مقایسه عملکرد و برخی خصوصیات مرفولوژیک و بیوشیمیایی ارقام گندم در شرایط کم آبیاری در منطقه ورامین

رضا افشاریان‌زاده[۱]، اسلام مجیدی‌هروان[۲]، محمد نصری*[۳]، حسین حیدری‌شریف‌آباد [۴] و قربان نورمحمدی[۵]

۱، ۲، ۴ و ۵) گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی علوم تحقیقات تهران، تهران- ایران.
۳) گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین، تهران- ایران.

نویسنده مسئول*: dr.nasrii@yahoo.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴

چکیده

تنش رطوبتی به عنوان عاملی مهم در کاهش عملکرد گندم مطرح می‌باشد. بدین منظور تحقیقی بر روی ۲۱ رقم گندم در شرایط سطوح مختلف قطع آبیاری در سال زراعی ۱۳۹۷ در منطقه ورامین اجرا شد. این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده (اسپیلت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل تیمارهای قطع آبیاری و ارقام در ۶۳ تیمار و سه تکرار انجام شد. عامل اصلی تیمار آبیاری در سه سطح شامل: آبیاری معمول I_0، قطع آبیاری در مرحله گلدهی I1، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه I2 و ارقام در ۲۱ سطح شامل؛ چمران، استار، سیروان، سیوند، ارگ، پارسی، برات، نارین، حیدری، افق، رخشان، بهاران، سپاهان، افلاک، میهن، زارع، گنبد، اروم، سایسون، گاسکوژن و مهرگان به عنوان عامل فرعی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده آبیاری و ارقام و تأثیر متقابل آن‌ها بر روی؛ عملکرد دانه، عملکرد کل، شاخص سطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ، آنزیم کاتالاز و بیومارکر تخریب دی‌تیروزین در سطح پنج ویک درصد معنی‌دار بود. ارتفاع بوته و شاخص برداشت تحت تأثیر اثر ساده تیمار آبیاری قرار نگرفت ولی اثر ساده ارقام و تأثیر متقابل سطوح آبیاری و ارقام اثر معنی‌دار در سطح یک درصد داشت. بالاترین ارتفاع بوته از تیمار آبیاری معمول و رقم سپاهان (۱۱۳/۷ Cm)؛ عملکرد دانه از تیمار آبیاری معمول و رقم رخشان (۱۰۲۷۶/۴Kg.ha)؛ عملکرد کل از تیمار آبیاری معمول و رقم سیوند با متوسط (۴۳۸۹۲/۸ Kg.ha)؛ آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم سیوند (۵۴/۳۶ U/mgprotein) و بیومارکر تخریب دی‌تیروزین از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم گاسگوژن (۲۱/۸۳ ηmol/mgprotein) حاصل شد، کمترین ارتفاع بوته (۷۶/۴ Cm)، عملکرد دانه (۱۴۹۳/۷ Kg.ha)؛ عملکرد کل (۱۰۵۴۳/۹Kg.ha) را تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم افق به دست آورد. کمترین آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز را تیمار آبیاری معمول در رقم سیروان با متوسط (۱۲/۹۵ U/mgprotein) و بیومارکر تخریب دی‌تیروزین را تیمار آبیاری معمول در رقم رخشان با متوسط (۹/۱۱ ηmol/mgprotein) به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج می توان ارقام رخشان، سیوند و حیدری را برای کاشت در منطقه ورامین توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، ارقام، عملکرد دانه، دی تیروزین و کاتالاز.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

مقدمه

غلات تأمین کننده ۷۰ درصد غذای مردم جهان می‌باشند و به طور کلی بیش از سه چهارم انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کنند و نقش کلیدی در تغذیه بشر دارند (ارزانی،۱۳۹۰). در بین غلات، گندم از اهمیت خاصی برخوردار است(Royo *et al*., 2015). گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت، از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در ایران است و از نظر اقتصادی و تأمین کننده غذای اصلی است و مانند سایر گیاهان زراعی تولید بهینه محصول آن توسط برخی عوامل محیطی محدود می‌شود (محمدی بابازیدی و همکاران، ۱۳۹۲). کم آبی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است. ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در سال در زمره این مناطق طبقه‌بندی می‌شود (نصری و خلعتبری، ۱۳۹۵). تنش‌خشکی شاخص سطح برگ و ماده خشک را در گندم را کاهش می-دهد (Trethowan and Reynolds, 2007). رشد گیاه یکی از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین پدیده‌های حیاتی نسبت به عوامل محیطی می‌باشد که بازتاب پاسخ گیاه نسبت به متغیرهای محیطی است. کاهش رشد تحت شرایط نامناسب محیطی به قطع ارتباط بین عملکردهای گیاه نسبت داده می‌شود (Mansouri-Far *et al.,* 2010). دلیل کاهش بیوماس گیاهی و وزن خشک کل در شرایط تنش کاهش شدت فتوسنتز وپیری زودرس برگ ها می باشد همچنین به واسطه تحت تأثیر قرار دادن منبع فتوسنتزی از طریق کاهش سطح فتوسنتزی، کاهش دوام سطح فتوسنتز کننـده و محدود نمودن فتوسنتز از طریـق عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای سبب کاهش عملکرد دانه می گردد (Moursi and Salem, 2013; Bhatt and Roa, 2015). اثر متقابل رقم و خشکی ارقام چمران (۳۶۴۱ کیلـوگرم در هکتار) و شووا (۴۷۲۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش خشکی پتانسیل تولید کمتری از خود نشان دادند. بروز شرایط خشکی عامل محدود کننده وزن هزار دانه (۳۹/۶ گرم) در مقابل شرایط بدون تنش خشکی (۴۳/۱ گرم) بود (قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). به واسطه عدم وجود آب کافی، ترکیبات لازم دانه گندم به صورت نامطلوب تجمع یافته و تشکیل دانه دچار ضعف شده که در نهایت بر اندازه و وزن دانه اثر منفی می‌گذارد و دانه‌ها کوچک و چروکیده می‌شوند. پتانسیل ژنتیکی ارقام پرمحصول گندم در صورت عدم بـروز خشکی به ویژه در مرحله‌ی گلدهی تا رسیدگی، امکان دستیابی بـه عملکرد دانه‌ی قابل حصول را افزایش می‌دهد (Gallagher *et al.,* 2012). بسته به زمان وقوع تنش، شدت و مدت آن، میزان اثر بر عملکرد دانه متغیر است (Yang *et al.,* 2011). در شرایطی‌که آب به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، عمدتاً مواد حاصل از فتوسنتز جـاری تأمین کننده وزن دانه هستند (Davidson *et al.,* 2013). بیوماس کل گیاهی در شرایط آبیاری مناسب بیش از بیوماس آن در شرایط تنش است لیکن تنش خشکی، سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در پرکردن دانه را تا ۲۳ درصد افزایش داد (رضایی مراداعلی و همکاران، ۱۳۹۳). تنش خشکی موجب کاهش زیست توده گیاهی، عملکرد دانه و دوام

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

سطح برگ می شود (Sankar *et al.,* 2008). در شرایط نامساعد محیطی به علت ممانعت از فتوسنتز و یا کاهش سطح برگ، میزان کربن فراهم شده برای دانه کاهش یافته و منجر به افت عملکرد می‌گردد (Ruuska *et al.,* 2006). محققان بیان داشتند که عملکرد غلات نه تنها به تجمع ماده خشک بلکه به اختصاص مؤثر ماده خشک به بخش‌هایی از گیاه که از لحاظ اقتصادی اهمیت زیادی دارند، وابسته است و این مورد کلید پایداری عملکرد تحت شرایط تنش کمبود رطوبت می-باشد (Xu *et al.,* 2009). مطالعات نشان داد؛ تنش رطوبتی با افت شاخص برداشت همراه است بدین معنا که سهم کمتری از کل زیست توده تولید در این حالت به دانه‌ها اختصاص می‌یابد بنابراین با توجه به کاهش عملکرد زیست توده و شاخص برداشت در اثر تنش خشکی، کاهش عملکرد طبیعی می‌باشد (Pireivatlou *et al.,* 2010). دلیل کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش شدید خشکی را می توان حساسیت بیشتر رشد زایشی نسبت به شرایط نامطلوب در مقایسه با دوره رشد رویشی دانست که موجب کاهش شاخص برداشت می‌شود (Gadallah *et al.,* 2010). همچنین بهبود ژنتیکی عملکرد دانه در ارتباط با بهبود صفت شاخص برداشت دانه، کاهش ارتفاع بوته و افزایش وزن دانه امکان‌پذیر می-باشد (Zhou *et al.,* 2013). ارتفاع نسبت به وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر محیط بود و بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی منفی و معنی‌دار و با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد (Akram *et al.,* 2011). رابطه منفی بین ارتفاع بوته و شاخص برداشت و رابطه مستقیم بین عملکرد دانه وارتفاع بوته در گندم گزارش شده است (Dogan, 2009). برگ پرچم گندم که حداقل فاصله را با سنبله دارد نقش به سزایی در تغذیه دانه‌های درون سنبله دارد. بدین ترتیب، عملکرد دانه به مقدار زیادی بستگی به انتقال مواد ساخته شده قبل از گلدهی به دانه دارد (Dalling *et al.,* 2014). در شرایط تنش آبی به طور متوسط ۴۳ و حداکثر ۵۴ درصد وزن نهایی دانه را مواد ذخیره‌ای تشکیل می‌دهد (Ehdaie and Waines, 2011). تنش خشکی می‌تواند منجر به تجمع رادیکال های آزاد اکسیژن در سلول‌ها گردد و با غیرفعال نمودن فعالیت آنزیم‌های متابولیکی منجر به مرگ سلولی شوند (Ben Amor *et al.,* 2007). گونه‌های فعال اکسیژن شامل رادیکال های آزاد و عوامل غیررادیکالی می باشند. گونه‌های فعال اکسیژن باعث آسیب اکسیداتیو به؛ لیپیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و از دست رفتن یکپارچگی غشاها و حتی مرگ سلول می‌گردند (Sharma *et al.,* 2012). گیاهان برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش اکسیداتیو، از یک سیستم دفاع پیچیده ای به نام آنزیم‌های آنتی اکسیدانت استفاده می‌کنند (Verma *et al.,* 2014). فعالیت آنزیم‌هایCAT، SOD و POX در برگ و ریشه در مراحل رشد مرحله اولیه تقسیم سلولی و متافاز به شدت افزایش و پس از آن در آنافاز ۲ کاهش می‌یابد. احتمالاً این افزایش فعالیت یکی از ساز وکارهای کاهش آسیب‌ها و افزایش تحمل به خشکی است (Ge *et al.,* 2006). در کولتیوارهای مختلف گندم در اثر تنش اکسایشی به تنهایی مقدار دی‌تیروزین افزایش پیدا نمود (Ozkur *et al.,* 2009).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

استفاده از ترکیباتی نظیر؛ مس و سلنیوم منجر به افزایش شدیدتر شد و حضور ترکیبات واسطه‌ای مانند مس و سلنیوم می‌تواند واکنش به کمبود آب را تحریک نمود (Rodrigues *et al.*, 2013).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد ارقام گندم و تعیین بهترین و حساس‌ترین رقم در ورامین این تحقیق در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده (اسپیلت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل قطع آبیاری و ارقام در ۶۳ تیمار و سه تکرار انجام گردید. ارقام در آزمایش اولیه انجام شده بر اساس شرایط آب و هوایی منطقه انتخاب شدند. عامل اصلی تیمار آبیاری در سه سطح آبیاری معمول I_0، قطع آبیاری در مرحله گلدهی (۵۰ درصد گل‌دهی) I_1 و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (مرحله شیری به خمیری) I_2 بر اساس تقسیم بندی زادوکس (شروع گلدهی گندم با کد ۶۱ و اتمام گلدهی با کد ۶۹ و اولین گره قابل رؤیت با کد ۷۱ تا ظهور کامل سنبله با کد ۹۴) در مرحله گلدهی و رسیدگی دانه ارقام در ۲۱ سطح به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. ارقام عبارتند از؛ ۱- چمران۲ (گرم و خشک، جنوب) ۲- استار (گرم و خشک، جنوب) ۳- سیروان (گرم و مرطوب) ۴- سیوند (گرم و مرطوب) ۵- ارگ (گرم و خشک) ۶- پارسی (گرم و مرطوب) ۷- برات (گرم و مرطوب) ۸- نارین (گرم و مرطوب) ۹- حیدری (گرم و مرطوب) ۱۰- افق (گرم و مرطوب) ۱۱- رخشان (گرم و مرطوب) ۱۲- بهاران (گرم و مرطوب) ۱۳- سپاهان (معتدل) ۱۴- افلاک (جنوب، گرم و خشک) ۱۵- میهن (سرد) ۱۶- زارع (حاشیه دریای خزر، معتدل) ۱۷- گنبد (حاشیه دریای خزر، معتدل) ۱۸- اروم (سرد) ۱۹- سایسون (سرد) ۲۰- گاسکوژن (سرد) ۲۱- مهرگان (گرم و خشک، جنوب). هر تیمار آزمایشی شامل دو ردیف۶۰ سانتی‌متری و ۶ خط کاشت شش متری بود که فاصله خطوط از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف از همدیگر ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین عامل اصلی در هر تکرار دو فارو به عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو تکرار چهار متر بود. دو خط کناری به عنوان حاشیه، خط دوم جهت یادداشت برداری‌های لازم و خط سوم به عنوان حاشیه عملکرد و خط ۴ الی ۵ به مساحت ۷/۲ مترمربع جهت محاسبه عملکرد نهایی در نظر گرفته شد. کاشت به وسیله بذر کار غلات مدل Jang Ap1 ساخت کشور کره جنوبی با تراکم ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار کشت شد. روش آبیاری بر اساس عرف کشاورزی منطقه به صورت جوی و پشته بود. طول هر تکرار ۷۸ متر و عرض آن ۶ متر و مجموع مساحت طرح آزمایشی (۷۸*۳۰) برابر با ۲۳۴۰ مترمربع بود. قبل از کشت، از سه نقطه مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی‌متری نمونه خاک گرفته شد و به آزمایشگاه خاک و آب ارسال گردید و بعد از تجزیه خاک، بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی، میزان کود مورد نظر مصرف شد. کلیه کودهای فسفره و پتاسیمی قبل از کاشت طبق توصیه کودی به ترتیب به مقدار؛ ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

سولفات پتاسیم به خاک محل آزمایش اضافه شده است. کود ازته از منبع اوره به مقدار ۳۷۰ کیلوگرم در هکتار و در سه تقسیط (۱/۳ هنگام کاشت، ۱/۳ هنگام پنجه زنی و ۱/۳ هنگام ساقه دهی) مصرف شد. کشت در مزرعه شخصی در آذر ۱۳۹۶ اجرا گردید. آبیاری بر اساس عرف منطقه بود. تیمارهای قطع آبیاری دوره رشد گندم بر اساس تقسیم بندی زادوکس (شروع گلدهی گندم با کد ۶۱ و اتمام گلدهی با کد ۶۹ و اولین گره قابل روئیت با کد ۷۱ تا ظهور کامل سنبله با کد ۹۴) در مرحله گلدهی و رسیدگی دانه گندم اعمال گردید. میزان بارندگی در سطح استان تهران در طی سال زراعی ۱۳۹۶-۹۷ معادل ۲۴۱ میلی‌لیتر است. میانگین بلند مدت بارندگی ۲۶۸.۲ میلی‌لیتر بود. این میزان بارندگی مربوط به بازه زمانی مهر ماه تا خرداد ماه می‌باشد (آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۷). در مرحله داشت نیز برای از بین‌بردن علف-های هرز پهن برگ از علف‌کش توفوردی استفاده شد. در دوره قبلی کاشت؛ گیاه ذرت رقم KSC704 در مزارع کشت گردیده بود.

جدول ۱: میزان بارندگی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ بر حسب میلی‌متر

مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
۲۲	۳۸	۴۶	۴۹	۶۵	۳۰	۱۴/۳	۳/۵	۲	۰	۰	۰

جدول ۲: میزان دما سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ بر حسب سانتی‌گراد

	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
ماکزیمم	۲۸	۹/۸	۶	۵	۷	۱۰/۸	۱۸	۲۴	۳۲	۳۹	۴۲	۳۵
مینیمم	۱۴	۴	۰	۰	-۱/۱	۶	۹	۱۱	۱۵	۱۹	۲۴	۱۷

از خطوط نمونه برداری و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، صفات مورد بررسی اندازه‌گیری شدند. ارتفاع بوته: ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از نوک سنبله تا زیر طوقه با متر بر حسب سانی‌متر اندازه‌گیری گردید و پس از میانگین‌گیری ارتفاع در هر تیمار محاسبه شد. به منظور تعیین سطح برگ پرچم از دستگاه Leaf area meter قابل حمل در آزمایشگاه استفاده شد. بدین صورت که در مرحله گرده‌افشانی تعداد ۱۰ برگ پرچم به طور تصادفی برای هر کرت انتخاب‌گردید و میانگین سطوح برگ پرچم برای هر کرت محاسبه شد. عملکرد کل: در هر کرت از مساحت برداشت (۷/۲ مترمربع) برداشت شد و با ترازو دقیق با دقت یک گرم اندازه‌گیری گردید و در نهایت به هکتار تعمیم داده شد. عملکرد دانه: عملکرد کل توسط دستگاه خرمن‌کوب غلات کوبیده شد و عملکرد دانه هر کرت توزین شد و به کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد محاسبه شد. محتوی نسبی آب برگ از رابطه ۱ محاسبه گردید (نصری، ۱۳۸۳).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

رابطه ۱: RWC= FW-DW/TW– DW*100

میزان تغییرات آنزیم کاتالاز توسط روش Paglia (1997) تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری دی تیروزین، از روش کروماتوگرافی HPLC بر اساس روشStone (1978) استفاده شد. در پایان آزمایش؛ نتایج هر یک از تیمارها بعد از تعمیم دادن به هکتار به کمک نرم‌افزار رایانه‌ای Mstat-C تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح یک و پنج درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار EXEL صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

در این تحقیق اثرات ساده سطوح آبیاری و ۲۱ رقم گندم و اثرات متقابل این دو عامل بر صفات؛ ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد کل، شاخص برداشت، شاخص سطح برگ پرچم، کاتالاز و دی تیروزین مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۳: تجزیه واریانس قطع آبیاری بر ارقام در بر ارتفاع بوته، عملکرددانه، عملکرد کل و شاخص برداشت گیاه گندم

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد کل	عملکرد دانه	ارتفاع بوته
تکرار	۲	۱۰۵/۰۲^{ns}	۷۸۹۲۵۹/۳۴*	۴۲۵۸۹/۹۷*	۴۴/۳۱ ^{ns}
آبیاری	۲	۱۵۷/۱۳ ^{ns}	۲۴۸۷۹۶۱/۴۴**	۱۸۴۲۵۹۸/۲۸**	۵۲/۰۳ ^{ns}
خطای (a)	۴	۳۸/۱۶	۱۵۲۴۷۹/۰۲	۷۲۱۲۹/۳۶	۲۱/۲۴
ارقام	۲۰	۶۰۳۵/۲۴**	۱۶۸۶۲۰۵۷/۱۳**	۱۴۸۵۲۹۷/۰۸**	۲۵۸۷/۰۲ **
آبیاری * رقم	۴۰	۹۸۶۲/۳۲**	۱۲۹۸۴۵۲۴/۲۷**	۱۲۴۵۰۸۷/۳۳**	۱۲۹۵/۱۰**
خطای (b)	۱۲۰	۴۱/۱۷	۹۸۷۵۴/۴۶	۴۹۸۰۲/۷۱	۱۴/۱۹
ضریب تغییرات		۱۰/۱۸	۱۵/۳۶	۱۴/۴۹	۱۴/۸۰

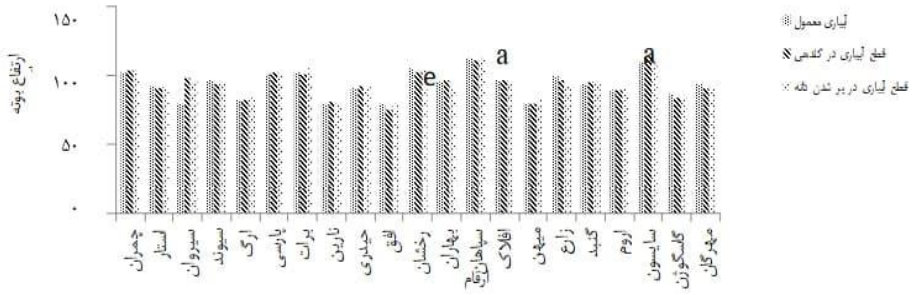
n.s و ** و * به ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر ساده ارقام و تأثیر متقابل ارقام در آبیاری در سطح یک درصد بر ارتفاع بوته گندم معنی‌دار بود اما اثر ساده آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت و همه تیمارها در یک کلاس آماری قرار گرفتند (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد بالاترین ارتفاع بوته از تیمار آبیاری معمول و رقم سپاهان با متوسط ۱۱۳/۷ سانتی‌متر حاصل شد که با تیمارهای قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پر شدن دانه و ارقام سپاهان و سایسون اختلاف معنی‌داری نداشت هر شش تیمار در کلاس آماری a جای‌گرفتند. کمترین ارتفاع بوته را تیمار افق در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با متوسط ۷۶/۴ سانتی‌متر به دست آورد (شکل ۱). کاهش ارتفاع گیاه در شرایط تنش خشکی ناشی از کاهش تقسیم و گسترش سلولی می‌باشد. نتایج نشان داد؛ رابطه مثبت و معنی داری بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه گندم وجود دارد که این موضوع ممکن است به خاطر ورس در گیاهان با ارتفاع بالاتر باشد (Akram *et al*., 2008). رابطه منفی بین ارتفاع بوته و شاخص برداشت و رابطه مستقیم بین عملکرد دانه و ارتفاع بوته در گندم گزارش شده است که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد (Dogan, 2009). به نظر می‌رسد قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی تأثیر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

معنی‌داری بر ارتفاع بوته ندارد. نتایج مطالعه ۲۵ رقم گندم در ترکیه نشان داد که عملکرد دانه و ارتفاع نسبت به وزن هزار دانه بیشتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد و تنش خشکی در مرحله رشد رویشی کاهش قابل توجهی بر این صفات دارد (Aydin *et al*., 2010). محققان معتقدند بهبود ژنتیکی ارقام با کاهش ارتفاع بوته می‌تواند موجب افزایش وزن دانه شود و با کاهش ارتفاع در ارقام جدید، از میزان کاه کاسته شده و به وزن دانه اضافه می‌گردد (Zhou *et al.,* 2013).



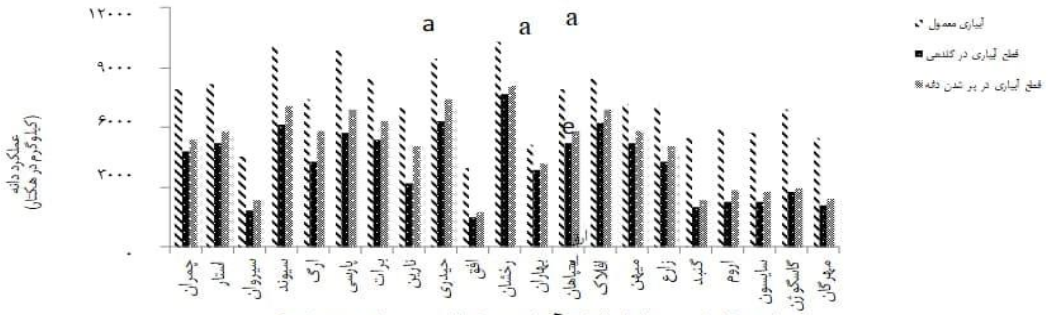
شکل ۱: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر ارتفاع بوته گندم

عملکرد دانه

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده آبیاری و ارقام و تأثیر متقابل تیمارها بر عملکرد دانه تأثیر گذار بود و اختلافات به وجود آمده در سطح یک درصد ($P<0.01$) معنی‌دار شد (شکل ۱). مقایسه میانگین اثرات ساده قطع آبیاری و ارقام نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از رقم رخشان (۸۶۷۸/۴ Kg.ha) و رقم افق (۲۴۰۱/۴ Kg.ha) به دست آمد. تیمار قطع آبیاری بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب از تیمار آبیاری معمول (۷۲۷۲/۸ Kg.ha) و تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی (۴۲۱۷/۵۸ Kg.ha) حاصل شد. نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری معمول و رقم رخشان با متوسط ۱۰۲۷۶/۴ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که با تیمارهای آبیاری معمول و ارقام؛ استار، سیوند، پارسی، برات و حیدری اختلاف معنی-داری نداشته و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین عملکرد دانه از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی از رقم افق با متوسط ۱۴۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (شکل ۲). تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در سیستم‌های کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌گردد. عملکرد دانه و پایداری آن در مناطقی که تنش‌های محیطی وجود دارد می تواند به عنوان معیار مهمی در گزینش و معرفی ارقام مورد استفاده قرار گیرد و ارقامی که دارای سازگاری بیشتری هستند باید از حساسیت کمتر به شرایط نامساعد محیطی و سازگاری عمومی مناسب در شرایط متنوع محیطی برخوردار باشند. Fisher (۲۰۰۸) معتقدند که عملکرد گندم شامل دو جزء اصلی تعداد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

دانه در واحد سطح و وزن دانه است که تعداد دانه در واحد سطح به وسیله تعداد پنجه بارور در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله تعیین می‌شود. انتقال مجدد ماده خشک از برگ پرچم به دانه در شرایط تنش شدید پایین‌تر از حد انتظار بود. به نظر می‌رسد شرایط تنش ضمن ممانعت از رشد رویشی مناسب برگ پرچم باعث شده که انتقال مجدد ماده خشک از این اندام نیزکاهش یابد و میزان مواد فتوسنتزی ذخیره شده نیز به مصرف خود بافت برسد (Voltas *et al.,* 2017).



شکل ۲: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر عملکرد دانه گندم

تنش ناشی از افزایش فواصل آبیاری، به خصوص در مرحله زایشی، منجر به کاهش ظرفیت مخزن در گیاه شده و در نتیجه افت شدید عملکرد دانه را سبب می گردد (اردکانی و همکاران، ۱۳۸۶). در شرایط نامساعد محیطی به علت ممانعت از فتوسنتز و یا کاهش سطح برگ، میزان کربن فراهم شده برای دانه کاهش یافته و منجر به افت عملکرد می‌گردد (Ruuska *et al.,* 2006). در این تحقیق اختلاف بیشتری بین ارقام از نظر عملکرد دانه دیده شد. به نظر می‌رسد علت آن شرایط آب و هوایی در زمان قطع آبیاری باشد. بروز هوای گرم و شوک گرمایی در زمان رشد زایشی یکی از مهم‌ترین دلایل اختلاف عملکرد بین ارقام مختلف در منطقه است. ارقامی که تحمل بیشتری به قطع آبیاری داشتند توانستند در شرایط تنش، تحمل بالاتری داشته باشند و عملکرد آنها کاهش کمتری یابد. رقم سیوند و افق در شرایط آبیاری معمول به ترتیب بالاترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی، کاهش ۴۰ و ۶۲ درصدی داشتند که نشان دهنده حساسیت ارقام به تنش خشکی بود. در واقع ارقام؛ سیوند، حیدری، رخشان و پارسی حساسیت کمتری به شرایط نامساعد محیطی داشته و از سازگاری عمومی مناسبی در شرایط متنوع محیطی برخوردار بود. ژنوتیپ‌ها در مواجهه با شرایط تنش خشکی پس از گلدهی عملکردشان کاهش یافت، احتمالاً می‌تواند به دلیل کاهش میزان فتوآسیمیلات تولیدی طی فرآیند فتوسنتز باشد که سبب کاهش وزن هزار دانه و به طبع عملکرد دانه گردد (Tatar *et al.,* 2016). در واقع عرضه مواد فتوسنتزی توسط منبع (برگ‌ها) به مخزن‌های در حال رشد (دانه‌ها) کافی می‌باشد. بالا بودن منبع به مخزن در گیاه گندم در شرایط فاریاب توسط Ahmai و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است که در این تحقیق مشهود است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

عملکرد کل

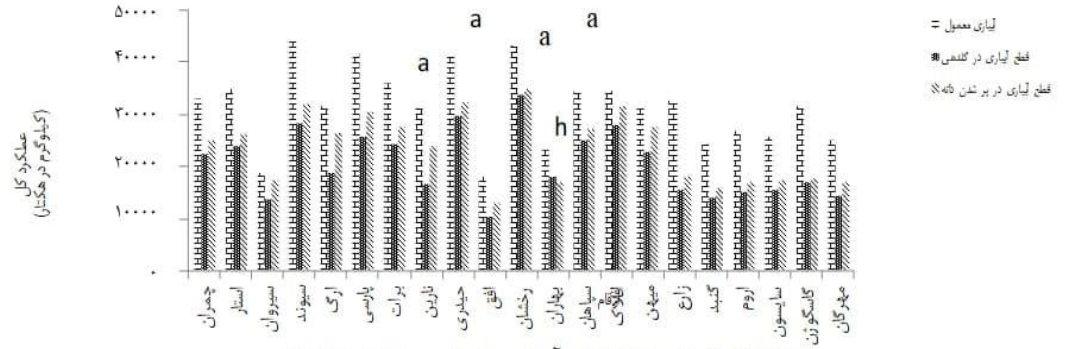
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده آبیاری و ارقام و تأثیرات متقابل آنها، بر عملکرد کل تأثیر گذار بود و اختلافات به وجود آمده در سطح یک درصد ($P<0.01$) معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد بالاترین عملکرد کل از تیمار آبیاری معمول و رقم سیوند با متوسط ۴۳۸۹۲/۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که با تیمارهای آبیاری معمول و رقم حیدری و سیوند اختلاف معنی‌داری نداشت و همگی در گروه آماری a قرار گرفتند. کمترین میزان عملکرد کل را رقم افق در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با متوسط ۱۰۵۴۳/۹ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص داد (شکل ۳). تنش خشکی احتمالاً به واسطه تحت تأثیر قرار دادن منبع فتوسنتزی از طریق کاهش سطح فتوسنتزی، کاهش دوام سطح فتوسنتز کننده و محدود نمودن فتوسنتز از طریق عوامل روزنه‌ای و غیر روزنه‌ای سبب کاهش عملکرد دانه و بالطبع آن بیوماس کل می‌شود (Moursi and Salem, 2013). اکبری مقدم و همکاران (۱۳۸۱) بیان کردند که قطع آبیاری در مرحله ظهور سنبله عملکرد دانه و بیوماس را به ترتیب ۳۶ و ۲۰ درصد کاهش داد. رضایی مراداعلی و همکاران (۱۳۹۳) عنوان داشتند بیوماس کل گیاهی در شرایط آبیاری مناسب بیش از بیوماس آن در شرایط تنش خشکی بود و تنش خشکی، سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در پر کردن دانه را تا ۲۳ درصد افزایش داد. تنش خشکی موجب کاهش زیست توده گیاهی، عملکرد دانه و دوام سطح برگ گردید (Sankar *et al.,* 2008). با توجه به نتایج عملکرد دانه نسبت به عملکرد کل، بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی کاهش داشت. رقم رخشان که در آبیاری معمول، بیشترین عملکرد بیولوژیک را داشت در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی ۲۱ درصد کاهش یافت اما این میزان در رقم افق در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی به ۳۹ درصد رسید. به نظر می‌رسد خصوصیات نژادی ارقام در تحمل به کم - آبی بر عملکرد بیولوژیک بسیار تأثیرگذار بود.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثرات ساده ارقام و تأثیرات متقابل ارقام در آبیاری در سطح یک درصد ($P<0.01$) بر شاخص برداشت گندم معنی‌دار بود اما اثرات ساده آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت و همه تیمارها در یک کلاس آماری قرار گرفتند (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها، بیشترین میزان شاخص برداشت از تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و رقم زارع با متوسط ۲۷/۷۸ درصد و کمترین شاخص برداشت را تیمار سیروان در قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه با متوسط ۱۳/۳۱ درصد به دست آورد (شکل ۴). شاخص برداشت بیانگر درصد انتقال مواد آلی ساخته شده از مبدا به مقصد است؛ رقم زارع دارای شاخص برداشت بالاتری بود و توانست کربوهیدرات بیشتری را از اندام‌های سبز به گیاه منتقل کند. البته از نظر ژنتیکی در واقع دارای دوره رشد رویشی کمتر و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

ارتفاع کمتری نسبت به ارقام رخشان و حیدری بود. رقم رخشان در آبیاری معمول بیشترین شاخص برداشت را داشت که با قطع آبیاری در مرحله گلدهی با توجه به کاهش ۴۰ درصدی عملکرد دانه و ۲۱ درصدی عملکرد بیولوژیک، کاهش سه درصدی را در شاخص برداشت تجربه نمود که در این میزان در رقم مهرگان از ۲۱/۱۴ درصد به ۱۳/۱۱ درصد رسید و کاهش نه درصدی داشت که نشانگر توانایی ارقام در انتقال و انباشتگی مواد فتوسنتزی به خصوص از برگ به دانه‌ها در شرایط تنش هستند.



شکل ۳: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر عملکرد کل گندم

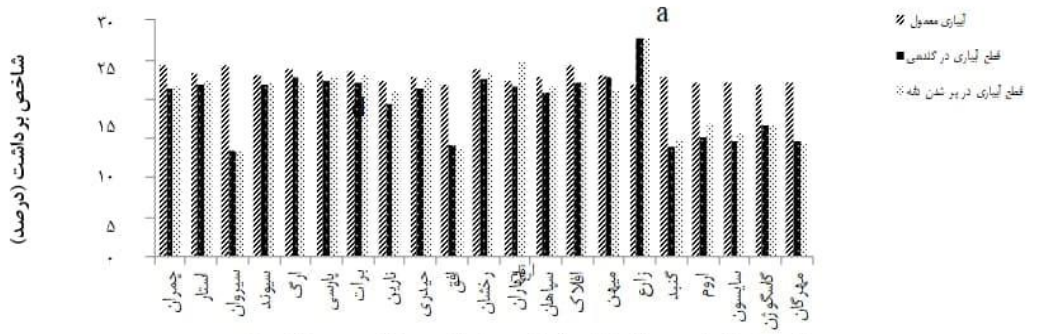
Morgounova و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند که در بیشتر پژوهش‌هایی که روی مبانی فیزیولوژیک افزایش عملکرد دانه صورت گرفت ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بود ولی بین عملکرد دانه و عملکرد کل یا ارتباطی وجود نداشت و یا این ارتباط ضعیف است. Soleymani (۲۰۱۶) علت کاهش شاخص برداشت با افزایش شدت تنش خشکی را به دلیل کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به تولید کاه بیان کرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. پژوهشگران دلیل کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش شدید خشکی را حساسیت بیشتر رشد زایشی نسبت به شرایط نا-مطلوب در مقایسه با دوره رشد رویشی بیان داشتند که موجب کاهش شاخص برداشت شد (Gadallah *et al.,* 2010). همچنین بهبود ژنتیکی عملکرد دانه در ارتباط با بهبود صفت شاخص برداشت دانه، کاهش ارتفاع بوته و افزایش وزن دانه امکان‌پذیر است (Zhou *et al.,* 2013). مطالعات نشان داد؛ تنش رطوبتی با افت شاخص برداشت همراه بود بدین معنا که سهم کمتری از کل زیست توده تولید در این حالت به دانه‌ها اختصاص یافت. بنابراین با توجه به کاهش عملکرد زیست توده و شاخص برداشت در اثر تنش خشکی، کاهش عملکرد طبیعی است (Pireivatlou *et al*., 2010).

شاخص سطح برگ پرچم

بر اساس داده‌های جدول تجزیه واریانس اثر ساده آبیاری و ارقام و اثر متقابل تیمارها بر شاخص سطح برگ پرچم تأثیر معنی‌دار گذاشت و اختلافات به وجود آمده در سطح پنج ($P<0.05$) و یک درصد ($P<0.01$) بود (جدول ۲). مقایسه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

میانگین اثرات ساده قطع آبیاری و ارقام نشان داد بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ پرچم به ترتیب از تیمار آبیاری معمول (۵/۵۳) و تیمار گلدهی (۴/۲۴) حاصل شد. بیشترین شاخص سطح برگ پرچم در از رقم رخشان با ۶/۲۱ حاصل شد که با رقم سیوند اختلاف معنی‌داری نداشت و هر دو تیمار در کلاس آماری a قرار گرفتند و کمترین شاخص سطح برگ پرچم از رقم افق با میانگین ۳/۹۱ به دست آمد. مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین شاخص سطح برگ پرچم از تیمار قطع آبیاری در مرحله آبیاری معمول و رقم سیوند با متوسط ۶/۸۷ حاصل شد که با تیمار آبیاری معمول و رقم رخشان اختلاف معنی‌داری نداشت و هر دو تیمار در کلاس آماری a جای گرفتند. کمترین شاخص سطح برگ پرچم را رقم افق در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با متوسط ۳/۲۷ به خود اختصاص داد (شکل ۵).



شکل ۴: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر شاخص برداشت گندم

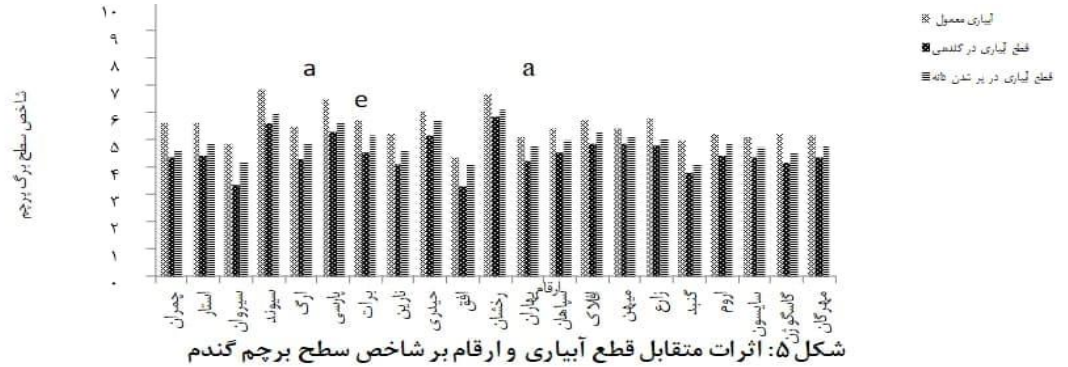
جدول ۲: تجزیه واریانس قطع آبیاری بر ارقام در بر شاخص سطح برگ پرچم، محتوی نسبی آب برگ، کاتالازو دی تیروزین گیاه گندم

	M.S	میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	دی تیروزین	کاتالاز	محتوی نسبی آب برگ	شاخص سطح برگ پرچم
تکرار	۲	۰/۱۲۳ ns	۰/۰۹۱۱ns	۴۸/۴۵ns	۱۱۵/۰۲ns
آبیاری	۲	۰/۹۸۱ **	۰/۳۵۹۱*	۴۷۸۲/۱۵**	۶۴۸/۲۸*
خطای(a)	۴	۰/۰۶۱	۰/۰۵۹۷	۳۶/۷۲	۷۴/۱۲
ارقام	۲۰	۰/۶۲۸**	۰/۰۸۹۴**	۲۴۸۹/۰۲**	۹۲۵۰۷/۳۶**
آبیاری * رقم	۴۰	۰/۵۹۸**	۰/۵۸۰۲**	۲۰۸۵/۱۲ **	۸۶۲۴/۱۷ **
خطای(b)	۱۲۰	۰/۰۳۹	۰/۰۳۲۴	۲۱/۱۴	۴۶/۷۲
ضریب تغییرات		۵/۸۱	۶/۰۱	۱۱/۳۲	۸/۲۳

n.s و ** و * به ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

تحقیقات بر روی گندم در استرالیا نشان داد که قسمت پایین دمگل آذین که به وسیله غلاف برگ پرچم پوشیده شده بود بیشترین مواد فتوسنتزی را در خود تجمع داد و بالاترین نقش را در انتقال مجدد داشت در شرایط تنش خشکی این اندام از کاهش عملکرد جلوگیری نمود (Wardlow and Wilenbrink, 2014). نتایج این پژوهش نشان داد رقم رخشان و سیوند که بالاترین شاخص سطح برگ پرچم را دارا بودند، توانستند بیشترین عملکرد دانه را به دست آورند حتی در شرایط قطع آبیاری وجود سطح برگ پرچم بالا تأثیر مثبت و معنی‌داری در جهت جلوگیری از کاهش عملکرد دانه داشت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]



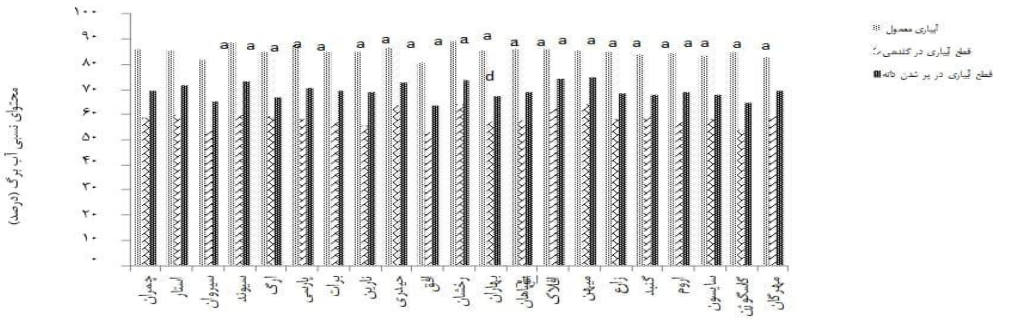
شکل ۵: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر شاخص سطح برچم گندم

رقم رخشان در شرایط آبیاری معمول دارای سطح برگ پرچم ۶/۸۰ بود که به ۵/۹۲ درصد در تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی رسید که این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. در واقع می‌توان گفت که تنش رطوبتی در لاین متحمل تغییر چندانی بر شاخص سطح برگ پرچم نداشت اما ارقام حساس به شدت تحت تأثیر تنش، میزان شاخص برگ پرچم آنها کاهش یافت و در رقم افق از ۴/۳۳ به ۳/۱۵ درصد رسید این اختلاف در شاخص برگ پرچم در ارقام حساس و عدم تأثیر پذیری آنها در متحمل را می‌توان چنین توجیه کرد برگ پرچم منبع اصلی تولید شیره پرورده است و دمگل آن به - عنوان اندام توزیع کننده شیره پرورده منجمله کربوهیدرات ها عمل می‌کند بنابراین در ارقام متحمل که در تحت تأثیر تنش قرارگرفتند. مواد تولیدی کافی با کاهش کمتر سطح برگ پرچم وجود دارد و انتقال به دانه‌ها صورت می‌گیرد بنابراین عملکرد دانه کمتر دستخوش تغییر می‌گردد.

محتوی نسبی آب برگ RWC

محتوای آب نسبی بالاتر گیاه، به معنای توانایی برگ در حفظ مقادیر بیشتر آب در شرایط تنش است. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده سطوح آبیاری و ارقام و اثرات متقابل آنها در سطح یک درصد ($P<0.01$) بر محتوای نسبی آب برگ دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات ساده قطع آبیاری نشان داد بیشترین محتوی نسبی آب برگ از تیمار آبیاری معمول ۸۵/۱۳ درصد به دست آمد و کمترین میزان محتوی نسبی آب برگ از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با متوسط ۵۹/۶ درصد حاصل شد. مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام نشان داد بیشترین محتوی نسبی آب برگ در رقم رخشان با ۷۵/۷ درصد دیده شد که با رقم؛ افلاک، میهن، حیدری و سیوند اختلاف معنی‌داری نداشت و هر پنج تیمار در کلاس آماری a قرار گرفتند و کمترین محتوی نسبی آب برگ از رقم افق با میانگین ۶۵/۸ درصد به دست آمد. نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین محتوی نسبی آب برگ از تیمار آبیاری معمول و تمام ارقام به‌کار رفته حاصل شد. کمترین محتوی نسبی آب برگ را تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم افق با متوسط ۵۲/۷ درصد به دست آمد (شکل ۶).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]



شکل ۶: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر شاخص سطح برچم گندم

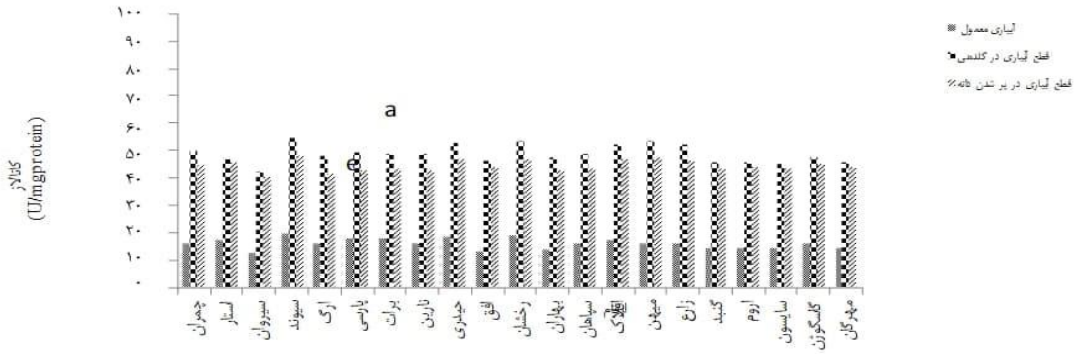
محققان یکی از مهم‌ترین عوامل حفظ بقاء در شرایط تنش را قدرت بالای گیاه در حفظ آب سلولی دانستند. Blum و همکاران (۲۰۱۱) اظهار داشتند ژنوتیپ‌هایی که بدون بستن روزنه‌های خود توانایی حفظ آب بیشتری دارند برای مناطق خشک مناسب‌تر هستند. محتوای آب نسبی بالاتر برگ ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و با توانایی ریشه در جذب آب حاصل شود. این موضوع در این آزمایش صادق بود؛ ارقام در شرایط قطع آبیاری در دو مرحله رشدی با توجه به خصوصیات اکوتیپی واکنش متفاوتی نشان دادند. ارقامی که دارای عملکرد بالاتری بودند در هر دو شرایط معمول و قطع آبیاری‌ها نیز بالاترین محتوی نسبی آب برگ را به دست آوردند و رقم افق کمترین محتوی نسبی آب برگ را داشت که با نتایج سایر محققان همخوانی داشت (Sanchez-Rodrıguez *et al.*, 2010).

آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز

تنش خشکی اثر اسمزی و تغذیه‌ای بر گیاهان دارد که نتیجه این اثرات کاهش رشد، اختلالات متابولیکی و تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان است (Ashraf *et al.*, 2011). بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات ساده آبیاری و ارقام و اثرات متقابل تیمارها بر آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز تأثیر معنی‌دار داشت و اختلافات به‌وجود آمده در سطح پنج و یک درصد ($P<0.01$) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات ساده قطع آبیاری نشان داد بیشترین آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با متوسط ۴۶/۴۴ (U/mgprotein) به دست آمد که با تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز از تیمار آبیاری معمول با میانگین ۱۶/۱۱ (U/mgprotein) حاصل شد. مقایسه میانگین اثرات ساده ارقام نشان داد بیشترین آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز از رقم سیوند با ۴۰/۸۳ (U/mgprotein) حاصل شد که با رقم؛ میهن، افلاک، حیدری، رخشان اختلاف معنی‌داری نداشت و هر پنج تیمار در کلاس آماری a قرار گرفتند و کمترین آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز از رقم سیروان با میانگین ۳۱/۸۷ (U/mgprotein)به دست آمد. نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم سیوند با متوسط ۵۴/۳۶ (U/mgprotein) حاصل شد. کمترین آنزیم آنتی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

اکسیدانت کاتالاز در ورامین را تیمار سیروان در آبیاری معمول با متوسط ۱۲/۹۵ (U/mgprotein) به خود تخصیص داد (شکل ۷).



شکل ۷: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر آنزیم آنتی اکسیدانت کاتالاز برگ

نتایج این تحقیق نشان داد وقوع تنش خشکی پس از گرده‌افشانی، سرعت فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش داد و اختلاف معنی‌داری با آبیاری معمول مشاهده شد؛ قطع آبیاری در مرحله گلدهی دارای بیشترین میزان کاتالاز بود که نشانگر حساس بودن فوق‌العاده این دوره رشدی در گندم است ارقام با توجه به خصوصیاتی که دارند اختلاف معنی‌داری داشتند، ارقام حساس به تنش به‌دلیل آسیب‌پذیری بیشتر برای مقابله با تنش آنتی اکسیدانت بیشتری تولید می‌کنند. نتایج تحقیقات نشان داد که افزایش سرعت فعالیت آنزیم کاتالاز به دلیل کاهش اثرات پراکسیداسیون در هنگام تنش‌های مختلف گیاهان زراعی گندم، جو، سویا و نخود در تحمل گیاه به تنش نقش مهمی ایفا می‌کند (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۸). این آنزیم با زدودن انواع گونه‌های اکسیژن فعال و جلوگیری از تخریب غشاء سلولی به بقاء گیاه کمک می‌کند (Jiang and Zhang, 2011). افت فعالیت آنزیم کاتالاز در ژنوتیپ‌های مختلف احتمالاً به دلیل عدم تعادل بین اجرای سازوکارهای دفاعی است. بدین ترتیب با تجمع فرم‌های فعال اکسیژن، نقاط کلیدی سوخت و ساز و سازوکارهای دفاعی سلول مورد حمله قرار گرفته و این عوامل سبب شد تا این ژنوتیپ‌ها نسبت به ژنوتیپ‌های حیدری و سیوند به تنش خشکی حساس‌تر باشند. احتمالاً با ادامه رشد گیاه و ادامه شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های حساس نتوانسته است خسارات ناشی از آن را در حد بالا تحمل کند و به خاطر ورود به مرحله مرگ سلولی و افت شدید فعالیت آنزیم‌های حیاتی، سرعت فعالیت کاتالاز کاهش یافته است که با تحقیقات Navabpour و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

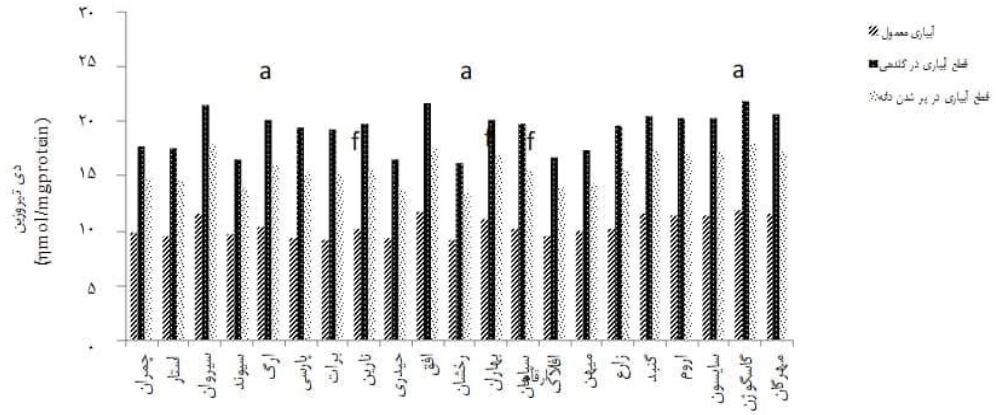
بیومارکر تخریب دی تیروزین DT

در شرایط بروز تنش خشکی در غیاب هر گونه سازوکار حفاظتی ROS ها (گونه‌های فعال اکسیژن) می‌تواند از طریق

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

ایجاد خسارت‌های اکسیداتیو به چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک سوخت و ساز طبیعی سلول را مختل کنند و به غشاء سلولی آسیب وارد کند که در نهایت این امر می‌تواند به مرگ سلولی منجر گردد (Ozkur *et al.*, 2009).

مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیشترین میزان بیومارکر تخریب دی‌تیروزین از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم گاسگوژن با متوسط ۲۱/۸۳ (ηmol/mgprotein) حاصل شد که با تیمارهای قطع آبیاری در مرحله گلدهی و رقم سیروان و افق اختلاف معنی‌داری نداشت و در کلاس آماری a جای گرفتند. کمترین بیومارکر تخریب دی‌تیروزین را تیمار رخشان در آبیاری معمول با متوسط ۹/۱۱ (ηmol/mgprotein) به خود اختصاص داد (شکل ۸).



شکل ۸: اثرات متقابل قطع آبیاری و ارقام بر بیومارکر تخریب دی تیروزین برگ

در شرایط تنش خشکی رادیکال‌های آزاد اکسیژن به پروتئین‌ها حمله کرده و باعث تغییرات جزئی در مکان‌های مخصوص اسیدهای آمینه و تجزیه زنجیره پپتیدی می‌شوند. در این شرایط رادیکال‌های آزاد، باعث تخریب پروتئین‌ها شده، اسید-های آمینه مختلف آزاد می‌شوند و از اتصال دو اسید آمینه تیروزین از محل اکسیژن‌های‌شان دی‌پپتیدی با نام دی-تیروزین ایجاد می‌شود (پازوکی، ۱۳۹۴). نتایج نشان داد در شرایط آبیاری معمول که هیچ گونه تنشی به گیاه وارد نشده، میزان بیومارکر تخریب دی‌تیروزین کمترین مقدار می‌باشد در صورتی که در تیمارهای تنش خشکی میزان دی‌تیروزین در بالاترین میزان بوده که نشان دهنده این مطلب است که به علت وقوع تنش خشکی، تنش اکسیداتیو رخ داده و به بافت پروتئین آسیب رسانده و در نتیجه تولید بیومارکر دی‌تیروزین افزایش پیدا نمود. نتایج تحقیقات Rodrigues و همکاران(۲۰۱۳) نشان داد که در کولتیوارهای مختلفی از گندم در اثر تنش اکسایشی به تنهایی مقدار دی‌تیروزین افزایش پیدا نمود و همچنین آنها مشاهده نمودند که استفاده از ترکیباتی نظیر؛ مس و سلنیوم منجر به افزایش شدیدتر گردید. آنها در این باره اظهار کردند که حضور ترکیبات واسطه‌ای مثل؛ مس و سلنیوم می‌تواند واکنش به کمبود آب را تحریک کند، نتایج به دست آمده از این آزمایش با تحقیقات فوق مطابقت دارد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

نتیجه گیری کلی

در این بررسی اثرات قطع آبیاری در دو مرحله گلدهی و پر شدن دانه و اثرات آن بر روند عملکرد و اجزاء عملکرد، صفات کیفی و بیوشیمیایی در شرایط اقلیمی ورامین بر روی ۲۱ رقم گندم مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، اغلب صفات مورد بررسی در آبیاری معمول دارای وضعیت مناسب‌تری بودند. با افزایش میزان و مدت تنش خشکی کاهش معنی‌دار در صفات زراعی و به خصوص عملکرد مشاهده شد. در پژوهش حاضر ژنوتیپ‌های ۹ (حیدری)، ۱۱ (رخشان) در هر دو محیط تنش و بدون تنش برتری داشتند و به ترتیب با ۹۴۸۷/۹ و ۱۰۲۷۶/۴ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و با ۶۳۲۷/۸ و ۷۶۴۹/۳ کیلوگرم در هکتار در قطع آبیاری در مرحله گلدهی، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بودند بنابراین این دو ژنوتیپ از بین تمام ژنوتیپ‌های مورد بررسی به عنوان ژنوتیپ‌های محتمل خشکی شناخته شدند. این دو ژنوتیپ با توجه به تعداد دانه و وزن هزار دانه بیشتر در مقایسه با بقیه ژنوتیپ‌ها عملکرد بیشتری داشتند. لازم به ذکر است که رقم سیوند در رتبه بعدی قرارگرفت و با توجه به اختلافات اندکی که در میزان عملکرد دانه داشت برای کشت توصیه می‌شود. نتایج نشان داد که ارقام حساس مانند؛ افق، سیروان و مهرگان میزان پایداری غشاء سلولی در آنها پائین بود که موجب نشت محتویات درون سلولی گردید از طرف دیگر این ارقام میزان بیشتری بیومارکرهای تخریبی تولید شده را داشتند که این مسأله نشان دهنده حساس بودن ارقام نسبت به خشکی می‌باشد و عملکرد دانه در این ارقام، کاهش چشمگیری در شرایط تنش نشان داد.

منابع

اردکانی، م.، عباس زاده، ب.، شریفی عاشورآبادی، ا.، لباسچی م. و پاک‌نژاد، ف. ۱۳۸۶. بررسی اثر کمبود بر کیفیت و کمیت گیاه بادرشبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳ (۲). ۲۶۱-۲۵۱.

ارزانی، ا.۱۳۹۰. اصلاح گیاهان زراعی. (ترجمه؛ اسلیپر، د. آ. و پولمن، ج. م.). انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶۲۸ صفحه.

اکبری مقدم، ح.، اعتصام، غ. ر.، کوهکن، ش. ع.، رستمی، ح. و کیخواه، غ. ع. ۱۳۸۱. اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه در ارقام گندم. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. کرج. ایران. صفحه ۷۳۵.

پازوکی، ع. ر. ۱۳۹۴. اثر مصرف زئولیت بر میزان بیومارکرهای تخریب، محتوی نسبی آب برگ، نشت الکترولیت‌ها و کلروفیل کلزا تحت شرایط تنش کم آبی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی-دانشگاه آزاد اسلامی واحد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

اهواز-سال هفتم، شماره بیست و هشتم، زمستان ۱۳۹۴.

رضایی مراداعلی، عیوضی، ع. ر.، محمدی، س. و شیرعلیزاده، ش. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه. مجله علوم زراعی ایران (۳) ۱۵: ۲۶۲-۲۷۶.

قلی‌پور، س.، عبادی، ع. و پرمون، ق. ۱۳۹۵. بررسی اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد مواد، عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی–دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز- سال هشتم، شماره سی و یکم، پائیز ۱۳۹۵.

محمدی بابازیدی، ه.، قلکناز، م.، حیدری، پ.، همتی، م. و فرخیان، ش. ۱۳۹۲. تأثیر باکتری آزوسپریلیوم و سالیسیلیک اسید بر صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ریحان تحت تنش کم آبی. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی-مولکولی. دوره سوم. شماره دوازدهم. صفحات ۳۶-۳۱.

نصری، م.۱۳۸۳. بررسی تأثیر متقابل عناصر غذایی و تنش خشکی بر جنبه‌های فیزیولوژیک لاین‌ها و ارقام کلزا. رساله دکتری رشته زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات. تهران. ص ۲۰۰.

نصری، م. و خلعتبری، م. ۱۳۹۵. بررسی اثرات باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد و خصوصیات بیوشیمیایی ذرت دانه‌ای (هیبرید ماکسیما) در شرایط کم آبیاری در منطقه ورامین. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز-سال هشتم، شماره سی و یکم، بهار ۱۳۹۵.

Ahmadi, A., Joudi, M. and Janmohammdi, M. 2009. Late defoliation and wheat yield: Little evidence of post and thesis source limitation. Field Crops Research 113: 90-93.

Akram, M. 2011. Growth and yield component of wheat under water stress of different growth stage. Bangladesh journal of Agriculture Resource. 36, 455-468.

Ashraf, M.Y., Azim, A.R., Khan, A.H. and Ala, S.A. 2014. Effect of water stress on total phenols, peroxides activity and chlorophyll content in wheat (*Triticim aestivum* L.). Acta Physiological Plant. 96: 123-129.

Aydin, N., Mut, Z., and Ozcan, H. 2010. Estimation of broad-sense heritability for grain yield and some agronomic and quality traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Food, Agricultural, Environment. 8: 419-421.

Ben Amor, N., Jimenez, A., Megdiche, W., Lundqvist, M., Sevilla, F. and Abdelly, C. 2007. Kinetics of the anti-oxidant response to salinity in the halophyte *Cakile maritime*. Journal International Plant Biological. 49, 982-992.

Bhatt, R.M. and Roa, N.K. 2015. Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian Journal of Plant Physiology. 20: 124-129.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

Blum, A., Gozlan, G. and Mayer, J. 2011. The manifestation of dehydration avoidance in wheat breeding germplasm. Crop Science. 141: 391-397.

Dalling, M.J., Boland, G. and Wilson, J. H. 2014. Relation between acid proteinase activity and redistribution on N during grain development in wheat. Australian Journal of Plant Physiology. 43: 298-311.

Davidson, D.J., and Shevalier, P.M. 2013. Storage and remobilization of water soluble carbohydrates in stems of spring wheat. Crop Science. 59: 309-315.

Dogan, R. 2009. The correlation and path coefficient analysis. For yield and some yield components of durum wheat (*Triticum turgidum var. durum* L.) in west Anatolia conditions. Pakistan Journal of Botany. 41(3): 1081-1089.

Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M.A. and Waines, J.G. 2016. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Posta thesis changes in inter node dry matter. Crop science. 56: 435-446.

Fisher, R.A. 2008. The importance of grain or kernel number in wheat: a reply to Sinclair and Jamieson. Field Crops Research. 105: 15–21.

Gadallah, M.A. 2010. Effect of indole-3-acetic acid and zinc on the growth, osmotic potential and soluble carbon and nitrogen components of soybean plants growing under water deficit. Journal of Arid Environments. 54: 350-361.

Gallagher, J.N., Briscoe, P.V. and Inter, B.H. 2012. Effects of drought on grain growth. Nature., 332: 141-143.

Ge, T.D., Sui, F.G., Bai, L.P., Lu, Y.Y. and Zhou, G.S. 2006. Effects of water stress on the protective enzyme activities and lipid peroxidation in roots and leaves of summer maize. Agricultural Sciences in China., 5: 101-105.

Jiang, M., and Zhang, J. 2011. Effect of abscises acid on active oxygen species, ant oxidative offence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. Plant Cell ., 42: 1265-1273.

Mansouri-Far, S., Modarres Sanavy, A.M. and Saberali, S.F. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. Agricultural Water Management., 97: 12-22.

Morgounova, A., Zykinb, V., Belanb, I., Roseevab, L., Zelenskiyc, Yu., Budakd, H. and Bekese, F. 2010. Genetic gains for grain yield in high latitude spring wheat grown in Western, Siberia in 1900-2008. Journal of Field Crops Research., 117: 101–112.

Moursi, M.A. and Salem, S.A. 2013. Effect of rates and methods of urea application chemical composition of maize. Crop Absolute., 61:12-14.

Navabpour, S., Morris, K., Allen, R., Harrison, E., Mackerness, A.H., Buchanan, S. and Wollaston, V. 2004. Molecular and biochemical analyses of oxidative stress and leaf senescence. Imperial College of Science, Technology and Medicine at Wye University of London., 55-56.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

Ozkur, O., Ozdemir, F., Bor, M.,and Turkan, I. 2009. Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte Capparis ovata Desf to drought. Environmental and Experimental Botany., 66: 487–492.

Paglia, D. 1997. Studies on the quantities trait Dase. Journal Libratory medicine., 70: 158-165.

Pireivatlou, A.S., Dehdar Masjedlou, B. and Ramiz, T.A. 2010. Evaluation of bio yield potential and stress adaptive trit in wheat genotypes under post anthesis drought stress. Crop Science., 93: 55-72.

Rodrigues, F.A., Benhamou, N., Datnoff, L.E., Jones, J.B. and Belanger, R.R. 2013. Ultra structural and cyto chemical aspect of silicon-mediated rice blast resistance. Phytopathology., 136:231-235.

Royo, C., Miloudi, M.M., Fonze, N., Di Arraus, J.L., Pfeiffer, W.H. and Slafer, G.A. 2015. Durum wheat breeding current approaches and future strategies. Vol 1. Editors: Food product press.

Ruuska, S.A., Rebetzke, G.J., Van Herwaarden, A.F., Richards, R.A., Fettel, N.A., Tabe, L. and Jenkins, L.D. 2009. Genotypic variation in water soluble carbohydrate accumulation in wheat. Functional Plant Biology., 33: 799-809.

Sanchez-Rodrıguez, E., Rubio-Wilhelmi, M., Cervilla, L.M., Blasco, B., Rios, J.J., Rosales, M.A., Romero, L. and Ruiz, J.M. 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. Plant Science., 178:30–40.

Sankar, B., Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Kishore Kumar, A., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2008. Relative efficiency of water use in five varieties of (*Abelmoschus esculentus* L.) Moench. Under water limited conditions. Colloids and Surfaces B: Bio interfaces., 62: 125-129.

Sharma, P., Jha, A.B., Dubey, R.S. and Pessarakli, M. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and ant oxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal of Botany., 2013, e 217037.

Soleymani, A. 2016. Effect of drought stress on yield and yield components of wheat by ET-HS model. Environmental Stresses in Crop Sciences., 9(3):205-215.

Steven, A.K. and Joseph, M.H. 1978. Lipid peroxides in sample as measured by liquid chromatography separation. Clinic Chemistry., 32: 217-220.

Tatar, Ö., Brück, H. and Asch, F. 2016. Photosynthesis and remobilization of dry matter in wheat as affected by progressive drought stress at stem elongation stage. Journal of Agronomy and Crop Science., 202: 292-299.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

Trethowan, R.M. and Reynolds, M. 2007. Drought resistance: Genetic approaches for improving productivity under stress. Pp. 289-299 In: Buck H.R. et al. (Eds): Wheat production in stressed environments, Springer Pub., the Netherlands.

Verma, K.K., Singh, M., Gupta, R.K. and Verma, C.L. 2014. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence, antioxidant enzyme sand growth responses of Jatropha cruces during soil flooding. Turkish Journal of Botany., 38(1),130-40.

Voltas, J., Romagosa, I. and Araus, J.L. 2017. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. Filed Crops Research., 52: 117-126.

Wardlow, I.F. and Wilenbrink, J. 2014. Carbohydrate storage and mobilization by the Culm of wheat between heading and grain maturity: the relation of sucrose synthase and sucrose phosphate synthase. Australian Journal of Plant Physiology., 103: 405-409.

Xu, Z.Z., Yu, Z.W. and Wang, D. 2009. Nitrogen translocation in wheat plants under soil water deficit. Plant Soil., 289: 194-202.

Yang, J., Zhang, J., Wang, J., Zhu, Q. and Liu, L. 2011. Water deficit-induced senescence bandits relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filing . Agronomy Journal., 103:213-220.

Zhou, Y., He, Z.H., Sui, X.X., Xia, C., Zhang, X.K. and Zhang, G.S. 2013. Genetic improvement of grain yield and associated traits in the Northern China winter wheat region from 1968 to 2010.Crop Science., 53: 147-154.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

Comparison of yield and some Morphological and biochemical characteristics of wheat cultivars under water deficit stress in Varamin Region

R. Afsharianzadeh [1], E. Majidi Hervan [2], M. Nasri [3]*, H. Heidari Sharifabad [4], G. Noor Mohammadi [5]

1, 2, 4 & 5) Department of Agronomy, Islamic Azad University of Tehran Research Sciences, Tehran-Iran.

3) Department of Agronomy, Islamic Azad University Varamin-Pishva, Varamin, Tehran, Iran.

*Corresponding author: dr.nasrii@yahoo.com

This article is taken from a doctoral dissertation

Received date: 2024.06.15 Accepted date: 2024.09.05

ABSTRACT

Drought stress is considered as an important factor in reducing yield of wheat. For this purpose, a study was conducted on 21 wheat cultivars under different levels of cut irrigation in Varamin region. This research was carried out as split plots design a randomized complete block with two cut irrigation and cultivars factors in 63 treatments and three replications. The main factor of irrigation treatment in three levels including: normal irrigation I_0, cut irrigation in flowering stage I_1, and cut irrigation in grain filling stage I_2 and cultivars in 21 levels as a sub-factor including: Chamran, star, Sirvan, Sivand, Arg, Parsi, Barat, Narin, Heidary, Ofogh, Rakhshan, Baharan, Sepahan, Aflak, Mihan, Zare, Gonhad, Orum, Saison, Gascogen and Mehregan. The results of analysis of variance showed that the simple effects of irrigation and cultivars and interactions effects on grain yield, total yield, culm leaf area index, relative leaf water content, CAtt enzyme and DT were significant at the level of 5% and 1%. Plant height and harvest index were not affected by the simple effects of irrigation treatment, but the simple effects of cultivars and the interaction of irrigation levels and cultivars had significant at the level of 1%. Highest plant height was obtained from normal irrigation treatment and Sepahan cultivar (113.7 Cm), grain yield was obtained from normal irrigation treatment and Rakhshan cultivar (10276.4 Kg.ha), total yield was assigned of normal irrigation treatment and Sivand cultivar with average (43892.8 Kg.ha). Catalase antioxidant enzyme was achieved from cut irrigation at flowering stage and Sivand cultivar (54.36 U / mg protein) treatment and DT was observed from cut irrigation at flowering stage and gasogen cultivar treatment (21. 83 ηmol / mgprotein), The lowest plant height (76.4 Cm), grain yield (1493.7 Kg.ha), total yield (10543.9 Kg.ha) were assigned cut irrigation at flowering stage and ofogh cultivar treatment. The lowest antioxidant enzyme CAT was obtained the normal irrigation in Sirvan cultivar treatment with average (12.95 U / mgprotein) and the biomarker DT was observed the normal irrigation in Rakhshan cultivar treatment with average 9.11 (ηmol / mgprotein). According to the results, Rakhshan, Sivand and Heydari cultivars can be recommended for planting in Varamin region.

Key Words: Irrigation, cultivars, grain yield, DT and CAT.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]