فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۳، شماره ۶۳، آذر و دی‌ماه ۱۴۰۳ صفحه: ۳۵۷-۳۷۶
https://doi.org/10.22034/13.63.357

مقاله پژوهشی

اثر تاریخ کاشت، کود زیستی نیتروژن و وجین علف‌های هرز بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط دیم

لادن زاهدی مقدم[۱]، علی خورگامی*[۱] و مسعود رفیعی[۲]

[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران

[۲] بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴)

چکیده

تاریخ کاشت، کود زیستی نیتروژن و کنترل علف‌های هرز می‌توانند سه عامل مؤثر بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گندم در شرایط دیم باشند که در آزمایشی به‌صورت اسپلیت- فاکتوریل با چهار تکرار روی رقم کوهدشت در ایستگاه تحقیقاتی کمالوند خرم‌آباد در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفت. عامل تاریخ کاشت (۱۵ آبان و ۳۰ آذر) در کرت‌های اصلی و عامل کود زیستی (شاهد، اوره، زیستی نیتروژن‌دار و تلفیقی) و عامل علف‌هرز (وجین و تداخل) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که مقدار فسفر و پتاسیم اندام هوایی و پتاسیم دانه در تاریخ کاشت اول به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاریخ کاشت دوم بود، اما مقدار پرولین و نشاسته دانه در تاریخ کاشت دوم فزونی یافت. در میان سطوح کودی، بیشترین مقدار پراکسیداز و نشاسته دانه از عدم کاربرد کود و بیشترین مقدار نیتروژن دانه از کاربرد کود تلفیقی مشاهده شد. مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز، فسفر دانه و نشاسته دانه در تیمار تداخل به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار وجین بود، اما بالعکس، مقدار روی اندام هوایی، روی دانه و پروتئین دانه در تیمار وجین بیشتر از تیمار تداخل بود. بیشترین مقدار پروتئین دانه از تاریخ کاشت اول با کاربرد کود تلفیقی و شیمیایی (به‌ترتیب ۱۲/۸۴ و ۱۲/۷۳ درصد) و کمترین آن از تاریخ کاشت دوم و عدم کاربرد کود و کاربرد کود شیمیایی (۱۰/۸۳ و ۱۰/۸۵ درصد) مشاهده شد. بیشترین مقدار کلروفیل‌های *a*، *b* و کل (به‌ترتیب ۵/۵۱، ۴/۴۸ و ۱۰/۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و فسفر اندام هوایی (۰/۴۹ درصد) از کاربرد کود تلفیقی و وجین، بیشترین مقدار پرولین و پتاسیم اندام هوایی از عدم کاربرد کود و وجین (به‌ترتیب ۸/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۲/۹۶ درصد) و بیشترین مقدار پتاسیم دانه از کاربرد کود تلفیقی و تداخل (۰/۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد. در تاریخ کاشت اول بیشترین نیتروژن اندام هوایی از کاربرد کود تلفیقی و وجین (۲/۳۲ درصد) و بیشترین مقدار آهن دانه از کاربرد خالص یا تلفیقی کود زیستی و وجین (۷۲/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد؛ اما در تاریخ کاشت دوم بیشترین نیتروژن اندام هوایی از کاربرد کود تلفیقی و وجین (۲/۹۱ درصد) و بیشترین مقدار آهن دانه از کاربرد کود زیستی و وجین یا تداخل (۶۳/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد.

کلمات کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، آنتی‌اکسیدان، تنظیم اسمزی، عملکرد دانه، غنی‌سازی دانه

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: ali_khorgamy@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

مقدمه

از آنجا که کاربرد کودهای شیمیایی اثرات مخرب بر محیط زیست به‌ویژه آب و خاک دارد، لذا امروزه برای رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار و حذف اثرات مخرب بر محیط زیست کودهای شیمیایی، توجه ویژه‌ای به کاربرد کودهای آلی و زیستی شده است (Musyoka, 2017). نتایج پژوهشی نشان داد که کاربرد کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی نقش بیشتری در بهبود ویژگی‌های رویشی، بیوشیمیایی و عملکرد روکولا (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* Mill.) داشته و بیشترین عملکرد اقتصادی برگ با کاربرد کمپوست به‌دست آمد (Kawa *et al.*, 2020).

تنش خشکی موجب ایجاد رادیکال‌های فعال اکسیژن در اثر تنش اکسیدیتیو می‌شود که این رادیکال‌ها بر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی اثر گذاشته و همچنین موجب پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی می‌شوند (امینی و حداد، ۱۳۹۲). تنش خشکی می‌تواند باعث پژمردگی گیاه (Schulze *et al.*, 2002)، کاهش کلروفیل (Alonso *et al.*, 2002) و تنش‌های اکسیداتیو (طباطبایی، ۱۳۹۳) در گیاه شود. با کاهش رطوبت خاک، مقدار پرولین برگ‌ها افزایش می‌یابد و نقش کلیدی در تنظیم اسمزی بازی می‌نماید (گلدانی، ۱۳۹۱؛ Cha-um and Kirdmanee, 2009). در گندم، قطع آبیاری قبل از گلدهی و قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه‌ها نسبت به آبیاری کامل سبب افزایش به‌ترتیب ۴۱/۸۳ درصد و ۲۳/۰۵ درصد محتوای پرولین و به ترتیب ۳۳/۸۱ درصد و ۴۶/۰۳ درصد فعالیت آنزیم آسکوربات اکسیداز برای مقابله گیاه با شرایط نامساعد شد (صالحی و همکاران، ۱۴۰۲).

یکی از راهکارهای افزایش تحمل گیاهان به شرایط تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی، بهبود روند دریافت عناصر غذایی توسط گیاهان است (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۲). در اثر کاهش رطوبت خاک ناشی از تنش خشکی، قابلیت دسترسی و جذب عناصر غذایی برای گیاهان محدود می‌شود که این موضوع کاهش عملکرد از طریق کاهش فتوسنتز و تولید مواد پرورده را به دنبال خواهد داشت (Dalal and Tripathy, 2018). اخیراً گزارش شده است که بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه می‌تواند به‌عنوان یکی از راه‌کارهای اصلی برای کاهش اثرات منفی تنش خشکی در مناطق خشک و نیمه خشک، مطرح باشد (Yang *et al.*, 2021). از طرف دیگر تغذیه گیاهی از طریق تعدیل پاسخ‌های بیوشیمیایی و متابولیکی باعث افزایش و بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان می‌شود (Deng *et al.*, 2019).

کاربرد ورمی‌کمپوست و کود گاوی در جلوگیری از کاهش نسبت کلروفیل a/b در شرایط کم آبیاری شدید در مقایسه با کود اوره مؤثرتر گزارش شده است (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۲). Mirjalili و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی و معدنی طریق بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز باعث بهبود تحمل گیاهان به کم آبی می‌شود. در شرایط تنش خشکی این آنزیم با پاک‌کردن گونه‌های فعال اکسیژن، موجب کاهش اثرات منفی پراکسیداسیون ساختار سلولی به‌ویژه غشاء سلولی می‌شود (Boutasknit *et al.*, 2020). پذیره و همکاران (۱۴۰۲) دریافتند که در شرایط تنش، غلظت عناصر با عملکرد دانه گندم دارای همبستگی منفی بود، اما این درحالی بود که با آبیاری نرمال تنها عناصر میکرو همبستگی منفی نشان دادند و پاسخ متفاوتی میان ژنوتیپ‌های گندم از نظر غلظت عناصر در دو محیط تنش و نرمال مشاهده شد.

تاریخ کاشت یک عامل مهم مدیریتی در تولید هر محصول است، زیرا همراه با تغییر در تاریخ کاشت، پارامترهای هواشناسی نیز تغییر می‌کنند. دما، نور خورشید و سایر عوامل هواشناسی به شکل منفرد یا همراه با هم رشد و تولید گیاه را متأثر می‌سازند. زمان کشت مراحل فنولوژیکی گیاه و کل تولید بیوماس را کنترل می‌کند و در کارایی تبدیل بیوماس به عملکرد مؤثر است (Khichar and Niwas, 2006). عبدالهی (۱۳۹۴) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت (قبل از بارندگی مؤثر و بعد از بارندگی مؤثر) و تراکم‌های بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد چهار ژنوتیپ گندم نان در شرایط دیم منطقه سرارود کرمانشاه دریافت در سال با تنش خشکی شدیدتر، اثر تاریخ

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

کاشت و تراکم و اثر مقابل آنها با ژنوتیپ بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد گندم قابل ملاحظه بود و در کل رقم ریژاو در تاریخ کاشت قبل از بارندگی مؤثر با میزان بذر ۲۵۰-۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در کرمانشاه توصیه شد.

قنبری و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی اثر تاریخ‌های کاشت (۱۰ و ۲۰ مهر، ۱ و ۱۰ آبان) بر عملکرد و اجزای عملکرد و برخی خصوصیات زراعی چهار رقم گندم دیم (آذر ۲، سبلان، سرداری و زاگرس) در اردبیل مشاهده نمودند که تاریخ کاشت، اثر معنی‌داری بر صفات زراعی و فیزیولوژیک گندم داشت و تاریخ کاشت اول (۱۰ مهر) بالاترین عملکرد و تاریخ کاشت چهارم (۱۰ آبان) پایین‌ترین عملکرد را داشتند. جرعه‌نوش و همکاران (۱۳۹۸) با ارزیابی مدل آکواکراپ در شبیه‌سازی عملکرد گندم و تعیین تاریخ کشت در استان فارس مشاهده نمودند که حداکثر تأخیر در تاریخ کشت در داراب ۱۵ آذرماه و در زرقان ۱۵ آبان ماه است. بحرانی و ممبینی (۱۴۰۲) دریافتند که در تاریخ کاشت مناسب بیشترین جذب نیتروژن از خاک، انتقال مجدد نیتروژن و کارایی انتقال مجدد نیتروژن در کل اندام رویشی در ارقام برنج بدست آمد و میان ارقام تفاوت معنی‌دار وجود داشت.

خسارت علف‌های هرز و عدم مدیریت صحیح پیشگیری و کنترل آنها، یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در کاهش کمیت و کیفیت محصول گندم در کشور است (یونس‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۷). روش‌های مبتنی بر تقویت توانایی رقابت گیاه زراعی با نقش مستقیم گیاه زراعی به‌عنوان پایدارترین روش‌های مدیریت علف‌های هرز مطرح هستند (Van der Meulen and Chauhan, 2016; Sardana *et al.*, 2017). از طرفی، پویایی رقابت گندم می‌تواند نقش مهمی در سرکوب این علف هرز در مزارع گندم داشته باشد (Sarani *et al.*, 2017).

به گزارش نکاحی و همکاران (۱۳۹۳) از میان پارامترهای مختلف مؤثر بر تراکم علف‌های هرز در گندم، تراکم بوته، تراکم سنبله، تجربه کشاورز، نوع رقم و استفاده از علف‌کش تاپیک و گرانستار تأثیر معنی‌داری بر جمعیت علف‌های هرز داشتند و علف‌های هرز در گندم، کاهش عملکردی معادل ۱۶۳ کیلوگرم در هکتار را موجب شدند. در آزمایشی اثر رقم، تراکم و اثر بر همکنش رقم و تراکم خردل وحشی بر رشد و عملکرد گندم معنی‌دار بود و عملکرد دانه گندم بیشتر از عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر رقابت قرار گرفت (رضوانی و همکاران، ۱۳۹۲). به گزارش مین‌باشی معینی و همکاران (۱۳۹۴) عمده نقاط ضعف عملیات مدیریت علف‌های هرز مزارع گندم به موضوعات عدم توجه به خسارت علف‌های هرز و مبارزه دیر هنگام، عدم آشنایی با شیوه‌های صحیح سم‌پاشی، عدم دسترسی به دستورالعمل‌های لازم و رعایت نکردن الگوی کشت مناسب مربوط می‌شود.

به‌گزارش سلیمانی‌فرد و ناصری (۱۳۹۹) همبستگی ساده بین صفت عملکرد دانه با صفات عملکرد بیوماس، شاخص برداشت تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، میزان محتوی نسبی آب برگ، میزان پرولین و کلروفیل کل مثبت و معنی‌دار بود و بین مجموع کلروفیل a و b با عملکرد دانه، عملکرد بیوماس و محتوی نسبی آب برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد و میزان پرولین، اولین صفتی بود که وارد معادله رگرسیونی شد. در آزمایش محمدی (۱۳۹۳) روی گندم نان تحت شرایط تنش‌رطوبتی آخر فصل، تجزیه به عامل‌ها نشان داد سه عامل در شرایط بدون تنش رطوبتی ۷۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند که به‌ترتیب عامل اجزای عملکرد دانه، ویژگی‌های دانه و فنولوژی گیاه نام‌گذاری شدند. در شرایط تنش‌رطوبتی دو عامل توانستند ۸۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمایند. روستایی و همکاران (۱۳۷۹) در آزمایشی که روی ۶۵۰ لاین بومی‌گندم نان در شرایط تنش خشکی انجام دادند، گزارش کردند که در تجزیه به عامل‌ها پنج عامل وارد شده و در مجموع ۶۵/۵ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. Habibullah Khan همکاران (۲۰۱۰) در تجزیه عاملی یازده صفت در گندم چهار عامل را شناسایی کردند که این عامل‌ها ۵۵/۲۹ درصد از واریانس کل متغیرها در بر گرفتند.

این پژوهش با هدف بررسی احتمال اثر هم‌افزایی تاریخ

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

کاشت مناسب، کود زیستی نیتروژن و وجین علف‌های هرز بر جذب عناصر و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی گندم در شرایط دیم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی به‌صورت اسپلیت- فاکتوریل با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی کمالوند خرم‌آباد طی دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ در شرایط دیم اجرا شد. عامل تاریخ کاشت (۱۵ و ۳۰ آبان) در کرت‌های اصلی و عامل کود زیستی (شاهد، اوره، زیستی نیتروژن‌دار و تلفیقی) و عامل علف‌هرز (وجین و تداخل) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

مشخصات هواشناسی محل آزمایش بر اساس آمار ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد در شکل ۱ ارائه شده است. بر اساس آمار بلند مدت متوسط حداقل، حداکثر و متوسط حرارت به ترتیب ۹/۲، ۲۵/۲ و ۱۷/۲ درجه سانتی‌گراد دارای اقلیم معتدل سرد با تابستان خشک طبق طبقه‌بندی دومارتن با متوسط بارش سالیانه ۵۲۵ میلی‌متر و میانگین رطوبت نسبی ۴۶/۷ درصد است. میزان بارندگی در سال‌های زراعی ۶-۱۳۹۵ و ۷-۱۳۹۶ به‌ترتیب ۴۵۶ و ۴۷۳ میلی‌متر بود. کمترین میزان بارندگی ماهانه طی دو سال زراعی در طول فصل رشد در آبان و خرداد رخ داد ولی بیشترین آن در سال زراعی ۶-۱۳۹۵ در دی و بهمن و در سال زراعی ۷-۱۳۹۶ در اردیبهشت رخ داد. کمینه مطلق درجه حرارت در طول فصل رشد به‌ترتیب ۱۶/۲- و ۶/۶- درجه سانتی‌گراد بود که در بهمن به‌وقوع پیوست.

مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک در آزمایش به‌ترتیب در جدول ۱ آمده است.

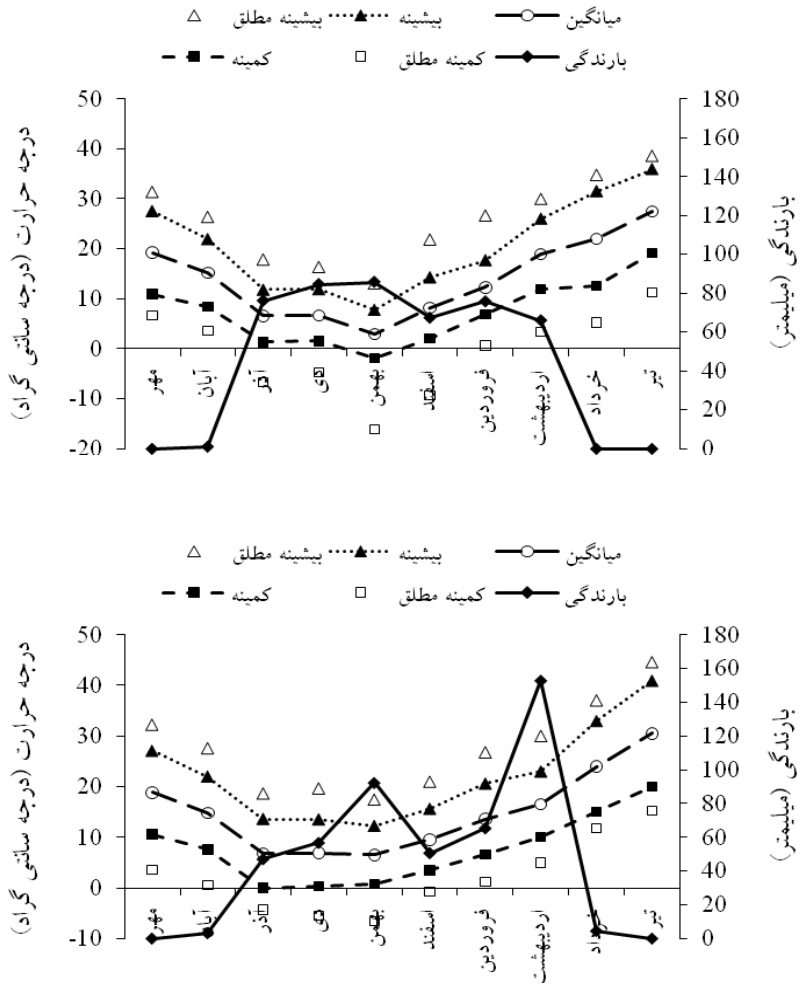
کاشت بذر گندم رقم کوهدشت به‌ترتیب در ۱۵ و ۳۰ آبان ماه سال انجام گرفت. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) هر سال مقدار ۵۰ کیلوگرم کود اوره به همراه ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به‌صورت یکنواخت پاشیده شد و به وسیله دیسک سبک مخلوط گردید. کودها پس از پخش در مزرعه توسط دیسک با خاک مخلوط شد. پس از آماده‌شدن بستر بر اساس نقشه طرح، کاشت بذور انجام شد. هر کرت در بر گیرنده ۵ خط کاشت ۵ متری با فاصله خطوط ۱۷ سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌های اصلی دو متر، کرت‌های فرعی یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. کلیه عملیات زراعی مطابق معمول منطقه و بر اساس توصیه‌های تحقیقاتی انجام پذیرفت. بقیه کود نیتروژنه در مرحله ساقه رفتن به‌مقدار ۵۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک در اسفند ماه هر سال در مرحله رشد سریع مصرف شد. وجین علف‌های هرز در تیمار وجین در مرحله انتهای پنجه‌زنی و ابتدای ساقه‌دهی انجام شد.

در مرحله گلدهی نمونه‌هایی از برگ‌های پرچم از هر کرت جهت انجام تجزیه‌های بیوشیمیایی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل و سنجش کلروفیل (Arnon, 1967)، مقدار عناصر ضروری نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی با استفاده از روش جذب اتمی (Ryan *et al.*, 2007) و فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از روش اسپکتروفتومتری (Mae-Adam and Nelson, 1992) و پرولین (Bates *et al.*, 1973) صورت گرفت. در زمان برداشت عملکرد دانه سه ردیف وسط هر کرت آزمایشی با رعایت یک‌چهارم متر حاشیه از طرفین اندازه‌گیری و بر اساس ۱۲ درصد رطوبت محاسبه شد. همچنین، نمونه‌هایی از دانه هر کرت جهت انجام تجزیه‌های بیوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل و مقدار عناصر ضروری نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی و مقدار کربوهیدرات‌ها (Kochert, 1978) و پروتئین (Kjeldal, 1998) در دانه اندازه‌گیری شد.

به‌منظور یافتن ترکیباتی از ۱۸ متغیر تعریف‌شده که بتوان آنها را به‌صورت شاخص‌های مستقل بیان نمود از تحلیل چند متغیره و تجزیه واریانس به عامل‌ها با استفاده از مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. در این بررسی مراحل تجزیه با منظور نمودن تعدادی از مؤلفه‌های اصلی به‌عنوان عامل‌های مورد مطالعه در متغیرهای اولیه انجام شد. در این روش عامل‌ها طوری مرتب می‌شوند که اولین عامل بیشترین و آخرین عامل کمترین مقدار تغییرات (واریانس) را داشته باشد و هدف آن

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]



شکل ۱- آمار هواشناسی سال‌های زراعی ۹۵-۱۳۹۴ (بالا) و ۹۶-۱۳۹۵ (پایین) (منبع: ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد)

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک محل آزمایش

سال زراعی	بافت خاک	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی
		(درصد)		(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
۱۳۹۵-۹۶	رسی سیلتی	۰/۹۸	۰/۱۲	۳۵۵	۶/۹	۴/۲۴	۱/۴۶
۱۳۹۶-۹۷	رسی	۰/۹۵	۰/۱۲	۲۰۵	۳/۸	۳/۶۴	۱/۰۲

است که واریانس بسیاری از عامل‌ها که اندک و قابل صرف نظر کردن هستند، حذف گردند. در این حالت، تغییرات در مجموعه داده ها به‌میزان کافی به‌وسیله تعداد کمی از عامل‌ها با برخورداری از واریانس‌های قابل توجه توضیح داده می‌شود. سپس عامل‌های حاصله با یک نوع فرایند ویژه تبدیل به نام چرخش عامل به‌روش واریمکس تغییر داده شد تا تفسیر آنها ساده‌تر شود. کارایی این روش زمانی بالا می‌رود که تغییرات در تعداد زیاد متغیر اولیه به‌وسیله تعداد کمی عامل بیان شود؛ و تعداد عامل در صورتی کاهش می‌یابد که متغیرهای اولیه همبستگی بالایی داشته باشند، که در رابطه با موضوع مورد بحث این حالت وجود داشت. ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۵ صرف‌نظر از علامت مربوطه، به‌عنوان ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شدند (مجیدی‌مهر و خوش‌چهره، ۱۳۹۶). تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]
[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 صورت گرفت.

نتایج و بحث

رنگیزه‌های فتوسنتزی: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که کلروفیل‌های *a*، *b* و کل به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کود زیستی، وجین و اثر متقابل کود زیستی در وجین قرار گرفت، اما نسبت کلروفیل *a/b* به‌طور معنی‌داری تنها تحت تأثیر وجین قرار داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی در وجین نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل‌های *a*، *b* و کل از کاربرد کود تلفیقی و وجین (به‌ترتیب ۵/۵۱، ۴/۴۸ و ۱۰/۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و کمترین آن از عدم کاربرد کود و تداخل (به‌ترتیب ۰/۰۳، ۲/۰۷ و ۵/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مشاهده شد (شکل ۲). نسبت کلروفیل *a/b* در تیمار تداخل (۱/۴۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار وجین (۱/۲۷۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) بود (جدول ۴).

تنش خشکی می‌تواند باعث پژمردگی گیاه (Schulze *et al.*, 2002)، کاهش کلروفیل (Alonso *et al.*, 2002) و تنش‌های اکسیداتیو (طباطبایی، ۱۳۹۳) در گیاه شود. افزایش نسبت کلروفیل *a/b* با تحمل گیاه به شرایط تنش خشکی همبستگی مثبت دارد (Pirnajmedin *et al.*, 2015) و این نسبت از عوامل مؤثر در کارایی فتوسنتز هنگام وقوع تنش‌های محیطی بوده و در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید مواد پرورده گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به‌طوریکه افزایش نسبت کلروفیل *a/b* باعث کاهش اندازه کمپلکس برداشت نور در فتوسیستم II شده و منجر به ایجاد توازن جریان الکترون در فتوسیستم II و تهییج فتوسیستم I توسط انرژی نور خورشید می‌گردد (Guo *et al.*, 2016). در آزمایشی مشاهده شد که تنش خشکی شدید و خیلی شدید سبب کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیک، محتوای رطوبت نسبی، کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها در گیاه دارویی مریم نخودی گردید، در حالی‌که بیشترین مقدار نشت یونی، پرولین، کاتالاز، پلی‌فنل اکسیداز، مالون دی‌آلدهید، فلاونوئید و آنتوسیانین در تیمار خشکی شدید به دست آمد (کمالی و همکاران، ۱۴۰۲).

پرولین و پراکسیداز اندام هوایی: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که پرولین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود زیستی، وجین و اثر متقابل کود زیستی در وجین و مقدار پراکسیداز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کود زیستی و وجین قرار گرفت (جدول ۲).

مقدار پرولین در تاریخ کاشت دوم (۶/۷۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاریخ کاشت اول (۶/۲۷۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) بود (جدول ۴). می‌توان گفت که گیاه گندم در مواجهه با تنش ناشی از کاهش درجه حرارت در کشت تأخیری مقدار پرولین را جهت تنظیم اسمزی و کمک در جذب آب افزایش داده است. مقایسه میانگین سطوح کود نشان داد که بیشترین مقدار پراکسیداز از عدم کاربرد کود (۱۵۴/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و کمترین آن از کاربرد کود تلفیقی (۱۳۹/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مشاهده شد (جدول ۴). همچنین، مقدار پراکسیداز در تیمار تداخل (۱۵۷/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار وجین (۱۳۶/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (جدول ۴). این نتایج نشان می‌دهد که کمبود عناصر غذایی در شرایط عدم مصرف کود و رقابت علف‌های هرز بر سر منابع (آب، فضا، عناصر ضروری، و غیره) در تیمار تداخل موجب بروز تنش در گندم گردیده (یونس آبادی و همکاران، ۱۳۹۷) و در نتیجه افزایش فعالیت پراکسیداز در گیاه را به‌دنبال داشته است (Deng *et al.*, 2019). Mirjalili و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی و معدنی از طریق افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز جهت بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی باعث بهبود تحمل گیاهان به کم آبی می‌شود.

مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی در وجین نیز نشان داد که بیشترین مقدار پرولین از عدم کاربرد کود و وجین (۸/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) و کمترین آن از کاربرد کود تلفیقی و وجین (۴/۸۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) مشاهده شد (شکل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین و پراکسیداز گندم

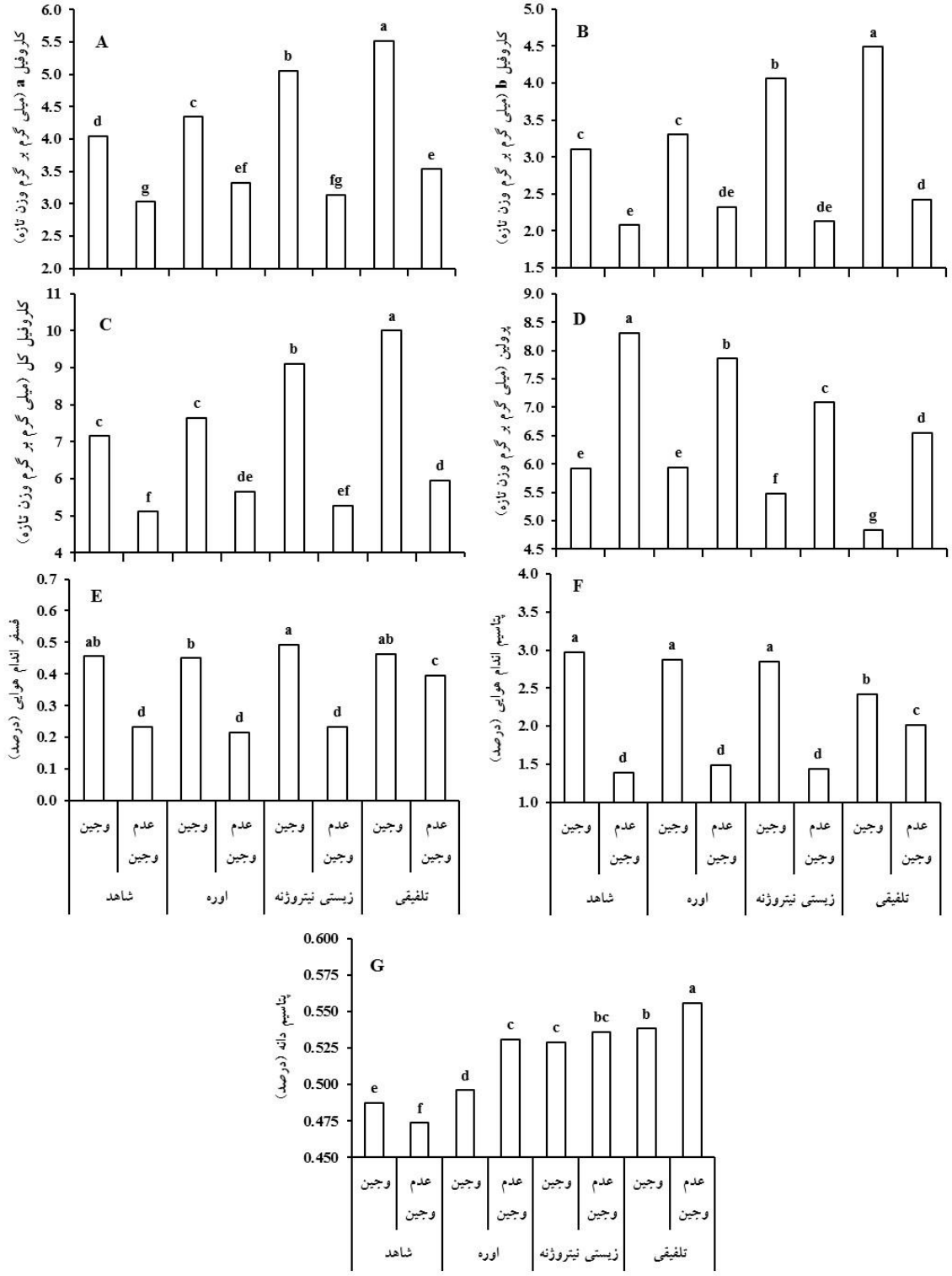
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		کلروفیل *a*	کلروفیل *b*	کلروفیل کل	کلروفیل *a/b*	پرولین	پراکسیداز
سال (A)	۱	۰/۰۷۵۸۳۵	۰/۱۹۹۶۷۲	۰/۵۲۱۶۷۸	۰/۰۱۳۰۹۵	۰/۱۱۰۱۳۴	۱/۹۸۶۲۸
تکرار در سال	۴	۰/۰۸۷۳۴۷	۰/۱۳۱۹۱۵	۰/۲۹۳۰۸۳	۰/۰۴۵۹۰۳	۰/۲۶۲۳۶	۵۷/۳۸۶۷۸
تاریخ کاشت (B)	۱	۳/۲۳۵	۱/۴۶۵	۹/۰۵۶	۰/۰۰۰۷۱۱	۴/۷۱۷*	۲۶۴۵
(B) ×(A)	۱	۰/۱۲۳۱۶۵	۰/۰۱۸۱۱۱	۰/۲۳۵۷۳۹	۰/۰۰۱۵۱۴	۰/۰۱۵۲۱۱	۲۵/۹۲۵۹۶
خطای ۱	۴	۰/۰۵۷۵۶۹	۰/۰۹۳۰۹۳	۰/۲۸۷۸۹۸	۰/۰۰۶۶۹۶	۰/۰۱۹۲۳۴	۵۳/۳۱۸۰۸
کود زیستی (C)	۳	۴/۱۸۸**	۳/۳۵۵**	۱۵/۰۲**	۰/۰۰۶۶۹۶	۹/۹۱**	۱۰۶۵**
وجین (D)	۱	۵۲/۶۲*	۵۴/۰۲*	۲۱۳/۲*	۱/۰۲۵*	۸۶/۹۱**	۱۰۰۵۲*
(C) ×(A)	۳	۰/۰۵۵۳۱۴	۰/۰۹۲۸۹۲	۰/۲۸۸۳۴۶	۰/۰۱۷۴۸۶	۰/۰۸۵۴۷۱	۳۵/۳۰۱۱۲
(D) ×(A)	۱	۰/۰۸۲۳۶۲	۰/۰۸۳۵۳۷	۰/۳۳۱۷۹۷	۰/۰۰۳۹۶	۰/۰۱۴۰۶۵	۱۰/۸۲۹۹۵
(D) ×(C)	۳	۱/۷۴۴**	۲/۰۰*	۷/۴۷۹**	۰/۰۲۹۶۴۷	۰/۷۱۳**	۴۶/۱۸۵۹۱
(D) ×(C) ×(A)	۳	۰/۰۲۳۶۸۵	۰/۰۷۰۵۴	۰/۱۷۵۷۴۷	۰/۰۱۷۹۷۱	۰/۰۲۰۴۲۳	۷۶/۶۰۳۶۳
(C) ×(B)	۳	۰/۰۷۶۲۳۴	۰/۱۵۷۷۸۵	۰/۴۵۱۷۳۶	۰/۰۱۸۴۹	۰/۰۹۹۱۰۹	۸۳/۴۷۷۳۴
(D) ×(B)	۱	۰/۰۲۵۳۹	۰/۰۲۳۴۷۶	۰/۰۹۷۶۶۵	۰/۰۰۱۹۱۴	۰/۰۵۴۳۲۱	۹۳/۷۴۶۱۹
(D) ×(C) ×(B)	۳	۰/۰۴۳۳۸۵	۰/۱۶۴۳۲۹	۰/۳۷۵۶۰۹	۰/۰۲۴۹۲۷	۰/۰۷۴۱۸۷	۵۳/۹۰۱۵۴
(C) ×(B) ×(A)	۳	۰/۰۰۹۹۰۸	۰/۰۸۳۰۲۳	۰/۱۴۶۹۷۶	۰/۰۱۶۶۰۳	۰/۰۲۲۸۲۹	۲۶/۴۷۹۵۳
(D) ×(B) ×(A)	۱	۰/۰۶۹۲۶۷	۰/۰۰۶۶۴۵	۰/۱۱۸۸۱	۰/۰۰۰۲۰۹	۰/۰۰۲۱۸۵	۶۵/۶۶۳۸
(D) ×(C) ×(B) ×(A)	۳	۰/۰۵۷۹۵۹	۰/۱۲۲۵۳۵	۰/۳۲۲۶۶۹	۰/۰۱۵۳۱۳	۰/۰۱۹۹۱۴	۱۶/۸۵۶۹۶
خطای ۲	۵۶	۰/۰۷۶۸۸۸	۰/۱۴۷۵۵۳	۰/۳۸۴۱۰۶	۰/۰۲۵۲۳۵	۰/۰۶۸۲۷۴	۳۲/۷۵۰۶۷
ضریب تغییرات (٪)		۶/۶۵	۱/۴۲	۸/۵۴	۱۱/۲	۴/۳۱	۳/۸۹

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.**

۲). به‌نظر می‌رسد که گیاه گندم با افزایش مقدار پرولین سعی در تعدیل تنش ناشی از کمبود عناصر غذایی از طریق تنظیم اسمزی برای بهبود جذب آب داشته است (Rao *et al.*, 2016). در گندم، قطع آبیاری قبل از گلدهی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها نسبت به آبیاری کامل سبب افزایش به‌ترتیب ۴۱/۸۳ درصد و ۲۳/۰۵ درصد محتوای پرولین و به ترتیب ۳۳/۸۱ درصد و ۴۶/۰۳ درصد فعالیت آنزیم آسکوربات اکسیداز برای مقابله گیاه با شرایط نامساعد شد (صالحی و همکاران، ۱۴۰۲). کم آبیاری متوسط و شدید باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در مقایسه با شاهد در مقادیر مختلف کود در گیاه روکولا شد که در اغلب موارد این افزایش معنی‌دار بود (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۲).

عناصر ضروری در اندام هوایی و دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تاریخ کاشت، کود زیستی، وجین و اثر متقابل کود زیستی در وجین، تاریخ کاشت در کود زیستی، تاریخ کاشت در وجین و تاریخ کاشت در کود زیستی در وجین بر نیتروژن اندام هوایی؛ اثر تاریخ کاشت، کود زیستی، وجین و اثر متقابل کود زیستی در وجین بر فسفر اندام هوایی؛ اثر تاریخ کاشت و وجین و اثر متقابل کود زیستی بر پتاسیم اندام هوایی؛ اثر تاریخ کاشت و وجین و اثر متقابل تاریخ کاشت در وجین بر آهن اندام هوایی؛ اثر وجین بر مقدار روی اندام هوایی و فسفر و روی دانه؛ اثر تاریخ کاشت، کود

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]
[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی در وجین بر کلروفیل a (A)، کلروفیل b (B)، کلروفیل کل (C)، پرولین (D)، فسفر اندام هوایی (E)، پتاسیم اندام هوایی (F) و پتاسیم دانه (G).

زیستی و وجین و اثر متقابل تاریخ کاشت در وجین بر نیتروژن دانه؛ اثر تاریخ کاشت و کود زیستی و اثر متقابل کود زیستی در وجین بر پتاسیم دانه؛ اثر تاریخ کاشت و کود زیستی و اثر متقابل تاریخ کاشت در کود زیستی در وجین بر آهن دانه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب عناصر ضروری اندام هوایی و دانه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		نیتروژن اندام هوایی	فسفر اندام هوایی	پتاسیم اندام هوایی	آهن اندام هوایی	روی اندام هوایی	نیتروژن دانه
سال (A)	۱	۰/۰۷۶۶۵۹	۴E-۰۵	۰/۰۴۹۲۹۵	۳۲/۲۸۵۹	۴/۵۱۹۶۷۶	۰/۰۸۷۰۰۱
تکرار در سال	۴	۰/۴۳۶۷۴۵	۰/۰۱۱۱۰۱	۰/۰۵۲۵۱۴	۷۸/۰۴۳۷	۱۰/۵۲۲۲۱	۰/۰۲۷۱۲۹
تاریخ کاشت (B)	۱	۱/۱۰۸*	۰/۰۳۷*	۱/۱۵۵*	۵۵۰۳/۹*	۳۴۱/۶۷	۱/۵۴۲*
(B) ×(A)	۱	۰/۰۰۶۰۰۴	۸/۸۲E-۰۵	۰/۰۰۲۵۵۶	۲۰/۶۲۷۶	۹/۶۴۵۶۷۶	۰/۰۰۸۶۲۶
خطای ۱	۴	۰/۰۰۵۳۹۸	۰/۰۰۰۳۹۷	۰/۰۰۰۲	۷۴/۷۲۰۸	۳/۶۹۶۹۴	۰/۰۵۵۳۱۷
کود زیستی (C)	۳	۲/۵۸۷**	۰/۰۴۳**	۰/۰۱۹	۹/۵۹۲	۱/۵۶۶۹۰۱	۱/۸۸۸**
وجین (D)	۱	۷/۱۶۸*	۰/۹۱۴*	۳۴/۳۷*	۱۱۷۶۰۷*	۵۱۱/۳*	۳//۵۱۵*
(C) ×(A)	۳	۰/۰۴۰۷۶۴	۰/۰۰۰۲۱۲	۰/۰۰۰۷۷	۳۴/۶۳۹۳	۲/۹۹۸۳۸۲	۰/۰۵۰۷۵۴
(D) ×(A)	۱	۰/۰۱۲۸۹	۰/۰۰۰۲۴۷	۰/۰۱۰۶۳۹	۵۹/۳۷۷۶	۰/۵۵۶۶۲۶	۰/۰۰۴۴۰۱
(D) ×(C)	۳	۰/۰۰۸۴۱**	۰/۰۴۴**	۱/۶۹۶**	۶۱/۰۳۱۲	۲/۲۱۵۴۲۱	۰/۰۴۹۵۵۱
(D) ×(C) ×(A)	۳	۰/۰۰۸۴۱	۵/۱E-۰۵	۰/۰۰۳۵۳۳	۴۵/۹۹۷	۱۳/۹۴۵۵۳	۰/۰۷۳۴۳۷
(C) ×(B)	۳	۰/۰۳۶*	۰/۰۰۰۸۱۹	۰/۰۰۵۲۹۴	۲۸/۲۹۲	۰/۸۰۹۱۲۳	۰/۰۶۳۳۲۶
(D) ×(B)	۱	۰/۰۲۴*	۰/۰۰۲۲۲۳	۰/۱۱۲	۵۴۱/۹*	۰/۱۹۸۹۲۶	۱/۰۹۰*
(D) ×(C) ×(B)	۳	۰/۰۲۳*	۰/۰۰۰۳۲۱	۰/۰۰۴۸۶۲	۲۶/۷۷۸۴	۲/۳۱۷۱۷۱	۰/۰۰۶۶۲
(C) ×(B) ×(A)	۳	۰/۰۰۳۹۷۴	۰/۰۰۰۳۲۱	۰/۰۱۲۲۴۲	۶۴/۱۸۶۵	۰/۷۹۴۷۱۵	۰/۰۶۰۳۷۹
(D) ×(B) ×(A)	۱	۰/۰۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۳۲۳	۰/۰۰۷۵۳۷	۴/۳۷۷۶	۵/۸۵۵۸۷۶	۰/۰۰۲۱۰۹
(D) ×(C) ×(B) ×(A)	۳	۰/۰۰۲۰۱۷	۹/۹۸E-۰۵	۰/۰۱۹۰۳۶	۴۹/۱۱۳۷	۴/۹۰۶۸۹۳	۰/۰۱۰۰۳۴
خطای ۲	۵۶	۰/۰۷۸۹۶۳	۰/۰۰۰۶۸۸	۰/۰۲۴۸۱۲	۵۲/۸۱۵۶	۵/۹۳۷۲۷۵	۰/۱۴۸۳۷۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۲	۷/۱۳	۷/۲۲	۴/۷۵	۶/۱۷	۱۹/۷

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.**

معنی‌دار بود (جدول ۳).

در تاریخ کاشت اول مقدار فسفر اندام هوایی (۰/۳۸۷ درصد)، مقدار پتاسیم اندام هوایی (۲/۲۹۱ درصد)، مقدار پتاسیم دانه (۰/۵۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاریخ کاشت دوم (به‌ترتیب ۰/۳۴۷ و ۲/۰۷۱ درصد و ۰/۴۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (جدول ۴). مواجه‌شدن گیاهچه ضعیف گندم با کاهش دمای هوا در تاریخ کاشت دوم را می‌توان دلیل کاهش جذب آب و در نتیجه عناصر در اندام هوایی و دانه دانست (بحرانی و ممبینی، ۱۴۰۲؛ پذیره و همکاران، ۱۴۰۲).

مقایسه میانگین سطوح کود نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن دانه از کاربرد کود تلفیقی (۲/۶۸۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از عدم کاربرد کود (۲/۰۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد (جدول ۴)، زیرا کاربرد کود تلفیقی یا شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد، نیتروژن بیشتری برای گیاه تأمین می‌کند (Dalal and Tripathy, 2018; Deng *et al.*, 2019).

در تیمار وجین مقدار روی اندام هوایی (۴۱/۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و مقدار روی دانه (۶۰/۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار تداخل (به‌ترتیب ۳۷/۱۹ و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

ادامه جدول ۳-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		فسفر دانه	پتاسیم دانه	آهن دانه	روی دانه	پروتئین دانه	نشاسته دانه
سال (A)	۱	۰/۰۰۰۷۱۴	۵/۱E-۰۷	۱۸/۷۲۶۶۷	۶/۲۹۳۵۰۴	۰/۰۲۹۶۰۸	۰/۰۱۲۱۶۷
تکرار در سال	۴	۰/۰۰۲۵۶	۰/۰۰۰۳۳۵	۱۲/۸۲۷۲۹	۲۵/۱۸۹۳	۰/۰۱۰۸۳۳	۰/۰۱۰۸۰۴
تاریخ کاشت (B)	۱	۰/۰۳۱۶	۰/۰۴۴**	۸۵۶/۸*	۶۴۹/۱	۲۸/۴۹*	۲۵/۳۱*
(B) ×(A)	۱	۰/۰۰۰۶۹۲	۱/۷۶E-۰۶	۰/۳۲۶۶۶۷	۶/۰۹۰۳۳۸	۰/۰۲۲۴۷۵	۰/۰۱۲۲۵۹
خطای ۱	۴	۰/۰۰۲۲۶۱	۰/۰۰۰۲۱	۱۷/۱۸۷۷۱	۲۱/۳۷۱۳۴	۰/۰۱۱۵۷۱	۰/۰۱۱۵۳۶
کود زیستی (C)	۳	۰/۰۰۰۱۳۵	۰/۰۱۹**	۲۰۹/۹**	۱/۲۴۸۹۰۸	۵/۸۹۸**	۹/۷۰**
وجین (D)	۱	۰/۰۵۹*	۰/۰۰۳۱	۴۹/۳	۵۸۷/۸*	۲۷/۷۱*	۱۰/۷۱*
(C) ×(A)	۳	۰/۰۰۱۱۳۶	۰/۰۰۰۵۸	۵/۰۳۳۸۸۹	۱۱/۱۱۰۵	۰/۰۲۷۶۱۱	۰/۰۱۲۴۶۳
(D) ×(A)	۱	۳/۶۳E-۰۵	۰/۰۰۰۶۸۸	۱۴/۷۲۶۶۷	۰/۱۹۲۶۰۴	۰/۰۳۰۰۷۱	۰/۰۱۱۶۴۳
(D) ×(C)	۳	۴/۰۷E-۰۵	۰/۰۰۲۴۶*	۱۰/۲۹۹۴۴	۰/۳۸۶۳۶۹	۰/۰۲۵۵۸۲	۰/۰۳۷۲
(D) ×(C) ×(A)	۳	۰/۰۰۰۵۴۱	۰/۰۰۰۱۹۵	۱۵/۲۱۶۱۱	۵/۲۷۳۱۰۷	۰/۰۰۷۸۴	۰/۰۱۱۳۰۹
(C) ×(B)	۳	۰/۰۰۰۱۱۵	۰/۰۰۰۳۴۲	۱۰/۹۸۷۷۸	۱/۰۴۴۵۷۵	۰/۰۶۳*	۰/۰۲۳۰۶۷
(D) ×(B)	۱	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰۲۸۴	۴/۵۰۶۶۶۷	۲۱۹/۷	۰/۰۳۷۳۹۸	۰/۰۳۶۱۷۳
(D) ×(C) ×(B)	۳	۰/۰۰۱۰۸۹	۰/۰۰۰۴۳۱	۲۶/۶۳*	۱۰/۳۱۹۱۵	۰/۰۲۹۲۹۱	۰/۰۲۱۸۷
(C) ×(B) ×(A)	۳	۰/۰۰۰۴۴۵	۰/۰۰۰۴۲۶	۸/۴۲۲۷۷۸	۴/۹۵۶۴۴۶	۰/۰۰۹۹۲۶	۰/۰۱۰۷۴۳
(D) ×(B) ×(A)	۱	۰/۰۰۳۹۱۴	۰/۰۰۰۷۹۹	۱/۹۲۶۶۶۷	۴۱/۲۱۲۶	۰/۰۲۱۴۸۴	۰/۰۱۱۶۴۱
(D) ×(C) ×(B) ×(A)	۳	۰/۰۰۰۵۵۳	۰/۰۰۰۲۳۸	۱/۹۸۲۷۷۸	۵/۳۳۰۲۱۸	۰/۰۱۰۷۵۸	۰/۰۱۰۷۷۹
خطای ۲	۵۶	۰/۰۰۲۸۶۹	۰/۰۰۰۳۶۷	۸/۰۰۴۸۸۱	۲۹/۱۵۳۸۸	۰/۰۱۹۵۲۶	۰/۰۱۱۹۵۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۲	۳/۶۹	۴/۳۹	۹/۳۲	۱/۱۸	۱/۰۱

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.**

۵۵/۴۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود، اما مقدار فسفر دانه در تیمار تداخل (۰/۴۳۶ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار وجین (۰/۳۸۶ درصد) بود (جدول ۴). کاهش مقدار روی در اندام هوائی و دانه ناشی از رقابت علف‌های هرز با گندم در جذب عناصر است (یونس آبادی و همکاران، ۱۳۹۷)، لیکن افزایش مقدار فسفر دانه در تیمار تداخل می‌تواند مربوط به اثرات آنتاگونیستی عناصر از جمله روی با فسفر باشد (رفیعی، ۱۳۹۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی در وجین نشان داد که بیشترین فسفر اندام هوایی از کاربرد کود تلفیقی و وجین (۰/۴۹ درصد) و کمترین آن از کاربرد کود شیمیایی و تداخل (۰/۲۱ درصد) مشاهده شد، اما بیشترین پتاسیم اندام هوایی از عدم کاربرد کود و وجین (۲/۹۶ درصد) و کمترین آن از عدم کاربرد کود و تداخل (۱/۳۹ درصد) مشاهده شد (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود زیستی در وجین نشان داد که بیشترین مقدار پتاسیم دانه از کاربرد کود تلفیقی و تداخل (۰/۵۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از عدم کاربرد کود و تداخل (۰/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد (شکل ۲). افزایش در جذب برخی عناصر در شرایط نامساعد همچون عدم کاربرد کود یا تداخل احتمالاً به اثرات آنتاگونیستی عناصر بر یکدیگر مربوط است (رفیعی، ۱۳۹۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در وجین نشان داد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

که بیشترین آهن اندام هوایی از تاریخ کاشت اول و وجین (۱۹۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از تاریخ کاشت دوم و تداخل (۱۱۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد (شکل ۳). شرایط مناسب دمایی در زمان سبزشدن و پنجه‌دهی در تاریخ کاشت اول (بحرانی و ممبینی، ۱۴۰۲؛ پذیره و همکاران، ۱۴۰۲) و عدم رقابت علف‌های هرز در تیمار وجین، محتوی آهن در اندام هوایی را بهبود بخشیده است (یونس آبادی و همکاران، ۱۳۹۷).

مقایسه میانگین اثرمتقابل تاریخ کاشت در کود زیستی در وجین به‌روش برش‌دهی برای تاریخ کاشت نشان داد که در هر دو تاریخ کاشت اول و دوم بیشترین نیتروژن اندام هوایی از کاربرد کود تلفیقی و وجین (به‌ترتیب ۲/۳۲ و ۲/۹۱ درصد) و کمترین آن از عدم کاربرد کود و تداخل (به‌ترتیب ۱/۷۹ و ۱/۶ درصد) مشاهده شد، اما واکنش نیتروژن اندام هوایی به سطوح دیگر کود زیستی و وجین در این دو تاریخ کاشت متفاوت بود (شکل ۴). در تاریخ کاشت اول بیشترین مقدار آهن دانه از کاربرد کود زیستی و وجین (۷۲/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از عدم کاربرد کود و تداخل (۶۳/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد، اما در تاریخ کاشت دوم بیشترین مقدار آهن دانه از کاربرد کود زیستی و وجین یا تداخل (۶۳/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کمترین آن از عدم کاربرد کود و تداخل (۵۷/۶۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شد (شکل ۴).

ملاحظه می‌شود که محتوی عناصر ضروری پرمصرف و کم‌مصرف بسته به نوع عنصر تحت تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت، کود زیستی و وجین قرار گرفته‌اند و تنش ناشی از تاریخ کاشت نامناسب، عدم‌تأمین عناصر برای گیاه و رقابت علف‌های هرز بر جذب عناصر غذایی تأثیر منفی داشته است. یکی از راهکارهای افزایش تحمل گیاهان به شرایط تنش‌های محیطی، بهبود روند دریافت عناصر غذایی توسط گیاهان است (رحیمی و همکاران، ۱۴۰۲). در اثر کاهش رطوبت خاک ناشی از تنش خشکی، قابلیت دسترسی و جذب عناصر غذایی برای گیاهان محدود می‌شود که این موضوع کاهش عملکرد از طریق کاهش فتوسنتز و تولید مواد پرورده را به دنبال خواهد داشت (Dalal and Tripathy, 2018).

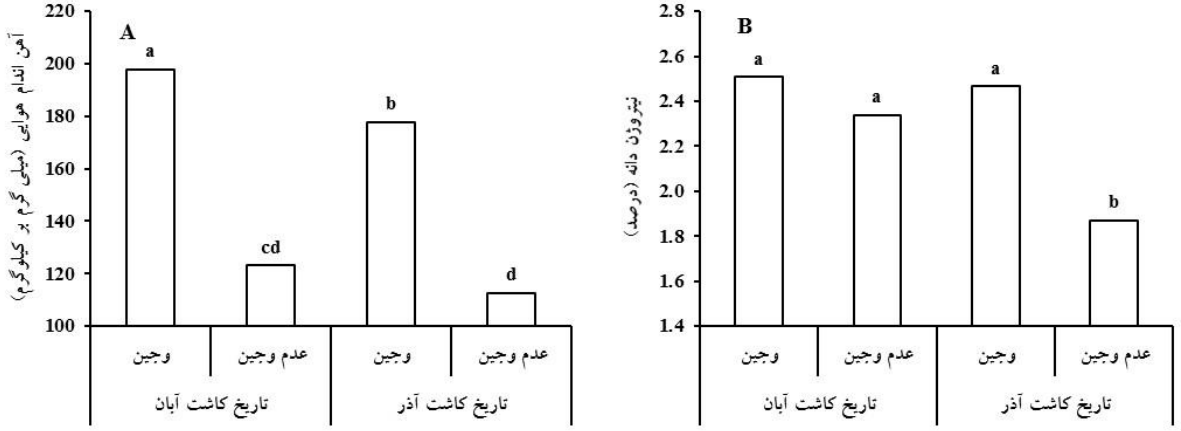
نشاسته و پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که نشاسته دانه به‌صورت معنی‌دار تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود زیستی و وجین قرار گرفت اما پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت، کود زیستی و وجین و اثر متقابل تاریخ کاشت در کود زیستی قرار گرفت (جدول ۳).

مقدار نشاسته دانه در تاریخ کاشت دوم (۱۱/۳۷ درصد) به طور معنی‌داری بیشتر از تاریخ کاشت اول (۱۰/۳۵ درصد) بود (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح کود نشان داد که بیشترین مقدار نشاسته دانه از عدم کاربرد کود (۱۱/۴۲ درصد) و کمترین آن از کاربرد کود تلفیقی (۱۰/۲۹ درصد) مشاهده شد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در کود زیستی نشان داد که بیشترین مقدار پروتئین دانه از تاریخ کاشت اول و کاربرد کود تلفیقی و شیمیایی (به‌ترتیب ۱۲/۸۴ و ۱۲/۷۳ درصد) و کمترین آن از تاریخ کاشت دوم و عدم کاربرد کود و کاربرد کود شیمیایی (۱۰/۸۳ و ۱۰/۸۵ درصد) مشاهده شد (شکل ۵). نقش تاریخ کاشت مناسب در بهبود خواص کمی و کیفی گیاهان پیش از این گزارش شده است (عبدالهی، ۱۳۹۴؛ قنبری و همکاران، ۱۳۹۱؛ جرعه‌نوش و همکاران، ۱۳۹۸؛ بحرانی و ممبینی، ۱۴۰۲) گزارش شده است. کاربرد کود تلفیقی یا شیمیایی با تأمین نیتروژن بیشتر برای گیاه، افزایش مقدار پروتئین دانه را در پی داشته است (Dalal and Tripathy, 2018; Deng *et al.*, 2019).

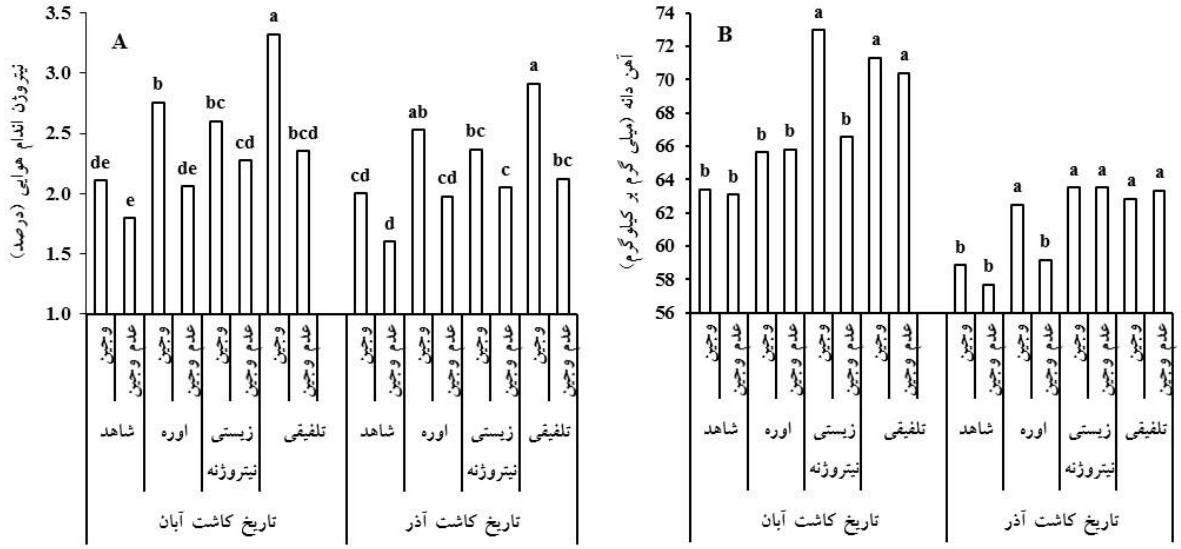
مقدار نشاسته دانه در تیمار تداخل (۱۱/۱۹ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار وجین (۱۰/۵۳ درصد) بود، اما بالعکس، مقدار پروتئین دانه در تیمار وجین (۱۲/۳۱ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار تداخل (۱۱/۲۳ درصد) بود (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که در تیمار تداخل علف‌های هرز، رقابت بر سر نیتروژن که منجر به کاهش جذب نیتروژن در گندم گردیده بود، مقدار پروتئین دانه را کاهش داد و با توجه به همبستگی منفی میان نشاسته و پروتئین دانه (احمدی و سی و سه مرده، ۱۳۸۳؛ بیرانوند و همکاران، ۱۴۰۱) از میزان نشاسته دانه کاسته است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

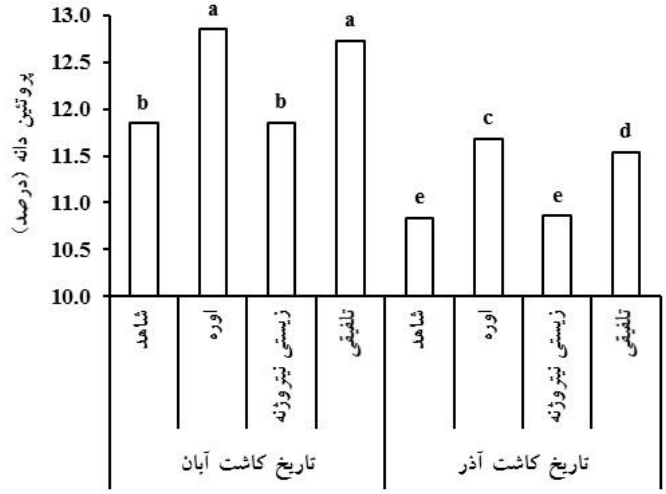
[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در وجین بر آهن اندام هوایی (A) و نیتروژن دانه (B)



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در کود زیستی در وجین بر نیتروژن اندام هوایی (A) و آهن دانه (B)



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت در کود زیستی بر پروتئین دانه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی اندام هوایی و دانه گندم

تیمارها		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کلروفیل a/b	پرولین اندام هوایی	پراکسیداز اندام هوایی	نیتروژن اندام هوایی	فسفر اندام هوایی	پتاسیم اندام هوایی
		(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)				(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	(میکروگرم پروتئین بر دقیقه)	(درصد)		
سال	۱۳۹۴	۴/۰۲ a	۳/۰۳ a	۷/۰۶ a	۱/۳۷ a	۶/۴۷ a	۱۴۶/۹۷ a	۲/۳۳ a	۰/۳۷ a	۲/۱۶ a
	۱۳۹۵	۳/۹۷ a	۲/۹۴ a	۶/۹۱ a	۱/۳۹ a	۶/۵۳ a	۱۴۷/۲۵ a	۲/۲۷ a	۰/۳۷ a	۲/۲۰ a
تاریخ کاشت	آبان	۴/۱۸ a	۳/۱۱ a	۷/۲۹ a	۱/۳۸ a	۶/۲۷۷ b	۱۵۲/۳۶ a	۲/۴۱ a	۰/۳۸۷ a	۲/۲۹۱ a
	آذر	۳/۸۱ a	۲/۸۶ a	۶/۶۸ a	۱/۳۸ a	۶/۷۲۱ a	۱۴۱/۸۶ a	۲/۱۹ a	۰/۳۴۷ b	۲/۰۷۱ b
محلول‌پاشی متانول	شاهد	۳/۵۴ d	۲/۵۹ d	۶/۱۳ d	۱/۴۰ a	۷/۱۲ a	۱۵۴/۹۳ a	۱/۸۸ c	۰/۳۴ c	۲/۱۸ a
	اوره	۳/۸۳ c	۲/۸۱ c	۶/۶۵ c	۱/۳۸ a	۶/۹۰ b	۱۴۹/۹۳ b	۲/۳۳ b	۰/۳۳ c	۲/۱۸ a
	زیستی‌نیتروژنه	۴/۰۹ b	۳/۰۹ b	۷/۱۹ b	۱/۳۸ a	۶/۲۸ c	۱۴۹/۷۱ c	۲/۳۲ b	۰/۳۶ b	۲/۱۵ a
	تلفیقی	۴/۵۲ a	۳/۴۶ a	۷/۹۸ a	۱/۳۶ a	۵/۷۰ d	۱۳۹/۸۶ d	۲/۶۸ a	۰/۴۳ a	۲/۲۲ a
LSD (5%)		۰/۱۶۰	۰/۲۲۲	۰/۳۵۸	۰/۰۹۲	۰/۱۵۱	۳/۳۰۹	۰/۱۶۳	۰/۰۱۵۲	۰/۰۹۱
وجین علف‌های هرز	وجین	۴/۷۴ a	۳/۷۴ a	۸/۴۸ a	۱/۲۷۷ b	۵/۵۵ a	۱۳۶/۸ b	۲/۵۸ a	۰/۴۶ a	۲/۷۸ a
	عدم وجین	۳/۲۶ a	۲/۲۴ a	۵/۴۹ a	۱/۴۸۴ a	۷/۴۵ a	۱۵۷/۳ a	۲/۰۳ a	۰/۲۷ a	۱/۵۸ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ LSD).

ادامه جدول ۴-

تیمارها		آهن اندام هوایی	روی اندام هوایی	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه	آهن دانه	روی دانه	پروتئین دانه	کربوهیدرات دانه
		(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		(درصد)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		(درصد)	
سال	۱۳۹۴	۱۵۲/۲۴ a	۳۹/۷۲ a	۲/۳۳ a	۰/۴۱ a	۰/۵۲ a	۶۴/۸۵ a	۵۸/۱۷ a	۱۱/۷۶ a	۱۰/۸۵ a
	۱۳۹۵	۱۵۳/۴۰ a	۳۹/۲۹ a	۲/۲۷ a	۰/۴۱ a	۰/۵۲ a	۶۳/۹۶ a	۵۷/۶۶ a	۱۱/۷۹ a	۱۰/۸۸ a
تاریخ کاشت	آبان	۱۶۰/۳۹ a	۴۱/۳۹ a	۲/۴۲ a	۰/۴۳ a	۰/۵۳۹ a	۶۷/۳۹ a	۶۰/۵۲ a	۱۲/۳۲ a	۱۱/۳۷ a
	آذر	۱۴۵/۲۵ a	۳۷/۶۲ a	۲/۱۷ a	۰/۳۹ a	۰/۴۹۶ b	۶۱/۴۲ a	۵۵/۳۲ a	۱۱/۲۳ a	۱۰/۳۵ b
محلول‌پاشی متانول	شاهد	۱۵۲/۷۸ a	۳۹/۷۱ a	۲/۰۷۸ c	۰/۴۱ a	۰/۴۸ d	۶۰/۷۴ c	۵۷/۹۹ a	۱۱/۳۴ c	۱۱/۴۲ a
	اوره	۱۵۲/۶۶ a	۳۹/۲۰ a	۲/۰۹۸ c	۰/۴۱ a	۰/۵۱ c	۶۳/۲۸ b	۵۷/۹۲ a	۱۲/۲۶ a	۱۰/۳۳ b
	زیستی‌نیتروژنه	۱۵۳/۶۸ a	۳۹/۳۸ a	۲/۳۲۲ b	۰/۴۱ a	۰/۵۳ b	۶۶/۶۳ a	۵۷/۶۱ a	۱۱/۳۵ c	۱۱/۴۰ a
	تلفیقی	۱۵۲/۱۷ a	۳۹/۷۳ a	۲/۶۸۲ a	۰/۴۱ a	۰/۵۵ a	۶۶/۹۷ a	۵۸/۱۶ a	۱۲/۱۴ b	۱۰/۲۹ b
LSD (5%)		۴/۲۰۳	۱/۴۰۹	۰/۲۲۳	۰/۰۳۱	۰/۰۱۱	۰/۶۳۶	۳/۱۲۲	۰/۰۸۱	۰/۰۶۳
وجین علف‌های هرز	وجین	۱۸۷/۸۲ a	۴۱/۸۱ a	۲/۴۹ a	۰/۴۳۶ a	۰/۵۱ a	۶۵/۱۲ a	۶۰/۳۹ a	۱۲/۳۱ a	۱۰/۵۳ b
	عدم وجین	۱۱۷/۸۲ a	۳۷/۱۹ b	۲/۱۰ a	۰/۳۸۶ b	۰/۵۲ a	۶۳/۶۹ a	۵۵/۴۴ b	۱۱/۲۳ b	۱۱/۱۹ a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند (۵٪ LSD).

همبستگی میان صفات: ماتریس همبستگی بین صفات بیوشیمیایی گندم در جدول ۵ نشان داده شده است. همان‌گونه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]
[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

جدول ۵- ماتریس همبستگی میان صفات بیوشیمیایی گندم و سطح معنی‌دار بودن آنها

	۱. نیتروژن اندام هوایی	۲. فسفر اندام هوایی	۳. پتاسیم اندام هوایی	۴. آهن اندام هوایی	۵. روی اندام هوایی	۶. کلروفیل a	۷. کلروفیل b	۸. کلروفیل کل	۹. کلروفیل a/b	۱۰. پرولین اندام هوایی	۱۱. پراکسیداز	۱۲. نیتروژن دانه	۱۳. فسفر دانه	۱۴. پتاسیم دانه	۱۵. آهن دانه۱۴	۱۶. روی دانه	۱۷. پروتئین دانه
۱	۰/۶۸۳**																
۲	۰/۵۵۵**	۰/۹۴۱**															
۳	۰/۶۶۲**	۰/۸۹**	۰/۹۳۹**														
۴	۰/۶۲۴**	۰/۷۵۱**	۰/۷۶۷**	۰/۸۳۶**													
۵	۰/۸۷۲**	۰/۸۴۱**	۰/۷۴۸**	۰/۸۵۵**	۰/۷۳۱**												
۶	۰/۸۴۶**	۰/۸۲۴**	۰/۷۴۳**	۰/۸۵۵**	۰/۶۸۹**	۰/۹۹۲**											
۷	۰/۸۶**	۰/۸۳۴**	۰/۷۴۷**	۰/۸۵۶**	۰/۷۱۱**	۰/۹۹۸**	۰/۹۹۸**										
۸	-۰/۶۳۴**	-۰/۷۱۲**	-۰/۷۱۹**	-۰/۷۹۱**	-۰/۵۳**	-۰/۸۳۷**	-۰/۸۸۸**	-۰/۸۶۴**									
۹	-۰/۸۵۳**	-۰/۹۱**	-۰/۸۲۳**	-۰/۸۴۹**	-۰/۷۳۶**	-۰/۹۱**	-۰/۸۹۱**	-۰/۹۰۲**	-۰/۷۲۶**								
۱۰	-۰/۸۲۶**	-۰/۸۵۹**	-۰/۷۹۲**	-۰/۸۱۶**	-۰/۷۸۷**	-۰/۸۹۸**	-۰/۸۶۷**	-۰/۸۸۴**	-۰/۶۹۷**	۰/۹۲۵**							
۱۱	۰/۷۵۹**	۰/۷۲۹**	۰/۵۶۳**	۰/۵۵۸**	۰/۶۲۱**	۰/۷۳۶**	۰/۶۹۶**	۰/۷۱۸**	-۰/۴۸۳**	-۰/۸۴۲**	-۰/۸۲۵**						
۱۲	۰/۵۳۵**	۰/۶۵۶**	۰/۶۷۷**	۰/۷۲۶**	۰/۸۳۳**	۰/۶۷۱**	۰/۶۳۵**	۰/۶۵۵**	-۰/۵۴۴**	-۰/۶۶۹**	-۰/۷۵۷**	۰/۶۶۹**					
۱۳	۰/۴۳۷*	۰/۱۴۸ns	-۰/۰۰۸ns	-۰/۰۳۳ns	۰/۲۴۱ns	۰/۲۶۷ns	۰/۱۸۹ns	۰/۲۲۹ns	-۰/۰۵۷ns	-۰/۳۱۴ns	-۰/۴۳۳*	۰/۵۶۴**	۰/۲۴۵ns				
۱۴	۰/۶۰۶**	۰/۴۴۶*	۰/۲۸۹ns	۰/۳۲۱ns	۰/۵۸۵**	۰/۵۱**	۰/۴۳۵*	۰/۴۷۴**	-۰/۱۳۹ns	-۰/۵۳**	-۰/۶۲۶**	۰/۶۴۵**	۰/۴۴۱*	-۰/۷۸۵**			
۱۵	۰/۵۲۸**	۰/۶۱۷**	۰/۶۳۳**	۰/۶۸۵**	۰/۸۵۵**	۰/۶۴**	۰/۵۹۴**	۰/۶۱۸**	-۰/۴۸**	-۰/۶۳۴**	-۰/۷۵**	۰/۶۶۴**	۰/۹۸۶**	۰/۳۳۹*	۰/۵۳۱**		
۱۶	۰/۷۶۲**	۰/۶۷۶**	۰/۶۷**	۰/۷۲**	۰/۸۰۴**	۰/۷۳۶**	۰/۶۸۶**	۰/۷۱۳**	-۰/۵۳۶**	-۰/۶۹**	-۰/۷۷۴**	۰/۶۱۴**	۰/۷۱۷**	۰/۴۲۳*	۰/۶۰۴**	۰/۷۵۹**	
۱۷	-۰/۷۲۸**	-۰/۵۴۸**	-۰/۵**	-۰/۵۱۴**	-۰/۶۵۸**	-۰/۶۰۶**	-۰/۵۴۴**	-۰/۵۷۷**	۰/۳۸**	۰/۵۹۱**	۰/۶۷۷**	-۰/۶۱۸**	-۰/۶۱۲**	-۰/۵۴۷**	-۰/۶۱۷**	-۰/۶۶۷**	-۰/۹۵**

که مشاهده می‌شود اکثر متغیرها از همبستگی بالایی با یکدیگر برخوردارند. برای مثال، میزان پرولین با عناصر غذایی در اندام هوایی، فعالیت آنزیم پراکسیداز و نشاسته دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد، اما با عناصر غذایی در دانه (بجز پتاسیم) و پروتئین دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. به گزارش سلیمانی‌فرد و ناصری (۱۳۹۹) همبستگی ساده بین صفت عملکرد دانه با صفات عملکرد بیوماس، شاخص برداشت تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، میزان محتوی نسبی آب برگ، میزان پرولین و کلروفیل کل مثبت و معنی‌دار بود و بین مجموع کلروفیل a و b با عملکرد دانه، عملکرد بیوماس و محتوی نسبی آب برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد.

عامل‌های محاسبه‌شده در این آزمایش با استفاده از متغیرهای اندازه‌گیری‌شده به همراه ماتریس مقادیر ویژه و مقدار و درصد واریانس هر عامل پس از چرخش در جدول ۶ ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود از مقدار ۴ واحد واریانس (به ازای هر عامل یک واحد) بین متغیرها، ۲۷ درصد مربوط به عامل اول، ۲۵ درصد به عامل دوم، ۱۷ درصد به عامل سوم و بالاخره ۱۵ درصد به مربوط به عامل چهارم بود؛ یعنی حدود ۹۰ درصد واریانس متعلق به ۴ عامل اول بوده است.

در جدول ۶ با توجه به عامل اول که بیشترین حجم داده‌ها را در بر گرفت، مشاهده می‌شود که بیشترین مقادیر ویژه مثبت متناظر با عناصر غذایی در اندام هوایی (بجز نیتروژن)، کلروفیل a و پروتئین دانه بودند؛ و مقادیر ویژه منفی متناظر با فعالیت آنزیم پراکسیداز و نشاسته دانه بود. به عبارت دیگر هر عاملی که موجب افزایش صفات دارای مقادیر ویژه مثبت یا کاهش صفات دارای مقادیر ویژه منفی گردد، صفات بیوشیمیایی اندام هوایی گندم را بهبود می‌بخشد. عامل دوم نشان می‌دهد بیشترین مقادیر ویژه مثبت متناظر با نسبت کلروفیل a/b، پرولین و فعالیت آنزیم پراکسیداز و مقادیر ویژه منفی متناظر با نیتروژن اندام هوایی، کلروفیل b و کلروفیل کل بود. عامل سوم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

جدول ۶- تجزیه به عامل‌ها بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش به‌روش وریمکس

	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	تجمعی
نیتروژن اندام هوایی	۰/۳۴۳	-۰/۵۸۸	۰/۴۳۵	-۰/۰۸۵	۰/۶۶۱
فسفر اندام هوایی	۰/۷۵۹	-۰/۴۸۵	۰/۱۲۸	-۰/۱۴۹	۰/۸۵
پتاسیم اندام هوایی	۰/۸۵۵	-۰/۳۸۶	-۰/۰۴۶	-۰/۱۶۹	۰/۹۱
آهن اندام هوایی	۰/۷۸۶	-۰/۴۹۶	۰/۰۴۱	-۰/۲۶۲	۰/۹۳۴
روی اندام هوایی	۰/۶۵۸	-۰/۱۸۵	۰/۲۱۴	-۰/۴۰۸	۰/۶۷۹
کلروفیل a	۰/۵۱۱	-۰/۷۶	۰/۲۶	-۰/۱۵۶	۰/۹۳
کلروفیل b	۰/۴۱۲	-۰/۸۶۳	۰/۱۷۲	-۰/۱۶۸	۰/۹۷۲
کلروفیل کل	۰/۴۶۵	-۰/۸۱۹	۰/۲۱۷	-۰/۱۶۳	۰/۹۶
کلروفیل a/b	-۰/۱۱۷	۰/۸۴۹	۰/۰۸۲	۰/۱۱۴	۰/۷۵۴
پرولین اندام هوایی	-۰/۶۲	۰/۵۸۳	-۰/۲۹۱	۰/۲۰۱	۰/۸۵
پراکسیداز	-۰/۵۹۱	۰/۵۰۲	-۰/۳۹۳	۰/۲۸	۰/۸۳۳
نیتروژن دانه	۰/۲۰۹	-۰/۲۸۱	۰/۴۶۵	-۰/۵۸۸	۰/۶۸۵
فسفر دانه	۰/۲۱۱	-۰/۱۴۸	۰/۰۸۳	-۰/۹۵	۰/۹۷۶
پتاسیم دانه	-۰/۰۵۷	-۰/۰۴۸	۰/۹۱۸	-۰/۰۲۶	۰/۸۴۸
آهن دانه	۰/۱۷۲	۰/۱۲	۰/۷۸	۰/۲۶	۰/۷۲
روی دانه	۰/۲۳۶	-۰/۱۱۴	۰/۱۶۳	-۰/۹۳۶	۰/۹۷۲
پروتئین دانه	۰/۶۹۱	-۰/۲۴۶	۰/۴۹۷	-۰/۲۳	۰/۸۳۷
کربوهیدرات دانه	-۰/۵۷۶	۰/۱۳۸	-۰/۶۲۸	۰/۱۷۳	۰/۷۷۵
واریانس	۴/۸۶	۴/۵۳	۲/۹۹	۰/۷۸۱	۱۵/۱۵
درصد واریانس	۰/۲۷	۰/۲۵۱	۰/۱۶۶	۰/۱۵۴	۰/۸۴۲

نشان می‌دهد بیشترین مقدار ویژه مثبت متناظر با پتاسیم دانه و منفی متناظر با نشاسته دانه بود. چنین استنباط می‌شود که با افزایش پتاسیم دانه از نشاسته دانه کاسته می‌شود. در عامل چهارم بیشترین مقادیر ویژه منفی متناظر با مقدار نیتروژن و روی در دانه بود. به‌عبارتی، کاهش نیتروژن در دانه همراه با کاهش روی در دانه خواهد بود.

در آزمایش محمدی (۱۳۹۳) روی گندم نان تحت شرایط تنش‌رطوبتی آخر فصل، تجزیه به عامل‌ها نشان داد سه عامل در شرایط بدون تنش رطوبتی ۷۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند که به‌ترتیب عامل اجزای عملکرد دانه، ویژگی‌های دانه و فنولوژی گیاه نام‌گذاری شدند. در شرایط تنش‌رطوبتی دو عامل توانستند ۸۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمایند. در آزمایشی، نتایج تجزیه به عامل‌ها روی ۱۸ ژنوتیپ سویا نشان داد که چهار عامل مستقل از هم مجموعاً ۹۹/۹۲ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند، عامل اول ۹۶/۷۱ درصد از واریانس کل را توجیه نمود که به‌عنوان عامل عملکرد نام‌گذاری شد (قنبری و همکاران، ۱۳۹۸). یونسی حمزه خانلو و همکاران (۱۳۸۹) نیز در بررسی تجزیه به عامل‌ها روی نه صفت در ۳۳ لاین جهش‌یافته سویا عواملی را به‌عنوان عامل عملکرد که شامل صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، شاخص برداشت و عملکرد دانه گزارش نمودند. روستایی و همکاران (۱۳۷۹) در آزمایشی که روی ۶۵۰ لاین بومی گندم نان در شرایط تنش خشکی انجام دادند، گزارش کردند که در تجزیه به عامل‌ها پنج عامل وارد شده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]
[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

و در مجموع ۶۵/۵ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. Habibullah Khan و همکاران (۲۰۱۰) در تجزیه عاملی ۱۱ صفت در گندم ۴ عامـل را شناسایی کردند که این عامل‌ها ۵۵/۲۹ درصد از واریانس کل متغیرها در بر گرفتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص شد که مقدار پرولین و نشاسته دانه با تأخیر در کشت افزایش یافت، ولی جذب برخی عناصر غذایی ضروری پرمصرف و کم‌مصرف و در نهایت عملکرد دانه کاهش معنی‌دار نشان داد. به‌عبارتی گیاه گندم در مواجهه با تنش ناشی از کاهش درجه حرارت در کشت تأخیری مقدار پرولین را جهت تنظیم اسمزی و کمک در جذب آب افزایش داده است. مقدار کلروفیل‌های a، b و کل، نیتروژن دانه در تیمار کاربرد کود تلفیقی و وجین، اما مقدار پرولین در تیمار عدم کاربرد کود و تداخل بیشترین بود، که نشان‌دهنده نقش تأمین عناصر ضروری و حذف رقابت علف‌های هرز در بهبود فتوسنتز و کیفیت دانه و سعی گیاه در تعدیل تنش ناشی از کمبود عناصر غذایی از طریق تنظیم اسمزی برای بهبود جذب آب و عناصر است. کاربرد کود تلفیقی با افزایش مقدار نیتروژن اندام هوایی و مقدار نیتروژن دانه موجب افزایش مقدار پروتئین دانه شد، اما در تیمار عدم کاربرد کود بیشترین مقدار فعالیت آنزیم پراکسیداز و نشاسته دانه حاصل شد. تداخل علف‌های هرز موجب کاهش روی اندام هوایی و روی دانه شد، اما مقدار پراکسیداز را افزایش داد. به‌عبارتی، کمبود عناصر غذایی و رقابت علف‌های هرز سبب بروز تنش در گندم گردیده و در نتیجه دفاع آنتی‌اکسیدانی در گیاه را به‌دنبال داشته است. واکنش جذب عناصر به اثرات متقابل دوگانه یا سه‌گانه تاریخ کاشت، کود زیستی و وجین متفاوت بود، که احتمالاً به اثرات آنتاگونیستی عناصر بر یکدیگر بر می‌گردد. تجزیه به عامل‌ها نشان داد که حدود ۹۰ درصد واریانس متعلق به ۴ عامل اول بوده است. در نهایت، تاریخ کاشت اول همراه با کاربرد تلفیقی کود زیستی و حذف رقابت علف‌های هرز برای گندم در شرایط دیم منطقه توصیه شد.

منابع

احمدی، علی، و سی و سی مرده، عادل (۱۳۸۳). اثر تنش خشکی بر کربوهیدرات‌های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی ایران. *مجله علوم کشاورزی ایران*، ۳۵(۳)، ۸۲۵-۸۱۳. https://jijas.ut.ac.ir/article_18262_2efda1725988c8a44dbba24b4c8086a1.pdf

امینی، زهره، و حداد، رحیم (۱۳۹۲). نقش رنگیزه‌های فتوسنتزی و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در مقابل تنش اکسیدیتیو. *مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۲۶(۳)، ۲۵۱-۲۶۵. https://cell.ijbio.ir/article_200_51f8d57889e408e7ff2c610e2c3d1b5b.pdf

بحرانی، عبدالله، و ممبینی، مهران (۱۴۰۲). منابع تأمین‌کننده نیتروژن دانه در برخی ارقام برنج در واکنش به تنش گرما ناشی از تغییر تاریخ کاشت. *نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۲(۵۴)، ۱۸۷-۲۰۱. DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.12.2

بیرانوند، الهام، خورگامی، علی، رفیعی، مسعود، میردریکوند، رضا، و وفایی، سید حسین (۱۴۰۱) اثر محلول‌پاشی نانوکود و متانول بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گندم دیم در شرایط آبیاری تکمیلی. *نشریه فرآیند و کارکردهای گیاهی*، ۱۱، ۲۲۵-۲۳۹. DOR: 20.1001.1.23222727.1401.11.51.14.1

پذیره، صفیه، مقصودی مود، علی اکبر، توحیدی‌نژاد، عنایت‌اله، و مهیجی، مهدی (۱۴۰۲). تأثیر تنش خشکی انتهای فصل بر رنگدانه‌های فتوسنتزی و ارزش غذایی ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.) در شهر کرمان. *نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۲(۵۳)، ۳۵۵-۳۶۹. DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.22.0

جرعه‌نوش، محمدهادی، برومندنسب، سعید، ناصری، عبدعلی، پاکپرور، مجتبی، و تقواییان، صالح (۱۳۹۸). ارزیابی مدل آکواکراپ در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

شبیه‌سازی عملکرد گندم و تعیین تاریخ کشت در استان فارس. *مجله مدیریت آب و آبیاری*، ۹(۱)، ۹۵-۱۰۷. article_74139_40c67bc5ad884ccde4f3c168140c27f3.pdf

رحیمی، افسانه، جعفری لیلا، و عبدالهی، فرزین (۱۴۰۲). بررسی پاسخ بیوشیمیایی، رویشی، عملکرد و شاخص های کارایی روکولا به منابع کود در شرایط کم آبیاری. *نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۲(۵۴)، ۱-۲۰. DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.1.1

رضوانی، حسین، اصغری، جعفر، احتشامی، سیدمحمدرضا، و کامکار، بهنام (۱۳۹۲). مطالعه واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در رقابت با علف هرز خردل وحشی در گرگان. *نشریه تولید گیاهان زراعی*، ۶(۴)، ۱۸۷-۲۱۴. article_1520_85a19b616fed6f9c5a3bc96a7dbd7418.pdf

رفیعی، مسعود (۱۳۹۳). ذرت، مجموعه مقالات. جلد اول، انتشارات سروا.

روستایی، مظفر (۱۳۷۹). بررسی صفات مؤثر در افزایش گندم دیم سردسیری. *مجله تهال و بذر*، ۱۶(۳)، ۲۸۵-۲۹۹. doi.org/10.22092/SPIJ.2017.110926

سلیمانی‌فرد، عباس، و ناصری، رحیم (۱۳۹۹). بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات آگروفیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم. *نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی*، ۱۳(۳)، ۷۱۴-۷۰۱. doi.org/10.22077/escs.2020.2268.1581

صالحی، امیرعطا، فرهوش، فرهاد، اکبری، غلامعباس، سلطانی، الیاس، و میرشکاری، بهرام (۱۴۰۲). تأثیر محلول‌پاشی نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم در شرایط کم آبیاری بر برخی صفات ومورفولوژیک و فیزیولوژیک عملکرد گندم. *نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۲(۵۳)، ۴۰۹-۴۳۴. DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.53.25.3

طباطبایی، سیدعلی (۱۳۹۳). اثر پیش‌تیمار بذر جو با سالسیلیک اسید بر رشد گیاهچه، مقدار پرولین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت تحت شرایط تنش خشکی. *مجله به زراعی کشاورزی*، ۲، ۴۷۵-۴۸۶. https://doi.org/10.22059/jci.2014.53056

عبدالهی، عبدالوهاب (۱۳۹۴). بررسی تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بر عملکرد دانه و اجزاء عملکرد گندم نان در شرایط دیم. *نشریه زراعت دیم ایران*، ۴(۲)، ۹۹-۲۲۱. DOI: http://dx.doi.org/10.22092/idaj.2016.106095

قنبری، احمد، توسلی، ابوالفضل، و روشنی، حسن (۱۳۹۱). اثر تاریخ کاشت بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ارقام گندم زمستانه. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*، ۲(۲۲)، ۱۲۷-۱۴۴. https://jcep.tabriz.iau.ir/article_516970_7af4b2e696cc500460feda8a11cab612.pdf

کمالی، مهدیه، صمصام‌پور، داوود، باقری، عبدالنبی، مهرآفرین، علی، و همایی، احمد (۱۴۰۲). تأثیر تنش کم آبی بر صفات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه دارویی مریم نخودی بلوچستانی (*Teucrium stocksianum* Boiss). *نشریه فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۲(۵۴)، ۳۰۷-۳۲۳. DOR: 20.1001.1.23222727.1402.12.54.19.9

گلدانی، محمدرضا (۱۳۹۱). اثر فواصل آبیاری بر برخی شاخص‌های رشد اکوتیپ‌های ریحان (*Ocimum basilicum* L.). *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۰(۲)، ۴۲۰-۴۱۲. doi.org/10.22067/GSC.V10I2.16291

مجیدی مهر، احمد، و خوش‌چهره، حنانه (۱۳۹۶). بررسی ژنوتیپ‌های مختلف برنج با استفاده از تجزیه و تحلیل چند متغیره. *مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی*، ۹(۳۰)، ۱۱۹-۱۳۸. DOR:20.1001.1.20085958.1396.9.30.11.5

محمدی، سلیمان (۱۳۹۳). بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم نان تحت شرایط آبیاری کامل و تنش رطوبتی آخر فصل با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره. *نشریه پژوهش‌های زراعی ایران*، ۱۲(۱)، ۱۰۹-۹۹. doi.org/10.22067/GSC.V12I1.36646

مین‌باشی معینی، مهدی، اسفندیاری، حکمت، پورآذر، رضا، باغستانی، محمدعلی، زند، اسکندر، ویسی، مژگان، ثابتی، پیمان، جمالی، محمدرضا، حاتمی، سپیده، حقیقی، عبدالعزیز، ماکنالی، آذر، موسوی، سیدکریم، ناظرکاخکی، سیدحسین، نریمانی، وجیهه، نورعلیزاده، مرتضی، ولی‌اله‌پور، رضا، و نوروززاده، شهرام (۱۳۹۴). ارزیابی برخی مشکلات مدیریت علف‌های هرز مزارع گندم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

مناطق مختلف کشور. *دانش علف‌های هرز، ۱۱*(۱)، ۱۳-۲۶. SID. https://sid.ir/paper/185168/fa

نکاحی، محمدزمان، سلطانی، افشین، سیاهمرگویی، آسیه، و باقرانی، ناصر (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر بر تراکم جمعیت علف‌های هرز و کاهش عملکرد ناشی از آنها در گندم (*Triticum aestivum* L.) مطالعه موردی استان گلستان- روستای سرمحله بندرگز. *نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۶*(۲)، ۳۹۳-۴۰۵. DOI: 10.22067/JAG.V6I2.31208

یونس آبادی، معصومه، حقیقی، عبدالعزیز، ساوری‌نژاد، علیرضا، حبیبیان، لیلا، و مین‌باشی، مهدی (۱۳۹۷). تغییرات فلور و تنوع گونه‌های جوامع علف‌های هرز مزارع گندم (*Triticum aestivum* L.) استان گلستان پس از یک دهه. *نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۲(۴)، ۵۵۳-۵۶۸. DOI: 10.22067/jpp.v32i4.67754

یونسی حمزه خانلو، مهدی، ایزدی دربندی، علی، پیرولی بیرانوند، نجات، حلاجیان، محمدطاهر، مجد آبادی، عباس (۱۳۸۹). بررسی ارتباط برخی از صفات زراعی و مورفولوژیکی با عملکرد در لاین‌های نسل هفتم سویای حاصل از پرتودهی با اشعه گاما. *پژوهش نامه اصلاح گیاهان زراعی*، ۲(۵)، ۳۰-۴۶. DOR:20.1001.1.22286128.1389.2.5.3.8

Alonso, M., Rozados, M. J., Vega, J. A., Perez-Gorostiaga, P., Cuinas, P., Fonturbel, M. T., & Fernandes, C. (2002). Biochemical responses of *Pinus pinaster* tree to fire- induced trunk girdling and crown scorch: Secondary metabolites and pigments as needle chemical indicators. *Journal of Chemical Ecology*, *28*, 687-700. https://link.springer.com/article/10.1023/A:1015276423880

Arnon, A. N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, *23*, 112-121. https://www.ijsr.net/archive/v4i11/NOV151021.pdf

Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, *39*, 205-207. https://doi.org/10.1007/BF00018060

Boutasknit, A., Anli, M., Tahiri, A., Raklami, A., Ait-El-Mokhtar, M., Ben-Laouane, R., & Meddich, A. (2020). Potential effect of horse manure-green waste and olive pomace-green waste composts on physiology and yield of garlic (*Allium sativum* L.) and soil fertility. *Gesunde Pflanzen*, *72*, 285-295. DOI:10.1007/s10343-020-00511-9

Cha-um, S. & Kirdmanee, Ch. (2009). Proline accumulation, photosynthetic abilities and growth characters of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) plantlets in response to iso-osmotic salt and water-deficit stress. *Agricultural Sciences in China*, *8*(1), 51-58. https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60008-0

Dalal, V. K. & Tripathy, B. C. (2018). Water-stress induced downsizing of light harvesting antenna complex protects developing rice seedlings from photooxidative damage. *Scientific Reports*, *8*, 5955. https://www.nature.com/articles/s41598-017-14419-4

Deng, B., Li, Y., Xu, D., Ye, Q., & Liu, G. (2019). Nitrogen availability alters flavonoid accumulation in *Cyclocarya paliurus* via the effects on the internal carbon/nitrogen balance. *Scientific Reports*, *9*, 2370. https://www.nature.com/articles/s41598-019-38837-8

Guo, X., Li, S., Wang, D., Huang, Z., Sarwar, N., Mubeen, K., Shakeel, M., & Hussain, M. (2021). Effects of water and fertilizer coupling on the physiological characteristics and growth of rabbit eye blueberry. *PLoS ONE*, *16*, e0254013. DOI:10.1371/journal.pone.0254013

Habibullah Khan, S., Magbol, R., Khaliq, I., Rahman, A., & Salam Khan, A. (2010). Morphological diversity and traits association in bread wheat. *Euphytica*, *71*, 211-219. https://link.springer.com/article/10.1007/s11629-013-2831-1

Kawa, A., Hussain, A., Hamad, H., & Qadir, S. Kh. (2020). Effect of Bio and chemical fertilizers on some physiological traits and yield of Arugula. *Journal of Zankoy Sulaimani Part-A- (Pure and Applied Sciences)*, *22*, 99-108. DOI: https://doi.org/10.17656/jzs.10811

Khichar, M. L. & Niwas, I. (2006). Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. *Journal of Agrometeo*, *8*, 201-209.

Kjeldal, S. E. (1998). An investigation of several psychological factors impinging on the perception of fresh fruits and vegetables. Unpublished Ph.D Thesis, University of New England, Australia.

Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Hand book of Physiological Method (ed. Craig, J. S.) Pp. 56-97. Cambridge University Press, Cambridge.

Mae-Adam, J. W. & Nelson Sharp, C. J. (1992). Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall Fese Ue. *Journal of Plant Physiology*, *99*, 872-878. https://doi.org/10.1104/pp.99.3.872

Musyoka, M. W., Adamtey, N., Muriuki, A. W., & Cadisch, G. (2017). Effect of organic and conventional farming systems on nitrogen use efficiency of potato, maize and vegetables in the central highlands of Kenya. *European Journal of Agronomy*, *86*, 24-36. DOI:10.1016/j.eja.2017.02.005

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

Pirnajmedin, F., Majidi, M. M., & Gheysari, M. (2015). Root and physiological characteristics associated with drought tolerance in Iranian tall fescue. *Euphytica*, *202*, 141-155. DOI 10.1007/s10681-014-1239-5

Rao, N. K., Hunashikatti, L., & Shivashankara, K. (2016). Physiological and morphological responses of horticultural crops to abiotic stresses. In: Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops (eds. Rao, N., Shivashankara, K. and Laxman, R.) Springer, New Delhi, DOI 10.1007/978-81-322-2725-0

Ryan, J., Estefan, G., & Rashid, A. (2007). Soil and plant analysis laboratory manual. *ICARDA*. https://repo.mel.cgiar.org/handle/20.500.11766/67563

Sarani, M., Ghanbari, A., Galavi, M., Izadi Darbandi, E., & Baghestani Meybodi, M. A. (2017). The effect of time and rate of sulfosulfuron application on *Bromus japonicus* Thunb. control in different wheat cultivars. *Iranian Journal of Weed Science*, *13*(1), 29-44. [In Persian] doi: 10.22092/IJWS.2017.1301.03

Sardana, V., Mahajan, G., Jabran, K., & Chauhan, B. S. (2017). Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Prottection*, *95*, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.011

Schulze, E. D., Beck, E., & Muller-Hohenstein, K. (2002). Plant Ecology. Springer, Berlin, DOI: 10.1093/aob/mcj018

Shepherd, A., Ginn, S. M. C. M., & Wyseure, G. C. L. (2002). Simulation of the effect of water shortage on the yields of winter wheat in North-East England. *Ecological Modeling*, *147*, 41-52. DOI:10.1016/S0304-3800(01)00405-7

Mirjalili, A., Lebaschi, M., Ardakania, M., Heidari Sharifabad, H., & Mirza, M. (2021). Antioxidant enzymes response to medicinal plant of Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) affected by density and organic fertilizers in dryland farming conditions. *Iranian Journal of Plant Physiology*, *11*, 3819-3828. Doi: 10.30495/IJPP.2021.685348

Van der Meulen, A. & Chauhan, B. S. (2016). A review of weed management in wheat using crop competition. *Crop Prottection*, *95*, 38-44. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.004

Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. *Horticulturae*, *7*, 50. doi.org/10.3390/horticulturae7030050

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]

The effect of planting date, nitrogen biofertilizer and weeding on the morphophysiological and biochemical characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.) in dryland conditions

Ladan Zahedi Moghaddam[1], Ali Khorgami[1*], Masoud Rafiee[2]

[1] Department of Agronomy and Plant Breeding, Khorramabad branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
[2] Crop and Horticultural Science Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran
(Received: 2023/12/13, Accepted: 2024/03/03)

Abstract

Planting date, nitrogen biofertilizer and weed control are three factors affecting biochemical traits of wheet in dryland condition, so an experiment was carried out as a split-factorel design with three replications on Kohdasht variety at Kamalvand research station in Khorramabad in two crop years 2015-2016 and 2016-2017. Planting date factor (6 and 21 November) was in main plots and nitrogen biofertilizer (control, urea, nitrogen biofertilizer, and combined fertilizer) and weed control (weeding and weed interference) factors were hn sub plots in factorial arrange. The results showed that the amount of phosphorus and potassium of shoots and seed potassium was significantly higher on the first planting date than on the second planting date, but the amount of proline and seed starch increased on the second planting date. Among the fertilizer levels, the highest amount of peroxidase and seed starch were observed from no application of fertilizer and the highest amount of seed nitrogen was observed from the application of combined fertilizer. The amount of peroxidase activity, seed phosphorus and seed starch in the weed interference treatment was significantly higher than in the weeding treatment, but on the contrary, the amount of shoot zinc, seed zinc and seed protein in the weeding treatment was more than the interference treatment. The highest amount of seed protein from the first planting date of combined and chemical fertilizer application (12.84% and 12.73%, respectively) and the lowest amount were observed from the second planting date and no application of fertilizer and application Chemical fertilizers (10.83 and 10.85%). The highest amount of chlorophyll a, b and total chlorophyll (5.51, 4.48 and 10.0 mg/g FW, respectively) and shoot phosphorus (0.49 percent) was observed from the application of combined fertilizer and weeding, the highest amount of proline and potassium of shoot was observed from the absence of application of fertilizer and weeding (8.3 mg/g FW and 2.96%, respectively) and the highest amount of seed potassium was observed from the application of combined fertilizer and interference (0.55 mg/kg). On the first planting date, the highest amount of shoot nitrogen was observed from the application of combined fertilizer and weeding (2.32%) and the highest amount of grain iron was observed from the pure or combined application of biological fertilizer and weeding (72.96 mg/kg); However, on the second planting date, the highest amount of aerial organ nitrogen was observed from the application of combined fertilizer and weeding (2.91%) and the highest amount of grain iron was observed from the application of biological fertilizer and weeding or interference (63.5 mg/kg).

Keywords: Antioxidant, Photosynthetic pigments, Osmotic regulation, Seed yield, Seed enrichment

Corresponding author, Email: ali_khorgamy@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-06-09]

[DOI: DOI: 10.22034/13.63.357]