اثر محلول‌پاشی روی و آهن در زمان‌های مختلف برعملکرد، اجزای آن و برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی دو رقم گندم دیم در منطقه گنبدکاووس

شهرنوش عجم[۱]، عباس بیابانی[۲*]، رحمت‌اله محمدی[۳]، علی راحمی کاریزکی[۴] و حجت قربانی واقعی[۵]

۱، ۲ و ۴) گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبدکاووس، گلستان، ایران.
۳) بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس، ایران.
۵) گروه منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گلستان، ایران.

نویسنده مسئول[*]:abs346@yahoo.com

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۵/۰۹ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۴**

چکیده

روی و آهن از عناصر ریزمغذی ضروری برای رشد گیاه و انسان است با توجه به کمبود این عناصر در گیاهان مهم همچون گندم ضرورت ایجاب می‌کند تا هرگونه راه‌کاری برای بهینه کردن تولید و کیفیت این محصول و رسیدن به خودکفایی، مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌منظور بررسی نقش عناصر روی و آهن در بهبود عملکرد گندم دیم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد اجرا گردید. عوامل آزمایشی شامل عناصر ریزمغذی (کلات‌آهن شش در هزار، کلات‌روی چهار در هزار و شاهد) به‌صورت محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف رشد (پنجه‌زنی، ساقه‌دهی و پر شدن دانه) و دو رقم گندم دیم (آسمان و پایا). در این بررسی صفات عملکرد و اجزاء عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت، شاخص سبزینگی، دمای کانوپی ، نشت الکترولیت‌ها از غشاء سلولی، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل و اندازه‌گیری مراحل فنولوژیکی بر مبنای زادوکس، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و محاسبه درجه روز- رشد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که دو رقم آسمان و پایا بر عملکرد دانه و شاخص برداشت و تعداد سنبلچه ، طول سنبله، طول پدانکل، ارتفاع، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی و درجه روز- رشد اختلاف معنی‌دار داشت. تیمار محلول‌پاشی (آهن، روی و شاهد) سبب افزایش معنی‌دار سنبله در مترمربع نسبت به شاهد شد، اما بر عملکرد دانه، شاخص برداشت و سایر صفات موثر نبود. اثر برهم‌کنش تیمارهای رقم در زمان محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، عملکرد زیستی و تعداد سنبله در مترمربع داشته و بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه در مرحله ساقه‌دهی رقم پایا با میانگین ۷۳۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در مجموع می‌توان چنین استنباط نمود که در شرایط تنش خشکی (بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر) کاربرد روی و آهن تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد دانه و سایر صفات نداشت و کمبود رطوبت باعث کاهش توسعه و نمو سلول‌ها در ارقام گندم دیم شده است.

واژه‌های کلیدی: شاخص برداشت، عناصر ریزمغذی و مراحل فنولوژی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum. L*) یکی از ضروری‌ترین مواد غذایی جهان است و برای افزایش عملکرد، مدیریت عناصر غذایی گیاه یکی از مهم‌ترین عوامل است. گندم‌های رشد کرده در خاک‌های فقیر از نظر روی و آهن، عملکرد دانه پایینی تولید کرده و محتوی روی و آهن اندکی دارند(Alloway, 2008). خاک‌های بسیاری از نواحی کشور آهکی بوده و دارای PH بالا و ماده آلی پایین می‌باشند و بروز کمبود روی و آهن در آن‌ها بسیار رایج است. این کمبود فراگیر روی و آهن در خاک‌های ایران باعث کاهش غلظت این عناصر در گیاهان زراعی شده است (Malakouti, 2007). تولید گندم در دیم‌زارهای گرمسیر کشور به دلیل حجم و پراکنش بارش، خشکی آخر فصل، گرما و بروز بیماری‌ها با محدودیت‌های فراوانی روبرو می‌باشد، بنابراین توسعه ارقام پرپتانسیل، دارای قابلیت بالا برای جذب ریزمغذی‌ها و متحمل به تنش‌ها امری ضروری است (Broadley *et al*., 2012). بیشتر ارقام گندم کشت شده دارای مقادیر کم آهن و روی هستند (Wang *et al*., 2011). Welch و همکاران (۲۰۰۲) و Cakmak (۲۰۰۸) پیشنهاد کردند که کمبود آهن در دانه گندم را می‌توان با اصلاح و انتخاب ارقامی که می‌توانند آهن بیشتری را از خاک جذب کرده و در دانه انباشته کنند، کاهش داد. عناصر میکرو نقش مهمی در ساختار آنزیمی و متابولیسم محصولات دارند (Bindraban *et al*., 2015). محلول‌پاشی عناصر در مقایسه با کاربرد خاکی آنها، مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را سریع‌تر فراهم می‌کند. علاوه بر این، کارایی محلول‌پاشی بالاتر و هزینه آن نسبت به کاربرد خاکی کمتر است (Yassen *et al*., 2010). این امر در مناطق خشک و نیمه‌خشک که فشار اسمزی جذب و فعالیت این عناصر را تحت تأثیر رفتار گیاه و زمان‌بندی محلول‌پاشی افزایش می‌دهد، اهمیت ویژه‌ای دارد (Shehata *et al*., 2010). آهن در زنجیره انتقال الکترون و سیتوکروم شرکت می‌کند (Rehman *et al*., 2018) و نقش اساسی در سنتز کلروفیل، نمو کلروپلاست، انتقال الکترون، فتوسنتز و متابولیسم گیاهان دارد(Ghasemian *et al*., 2010). بوربوری و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که کاربرد عنصر آهن به‌صورت محلول‌پاشی در مقایسه با شاهد موجب افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم پیشتاز گردید. روی نقش بسیار مهمی در سنتز پروتئین و کربوهیدرات‌ها، اعمال متابولیک سلول، محافظت غشاء در مقابل ROS و سایر فرآیندهای مرتبط با سازگاری گیاهان به تنش‌ها ایفا می‌کند (Marschner, 1995). نکوخو و همکاران (۱۴۰۰) نشان داده‌اند که با توجه به نقش عنصر روی در فیزیولوژی گیاهان به‌خصوص گیاه زراعی گندم به‌عنوان گیاهی حساس به کمبود روی می‌توان با مصرف ترکیبات حاوی روی به‌صورت محلول‌پاشی عملکرد این گیاه را افزایش داد. ابراهیمی و همکاران(۱۴۰۰) نیز عنوان کردند که بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه با کاربرد تیمار هم‌زمان روی و آهن در مراحل پرشدن دانه و ساقه‌دهی به‌دست آمده و سبب افزایش عملکرد دانه گندم دیم رقم آسمان در شرایط اقلیمی گنبدکاووس گردید. محققین با مطالعه اثر محلول‌پاشی عناصر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

کم‌مصرف بر صفات مورفولوژیکی و زراعی گندم رقم چمران نشان دادند که کاربرد مجزا و ترکیبی محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و منگنز در مراحل مختلف رشد گندم به‌طور متوسط موجب افزایش ۵۰، ۱۷ و ۳۲ درصد به ترتیب در طول پدانکل، طول سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم رقم چمران در منطقه رامهرمز شده است (Pourjamshid, 2021; Pourjamshid *et al*, 2020). اما در بررسی پاسخ زراعی و اقتصادی گندم نان به محلول‌پاشی روی مشخص شد کاربرد روی باعث افزایش اندک عملکرد دانه گردید، با این حال، این افزایش عملکرد برای جبران هزینه‌های اضافی تولید کافی نبوده و تجزیه و تحلیل اقتصادی نشان داد که بعید است کشاورزان انگیزه‌ای برای محلول‌پاشی روی داشته باشند (Keshavarzafshar *et al*., 2020). عملکرد دانه به آهن و روی قابل دسترس در خاک بستگی دارد. استفاده از آهن و روی در خاک‌هایی که به ترتیب دارای آهن و روی قابل دسترس بیش از چهار و هفت دهم و هشت دهم۰میلی‌گرم در کیلوگرم بود، تأثیری نداشت. حداکثر افزایش عملکرد دانه با کاربرد آهن در خاک‌های حاوی دو میلی‌گرم در کیلوگرم آهن قابل دسترس ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و با کاربرد روی، عملکرد دانه در خاک‌هایی که حاوی نیم میلی‌گرم در کیلوگرم بودند به ۱۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم افزایش یافت. بنابراین سطوح بحرانی آهن و روی در خاک به ترتیب چهار و هفت دهم و هشت دهم۰میلی‌گرم در کیلوگرم بر یک تعیین شد (Seilsepour, 2007). بررسی کاربرد تیمارهای عناصر ریزمغذی نشان داد که محلول‌پاشی این عناصر باعث بهبود معنی‌دار ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه‌ها، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، تعداد پنجه در مترمربع، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت گندم شد(Zain *et al*., 2015). روش مصرف روی (پرایمینگ، محلول‌پاشی، کاربرد خاکی و شاهد) تحت تنش خشکی نیز بر صفات ماده خشک کل، شاخص برداشت، عملکرد، وزن سنبله، طول پدانکل، دمای کانوپی، کلروفیل و روی دانه معنی‌دار بود و کاربرد خاکی روی در اراضی دیم توصیه شد (Abbasi *et al*., 2016). مطالعه‌ی روش‌های کوددهی روی بر جذب و جابجایی روی در گندم نشان داد مقدار جذب روی در مراحل مختلف رشد گیاه متفاوت است، به‌طوری که بیشترین جذب در اوایل رشد صورت گرفته و به مرور زمان از مقدار آن کاسته شد (Zhao *et al*., 2011). طی بررسی یگانه‌پور و همکاران (۱۳۹۲) نیز بهترین و مناسب‌ترین زمان محلول‌پاشی آهن در شرایط اقلیمی کرمانشاه را زمان پنجه‌زنی گندم دیم دانستند. بنابراین مرحله بحرانی برای محلول‌پاشی مواد مغذی مورد استفاده مرحله پنجه‌زنی است (Dilan *et al*., 2020). غریب عشقی و همکاران (۱۳۸۹) طی آزمایشی بر ژنوتیپ‌های گندم نشان دادند که ژنوتیپ‌های متحمل‌تر (به شرایط تنش) گندم دارای غشاء سیتوپلاسمی پایدارتر و غلظت کلروفیل بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس‌تر بود. Baloch و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی خود اعلام کردند اختلاف طول دوره رویش در ارقام بیشتر جنبه ژنتیکی دارد. ژنوتیپ‌هایی که از طول دوره رشد بالاتری برخوردار باشند، می‌توانند مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی را به مخازن انتقال داده و نهایتاً عملکرد بالایی داشته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

باشند (سمنانی نژاد و همکاران، ۱۴۰۳). نتایج حاصل از تأثیر محلول‌پاشی روی بر صفات زراعی و پارامترهای کیفی دانه گندم کشت شده در خاک‌های قلیایی با کمبود روی نشان داد که محلول‌پاشی در مراحل آبستنی و شیری باعث افزایش معنی‌دار صفات زراعی و محتوای روی دانه گندم شده است (Esfandiari *et al*., 2016). در پژوهشی به‌منظور اثر محلول‌پاشی روی بر رشد و عملکرد گندم نتیجه گرفتند که محلول‌پاشی روی اثر مثبتی بر رشد و نمو گیاه دارد و به افزایش عملکرد محصول کمک می‌کند. اما مشخص شد که محلول‌پاشی روی باید به‌صورت دو مرحله‌ای در فواصل ۱۵ روزه در مراحل حیاتی محصول که به جذب حداکثری موادمغذی کمک کند انجام شود و در نهایت بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد از آنجایی که کودهای روی مانند سولفات روی یک کود ارزان قیمت و به راحتی در دسترس است، می‌تواند در بین کشاورزان مقبولیت بیشتری پیدا کند (Ankusha, 2022). Marlain و همکاران (۲۰۱۷) در آزمایشی تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی سه رقم گندم نشان دادند که کاربرد محلول‌پاشی آهن و روی باعث افزایش عملکرد گندم بیش از ۱۲ درصد شد. آرزمجو و همکاران (۱۳۹۶) طی واکنش چند رقم گندم نان به محلول‌پاشی فرم‌های مختلف روی و آهن در دو منطقه با خاک متفاوت اظهار داشتند که محلول‌پاشی روی و آهن منجر به بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد دانه شده و محلول‌پاشی سولفات روی و آهن در هر دو منطقه با PH و شوری بالا نتیجه بهتری در مقایسه با فرم کلات‌روی و آهن داشته است. درنهایت کشت ارقام جدید و محلول‌پاشی فرم‌های سولفاته‌روی و آهن برای تولید گندم توصیه گردید. گزارشی از جعفرنژادی و همکاران (۱۴۰۰) با ارزیابی اثر عناصر کم مصرف آهن و روی بر عملکرد گندم تحت تنش شوری در اقلیم خوزستان حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار ناشی از کاربرد مقادیر مختلف آهن بر عملکرد دانه گندم در شرایط شور بود اما کاربرد روی بر عملکرد دانه گندم تفاوت معنی‌دار داشت. همچنین کمائی و همکاران (۱۳۹۹) استفاده از عناصر ریزمغذی به‌ویژه محلول‌پاشی روی در گندم، اثر ناشی از تنش گرمای انتهای فصل را کاهش داد و موجب بهبود صفات فیزیولوژیک، زراعی و محتوای پروتئین دانه گندم نان در منطقه رامهرمز شد. کدخدایی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی مطالعه اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم اعلام کرد کاربرد سولفات‌روی در خاک بر عملکرد دانه و غلظت روی دانه معنی‌دار بود. در مطالعه‌ای اثر برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد در آبیاری معمولی مشاهده شد که با محلول‌پاشی شش صدم۰درصد روی مشابه با حذف آبیاری در مرحله گلدهی و ظهور سنبله حاصل شد,(Sultana *et al*. 2016). هدف از مطالعه‌ی محلول‌پاشی آهن و روی در ارقام گندم آسمان و پایا در شرایط دیم، برای بالا بردن تحمل گیاهان زراعی به شرایط نامساعد محیطی رشد، بالا بـردن عملکـرد و اجـزای آن استفاده شد، اخیراً ارقام دیم گندم آسمان و پایا به علت عملکرد بیشتر و مقاومت به بیماری‌ها و کیفیت خوب نانوائی جایگزین رقم‌های دیگر در استان گلستان شده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

است، ولی از خصوصیات زراعی این ارقام از جمله واکنش آن نسبت به کودهای ریزمغذی نظیر روی و آهن در دانه اطلاعات خاصی وجود ندارد. لذا در این تحقیق اثر مصرف کود روی و آهن و زمان محلول‌پاشی مناسب در شرایط آب و هوایی گنبدکاووس بر عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گندم ارقام آسمان و پایا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس (استان گلستان) در سال زراعی ۰۲- ۱۴۰۱ به‌صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ویژگی منطقه مورد مطالعه ارتفاع از سطح دریا ۴۵ متر و طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ´۱۲ و ºº۵۵ درجه شرقی و´۱۶ و ºº۳۷ درجه شمالی و بر اساس آمار هواشناسی گنبدکاووس، متوسط بارش بلندمدت حدود ۴۵۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت ۱۸/۷۳ درجه سانتی‌گراد است (جدول ۱). عامل اول محلول‌پاشی عناصر در سه سطح شامل عدم مصرف ریزمغذی (آب خالص)، محلول‌پاشی چهار در هزار کلات روی و شش در هزار کلات آهن و عامل دوم زمان‌های محلول‌پاشی در سه سطح شامل محلول‌پاشی در مرحله پنجه‌دهی، ساقه‌رفتن و پرشدن دانه و عامل سوم ارقام گندم آسمان و پایا است و در کل تعداد ۱۸ تیمار در هر تکرار کشت شد. رقم آسمان به مدت چهار سال در ایستگاه گچساران ایجاد شده و پس از شش سال بررسی در نسل‌های در حال تفرق صفات و رسیدن به خلوص ژنتیکی ارزیابی گردید. این رقم زودرس و مناسب برای کشت تحت خشکی و گرمای شدید انتهای فصل بوده (اراضی و مناطق کم بازده)، ارتفاع بوته مناسب (امتیاز ویژه در انتقال مجدد مواد ذخیره ای در ساقه) و وزن هزار دانه بالا در شرایط سخت تنش خشکی و گرما و کیفیت بالای دانه از ویژگی بارز این رقم است که معرفی آن برای کشت در دیم‌زارهای گرمسیری کم بازده را موجه می‌سازد. رقم گندم پایا طی هشت سال در ایستگاه‌های گرمسیر و نیمه گرمسیر دیم کشور مورد ارزیابی قرار گرفت و از ویژگی‌های برجسته این رقم زودرسی، تحمل به خشکی، بیماری زنگ زرد، سیاهک پنهان معمولی، مقاومت به ورس، ارتفاع مناسب بوته، وزن هزار دانه بالا برای کاشت در دیم‌زارهای گرمسیر و نیمه گرمسیر کشور اشاره نمود. کیفیت نانوایی بسیار رضایت بخش این رقم، امکان تامین نان با کیفیت بالا را میسر می سازد. عملکرد پایدار و اقتصادی همراه با ویژگی‌های زراعی مطلوب آن را برای کشت در اراضی دیم استان سازگار نموده است. قبل از کاشت، ابتدا نمونه‌گیری خاک در عمق های ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متر ی برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۲). هر کرت شامل شش خط کاشت به طول چهار متر و فاصله خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت به‌صورت دستی صورت گرفت. در طول دوره رشد عملیات زراعی مانند کود دهی و مبارزه با علف های هرز و آفات بر حسب ضرورت صورت گرفت. تراکم کاشت ۳۰۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

جدول۱: آمار هواشناسی آمبروترمیک بلند مدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گنبدکاووس (۱۳۷۱-۱۴۰۰)

	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	میانگین ۳۰ساله
میانگین میزان بارندگی (میلی‌متر)	۵۱/۹	۳۹/۰	۱۴/۵	۲۰/۴	۲۵/۰	۱۷/۴	۳۳/۴	۴۱/۲	۴۸/۰	۳۹/۳	۶۳/۴	۶۰/۸	۴۵۴/۱
میانگین دما هوا (درجه سانتی‌گراد)	۱۴/۹	۲۰/۳	۲۶/۴	۲۹/۳	۳۰/۰	۲۷/۵	۲۱/۸	۱۵/۸	۱۰/۷	۸/۸	۸/۶	۱۰/۸	۱۸/۷۳

جدول۲: خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش (عمق صفر تا ۶۰ سانتی‌متر)

نسبت جذب سدیم	سدیم	منیزیوم	کلسیم	مس	روی	منگنز	آهن	کلاس بافت خاک	درصد ماسه	درصد لای	درصد رس	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	درصد ازت کل	درصد کربن آلی	درصد مواد خنثی	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	عمق خاک
سانتی متر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر		درصد	درصد	درصد	میلی‌اکی‌والان درلیتر	میلی‌اکی‌والان درلیتر	درصد	درصد	درصد		دسی‌زیمنس بر متر	سانتی متر
۸/۵۸	۲۳/۵	۱۰	۵	۱/۶۳	۰/۶۸	۲/۵۲	۰/۹۷	سیلت رس شن	۱۰	۵۲	۳۸	۴۳۳	۱۱/۱	۰/۱۲	۱/۱۹	۱۰/۸	۷/۸۲	۲/۶	۰-۳۰
۸/۲۵	۱۷/۵	۴/۵	۴/۵	۱/۵۹	.۰/۴۷	۱/۹۶	۰/۷۴	سیلت رس‌شن	۱۱	۵۲	۳۷	۳۲۰	۶/۹	۰/۱۱	۱/۰۵	۱۱/۸	۸۲/۷	۱/۹	۳۰-۶۰

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

کشت به‌صورت دیم در ۲۱ آذرماه به محض حادث شدن اولین بارندگی موثر و پس از گاورو شدن زمین انجام شد، همچنین عملیات آماده سازی بستر بذر با دو بار دیسک اجرا گردید. صفات زراعی و مورفوفیزیولوژیکی با اندازه‌گیری مراحل فنولوژیک بر مبنای زادوکس، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد پنجه بارور و غیربارور، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، اجزای عملکرد و عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و محاسبه درجه روز- رشد برای مراحل مختلف نموی انجام شد و همچنین. عدد کلروفیل متر برگ به روش غیر تخریبی (SPAD) و دمای تاج پوششی اندازه‌گیری گردید. برای تعیین شاخص پایداری غشاء سلولی، ۲۰۰ میلی گرم از برگ نمونه‌گیری شده بعد از یک هفته از آخرین محلول‌پاشی (سوم اردیبهشت ۱۳۳ روز بعد از کاشت) را وزن کرده و درون دو لوله آزمایشی حاوی ۱۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده قرار گرفت سپس یکی از دو نمونه در دستگاه بن ماری در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده و به کمک دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. نمونه دیگر نیز در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده و پس از سرد شدن هدایت الکتریکی آن اندازه‌گیری شد. شاخص پایداری غشاء از رابطه ۱ به‌دست آمد (Agrawal *et al*., 2005).

رابطه ۱: شاخص پایداری غشاء = (هدایت الکتریکی آب ۴۰ درجه/هدایت الکتریکی آب ۱۰۰ درجه)*100

مراحل فنولوژیک بر مبنای زادوکس با ۱۰نمونه مشخص (بوته) در هر کرت به‌صورت غیرتخریبی که با روبان رنگی علامت‌گذاری شد، به فاصله هر پنج تا هفت روز، بر مبنای تقسیم‌بندی زادوکس انجام شد. تعداد روز تا ظهور سنبله که تعداد روز از زمان کاشت تا ظهور۵۰ درصد سنبله از بوته‌های هر واحد آزمایشی به عنوان تعداد روز تا سنبله‌دهی در نظر گرفته شد. تعداد روز تا رسیدگی زمانی که دانه‌ها از لحاظ فیزیولوژیکی به‌طور کامل رسیدند (سخت شدن بذر) تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی به عنوان تعداد روز تا رسیدگی در نظر گرفته شد (Zadoks *et al*., 1974). جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته در هر کرت آزمایشی در زمان رسیدگی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع آن‌ها از سطح خاک تا نوک سنبله اصلی و بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها به‌عنوان ارتفاع بوته در نظر گرفته شدو همچنین طول سنبله در زمان برداشت ۱۰ بوته، از هر کرت از محل گره گردن سنبله تا انتهای سنبلچه اندازه‌گیری شد. طول پدانکل نیز در زمان برداشت از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب کرده و با خط‌کش اندازه‌گیری شده است. برای تعیین عملکرد دانه نمونه‌گیری به‌طور مستقل انجام شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و عملکرد زیستی، در زمان رسیدگی کامل، دو مترمربع از هر کرت برداشت شد (زمان برداشت ۳۱ اردیبهشت ماه ۱۶۱ روز بعد از کاشت بذر) و توزین گردید. سپس به وسیله خرمنکوب دانه‌ها از کاه جدا گردید. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد بدست آمد، همچنین اجزای عملکرد نیز، در زمان برداشت نهایی روی ۱۰ بوته از هر کرت اندازه‌گیری شد. درجه روز- رشد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

دماهای لازم برای مراحل مختلف نموی از رابطه ۲ برای مراحل مختلف رشد گندم محاسبه شد:

رابطه ۲: $GDD = \sum[(Tmax + Tmin)/2 - Tb]$

Tmaxحداکثر و Tmin حداقل دمای روزانه و Tb دمای پایه برای نمو گیاه که در این آزمایش صفر در نظر گرفته می‌شود وGDD۱ درجه روز- رشد است (سلطانی،۱۳۹۲). برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ به روش غیر تخریبی میزان کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل‌متر به روش غیر تخریبی استفاده شد و دمای تاج پوشش گیاهی، در زمان پر شدن دانه (۱۰ اردیبهشت) در مرحله خمیری از دو ردیف دو متری به وسیله دماسنج مادون قرمز اندازه‌گیری صورت می‌گیرد (Reynolds *et al*, 2012). در پایان آزمایشات، پس از اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و مقایسات میانگین در صورت معنی‌دار بودن مقادیر F با آزمون LSD و در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مطابق جدول تجزیه داده‌ها اثر تیمار ارقام آسمان و پایا بر عملکرد دانه، شاخص برداشت، ارتفاع، طول سنبله و صفات فنولوژی در سطح یک درصد، طول پدانکل و تعداد سنبلچه در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت. اما بر عملکرد بیولوژیک، اجزاء عملکرد دانه، شاخص سبزینگی، دمای کانوپی و نشت الکترولیت‌ها از غشاء اختلاف معنی‌دار ملاحظه نشد همچنین اثرهای تیمار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی، آهن و آب (بعنوان شاهد)، بجز تعداد سنبله در مترمربع با سایر صفات اختلاف معنی‌دار نداشت. اثر زمان محلول‌پاشی بر روی تمامی صفات تفاوت معنی‌داری نداشت. اثرهای برهم‌کنش تیمار رقم در زمان محلول‌پاشی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد سنبله در مترمربع معنی‌دار بود و به سایر صفات معنی‌دار نشد. اثرهای برهم‌کنش تیمار رقم در محلول‌پاشی و محلول‌پاشی در زمان محلول‌پاشی بر صفات و همچنین اثرهای برهم‌کنش رقم در محلول‌پاشی در زمان محلول‌پاشی بر صفات مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود (جدول‌های ۳ و ۴).

عملکرد دانه

مطابق جدول تجزیه داده‌ها عملکرد دانه و شاخص برداشت در بین ارقام تفاوت معنی‌دار داشت اما اجزاء عملکرد شامل تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بین ارقام آسمان و پایا اختلافی مشاهده نشد. اثر برهم‌کنش رقم در زمان محلول‌پاشی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳).

1- Growing Degree Days

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط محلول‌پاشی ارقام گندم دیم در زمان‌های مختلف

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	دانه در سنبله	سنبله در مترمربع	تعداد سنبلچه	درجه آزادی df	منابع تغییر sov
۴۶/۹۹^{ns}	۲۹۵۹۴۹۰/۷۴**	۵۵۱۳۴/۵۷**	۲۹/۶۶**	۰/۶۸^{ns}	۲۵۰/۴۶^{ns}	۰/۶۹^{ns}	۲	تکرار
۴۳۸/۶۱**	۱۶۷۱۲۹۶/۲۹^{ns}	۴۷۳۴۸/۱۷**	۰/۳۳^{ns}	۳/۹۴^{ns}	۷۷۸/۲۴^{ns}	۹/۳۷*	۱	ارقام
۳/۱۲۷^{ns}	۷۷۵۴۶/۲۹^{ns}	۴۱۲۷/۴۶^{ns}	۰/۲^{ns}	۱/۸۶^{ns}	۳۵۱۲/۹۶*	۰/۳۶^{ns}	۲	محلول‌پاشی
۵۴/۵۶^{ns}	۲۵۱۱۵۷/۴^{ns}	۶۱۰۱/۷۹^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۱۲۶۹/۹^{ns}	۱/۲^{ns}	۲	زمان محلول‌پاشی
۵۷/۲۱^{ns}	۸۴۸۳۷۹/۶۳^{ns}	۷۶۱۴/۳۹^{ns}	۰/۴۹^{ns}	۴۳/۲۹^{ns}	۷۴۶/۲۹^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۲	رقم*محلول پاشی
۱۲۲/۵۸^{ns}	۲۰۹۸۳۷۹/۶۳*	۴۱۹۵۲/۳۹**	۰/۹۳^{ns}	۵۴/۷^{ns}	۷۰۷۲/۶۸**	۲/۶۲^{ns}	۲	رقم*زمان محلول‌پاشی
۱۶/۶^{ns}	۱۲۰۹۴۹/۰۷^{ns}	۵۲۹۳/۳^{ns}	۲/۹۱^{ns}	۱۶/۷۵^{ns}	۱۱۷۰/۶^{ns}	۱/۴۶^{ns}	۴	محلول‌پاشی*زمان محلول پاشی
۳۴/۱۲^{ns}	۱۷۶۵۰۴/۶۳^{ns}	۱۲۲۱۴/۱^{ns}	۲/۹^{ns}	۶/۷۷^{ns}	۳۶۹/۹۹^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۴	رقم*محلول‌پاشی*زمان محلول‌پاشی
۵۴/۰۶	۴۴۳۵۵۹/۳۷	۶۳۰۸/۰۴	۱/۴۱۸	۱۶/۳۹	۱۰۳۷/۷۱	۲/۰۰۷	۳۴	خطا
۲۷/۵۵	۲۵/۶۸	۱۲/۲۹	۳/۹۱	۲۰/۴۹	۱۰/۶۵	۱۲/۶۱	۰	ضریب تغییرات (درصد) cv

ns *و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیرمعنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد و تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۴: نتایج تجزیه واریانس صفات زراعی و مورفوفیزیولوژیکی در شرایط محلول‌پاشی ارقام گندم دیم در زمان‌های مختلف

نشت الکترولیت‌ها از غشاء سلولی	دمای کانوپی	شاخص سبزینگی	روز تا رسیدگی	روز تا ظهور سنبله	درجه روز رشد رسیدگی فیزیولوژیک	درجه روز رشد ظهور خوشه	طول سنبله	طول پدانکل	ارتفاع	درجه آزادی df	منابع تغییر sov
۳۴۸/۲۸^{ns}	۸۷/۹۳**	۳۸۳/۱۵**	۲۰/۶۶**	۵/۵۷**	۹۹۹۶/۶۸**	۱۸۴۰/۵**	۰/۰۲۷^{ns}	۱۵/۶۸*	۹۸/۴۱*	۲	تکرار
۱۱۳/۰۳^{ns}	۸/۵۶^{ns}	۱۵۹/۹۶^{ns}	۲۷۵/۶۲**	۸۸/۱۶**	۱۳۰۳۴۰/۹۰**	۲۵۳۰۶/۶۸**	۱۱/۰۲**	۳۶/۶۷*	۳۶۵/۰۴**	۱	ارقام
۷/۴۱^{ns}	۷/۵۱۳^{ns}	۱۴۱/۲۹^{ns}	۰/۷۲^{ns}	۰/۱۲۹^{ns}	۲۷۶/۹۰^{ns}	۵۸/۵^{ns}	۰/۴۸^{ns}	۰/۱۷۱۲^{ns}	۱۶/۳۵^{ns}	۲	محلول‌پاشی
۲۹۳/۲۲^{ns}	۷/۰۹^{ns}	۱۰۵/۱۸^{ns}	۳/۱۶^{ns}	۰/۹۰^{ns}	۱۷۸۴/۹^{ns}	۲۶۸/۶۶^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۱/۸۶^{ns}	۱۱/۸^{ns}	۲	زمان محلول‌پاشی
۸۲/۰۷^{ns}	۰/۶۴^{ns}	۱۷۰۷۷^{ns}	۱/۲۴^{ns}	۰/۳۸^{ns}	۴۸۸/۴۶^{ns}	۱۲۳/۰۱^{ns}	۱/۱۳^{ns}	۶/۸۳^{ns}	۴۳/۵۳^{ns}	۲	رقم*محلول‌پاشی
۴۵/۳۶^{ns}	۱/۴۴^{ns}	۱۵۰/۹۳^{ns}	۲/۳۵^{ns}	۰/۵^{ns}	۱۳۶۶/۵۱^{ns}	۱۷۴/۲۹^{ns}	۱/۰۲^{ns}	۶/۴۴^{ns}	۵۷/۲^{ns}	۲	رقم*زمان محلول‌پاشی
۹۵/۷^{ns}	۵/۱۹^{ns}	۱۱۰/۰۶^{ns}	۱/۹۷^{ns}	۰/۶۰^{ns}	۹۰۸/۷۶^{ns}	۱۸۴/۹۱۶^{ns}	۱/۰۴^{ns}	۴/۳۱^{ns}	۲۰/۲^{ns}	۴	محلول‌پاشی*زمان محلول‌پاشی
۱۴۰/۸۳^{ns}	۱۰/۳۲^{ns}	۱۰۲۱^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۰/۳۰^{ns}	۶۳۰/۳۲^{ns}	۱۱۶/۵۴^{ns}	۰/۴۷^{ns}	۲/۲۸^{ns}	۲۶/۳۵^{ns}	۴	رقم*محلول‌پاشی*زمان محلول‌پاشی
۱۱۳/۵۳	۱۳۲۷۱	۵۶/۸	۱۱۶/۶۶	۳۲/۸۵	۵۶۶۰۳/۲۹	۱۰۲۵۰/۳۳	۰/۵۶۲	۴/۹۷	۳۰/۴۳	۳۴	خطا
۳۱/۸	۷/۲	۲۷/۶۵	۱/۳۶	۰/۸۶	۲/۴۷	۱/۴۲	۹/۸۴	۱۲/۵۵	۹/۵	۰	ضریب تغییرات (درصد) cv

ns، * و ** به ترتیب بیانگر تفاوت غیر معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد و تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

مقایسه میانگین عملکرد دانه در اثر تیمار ارقام گندم مورد مطالعه نشان داد که عملکرد گندم رقم پایا با میانگین ۶۷۵ کیلوگرم در هکتار بیشتر از گندم رقم آسمان با میانگین ۶۱۶ کیلوگرم در هکتار معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارهای محلول‌پاشی با روی چهار در هزار و آهن شش در هزار بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد نشان داد محلول‌پاشی سبب افزایش عملکرد نشد و بجز تعداد سنبله در مترمربع به سایر اجزا عملکرد موثر نبود و نشان از افزایش تعداد سنبله در مترمربع با محلول‌پاشی روی داشت (جدول ۵).

جدول۵: مقایسه میانگین تیمارهای مورد مطالعه بر عملکرد و اجزای عملکرد

تیمار ارقام a	تعداد سنبلچه	سنبله در مترمربع	دانه در سنبله	وزن هزار دانه گرم	عملکرد دانه کیلوگرم بر هکتار	عملکرد بیولوژیک کیلوگرم بر هکتار	شاخص برداشت درصد
آسمان	۱۰/۸۱ b	۳۰۶/۱۱ a	۲۰/۰۳ a	۳۰/۳۵ a	۶۱۶/۳ b	۲۷۶۸/۵ a	۲۳/۸۳b
پایا	۱۱/۶۴ a	۲۹۸/۵۲ a	۱۹/۴۹ a	۳۰/۵۱ a	۶۷۵/۵۲ a	۲۴۱۶/۷ a	۲۹/۵۳a
تیمار محلول‌پاشی b							
شاهد	۱۱/۳۹ a	۲۹۷/۵ ab	۱۹/۸۵ a	۳۰/۵۱ a	۶۲۹ a	۲۵۶۹/۴۴ a	۲۶/۶۷ a
آهن Fe	۱۱/۱۱ a	۲۹۱/۳۹ b	۱۹/۴ a	۳۰/۴۷ a	۶۵۰/۵ a	۲۵۴۱/۶۷ a	۲۷/۱۱ a
روی Zn	۱۱/۱۹ a	۳۱۸/۰۶ a	۲۰/۰۲ a	۳۰/۳۱ a	۶۵۸/۲۲ a	۲۶۶۶/۶۷ a	۲۶/۲۸ a
زمان محلول‌پاشی c							
پنجه‌زنی	۱۱/۱۱ a	۳۰۹/۴۴ a	۱۹/۶۳ a	۳۰/۳ a	۶۶۵/۰۶ a	۲۴۷۲/۲ a	۲۸/۶۹ a
ساقه‌دهی	۱۱/۵۲ a	۲۹۳/۰۶ a	۱۹/۹۶ a	۳۰/۴۵ a	۶۴۴/۳۳ a	۲۵۹۷/۲ a	۲۵/۷۷ a
پرشدن‌دانه	۱۱/۰۵ a	۳۰۴/۴۴ a	۱۹/۶۷ a	۳۰/۵۴ a	۶۲۸/۳۳ a	۲۷۰۸/۳ a	۲۵/۵۸ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

اثر برهم‌کنش رقم در محلول‌پاشی بر صفات مورد نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار نداشت. اثر برهم‌کنش رقم در زمان محلول‌پاشی بر عملکرد دانه عملکرد زیستی تعداد سنبله در مترمربع اختلاف معنی‌دار ملاحظه گردید و برهمکش رقم× محلول‌پاشی× زمان محلول‌پاشی بر عملکرد دانه اجزاء عملکرد تفاوت معنی‌دار ملاحظه نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارهای رقم در زمان محلول‌پاشی بر عملکرد دانه نشان داد بالاترین میزان عملکرد دانه مربوط به رقم پایا با محلول‌پاشی در زمان ساقه دهی با میانگین ۷۲۹/۴ کیلوگرم در هکتار بود(جدول ۶). پس می‌توان عنوان کرد محلول‌پاشی روی موجب افزایش تعداد سنبله بارور در متر مربع شد اما این صفت تحت اثر خشکسالی (کاهش میزان و پراکش بارندگی) قرار گرفت و بین تعداد سنبله بارور با عملکرد دانه اثرمثبت و معنی‌داری مشاهده نگردید. عدم تاثیر محلول‌پاشی بر عملکرد دانه و سایر اجزاء عملکرد دانه (وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعدادسنبلچه) نیز ملاحظه شد. به نظر می‌رسد استفاده از محلول‌پاشی روی و آهن می‌تواند به‌عنوان راه‌کار کوتاه مدت برای کاهش مشکلات تغذیه‌ای ناشی از کمبود این عناصر و بهبود شاخص‌های امنیت غذایی مورد کاربرد قرار گیرد و برای راه‌کار بلند مدت و افزایش عملکرد با مصرف خاکی روی و آهن برای سال‌های متعدد استفاده شود زیرا همانند یک کود شروع کننده عمل کرده و با کمک به تولید

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

گیاهچه‌های قوی‌تر سبب افزایش تحمل در تنش‌های محیطی، افزایش توان رقابت با علف‌هرز و در نهایت بهبود عملکرد گردد. Ankusha و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی خود اعلام کردند که محلول‌پاشی روی باید به‌صورت دو مرحله‌ای در فواصل ۱۵ روزه در مراحل حیاتی محصول که به جذب حداکثری موادمغذی کمک می‌کند انجام شود و در نهایت بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. Keshavarzafshar و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند کاربرد روی باعث افزایش اندک عملکرد دانه شده که این افزایش عملکرد برای جبران هزینه‌های تولید اضافی مرتبط با مصرف روی کافی نبوده است. Esfandiari و همکاران (۲۰۱۶) نتایج مشابهی اعلام کردند که محلول‌پاشی سولفات‌روی در مراحل مختلف رشد بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت اثر معنی‌دار نداشت. همچنین گزارشی از جعفرنژادی و همکاران (1400) حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار ناشی از کاربرد مقادیر مختلف آهن بر عملکرد دانه گندم در شرایط شور بود.

جدول۶: نتایج مقایسه میانگین اثرهای برهم‌کنش رقم در زمان محلول‌پاشی بر روی صفات مورد مطالعه در گندم

رقم	زمان محلول‌پاشی	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم بر هکتار)	سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	شاخص سبزینگی
آسمان	پنجه زنی	۶۵۸/۶ b	۲۴۷۲/۲۲ c	۲۹۰ ab	۲۰/۲۸ a	۲۳/۵۳ b
آسمان	ساقه دهی	۵۵۹/۲ d	۲۵۵۵/۵۵ b	۳۰۵/۵۵ ab	۱۸/۳۳ a	۳۱/۴۷ a
آسمان	پرشدن دانه	۶۳ c	۳۲۷۷/۷۷ a	۳۲۲/۲۲ a	۲۱/۴۶ a	۲۱/۵۷ b
پایا	پنجه زنی	۶۷۱/۴ b	۲۴۷۲/۲۲ c	۳۲۸/۳۳ a	۱۸/۹۷ a	۳۰/۰۸ a
پایا	ساقه دهی	۷۲۹/۴ a	۲۶۳۸/۸۸ a	۲۸۰ c	۲۱/۶ a	۲۸/۲۳ ab
پایا	پرشدن دانه	۶۲۵/۶ c	۲۱۳۸/۸۸ c	۲۸۶ c	۱۷/۸۸ b	۲۸/۵۸ ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری نشان نمی دهد.

میزان تولید در دیمزارها در درجه اول به وجود شرایط مساعد محیطی به خصوص بارندگی بستگی دارد و دوم تغذیه گندم که در دیمزارها نسبت به اراضی آبی از پیچیدگی بیشتری برخوردار است؛ زیرا که در چنین شرایطی، مدیریت عناصر غذایی باید بر اساس رژیم رطوبتی مورد انتظار در منطقه تنظیم شود که مطابق جدول ۷ این شرایط فراهم نشد. پیشنهاد می شود محلول‌پاشی روی به همراه مصرف خاکی به عنوان راه‌کار بلند مدت جهت افزایش عملکرد برای سال‌های متعدد استفاده شود.

صفات فنولوژیک

مطابق تجزیه داده‌ها صفت روز تا ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک و محاسبه درجه روز رشد گیاه در دو رقم گندم معنی‌دار بود (جدول ۴). رقم پایا طول دوره رشد (روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدگی) و درجه روز-رشد (ظهور سنبله و رسیدگی) بیشتری نسبت به رقم آسمان داشت در نتیجه نظر به اینکه ۸۰ تا ۹۰ درصد کربوهیدرات‌ها برای رشد دانه، از فتوسنتز بعد از گرده‌افشانی به‌دست می‌آید ژنوتیپ‌هایی که از طول دوره رشد بالاتری برخوردار باشند، می‌توانند مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی را به مخازن انتقال داده و نهایتاً عملکرد بالایی داشته‌باشند (سمنانی‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۳). Baloch و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی خود اعلام کردند اختلاف طول دوره رویش در ارقام بیشتر جنبه ژنتیکی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

دارد. مراحل فنولوژیک در واکنش به اثر ساده محلول‌پاشی و زمان محلول‌پاشی و نیز اثر برهم‌کنش تیمارهای مورد مطالعه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۸). پیشنهاد می شود محلول‌پاشی روی به‌صورت دو مرحله‌ای در فواصل ۱۵ روزه در مراحل حیاتی محصول که به جذب حداکثری موادمغذی کمک کند انجام شود و از آنجایی که کودهای سولفات روی و آهن یک کود ارزان قیمت و به راحتی در دسترس است، می‌تواند در بین کشاورزان مقبولیت بیشتری پیدا کند.

جدول ۷: آمار هواشناسی آمبروتیک کوتاه مدت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک گنبدکاووس ۱۴۰۲-۱۴۰۱

تعداد روزهای همراه با					رطوبت نسبی هوا (درصد)				دمای هوا (درجه سانتیگراد)			
یخبندان (روز)	بارندگی (روز)	مجموع تبخیر (میلی‌متر)	مجموع بارندگی (میلی‌متر)	میانگین	میانگین حداکثر	میانگین حداقل	یخبندان (روز)	بارندگی (روز)	میانگین حداقل	ماه	میانگین
۰	۶	۱۲۹/۸	۱۲/۳	۶۰	۸۳	۳۶	۲۴/۷	۳۱/۵	۱۸	مهر	۱۴۰۱
۰	۷	۶۶/۹	۴۲/۵	۶۷	۹۱	۴۴	۱۶/۲	۲۲/۵	۹/۹	آبان	۱۴۰۱
۰	۶	۵۰/۱	۲۷/۲	۷۲	۹۰	۵۵	۱۱/۶	۱۶/۶	۶/۵	آذر	۱۴۰۱
۱۰	۶	۳۰/۴	۸	۶۳	۸۶	۴۰	۷/۴	۱۳/۹	۰/۹	دی	۱۴۰۱
۱۰	۸	۳۳/۷	۱۹/۷	۶۵	۸۶	۴۳	۷/۶	۱۳/۹	۱/۴	بهمن	۱۴۰۱
۱	۱۱	۸۰/۴	۹/۳	۶۴	۸۹	۳۸	۱۴/۹	۲۲/۵	۷/۳	اسفند	۱۴۰۱
۰	۵	۱۲۲/۵	۲۶/۶	۶۴/۶	۸۸/۸	۴۰/۴	۱۶/۹	۲۴/۳	۹/۵	فروردین	۱۴۰۲
۰	۱۱	۱۶۴/۵	۳۳/۵	۶۴	۸۹	۳۸	۲۱/۶	۲۸/۹	۱۴/۴	اردیبهشت	۱۴۰۲
۰	۵	۲۵۳/۵	۳۸/۶	۵۷	۸۱	۳۳	۲۸/۴	۳۵/۵	۲۱/۴	خرداد	۱۴۰۲

جدول۸: مقایسه میانگین تیمارهای مورد مطالعه بر صفات زراعی و مورفوفیزیولوژی

تیمار ارقام a	ارتفاع (سانتی متر)	طول پدانکل (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	درجه روز رشد ظهور خوشه	درجه روز رشد رسیدگی فیزیولوژیک	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدگی	شاخص سبزینگی	دمای کانوپی (سانتی‌گراد)	نشت الکترولیت‌ها از غشاء سلولی (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)
آسمان	۶۰/۶۳ a	۱۸/۵۹ a	۷/۱۶ b	۱۱۹۶/۳ b	۱۶۰۱/۵۶ b	۱۱۲/۴۰ b	۱۳۳/۴۱ b	۲۵/۵۳ a	۳۲/۵۳ a	۳۴/۹۴ a
پایا	۵۵/۴۳ b	۱۶/۹۴ b	۸/۰۷ a	۱۲۳۹/۵۹ a	۱۶۹۹/۸۱ a	۱۱۴/۹۶ a	۱۳۷/۹۲ a	۲۸/۹۷ a	۳۱/۷۴ a	۳۲/۰۵ a
تیمار محلول‌پاشی b										
شاهد	۵۹/۰۸ a	۱۷/۷۷ a	۷/۵ a	۱۲۱۶/۴۴ a	۱۶۴۷/۲۲ a	۱۱۳/۶۱ a	۱۳۵/۵۰ a	۲۷/۲۲ ab	۳۲/۲۵ a	۳۲/۷۵ a
آهن Fe	۵۷/۷۷ a	۱۷/۶۶ a	۷/۸ a	۱۲۱۹/۹۴ a	۱۶۵۴/۹۴ a	۱۱۳/۷۸ a	۱۳۵/۸۹ a	۳۰/۰۶ a	۳۲/۷۲ a	۳۳/۹۱ a
روی Zn	۵۷/۲۲ a	۱۷/۸۶ a	۷/۵۵ a	۱۲۱۷/۴۴ a	۱۶۴۹/۸۹ a	۱۱۳/۶۶ a	۱۳۵/۶۱ a	۲۴/۴۶ b	۳۱/۴۴ a	۳۳/۸۲ a
زمان محلول‌پاشی c										
پنجه‌زنی	۵۷/۱۹ a	۱۷/۴۷ a	۷/۵۸ a	۱۲۱۸/۵ a	۱۶۵۲/۵ a	۱۱۳/۷۲ a	۱۳۵/۷۲ a	۲۶/۸۱ a	۳۱/۴۴ a	۲۸/۹۹ b
ساقه‌دهی	۵۸/۰۸ a	۱۷/۷۲ a	۷/۷۷ a	۱۲۱۳/۸۳ a	۱۶۳۹/۹۴ a	۱۱۳/۴۴ a	۱۳۵/۲۲ a	۲۹/۸۵ a	۳۲/۳ a	۳۴/۷۱ ab
پرشدن‌دانه	۵۸/۸۱ a	۱۸/۱۱ a	۷/۴۹ a	۱۲۲۱/۵ a	۱۶۵۹/۶۱ a	۱۱۳/۸۹ a	۱۳۶/۰۵ a	۲۵/۰۸ a	۳۲/۶۶ a	۳۶/۷۸ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

صفات بیوشیمیایی (تعیین پایداری غشاء سیتوپلاسمی)

مطابق جدول تجزیه داده‌ها اثرهای ساده و برهم‌کنش تیمارها به نشت الکترولیت‌ها از غشاء سلولی معنی‌دار نبود (جدول ۴). که نشان از یکسان بودن ارقام نسبت به تحمل تنش خشکی و عدم تاثیر محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف به پایداری غشاء سیتوپلاسمی بود (جدول ۸). غریب عشقی و همکاران (۱۳۸۹) طی آزمایشی بر ژنوتیپ‌های گندم نشان دادند که ژنوتیپ‌های متحمل‌تر (به شرایط تنش) گندم دارای غشاء سیتوپلاسمی پایدارتر و غلظت کلروفیل بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های حساس‌تر برخوردار بودند. پیشنهاد می‌شود بـا توجه به حد بحرانی عناصر کم‌مصرف در خاک‌های گندم دیم، مقدار کود مورد نیاز برای دسـتیابی به عملکرد بهینه تنظیم شود زیرا با کاهش بارندگی و دمای خاک، سطح بحرانی عناصر غذایی در خاک افزایش می‌یابد و این شرایط مطابق با جدول ۲ و ۷، میزان آهن و روی درخاک (۰.۹۷ و ۰.۶۸) نیاز به توجه و محاسبه حد بحرانی این عناصر است که به نظر می‌رسد میزان روی بیشتر از حد بحرانی باشد و عدم تاثیر روی می‌تواند ناشی از آن باشد.

صفات زراعی و فیزیولوژیکی

مطابق جدول تجزیه داده‌ها شاخص سبزینگی و دمای کانوپی در بین ارقام غیرمعنی‌دار بود اما ارتفاع، طول پدانکل، طول سنبله و تعداد سنبلچه در ارقام مورد مطالعه متفاوت بود(جدول ۴). که نشان دهنده ارتفاع و طول پدانکل بلندتر در رقم آسمان و طول سنبله و تعداد سنبلچه بیشتر در رقم پایا است که این تفاوت خصوصیات ارقام آسمان و پایا مورد تایید مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی می‌باشد. اما این صفات نسبت به محلول‌پاشی و زمان محلول‌پاشی و اثر برهم‌کنش تیمارها با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. و این برخلاف گزارش Zain و همکاران (۲۰۱۵) است که نشان داد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باعث بهبود معنی‌دار ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه‌ها، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، تعداد پنجه در مترمربع، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت گندم شده است. روش مصرف روی (پرایمینگ، محلول‌پاشی، کاربرد خاکی و شاهد) تحت تنش خشکی نیز بر صفات ماده خشک کل، شاخص برداشت، عملکرد، وزن سنبله، طول پدانکل، دمای کانوپی، کلروفیل و روی دانه معنی‌دار بود و کاربرد خاکی روی در اراضی دیم توصیه شد (Abbasi *et al.*, 2016). پیشنهاد می‌شود روش‌های مصرف دیگر کودی (پرایمینگ، محلول‌پاشی، کاربرد خاکی) تحت تنش خشکی به صورت فرم‌های سولفاته روی و آهن در مقایسه با فرم کلات‌روی و آهن برای تولید گندم دیم در منطقه بررسی شود.

نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان چنین استنباط نمود که در شرایط تنش خشکی منطقه گنبدکاووس (بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر) کاربرد روی و آهن تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد دانه و سایر صفات نداشت و کمبود رطوبت باعث کاهش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

توسعه و نمو سلول‌ها در ارقام گندم دیم شده است، اما در نهایت کشت ارقام جدید گندم و محلول‌پاشی فرم‌های کلات روی و آهن برای بهبود تغذیه ممکن است با شرایط رطوبتی مناسب‌تر یک استراتژی امیدوار کننده برای افزایش عملکرد دانه باشد. لذا استفاده از روی چهار در هزار و آهن شش در هزار در مرحله ساقه‌دهی برای تولید گندم پایا توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

از همکاری معاونت محترم پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس به جهت تامین اعتبار پروژه و ریاست محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبدکاووس دکتر رحمت اله محمدی جهت تامین بذر ارقام مورد مطالعه و همکاری لازم صمیمانه قدردانی میشود.

منابع

ابراهیمی، ز.، بیابانی، ع.، محمدی، ر.ا.، صبوری، ح.، راحمی کاریزکی، ع. ۱۴۰۰. اثر غنی سازی گندم با استفاده از محلول‌پاشی روی و آهن بر صفات کیفی و کمی در مراحل مختلف رشدی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی جلد ۱۳، شماره ۳۸، ص ۱۳۸ تا ۱۴۸.

آرزمجو، ا.، بهدانی، م.ع.، سهرابی، م.، صادق زاده، ب. ۱۳۹۶. واکنش چند رقم گندم نان به محلول‌پاشی فرم‌های مختلف روی و آهن در دو منطقه با خاک متفاوت. نشریه پژوهش‌های‌زراعی ایران. جلد ۱۶، شماره ۱، ص ۲۰۳ تا ۲۱۶.

بوربوری، م.ر.،طهرانی، م.م.۱۳۹۰. اثرات کاربرد عناصر آهن و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی گندم پیشتاز. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.سال سوم، شماره ۹.

جعفرنژادی، ع.، مسکینی ویشکایی، ف.، موسوی فضل، م.ه.، لطفعلی آینه، غ.ع.، بهبهانی، ل. ۱۴۰۰. ارزیابی اثر عناصر کم‌مصرف آهن و روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم تحت تنش شوری در اقلیم خوزستان.مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۴ شماره ۴.

غریب عشقی،ع.، عادل زاده، ر. ، شیری، م.ر. ، شهبازی، ک. ۱۳۸۹. اثر سرمای زمستان بر پایداری غشاء سیتوپلاسمی، میزان کلروفیل و عمق طوقه در تعدادی از ژنوتیپ‌های بهاره و زمستانه گندم در منطقه اردبیل. مجله تولیدات گیاهان زراعی. ۳(۲): ۲۶۲- ۲۵۵.

کدخدایی، ا.، کلباسی، م.، صلحی، م.، نادیان، ح.ا.، غلامی، ع. ۱۳۹۲. مطالعه اثر کاربرد بقایای گیاهی و سولفات روی بر عملکرد کمی و کیفی گندم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.سال ششم، شماره ۲۱.

کمائی، ح.، عیسوند، ح.ر. ۱۳۹۹. اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز بر صفات فیزیولوژیک، زراعی و پروتئین گندم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

تحت تنش گرمای انتهای فصل. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد ۱۳، شماره ۱ ، ص ۲۸۵-۲۹۵.

مارالیان، ح.، دیدار تالش م.، شهبازی، ک.، ترابی گیگلو، م. ۲۰۱۷ . تأثیر محلول‌پاشی آهن و روی در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی سه رقم گندم کشاورزی آب، خاک و گیاهان در کشاورزی. دوره ۸، شماره ۴، ص ۴۷ - ۵۹.

سلطانی، ا. ۱۳۹۲. مدل سازی ریاضی در گیاهان زراعی. جهاد دانشگاهی (دانشگاه فردوسی). ۱۸۵ صفحه.

سمنانی نژاد، ح.،نورمحمدی، ق.، رامئه، و.ا.، چراتی آرائی، ع. ۱۴۰۳. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی. سال ۱۶، شماره ۶۱، صفحات ۸۴-۶۵.

نکوخو، م.، مجیدی مهر، ا. ۱۴۰۰. مطالعه محلول‌پاشی کلات روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت ارقام گندم نان در شرایط آب هوایی اصفهان. فصلنامه اکو فیزیولوژی گیاهی، دوره13 ، شماره44 .

یگانه‌پور، ف.، کهراریان، ب.، بیگی نیا، و.، معینی راد، ا.، حسنی اصل، ن. ۱۳۹۲. اثر محلول‌پاشی آهن بر برخی صفات مورفولوژیک و کیفی گندم دیم. مجله علوم زراعی، سال پنجم، شماره ۱۹، ص ۱۲۵ تا۱۳۵.

Abbasi, A., Shekari, F. 2016. Effect of zinc sulfate on growth and yield of wheat under soil zinc deficiency and drought stress. Cereal Research. 6, 145-158. [In Persian with English Summary].

Agrawal, S., Sairam, R.K., Srivastava, G.C. and Meena, R.C.2005. Changes in antioxidant Enzymes Activity and Oxidative Stress by Abscisic Acid and Salicylic Acid in Wheat Genotypes. Biology Plant, 49: 541-550.

Alloway, B.J. 2008. Zinc in soils and crop nutrition. Brussels, Belgium and Paris, France: International Zinc Association & International Fertilizer Industry Association.

Ankusha., Kumarb, V., Kumar,S, Singh, A.K dand Bisarya, D.2022. Effect of Foliar Application of Zinc on Growth and Yield of Wheat (Triticum aestivum). International Journal of Plant & Soil Science. 34(22): 1490-1496, 2022; Article no.IJPSS.90920. ISSN: 2320-7035.

Baloch, M.S., Shah, I. T. H., Nadim, M. A., Khan, M. I. and Kakwani, A. A. 2010. Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. Journal of Animal & Plant Sciences. 20(4): 239-240.

Bindraban, P.S., Dimkpa, C.O., Nagarajan, L., Roy, A.H., Rabbinge, R. 2015. Revisitingfertilisers and fertilisation strategies for improved nutrient uptakeby plants. BiolFertil Soils, 51: 897–911. DOI 10.1007/s00374-015-1039-7

Broadley,M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z., Zhao, F. 2012. Functions of nutrient:micronutrients. Marschner P (ed) Marschner's mineral nutritionof higher plants, 3rd edn. Elsevier, Oxford, Pp 243–248. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00007-8

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification?. Plant and soil, 302:1-2, 1-17. https://doi.org/10.1007/s11104-007-9466-3. 10.1007/s11104-007-9466-3

Dilan, R.H., Tareeq, H.K., Bahar, J.M. 2020. Effect of Foliar Application of Some Micronutrients at Two Growth Stages on Growth, Yield and Yield Components of Two Bread Wheat (Triticum aestivum L.) Varieties. Zanco Journal of Pure and Applied Sciences. Vol. 32 No. 5.

Esfandiari, E., Abdoli, M., Mousavi, S. B., & Sadeghzadeh, B. 2016. Impact of foliar zinc application on agronomic traits and grain quality parameters of wheat grown in zinc deficient soil. Indian Journal of Plant Physiology, 21(3), 263-270.

Ghasemian, V., Ghalavand, A., Sorooshzadeh, A., Pirzad, A. 2010. The effect of iron, zinc and manganese on quality and quantity of soybean seed. Journal of Phytology. 2: 73-79. 10.5555/20113064353

Keshavarzafshar, R., Chen, Ch., Zhou Sh., Etemadi, F., Huaqin, He., Zhaowei, Li., 2020. Agronomic and economic response of bread wheat to foliar zinc application. doi: 10.1002/agj2.20247. in Persian with English abstract.

Malakouti, M. J. 2007. Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology 1 (1): 1-12.

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, ٢nd ed. Academic Press, New York.

Pourjamshid, S.A. 2021. Study the effect of iron, zinc and manganese foliar application on morphological and agronomic traits of bread wheat (Chamran cultivar) under irrigation regime. Environmental Stresses in Crop Sciences, 14(1): 109-118. (In Persian with English Summary)

Pourjamshid, S.A., Ghaysari, M., Sharifi Nick, A. and Salemi, F. 2020. Effect of micronutrients foliar application on some physiological and agronomic traits of bread wheat (Triticum aestivum L.) under complete irrigation and terminal drought stress condition. Environmental Stresses in Crop Sciences, 13(2): 401-412. (In Persian with English Summary)

Rehman, A., Farooq, M., Ozturk, L., Asif, M., Siddique, K.H.M. 2018. Zinc nutrition in wheat-based cropping systems. Plant Soil, 422:283–315. 10.1007/s11104-017-3507-3.

Reynolds, M.P., A. Pask and D. Mullan. 2012. Phsiological Breeding I: Iterdisciplinary Approaches to Improve Crop Adaptation, D.F.: CIMMYT. Fisher, R.A. and Maurrer, R. 1978. Drought resistance in spring Wheat Cultivars, Grain yield responses. *Australian Journal* of *Agricultural Research*. 29: 897-903.

Seilsepour, M. 2007. The study of fe and zn effects on quantitative and qualitative parameters of winter wheat and determination of critical levels of these elements in Varamin plain soils. Pajouhesh & Sazandegi 76: 123-133.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

Shehata, S.M., Abdel-Azem, H.S., Abou El-Yazied, A., El-Gizawy, A.M. 2010. Interactive effect of mineral nitrogen andbiofertilization on the growth, chemical composition and yield of Celeriac plant. Eur. J. Sci. Res, 47: 248–255.

Sultana, S., Naser, H.M., Shil, N. C., Akhter, S., Begum, R. A. 2016. Effect of Foliar Application of Zink on Yield of Wheat Grown by Avoiding Irrigation at Different Growth Stages. ISSN 0258-7122 (Print), 2408-8293 (Online) Bangladesh J. Agril. Res. 41(2): 323-334, June 2016.

Wang, S., Yin, L., Tanaka, H., Tanaka, K., Tsujimoto, H., 2011. Wheat- Aegilops chromosome addition lines showing high iron and zinc contents in grains. Breeding Sci, 61:189-195. doi:10.1270/jsbbs.61.189

Welch, R. M., Graham, R. D. 2002. Breeding Crops for Enhanced Micronutrient Content. Plant Soil, 245: 205-214.

Yassen, A., Abou El-Nour, E., Shedeed, S., 2010. Response of wheat to foliar Spray with urea and micronutrients. Journal of American Science. 6, 14-22.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals.

Zain, M., Khan, I., Khan Qadri, R.W., Ashraf, U., Hussain, S., Minhas, S., Siddique, A., Muzammil Jahangir, M., Bashir, M., 2015. Foliar application of micronutrients enhances wheat growth, yield and related attributes. American Journal of Plant Sciences. 6, 864- 869.

Zhao, A., Xinchun, L., Zihui, C., Xiaohong, T. and Xiwen, Y. 2011. Zinc fertilization methods on zinc absorbtion and translocation in wheat. Journal of Agricultural Science 3 (1): 28-35.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

The effect of foliar application of zinc and iron at different times on the performance, its components and some morphophysiological traits of two varieties of dryland wheat in Gonbadkavus region

Sh. Ajam[1], A. Biabany[2*], R. Mohammady[3], A. Rahmi Karizma[4] and H. Ghorbany vagheie[5]

1, 2 & 4) Department of Plant Production, Gonbadkavos University, Golestan, Iran.
3) Agricultural and Horticultural Science Research Department, Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Golestan Province, Gonbadkavos.
5) Department of Natural Resources, Gonbadkavos University, Golestan, Iran.

[*]Corresponding author: abs346@yahoo.com

This article is taken from a doctoral dissertation.

Received date: 2023.07.31 **Accepted date: 2023.11.16**

Abstract

Zinc and iron are essential micronutrients for plant and human growth, due to the lack of these elements in important plants such as wheat, it is necessary to evaluate any method to optimize the production and quality of this product and achieve self-sufficiency. In order to investigate the role of zinc and iron elements in improving the yield of dryland wheat, a factorial experiment of three factors was carried out in the form of a randomized complete block design with three replications in the agricultural year of 1401-02 at Gonbad Agricultural Research Station. The experimental factors include micronutrient elements (iron chelate 6 per thousand, zinc chelate 4 per thousand and control) in the form of foliar spraying at different growth times (pinching, stemming and seed filling) and two varieties of dry wheat (Asman and Paya). In this study, yield traits and seed yield components, biological yield, harvest index, greenness index, canopy temperature, leakage of electrolytes from the cell membrane, plant height, spike length, peduncle length and measurement of phenological stages based on Zadox, number of days until spike emergence, The number of days to maturity and calculation of day-growth degree were studied. The results showed that the two cultivars Aseman and Paya had significant differences on grain yield and harvest index, number of spikes, spike length, peduncle length, height, number of days until spike emergence, number of days until ripening and day-growth degree. Foliar treatment (iron, zinc and control) caused a significant increase in spikes per square meter compared to the control, but it did not affect grain yield, harvest index and other traits. The interaction effect of cultivar treatments at the time of foliar application had a significant effect on seed yield, biological yield and the number of spikes per square meter, and the highest amount of seed yield was obtained in the stemming stage of Paya cultivar with an average of 730 kg/ha. In general, it can be concluded that in the conditions of drought stress (rainfall less than 250 mm), the application of zinc and iron did not have a significant effect on grain yield and other traits, and the lack of moisture has reduced the development and growth of cells in dryland wheat cultivars.

Key words: Harvest index, Micronutrient elements and Phenology stages.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]