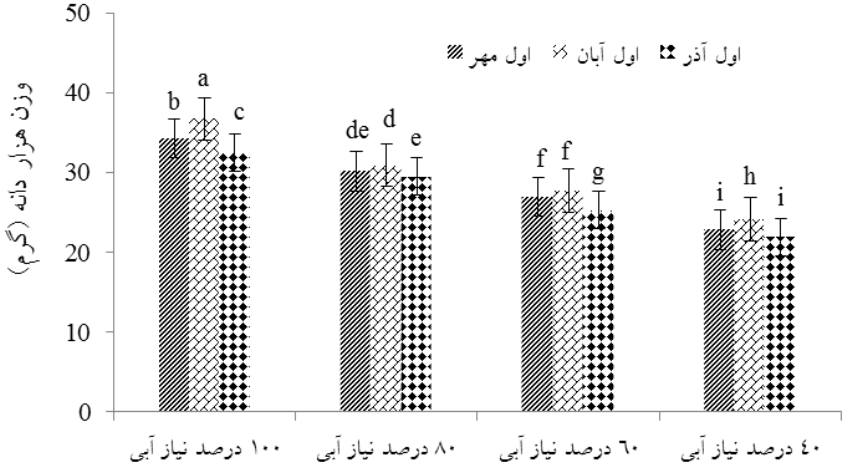
کارایی مصرف آب

در جدول ۹ مقدار کل آب مصرفی در طول دوره رشد، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف نشان داده شده است. بیش‌ترین کارایی مصرف آب در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آبان، به میزان ۱/٦۷ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین مقدار آن در تیمار ٤٠ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آذر، به میزان ۰/۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد (جدول ۹). با توجه به شکل ٥ مشخص می‌شود که کارایی مصرف آب در تیمارهای ۸۰ درصد، ٦۰ درصد و ٤٠ درصد نیاز آبی به ترتیب ۲۳/٦٤، ۲۷/۷۰ و ٤۳/۲٤ درصد کمتر از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (تیمار شاهد) بود. جعفری و همکاران (۱۳۹۷) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که کارایی مصرف آب گندم (رقم پارسی) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بیش‌ترین مقدار و در تیمار ٥۰ درصد نیاز آبی کم‌ترین مقدار خود را داشت که با نتایج به دست آمده در این پژوهش همخوانی داشت. بر اساس نتایج به دست آمده در مطالعه آن‌ها، پربازده‌ترین تیمار آبیاری، تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی بود که منجر به افزایش ٤۳/۱۸ درصدی کارایی مصرف آب نسبت تیمار ٥۰ درصد نیاز آبی گردید. توکلی (۱۳۹۱) در پژوهش خود نشان داد که اثر تاریخ

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت گندم در سطح احتمال ۱٪ بر کارایی مصرف آب معنی-دار بود با نتیجه به دست آمده در این پژوهش همخوانی داشت. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، کوتاه بودن بازه زمانی برای کاشت گندم به دلیل فرارسیدن زودهنگام سرما، باعث می‌شود که تاریخ کاشت به موقع اثر مهمی بر عملکرد دانه و در نتیجه کارایی مصرف آب در این مناطق داشته باشد. در مناطق خشک و نیمه‌خشکی مانند کاشمر نیز تأخیر در زمان کاشت اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه و در نتیجه کارایی مصرف آب خواهد داشت؛ زیرا بازه زمانی کاشت گندم در این مناطق کوتاه بوده و خطر مواجهه شدن گندم با سرمای زمستانه قبل از استقرار کامل گیاه، کمتر وجود دارد (جدول ٤). همین امر باعث شده است که در پژوهش حاضر اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب معنی‌دار گردد. نتایج مطالعات صنوبر و همکاران (۱۳۸۹) نشان داد که کارایی مصرف آب در تیمارهای آبیاری که با تنش رطوبتی بیش‌تری مواجه بودند، کمتر بود. این نتیجه با یافته‌های به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت.



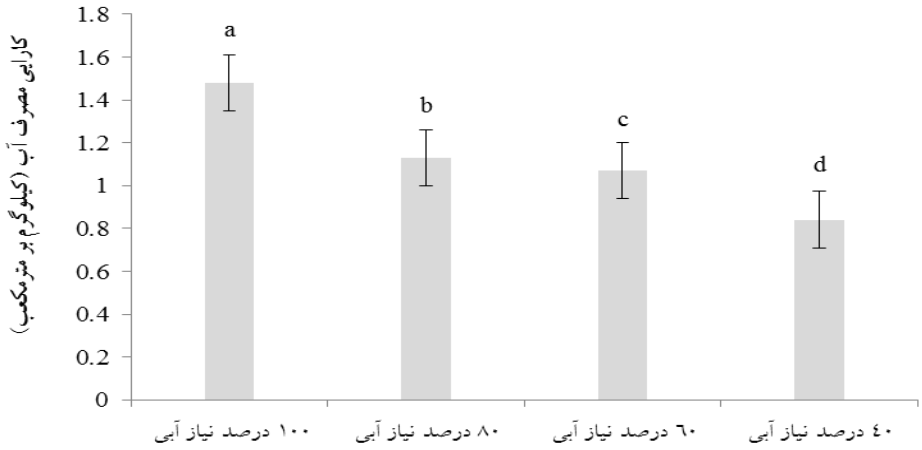
شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر وزن هزاردانه گندم رقم پیشگام
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

جدول ۹- مقدار کل آب مصرفی در طول دوره رشد، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

تیمار	مقدار کل آب مصرفی (آبیاری+ بارندگی مؤثر) (مترمکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
I1D1	۴۹۴۰	۶۲۶۶	۱/۲۶
I1D2	۴۳۳۰	۷۲۲۷	۱/۶۷
I1D3	۳۴۴۰	۵۲۵۴	۱/۵۲
I2D1	۴۵۸۰	۴۲۸۳	۰/۹۳
I2D2	۳۹۲۰	۴۷۱۱	۱/۲۰
I2D3	۳۱۲۰	۴۰۰۰	۱/۲۸
I3D1	۴۲۱۰	۳۷۱۶	۰/۸۸
I3D2	۳۵۲۰	۳۸۷۳	۱/۱۰
I3D3	۲۸۰۰	۳۴۹۱	۱/۲۴
I4D1	۳۸۵۰	۲۷۵۸	۰/۷۱
I4D2	۳۱۱۰	۳۲۲۳	۱/۰۳
I4D3	۲۴۷۰	۲۰۰۰	۰/۸۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- اثر ساده تیمارهای آبیاری بر کارایی مصرف آب گندم رقم پیشگام در تاریخ کاشت اول آبان‌ماه
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

شاخص برداشت

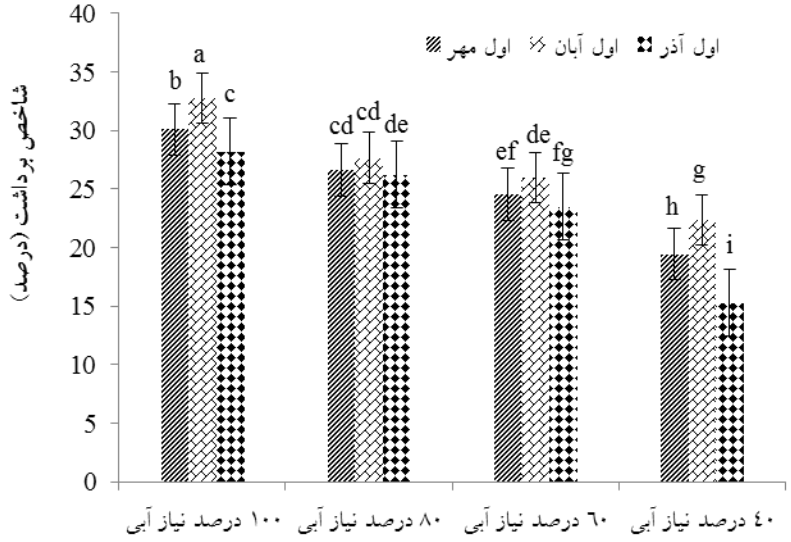
مقایسه میانگین شاخص برداشت در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که شاخص برداشت در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با تیمارهای دیگر بیش‌تر بود (شکل ٦). بالا بودن شاخص برداشت به این معنی است که سهم دانه‌ها از کل ماده خشک تولید شده توسط گیاه افزایش یافته است؛ به عبارت دیگر مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی به دانه‌ها انتقال یافته‌اند. چون این مواد در ساقه‌ها و غلاف برگ‌ها ذخیره می‌شوند (قبل از گرده‌افشانی)، بنابراین تسهیل انتقال آن‌ها شاخص برداشت را بالا می‌برد (ترابیان و مقصودی، ۱۳۹۳). در شرایط خشک به دلیل کاهش میزان تعرق، نقل و انتقال مواد به کندی صورت می‌گیرد که همین باعث کاهش شاخص برداشت در تیمارهای تحت تنش رطوبتی می‌گردد (ریچارد، ۲۰۰٦). بیش‌ترین شاخص برداشت متعلق به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت یک آبان و کمترین مقدار آن متعلق به تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت یک آذر بود (شکل ٦). نتیجه پژوهش معاونی و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان داد که اثر تیمارهای کم‌آبیاری بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود که با نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر همخوانی داشت. میانگین اثر تنش بر شاخص برداشت در پژوهش آن‌ها نشان داد که تیمارهای بدون تنش نسبت به تیمار تنش رطوبتی، شاخص برداشت بالاتری داشتند. نتایج تحقیقات حلیم و همکاران (۱۳۹٦) نیز حاکی از کاهش معنی‌دار شاخص برداشت در اثر تنش رطوبتی در گندم بود.

عملکرد کاه

در جدول ۱۰ مقادیر کاه تولیدی در تیمارهای مختلف ارائه گردیده است. با توجه به شکل ۷ مشخص می‌شود که با افزایش تنش رطوبتی عملکرد کاه در تاریخ‌های مختلف کاشت، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیش‌ترین عملکرد کاه متعلق به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آبان و کمترین مقدار آن متعلق به تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آذر بود (جدول ۱۰). همچنین با توجه به شکل ۷ مشخص می‌شود که با تغییر تاریخ کاشت از اول مهر به اول آبان، میزان کاه تولیدی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت دیرهنگام به دلیل برخورد مراحل فنولوژیکی گیاه بعد از گرده‌افشانی با شرایط نامساعد (تنش حرارتی)، رقابت شدیدتری بین اندام‌های رویشی و زایشی رخ داده و در نتیجه عملکرد کاه کاهش یافته است (جدول ٤).

www.SID.ir

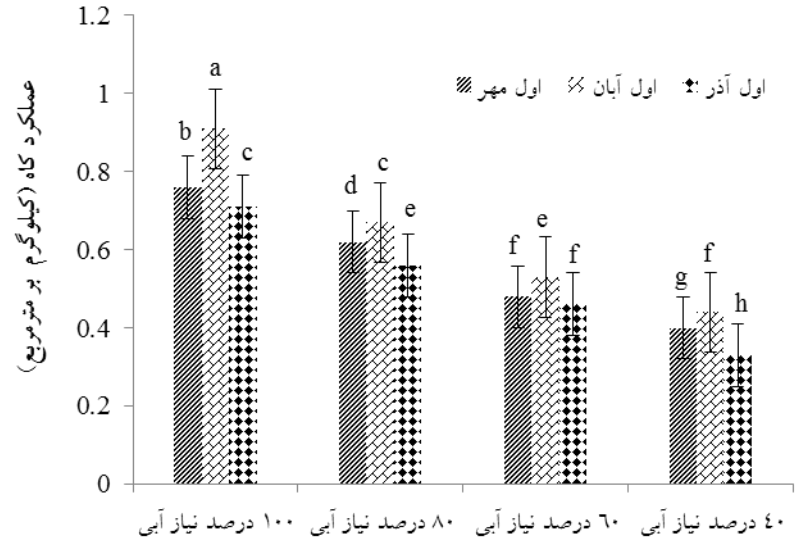
Archive of SID



شکل ۶- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر شاخص برداشت گندم رقم پیشگام
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

جدول ۱۰- مقادیر کاه تولید شده در تیمارهای مختلف

	تیمار											
مقدار کاه (کیلوگرم بر مترمربع)	I_1D_1	I_1D_2	I_1D_3	I_2D_1	I_2D_2	I_2D_3	I_3D_1	I_3D_2	I_3D_3	I_4D_1	I_4D_2	I_4D_3
	۰/۷۶	۰/۹۱	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۴۶	۰/۴۰	۰/۴۴	۰/۳۳



شکل ۷- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد کاه گندم رقم پیشگام
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۱- مقادیر دانه تولید شده در تیمارهای مختلف

مقدار دانه (کیلوگرم بر مترمربع)	تیمار										
	I_1D_1	I_1D_2	I_1D_3	I_2D_1	I_2D_2	I_2D_3	I_3D_1	I_3D_2	I_3D_3	I_4D_1	I_4D_2	I_4D_3
	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۴۰	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۳۴	۰/۲۷	۰/۳۲	۰/۲۰

توکلی (۱۳۹۱) نیز در پژوهش خود گزارش کرد که تاریخ کاشت بر عملکرد کاه و کلش در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌دار داشت که با نتیجه به دست آمده در این پژوهش همخوانی داشت.

عملکرد دانه

در جدول ۱۱ مقادیر دانه تولید شده در تیمارهای مختلف نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده تأثیر تنش رطوبتی بر کاهش عملکرد دانه گندم کاملاً مشهود است (جدول ۱۱). مقایسه میانگین عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری در شکل ٦ نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیازآبی در مقایسه با تیمارهای دیگر بود. بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آبان و کمترین مقدار آن متعلق به تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت اول آذر بود (شکل ۸). اعمال تنش رطوبتی در تیمارهای ۸۰، ٦۰ و ٤۰ درصد نیاز آبی عملکرد دانه را نسبت به تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) به ترتیب ۳۰/٦۸، ٤۰/۸۹ و ۵۷/٤۲ درصد کاهش داد. موری و همکاران (۱۳۹۱) نیز در پژوهشی نشان دادند که اثر تنش رطوبتی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و افزایش تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید که با یافته-های این پژوهش مطابقت داشت. این موضوع می‌تواند به دلیل تأثیر منفی تنش بر اجزای عملکرد دانه به ویژه تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه باشد. نتایج پژوهش صنوبر و همکاران (۱۳۸۹) نیز نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد. به طوری که تیمار آبیاری با دور هشت روز حداکثر عملکرد دانه و تیمار آبیاری با دور ١٤ روز حداقل عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.

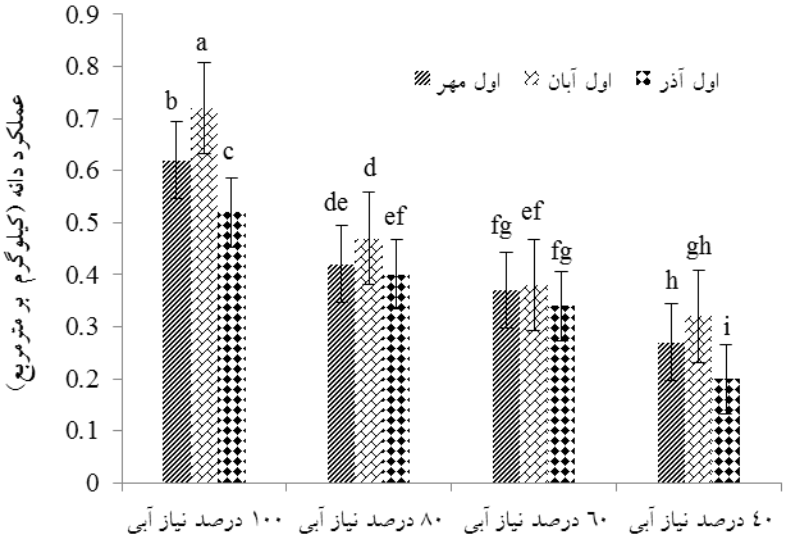
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و اثر متقابل تنش رطوبتی و تاریخ کاشت نیز بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اصولاً عملکرد دانه ناشی از تغییرات به وجود آمده در تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه می‌باشد. از این رو با توجه به این که در این پژوهش عوامل فوق تحت تأثیر تیمارهای مختلف تاریخ کاشت قرار گرفته‌اند، بنابراین عملکرد دانه نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و تاریخ کاشت یک آبان در مقایسه با تاریخ‌های کاشت یک مهر و یک آذر دارای عملکرد بیش‌تری بود. در تاریخ کاشت یک آبان به دلیل ظهور زودتر، گیاهچه توانست با استفاده از دوره زمانی طولانی‌تر، از رشد بهتری برخوردار شود و با جذب دماهای بیش‌تر و استفاده از منابع غذایی خاک و آب، ماده خشک بیش‌تری را تولید و ذخیره سازد و در نتیجه به پتانسیل بالاتری از عملکرد برسد. ولی در تاریخ کاشت دیرهنگام به دلیل برخورد مراحل فنولوژیک گیاه بعد از گرده‌افشانی با تنش گرما، وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد اقتصادی کاهش یافت. همچنین طول فصل رشد مناسب و انطباق مراحل فنولوژیکی به‌ویژه مراحل گلدهی و پرشدن دانه‌ها با طول روز و درجه حرارت‌های مطلوب‌تر نیز می‌تواند دلیل بیش‌تر بودن عملکرد دانه در تاریخ کاشت دوم (۱ آبان ماه) نسبت به دو تاریخ کاشت دیگر باشد (جدول ٤).

بررسی نتایج سایر پژوهشگران نیز در تحلیل یافته-های این مطالعه مؤثر است. طی پژوهشی در گرگان و در شرایط تنش رطوبتی، ارتباط اجزای عملکرد نشان داد که وزن هزار دانه بیش‌ترین ارتباط را با عملکرد دانه دارد (خبازصابری

www.SID.ir

Archive of SID

و همکاران، ۱۳۷۲). نتایج تحقیقات فلاح و تدین (۱۳۹۲) نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود که با نتیجه به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت. آن‌ها در مطالعه خود سه تاریخ کاشت ۱۶ مهر، ۱ آبان و ۱۶ آبان را برای کاشت گندم در نظر گرفتند که عملکرد دانه در تاریخ کاشت سوم در مقایسه با تاریخ‌های کاشت اول و دوم به ترتیب به مقدار ۲۶ و ۲۰ درصد کاهش نشان داد. دلیل این اختلاف ممکن است به شرایط متفاوت آب و هوایی در تاریخ‌های مختلف کاشت مربوط باشد. آن‌ها مطالعه خود را در منطقه‌ای انجام دادند (شهرکرد) که دارای زمستان‌های بسیار سرد است. تأخیر در کاشت به موقع گندم در این منطقه (کاشت دیرهنگام) باعث می‌شود که در شرایطی که گیاه هنوز به طور کامل در زمین استقرار نیافته است با سرمای زمستان مواجه گردد. بنابراین تأخیر در تاریخ کاشت به علت عدم استقرار به موقع گیاه، عدم رشد کافی قبل از مواجهه با سرمای پاییزه و نیز عدم دریافت بخشی از تشعشعات خورشیدی موجود به وسیله سایه‌انداز گیاهی به دلیل کاهش طول دوره رشد، منجر به کاهش عملکرد بالقوه گیاهان زراعی می‌شود. از طرفی دیگر بررسی وضعیت دمایی منطقه مورد مطالعه فلاح و تدین (۱۳۹۲) نشان داد که دما در اوایل آبان ماه به شدت کاهش یافته است به طوری که متوسط دمای کمینه، پایین‌تر از صفر فیزیولوژیکی گیاه گندم بوده است. همچنین دمای خرداد ماه نیز به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است که این افزایش نیز احتمالاً سبب مواجهه گیاه به ویژه در تاریخ کاشت ۱۶ آبان با تنش دمایی بالا و در نتیجه کاهش عملکرد دانه در این تاریخ شده است. کاشت دیر هنگام نیز به دلیل برخورد دوره رشد و نمو دانه با تنش خشکی و گرمای هوا ممکن است موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود (عبدالهی، ۱۳۹۴).



شکل ۸- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه گندم رقم پیشگام
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

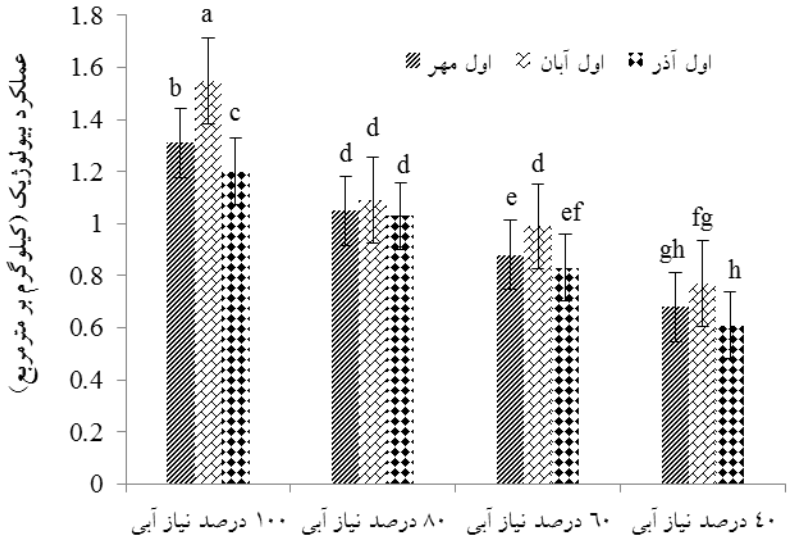
عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک بین تیمارهای آبیاری و تاریخ-های مختلف کاشت در سطح احتمال یک درصد در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشت. افزایش تنش رطوبتی منجر به کاهش عملکرد بیولوژیک گردید. تیمارهای ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مقایسه به تیمارهای ۸۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی عملکرد بیولوژیک بیش‌تری داشت. عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

بیولوژیک در تیمار شاهد (۱۰۰ درصد نیاز آبی) در مقایسه با تیمارهای ۸۰، ٦۰ و ٤۰ درصد نیاز آبی به ترتیب به اندازه ۲۸/۰۷، ۵۰/۱۸ و ۹٦/۱۳ درصد بیش‌تر بود. بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک متعلق به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و تاریخ کاشت یک آبان و کمترین مقدار آن متعلق به تیمار ٤۰ درصد نیاز آبی و تاریخ یک آذر بود (شکل ۹). این نتیجه با نتایج به دست آمده در پژوهش موری و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی داشت. آن‌ها در مطالعه خود نشان دادند که افزایش تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در بین ارقام مختلف گندم گردید. بر اساس پژوهش‌های انجام گرفته تنش خشکی در مراحل مختلف به ویژه در زمان پر شدن دانه سبب کاهش عملکرد می‌شود و همچنین کاهش فتوسنتز و از طرف دیگر کاهش انتقال مواد پرورده به اجزای گیاه، سبب کاهش ماده خشک هر بوته می‌گردد (امام، ۱۳۹۰). در پژوهش معاونی و همکاران (۱۳۸۸)، مقایسه میانگین‌های اثر تنش بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که تیمارهای بدون تنش نسبت به تیمار تنش رطوبتی از عملکرد بیولوژیک بیش‌تری برخوردار بودند که با یافته‌های به دست آمده در این پژوهش مطابقت داشت. عملکرد بیولوژیک در تاریخ کاشت یک آبان در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر، بیش‌تر بود. در تیمارهای کم‌آبیاری ۸۰، ٦۰ و ٤۰ درصد نیاز آبی، بین عملکرد بیولوژیک در تاریخ‌های کاشت یک مهر و یک آذر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج جدول تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر متقابل تنش رطوبتی و تاریخ کاشت نیز بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.



شکل ۹- اثر متقابل تیمارهای آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک گندم رقم پیشگام
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند

نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که اعمال کم‌آبیاری باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب گندم گردید به طوری که بیش‌ترین عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب گندم در منطقه کاشمر زمانی اتفاق می‌افتد که ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه تأمین گردد؛ بنابراین علی رغم کاهش مصرف آب در شرایط اعمال کم-آبیاری در مزارع تحت کشت گندم در منطقه مورد مطالعه، برای رسیدن به حداکثر سود پیشنهاد می‌گردد که نیاز آبی گندم به‌طور کامل تأمین شده و از ایجاد تنش رطوبتی به این گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

استراتژیک جلوگیری به عمل آید. همچنین با توجه به یافته-های این پژوهش می‌توان گفت، اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب متعلق به تاریخ کاشت یک آبان بود که در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر افزایش معنی‌داری را از خود نشان داد؛ بنابراین می‌توان گفت بهترین تاریخ کاشت گندم پاییزه در منطقه خشک و نیمه‌خشک کاشمر، تاریخ ۱ آبان است.

فهرست منابع

۱. امام ی، ۱۳۹۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز.

۲. امیدی‌نسب د، قرینه م ح، بخشنده ع، شرفی‌زاده م، شافعی‌نیا ع ر و سقلی ع، ۱۳۹٤. اثر میزان بذر و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم (*Triticum aestivum*) در بقایای گیاهی ذرت (*Zea mays*) (بی-خاک‌ورزی). مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۱۳، شماره ۳، صفحه‌های ۵۹۸ تا ٦۱۰.

۳. احمدامینی ط، کامکار ب و سلطانی ا، ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر ضرایب تخصیص ماده خشک در ارقام مختلف گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ٤، شماره ۱، صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۵۰.

٤. ترابیان ع و مقصودی ک، ۱۳۹۳. بررسی روابط بین عملکرد و اجزای آن در گندم در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی با استفاده از روش تجزیه مسیر. نشریه زراعت، دوره ۱۰٤، صفحه‌های ٤۷ تا ۵۳.

۵. توکلی ع ر، ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت و آبیاری محدود بر عملکرد و اجزای عملکرد پنج رقم گندم در مراغه. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۲، شماره ٦، صفحه‌های ۸۷ تا ۹٦.

٦. جعفری ن، آقایاری ف و پاک‌نژاد ف، ۱۳۹۷. تأثیر روش‌های مختلف کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف مصرف آب گندم رقم پارسی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۱۲، شماره ٤، صفحه‌های ۵۸۱ تا ۵۹۸.

۷. چگنی ه، ۱۳۹۳. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی)، جلد ۲۷، دوره ۱۰٤، صفحه‌های ۹ تا ۲۱.

۸. حلیم ق، یحیی ا و شاکری ا، ۱۳۹٦. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش در ارقام گندم نان در شرایط قطع آبیاری پس از گلدهی. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، جلد ۷، شماره ٤، صفحه‌های ۱۲۱ تا ۱۳٤.

۹. خبازصابری ح، قمی س و چراغ‌علی ا، ۱۳۷۲. مطالعه و تعیین تراکم مناسب ارقام پیشرفته گندم. مجله نهال و بذر، جلد ۹، شماره ۳، صفحه‌های ۲٦ تا ۲۹.

۱۰. رستگار م ع، ۱۳۸۷. دیم‌کاری. انتشارات برهمند.

۱۱. سلامات ن، ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام دیررس گندم. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد ۱، شماره ۳، صفحه‌های ۳۷ تا ۵۰.

۱۲. صنوبر ع، دهقانی ف و طباطبایی س ع، ۱۳۸۹. اثر دور آبیاری بر عملکرد، کارایی مصرف مصرف آب و برخی خصوصیات کیفی ارقام گندم نان. مجله پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲٤، شماره ۱، صفحه‌های ۳۱ تا ٤۰.

www.SID.ir

Archive of SID

۱۳. عباسی ف، محمدی ح، بازگیر س و آزادی م، ۱۳۹۷. برآورد تاریخ بهینه کشت و مراحل حساس رشد به تنش آبی در مناطق عمده کشت گندم دیم ایران. مجله مدیریت آب و آبیاری، جلد ۸، شماره ۲، صفحه‌های ۲٦۷ تا ۲۸۷.

۱٤. عبدالهی ع، ۱۳۹٤. بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد گندم نان در شرایط دیم. نشریه زراعت دیم ایران، جلد ٤، شماره ۲، صفحه‌های ۹۹ تا ۱۱۵.

۱۵. فرمهینی فراهانی م، میرزاخانی م و ساجدی ن ع، ۱۳۹۲. اثر تنش کم‌آبی و کاربرد مواد جاذب رطوبت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه در اراک. نشریه یافته‌های نوین کشاورزی، جلد ۷، شماره ۳، صفحه‌های ۲٦۳ تا ۲۷٤.

۱٦. فلاح س و تدین م ر، ۱۳۹۲. تأثیر تاریخ و تراکم کاشت بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم نان پاییزه (*Triticum aestivum* L.) در منطقه شهرکرد. مجله پژوهش در گیاهان زراعی، جلد ۱، شماره ۲، صفحه‌های ۱۱ تا ۲۱.

۱۷. قمرنیا ه، فرمانی‌فرد م و ساسانی ش، ۱۳۹۱. بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و کارایی مصرف مصرف آب سه رقم جدید گندم. مجله مدیریت آب و آبیاری، جلد ۲، شماره ۲، صفحه‌های ٦۹ تا ۸۳.

۱۸. کلاته‌عربی م، شیخ ف، سوقی ح و هیوه‌چی ج، ۱۳۹۰. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در گرگان. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲۷، شماره ۳، صفحه‌های ۲۸۵ تا ۲۹٦.

۱۹. معاونی پ، حبیبی د و عباس‌زاده ب، ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در شهر قدس. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۵، شماره ۱، صفحه‌های ٦۹ تا ۸۵.

۲۰. موری س، امام ی و کریم‌زاده سورشجانی ه، ۱۳۹۱. ارزیابی مقاومت به خشکی انتهای فصل در ارقام گندم با استفاده از عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ۵، شماره ۱، صفحه‌های ۱۹ تا ۳۲.

۲۱. نورمحمدی ق، سیادت ع و کاشانی ع، ۱۳۸۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲۲. هادی م، جلیلی س و مجنونی‌هریس ا، ۱۳۹٦. ارزیابی عملکرد گندم در شرایط دیم و آبی و بررسی امکان آبیاری تکمیلی گندم دیم با استفاده از آب ذخیره شده در کم‌آبیاری گندم آبی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱۱، شماره ۳، صفحه‌های ٤۰۳ تا ٤۱۱.

23. Chen C, Payne W A, Smiley R W and Stoltz M A, 2003. Yield and water use efficiency of eight wheat cultivars planted on seven dates in Northeastern Oregon. Agronomy 95.4: 836-843.

24. Chen R, Cheng W, Cui J, Liano J, Fan H, Zheng Z and Ma F, 2015. Lateral spacing in drip-irrigated wheat: The effect on soil moisture, yield and water use efficiency. Field Crop Research 179: 52-69.

25. Fischer R A, 1973. The effect of water at various stages of development on yield processes in wheat. Pp. 233-241. In: Proceedings of Plant Responses to Climate Factors Symposium. UNESCO, Paris.

26. Hossain I, Epplin F M and Krenzer E G, 2003. Planting date influence on dual-purpose winter wheat forage yield, grain yield, and test weight. Agronomy 95.5: 1179-1188.

www.SID.ir

Archive of SID

27. Jain M P, Dixit P V and Khan R A, 1992. Effect of sowing date on wheat varieties under late sown irrigated conditions. Agricultural Science 62: 669-671.
28. Khichar M L and Niwas R, 2006. Microclimate profiles under different sowing environments in wheat. Agrometeorology 8: 201-209.
29. Li Q, Bian C, Liu X, Ma C and Liu Q, 2015. Winter wheat grain yield and water use efficiency in wide-precision planting pattern under deficit irrigation in North China Plain. Agriculture Water Management 152: 71-76.
30. Liu E K, Mei X R, Yan C R, Gong D Z and Zhang Y Q, 2015. Effects of water stress on photosynthetic characteristics, dry matter translocation and WUE in two winter wheat genotypes. Agricultural Water Management 167: 75-85.
31. Richard A R, 2006. Physiological traits used in the breeding of new cultivars for water-scarce environments. Agricultural Water Management 80.1-3: 197-211.
32. Sun H, Zhang X, Chen S, Pei D and Liu C, 2007. Effects of harvest and sowing time on the performance of the rotation of winter wheat-summer maize in the North China Plain. Industrial Crops and Products 25.3: 239-247.
33. Timsina J, Godwin D, Humphreys E, Singh Y, Singh B, Kukal S S and Smith D, 2008. Evaluation of options for increasing yield and water productivity of wheat in Punjab, India using the DSSAT-CSM-CERES-Wheat model. Agricultural Water Management 95.9: 1099-1110.
34. Toklu F and Yagbasanlar L, 1996. A research on determination wheat cultivars under Cukrova climate conditions. Pp. 287. In: The proceedings of the 5th International Wheat Conference. Ankara, Turkey.
35. Winter S R and Musick J T, 1993. Wheat planting date effects on soil water extraction and grain yield. Agronomy 85.4: 912-916.
36. Zhang B, Li F M, Huang G, Cheng Z Y and Zhang Y, 2006. Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area. Agricultural Water Management 79.1: 28-42.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Drought Stress and Planting Date on Grain Yield and Water Use Efficiency of Autumn Wheat in Kashmar Region

M. Mokari [1] *, M. Abedinpour, and H. Dehghan
Assistant Professor, Water Engineering Department, Kashmar Higher Education Institute
mehdimokari@gmail.com
Assistant Professor, Water Engineering Department, Kashmar Higher Education Institute
abedinpour_meysam@yahoo.com
Assistant Professor, Water Engineering Department, Kashmar Higher Education Institute
dehghan63.ha@gmail.com

Abstract

Presently, the main challenge of agricultural sector is improvement of crop water productivity (CWP). To evaluate the effect of water stress and planting date on grain yield, water productivity and yield components of wheat (*Pishgam var.*), an experiment was conducted as split plot based on complete randomized design with three replications, at Kashmar Agricultural Research Station, in 2018-2019. Irrigation treatments included 100% of irrigation water requirement (IWR), 80% IWR, 60% IWR, and 40% IWR as the main treatments, and three planting dates including 23rd September, 23rd October and 23rd November as sub treatments. The results showed that water stress had significant effect on grain yield, water use efficiency (WUE), and harvest index (HI) at 1% probability level, such that with increasing water stress, the grain yield, HI and WUE was decreased. Also, the results showed that the effect of sowing date on grain yield, thousand kernel weight, and number of kernels per panicle, HI, and WUE was significant. The highest values of grain yield, HI, and WUE were 7227.33 kg/ha, 32.77 %, and 2.51 kg/m^3, respectively, and belonged to 23rd October and 100% IWR treatment. The lowest of these values were 2000 kg/ha, 15.3%, and 1.14 kg/m^3, respectively, related to 23rd November and 40% IWR treatment. The interaction between water stress and planting date had significant effect on all agronomic traits, except the number of kernels per panicle and WUE. According to the results of this study, irrigation treatment of 100% IWR and planting date of 23rd October can be considered for autumn wheat cultivar (*Pishgam var.*) in arid and semi-arid region of Kashmar.

Keywords: Wheat var. Pishgam, Harvest index, Deficit irrigation, Water stress

[1]-Corresponding author: Water Engineering Department, Kashmar Higher Education Institute
*- Received: February 2020, and Accepted: June 2020

www.SID.ir