اثر سطوح مختلف نیتروژن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم رقم چمران (*Triticum aestivum* L.) در شرایط تنش گرمای آخر فصل در اهواز

سید نادر موسویان[۱،۲]، ناصر اکبری[۳*]، حمیدرضا عیسوند[۴]، احمد اسماعیلی[۵] و علی مشتطی[۶]

۱) دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۲) مربی گروه علمی کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۴) دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۵) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

۶) استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

[*]نویسنده مسئول: naser.akbari1332@gmail.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۰۱ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۰۷**

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم در شرایط کاربرد نیتروژن و روی یک آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به صورت کرت‌های دوبار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت یکم آذر ماه (تاریخ کاشت بهینه)، بیستم آذر ماه (دیر هنگام) و دهم دی ماه (خیلی دیر) در کرت اصلی، چهار سطح نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی و سه سطح روی در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی فرعی بود. با اعمال تنش گرما میزان عملکرد دانه گندم حدود ۴۰ درصد کاهش یافت. عملکرد دانه گندم بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه بود (کاهش تعداد دانه در واحد سطح ۳۸ درصد و کاهش وزن دانه حدود ۲۰ درصد بود). مصرف نیتروژن باعث کاهش اثرات تنش گرما بر عملکرد دانه گندم از طریق افزایش تعداد دانه شد، زیرا افزایش مصرف نیتروژن به کاهش ۳/۲۷ درصدی وزن دانه منجر شد. مصرف روی نیز اثرات تنش گرما بر عملکرد دانه گندم را از طریق افزایش وزن دانه کاهش داد و باعث افزایش حدود ۲۴ درصد وزن دانه شد. با توجه به اینکه اثر تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد دانه گندم (کاهش ۳۹ درصدی) بیشتر از عملکرد بیولوژیک (کاهش ۳۱ درصدی) بود، شاخص برداشت گندم تحت تأثیر تنش گرما حدود ۱۸ درصد کاهش یافت. به‌طور کلی در شرایط تنش گرمای آخر فصل می‌توان با کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی اثرات تنش گرما بر عملکرد دانه گندم را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، شاخص برداشت و شاخص سطح برگ.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی جهان است و نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی جوامع بشری دارد (Gyarmati, 2017). بر اساس آخرین آمار، در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ از کل سطح برداشت غلات در کشور (۸/۴۴ میلیون هکتار)، حدود ۷۰ درصد آن به گندم اختصاص داشت. همچنین از کل ۲۲ میلیون تن غلات تولید شده در سال زراعی فوق در کشور، حدود ۶۵ درصد آن به تولید گندم اختصاص داشت (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). گندم مهم‌ترین گیاه زراعی در منطقه جنوب غرب ایران است که در طول دوره پر شدن دانه، با دمای بالا و بارندگی اندک مواجه می‌شود (اسکندری و کاظمی، ۱۳۹۵). کاشت گندم در کشور به استثنای چند منطقه در فصل پاییز انجام می‌شود. تحت چنین شرایطی، دوره رویشی گندم مصادف با بارش‌های پاییز و زمستان بوده و در نتیجه محدودیت‌های محیطی بر گیاه تحمیل نمی‌شود. با این حال، آخر فصل رشد گندم همزمان با افزایش دمای هوا و کمبود آب می‌باشد که در نتیجه رشد گیاه تحت تاثیر تنش‌های گرما و خشکی قرار گرفته و از پتانسیل تولید آن کاسته می‌شود (Joudi *et al*., 2014). پیش‌بینی می‌شود که به‌دلیل افزایش ۱/۸-۵/۸ درجه سانتی‌گراد دمای زمین در آینده، اثر وقوع تنش گرمایی بر گیاهان بیشتر شده و رشد و تولید را بیش از پیش محدود خواهد کرد (Farooq *et al*., 2011). بررسی‌ها نشان داده است که به ازای افزایش یک درجه سانتی‌گراد در میانگین دمای فصل رشد، عملکرد دانه غلات ۱۰- ۴/۱ درصد کاهش می‌یابد (Hatfield, 2011). هم‌چنین در اثر تنش گرمای انتهای فصل، دانه‌های چروکیده و کوچک تولید می‌شود و عملکرد در رابطه با صفاتی مختلفی مانند وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. علاوه بر این، عملکرد زیست توده، شاخص برداشت و ارتفاع گیاه نیز کاهش یافت (Kadar *et al*., 2019). در یک پژوهش گزارش شد که تنش گرمای آخر فصل می‌تواند باعث کاهش ۴۸ درصدی عملکرد دانه گندم شود (مشتطی و موسوی، ۱۳۹۸). در مطالعه دیگری با بررسی اثر تنش گرمای آخر فصل از طریق اعمال تاریخ‌های کاشت متفاوت بر عملکرد و رشد گندم گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه (۵۵۴۸ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت اول (اواسط آبان) و کمترین آن (۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت سوم (اواسط دی) به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر تأخیر در کاشت به‌دلیل اثر تنش گرمای اخر فصل باعث کاهش ۶۲ درصدی عملکرد دانه شد (عساکره و لک، ۱۳۹۵). تنش گرما با تحمیل پیری زودرس اندام‌های فتوسنتز کننده و همچنین کاهش فتوسنتز جاری گیاه، باعث کاهش زیست‌توده و عملکرد بیولوژیک نیز می‌شود (Pireivatlou *el al*., 2010). استفاده کارآمد از عناصر غذایی از جمله نیتروژن و روی از نظر مقدار، نوع، زمان و روش مصرف در شرایط تنش گرمای پس از گرده افشانی در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری در راستای کاهش اثرات تنش گرما بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی اهمیت زیادی دارد (Badaruddin *et al*., 1999). نیتروژن در گندم باعث افزایش تولید پنجه و بقای آن، توسعه ریشه در خاک، افزایش تعداد سنبله در متر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه می‌شود و کمبود آن قبل از گلدهی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود که در این شرایط، کاهش تعداد دانه در سنبله به‌طور عمده وابسته به‌شدت و مدت کمبود نیتروژن است. همچنین کاربرد کودهای نیتروژن بر انباشت پروتئین در گندم موثر است (Zorb *et al*., 2010). عنصر روی به‌عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها به کار می‌رود و به‌صورت کوفاکتورهای تنظیم کننده در تعداد زیادی از آنزیم‌ها عمل می‌کند. در بعضی مطالعات نشان داده شده است که در گیاهان مواجه با شرایط تنش، مصرف مقادیر بالاتر عنصر روی موجب افزایش تحمل گیاه به تنش‌ها و افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Ma *et al*., 2017). گزارش‌های مختلفی درمورد کاهش اثرات تنش‌های محیطی بر گیاهان زراعی با کاربرد نیتروژن و روی ارائه شده است. کاربرد نیتروژن و روی در گندم (قلعه نوئی و همکاران، ۱۳۹۳؛ Tabatabaeian, 2011) و ذرت (Mosavifeyzabdi *et al*., 2013) در شرایط تنش خشکی و آفتابگردان در شرایط تنش شوری (Nezami and Vafaei, 2012) باعث کاهش اثرات تنش بر عملکرد دانه گردید. تنش گرمای آخر فصل موجب کاهش رشد و نمو و عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم می‌شود (مشتطی و موسوی، ۱۳۹۸). با این حال، از آنجا که اطلاعات کافی در مورد اثرات تنش گرما بر عملکرد دانه گندم با کاربرد نیتروژن و روی در منطقه جنوب غرب ایران وجود ندارد، در این پژوهش تلاش شده است تا ضمن بررسی اثرات تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد دانه گندم، راهکار تغذیه‌ای مناسبی برای کاهش اثرات تنش گرمای آخر فصل و در نتیجه حفظ عملکرد مطلوب گندم در منطقه ارائه گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز در شهر ملاثانی و در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۳۴ متر از سطح دریا، اجرا شد. میانگین ماهیانه برخی از شاخص‌های هواشناسی منطقه از زمان کاشت تا برداشت گیاه در جدول ۱ و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در جدول ۲ ارائه شده است. این آزمایش به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل سه تاریخ کاشت یکم آذر ماه (تاریخ کاشت مناسب منطقه)، بیستم آذر ماه (دیر هنگام) و دهم دی ماه (خیلی دیر) در کرت اصلی، چهار سطح نیتروژن خالص (۰، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) بر اساس آزمون خاک از منبع اوره (با ۴۶ درصد نیتروژن) در کرت‌های فرعی و سه سطح عنصر (۰، ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار روی خالص) از منبع کود سولفات روی (با ۲۱/۵ درصد روی) در کرت‌های فرعی فرعی بود (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۸۶).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

جدول۱: برخی داده‌های هواشناسی محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

ماه	بارندگی (میلی‌متر)	رطوبت نسبی (درصد)	جمع ساعات آفتابی (ساعت)	دما (درجه سانتی‌گراد)		
				میانگین	حداکثر	حداقل
آذر	۱۸/۷	آذر	۲۰۶/۹	۱۵/۹	۲۲/۵	۹/۳
دی	۱/۵	دی	۲۱۸	۱۶/۰	۲۳/۲	۸/۸
بهمن	۸/۰	بهمن	۱۹۰/۵	۱۶/۶	۲۳/۳	۸/۸
اسفند	۳۶/۶	اسفند	۲۷۵/۲	۲۰/۸	۲۷/۴	۱۴/۲
فروردین	۳۲/۷	فروردین	۱۹۹/۶	۲۵/۶	۳۳/۱	۱۸/۱
اردیبهشت	۱۲/۲	اردیبهشت	۲۶۳/۳	۲۹/۵	۳۶/۳	۲۲/۶

جدول۲: برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	مواد آلی (درصد)	آهن (درصد)	پتاسیم (درصد)	نیتروژن (درصد)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم	فسفات (P_2O_5) (درصد)
۰-۳۰	رسی لوم شنی	۶/۹۹	۲/۵۹	۱/۳۳	۰/۰۱۶	۰/۳۷۸	۰/۰۳۳	۰/۰۱۴	۰/۰۵

عملیات تهیه زمین شامل آبیاری قبل از شخم برای تأمین رطوبت مناسب برای عملیات شخم، شخم با گاو آهن برگردان‌دار، دیسک، ماله و مرزبندی بود. کرت‌ها به ابعاد ۲×۲ متر، هر کرت فرعی شامل ۱۰ خط کشت دو متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم (مساحت هر کرت چهار متر مربع) و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. در این آزمایش، رقم گندم مورد کشت چمران دو بود. از ویژگی‌های آن می‌توان به تیپ رشد بهاره، میانگین ارتفاع بوته ۹۵ سانتی‌متر، میانگین وزن هزار دانه ۳۹ گرم، میانگین ۶ تن در هکتار، زودرس و متحمل بودن دمای بالا اشاره کرد (مدحج و فتحی، ۱۳۸۷). رقم گندم چمران دو با تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع در عمق ۵-۳ سانتی‌متری کشت شد. درمورد کوددهی نیتروژن، در هر تیمار با توجه به آزمون خاک (جدول ۲) و تیمارهای آزمایش، یک سوم کود نیتروژن به‌صورت پایه در قبل از کاشت و همراه با تهیه زمین و دو سوم مابقی آن به‌صورت سرک در ابتدای مرحله پنجه‌زنی و ساقه رفتن به گیاهان داده شد. عنصر روی در اواسط مرحله پنجه‌زنی اعمال شد. بدین منظور، مقدار لازم بر اساس تیمارهای آزمایشی به‌صورت خاک کاربرد به کرت‌ها اضافه شد. بر این اساس که سولفات روی در آب حل و محلول به‌دست آمده در پای بوته‌ها به خاک اضافه شد (با استفاده از محافظ پلاستیکی در دو طرف کرت از نفوذ محلول‌پاشی به کرت‌های مجاور جلوگیری شد). همزمان با تهیه زمین، کود فسفره و پتاسیم بر اساس نیاز گیاه و آزمون خاک (جدول ۱) و توصیه کودی آزمایشگاه خاک، به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب به‌صورت اکسید فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و اکسید پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

استفاده شد. آبیاری با توجه به نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی، طوری انجام شد که گیاهان با تنش دیگری مثل تنش خشکی و یا غرقابی مواجه نشوند و فقط تنش گرما بر آزمایش اثر بگذارد. جهت مبارزه با علف‌های هرز، یک ماه قبل از کاشت، زمین آبیاری شده و پس از سبز شدن علف‌های هرز، با دیسک زیر خاک شدند. علاوه بر آن علف‌های هرز داخل کرت‌ها به‌صورت وجین دستی و علف‌های هرز بین کرت‌ها و در جوی آبیاری به‌صورت شیمیایی کنترل شد. برای مبارزه با آفات از روش شیمیایی استفاده گردید. در مرحله گرده‌افشانی از خطوط کاشت دوم و نهم، پنج بوته به‌عنوان نمونه از سطح زمین برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس برگ‌های همه بوته‌های برداشت شده جدا گردید و سطح برگ توسط دستگاه سطح برگ‌سنج مدل PAR/LAI/cetometer اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت (مرحله رسیدگی فیزیولوژیک) پس از حذف اثر حاشیه، محصول یک متر مربع از هر کرت برداشت شد و صفات ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه شامل عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴ درصد)، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، بر اساس میانگین ۲۰ سنبله و وزن هزار دانه با شمارش و توزین دو نمونه ۵۰۰ دانه‌ای در هر کرت اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش کرت‌های دوبار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت و نیتروژن بر ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن بر شاخص سطح برگ معنی‌دار ($P\leq0.01$). اثر متقابل تاریخ کاشت × روی و نیتروژن × روی بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد. هم‌چنین ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری ($P\leq0.01$) تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ کاشت × نیتروژن × روی قرار گرفت (جدول ۳).

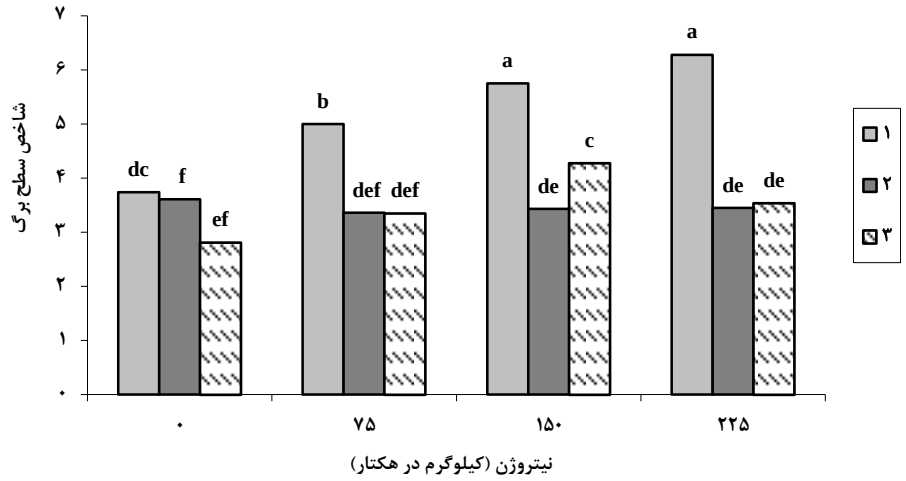
ارتفاع بوته

بیش‌ترین مقدار ارتفاع بوته ۹۷ سانتی‌متر به تیمار تاریخ کاشت یکم آذر (بهینه)، از مصرف ۲۲۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی مشاهد شد، در حالی‌که کمترین مقدار صفت فوق ۶۱/۱۰ سانتی‌متر در تاریخ کاشت خیلی دیر هنگام و عدم مصرف نیتروژن و روی (شاهد) مشاهد گردید که حدوداً ۳۷ درصد کمتر از بیش‌ترین مقدار مشاهد شده بود. بیش‌ترین شاخص سطح برگ ۶/۲۸ نیز در تاریخ کاشت یکم آذر (بهینه)، از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به‌دست آمد که حدود ۵۵ درصد بیشتر از تیمار تاریخ کاشت خیلی دیر و عدم مصرف نیتروژن ۲/۸۱ بود (شکل ۱). اگرچه

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

ارتفاع بوته رقم مورد استفاده در آزمایش (رقم چمران) از نظر ژنتیکی متوسط است، اما نتایج این آزمایش نشان داد که ارتفاع بوته گندم تا حد مشخصی از مصرف نیتروژن افزایش پیدا می‌کند، به‌طوری که مصرف نیتروژن باعث افزایش معنی-دار ارتفاع بوته شد (جدول ۴). با این حال، اثرات تنش گرما (تاریخ کاشت متفاوت) در جذب و استفاده از نیتروژن توسط گیاه موثر است. در این زمینه گزارش شده است که اگرچه تأثیر مثبت نیتروژن بر رشد رویشی باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شود، اما در شرایط تنش به‌دلیل کاهش توسعه سیستم ریشه گیاه نسبت به شرایط بدون تنش، استفاده گیاه از نیتروژن محدود گشته و همین عامل باعث کاهش تأثیر نیتروژن در افزایش ارتفاع بوته می‌شود (Ahmadi and Baker, 2001). یکی دیگر از عوامل کاهش ارتفاع بوته، تأثیر گرما بر رشد سلولی عنوان شده است (Saini and Aspinall, 1982). این مسئله درمورد تاریخ کاشت‌های مختلف مشاهده شد، به‌طوری که گندم در تاریخ کاشت سوم (۱۰ دی) به‌مدت بیشتری در معرض تنش گرما قرار داشت و در نتیجه ارتفاع بوته کمتری نیز نسبت به سایر تاریخ کاشت‌ها دارا بود، به‌نظر می‌رسد که با تأخیر در کاشت، میانگین دمای هوا افزایش و طول دوره رویش گیاه و دوره رشد طولی ساقه کاهش یافته و ارتفاع بوته کاهش یافت (شکل ۲). در این رابطه بررسی اثر تاریخ کاشت به‌موقع و دیرهنگام بر ژنوتیپ‌های گندم نان در استان گلستان نشان داد که با تأخیر در کاشت، ارتفاع بوته به میزان ۳۴ درصد کاهش می‌یابد (سوقی و همکاران، ۱۳۹۵). عنصر روی به‌عنوان یک عنصر موثر بر ارتفاع بوته گندم (از طریق تأثیر بر طول میانگره‌ها) گزارش شده است (Graham, 2004). افزایش ارتفاع بوته گندم در شرایط مصرف روی نشان می‌دهد که خاک منطقه از نظر روی دارای کمبود می‌باشد و استفاده از روی برای بهبود رشد و افزایش پتانسیل تولید گیاه ضروری است (مشتطی و موسوی، ۱۳۹۸).



شکل ۱: اثر متقابل نیتروژن و تاریخ کاشت بر شاخص سطح برگ گندم

۱: تاریخ کاشت یک آذر؛ ۲: تاریخ کاشت ۲۰ آذر؛ ۳: تاریخ کاشت ۱۰ دی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

جدول۳: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده گندم در سطوح مختلف تاریخ کاشت، نیتروژن و روی

منبع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۳	۱/۲۵ ns	۱۳۴ns	۵۲۸۵/۴۰ns	۱۰۱۲۷۴۰۹ns	۱۴/۸۹ns	۹/۶۱ns	۷۰۶۹۰۳/۵ns	۲۴۰۲۷۷۳/۸ns	۶/۲۱ns
تاریخ کاشت	۲	۵۱/۲**	۱۲۸۵**	۱۰۸۲۷۲/۱۹**	۶۵۸۶۹۶۶۲۸**	۱۲۷۱/۴۳**	۹۵۵/۰**	۶۸۵۶۸۳۰**	۳۸۲۴۳۸۵۵۲/۹**	۱۲۳۵/۱۴**
خطای a	۶	۱/۳۹	۹۷/۲	۱۱۱۵۲/۰۴	۱۵۶۷۰۰۶۶	۱۰۰/۰۹	۷/۵۳	۱۴۱۷۶۰۰/۱۲	۱۲۶۷۴۵۴۵/۵	۸۹/۷۴
نیتروژن	۳	۱۲/۷**	۲۷۹**	۴۲۲۴۴/۱۶**	۳۰۰۳۲۰۹۲۱/۵**	۱۰۹۲/۴۴**	۲۹/۲*	۲۷۲۶۲۵۴۵**	۱۸۵۰۴۹۱۴۰/۹**	۷۰/۶۹**
نیتروژن×تاریخ کاشت	۶	۳/۲۳**	۳۰/۸ ns	۱۶۹۷/۸۰ns	۹۵۷۹۴۹۲/۴ns	۵۲/۸۰ns	۳۵/۶*	۵۸۲۶۸۳ns	۶۲۸۶۳۲۸۱/۱ns	۵۶/۱۵*
خطای b	۲۷	۰/۷۲	۴۵/۶	۶۴۷۸/۶۶	۲۱۴۸۵۹۷۸	۴۳/۰۷	۹/۳۴	۸۹۳۳۸۶	۸۱۵۷۱۹۳/۷	۲۳/۴۰
روی	۲	۰/۲ ns	۲۸/۱ns	۳۰۴۱/۳۶ns	۸۳۲۴۷۸ns	۱۲۷/۷۲**	۲۸/۸**	۵۱۲۹۵۸۹**	۱۲۷۷۱۴۴۷/۶ns	۱۱/۱۶۶**
روی×تاریخ کاشت	۴	۰/۴۹ ns	۱۱۵**	۱۰۰۴/۹۸ns	۵۷۹۰۰۷۷ns	۲۳۳/۲۵**	۵/۶۲ns	۱۷۷۸۳۰۰*	۶۷۹۷۸۹۸/۸ns	۵۲/۵۹ns
روی×تاریخ کاشت	۶	۰/۶۸ ns	۶۳/۵*	۳۹۲/۱۹ns	۹۶۵۹۳۹۴ns	۱۴۴/۹۵**	۸/۰۸*	۱۹۳۶۹۰۳*	۳۰۷۶۵۰۰/۲ ns	۵۹/۵۷*
روی×تاریخ کاشت×نیتروژن	۱۲	۰/۳۱ns	۸۶/۰**	۴۴۴/۲۰ns	۱۹۶۷۵۶۵۶*	۱۴۲/۳۸**	۳۱۲**	۱۹۱۵۳۵۵**	۴۴۶۷۷۵/۸ ns	۱۰۵/۳۱**
خطای c	۷۲	۰/۴۸۹	۲۱/۷	۳۱۵۶/۵۹	۹۸۵۷۳۸۶	۳۰/۱۴	۳/۳۳	۷۴۷۶۱۷	۴۴۲۲۴۶۷	۲۷/۵۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۷/۴۰	۵/۶۰	۱۴/۷۸	۱۹/۷۱	۱۳/۲۳	۴/۵۷	۱۷/۶	۱۵/۶۳	۱۴/۳۴

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

جدول۴: اثر متقابل تاریخ کاشت× نیتروژن× روی بر ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

تاریخ کاشت	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	روی (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد شاخص برداشت
یکم آذر بهینه	۰	۰	۸۴/۴۵^{cd}	۱۴۵۱۳^{b}	۳۷/۹۳^{e}	۴۲/۱۳^{d}	۴۲۷۵/۳^{d}	۳۱/۸۸^{c}
		۱۰	۸۳/۷۰^{d}	۱۴۹۴۶^{b}	۴۰/۱۷^{de}	۴۳/۲۶^{d}	۵۳۸۲/۹^{cd}	۳۸/۱۰^{bc}
		۲۰	۸۹/۰۶^{bcd}	۱۴۶۶۰^{b}	۴۰/۵۰^{de}	۴۲/۴۴^{d}	۴۷۷۶/۱^{d}	۳۵/۶۲^{c}
	۷۵	۰	۸۴/۸۲^{Cd}	۱۹۱۷۲^{ab}	۴۰/۸۵^{cde}	۴۴/۲۱^{d}	۵۲۴۹/۷^{cd}	۳۵/۲۳^{c}
		۱۰	۸۹/۰۳^{bcd}	۱۹۴۶۹^{ab}	۴۶/۶۵^{bcde}	۴۷/۶۵^{bc}	۷۳۳۵/۰^{a}	۴۳/۳۷^{ab}
		۲۰	۹۰/۲۲^{bc}	۲۲۴۵۲^{a}	۵۱/۱۶^{b}	۴۵/۱۶^{cd}	۷۰۸۲/۱^{ab}	۳۶/۵۴^{bc}
	۱۵۰	۰	۸۹/۲۳^{bcd}	۲۲۸۷۲^{a}	۴۳/۱۷^{bcde}	۴۳/۴۱^{d}	۵۷۱۹/۹^{bcd}	۳۴/۷۳^{c}
		۱۰	۹۲/۷۲^{ab}	۲۱۴۰۸^{a}	۴۳/۱۷^{bcde}	۴۹/۴۳^{ab}	۶۴۸۰/۵^{abc}	۳۸/۵۰b^{c}
		۲۰	۸۸/۴۱^{bcd}	۲۰۰۰۹^{ab}	۵۰/۳۵^{bc}	۵۰/۸۶^{a}	۷۳۱۲/۷^{a}	۴۶/۳۳^{a}
	۲۲۵	۰	۹۰/۲۵^{bc}	۲۱۵۸۳^{a}	۴۹/۴۸^{bcd}	۴۲/۸۷^{d}	۶۷۰۵/۵^{abc}	۳۶/۸۷^{bc}
		۱۰	۸۸/۳۵^{bcd}	۲۰۶۱۰^{a}	۵۰/۸۵^{b}	۴۲/۶۳^{d}	۵۵۵۰/۵^{cd}	۳۵/۳۴^{c}
		۲۰	۹۷/۰۰^{a}	۲۷۴۱۰^{a}	۶۳/۰۵^{a}	۴۲/۶۶^{d}	۷۴۸۶/۰^{a}	۴۳/۱۵^{ab}
بیستم آذر دیرهنگام	۰	۰	۷۴/۶۶^{abc}	۱۰۸۸۳^{c}	۲۹/۹۳^{c}	۳۶/۹۰^{d}	۳۰۱۴/۱^{e}	۳۶/۵۲^{b}
		۱۰	۷۶/۸۷^{bc}	۱۱۹۲۴^{bc}	۳۴/۲۵b^{c}	۴۰/۱۹^{a}	۳۸۲۰/۸^{de}	۴۴/۱۸^{ab}
		۲۰	۸۱/۴۲^{c}	۱۳۶۹۸^{abc}	۴۱/۴۰^{ab}	۴۱/۱۰^{a}	۳۴۶۱/۴^{e}	۴۱/۷۳^{ab}
	۷۵	۰	۸۴/۸۰^{a}	۱۷۳۶۰^{ab}	۳۹/۹۲^{ab}	۳۸/۰۷^{ab}	۴۱۵۵/۵^{cde}	۳۹/۹۶^{ab}
		۱۰	۸۳/۶۸^{ab}	۱۷۳۶۹^{ab}	۴۲/۲۰^{ab}	۳۸/۷۸^{ab}	۵۶۰۸/۷^{ab}	۴۱/۰۹^{ab}
		۲۰	۸۴/۰۷^{ab}	۱۶۳۹۵^{abc}	۴۰/۸۵^{ab}	۳۹/۰۷^{ab}	۵۰۳۳/۱^{abcd}	۴۱/۶۸^{ab}
	۱۵۰	۰	۸۲/۶۷^{ab}	۱۷۴۰۳^{ab}	۴۴/۷۲^{a}	۳۸/۳۶^{ab}	۵۳۷۷/۸^{abc}	۳۷/۷۷^{ab}
		۱۰	۸۱/۸۰^{abc}	۱۸۶۸۵^{a}	۴۴/۸۷^{a}	۴۰/۶۰^{a}	۵۳۵۴/۷^{abc}	۳۸/۵۱^{ab}
		۲۰	۸۲/۲۱^{abc}	۱۷۳۴۵^{ab}	۴۳/۴۷^{a}	۳۹/۵۴^{ab}	۵۶۹۸/۱^{ab}	۳۸/۱۲^{ab}
	۲۲۵	۰	۸۵/۱۶^{a}	۱۶۰۶۰^{abc}	۴۰/۷۰^{ab}	۳۸/۴۷^{ab}	۵۸۱۰/۰^{ab}	۴۴/۱۱^{ab}
		۱۰	۸۰/۵۷^{abc}	۱۵۰۹۲^{abc}	۴۷/۲۲^{a}	۴۱/۱۰^{a}	۴۹۲۰/۶^{bcd}	۴۰/۵۴^{ab}
		۲۰	۸۶/۲۵^{a}	۱۷۱۹۹^{ab}	۴۲/۵۵^{ab}	۳۸/۰۲^{ab}	۶۱۸۱/۱^{a}	۴۵/۶۱^{a}

حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

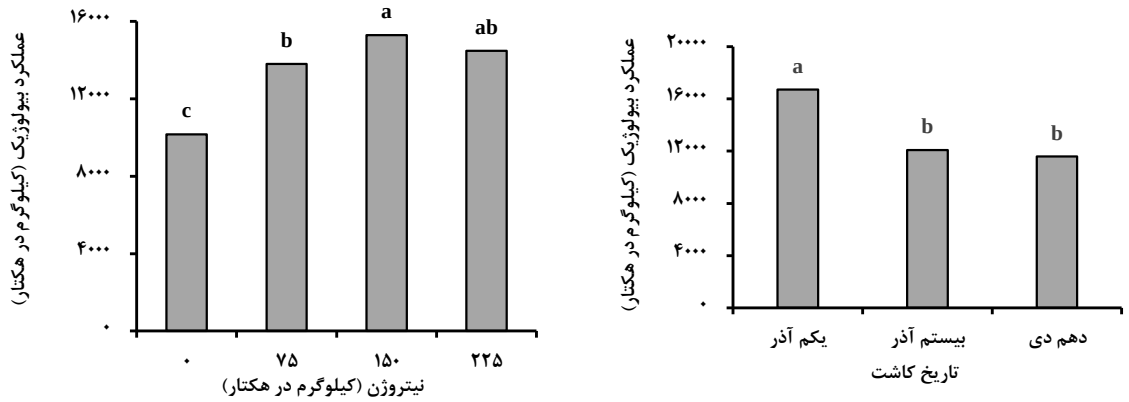
ادامه جدول۴: اثر متقابل تاریخ کاشت× نیتروژن× روی بر ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم

تاریخ کاشت	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	روی (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد دانه در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد شاخص برداشت
دهم دی خیلی دیر هنگام	۰	۰	۶۱/۱۰^{d}	۵۴۹۵^{f}	۱۵/۲۲^{g}	۳۲/۹۷^{d}	۱۵۳۱/۴^{d}	۱۸/۴۲^{b}
		۱۰	۷۹/۴۶^{abc}	۸۶۷۹e^{f}	۲۹/۴۰^{e}	۳۸/۱۲^{ab}	۲۸۰۳/۶^{c}	۳۴/۴۵^{a}
		۲۰	۷۸/۵۱^{abc}	۱۰۲۴۵^{de}	۳۸/۵۵^{cd}	۳۵/۵۲^{abcd}	۳۴۱۷/۱b^{c}	۳۳/۵۵^{a}
	۷۵	۰	۷۶/۰۷^{bc}	۱۰۶۵۲^{de}	۲۱/۶۲^{f}	۳۴/۶۲^{cd}	۳۱۴۹/۹b^{c}	۲۹/۷۶^{a}
		۱۰	۷۹/۹۵^{abc}	۱۱۵۰۹^{cde}	۳۹/۳۶^{bcd}	۳۶/۸۶^{abc}	۴۶۰۶/۵^{a}	۲۹/۳۸^{a}
		۲۰	۸۵/۶۳^{a}	۱۴۸۵۱^{abc}	۴۵/۵۲^{a}	۳۶/۳۵^{abc}	۳۸۹۸/۵^{ab}	۳۳/۸۲^{a}
	۱۵۰	۰	۸۴/۹۰^{a}	۱۲۸۳۶^{ab}	۳۵/۵۷^{d}	۳۶/۲۸^{abcd}	۳۸۳۴/۲^{ab}	۳۲/۸۱^{a}
		۱۰	۸۱/۳۳^{abc}	۱۶۲۵۰^{bcd}	۳۷/۶۶^{d}	۳۸/۴۴^{a}	۴۵۶۹/۳^{a}	۳۱/۲۷^{a}
		۲۰	۸۵/۶۳^{a}	۱۳۲۳۳^{bcd}	۴۵/۳۰^{ab}	۳۴/۱۴^{cd}	۴۸۱۸/۶^{a}	۳۲/۸۶^{a}
	۲۲۵	۰	۸۲/۵۵^{ab}	۱۴۸۰۸^{abc}	۴۳/۹۳^{abc}	۳۶/۰۶^{abcd}	۳۳۷۳/۶^{bc}	۳۴/۱۴^{a}
		۱۰	۸۱/۹۳^{abc}	۱۷۸۹۵^{a}	۴۶/۱۵^{a}	۳۴/۹۷^{bcd}	۴۱۴۷/۴^{ab}	۳۱/۳۲^{a}
		۲۰	۸۰/۴۰^{abc}	۱۱۰۹۷^{cde}	۴۰/۵۰^{abcd}	۳۶/۴۶^{abc}	۴۵۲۹/۶^{a}	۳۵/۳۳^{a}

حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]



شکل ۲: اثر نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک گندم

حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

شاخص سطح برگ

نتایج نشان داد که تأخیر در کاشت (وقوع تنش گرما) باعث کاهش شاخص سطح برگ نسبت به تاریخ کاشت توصیه شده (تاریخ کاشت اول) گردید. به‌نظر می‌رسد که با تأخیر در کاشت، میانگین دمای هوا افزایش و طول دوره رویش گیاه و دوره رشد برگ کاهش یافته و باعث کاهش حداکثر شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی شد (Khan *et al*., 2017). با ارزیابی اثر تاریخ‌های کاشت به موقع و دیرهنگام بر رشد گندم در اهواز، مشخص شد که با تأخیر در کاشت، شاخص سطح برگ کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران درمورد اثر کاهشی تنش گرما بر شاخص سطح برگ گندم مطابقت دارد. گرما با کاهش تعداد و اندازه برگ‌ها، موجب کاهش سطح برگ گندم می‌شود (لطفی جلال‌آبادی، ۱۳۹۲).

تأخیر در کاشت باعث کوتاه شدن فاصله زمانی طی شدن مراحل نمو و بروز تنش گرما و افزایش دما به بیش از دمای بهینه رشد برگ‌ها در دوره پر شدن دانه شده و این عوامل باعث کاهش میزان سطح شاخص سطح برگ از طریق تسریع پیری برگ می‌شود (قاطعی و همکاران، ۱۳۹۵). تغییرات شاخص سطح برگ در سطوح مختلف نیتروژن نشان داد که در صورت عدم وقوع تنش گرما (تاریخ کاشت بهینه) مصرف زیاد نیتروژن باعث افزایش سطح برگ نمی‌شود، به‌طوری که بین مصرف ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از نظر شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با این حال، چنانچه تنش گرما وجود داشته باشد، مصرف نیتروژن می‌تواند در حفظ سطح برگ گندم موثر باشد، به‌طوری که در تاریخ کاشت سوم، افزایش مصرف نیتروژن از ۱۵۰ به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ گندم شد (شکل ۱).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت و نیتروژن بر کلیه صفات مرتبط با عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل تاریخ کاشت× نیتروژن تنها بر وزن هزار دانه ($P\leq0.01$) معنی‌دار بود. هم‌چنین اثر متقابل تاریخ کاشت× روی و نیتروژن× روی بر تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل دوگانه نیتروژن× روی بر وزن هزار دانه معنی دار ($P\leq0.05$) بجز در مورد تعداد سنبله در متر مربع، اثر متقابل تاریخ کاشت× نیتروژن× روی بر سایر صفات مرتبط با عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت×نیتروژن×روی بر صفت تعداد دانه در متر مربع نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در متر مربع ۲۷۴۱۰ تاریخ کاشت یکم آذر (بهینه)، از مصرف ۲۲۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی مشاهده شد، در حالی‌که کمترین مقدار صفت فوق ۵۴۹۵ در تیمارتاریخ کاشت خیلی دیر و عدم مصرف نیتروژن و روی (شاهد) مشاهد گردید که حدوداً ۸۰ درصد کمتر از بهترین ترکیبات تیماری بود، به‌طوری‌که تاریخ کاشت دیرهنگام و خیلی دیر باعث کاهش ۳۶ و ۶۶ درصد کمتر از تاریخ کاشت بهینه بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه با میانگین ۵۰/۸۶ گرم نیز در تاریخ کاشت یکم آذر (بهینه)، از مصرف ۱۵۰ و ۲۰ کیلوگرم نیتروژن و روی در هکتار مشاهد شد. در تیمار تاریخ کاشت خیلی دیر عدم مصرف نیتروژن و روی (شاهد) دارای کمترین مقدار وزن هزار دانه ۳۲/۹۷ گرم بود که حدوداً ۳۵ درصد کمتر از بیش‌ترین مقدار مشاهد شده بود، به‌طوری که تاریخ کاشت دیرهنگام و خیلی دیر باعث کاهش ۱۰ و ۹ درصد کمتر از تاریخ کاشت بهینه بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تاریخ کاشت یکم آذر (بهینه) از مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ۱۵۲۹۶/۰ کیلوگرم در هکتار، بیش‌ترین ماده خشک (عملکرد بیولوژیک) ۱۶۷۰۰/۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با تیمار ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن اختلاف معنی‌دار نشان نداد. هم‌چنین کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک به تیمار تاریخ کاشت خیلی دیر ۱۱۵۸۱/۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار عدم کاربرد نیتروژن و روی صفر کیلوگرم در هکتار، ۱۰۱۶۷/۵ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که حدوداً ۳۱ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه ۷۴۸۶/۰ به تیمار تاریخ کاشت یک آذر (بهینه)، از مصرف ۲۲۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی مشاهد شد. کمترین عملکرد دانه ۱۵۳۱/۴ نیز مربوط به تاریخ کاشت خیلی دیر و عدم مصرف نیتروژن و روی (شاهد) مشاهد شده بود که ۷۹/۵ درصد کمتر از تیمار اول بود در تاریخ کاشت دیر و خیلی دیر عملکرد دانه به ترتیب ۵۰ و ۶۸ درصد کمتر از تاریخ کاشت بهینه بود. با این حال، در شرایط کاشت دیرهنگام و خیلی دیرهنگام به‌ترتیب با مصرف ۲۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن به همراه مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار روی بیش‌ترین عملکرد را تولید کرد. مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت×نیتروژن×روی بر صفت شاخص سطح برداشت نشان داد که بیش‌ترین درصد شاخص برداشت با میانگین ۴۶/۳۳ به تیمار تاریخ کاشت یکم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

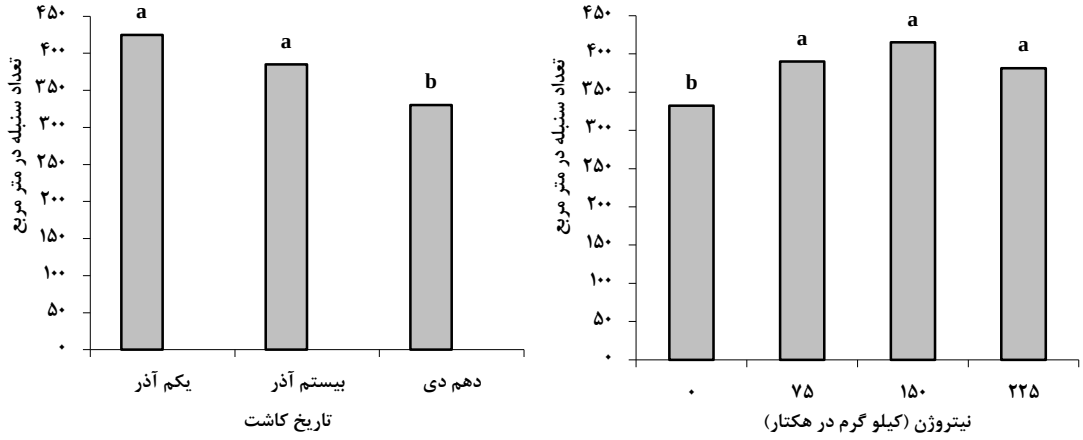
[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.46.2.4]

آذر (بهینه)، از مصرف ۱۵۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی مشاهد شد و کمترین مقدار صفت فوق با ۱۸/۴۲ درصد در تاریخ کاشت خیلی دیر هنگام و عدم مصرف نیتروژن و روی (شاهد) مشاهد گردید که حدوداً ۶۰ درصد کمتر از بیش‌ترین مقدار مشاهد شده بود، در تاریخ کاشت دیرهنگام و خیلی دیرهنگام درصد شاخص برداشت به‌ترتیب باعث کاهش ۱۹ و ۴۷ درصد شد. با این حال، در شرایط کاشت دیر و خیلی دیر به‌ترتیب مصرف ۲۲۵ به همراه مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی بیش‌ترین درصد شاخص برداشت را تولید کرد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که که با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در سنبله کاهش یافت، به‌طوری که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله با میانگین ۶۳/۵ در تاریخ کاشت یکم آذر (بهینه)، از مصرف ۲۲۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و روی مشاهده شد، در حالی که کمترین تعداد دانه در سنبله با ۱۵/۲۲ در تاریخ کاشت خیلی دیر و عدم مصرف نیتروژن (شاهد) مشاهد گردید که حدود ۷۶ درصد کمتر از بیش‌ترین مقدار مشاهد شده بود، به‌طوری که تاریخ کاشت دیر و خیلی دیر تعداد دانه در سنبله به ترتیب ۳۶ و ۶۷ درصد کمتر از تاریخ کاشت بهینه بود. با این حال، در شرایط کاشت تأخیری و خیلی تأخیری مصرف ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن به همراه مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی بیشترین تعداد دانه در سنبله را تولید کرد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی نیتروژن بر تعداد سنبله در متر مربع نشان داد که بیش‌ترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب به مقادیر ۱۵۰ و صفر کیلوگرم در هکتار با میانگین ۴۱۵/۱۱ و ۳۳۳/۲۵ اختصاص داشت. در حالی که مقایسه میانگین اثر اصلی تاریخ کاشت این صفت در یکم آذر بیش‌ترین تعداد سنبله در متر مربع ۴۲۴/۷ و کمترین آن ۳۳۰/۱۳ در تاریخ کاشت ۱۰ دی، باعث کاهش ۲۲ درصد گردید (شکل ۳). افزایش عقیمی دانه‌ها، کاهش طول دوره پر شدن دانه و کاهش توانایی گیاه در جابجایی و تبدیل مواد فتوسنتزی به نشاسته از عوامل کاهش تعداد و وزن دانه گندم در شرایط تنش گرما معرفی شده‌اند (Joshi *et al*., 2016). تشکیل و رشد دانه به فتوسنتز جاری گیاه وابستگی زیادی دارد (Nazarli and Zardashti, 2010). این موضوع با نتایج مطالعه حاضر هماهنگی دارد، زیرا در این پژوهش مشخص شد که شرایط تنش گرما باعث کاهش شدید شاخص سطح برگ گندم می‌شود (شکل ۱). با کاهش سطح برگ، پتانسیل فتوسنتزی گندم کاهش یافته که به کاهش تعداد و وزن دانه و در نهایت عملکرد دانه می‌انجامد. کاهش تعداد دانه و وزن دانه گندم در شرایط تنش گرما در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (اورکی و همکاران، ۱۳۹۵). عملکرد دانه گندم در شرایط تنش گرما (تاریخ کاشت‌های متفاوت) تحت تأثیر تعداد دانه در واحد سطح و وزن دانه قرار گرفت (جدول‌های ۳ و ۴). با اعمال تنش گرما میزان عملکرد دانه گندم حدود ۴۰ درصد کاهش پیدا کرد. با این حال، به‌نظر می‌رسد که عملکرد دانه گندم بیشتر تحت تأثیر تعداد دانه در واحد سطح باشد، زیرا با اعمال تنش گرما (تغییر کاشت از اول آذر به ۱۰ دی) درصد کاهش تعداد دانه در واحد سطح ۳۸ درصد بیشتر از میانگین کاهش وزن دانه حدود ۲۰ درصد بود. این نتایج با یافته‌های

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

سایر پژوهشگران در مورد اثر تنش‌های محیطی بر عملکرد دانه گندم مطابقت دارد، به‌طوری‌که گزارش شد که عملکرد دانه گندم در شرایط تنش خشکی بیشتر از تعداد دانه متأثر می‌شود، زیرا با اعمال تنش خشکی، تعداد دانه و وزن دانه به ترتیب ۱۲ و ۹ درصد کاهش یافت. پژوهشگران عمده اختلاف عملکرد دانه گندم در بسیاری از موارد را ناشی از تغییرات در این صفت می‌دانند (اسکندری و کاظمی، ۱۳۹۵؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۸؛ اسداله زاده و همکاران، ۱۳۹۸). مصرف نیتروژن باعث کاهش اثرات تنش گرما بر عملکرد دانه گندم شد، به‌طوری که در شرایط تنش گرما (تاریخ کاشت سوم) بیش‌ترین عملکرد دانه با افزایش مصرف نیتروژن تا سطح (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. اثر نیتروژن بر کاهش اثر تنش گرما از طریق بهبود پتانسیل فتوسنتزی گیاه، افزایش سطح برگ و افزایش تعداد دانه در واحد سطح مشخص شد، به‌طوری که با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد دانه در واحد سطح ۵۲ درصد افزایش یافت (شکل ۱). با این حال، افزایش مصرف نیتروژن موجب کاهش ۳/۲۷ درصدی وزن دانه شد (جدول ۴). از آنجا که یک رابطه متقابل بین تعداد و وزن دانه وجود دارد و افزایش یک صفت با کاهش دیگری همراه است، کاهش وزن دانه در شرایط کاربرد نیتروژن منطقی به‌نظر می‌رسد (Kutlu and Olgun, 2015). در این مورد گزارش شده است که مصرف نیتروژن با افزایش تعداد دانه باعث کاهش سهم مواد فتوسنتزی رسیده به دانه‌ها شده و در نتیجه سبب کاهش وزن دانه گندم می‌شود که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد (قاطعی، ۱۳۹۳).



شکل ۳: اثر نیتروژن و تاریخ کاشت بر تعداد سنبله در متر مربع گندم

مصرف روی نیز اثرات تنش گرما بر عملکرد دانه گندم را کاهش داد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف روی با افزایش وزن دانه باعث حفظ عملکرد مطلوب گندم در شرایط تنش گرما می‌شود، به‌طوری که با افزایش مصرف روی به ۱۰ میزان کیلوگرم در هکتار سولفات روی، وزن دانه گندم ۲۴ درصد افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد اثر روی بر کاهش اثر تنش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

گرما بر عملکرد دانه گندم از طریق بهبود وزن دانه نمود پیدا کرد، زیرا با افزایش مصرف روی، تعداد دانه در واحد سطح تغییر معنی‌داری نداشت (جدول‌های ۴ و ۵). با توجه به اینکه مصرف روی در زمانی صورت گرفته بود که هنوز گیاه با کمبود تنش مواجه نشده بود، بنابراین ذخیره کافی از عنصر روی در گیاه وجود داشت. این امر باعث شد که در هنگام پر شدن دانه، روی نقش مؤثر خود را چه از نظر انتقال مواد فتوسنتزی به دانه (Graham, 2004; Ma *et al*., 2017) و چه از طریق مشارکت در بیوسنتز تنظیم کننده‌های رشدی مانند اکسین (زند و همکاران، ۱۳۸۸) برای ایجاد سلول‌های ذخیره‌ای بیش‌تر در دانه‌ها به‌عنوان مخزن اعمال کرده و در نتیجه باعث افزایش وزن دانه شود (Devlin and Withan, 1938). شاخص برداشت گندم تحت تأثیر تنش گرما حدود ۱۸ درصد کاهش یافت. با توجه به اینکه اثر تنش گرمای آخر فصل بر عملکرد دانه گندم کاهش ۳۹ درصدی بیشتر از عملکرد بیولوژیک کاهش ۳۱ درصدی بود، شاخص برداشت در شرایط تنش گرما با کاهش همراه بود (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های (مشتطی و همکاران، ۱۳۸۹) مبنی بر اثر تنش گرما بر شاخص برداشت گندم مطابقت دارد. از طرف دیگر، مصرف نیتروژن و روی باعث بهبود ۱۰ درصدی شاخص برداشت گردید (جدول ۴). در سایر تحقیقات نیز مشخص شد که اگرچه تأخیر در کاشت باعث کاهش توام رشد رویشی و رشد زایشی شد، اما با توجه به اینکه بیشتر طول دوره رشد زایشی با تنش گرما مصادف بود، شاخص برداشت به‌دلیل اثر بیشتر گرما بر رشد زایشی با کاهش همراه بود. این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد (Dhyani *el al*., 2013). به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تاریخ‌های کاشت دیر هنگام، دمای بالا از طریق تسریع در نمو گیاه، باعث کاهش تعداد پنجه می‌شود که این امر منجربه کاهش تعداد سنبله در واحد سطح می‌گردد. به‌نظرمی‌رسد که با تأخیر در کاشت و کوتاه شدن طول دوره رشد، به‌خصوص مرحله پنجه‌زنی، تعداد سنبله در متر مربع کاهش یافت (مشتطی و همکاران، ۱۳۸۹). نتایج آزمایش سیاحی و کمایی (۱۳۹۶) نشان داد که تأخیر یک ماهه در کاشت گندم در خوزستان، باعث کاهش تعداد سنبله در متر مربع به میزان ۳۱ درصد شد. همچنین گزارش شد که تعداد سنبله با افزایش مقدار نیتروژن افزایش یافت (Geleto *el al*., 1995). Bilal Khan و همکاران (۲۰۱۲) طی بررسی‌های خود دریافتند که افزودن سطوح مختلف نیتروژن باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در تعدادسنبله در واحد سطح می‌شود. عدالت و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که با افزایش میزان نیتروژن از صفر به ۶۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد سنبله گندم در متر مربع افزایش یافت. همچنین گزارش شده که تغییرات تعداد سنبله در متر مربع به تغذیه نیتروژنی گیاه بسیار وابسته است (Niamatullah *el al*., 2011). به‌نظر می‌رسد که با تأخیر در کاشت، طول دوره تشکیل آغازه‌های گل (مرحله برجستگی دوگانه تا تشکیل سنبلک انتهایی و مرحله تمایز گلچه‌ها) به‌علت مصادف شدن با دمای بالای هوا، کوتاه‌تر شده و تعداد سنبلک در سنبله و تعداد دانه در سنبلک کاهش یافته و این دو عامل به‌طور توام باعث کاهش تعداد دانه در سنبله در تاریخ کاشت دوم و سوم شدند. به‌نظر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

می‌رسد که مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار روی در تاریخ کاشت اول (بهینه) با فراهمی عنصر روی باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شد. این نتایج با یافته‌های سایر پژوهشگران درمورد اثر تنش‌های محیطی بر عملکرد دانه گندم مطابقت دارد (Khan *et al*., 2008). عدالت و همکاران (۱۳۸۵) طی آزمایشی نشان داد که افزایش میزان نیتروژن به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد دانه در سنبله گندم شد. نیتروژن از طریق تأثیر مثبت بر روی گلچه‌ها و سنبله‌ها، باعث افزایش تعداد گلچه‌های بارور شده و این امر باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. پژوهشگران معتقدند که سولفات روی بر تعداد گل‌ها و تشکیل میوه در مقایسه با اندازه میوه تأثیر معنی‌داری دارد (Farroq *el al*., 2011). در گیاهان مبتلا به کمبود روی گلدهی و تولید دانه در سنبله به شدت کاهش می‌یابد (آلووی، ۱۳۸۵). کاهش تعداد گلچه‌ها و تولید دانه در گیاهان دچار کمبود روی ممکن است به‌علت افزایش تشکیل اسید آبسیزیک در برگ‌ها و غنچه‌های گل اولیه و اختلال در رشد و فیزیولوژی بساک و دانه‌های گرده انجام پذیرد.

همبستگی بین صفات

ضرایب همبستگی بین صفات اندزه گیری شده نشان داد که شاخص سطح برگ با ارتفاع بوته، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری داشت، اما با شاخص برداشت همبستگی نداشت (جدول ۵). صفات ارتفاع بوته، صفت تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه با تمام صفات مورد مطالعه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند، اما صفت تعداد دانه در متر مربع با شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری نداشت. از بین اجزای عملکرد، تعداد دانه در متر مربع بیشترین همبستگی معنی‌دار (۰/۷۱) با عملکرد دانه را داشت. همچنین صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری با هم داشتند. در بین صفات اندازه‌گیری شده، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بیشترین همبستگی با عملکرد دانه را نشان دادند. با افزایش عملکرد بیولوژیک و با دریافت تشعشع بیشتر، مواد فتوسنتزی بیشتری نیز در گیاه فراهم شده و به سمت مقصد هدایت می‌شود که افزایش شاخص برداشت را نیز توجیه می‌نماید. در بیشتر پژوهش‌هایی که روی مبانی فیزیولوژیک افزایش عملکرد دانه صورت گرفته، ارتباط بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مثبت بوده، اما بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یا ارتباطی وجود نداشته یا این ارتباط ضعیف بوده است (Morgounova *et al*., 2010)، اما بین شاخص سطح برداشت و تعداد سنبله در متر مربع و شاخص سطح برگ همبستگی غیرمعنی‌داری وجود داشت. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که صفات شاخص برداشت، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع و تعداد دانه متر مربع با عملکرد دانه همبستگی داشتند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (اسداله زاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ Jafarnezhad *et al*., 2013).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

جدول۵: ضرایب همبستگی برای کلیه صفات اندازه‌گیری شده درگندم

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
۱) شاخص سطح برگ	۱								
۲) ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۰/۴۸**	۱							
۳) تعداد سنبله در متر مربع	۰/۴۳**	۰/۴۱**	۱						
۴) تعداد دانه در متر مربع	۰/۵۵**	۰/۶۰**	۰/۸۰**	۱					
۵) تعداد دانه در سنبله	۰/۴۷**	۰/۵۷**	۰/۳۷**	۰/۷۷**	۱				
۶) وزن هزار دانه (گرم)	۰/۴۳**	۰/۴۴**	۰/۳۸**	۰/۴۷**	۰/۳۷**	۱			
۷) عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	۰/۵۳**	۰/۵۶**	۰/۵۳**	۰/۷۱**	۰/۶۰**	۰/۵۴**	۱		
۸) عملکرد بیولوژیک (کیلو گرم در هکتار)	۰/۶۷**	۰/۵۱**	۰/۶۱**	۰/۷۲**	۰/۵۳**	۰/۵۰**	۰/۸۲**	۱	
۹) شاخص برداشت (درصد)	ns۰/۰۱	۰/۴۰**	ns۰/۱۳	۰/۳۱**	۰/۴۲**	۰/۳۴**	۰/۵۵**	ns۰/۰۹	۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد؛ ns: غیرمعنی‌دار.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که عملکرد دانه گندم تحت تأثیر تنش گرما به‌دلیل کم شدن تعداد و وزن دانه ناشی از کاهش صفاتی همچون شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک با کاهش همراه می‌باشد. با این حال، کاربرد نیتروژن (به‌دلیل افزایش تعداد دانه) و روی (به‌دلیل افزایش وزن دانه) با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط تنش گرمای انتهای فصل، مصرف عنصر روی ضمن تعدیل اثر تنش گرما، باعث بهبود عملکرد دانه گندم می‌شود.

منابع

آلووی، بی. ۱۳۸۵. نقش روی در تغذیه گیاهی و حاصخیزی خاک. مترجم: احمدی بای بوردی. انتشارات پریور، ۱۸۰ صفحه.

احمدی، ک.، قلی زاده، ح.، عبادزاده، ح.ر.، حسین پور، ر.، عبدشاه، ه.، کاظمیان، آ.، و رفیعی، م. ۱۳۹۶. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اسداله‌زاده، ر.، حاتمی، ع. و نادری، ا. ۱۳۹۸. اثر تنش گرما و محدودیت آب برعملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۳): ۱۳۸-۱۱۹.

اسکندری، ح. و کاظمی، ک. ۱۳۹۵ . واکنش عملکرد دانه وفعالیت منبع ارقام گندم (*Triticum aestivum* L.) به تنش کمبود آب اعمال شده بعد از گرده افشانی. مجله تنش‌محیطی در علوم زراعی. ۹(۳): ۳۰۶-۳۰۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

اورکی، ا.، سیاهپوش، م. ر.، راهنما، ا. و لک‌زاده، ا.۱۳۹۵. تأثیر تنش گرمای انتهای فصل بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفو-فنولوژیک ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.). مجله گیاهان زراعی ایران. ۴۷ (۱): ۴۹-۲۹.

زند، ب.، سروش زاده، ع.، قنات، ف. و مرادی، ف. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی عنصر روی و تنظیم کننده رشد اکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه‌ای در شرایط کمبود آب. مجله به‌زراعی نهال و بذر. ۲۵(۴): ۴۴۸-۴۳۱.

سازمان جهاد کشاورزی. ۱۳۸۶. نشریه ترویجی کاشت، داشت و برداشت گندم در خوزستان. انتشارت سازمان جهاد کشاورزی خوزستان. اهواز، ۲۹ صفحه.

سوقی، ح.ا.، جلودار، ن.ب.، رنجبر، غ.ع.، و پهلوانی، م.ه. ۱۳۹۵. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش گرما در ژنوتیپ‌های گندم نان. مجله علمی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۸ (۲۳): ۶۳-۴۹.

سیاحی، س.س. و کمایی، ف. ۱۳۹۶. ارزیابی ۱۳ رقم گندم نان در تحمل به تنش گرمای آخر فصل بر اساس محاسبه STI مزرعه. مجله پژوهشی زراعت و اصلاح نباتات. ۱۳ (۳): ۴۹-۳۹.

عباسی، ن.، چراغی، ج و حاجی نیا، س. ۱۳۹۸. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزی مغذی آهن و روی به صورت نانو و شیمیایی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه دو رقم گندم نان. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد واحد اسلامی اهواز. ۱۱(۴۳): ۱۰۴-۸۵.

عدالت، م.، کامگار حقیقی، ح.، امام، ع.، رونقی ، ی.ع.، و آساد، م. ۱۳۸۵. برهم‌کنش دو تناوب زراعی و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و اجزای آن در دو رقم گندم، نان در شرایط دیم شیراز. مجله علوم زراعی ایران. (۸): ۱۲۰-۱۰۶.

عساکره نژاد، س. و لک، ش. ۱۳۹۵. ارزیابی اثر تاریخ کاشت بر مولفه‌های تولید رقم‌های گندم در شرایط اقلیم گرم وخشک. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۷ (۴): ۵۶۴-۵۵۱.

قاطعی، ع. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر هورمون سیتوکنین و کود نیتروژن بر واکنش گندم به تنش گرمای آخر فصل در شرایط آب و هوایی اهواز. رساله دکتری. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. اهواز. ۱۷۶ صفحه.

قاطعی، ع.، بخشنده، ع.ا.، ابدالی مشهدی، ع.ع.، سیادت، ا.، عالمی سعید، خ. و قرینه، م.ح. ۱۳۹۵. اثر مصرف کود نیتروژن و محلول پاشی سیتوکنین بر عملکرد دانه و صفات فیزیولوژیک گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم چمران در تنش گرمای انتهای فصل. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸ (۴): ۲۸۷-۲۷۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

قلعه نوئی،م.غ.، مصاف پوریان، ر. و درستکار، م. ۱۳۹۳. تأثیر روی و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم در شرایط آبیاری معمولی و کم آبیاری. مجله اکو فیزیولوژی گیاهی. ۶ (۱۸): ۶۸-۵۵.

لطفی جلال‌آبادی، ا. ۱۳۹۲. اثر تنش گرمای پایان دوره و مدیریت بهینه سیستم های کودی شیمیایی، ارگانیک و بیولوژیک بر صفات اگرواکولوژیک ارقام گندم. رساله دکتری. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین. ۲۱۴ صفحه.

مدحج، ع. وفتحی، ق. ا. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گندم. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی شوشتر. ۳۱۷ صفحه.

مشتطی، ع. و موسوی، س.ه. ۱۳۹۸. اثر مصرف سولفات روی بر عملکرد دانه گندم نان (*Triticum aestivum* L.) رقم چمران در شرایط تنش گرمای انتهای در اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۲۱(۳): ۲۶۷-۲۵۴.

مشتطی، ع.، سیادت، ع.ا.، عالمی سعید، خ.، بخشنده ع.ا. و جلال کمالی، م.ر. ۱۳۸۹. ازریابی تحمل ارقام گندم نان بهاره به تنش گرمای انتهای فصل در شرایط اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۱۲ (۲): ۹۹-۸۵.

Ahmadi, A. and Baker, D.A. 2001. The effect of water stress on the activities of key regulatory enzymes of the sucrose to starch. Pathway in wheat Plant Growth Regululation. 35: 81-91.

Badaruddin, M., Reynolds, M.P. and Ageeb, O.A.A. 1999. Wheat management in warm environments: effect of organic and inorganic fertilizers, irrigation frequency and mulching. Agronomy Journal. 91: 975-983.

Bilal khan, M., Lone, M.I. and Ullah, R. 2012. Effect of Phosphate Fertilizers on Chemical Composition and Total Phosphorus Uptake by Wheat (*Triticum aestiviun L.*). Life Science Journal. 3: 1245-1249.

Devlin, R.M., and Withan, F.H. 1938. Plant physiology.4th Ed. Wadworth Publishing Company. Adivision of wads worth. Inc. Belmont California.

Dhyani, K., Ansari, M. V., Roa, Y., Verma, R. S., Shukla, A. and Tuteja, N. 2013. Comparative physiological response of wheat genotypes under terminal heat stress. Plant Signaling and Behavior. 8:1-6.

Farroq, M., Bramley, H., Palta, J.A. and Siddique, K.H.M. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain filling phases. Critcal Reviews in Plant Sciences. 30: 491-507.

Geleto, T. D.G., Tanner, T., Mamo, F. and Gebeyeh, G. 1995. Response of rain fed bread and durum wheat to source level and timing of nitrogen fertilizer on two Ethiopian vetisoles. I. Yeild components. Communications in Soil Science and plant Analysis. 26: 1773-1794.

Graham, F.W. 2004. Effects of zinc nutrition and high temperature on the growth, yield and grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). Ph. D. thesis. School of Agriculture and Wine. Australia.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

Gyarmati, G. 2017. On what factors the wheat production and price depends. Management, Enterprise and Benchmarking in the 21st Century IV: 78-96.

Hatfield, J.L., Boote, K.J., Kimball, B.A., Ziska, L.H., Izaurraldf, R.C., Thomson, A.M. and Wolfe, D. 2011. Climate impacts on agiculture, implications for crop production. Agronomy Journal. 2: 351-370.

Khan, M. A., Fuller, M. P. and Baluch, F. S. 2008. Effect of soil applied zinc sulphate on wheat (*Triticum aestivum L.*) grown on a calcareous soil in Pakistan. Cereal Research Communication. 36: 571–582.

Khan, N. A., Khan, S., Naz, N., Shah, M., Ahmad, S., Sher, H. and Khan, A. 2017. Effect of heat stress on growth, physiological and biochemical activities of wheat (*Triticum aestivum L.*). International Journal of Biosciences. 11(4): 173-183.

Kutlu, I., and Olgun, M. 2015. Determination of genetic parameters for yield components in bread wheat. International Journal of Biosciences. 6 (12): 61–70.

Kadar, R., Muntean, L., Racz, I., Ona, AD., Ceclan, A. and Hiriscau, D. 2019. The effect of genotype, climatic conditions and nitrogen fertilization on yield and grain protein content of spring wheat (*Triticum aestivum L.*). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 7 (2): 515–521.

Jafarnezhad, A., Aghaie, H. and Najafian, G. 2013. Effective traits on grain yield of wheat genotypes under optimal irrigation and drought stress during reproductive phase. Journal Applied Crop Breed. 1: 11-22.

Joshi, M. A., Faridullah, S. and Kumar, A. 2016. Effect of heat stress on crop phenology, yield and seed quality attributes of wheat (*Triticum aestivum L.*). Jounal Agromet. 18: 206-215.

Joudi, M., Ahmadi, A., Mohammadi, V., Abbasi, A. and Mohammadi, H. 2014. Genetic changes in agronomic and phenologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. Euphytica. 196: 237-249.

Ma, D., Sun D., Wang, C., Ding, H., Qin, H., Hou J., Huang, X., Xie, Y., and Guo, T. 2017. Physiological responses and yield of wheat plants in zinc-mediated alleviation of drought stress. Frontiers in Plant Science. 8: 1–12.

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. Field Crops Resrech. 117: 101-112.

Mosavifeyzabdi, S.H., Vazln, F. and Hassanzade hdelouei, M. 2013. Effects of nitrogen and zinc spray on yield of corn (*Zea mays L.*) in drought stress. Cercetari Agronomic in Moldova. 3: 29-38.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

Nazarli, H. and Zardashti, M.R. 2010. The effect of drought stress and superabsorbent polymer (A-200) on agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus L.*) under field condition. Cercetari Agronomic in mddova. 3:(143) 5-14.

Nezami, M.T. and Vafaei, G. 2012. Effects of zinc and nitrogen application on agronomic traits and qualitative characteristic of sunflower in saline condition. African Journal of Biotechnology. 11: (36) 8848-8858.

Niamatullah, M., Khan, M., Khan, M.Q., Sadiq, M., Zaman, K.U., Hayat, C.S. and Rehman, S. 2011. Impact of NPK applications on the number of procluctive tillers and cost benefit analysis of wheat in hill-torrent irrigated area of D.I. Khan Division, Khyber Pakhtunkhwa. Journal Anim Plant Science. 21(2): 211-214.

Pireivatlou, A.S., Dehdar Masjedlou, B. and Ramiz, T.A. 2010. Evaluation of yield potential land stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. Africian Journal of Agricultural Research. 5: 2829-2836.

Saini, H.S. and Aspinall, D. 1982. Abnormal sporogensis in wheat induced by short period of high temperature. Annals of Botany. 49: 835-846.

Tabatabaeian, J. 2011. Effect of Zinc Sulfate spraying and water stress on grain yield of wheat cultivare. Research in Crop Science. 11: 25- 38.

Zorb, C., Grover, C., Steinfurth, D. and Mnhling, K.H. 2010. Quantitative proteome analysis of wheat gluten as influenced by N and S. Nutrition and Soil. 372: (1/2) 225-234.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]

Effect of different nitrogen and zinc levels on grain yield and yield components of wheat *(Triticum aestivum L.)* cv. Chamran under late season heat stress conditions in Ahvaz

S.N. Mosavian[1,2], N. Akbari[3*], H. R .Eisvand[4], A. Ismaili[5] and A. Moshatati[6]

1) PhD student, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
2) Department of Agriculture, University of Payame Noor, Tehran, Iran.
3) Assistant Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
4) Associate Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
5) Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
6) Assistant Professor, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran.

***Corresponding Author: naser.akbari1332@gmail.com**

This article is extracted from Ph.D. thesis.

Received date: 2020.01.21 **Accepted date: 2020.05.27**

Abstract

In order to evaluate the effect of late-season heat stress on grain yield and yield components of wheat under nitrogen and zinc application, a split-split plot experiment based on RCBD in four replications was carried out in an experimental field of Khuzestan agriculture and natural resources university during 2017-18 growing season. Experimental factor was three planting date including 22 November (appropriate planting date), 11 December (late planting date) and 31 December (very late planting date) on the main plot, nitrogen in four levels (0.0, 75, 150 and 225 kg ha^{-1}) in subplots and zinc in three levels (0.0, 10 and 20 kg ha^{-1}) in subplots.The grain yield of wheat was reduced by 40% with heat stress. Grain yield of wheat was affected more by grain number (reduction of grain number per unit area and grain weight was 38% and 20%, respectively). Nitrogen diminished the effect of heat stress on grain yield of wheat through increasing the grain numberbecause the increase if nitrogen application resulted in a 3.27% reduction of grain weight. Zinc application reduced the effect of heat stress on grain yield through an increase of about 24% by weight of grain. Since the effect of late-season heat stress on the reduction of grain yield of wheat (39% reduction) was more than biological yield (31%), harvest index of wheat was reduced 18% by heat stress. In general, the application of 150 kg ha^{-1} N and 10 kg ha^{-1} ha Zn can reduce the enative effects of late-season heat stress on grain yield of wheat.

Keywords: Yield components, Harvest index and Leaf area index.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.46.2.4]