دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره چهاردهم، شماره چهل و هشتم، ۱۴۰۱

بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم آبی در منطقه معتدل استان لرستان

عزت اله نباتی[۱]، امین فرنیا[۲]، مجتبی جعفرزاده کنارسری[۳]، شهرام نخجوان[۴]

دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۴

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با تیمار تنش خشکی (در سه سطح شاهد، آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا دانه‌بندی) در کرتهای اصلی و تیمارهای تراکم بوته (۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ بوته در متر مربع) و رقم (بهاران و میهن) در کرتهای فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تیمارهای تنش خشکی، تراکم و رقم بر اجزای عملکرد دانه اثر داشته و اثر متقابل تنش و تراکم بوته نیز بر صفات ارتفاع بوته و طول سنبله معنی دار شد. همچنین اثر متقابل تنش و رقم نیز بر صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص سطح برگ پرچم معنی دار شد. اثر متقابل تراکم و رقم نیز بر صفات ارتفاع بوته، طول سنبله و قطر میانگره معنی‌دار شد. بالاترین میزان ارتفاع بوته در تیمار تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع و تیمار بدون تنش خشکی حاصل شد. از طرفی بیشترین میزان ارتفاع بوته در بین همه تیمارها مربوط به رقم بهاران با تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع بود. همچنین طول سنبله در تیمار آبیاری کامل و در سطح تیمار ۵۰۰ بوته در متر مربع بیشتر از سایر تیمارهای آزمایش بود. در دو رقم میهن و بهاران وزن خشک برگ پرچم برای این دو رقم به ترتیب ۲/۸ و ۳ گرم بود. بالاترین میزان وزن هزار دانه در رقم میهن و در سطح تیمار آبیاری کامل به میزان ۴۳/۷ گرم حاصل شد و نسبت به تیمار آبیاری تا مرحله شیری خمیری (۳۸/۶ گرم) حدود ۱۲ درصد افزایش وزن هزار دانه را نشان داد. بالاترین میزان عملکرد دانه به میزان ۷۴۸۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل و در رقم میهن حاصل شد که نسبت به تیمار آبیاری تا مرحله گلدهی و در رقم بهاران حدود ۱۵ درصد افزایش عملکرد را نشان داد. بالاترین میزان بیوماس گیاهی در تیمار عدم وقوع تنش خشکی به دست آمد و رقم بهاران نیز از نظر بیوماس گیاهی نسبت به رقم میهن دارای برتری بود. بالاترین میزان شاخص برداشت در تیمار عدم وقوع تنش خشکی به میزان ۲۲/۹ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی و همچنین کاهش سطح برگ پرچم شد. براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که در شرایط وقوع تنش خشکی و همچنین شرایط عدم وجود تنش خشکی می‌توان از رقم میهن جهت رسیدن به بالاترین میزان عملکرد دانه در منطقه استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: سطح برگ، کم آبیاری، عملکرد دانه، گندم و تراکم بوته

نباتی، ع.، ا. فرنیا، م. جعفرزاده کنارسری و ش. نخجوان. ۱۴۰۱. بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم آبی در منطقه معتدل استان لرستان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۴(۴۸): ۱-۱۶.

۱- دانشجوی دکتری رشته زراعت کشاورزی بروجرد، دانشگاه علوم و تحقیقات، بروجرد، ایران.

۲- استادیار گروه زراعت، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران. - مسئول مکاتبات. Aminfarnia@gamil.com

۳- استادیار گروه زراعت، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران.

۴- استادیار گروه زراعت، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران.

مقدمه

گندم با نام علمی *Triticum aestivum* L. به عنوان مهم‌ترین غله در جهان و به خصوص مناطق معتدل و سرد در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد می‌کند که با منبع غنی از کربوهیدرات‌ها، غذای اصلی انسان را تشکیل داده و از لحاظ ارزش نانوایی، آرد آن برتری نسبی بر سایر غلات دارد (مکاری و همکاران، ۱۳۹۹). از آنجا که منشأ گندم ناحیه هلال حاصلخیز در شرق مدیترانه است، بوته‌های گندم از ابتدای تکامل، در خشکی را به عنوان مهمترین فاکتور محدودکننده محیطی تجربه کرده‌اند (پیرسته انوشه و امام، ۱۳۹۱). خشکی معمولترین و مهمترین تنش محیطی است که باعث کاهش قابل توجه رشد و عملکرد گندم و سایر گیاهان زراعی می‌گردد. واکنش گندم به تنش آبی سازوکار پیچیده‌ای دارد که شامل تغییرات مولکولی و گسترش آن به کل فعالیتهای متابولیسمی و اثرگذاری آن بر مورفولوژی و فنولوژی گیاه می‌باشد (شهراسبی و همکاران، ۱۳۹٤). ایران جز مناطق خشک و نیمه خشک 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 کم آبی در اکثر مناطق کشور به خصوص در منطقه غرب کشور 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 (هادی و همکاران، ۱۳۹٦). در زمینه اثرات تنش خشکی بر عملکرد گندم مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته که در این زمینه 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. همچنین چن و همکاران (۲۰۱۵) عنوان داشتند که افزایش دور آبیاری که با بروز کم‌آبی در گیاه همراه است منجر به نقصان اجزای اصلی عملکرد در تیمارهای با دور آبیاری بیشتر شده که به دنبال آن میزان عملکرد نهایی دانه نیز نقصان می‌یابد. به عقیده این محققین کاهش عملکرد در این شرایط ناشی از کاهش دسترسی به آب، بروز تنش خشکی و در نهایت بسته شدن روزنه‌ها و کاهش ورود دی اکسید کربن از طریق روزنه‌ها به گیاه و در نتیجه کاهش ماده‌سازی تحت این شرایط می‌باشد. 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. مکاری و همکاران (۱۳۹۹) نیز در مطالعه خود روی گندم عنوان داشتند که تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با سایر تیمارها توانست میزان عملکرد دانه را به میزان بیشتری افزایش داده و عنوان داشتند که اثر مثبت تأمین آب بر اجزای عملکرد دانه از قبیل تعداد و وزن نهایی دانه‌ها منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. معاونی و همکاران (۱۳۸۸) نیز کاهش میزان عملکرد دانه در اثر تنش خشکی را گزارش نمودند. تنش خشکی اغلب با دمای بالا نیز همراه است که این امر موجب افزایش تبخیر و تعرق و افزایش اثرات زیانبار تنش را به دنبال دارد (صباغ پور و همکاران، ۲۰۰٦). تنش خشکی علت اصلی کاهش رشد گیاهان و عملکرد آنها در مناطق خشک و نیمه- خشک محسوب می‌شود، که موجب تحریک گیاه به یک سری پاسخ‌های دفاعی در سطوح مختلف مولکولی، سلولی و فیزیولوژیکی می‌شود (وان ات ال، ۲۰۰۵)، عملکرد دانه غلات ترکیبی از تعداد بوته‌ها در واحد سطح، تعداد سنبله بارور در هر بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و میانگین وزن هر دانه می‌باشد (امام، ۱۳۹۲). کاهش هر یک از اجزای عملکرد در اثر تنش خشکی در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود. تنش خشکی از جمله عواملی است که با کاهش اجزای عملکرد، باعث کاهش عملکرد دانه در واحد سطح می‌گردد. وقوع تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد سنبلک بارور می‌شود. تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله اجزای عملکرد حساس نسبت به تنش خشکی هستند (امام، ۱۳۹۲).

دستیابی به تولید مطلوب و عملکرد بالا در گندم، مستلزم انطباق مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط جوی مساعد و افزایش کارایی استفاده از عوامل تولید به واسطه تراکم مطلوب می‌باشد (هیلتبرونر و همکاران، ۲۰۰۷). تعیین میزان بذر مورد توجه محققین قرارداشته است و میزان آن را بین ۲۰۰-۳۵۰ دانه درمترمربع گزارش کرده اند (فرنیا و همکاران، ۱۳۹۳). میزان بذر کم منجر به دیررسی می شود از این رو توصیه می شود که دامنه وسیعی از میزان بذر مورد آزمایش قرار گیرند. در صورتی که تعداد روز تا رسیدگی کوتاه باشد، بذر زیاد به اجتناب از خطر یخبندان و برداشت زودتر به ویژه در مناطق سردسیر کمک خواهد کرد. افزایش میزان بذر تا نقطه مطلوب باعث افزایش

عملکرد می شود اما بعد از آن تحت تأثیر رقابت قرار گرفته وکاهش می یابد. تراکم‌های کاشت مطلوب در گندم را کلیدی برای رسیدن به حداکثر عملکرد می‌دانند. تراکم گیاهی متناسب با تغییر عواملی نظیر تفاوت منطقه، تاریخ کاشت، شرایط اقلیمی نوع خاک و ارقام فرق می‌کند (الهانی و همکاران، ۲۰۰۷). باور (۲۰۰۸) گزارش کرد که با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک به صورت خطی افزایش می‌یابد. همچنین آردوینی و همکاران (۲۰۰٦) بیان نمودند، با افزایش تراکم بوته از ۲۰۰ به ۲۵۰ و ٤۰۰ به ترتیب شاخص برداشتی معادل ۳۵، ۳٤ و ۳۲ درصد به دست آمد که افزایش شاخص برداشت با افزایش تراکم به دلیل کاهش بیوماس و افزایش عملکرد اقتصادی قابل توجیه بود. دونالدسون و همکاران (۲۰۰۱) تعداد سنبله بارور در واحد سطح را به عنوان مهمترین عامل تعیین کننده عملکرد دانه می‌دانند و معتقدند که وجود تراکم بهینه به تولید حداکثر سنبله بارور در گندم کمک می‌کند. راهنما و همکاران (۲۰۰۰) نیز بیان کردند که بیشترین تراکم کاشت با کمترین تعداد پنجه در بوته بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود. با توجه به اینکه تراکم بوته و تنش خشکی می‌تواند روی عملکرد و اجزای عملکرد گندم اثر داشته باشد این مطالعه به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر برخی اجزای عملکرد و عملکرد دانه دو رقم گندم میهن و بهاران در منطقه لرستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و برخی اجزای عملکرد ارقام گندم در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد واقع در استان لرستان صورت گرفت. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به سه تکرار صورت گرفت. در کرتهای اصلی تیمار تنش خشکی (در سه سطح شاهد، آبیاری تا گلدهی و آبیاری تا مرحله شیری خمیری) و در کرتهای فرعی تیمارهای تراکم بوته (۳۰۰، ٤۰۰، ۵۰۰ و ٦۰۰ بوته در متر مربع) و رقم (بهاران و میهن) قرار گرفتند. نمونه‌گیری پس از اعمال تیمارها آزمایشی صورت گرفت. پس از نمونه‌گیری و جهت به دست آوردن داده‌های آزمایشی اقدام به اندازه‌گیری صفات مورد نظر در مزرعه شد. صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن خشک برگ پرچم، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، بیوماس شاخص برداشت، سطح برگ در ۵۰ درصد گلدهی و سطح برگ پرچم بودند. جهت محاسبه ارتفاع گیاه، از سطح خاک تا نوک خوشه برحسب سانتی‌متر در زمان برداشت به عنوان ارتفاع گیاه محاسبه گردید، به این منظور به طور تصادفی ارتفاع تعداد ۱۰ بوته در هر کرت محاسبه و میانگین ارتفاع بوته در هر کرت به دست آمد. طول سنبله نیز از میانگین طول ۱۰ سنبله از هر کرت محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک در مرحله رسیدگی گیاه، پس از حذف یک متر از حاشیه در سطح یک مترمربع، کل بوته‌ها برداشت و برای هر کرت به طور جداگانه شماره‌گذاری و وزن گردید. اندازه‌گیری وزن هزار دانه پس از خشک شدن و پاک کردن کامل دانه‌ها صورت گرفت، به این ترتیب که از محصول دانه به دست آمده هرکرت دو نمونه ۱۰۰۰ عددی شمارش و سپس با توزین این نمونه‌ها و استفاده از دستورالعمل ایستا وزن هزاردانه برای هر کرت محاسبه گردید. همچنین به منظور محاسبه عملکرد دانه، پس از حذف حاشیه کرتها، کل سنبله‌های برداشت شده از سطح یک مترمربع در هر کرت با دست خرمنکوبی، سپس دانه‌های به دست آمده توزین و عملکرد در مترمربع محاسبه و در نهایت بر مبنای هکتار محاسبه گردید. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، به صورت درصد محاسبه گردید. سطح برگ در ۵۰ درصد گلدهی و همچنین سطح برگ پرچم با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار آماری SAS آنالیز شدند و مقایسه میانگین با روش LSD و رسم نمودار با نرم افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج و بحث

براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که اثر تیمار تنش خشکی بر صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، عملکرد دانه، بیوماس، شاخص برداشت، شاخص سطح برگ در ۵۰ درصد گلدهی و شاخص سطح برگ پرچم معنی‌دار شد. همچنین بر طبق این نتایج مشخص شد که اثر تیمار تراکم بوته بر ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن برگ پرچم و شاخص سطح برگ پرچم معنی‌دار شد. اثر تیمار رقم نیز بر صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن برگ پرچم، وزن هزار دانه، بیوماس و شاخص سطح برگ پرچم معنی‌دار شد. اثر متقابل تنش و تراکم بوته نیز بر صفات ارتفاع بوته و طول سنبله معنی دار شد ولی بر سایر صفات اثر معنی داری نداشت. همچنین اثر متقابل تنش و رقم نیز بر صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص سطح برگ پرچم معنی دار شد. اثر متقابل تراکم و رقم نیز بر صفات ارتفاع

بوته، طول سنبله و قطر میانگره معنی‌دار شد ولی بر سایر صفات اندازه‌گیری شده اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات ارقام گندم در تراکم های مختلف تحت تأثیر تنش خشکی

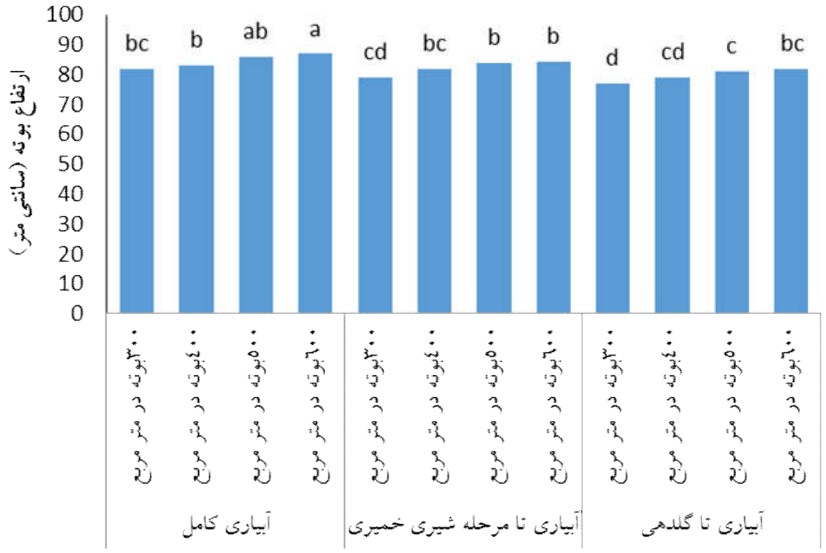
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول سنبله	وزن خشک برگ پرچم	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	بیوماس	شاخص برداشت	سطح برگ در ۵۰ درصد گلدهی	سطح برگ پرچم
تکرار	۲	۲/۷٦	۰/۷۲	۰/۱۲	۰/۱۵	٥٦۰۱۹٦٤	۱۹۱۳٦۱۳۸۷	۳۲۰	۲۷۹	۱۲/۷
تنش خشکی	۲	۱۷٦/۹**	۱/٤۹**	۰/۱٤	٦/٦۲	۷۷۰۷۸٥٦**	۱۱۸۲۰۹٦۱۲**	۱۷۱*	۱٥۰**	٥۷/۲*
خطایa	٤	۱۱/۹	۰/۳٥	۰/۱٥	۱۰/۱	۲۳۳۱٤٥٦	٥۱۸٤۲۳۷	۱۸/۳	۱۳۷	۸/٤
تراکم بوته	۳	۳۸/۸*	۰/٥۲*	۰/۰۷	۳/۹۸	٤۱۸٦٥۱	۲۷۱٥٦۸۱۲	٦۱/٥	۱۲/۷	٤۷/٤*
رقم	۱	۱۳۰/۱**	۱/۰۷*	۰/٤٥*	۳٦/۱*	۷٤۸٥	٤۹۲۸۲۳۰۱۲**	۱/۳۳	۳/٤	۱۸۲**
تنش×تراکم	٦	۳٥/۲**	۰/۹**	۰/۱٤	۸/۷	۱۰۳۲٥۲۸	۷۹٦٤۰۱۲	۱۲/۲	۲۰/۹	۲۸/۳
تنش×رقم	۲	۳۳/۱*	۰/۳	۰/۰۲۳	٤٥/۱**	۷۰۰۱۱٦٥**	٥۲۱۷٦۸٦۲	۰/۱٥	۳	۸٦**
تراکم×رقم	۳	٤۲*	۰/۸۹**	۰/۰۰۷	۷/٦۲	۱۰۸۰٤۲	۲۰۷۰۰۱۱۲	٤/٤۷	۱/۲	۲٤/۲
تنش×تراکم×رقم	٦	۸/۸	۰/۲۳	۰/۰۲۳	۷/٤	۳۱۱٤۲۳	۲٦۷٥۰٦۲	٤/۹	۱/٤	۱۲/٦
خطایb	٤۲	۹/۹۷	۰/۱٤	۰/۰۷۷		۱۱۱۹۱۲۹	۱۷۰٤۰٤٥۹	۲٥/٥	۱۲/۳	۱۲/٤
ضریب تغییرات(درصد)		۳/۸	۳/۷	۹/۲٥	٦/۹٦	۱٥/۳	۱۳/۱۲	۲۳/۹	۱۸/٤	۱٤/٦

ارتفاع بوته: براساس نتایج این مطالعه مشخص شد که ارتفاع بوته در سطوح مختلف تنش خشکی و عدم تنش خشکی با افزایش تراکم بوته افزایش یافت. بالاترین میزان ارتفاع بوته در تراکم ٦۰۰ بوته در متر مربع برای هر سه تیمار تنش خشکی حاصل شد به طوری که در بین همه تیمارهای آزمایش بالاترین میزان ارتفاع بوته به میزان ۸۷ سانتی‌متر در تیمار تراکم ٦۰۰ بوته در متر مربع و در سطح تیمار بدون تنش خشکی حاصل شد. هر چند این تیمار با تیمار تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع در سطح تیمار بدون تنش خشکی (۸٦ سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری نداشت ولی مشاهده شد که اختلاف آن با سایر تیمارهای آزمایشی از نظر آماری معنی‌دار بود. بر این اساس مشخص شد که هر چند که کاهش میزان تراکم بوته منجر به کاهش ارتفاع بوته شد ولی شدت تنش خشکی نیز منجر به کاهش میزان ارتفاع بوته شد به طوری که کمترین میزان ارتفاع بوته به میزان ۷۷ سانتی‌متر در تیمار آبیاری تا مرحله گلدهی و در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به دست آمد (شکل ۱).

جدول ۲- مقایسه میانگین ساده صفات ارقام گندم در تراکم های مختلف تحت تأثیر تنش خشکی

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	وزن خشک برگ پرچم (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	بیوماس (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	سطح برگ پرچم در ۵۰ درصد گلدهی (سانتی متر مربع)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
تنش خشکی									
آبیاری کامل	۸۳/٥a	۱۰/٦a	۳/۰۸a	٤۲/۸a	۷٥۳٦a	۳۳٤۲۷a	۲۲/۹a	۲۰/۹a	۲٥/۷a
آبیاری تا مرحله شیری خمیری	۸۳/٦a	۱۰/۳ab	۲/۹۸a	٤۱/۹a	٦٦۸۹b	۳۱۸٦۷b	۲۲/۳۱a	۱۹/۹a	۲۳/۸ab
آبیاری تا گلدهی	۷۸/۸b	۱۰/۱b	۲/۹۳a	٤۱/۸a	٦۱٦۱c	۲۹۰٤۸b	۱۸/۰٥b	۱٦/۱b	۲۲/۷b
تراکم بوته									
۳۰۰بوته در متر مربع	۸۰/۱b	۱۰/۳۸ab	۲/۹۳a	٤۱/٥a	٦۸۳۸a	۳۱۹۳۸ab	۱۹/٤۷b	۲۰/۲ab	۲٤/۹a
٤۰۰بوته در متر مربع	۸۱/٥ab	۱۰/۲۳b	۲/۹٥a	٤۲/۲a	۷۰۹۷a	۳۲٥٦۷a	۲۱/۱۷ab	۱۸/٤b	۲۰/٤b
٥۰۰بوته در متر مربع	۸۲/۹a	۱۰/٦۲a	۳a	٤۲/۷a	٦۹۱۱a	۲۹۷۱۲b	۲۳/٦۸a	۲۰/۹a	۲۱/۳b
٦۰۰بوته در متر مربع	۸۳/۳a	۱۰/۳b	۳/۰٥a	٤۲/۲a	٦۷۳٥a	۳۱٥۷۳ab	۲۰/۱۳b	۱۹/٥ab	۲۲/۲b
رقم بهاران	۸۲/۸a	۱۰b	۳a	۳۹/٦b	٦۷٤۲a	۳۲۸۳٥b	۲۱/۲a	۱۹/٥a	۲۳/٥a
رقم میهن	۸۲/٤a	۱۰/٥۱a	۲/۸b	٤۱/٥a	٦۹٤٦a	۳٤٥۳٥a	۲۰/۹a	۲۰a	۲۲/۹a

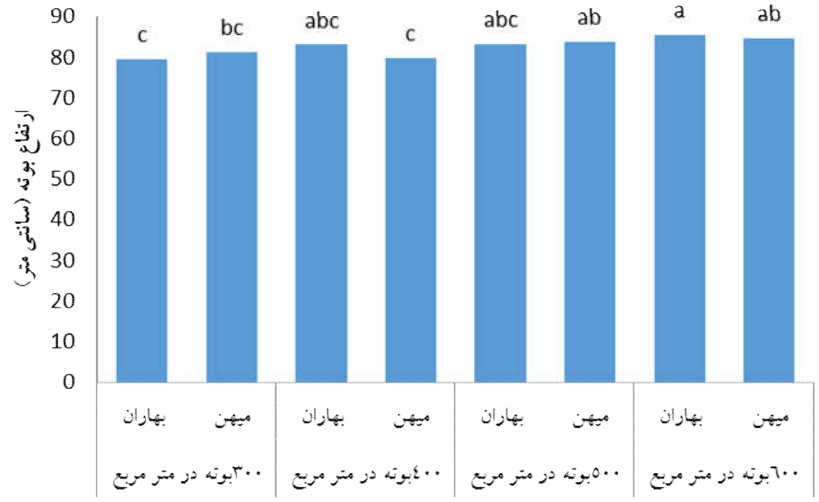
- میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار براساس آزمون LSD می باشند.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش و تراکم بوته بر ارتفاع ارقام گندم

- میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار براساس آزمون LSD می باشند.

بر اساس نتایج این مطالعه مشخص شد که ارتفاع بوته ارقام گندم تحت تأثیر تراکم بوته قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته بر ارتفاع دو رقم بهاران و میهن افزوده شد. با توجه به اینکه افزایش تراکم بوته منجر به افزایش ارتفاع بوته در هر دو رقم شد ولی نتایج نشان داد که در سطوح مختلف تراکم بوته بین دو رقم میهن و بهاران اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین میزان ارتفاع بوته در بین همه تیمارها مربوط به رقم بهاران کشت شده در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع بود (۸۵/۵ سانتی‌متر). با توجه به این نتایج و اینکه کاهش تراکم بوته منجر به کاهش ارتفاع بوته شد مشخص شد که کمترین میزان ارتفاع بوته (۷۹/۵ سانتی‌متر) در رقم بهاران و در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و رقم بر ارتفاع بوته گندم در تراکم های مختلف گندم

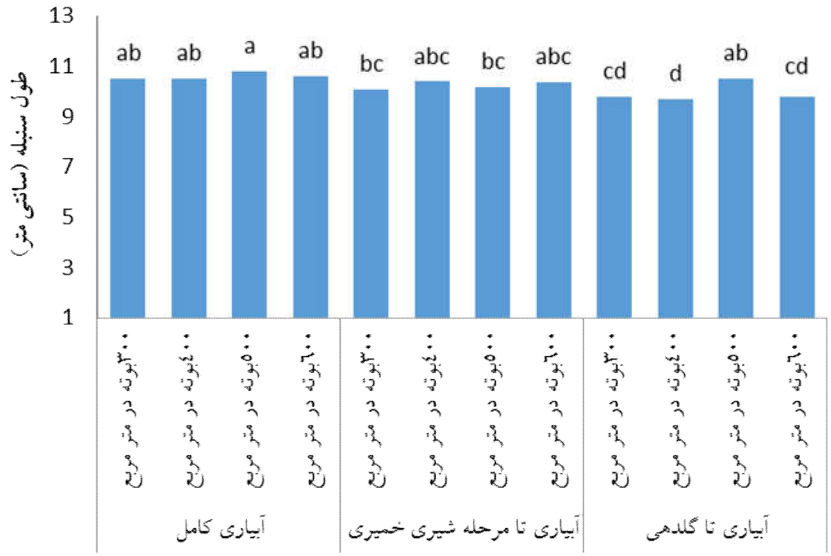
- میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار براساس آزمون LSD می باشند.

ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف تنش خشکی و در ارقام مختلف با هم متفاوت بود و با توجه به اینکه تنش خشکی منجر به کاهش میزان ارتفاع بوته در دو رقم بهاران و میهن شد، نتایج نشان داد که در رقم میهن کشت شده در شرایط بدون تنش خشکی بالاترین میزان ارتفاع بوته به میزان ۸٦/۱ سانتی‌متر حاصل شد. قطع آبیاری در مراحل گلدهی و شیری خمیری منجر به کاهش میزان ارتفاع بوته شد و این کاهش در شرایط قطع آبیاری در مرحله گلدهی بیشتر از مرحله دانه بندی بود به طوری که رقم میهن در این شرایط دارای کمترین میزان ارتفاع بوته (۸۷/۳۹ سانتی متر) بود (جدول ۳).

تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی گیاه منجر به کاهش میزان ارتفاع بوته شد. نتایج مشابه در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (مکاری و همکاران، ۱۳۹۹ و توکلی و همکاران، ۱۳۹۱). به هر حال وقوع تنش خشکی منجر به کاهش رشد رویشی گیاه شده و در نهایت منجر به کاهش نهایی ارتفاع بوته شده است.

در سطوح مختلف تنش خشکی، ارتفاع بوته با افزایش تراکم بوته افزایش یافته است و بالاترین میزان ارتفاع بوته در هر سه سطح تنش خشکی در تیمار تراکم ٦۰۰ بوته در متر مربع به دست آمد. افزایش تراکم بوته منجر به افزایش نفوذ نور با طول موج بالاتر به داخل کنوپی شده و با توجه به اثری که این طول موج بر رشد رویشی گیاه دارد، افزایش ارتفاع بوته رخ داده است. همچنین افزایش تراکم بوته با افزایش رقابت بین بوته‌ها در جهت یافتن نور همراه بوده که در نتیجه منجر به افزایش ارتفاع بوته شده است. البته بایستی در نظر داشت که این افزایش ارتفاع بوته در شرایط عدم تنش خشکی بیشتر از دو تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و شیری خمیری بود. براساس نتایج سایر محققین نیز مشخص شد که افزایش تراکم بوته منجر به افزایش ارتفاع بوته شد (میرزایی عبدالیوسفی و همکاران، ۱۳۹۰)، که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. ارتفاع گیاه یکی از صفاتی است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد. افزایش ارتفاع معمولاً بارزترین تغییر ناشی از رشد در گیاهان است. ارتفاع می‌تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیتی محسوب شود، یکی از نتایج افزایش ارتفاع گیاه، تشکیل برگهای جدید در بالای گیاه است که کارآیی بیشتری در استفاده از نور خورشید دارد (امیدی نسب و همکاران، ۱۳۹٤). تراکم به عنوان یک عامل زراعی مهم تأثیر قابل ملاحظه‌ای در ارتفاع گیاه دارد. در سطوح مختلف تنش خشکی و همچنین در هر دو رقم با افزایش تراکم بوته ارتفاع بوته دو رقم میهن و بهاران افزایش یافت. با افزایش تراکم گیاه و رقابت برای دستیابی به نور، ارتفاع گیاه ممکن است تا حدود زیادی افزایش یابد، در شرایطی که تراکم خیلی زیاد باشد به دلیل نرسیدن نور به قسمت‌های پایینی ساقه، میانگره‌های اولی و دومی رشد زیاد می‌کنند و غیر مقاوم می‌شوند و خطر ورس نیز بیشتر خواهد بود (ماردوک ات ال، ۲۰۰۱) مظاهری و مجنون حسینی (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند نور رشد و نمو میانگره‌ها و در نتیجه رشد طولی ساقه را محدود می‌کند.

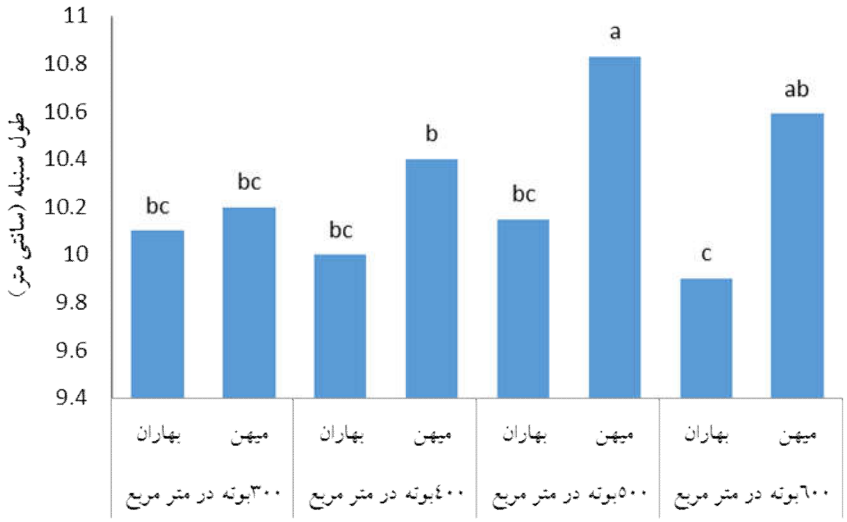
طول سنبله: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که در سطوح مختلف تیمار تنش خشکی اثر تراکم بوته بر طول سنبله متفاوت بود به طوری که در سطح آبیاری کامل و آبیاری تا مرحله گلدهی طول سنبله در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع بیشتر از سایر تراکم‌ها بود در حالی که در سطح تیمار آبیاری تا مرحله شیری خمیری طول سنبله در تیمار تراکم ٦۰۰ بوته در متر مربع بیشتر از سایر تراکم‌ها بود. براین اساس مشخص شد که طول سنبله در تیمار آبیاری کامل و در سطح تیمار ۵۰۰ بوته در متر مربع (۱۰/۷۹ سانتی‌متر) بیشتر از سایر تیمارهای آزمایش بود در حالی که در تیمار آبیاری تا مرحله گلدهی و تراکم ٤۰۰ بوته در متر مربع (۹/۷ سانتی‌متر) کمترین طول سنبله مشاهده شد (شکل ۳). طول سنبله از خصوصیات رشد رویشی گیاه بوده که تحت تأثیر شرایط تنش خشکی و تراکم بوته قرار گرفته استو در مطالعه حاصر مشخص شده است که هر چند قطع آبیاری در مراحل گلدهی و شیری خمیری منجر به کاهش طول سنبله شده است ولی اثر تنش خشکی تحت شرایط تراکم بوته قرار گرفته و در سطح مختلف تنش خشکی بالاترین میزان طول سنبله در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع به دست آمد. افزایش تراکم بوته تا ۵۰۰ بوته در متر مربع منجر به افزایش طول سنبله ارقام گندم شد ولی در تیمار ٦۰۰ بوته در متر مربع طول سنبله کاهش یافت. کمبود آب در مرحله گلدهی و شیری خمیری باعث کاهش تولید ماده خشک و در نتیجه کاهش رشد گیاه و کاهش طول سنبله شده (فاروق ات ال، ۲۰۰٤).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش*تراکم بوته بر طول سنبله ارقام گندم

- میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار براساس آزمون LSD می باشند.

براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که طول سنبله ارقام گندم مورد مطالعه تحت تأثیر تیمار تراکم بوته قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته تا ۵۰۰ بوته در متر مربع طول سنبله افزایش یافت و پس از آن طول سنبله با کاهش مواجه شد. رقم میهن در تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع دارای طول سنبله بالاتری (۱۰/۸۳ سانتی متر) نسبت به سایر تیمارها آزمایشی بود. در همه تراکم‌های مورد مطالعه طول سنبله در رقم میهن بالاتر از رقم بهاران بود و بر این اساس مشخص شد که کمترین میزان طول سنبله در رقم بهاران و در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع (۹/۹ سانتی‌متر) حاصل شد. هر چند که در تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع طول سنبله کمتر از سایر تراکم‌ها بود ولی طول سنبله رقم بهاران کشت شده در تراکم ۶۰۰ بوته در متر مربع به شدت کاهش یافت به طوری که کمترین طول سنبله را در بین سایر تیمارها دارا بود (شکل ٤). در تراکم‌های مختلف رقم میهن رقم برتر بوده و از طول سنبله بالاتری نسبت به رقم بهاران برخوردار بود. هر چند که افزایش تراکم بوته تا ۵۰۰ بوته در متر مربع منجر به افزایش طول سنبله شد ولی نتایج نشان داد در همه این تراکم‌های مختلف و با افزایش و کاهش طول سنبله در هر تراکم رقم میهن رقم برتر بود. به احتمال زیاد خصوصیات خود رقم تعیین کننده طول نهایی سنبله بوده (زاهد و همکاران، ۱۳۹۰) و این خصوصیات تحت شرایط مختلف نیز ثبات خود را حفظ کرده و دیده شد که در همه تراکم‌های کشت رقم میهن دارای طول سنبله بالاتری نسبت به رقم بهاران بود. در آزمایشی مشابه گزارش شده که صفت طول سنبله در گندم تحت کنترل خصوصیات ژنتیکی ارقام گندم و شرایط اقلیمی در طول دوره رشد آن قرار دارد (دونمز و همکاران، ۲۰۰۱). به هر حال در این مطالعه افزایش تراکم بوته تا ٦۰۰ بوته در متر مربع منجر به کاهش طول سنبله در هر دو رقم شد. با توجه به اینکه تفاوت آماری بین سطوح تراکم مشاهده شد و در تراکم ٦۰۰ بوته در متر مربع نسبت به ۵۰۰ بوته در متر مربع از طول سنبله کاسته شد به نظر میرسد که در تراکم زیاد به علت محدودیت تشعشع، گیاه با تولید سنبله‌های کوتاه‌تر فشار رقابتی را تعدیل مینماید (زاهد و همکاران، ۱۳۹۰). در تحقیقی مشابه که سالک زمانی و توکلی (۱۳۸۵) روی گندم انجام دادند به این نتیجه رسیدند که افزایش تراکم بوته تا حد خاصی منجر به افزایش طول سنبله و از آن به بعد سبب کاهش طول سنبله شد و دلیل این امر را رقابت ایجاد شده بین بوته‌ها بر سر منابع عنوان نمودند که به یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم*رقم بر طول سنبله گندم در تراکم های مختلف گندم

- میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار براساس آزمون LSD می‌باشند.

وزن خشک برگ پرچم: با توجه به اینکه فقط اثر رقم بر وزن خشک برگ پرچم معنی‌دار شد نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد اختلاف بین دو رقم میهن و بهاران از این نظر معنی‌دار بود و وزن خشک برگ پرچم برای این دو رقم به ترتیب ۲/۸ و ۳ گرم بود (جدول ۲). ویژگی‌های هر رقم تعیین کننده برخی از خصوصیات مربوط به آن رقم خاص بوده و با توجه به اینکه در رقم بهاران وزن خشک برگ پرچم بیشتر از رقم میهن بود می‌توان عنوان داشت که پتانسیل رقم بهاران در اختصاص مقدار بیشتری از مواد فتوسنتزی به برگ پرچم بیشتر می‌باشد. در این مطالعه با توجه به اینکه رقم بهاران دارای ارتفاع بالاتری از رقم میهن می‌باشد می‌توان عنوان داشت که توان رقم بهاران در رشد رویشی بیشتر از رقم میهن بوده و به دنبال این توان بالاتر، میزان وزن خشک برگ پرچم نیز افزایش یافته است. عنایت قلی زاده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه خود عنوان داشتند که پتانسیل ژنتیکی مناسب ارقـام در شرایط محیطی مختلف تعیین کننده میزان تولید و تجمع ماده خشک بوده و ارقامی که پتانسیل بالایی برای تجمع این مواد و استفاده از منابع محیطی دارند دارای تجمع ماده خشک بیشتری نیز هستند.

وزن هزار دانه: نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد وزن هزار دانه در ارقام گندم تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار گرفت و برهمکنش این دو تیمار بر وزن هزار دانه گندم معنی دار شد. بر طبق این نتایج مشخص شد که وزن هزار دانه در رقم میهن و در سطوح مختلف تنش خشکی بیشتر از رقم بهاران بود. بالاترین میزان وزن هزار دانه در رقم میهن و در سطح تیمار آبیاری کامل به میزان ٤٣/٧ گرم حاصل شد و در حالی که این تیمار با رقم میهن در سطح تیمار آبیاری تا مرحله گلدهی (٤٣ گرم) تفاوت معنی داری نداشت ولی با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین با توجه به اینکه در سطوح مختلف تنش خشکی میزان وزن هزار دانه در رقم بهاران کمتر از رقم میهن بود، نتایج نشان داد که این رقم در سطح تیمار آبیاری تا مرحله شیری خمیری دارای کمترین میزان وزن هزار دانه به میزان ٣٨/٦ گرم بود و هر چند که با رقم میهن در سطوح مختلف دارای اختلاف معنی دار بود ولی با رقم بهاران در سایر سطوح تنش خشکی دارای اختلاف معنی داری نبود (جدول ۳). 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). علاوه بر اینکه خصوصیات ژنتیکی دو رقم بر وزن نهایی هزار دانه هر رقم اثر دارد، تنش خشکی نیز بر ویژگی‌های این دو رقم اثر گذاشته و در نهایت عملکرد نهایی را متأثر می‌سازد. بر طبق اظهارات چن و همکاران (۲۰۱۵) کاهش وزن دانه و همچنین عملکرد نهایی دانه ناشی از کم‌آبی به دلیل اثر خشکی بر بسته شدن روزنه‌ها، کاهش دی اکسید کربن ورودی و در نهایت ماده‌سازی کمتر تحت این شرایط بوده که منجر به کاهش تجمع مواد در دانه و در نهایت کاهش وزن هزار دانه شده است. در این مطالعه اعمال تیمارهای قطع آبیاری وزن هزار دانه را به طور معنی‌داری کاهش داده است. این پدیده

می‌تواند به دلیل آن کوتاهتر شدن طول دوره شیری خمیری در اثر تنش رطوبتی و دمای زیادتر هوا طی روزهای پایانی دوره رشد باشد. موری و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود به نتایج مشابهی دست یافته و در زمینه توجیه آن به دلایل مشابهی اشاره نمودند. هادی و همکاران (۱۳۹٦) نیز در مطالعه خود کاهش وزن هزار دانه گندم در نتیجه وقوع تنش خشکی را گزارش نمودند که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. 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 گرده افشانی 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 شیری خمیری نخواهند شد و در نتیجه تعداد وزن آنها کم می‌شود. در شرایط وقوع تنش خشکی سرعت شیری خمیری افزایش یافته و با کاهش طول دوره شیری خمیری از وزن نهایی دانه کم می‌گردد. وقوع تنش خشکی از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی باعث کاهش میانگین وزن دانه‌ها می‌شود (ونگ ات ال، ۲۰۱٤). کمبود آب در مرحله گلدهی و شیری خمیری باعث کاهش تولید ماده خشک از طریق نمو غیرطبیعی کیسه جنینی، عقیمی دانه گرده و در نهایت کاهش تعداد دانه‌های بارور می‌شود (فاروق ات ال، ۲۰۱٤).

به هر حال هر چند که تنش خشکی منجر به کاهش میزان وزن هزار دانه گندم شد ولی نتایج نشان داد که رقم میهن نسبت به رقم بهاران از نظر وزن هزار دانه برتر بوده و این برتری در سطوح مختلف تنش خشکی در رقم میهن مشاهده گردید. به احتمال زیاد خصوصیات ژنتیکی رقم میهن و محدودیت کمتر مخزن در این رقم می‌تواند دلیل بیشتر بودن وزن هزار دانه آن نسبت به رقم بهاران باشد. ناصریان و همکاران (۲۰۰۷) و محمدی و همکاران (۱۳۸۸) به وجود تفاوت معنی‌دار در بین ژوتیپ‌های گندم از نظر وزن دانه اشاره داشته‌اند که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. قلی پور و همکاران (۱۳۹۵) نیز به تفاوت بین ژنوتیپ‌های مختلف از نظر وزن هزار دانه اشاره کردند و عنوان داشتند که به نظر میرسد کاهش وزن هزار دانه در یک رقم خاص در شرایط تنش خشکی نتیجه کاهش بیشتر فتوسنتز و عدم توزیع مناسب مواد ذخیره‌ای نسبت به یک رقم دیگر باشد. به عقیده پیرسته انوشه و همکاران (۱۳۹۱) هر چند که تنش خشکی دارای اثر قابل توجهی بر وزن دانه‌ها می باشد ولی خصوصیات ژنتیکی هر رقم نیز در شیری خمیری اثر داشته و وزن نهایی دانه علاوه بر شرایط محیطی از خصوصیات ژنتیکی هر رقم نیز پیروی می‌کند. در مطالعه بهروزی و همکاران (۱۳۹۵) مشخص شد که وزن هزار دانه ارقام گندم با هم متفاوت بوده و به خصوصیات ژنتیکی آنها بستگی دارد و آنها در نتیجه تحقیق خود عنوان داشتند که رقم چمران و رقم مرودشت نیز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه بودند. این محققین همچنین اظهار داشتند که کمترین وزن هزار دانه گندم در رقم مرودشت به دلیل حساسیت بیشتری که به محدودیت مبدا و تنش خشکی در مقایسه با ارقام دیگر داشت، مشاهده شد. به هر حال کاهش وزن هزار دانه در رقم بهاران در شرایط تنش خشکی بیانگر این مطلب است که این رقم نسبت به شرایط تنش خشکی حساسیت بیشتری داشته و وزن هزار دانه آن به میزان بیشتری کاهش نشان داده است.

عملکرد دانه: میزان عملکرد دانه در ارقام گندم در شرایط آبیاری کامل بالاتر از دو شرایط تنش خشکی بود. بر این اساس مشخص شد که بالاترین میزان عملکرد دانه به میزان ۷٤۸۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری کامل و در رقم میهن حاصل شد و این تیمار با رقم بهاران در همین سطح از تیمار تنش خشکی (۷۱۱۱ کیلوگرم در هکتار) دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی منجر به کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به تیمار قطع آبیاری در مرحله شروع شیری خمیری شد. بر این اساس مشخص شد که میزان عملکرد دانه در تیمار آبیاری تا مرحله شیری خمیری برای ارقام بهاران و میهن به ترتیب ٦٦۸۷ و ٦۷۳۹ کیلوگرم در هکتار بود و اختلاف بین آنها نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود. کمترین میزان عملکرد دانه نیز در شرایط آبیاری تا مرحله گلدهی و در رقم بهاران به میزان ٦۳۷۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۳). به عقیده لی و همکاران (۲۰۱۵) عملکرد نهایی دانه با فراهمی آب بیشتر شده و این فراهمی آب با بهبود شرایط فیزیولوژیکی گیاه جهت افزایش اجزای عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد نهایی دانه می‌گردد. در این مطالعه نیز نتایج نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی میزان عملکرد نهایی دانه را نسبت به تیمار قطع آبیاری در زمان غلافدهی به میزان بیشتری کاهش داد و دلیل این امر نیز اینست که تحت این شرایط گیاه مدت زمان بیشتری تحت شرایط کم‌آبی قرار گرفته و در نتیجه آن روزنه‌ها به مدت بیشتری بسته بوده و ورود دی اکسید کربن بیشتر محدود شده که در نهایت منجر به کاهش بیشتر عملکرد دانه می‌گردد. نتایج حاصل از کار مکاری و همکاران (۱۳۹۹) نیز تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه می‌باشد. به نظر می‌رسد وقوع تنش بر اجزای

عملکرد اثر می‌گذارد، به طوری که در مرحله برجستگی دوگانه سبب کاهش سنبلچه، در مرحله قبل گلدهی کاهش تعداد گلچه، و در مرحله گلدهی باعث افزایش سقط گل‌ها، در نهایت کاهش تعداد مخزن و وزن دانه در مرحله رسیدگی میشود. تنش ناشی از افزایش فواصل آبیاری، به خصوص در مرحله‌ی زایشی، منجر به کاهش ظرفیت مخزن در گیاه شده و در نتیجه افت شدید عملکرد دانه را سبب می‌گردد (اردکانی و همکاران، ۱۳۸٦). 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 (روسکا ات ال، ۲۰۰٦). 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 می‌باشد (زو ات ال، ۲۰۰٦). به هر حال بایستی در نظر داشت که کمبود آب از یک سو با اثر بر اندازه سطح برگ، سطوح فعال فتوسنتزی را کاهش داد و از سوی دیگر با افت محتوای رطوبت نسبی و پتانسیل آب برگ زمینه کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ را فراهم آورد و در مجموع باعث کاهش عملکرد دانه گردید (لک و همکاران، ۱۳۸۵).

بیوماس: نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد میزان بیوماس گیاهی گندم در تیمار شاهد بالاتر از دو تیمار تنش خشکی بود (۳۳٤۲۷ کیلوگرم در هکتار). بر این اساس مشخص شد که پس از این تیمار میزان بیوماس گیاهی برای تیمار آبیاری تا مرحله دانه‌بندی و آبیاری تا مرحله گلدهی به ترتیب ۳۱۸٦۷ و ۲۹۰٤۸ کیلوگرم در هکتار بود و هر چند که این دو تیمار با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی با تیمار شاهد دارای اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۲). بیوماس بالاتر در تیمار بدون تنش در مطالعه مکاری و همکاران (۱۳۹۹) نیز مشاهده شد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. ر اساس پژوهشهای انجام گرفته تنش خشکی در مراحل مختلف به ویژه در زمان شیری خمیری سبب کاهش عملکرد میشود و همچنین کاهش فتوسنتز و از طرف دیگر کاهش انتقال مواد پرورده به اجزای گیاه، سبب کاهش ماده خشک بوته می‌گردد (امام، ۱۳۹۰). بهات و روآ (۲۰۰۵) نیز در تحقیقی، دلیل کاهش بیوماس گیاهی و وزن خشک کل را به واسطه تنش خشکی را کاهش رشد گیاه، کاهش شدت فتوسنتز و پیری زودرس برگها گزارش کردند. رضایی مراداعلی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه خود نیز نشان دادند 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 پرکردن دانه را تا ۲۳ درصد افزایش داد. در این مطالعه نیز مشاهده شد که میزان بیوماس گیاهی در شرایط قطع آبیاری در زمان گلدهی نسبت به تیمار شاهد حدود ١٤ درصد کاهش یافت که این کاهش به دلیل این بود که در زمان وقوع تنش خشکی گیاه با کم‌آبی مواجه و ورود دی اکسید کربن از طریق بسته شدن روزنه‌های را کاهش داده و به دنبال آن فتوآسیمیلاسیون کاهش و در نتیجه منجر به نقصان بیوماس گیاهی شده است. کاهش سطح برگ از دیگر دلایل کاهش بیوماس گیاهی در شرایط وقوع تنش خشکی می باشد زیرا فتوسنتز جاری در دورهی رشد فعال گیاه، به شدت به جذب نور وابسته و کاهش سطح برگ سطح دریافت کننده نور را کاهش داده و در نتیجه میزان بیوماس گیاهی نیز کاهش یافته است (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۵).

همچنین باتوجه به معنی‌دار شدن اثر تیمار رقم بر بیوماس گیاهی مشخص شد که میزان بیوماس گیاهی در دو رقم میهن و بهاران به ترتیب ۳٤٥۳۵ و ۳۲۸۳۵ کیلوگرم در هکتار بود و رقم بهاران از این نظر دارای برتری بود و اختلاف بین آنها نیز از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). به عقیده بهروزی و همکاران (۱۳۹۵) ارقامی که از پتانسیل بالایی در تولید و تجمع ماده خشک در طول دروه رشد برخوردار هستند توانایی سنتز آسیمیلات بیشتری داشته و با تجمع این مواد در بافت‌های گیاهی و همچنین افزایش رشد این ارقام، بیوماس تولیدی بیشتری خواهند داشت. در این مطالعه نیز مشخص شد که رقم میهن دارای بیوماس بیشتری نسبت به رقم بهاران بوده و به احتمال زیاد این رقم پتانسیل تولیدی ماده خشک بیشتری نسبت به رقم بهاران داشته و در نتیجه وزن خشک بوته بیشتری نیز داشته است. به نظر عنایت قلی زاده و همکاران (۱۳۹۰) ظهور پتانسیل ژنتیکی ارقام گندم و تجمع ماده خشک در صورت وجود منابع تغذیه‌ای امکان پذیر می‌شود. آنها عنوان داشتند که از نظر بیوماس گیاهی بین ارقام مختلف تفاوت وجود داشته و رقم چمران از این نظر رقم برتر بود که البته در شرایط کمبود آب، افزایش تجمع ماده‌ی خشک محدود شده و در مقایسه با شرایط آبیاری کامل، مقدار مادهی خشک تولیدی رو به کاهش می‌رود.

شاخص برداشت: نتایج این مطالعه نشان داد که تیمار تنش خشکی دارای اثر معنی‌دار بر شاخص برداشت بود و براین اساس مشخص شد که میزان شاخص برداشت در تیمار شاهد ۲۲/۹ درصد بود که بالاترین میزان شاخص برداشت را دارا بود. همچنین کمترین میزان شاخص برداشت نیز در تیمار آبیاری تا

مرحله گلدهی به میزان ۱۸/۰۵ درصد به دست آمد که به دو تیمار دیگ دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). 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). نتیجه پژوهش معاونی و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان داد که اثر تیمارهای کمآبیاری بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که با نتیجه به دست آمده در پژوهش حاضر همخوانی داشت. همچنین مکاری و همکاران (۱۳۹۹) گزارش نمودند که وقوع تنش خشکی منجر به کاهش میزان شاخص برداشت گندم شده و این کاهش به دلیل کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها در مراحل آخر رشد می‌باشد. تایج تحقیقات حلیم و همکاران (۱۳۹٦) نیز حاکی از کاهش معنیدار شاخص برداشت در اثر تنش رطوبتی در گندم بود که با یافته‌های حاصل از این مطالعه دارای تطابق بود. 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 (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۵).

سطح برگ در ۵۰ درصد گلدهی: سطح برگ پرچم در ۵۰ درصد گلدهی نیز تحت تأثیر تیمار تنش خشکی قرار گرفت و بر طبق نتایج این مطالعه مشخص شد که تنش خشکی اثر منفی بر سطح برگ داشته و میزان آنرا از ۲۰/۹ سانتی‌متر مربع در تیمار شاهد تا ۱٦/۱ سانتی‌متر مربع در تیمار آبیاری تا مرحله گلدهی کاهش داده و اختلاف بین این دو نیز معنی‌دار بود. این در حالی بود که در تیمار آبیاری تا مرحله شروع شیری خمیری میزان سطح برگ در ۵۰ درصد گلدهی ۱۹/۹ سانتی‌متر مربع بود که با تیمار شاهد فاقد اختلاف معنی‌دار آماری بود (جدول ۲). کاهش سطح برگ در شرایط تنش خشکی در سایر مطالعات نیز گزارش شده است. از جمله در تحقیقی مشابه سانکر و همکاران (۲۰۰۸) عنوان داشتند که تنش خشکی منجر به کاهش میزان سطح برگ شده و این کاهش در همه برگ‌های گیاه مشاهده شد. کاهش سطح برگ به دلیل کمبود آب و در نتیجه بسته شدن روزنه‌هاست. در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که سطح برگ گندم در شرایط تنش خشکی کاهش یافت و دلیل کاهش عملکرد دانه را نیز همین کاهش سطح برگ عنوان نمودند (البیکیت ات ال، ۲۰۱٤). همچنین اثر تنش خشکی بر کاهش سطح برگ و در نهایت کاهش ماده‌سازی توسط برگها در برخی از مطالعات گزارش شده است (عبدولی ات ال ۲۰۱۳) برخی دیگر از محققین عنوان داشتند که در شرایط تنش خشکی میزان سطح برگ کاهش یافته و این کاهش با کمتر شدن تولید و تجمع مواد فتوسنتزی منجر به کاهش نهایی تولید ماده خشک می‌گردد (احمدی و بایکر، ۲۰۰۰).

سطح برگ پرچم: بر طبق نتایج این مطالعه مشخص شد که سطح برگ پرچم در شرایط آبیاری کامل و در رقم میهن بیشتر از سایر تیمارهای آزمایش بود (۲٤ سانتی‌متر مربع). این در حالی بود که قطع آبیاری در اویل گلدهی و اوایل شیری خمیری منجر به کاهش سطح برگ پرچم در هر دو رقم شد به طوری که کمترین میزان سطح برگ پرچم به میزان ۲۰/۲ سانتی‌متر مربع در رقم بهاران و در تیمار آبیاری تا مرحله شیری خمیری به دست آمد (جدول ۳). عملکرد دانه به مقدار زیادی بستگی به انتقال مواد ساخته شده در قبل از گلدهی به دانه دارد. برگ پرچم گندم که حداقل فاصله را با سنبله دارد، نقش به سزایی در تغذیه‌ی دانه‌های درون سنبله دارد. بنابراین، در مدیریت مزرعه، هر چه طول دوره‌ی سبز ماندن این برگ زیادتر شود، هیدرات کربن بیشتری به دانه منتقل خواهد شد و در نتیجه بر افزایش عملکرد دانه اثر بیشتری خواهد داشت (عنایت قلی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). برگ پرچم آخرین برگ تشکیل شده توسط گندم بوده که تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و قطع آبیاری منجر به کاهش سطح آن می‌گردد. در مطالعه عبدولی و همکاران (۲۰۱۳) به کاهش سطح کلی برگ و به خصوص کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی اشاره شده است که با یافته‌های حاصل از این مطالعه تطابق داشت. همچنین عنوان شده است که سطح برگ پرچم در گندم تحت شرایط تنش خشکی به میزان قابل توجهی نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داده است (البیکیت ات ال، ۲۰۱٤). در این مطالعه با توجه به اینکه انجام آبیاری با افزایش دسترسی آب منجر به باز بودن روزنه‌ها و ورود دی اکسید کربن به برگ و به دنبال آن ماده سازی و گسترش سطح برگ همراه بود، مشخص شد که رقم میهن نیز از نظر گسترش سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گلدهی نسبت به رقم بهاران دارای برتری بود. خصوصیات رقم می‌تواند بر سطح برگ آن اثر

گذاشته و شاخص سطح برگ را نیز تغیر دهد. چگنی (۱۳۹۳) در مطالعه خود روی گندم به این نتیجه رسید که سطح برگ گندم در ارقام مختلف متفاوت بوده و می‌تواند تا حدودی تحت کنترل ژنتیکی باشد که با یافته‌های حاصل از این مطالعه مطابقت داشت. در این زمینه Hucl (2015) عنوان داشت که سطح برگ گندم تحت تأثیر رقم قرار گرفته و خصوصیات ژنتیکی رقم بر این صفت اثر گذاشته و برتری با ارقامی است که پتانسیل رشد رویشی و توسعه سریع سطح برگ را داشته باشند. همچنین در بررسی آپاریسیو وهمکاران (۲۰۰۰) برای ارقام گندم دوروم نشان دادند که در ارقام مختلف مقادیر مختلفی از سطح برگ به دست آمد که با یافته‌های این مطالعه تطابق داشت. رقم میهن به دلیل داشتن شمار برگ و پنجه بیشتر سطح برگ بیشتری را نسبت به رقم بهاران نشان داد.این امر،توانایی بالای ژنتیکی رقم میهن را در تولید سطح برگ بالا و به دنبال آن ظرفیت بیشترتولید ماده خشک، می‌رساند.

همچنین با توجه به معنی‌دار شدن اثر تراکم بر سطح برگ پرچم، نتایج این مطالعه نشان داد که بین تراکم‌های مختلف از این نظر اختلاف وجود داشته و بالاترین میزان سطح برگ در تیمار تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع به میزان ۲٤/۹ سانتی‌متر مربع به دست آمد. هر چند که بین سه تراکم ٤۰۰، ۵۰۰ و ٦۰۰ بوته در متر مربع از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی نتایج نشان داد کمترین میزان سطح برگ پرچم در تیمار ٤۰۰ بوته در متر مربع (۲۰/٤ سانتی‌متر مربع) حاصل گردید (جدول ۲). کاهش تراکم بوته تا ۳۰۰ بوته در متر مربع منجر به کاهش رقابت بین بوته‌ها شده و بوته‌ها فضای کافی جهت رشد را داشته و در نتیجه سطح برگ خود را گسترش داده و منجر به افزایش سطح برگ پرچم در این تراکم شده است. در سایر مطالعات نیز مشخص شد که سطح برگ گندم تحت تأثیر تراکم‌های مختلف کشت قرار گرفت (چگنی، ۱۳۹۳). با کاهش تراکم کاشت افزایش معنی داری در سطح برگ تراکم های مختلف استفاده شده و تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع از این نظر تراکم برتر بود. گندم جزء جوامع گیاهی با شاخص سطح برگ بحرانی است زیرا برگهای جوان در بالا قرار دارند و نور کافی دریافت می کنند لذا تنفس در این گونه جوامع گیاهی تابع فتوسنتز است (چگنی، ۱۳۹۳). به عقیده احسان زاده و همکاران (۱۹۹۹) با افزایش تراکم بوته به دلیل افزایش رقابت وکاهش شمار پنجه درهر بوته از سطح برگ هر بوته کاسته و در صورتی که محدودیت شدیدی از نظر آب مواد غذایی خاک و نور وجود داشته باشد بر شاخص سطح برگ سایه انداز گیاهی افزوده می شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش*رقم بر برخی صفات گندم در تراکم های مختلف

تنش	رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سطح برگ پرچم (سانتی متر مربع)
آبیاری کامل	بهاران	83.9b	39.1bc	7111b	22.4b
	میهن	86.1a	43.7a	7480a	24a
آبیاری تا مرحله شیری خمیری	بهاران	82.2b	38.6c	6687c	20.2c
	میهن	82.8b	40.48b	6739c	22.3b
آبیاری تا گلدهی	بهاران	82.4b	39.2bc	6375d	21.8bc
	میهن	78.39c	43a	6671c	22.5b

- میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری معنی دار براساس آزمون LSD می باشند.

نتیجه‌گیری

افزایش میزان عملکرد نهایی دانه در هر منطقه تابع شرایط آب و هوایی بوده و عواملی مدیریتی از قبیل انتخاب رقم و تراکم بوته می‌تواند میزان عملکرد دانه را در شرایط وقوع تنشی بهبود بخشد. در این مطالعه نیز مشاهده شد که هر چند که قطع آبیاری در مراحل گلدهی و شیری خمیری دانه منجر به کاهش اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه شد ولی انتخاب رقم مناسب منجر شد که اجزای عملکرد دانه و در نهایت عملکرد دانه نیز افزایش یابد. بر این اساس مشخص شد که در منطقه لرستان در جهت رسیدن به بالاترین میزان عملکرد دانه از رقم میهن استفاده نمود و آبیاری مزرعه در مراحل حساس مانند مراحل گلدهی و شیری خمیری دانه صورت گیرد.

منابع

اردکانی، م.، ب. عباس زاده، ا. شریفی عاشور آبادی، م. لباسچی و ف. پاک نژاد. ۱۳۸٦. بررسی اثر کمبود آب بر کیفیت و کمیت گیاه بادرشبویه (*Melissa officinalis* L.) فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۲): ۲٦۱-۲۵۱۲.

امام ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۳۲۱ صفحه.

امام، ی. ۱۳۹۲. به زراعی غلات. مرکز نشر دانشگاهی. ۱۹۲ ص.

امیدی نسب، د.، م .ح. قرینه، ع. بخشنده، م. شرفی زاده، ع. شافعی نیا و ع. سقلی. ۱۳۹٤. اثر میزان بذر و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در بقایای گیاهی ذرت. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۳): ۵۹۸-٦۱۰.

بهروزی، م.، ی. امام و ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹۵. اثر برگزدایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم تحت شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸(۳۰): ۳۹-۵۲.

پیرسته انوشه، ه. و ی. امام. ۱۳۹۵. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم کننده‌های رشد در شرایط تنش خشکی. مجله تنشهای محیطی در علوم زراعی. ۵: ۱-۱۷.

ترابیان ع و ک. مقصودی. 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. ۱۰٤: ٤۷-۵۳.

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. ۲(٦): ۸۷-۹٦.

چگنی، ه. ۱۳۹۳. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. نشریه زراعت. ۱۰٤: ۹-۱٦.

حلیم، ق.، ا. یحیی و ا. شاکری. 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. ۷(٤): ۱۲۱-۱۳٤.

رضایی مراداعلی، م.، ع .ر. عیوضی، س. محمدی و ش. شیرعلیزاده . ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم نان زمستانه. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۳): ۲٦۲-۲۷٦.

زاهد، م.، س. گالشی، ن. لطیفی، ا. سلطانی و م. کلاته عربی. ۱۳۹۰. اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام جدید و قدیم گندم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ٤(۱): ۲۰۱-۲۱۵.

سالک زرمانی، ع. و ع. توکلی. ۱۳۸۵. اثر مقادیر مختلف بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد سه واریته و لاین جدید گندم دیم. مجله علوم زراعی ایران. ٦(۳): ۲۱۳-۲۲٤.

شهراسبی، ص.، ی. امام، ع. رونقی و ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹٤. اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن گندم رقم سیروان در شرایط استان فارس. مجله علوم زراعی ایران. ۱٤(٤): ۳٤۹-۳٦۳.

عنایت قلی زاده، م .ر.، ق. فتحی و م. رزاز. ۱۳۹۰. واکنش ارقام گندم به تنش خشکی و سطوح مختلف نیتروژن در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز. ۵(۱۷): ۱-۱٤.

فرمهینی فراهانی م.، م. میرزاخانی و ن. ع. ساجدی. ۱۳۹۲. اثر تنش کم‌آبی و کاربرد مواد جاذب رطوبت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه در اراک. نشریه یافته‌های نوین کشاورزی. ۷(۳): ۲٦۳-۲۷٤.

فرنیا، ا.، ش. نخجوان، ف. خدایی و م. شاهوردی. ۱۳۹۳. تأثیر تراکم کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیکی رشد و عملکرد گندم دیم در بروجرد. یافته های نوین کشاورزی. ۸(٤): ۲۹۱-۳۰۲.

قلی پور، س.، ع. عبادی و ق. پرمون. ۱۳۹۵. بررسی اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد مواد، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ژنوتیپهای مختلف گندم نان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸(۳۱): ۱۱۱-۱۲۸.

لک، ش.، ا. نادری، ع. سیادت، ا. آینه بند، ق. نورمحمدی و ه. موسوی. ۱۳۸۵. تاثیر سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذرت دانهای در شرایط آب و هوایی خوزستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱: ۱-۱٤.

محمدی، م.، ع. رضایی و ع. م. میرمحمدی. ۱۳۸۸. بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد ده رقم گندم نان در دو رژیم آبیاری، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(٤۸): ۱۰۷-۱۲۰.

معاونی، پ.، د. حبیبی و ب، عباسزاده. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم گندم در شهر قدس. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۵(۱): ٦۹-۸۸.

مکاری، م.، م. عابدین پور و ه. دهقان. ۱۳۹۹. تأثیر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در گندم پائیزه در منطقه کاشمر. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳٤(۲): ۱۸۷/۱٦۷.

موری، س.، ی، امام و ه. کریمزاده سورشجانی. ۱۳۹۸. 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. ۵(۱): ۱۹-۳۲.

میرزایی عبدالیوسفی، ع.ا.، ب. جعفری و ی. امام. ۱۳۹۰. اثر تراکم کاشت و سایکوسل بر رشد و عملکرد دانه گندم رقم کراس آزادی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳(۲): ۱-۱۵.

هادی، م.، س، جلیلی و ا. مجنونی هریس. ۱۳۹٦. ارزیابی عملکرد گندم در شرایط دیم و آبی و بررسی امکان آبیاری تکمیلی گندم دیم با استفاده از آب ذخیره شده در کم آبیاری گندم آبی. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۱۱(۳): ٤۰۳-٤۱۱.

Abdoli, A., M. Saeidi, S. Jalali-Honarmand, S. Mansourifar and M. E. Ghobadi. 2013. Effect of post-anthesis water deficiency on storage capacity and contribution of stem reserves to the growing grains of wheat cultivars. Plant Knowledge J. 2: 99-107.

Ahmadi, A. and D. A. Beyker. 2000. The limited stomatal characteristics of photosynthesis in wheat under drought stress. Iranian J. Agric. Sci. 31(4): 16-31.

Albacete, A. A., M. A. Cristina and P. A. Francisco. 2014. Hormonal and metabolic regulation of source–sink relations under salinity and drought: From plant survival to crop yield stability. Biotechnol. Advances. 32: 12-30.

Apricio N. D., J .L. Villegas Araus and C. Royo. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining Durum Wheat Yield. Agron. J. 92: 83-91.

Arduini, I., A. Masoni, L. Ercoli and M. Mariotti. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat affected by variety and seeding rate. Europ. J. Agron. 25: 309-318.

Bavar, M. 2008. Effects of planting date density on growth indices and yield component of hull-less barley. The Thesis of M.Sc. degree. University of Agriculture Sciences and Natural Resources of Gorgan, 62p.

Bhatt, R. M. and N. K. Roa. 2005. Influence of pod load on response of okra to water stress. Indian J. Plant Physiol. 10: 54- 59.

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

Donaldson, E., F. W. Schillinger and S. M. Dofing. 2001. Strav production and grain yield in relationships winter wheat. Crop Sci. 41: 100-106.

Donmez, E., R. G. Sears, J. P. Shroyer and G. M. Paulsen. 2001. Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. Crop Sci. 41: 1412-1419.

Ehsanzadeh, P. 1999. Agronomic and growth characteristics of spring spelt compared to common wgeat. Ph.D. Thesis U of Sask SasKatoon SK Canada.

Elhani, S., V. Martos, Y. Rharrabi, C. Royo and L. F. Garcia del moral. 2007. Contribution of main stem and tillers to durum wheat (*Triticum aestivum* L. var. durum) grain yield andits components grown in Mediterranean environments. Field Crops Res. 103: 25-35.

Farooq, M., M. Hussain and K. H. Siddique. 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. Critical Rev. Plant Sci. 33: 331-349.

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.

Guttieri, M. J., J. C. Stark, K. Brien and E. Souza. 2006. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Sci. 41: 327-335.

Hiltbrunner, J., B. Streit and M. Lidgens. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover? Field Crops. Res. 102: 163-171.

Hucl, P. 2015. Growth response of four hard red spring wheat cultivars to date of seeding. Can. J. Plant Sci. 75: 75-80.

Li, Q., C. Bian, X. Liu, C. Ma and Q. Liu. 2015. Winter wheat grain yield and water use efficiency in wide-precision planting pattern under deficit irrigation in North China Plain. Agri. Water Management. 152: 71-76.

Mazaheri, D., and N. Majnonhoseyni. 2008. General agriculture. Sixth edition. Tehran University Press. Page1-80.

Murdock, L., J. Herbek, J. Martin and J. James. 2001. Yield potential and long term effects of no – tillage on wheat production. Small grain. University of Kenuky. Pp: 34-43.

Naserian, B., A. A. Asadi, M. Rahimi and M. R. Ardakani. 2007. Evaluation of wheat cultivars and mutants for morphological and yield traits and comparing of yield components under irrigated and rain fed conditions. Plant Sci. 6(2): 214-224.

Ohe, M., M. Rapolu, T. Mieda, Y. Miyagawa, Y. Yabuta, K. Yoshimura and S. Shigeoka. 2005. Decline in leaf photooxiadtive-stress tolerance with age in tobacco. Plant Sci. 168: 1487- 1493

Rahnama, A., A. Bakhshandeh and Gh. Normohammadi. 2000. Investigation determination the part of the tiller in plant in the different density on seed yield component in wheat in Khuzestan. J. Iran Agric. Sci. 2: 3. 12-24

Richard, A. R. 2006. Physiological traits used in the breeding of new cultivars for waterscarce environments. Agricultural Water Management. 80(1-3): 197-211.

Ruuska, S. A., G. J. Rebetzke, A. F. Van Herwaarden, R. A. Richards, N. A. Fettel, L. Tabe and L. D. Jenkins. 2006. Genotypic variation in water soluble carbohydrate accumulation in wheat. Functional Plant Biol. 33: 799-809.

Sabaghpour, S. H., A. A. Mahmodi, A. Saeed, K. Masood and R. S. Malhotra. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dry land condition of Iran. Indian J. Crop Sci. 1: 70-73.

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

Wang, X., M. Vignjevic, D. Jiang, S. Jacobsen and B. Wollenweber. 2014. Improved tolerance to drought stress after anthesis due to priming before anthesis in wheat (Triticum aestivum L.) var. Vinjett. J. Exp. Bot. 362: 1-16.

Xu, Z. Z., Z. W. Yu and D. Wang. 2006. Nitrogen translocation in wheat plants under soil water deficit. Plant Soil. 280: 291-303.

Zhang, B., F. M. Li, G. Huang, Z. Y. Cheng and Y. Zhang. 2006. Yield performance of spring wheat improved by regulated deficit irrigation in an arid area. Agri. Water Management. 79(1): 28-42.

The effect of drought stress and plant density on yield and yield components of irrigated wheat cultivars in the temperate region of Lorestan province

E. Nabati[۱], A. Farnia[۲], M. Jafarzadeh Kenarsari[۳], Sh. Nakhjavan[٤]

Received: 2021-11-25 Accepted: 2023-02-23

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of drought stress and plant density on yield and some yield components of wheat cultivars in Boroujerd Agricultural Research Station in 2019-2020. The experiment was performed as a split factorial in a randomized complete block design. The main plots belonged to drought stress treatments (at three levels of control, irrigation to flowering, and irrigation to grain filling). The sub-plots consisted of plant density treatments (300, 400, 500, and 600 plants m−2) and cultivars (Mihan and Baharan). The results showed that drought stress, density, and cultivar treatments influenced grain yield components, and the interaction of stress ×plant density significantly affected plant height and spike length. The interaction of cultivar × stress significantly influenced plant height, 1000-seed weight, grain yield, and flag leaf area index. The interaction of cultivar × density was also significant on plant height, spike length, and internode diameter. The highest plant height (87 cm) was obtained in the treatment of 600 plants/m2 without applying drought stress. The highest plant height among all treatments belonged to the Baharan cultivar cultivated at a density of 600 plants/m2. The spike length was higher in full irrigation treatment and at the level of 500 plants/m2 than in the other experimental treatments. The dry weights of flag leaves were 2.8 and 3 g in Mihan and Baharan cultivars, respectively. The highest 1000-seed weight (43.7 g) in the Mihan cultivar at the level of complete irrigation treatment increased by about 12% compared to that in irrigation treatment up to grain filling. The highest grain yield (7480 kg/ha) was obtained in the Mihan cultivar under complete irrigation treatment, which showed about 15% increase in yield compared to the Baharan cultivar (6375 kg/ha) in irrigation treatment up to the flowering stage. The highest amount of plant biomass was obtained in the treatment without drought stress application, and the Baharan cultivar was superior to the Mihan cultivar in terms of plant biomass production. The highest harvest index was 22.9% in the absence of drought stress treatment. The results also showed that drought stress led to a decrease in leaf area at the 50% flowering stage and a decrease in flag leaf area. Based on these results it was founded that in drought stress and non drought stress conditions can cultivated Mihan cultivar for achieving to highest grain yield.

Keywords: Leaf area, Irrigation, Grain yield, Wheat and plant density

۱ PhD of Agronomy, Department of Plant Breeding, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran.

۲ Department of Agronomy, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran.

۳ Department of Agronomy, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran.

٤ Department of Agronomy, Borujerd Branch, Islamic Azad University, Borujerd, Iran.