اثر کلرمکوات‌کلراید و سولفات‌روی بر انتقال مجدد مواد و عملکرد دانه گندم تحت تلقیح با نیتروکسین در شرایط زراعت دیم

مصطفی احمدی*[۱]، محمدجواد زارع[۲] و یحیی امام[۳]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲) دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۳) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

* نویسنده مسئول: **ma_ahmadi@yahoo.com**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می باشد.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۵ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۱/۳۱**

چکیده

به‌منظور بررسی کارآیی انتقال مجدد و عملکرد دانه گندم، این پژوهش به‌صورت دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه ایلام و بوشهر در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل کاربرد دو سطح غلظت کلرمکوات‌کلراید (صفر و ۲/۵ گرم در لیتر)، سولفات‌روی در سه میزان (صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح با بذر) بودند. نتایج نشان داد که کاربرد کلرمکوات‌کلراید بر نسبت وزن خشک سنبله به ساقه و میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه اثر معنی‌داری در سطح احتمال آماری یک درصد گذاشت. با مصرف ۲/۵ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید، وزن سنبله به ساقه در مقایسه با شاهد به‌مقدار ۲۰/۴ درصد افزایش و میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه به مقدار ۲/۴ درصد کاهش یافت. به‌علاوه، کاربرد کلرمکوات‌کلراید اثرمعنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب در سطح احتمال آماری یک درصد داشت. محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید سبب افزایش تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب به‌ترتیب به‌میزان ۱۴/۶، ۱۹/۱ ، ۲۸/۵ و ۲۹/۳ درصد شد. بیش‌ترین میزان انتقال مجدد (۶۴/۸ گرم در مترمربع)، کارآیی انتقال مجدد (۳۲/۱ درصد) و سهم انتقال مجدد (۵۰/۸ درصد) مربوط به تیمار برهمکنش بدون کاربرد کلرمکوات‌کلراید، مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات‌روی درهکتار و به‌کارگیری نیتروکسین بود. بالاترین عملکرد دانه (۱۷۱۰کیلوگرم درهکتار) از برهمکنش تیمارهای محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات-روی و تلقیح بذر با نیتروکسین حاصل شد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تحت شرایط دیم، کاربرد کلرمکوات‌کلراید، سولفات‌روی و نیتروکسین در بهبود و افزایش عملکرد دانه گندم می تواند مؤثر واقع شود.

واژه‌های کلیدی: کارآیی مصرف آب، ذخایر ساقه و اجزای عملکرد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

مقدمه

کلرمکوات‌کلراید یا سایکوسل یکی از تنظیم کننده‌های رشد می‌باشد که اثرهای گوناگونی بر ویژگی‌های رشد گندم داشته و کاربرد آن با جلوگیری و یا کاهش اثر و پیامدهای منفی ناشی از تنش خشکی همراه می‌باشد (پیرسته انوشه و امام، ۱۳۹۱). کاربرد سایکوسل در غلات سبب افزایش رشد ریشه، کاهش ارتفاع ساقه، افزایش تولید پنجه‌های بارور، تحریک رشد گیاه و شاخص‌های وابسته می‌شود (Pakar *et al.*,2015; Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2016). Shekoofa و Emam (۲۰۰۸) دریافتند که کاربرد کلرمکوات‌کلراید سبب تغییر در تسهیم مواد پرورده به سنبله‌ها شده و افزایش عملکرد دانه گندم را در پی داشته است. یکی از پیامدهای تنش خشکی برهم زدن تعادل تغذیه ای در گیاه است (Olama *et al.*,2014). با کاربرد عناصر غذایی کم مصرف از طریق مصرف آمیخته با خاک یا محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید (Karimian, 1995). روی از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاه می‌باشد که در بیش‌تر خاک‌های مناطق خشک کمبود آن گزارش شده است (Kheirizadeh Arough *et al.*,2016).گندم از غلاتی است که در آن اختلاف در پاسخ ارقام نسبت به کمبود روی زیاد است (Cakmak *et al.*, 2010). این اختلاف ممکن است مربوط به تفاوت در رشد ریشه، افزایش رشد ریشه در مقایسه با رشد ساقه و جذب بیش‌تر روی در ارقام روی کارآ[1]، آزادسازی فیتوسیدروفورهای متحرک‌کننده روی از ریشه‌ها به محیط ریزوسفر و افزایش قابلیت انتقال روی از ریشه‌ها به اندام هوایی و مریستم ساقه در شرایط کمبود روی باشد (Dong *et al.*,1995; Cakmak *et al.*,2010; Singh, 2014). امروزه کاربرد کودهای زیستی و باکتری‌های خاکزی در تغذیه خاک و گیاهان زراعی در نظام‌های کشاورزی پایدار در سراسر جهان افزایش یافته است (Cakmakci *et al.*, 2014). این باکتری‌ها که فعالانه ریشه‌های گیاه را اشغال کرده و سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند، شامل آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، باسیلوس و سودموناس‌ها هستند (Wu *et al.*, 2005; Buranova *et al.*, 2015). باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از طریق تأمین عناصر غذایی، مهار زیستی، تولید مواد شبه هورمونی و کاهش سطح اتیلن، گیاه را در شرایط تنش‌های محیطی یاری می‌کنند (Cakmakci *et al.*, 2014). بررسی انتقال مجدد ذخایر ساقه در شرایط تنش خشکی روزهای پایانی فصل اهمیت زیادی در تعیین عملکرد دانه گندم دارد. در طی سال‌های گذشته با معرفی ارقام جدید و کاهش ارتفاع ساقه عملکرد دانه گندم افزایش معنی‌داری یافته است، اما مشخص نشده است که آیا با کاهش ارتفاع میزان ذخیره مواد پرورده یا کارآیی انتقال مجدد به دانه چه تغییری یافته است (Shearman *et al.*, 2005). از سوی دیگر در کشور ما به دلیل مواجه شدن دوره پر شدن دانه با شرایط نامساعد پایان فصل به ویژه تنش خشکی، کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای ساقه اهمیت زیادی دارند. هدف از این مطالعه بررسی تعیین صفات مؤثر در افزایش عملکرد دانه گندم تحت کاربرد کلرمکوات کلراید، سولفات‌روی و نیتروکسین بود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

مواد و روش ها

به‌منظور بررسی اثر ساده و برهمکنش کلرمکوات‌کلراید، سولفات‌روی و نیتروکسین بر روند انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه گندم رقم تیپ بهاره و زودرس کوهدشت، این آزمایش در دو شرایط اقلیمی متفاوت به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار و شامل فاکتورهای کلرمکوات‌کلراید (دو سطح صفر و ۲/۵ گرم در لیتر)، سولفات‌روی (Zn) (سه سطح صفر، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار) و نیتروکسین (دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با بذر) در سال زراعی ۹۳- ۱۳۹۲ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام (با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و۳۷ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۴متر) و ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاکی بوشهر (با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و۲۰ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۶۰ متر) انجام شد (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱: برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

محل آزمایش	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس‌بر متر)	اسیدیته	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر	پتاسیم	روی	آهن
						میلی‌گرم در کیلوگرم			
بوشهر	لوم شنی	۱/۳۲	۷/۸	۰/۵۵	۰/۰۷	۸	۱۶۱	۰/۶۵	۲/۶
ایلام	لوم‌رسی	۰/۶۲	۷/۳	۱/۰۴	/۰۹	۷/۸	۲۲۰	۰/۹۲	۴/۲

جدول ۲: پارامترهای بارندگی و دما در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲

پارامتر	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	جمع
بارندگی (میلی‌متر)- بوشهر	۰	۱۳۲/۳	۴/۳	۱۷۱	۱۲/۸	۱۰/۹	۳/۹	۰	۰	۳۳۵/۲
بارندگی (میلی‌متر)- ایلام	۰	۱۶۳/۷	۱۰۳/۳	۸۹/۹	۱۵۱/۳	۹۳/۱	۳۲/۴	۲۷/۱	۰/۴	۶۶۱/۲
میانگین دمای ماهانه (سلسیوس) – بوشهر	۲۷/۸	۲۳/۶	۱۸/۸	۱۴/۷	۱۶/۲	۲۰/۷	۲۳/۸	۲۹/۳	۳۲/۲	-
میانگین دمای ماهانه (سلسیوس) - ایلام	۱۹	۱۲/۹	۷/۷	۴/۹	۵/۶	۱۰/۴	۱۳/۱	۱۸/۶	۲۳/۶	-

بذرها در عمق ۳ تا ۴ سانتی‌متری و در کرت‌هایی به ابعاد ۴×۳ و با فواصل بین بوته‌ها سه سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و تراکم تقریبی ۱۷۰ بوته در متر مربع منطبق با تاریخ کاشت معمول زراعت دیم در مناطق محل آزمایش، در ایلام ۲۵ آبان۱۳۹۲ و در بوشهر ۱۸ آبان ۱۳۹۲ به‌صورت دستی کشت شدند. عنصر روی از منبع سولفات‌روی به‌صورت پیش کاشت و آمیخته با خاک و کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به‌صورت بذرمال (تلقیح بذر به‌صورت آغشتگی کامل) مورد استفاده قرارگرفت و بذرها پس از خشک شدن در سایه، کشت شدند. محلول کلرمکوات-کلراید با آب مقطر تهیه و تیمار کلرمکوات‌کلراید به میزان ۲/۵ گرم در لیتر در مرحله‌ی پنجه‌زنی (ZGS=22) (Zadoks *et al.*, 1974) با استفاده از یک دستگاه محلول‌پاش دقیق دستی با فشار ثابت سه بار اعمال شد. در تیمار شاهد نیز

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

همزمان با آب مقطر محلول‌پاشی انجام شد. به منظور افزایش کارآیی جذب و پیشگیری از تبخیر ماده تنظیم‌کننده رشد، عمل محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح که تبخیر حداقل باشد و در هوای آرام انجام شد. محلول‌پاشی به اندازه‌ای صورت گرفت که کل بوته‌ها از محلول مورد نظر خیس شده باشند. بر این اساس حجم محلول‌پاشی حدود ۴۰۰ لیتر در هکتار بود. برداشت در بوشهر ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۳ و در ایلام ۱۶خرداد ۱۳۹۳انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری گندم در هر دو منطقه آزمایشی شامل تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، شاخص برداشت و نسبت وزن خشک سنبله به ساقه بودند. برای تعیین تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب شد و برای عملکرد دانه، شاخص برداشت و نسبت وزن خشک سنبله به ساقه از وسط هر کرت به مساحت یک متر مربع انتخاب و گیاهان از نزدیکی سطح خاک برداشت گردید. سپس نمونه‌ها را در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده و با وزن کردن کل نمونه، عملکرد بیولوژیک تعیین شد. با جداسازی ساقه‌ها و سنبله‌ها و توزین جداگانه هریک، نسبت وزن خشک سنبله به ساقه به‌دست آمد و دانه‌ها را از کاه و کلش جدا کرده و عملکرد دانه از مساحت برداشت شده محاسبه گردید. ارزیابی صفات انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از ساقه به دانه در مراحل نموی۵۰ درصد گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک دانه پس از نمونه‌گیری و خشک کردن آن‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت، با استفاده از روابط زیر برآورد گردید (Ehdaei *et al*., 2006; Papakosta and Gagianas, 1991; Niu *et al*.,1998):

رابطه ۱: وزن خشک ساقه در زمان رسیدگی - وزن خشک ساقه در گلدهی = میزان انتقال مجدد ماده خشک (گرم درمتر مربع)

رابطه ۲: ۱۰۰ × میزان ماده خشک ساقه در گلدهی/ میزان انتقال مجدد ماده خشک=کارآیی انتقال مجدد ماده خشک ساقه

رابطه ۳: ۱۰۰ × عملکرد دانه/ میزان انتقال مجدد ماده خشک = سهم انتقال مجدد ماده خشک ساقه به دانه

مقدار رطوبت استفاده شده در طول دوره رشد گیاه برحسب میلی‌متر توسط رابطه زیر محاسبه شد (Miranzadeh *et al*., 2010).

رابطه ۴: رواناب + آب زهکش شده +رطوبت موجود در خاک در زمان کشت و برداشت + مقدار کل بارندگی = مقدار تبخیر و تعرق.

در این پژوهش مقدار رطوبت موجود در خاک در زمان کشت و برداشت و رواناب بسیار ناچیز و برابر صفر در نظر گرفته شد. برای تعیین کارآیی مصرف آب از رابطه تقسیم عملکرد دانه بر حسب گرم بر مترمربع بر مقدار تبخیر و تعرق بر حسب میلی‌متر استفاده شد. نتایج آزمایش به وسیله نرم افزار SAS (ver. 6.1) تجزیه، رسم نمودارها با برنامه Excel 2007 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال آماری یک درصد انجام شد.

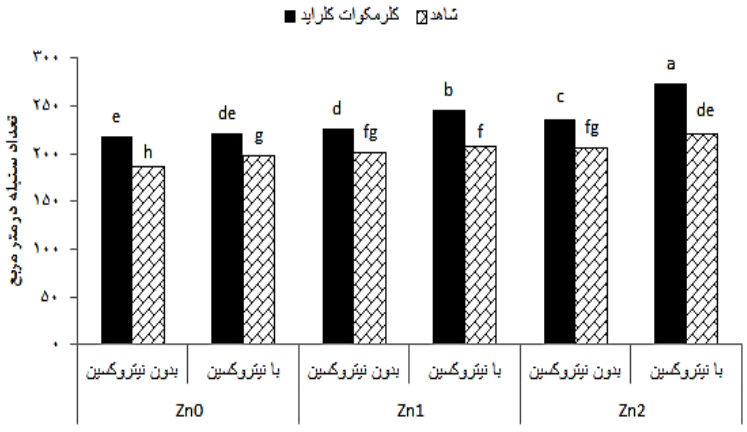
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

نتایج و بحث

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر برهمکنش سه‌گانه کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر تعداد سنبله در مترمربع نشان داد که بالاترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به تیمار محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم درهکتار سولفات‌روی و پیش-تیمار بذر با نیتروکسین بود (شکل ۱). چنین استنباط می‌شود که علت افزایش تعداد سنبله در واحد سطح در اثر مصرف کلرمکوات‌کلراید می‌تواند نتیجه القای پنجه‌زنی و ایجاد سنبله‌های بارور بیش‌تر در بوته باشد (جدول ۴). مصرف خاکی سولفات‌روی و فراهم شدن شرایط تغذیه‌ای مناسب‌تر برای گیاه در طول دوره پنجه‌زنی می‌تواند با افزایش تعداد پنجه‌های بارور باعث افزایش تعداد سنبله در بوته شود (جدول ۴) که با نتایج Cakmak و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت داشت. عقیده بر این است که گیاهان در مراحل اولیه رشدعنصر روی مورد نیاز را جذب می‌نمایند. یافته‌های Rengel و Graham (۱۹۹۵) حاکی است که بیش از ۷۵ درصد کل عنصر روی مورد نیاز گیاه در مراحل اولیه و حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد بقیه در مراحل بعدی رشد جذب می‌گردد. در این آزمایش سولفات‌روی به‌صورت خاکی و همزمان با کاشت بذر مصرف شد و بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کفایت این عنصر در خاک با رشد رویشی بیش‌تر گیاه و افزایش میزان تولید ماده خشک گیاه، زمینه افزایش تعداد سنبله را فراهم کرده است.در برخی پژوهش‌ها مشخص شده که ایندول استیک اسید در کنار سایتوکینین که توسط ازتوباکتر (باکتری موجود درمایه تلقیح نیتروکسین) تولید می‌شود با افزایش وزن برگ سبب افزایش مواد پرورده شده که به نوبه‌ی خود باعث افزایش سهم اندام‌های زایشی از جمله تعداد سنبله می‌گردد (Singh, 2014).



شکل ۱: برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد سنبله در متر مربع.

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

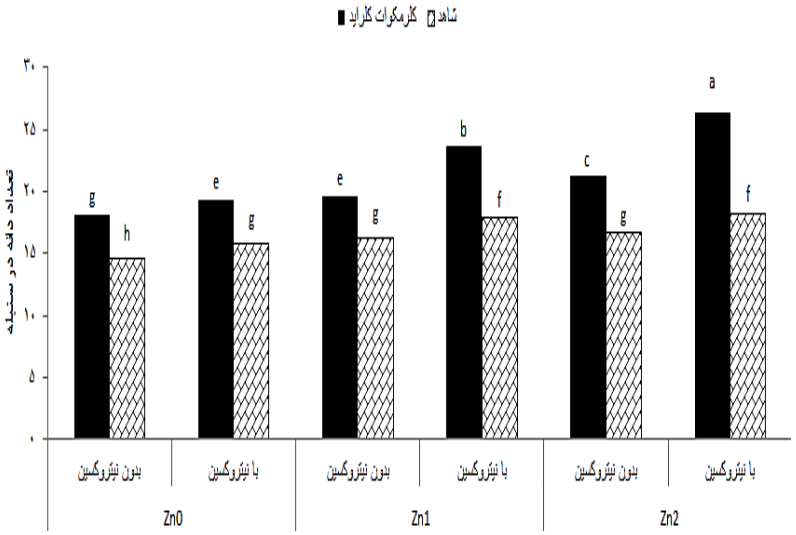
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1395.8.31.5.9]

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین میانگین تعداد دانه در سنبله از تیمار محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم درهکتار سولفات‌روی و پیش‌تیمار بذر با کود زیستی نیتروکسین حاصل شد (شکل ۲). اثر مثبت تنظیم‌کننده رشد بر تعداد دانه در شرایط انجام این آزمایش می‌تواند نتیجه افزایش تعداد پنجه‌های بارور در بوته و تعداد سنبلک‌های بارور در هر سنبله باشد (جدول ۴). تعداد دانه در واحد سطح به وسیله تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله تعیین می‌شود (امام، ۱۳۸۶).

عنصر روی نیز می‌تواند با بهبود باروری گلچه‌ها و افزایش ظرفیت مخزن باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شود. نتایج ارائه شده در جدول ۴ مبنی بر افزایش تعداد دانه نیز این موضوع را تأیید می‌کند. مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات-روی در مقایسه با عدم کاربرد آن از نظر تعداد دانه درسنبله به‌ترتیب ۱۰/۴درصد و ۱۹/۱درصد برتری داشتند (جدول ۴). اثر عنصر روی بر افزایش تعداد دانه درسنبله و عملکرد دانه به احتمال زیاد به اثر این عنصر بر فتوسنتز و سنتز تریپتوفان به‌عنوان یک پیش نیاز برای تشکیل ایندول استیک اسید مرتبط است (Cakmak *et al.*, 2010). نقش مثبت مایه تلقیح نیتروکسین در افزایش تعداد دانه در سنبله را می‌توان به اثر تیمار بذر با باکتری‌های تشکیل دهنده آن و ترشح هورمون‌های رشد نسبت داد (Buranova *et al.*,2015).



شکل ۲: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد دانه در سنبله.

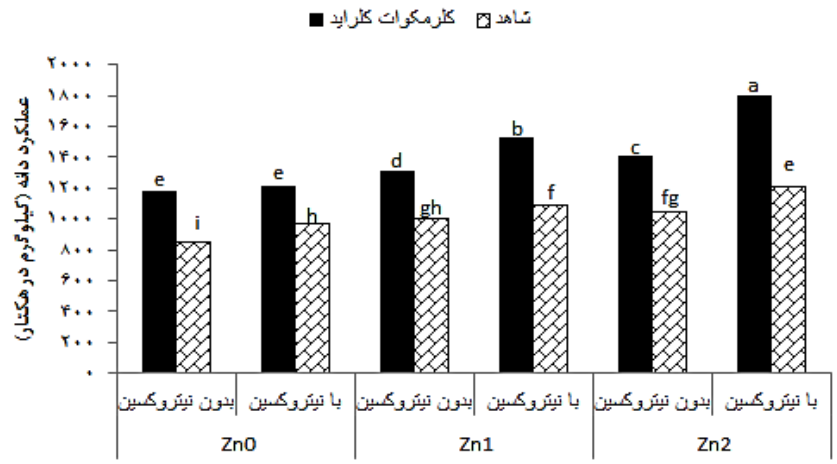
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین عملکرد دانه از (۱۷۱۰کیلوگرم درهکتار) از محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید با غلظت ۲/۵ گرم در لیتر و کاربرد سطح سوم سولفات‌روی و پیش‌تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین در شرایط ایلام به‌دست آمد (شکل ۳). عملکرد دانه ناشی از تغییرات به‌وجود آمده در تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه می‌باشد. اثر مثبت کلرمکوات‌کلراید بر افزایش عملکرد دانه را می‌توان به افزایش سطح فتوسنتزکننده و در نتیجه تولید مواد پرورده بیش‌تر و تغییر در تسهیم مواد پرورده به سود دانه‌ها نسبت داد (Pirasteh-Anosheh *et al.*,2016). به‌نظر می‌رسد عنصر روی از طریق اثری‌که بر تولید آغازه‌های بخش‌های زایشی دارد و نیز اثری که این عنصر بر واکنش‌های متابولیسمی درون گیاه و افزایش میزان فتوسنتز داشته است، موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گردیده است (Singh, 2014). در این آزمایش کاربرد سطوح دوم و سوم عنصر روی از منبع سولفات‌روی عملکرد دانه را نسبت به شاهد به‌ترتیب ۱۸/۱ درصد و ۲۴/۳ درصد افزایش داد (جدول ۴). نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و نیز القاءکننده رشد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم است. این ریزجانداران همیار گیاهی یا از طریق تثبیت نیتروژن و یا از طریق تولید هورمون‌های رشد زمینه رشد بیشتر گیاه را فراهم می‌کنند (Buranova *et al.*,2015). بنابراین می‌توان دریافت که اثر مفید باکتری‌ها شاید به‌دلیل مشارکت آن‌ها در افزایش رشد گیاه به‌واسطه‌ی تثبیت نیتروژن و تولید هورمون‌های گیاهی باشد که مجموعه این عوامل می‌تواند جذب بیشتر مواد غذایی به‌وسیله‌ی گیاه را تحریک و باعث افزایش عملکرد دانه شود (Tarang *et al.*, 2013).



شکل ۳: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر عملکرد دانه.

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

جدول ۳: جدول تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده گندم تحت کاربرد تنظیم کننده رشد کلرمکوات‌کلراید، عنصر کم‌مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین در مناطق بوشهر و ایلام

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن خشک سنبله به ساقه	میزان انتقال مجدد	کارآیی ساقه	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه	کارآیی مصرف آب
بلوک	۲	۱۴۸/۳^{ns}	۳/۵۱^{ns}	۱۸۴/۴^{ns}	۱۷/۵^{ns}	۰/۸۷^{ns}	۶۸/۶^{ns}	۲۶/۲^{ns}	۲۱/۵۵^{ns}	۴۲/۳۲^{ns}
مکان	۱	۱۰۱۲/۵**	۲۱۴/۹۳**	۵۹۵۶/۴۶**	۲۵۲/۲**	۰/۰۰۲^{ns}	۵۷۲/۹۱**	۲۲۲/۶**	۲/۶۴^{ns}	۷۲/۲*
کلرمکوات کلراید	۱	۱۹۸۰۰/۵**	۱۲۵/۸۷**	۳۱۶۸۹/۶**	۷۱۳/۱۲**	۱/۱۳**	۰/۵۵۵ ^{ns}	۰/۶۰۵^{ns}	۲۵۶۸/۵**	۷۵/۴*
سولفات‌روی	۲	۵۰۱۷/۷۹**	۲۴/۵۴**	۷۳۹۱/۸۸**	۱۹۱/۶۷**	۰/۴۵۴^{ns}	۱۸۸/۲۹**	۰/۶۱۱^{ns}	۲۴۲/۳۱**	۶۷۷/۴**
نیتروکسین	۱	۱۸۴۰/۲**	۲۰/۶۹**	۴۴۷۶/۱۴**	۲۹/۶۲**	۰/۰۰۳^{ns}	۱۳۴/۲**	۵۴/۰۲**	۲۴/۲۶^{ns}	۱۴۳۹/۲**
کلرمکوات کلراید× سولفات روی	۲	۱۸۷/۱۲*	۰/۳۶۵^{ns}	۳۹۳/۴*	۲۳/۹۲**	۰/۰۱۳^{ns}	۲۰۶/۷۸**	۶۱/۱۲**	۱۰۷/۰۶^{ns}	۶۶/۱*
کلرمکوات کلراید× نیتروکسین	۱	۱/۳۸ ^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۱۹۳/۱*	۲۵/۲۴**	۰/۰۲۲^{ns}	۷۰۱/۲۵**	۱۶۰/۸**	۲۸۴/۸**	۷/۵^{ns}
سولفات‌روی × نیتروکسین	۲	۸۹۱/۶۸**	۴/۸۰**	۱۴۱۴/۲**	۲۳/۷۸**	۰/۰۵۶^{ns}	۱۱/۱۳^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۳۴/۰۸^{ns}	۱۶/۸^{ns}
مکان× کلرمکوات کلراید	۱	۴۵/۱^{ns}	۷/۳۴**	۱۵۷۴/۵**	۱۲/۱۵^{ns}	۰/۰۰۴۱^{ns}	۴۲/۷۸^{ns}	۳۴/۴۴*	۱۵۰/۲۲*	۲/۳۱^{ns}
مکان× سولفات روی	۲	۲۲۹/۵۴ ^{ns}	۰/۶۵۷^{ns}	۳۱۵/۷*	۱۰/۱۴^{ns}	۰/۰۰۴۶^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۳۴۲^{ns}	۱۱/۶۶^{ns}	۳۱/۹^{ns}
مکان× نیتروکسین	۱	۱۰۲/۷۲^{ns}	۱/۲۸^{ns}	۲۷۹/۶*	۳/۱۵^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۱۶/۱۵^{ns}	۹/۳۸^{ns}	۲۶/۶۴^{ns}	۲۹/۳^{ns}
کلرمکوات کلراید× سولفات روی× نیتروکسین	۲	۶۶۷/۶۸**	۴/۰۲**	۱۲۰۳/۸**	۲۷/۲۳**	۰/۳۳^{ns}	۱۹۹/۹۸**	۳۲/۲۵*	۳۱۴/۵۳**	۱۲۸/۲*
مکان× کلرمکوات‌کلراید× سولفات روی	۲	۴/۵۴^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۳۷/۹^{ns}	۱/۶۵^{ns}	۰/۰۰۱۴^{ns}	۴۲/۵۹^{ns}	۷/۷۱^{ns}	۱۵/۳۹^{ns}	۱۴/۱^{ns}
مکان× کلرمکوات‌کلراید× نیتروکسین	۱	۳۲^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۱۵۱/۶^{ns}	۰/۲۵۶^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۵/۹۶^{ns}	۳/۹۲^{ns}	۳/۷۳^{ns}	۲/۷^{ns}
مکان× سولفات‌روی× نیتروکسین	۲	۱۲۰/ ۴۱^{ns}	۰/۴۱۱^{ns}	۱۴۸/۵^{ns}	۱/۲۱^{ns}	۰/۰۰۱۹^{ns}	۴/۰۱^{ns}	۰/۵۱۲^{ns}	۱۱/۱^{ns}	۱/۰۱^{ns}
مکان× کلرمکوات کلراید× سولفات‌روی× نیتروکسین	۲	۳۶/۲۶ ^{ns}	۰/۳۵۳^{ns}	۱۶۴/۱^{ns}	۱/۱۱^{ns}	۰/۰۰۱۵^{ns}	۹/۲^{ns}	۳/۴۵^{ns}	۱/۳^{ns}	۳/۱۸^{ns}
اشتباه آزمایشی	۲۲	۲۰/۹	۱/٤۹	۲۶/۶	۱٤/۱	۸/۲	۱۰/۲	۱۲/۳	٤/۷	۱۰/۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۳	۹/۸	۱۰/۳	۱۰/۳	۷/۴	۸/۴	۱۱/۳	۱۳/۸	۹/۵

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌دار مکان بر تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در سطح احتمال آماری یک درصد بود (جدول ۳). برای تعیین دلایل تفاوت میان عملکرد دانه از روش تعیین اجزای عملکرد دانه که از مهم‌ترین شاخص‌های کاربردی درمورد تفسیر نتایج تولید دانه است، استفاده می‌شود. بنابراین برای تفسیر نتایج به دست آمده باید اثر شرایط اقلیمی و رابطه آن‌ها با اجزای عملکرد مورد تأکید قرارگیرد. جدول‌های ۱ و ۲ شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و پارامترهای دما و بارندگی را برای دو محل آزمایش نشان می‌دهد. شرایط جوی دو مکان بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کاملاً مؤثر بود. در شرایط شهرستان ایلام اولین بارندگی مؤثر زودتر واقع شد و مجموع بارندگی آبان ماه نسبت به شرایط بوشهر ۱۹/۱درصد بیش‌تر بود. کل بارندگی سالانه در ایلام و بوشهر به‌ترتیب ۶۶۱/۲ و ۳۳۵/۲ میلی-متر و الگوی پراکنش بارندگی نیز در بین دو محل آزمایش متفاوت بود، به‌طوری که در بوشهر در ماه‌های بهمن و اسفند که مصادف با دوره پرشدن و رسیدگی دانه است میزان بارندگی به‌ترتیب ۱۲/۸ و ۱۰/۹ میلی‌متر بوده است، در حالی که در ایلام در ماه‌های فروردین و اردیبهشت میزان بارندگی به‌ترتیب ۳۲/۴ و ۲۷/۱ میلی‌متر بود، که تا حدودی از تنش در مرحله پر شدن دانه کاسته است. به نظر می‌رسد روند نسبتاً سریع‌تر افزایش دما در طول دوره پر شدن دانه و کوتاه تر شدن دوره رشد گیاه در اقلیم بوشهر در کاهش عملکرد دانه نقش مؤثری داشته است (طباطباییان و همکاران، ۱۳۹۲). وضعیت اقلیمی مطلوب منطقه ایلام در زمان تشکیل دانه و گرده افشانی در مقایسه با بوشهر نقش مهمی را در افزایش عملکرد دانه داشته است.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). شکل ۴ نشان می‌دهد که گیاهان محلول‌پاشی شده با کلرمکوات‌کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد سطح سوم سولفات‌روی و پیش‌تیمار بذر با مایه تلقیح نیتروکسین دارای بیش‌ترین مقدار شاخص برداشت در این آزمایش بودند. به نظر می‌رسد اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی ذخیره شده در بخش‌های رویشی به ویژه ساقه به دانه‌ها باعث افزایش شاخص برداشت می‌گردد (Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2016). به بیان دیگر، افزایش شاخص برداشت احتمالاً به دلیل اثر این تیمارها بر افزایش عملکرد دانه در مقایسه با عملکرد زیست توده باشد. با توجه به نقش عنصر روی در افزایش کارآیی رشد رویشی گیاه به صورت اجزای عملکرد و عملکرد دانه بیش‌تر، افزایش شاخص برداشت قابل پیش‌بینی است. یافته‌های طباطباییان و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان داد که استفاده از سولفات‌روی باعث افزایش معنی‌دار شاخص برداشت شد. استفاده از کود زیستی سرعت رشد گیاه را افزایش می‌دهد و همچنین بر تخصیص و انتقال عناصر غذایی بین ریشه و ساقه مؤثر است (Wu *et al.*, 2005). بنابراین می‌توان بیان کرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1395.8.31.5.9]

که باکتری‌های محرک رشد با اثر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیش‌تر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌گردد.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر اصلی کاربرد تنظیم کننده رشد کلرمکوات کلراید، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین بر صفات اندازه گیری شده گندم در مناطق بوشهر و ایلام

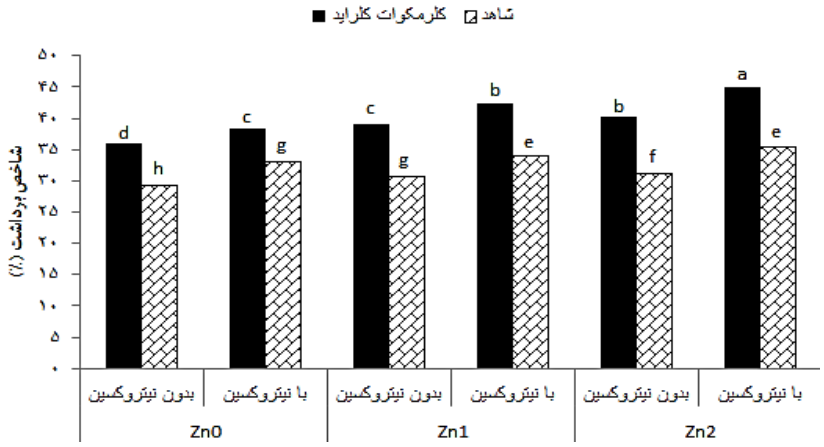
تیمارها	صفات اندازه گیری شده								
	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	وزن خشک سنبله به ساقه	میزان انتقال مجدد (گرم در متر مربع)	کارآیی انتقال مجدد (درصد)	سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه (درصد)	کارآیی مصرف آب (گرم بر متر مربع بر میلی‌متر)
کلرمکوات کلراید (گرم در لیتر)									
صفر	۲۱۵b	۱۷b	۱۰۴/۹b	۳۴/۷b	۱/۱۳b	۴۷/۷a	۲۴/۹a	۳۳/۸b	۰/۶۵b
۲/۵	۲۷۸a	۲۱a	۱۴۶/۸a	۴۱/۲a	۱/۳۸a	۴۷/۹a	۲۵/۲a	۴۵/۷a	۰/۹۲a
سولفات‌روی (کیلوگرم درهکتار)									
صفر	۲۱۴c	۱۷c	۱۰۶/۶c	۳۴/۸c	۱/۲۱b	۴۵/۴b	۲۴/۶c	۳۷/۹b	۰/۶۳c
۲۵	۲۶۵b	۱۹b	۱۳۰/۱b	۳۹/۱b	۱/۲۶a	۴۷/۳b	۲۵/۱b	۳۸/۱b	۰/۷۵b
۵۰	۲۸۴a	۲۱a	۱۴۵/۹a	۴۰/۸a	۱/۲۸a	۵۰/۹a	۲۸/۶a	۴۳/۵a	۰/۹۰a
نیتروکسین									
شاهد	۲۱۶b	۱۸a	۱۱۸/۱b	۳۷/۲b	۱/۲۴a	۴۶/۵b	۲۵/۰۶b	۳۹/۲a	۰/۶۱b
تلقیح بذر	۲۷۷a	۲۰a	۱۳۳/۸a	۳۹/۲a	۱/۲۶a	۴۹/۲a	۲۷/۹a	۴۰/۴a	۰/۸۷a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۵: مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده گندم در دو اقلیم ایلام و بوشهر

مکان	صفات اندازه گیری شده							
	تعدادسنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	میزان انتقال مجدد (گرم در متر مربع)	کارآیی ساقه در انتقال مجدد (درصد)		کارآیی مصرف آب (گرم بر متر مربع بر میلی‌متر)
ایلام	۲۲۵a	۲۰a	۱۷۳/۱a	۳۷/۸a	۴۴/۵b	۲۴/۱b		۰/۷۱b
بوشهر	۱۹۸b	۱۷b	۱۳۸/۹b	۳۴/۳b	۵۲/۸a	۲۶/۵a		۰/۷۹a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.



شکل ۴: اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر شاخص برداشت.

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

نسبت وزن خشک سنبله به ساقه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که فقط کاربرد کلرمکوات‌کلراید و سولفات‌روی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر نسبت وزن خشک سنبله به ساقه داشت و سایر عوامل مورد بررسی اثر معنی‌دار بر این صفت نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با مصرف ۲/۵ گرم در لیتر کلرمکوات‌کلراید وزن سنبله به ساقه افزایش یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که کاربرد کلرمکوات‌کلراید با کاهش ارتفاع بوته موجب کاهش میزان ذخایر ساقه و افزایش نسبت وزن سنبله به ساقه گردیده است، که بیان‌گر تسهیم بیش‌تر مواد پرورده به سمت و نفع سنبله و اندازه بزرگ‌تر مقصد فیزیولوژیک و در نتیجه افزایش عملکرد دانه گندم می‌باشد (Pirasteh-Anosheh *et al.*,2016). براساس نتایج جدول ۴ به نظر می‌رسد کلرمکوات کلراید با انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، در پر شدن آن‌ها و افزایش تعداد دانه‌ها نقش به سزایی داشته است.

مقدار انتقال مجدد ماده خشک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب بیان‌گر آن است که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر مقدار انتقال مجدد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین مقدار انتقال مجدد ماده خشک در شرایط اقلیمی ایلام در مقایسه با شرایط بوشهر کم‌تر بود (جدول ۵). بیش‌تر بودن مقدار انتقال مجدد ماده خشک به دانه در گندم‌های رشد کرده تحت اقلیم بوشهر در مقایسه با ایلام می‌تواند مربوط به اثر اقلیم باشد. به نظر می‌رسد گرمای زودرس، شرایط دمایی و وضعیت بارندگی به‌ویژه در اسفندماه ۱۳۹۲ و وزش بادهای گرم در اواخر فروردین ۱۳۹۳ نقش مهمی در برتری مقدار انتقال مجدد ماده خشک در گندم رشد کرده در اقلیم بوشهر داشته است (جدول ۲). وقوع تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه باعث کاهش فتوسنتز جاری شده و با توجه به نیاز بیش‌تر به مواد فتوسنتزی برای پرکردن دانه نقش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه برای پرکردن دانه افزایش می‌یابد (Shearman *et al.*, 2005). Yang و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که چه در مراحل قبل از گرده‌افشانی و چه در دوران پر شدن دانه‌ها، بین اندازه مخزن و تقاضا برای ذخایر ساقه و محیط رشد برهمکنش وجود دارد. بیش‌ترین مقدار انتقال مجدد به میزان ۶۴/۸ گرم درمترمربع از تیمار عدم کاربرد کلرمکوات‌کلراید، مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات‌روی درهکتار و کاربرد نیتروکسین به‌دست آمد (شکل۵). کلرمکوات‌کلراید می‌تواند توزیع ماده خشک را در گیاه تغییر دهد. بنابراین، باعث افزایش عملکرد اقتصادی شده و گیاه را نسیت به شرایط نامساعد محیطی سازگار می‌کند (Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2016).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

شکل ۵: اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر مقدار انتقال مجدد ماده خشک.

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

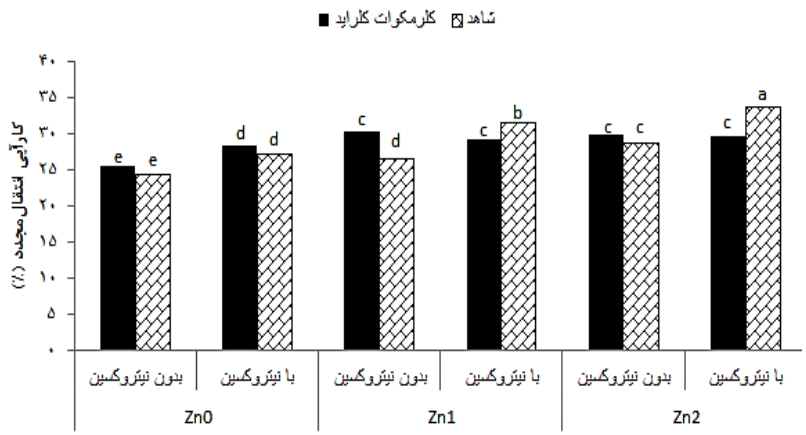
کارآیی انتقال مجدد

بررسی نتایج این پژوهش حاکی است که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر مقدار انتقال مجدد ماده خشک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به شکل ۶ مشخص گردید که در بین تیمارهای اثر برهمکنش، بیش‌ترین کارآیی انتقال مجدد از تیمار عدم کاربرد کلرمکوات‌کلراید، سطح سوم سولفات‌روی و کاربرد نیتروکسین حاصل شده است. کارآیی ساقه در انتقال مجدد مواد فتوسنتزی نشان دهنده مواد انتقال یافته از ساقه به کل ماده خشک ساقه است.

بر اساس نتایج پژوهشگران به‌نظر می‌رسد ارتفاع کم‌تر بوته و وزن خشک کم‌تر ساقه سبب می‌شوند تا مقدارکم‌تری مواد فتوسنتزی برای فرستادن به سنبله در شرایط تنش‌های محیطی وجود داشته باشد (Yang *et al.*,2001). در این مطالعه اثر سولفات‌روی و کود نیتروکسین در افزایش ارتفاع بوته و میزان انتقال مجدد ماده خشک بیشتر تحت اثر این دو تیمار نقش مهمی را در افزایش کارآیی انتقال مجدد داشتنند (جدول ۴). بنابراین می‌توان دریافت که عنصر روی می‌تواند در گندم هنگام شکل‌گیری سنبله، محتویات مواد هیدروکربنه در ساقه را کاهش داده و با انتقال و آسانی جریان مواد هیدروکربنه به دانه سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه شود (Kheirizadeh Arough *et al.*,2016). به‌نظر می‌رسد افزایش میزان انتقال مجدد ماده خشک تحت تأثیر کود زیستی با ترشح هورمون‌های گیاهی و افزایش رشد طولی میان گره‌های ساقه مرتبط باشد. جدول ۵ گویای این است که کارآیی انتقال مجدد ساقه در شرایط بوشهر نسبت به منطقه ایلام بالاتر بود که به برخی از دلایل آن در بحث عملکرد و اجزای عملکرد دانه پرداخته شد. بنابراین می‌توان دریافت که این ویژگی می‌تواند تحت اثر شرایط اقلیمی و عوامل مدیریتی قرار گیرد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]



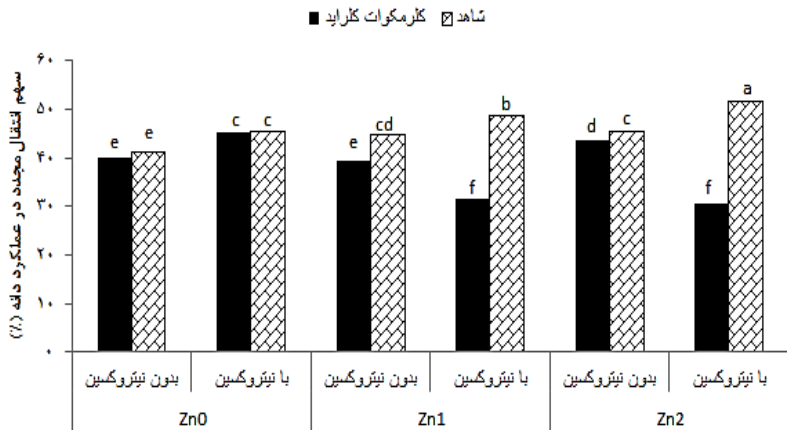
شکل ۶: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر کارآیی انتقال مجدد.
حروف مشابه در هرستون بیان‌گر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر کلرمکوات‌کلراید، مصرف سولفات‌روی و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین برسهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه مربوط به تیمارهای عدم کاربرد کلرمکوات‌کلراید، سطح سوم سولفات‌روی و کاربرد نیتروکسین بود (شکل ۷). در این آزمایش مشخص گردید که کاربرد سولفات‌روی نیز نقش مهمی در افزایش سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه داشت. جدول ۴ نیز گویای این مطلب است که سطوح دوم و سوم مصرف روی در مقایسه با شاهد به‌ترتیب ۶/۵ درصد و ۱۲/۹درصد برتری داشتند. جذب بیش‌تر عناصر غذایی و تولید شیره پرورده بیشتر با افزایش ارتفاع به وسیله باکتری‌های موجود در نیتروکسین می‌تواند در هنگام بروز تنش‌های محیطی سهم انتقال مجدد را افزایش دهد (Cakmak *et al.*, 2010). از آنجایی که گیاهان مختلف و حتی ژنوتیپ‌های یک گیاه دارای ساختارهای ژنتیکی متفاوتی از هم می‌باشند، تفاوت در میزان کارآیی و سهم انتقال ماده خشک از اندام‌های مختلف گیاهی دور از انتظار نیست (Ehdaei *et al.*, 2006). احتمالاً علت بالا بودن سهم وزن دانه از مواد انتقال یافته می‌تواند به‌دلیل پایین بودن سهم تنفس از این مواد باشد که موجب افزایش ضریب تبدیل آن‌ها به عملکرد دانه می‌شود و یا به دلیل پایین بودن عملکرد است. برای افزایش مشارکت مواد پرورده در عملکرد دانه باید یا میزان انتقال مجدد مواد هیدروکربنه بیش‌تر شود و یا عملکرد کاهش یابد (Schnyder,1993). تنش خشکی سبب کاهش سریع در فتوسنتز بعد از گل‌دهی شده و سهم فتوسنتز جاری به دانه کاهش می‌یابد، اما سهم ماده خشک حاصل از ذخایر ساقه و برگ افزایش می‌یابد. بنابراین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1395.8.31.5.9]

می‌توان دریافت که اثر تنش‌های مختلف بر کاهش فتوسنتز جاری در مرحله پر شدن دانه‌ها موجب القای انتقال بیش‌تر ذخایر ساقه و مصرف آن‌ها توسط دانه می‌شود (Ehdaei *et al.*, 2006).



شکل ۷: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه.

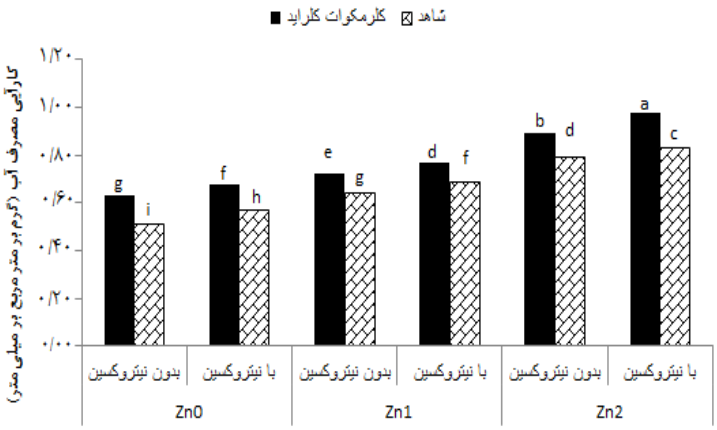
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

کارآیی مصرف آب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید در سولفات‌روی در نیتروکسین بر کارآیی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین‌ها نشان داد که کارآیی مصرف آب در منطقه بوشهر با وجود کاهش بارندگی به نحو مشخصی زیادتر از ایلام بود (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد در شرایط کمبود رطوبت با بسته شدن روزنه‌ها از شدت تعرق کاسته می‌شود، یعنی نسبت خروج مولکول‌های آب نسبت به ورود مولکول‌های دی اکسید کربن کاهش می‌یابد (Miranzadeh *et al.*, 2010). در شرایط محدودیت آب، کارآیی مصرف آب افزایش می‌یابد، این موضوع احتمالاً به دلیل بسته شدن روزنه‌ها و محدود شدن میزان تعرق در اواسط روز باشد که محدودیت فشار بخار زیاد است (Abate *et al.*, 2004). قاجار سپانلو و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی کارآیی مصرف آب چهار رقم گندم نتیجه گرفتند که کارآیی مصرف آب ارقام گوناگون، متفاوت بوده و کارآیی مصرف آب با کاهش آب آبیاری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به مقایسه میانگین‌ها میزان کارآیی مصرف آب، بین مصرف و عدم مصرف کلرمکوات‌کلراید در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۴). دلیل این موضوع آن بود که محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید باعث کاهش رشد شاخساره و در نهایت کاهش تعرق گیاه گردید و در این شرایط گیاه آب را اقتصادی‌تر مصرف کرد. کلرمکوات‌کلراید می‌تواند توزیع ماده خشک در گیاه را تغییر دهد، بنابراین سبب افزایش عملکرد اقتصادی شده و گیاه را نسبت به شرایط نامساعد محیطی سازگار می‌کند (Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2016). کاربرد سطوح دوم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

و سوم سولفات‌روی در این آزمایش در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش کارآیی مصرف آب به مقدار ۱۶ و ۳۰ درصد شد (جدول ۴). Hue و Spark (۱۹۹۱) دریافتند که در گیاهان مواجه با شرایط تنش خشکی، مصرف مقادیر بالای روی موجب افزایش پایداری و بردباری گیاه در شرایط تنش خشکی و بهبود عملکرد می‌شود. مصرف مناسب روی در بهبود کارآیی مصرف آب مؤثر بوده و سبب جذب بهتر و بیش‌تر آب و مواد مغذی از خاک، تحمل گیاه به خشکی و افزایش عملکرد دانه می‌شود (Potoo *et al.*,1994). نتایج نشان داد که بالاترین کارآیی مصرف آب از تیمار محلول‌پاشی کلرمکوات‌کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد۵۰ کیلوگرم درهکتار سولفات‌روی و پیش‌تیمار بذر با نیتروکسین به دست آمد (شکل ۸). گزارش پژوهشگران حاکی است که کلرمکوات‌کلراید می‌تواند مقاومت به خشکی را در غلات به ویژه گندم افزایش دهد (Shekoofa and Emam, 2008; Pirasteh-Anosheh *et al.*, 2016). Miranzadeh و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که کاربردکلرمکوات‌کلراید سبب افزایش کارآیی مصرف آب در چهار رقم گندم دیم شد. اگرچه عملکرد محصول تحت شرایط دیم بستگی به بارش سالانه دارد، اما عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب از طریق مدیریت‌های زراعی و بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها به گونه‌ای مؤثر افزایش می‌یابد. می‌توان دریافت که علاوه بر بارش تجمعی در طول فصل رشد، توزیع و پراکنش ماهانه بارش و عوامل اقلیمی نیز بر کارآیی مصرف آب مؤثر هستند.



شکل ۸: اثر برهمکنش کلرمکوات‌کلراید و سولفات‌روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر کارآیی مصرف آب.
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

نتیجه‌گیری

به طورکلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی۲/۵ گرم در لیترکلرمکوات‌کلراید با افزایش سطح فتوسنتزکننده و در نتیجه تولید مواد پرورده بیش‌تر و تغییر در تسهیم مواد پرورده به سود دانه‌ها، کاربرد سولفات‌روی با مشارکت در افزایش توان رشدی گیاه و بهبود صفات مورفو- فیزیولوژیک مورد مطالعه و تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین از طریق تثبیت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

نیتروژن و تولید هورمون‌های محرک رشد در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه اثر مثبت داشته‌اند. به نظر می‌رسد در شرایط تنش گرمایی و خشکی اواخر فصل به ویژه در بوشهر کاربرد تیمارهای کاربرد کلرمکوات‌کلراید، سولفات‌روی و تلقیح بذر با نیتروکسین موجب کاهش اثر منفی تنش خشکی و کارآیی مصرف آب گردد. این پژوهش نشان داد که انتقال مجدد ماده خشک نقش مهمی را در عملکرد نهایی دانه ایفا می‌نماید. دیم‌زارهای دو منطقه محل آزمایش با کمبود روی مواجه بوده، بنابراین بر اساس نتایج این آزمایش مصرف خاکی ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات‌روی توصیه می‌شود.

منابع

امام، ی. ۱۳۸۶. زراعت غلات. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۰ ص.

پیرسته انوشه، ه. و امام، ی. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم کننده‌های رشد در شرایط تنش خشکی در مزرعه و گلخانه. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۵: ۱۷-۱.

طباطبایی، ج.، بخشنده، ع. م.، قرینه، م. ح.، خلیل عالمی، س. و خوش گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۲. برهمکنش تنش رطوبتی و محلول‌پاشی سولفات‌روی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد دانه و کارآیی مصرف آب در گندم. مجله پژوهش و سازندگی (زراعت). ۱۰۰: ۱۸-۸.

قاجار سپانلو، م.، سیادت، ع.، میرلطیفی، م. و میرنیا، س. خ. ۱۳۷۹. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارآیی مصرف آب و مقایسه چند شاخص مقاومت به خشکی در ارقام گندم. مجله خاک و آب. ۱۰ (۱۲): ۷۵-۶۴.

Abate, P. E., Dardanelli, J. L. Cantarero, M. G., Maturano, M., Melchiori, R. J. M. and Suero, E. E. 2004. Climatic and water availability effects on water use efficiency in wheat. Crop Science 44: 474-483.

Buráňová, S., Černý, J., Kulhánek, M., Vasák, F. and Balik, J. 2015. Influenced of mineral and organic fertilizers on yield and nitrogen efficiency of winter wheat. International Journal of Plant Production 9 (2): 257-272.

Cakmak, I., Pfeiffer, W. H. and Clafferty, B. 2010. Biofortification of durum wheat with zinc and iron. Cereal Chemistry 87 (1): 10- 20.

Cakmakci, R., Turan, M., Güllüce, M. and Sahin, F. 2014. Rhizobacteria for reduced fertilizer inputs in wheat and barley on aridisols in Turkey. Journal of Plant Production 8 (2): 163-182.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

Dong, B., Rengel, Z. and Graham, R. D. 1995. Root morphology of wheat genotypes differing in zinc efficiency. Journal of Plant Nutrition 18: 2761- 2773.

Ehdaei, B., Alloush, G. A., Madore, M. A. and Waines, J. G. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Post anthesis changes in internode dry matter. Crop Sciences 46: 735- 746

Hue, H. and Sparks, D. 1991. Zinc deficiency inhibits chlorophyll synthesis and gas exchange in Stuart pecan. Horticulture Science 26: 267-268.

Karimian, N. 1995. Effect of nitrogen and phosphorus on zinc nutrition of corn in a calcareous soil.Journal of Plant Nutrition 18: 2261- 2271.

KheirizadehArough, Y., SeyedSharifi, R., Sedghi, M. and Barmaki, M. 2016. Effect of Zinc and biofertilizers on antioxidant enzymes activity, chlorophyll content, soluble sugars and proline in Triticale under salinity condition. Notulate Botanicae Horti Agrobotanici Culj-Napoca, 44 (1): 116-124.

Miranzadeh, H., Emam, Y., Seyydi, H. and Zare, S. 2010. Productivity and radiation use efficiency of four dryland wheat cultivars under different levels of nitrogen and chlormequat chloride. Journal of Agriculture Science and Technology 13: 339-351.

Niu, J. Y., Gan, Y. T., Zang, J. W. and Yang, Q. F. 1998. Post anthesis dry matter accumulation and redistribution in spring wheat mulched with plastic film. Crop science 38: 1562-1568.

Olama V., Ronaghi, A., Karimian, N., Yasrebi, J., Hamidi, R., Tavajjoh, M. and Kazemi, M. 2014. Seed quality and micronutrient contents and translocations in rapeseed (*Brassica napus* L.) as affected by nitrogen and zinc fertilizers. Archives of Agronomy and Soil Science 60:423-435.

Pakar, N., Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y and Pessarakli, M. 2015. Barley growth, yield, antioxidant enzymes and ions accumulation affected by PGRs under salinity stress.Journal of Plant Nutrition.Doi:10:1080/01904167. 2016.1143498.

Papakosta, D. K. and Gagianas, A. A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization, and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal 83: 864-870.

Pirasteh-Anosheh, H., Emam, Y. and Khaliq, A. 2016. Response of cereals to Cycocel application. Iran Agricultural Research 35 (1): 1-12.

Poltoo, J. A., Turner, N. C. and Filery, I. R. 1994. Remobilization of carbon and N in wheat as influenced by post- anthesis water deficits. Crop Science 34: 118- 124.

Rengel, Z. and Graham, R. D. 1995. Importance of seed Zn content for wheat growth on Zn deficient soil. Journal of Plant and Soil 173: 259- 266.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]

Shearman, V. J., Sylvester –Bradley, R., Scott, R. K. and Foulkes, M. J. 2005. Physiological process associated with wheat yield progress in the UK. Crop Science 45: 175– 185.

Schnyder, H. 1993. The role of carbohydrate and redistribution in the source-sink relation of wheat and barley during grain filling. New Phytol 123: 233-245.

Shekoofa, A. and Emam, Y. 2008. Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticum aestivum*) cv. Shiraz. Journal of Agricultural science and Technology 10: 101-108.

Singh, K. K. 2014. Response of Zinc fertilization to wheat on yield, quality, nutrients uptake and soil fertility grown in a zinc deficient soil. European Journal of Academic Essays 1(1): 22-26.

Tarang, E., Ramroudi, M., Galavi, M., Dahmardeh, M. and Mohajeri, F. 2013. Effects of Nitroxin bio-fertilizer with chemical fertilizer on yield and yield components of grain corn. Agricultural Science 3 (5): 400-405.

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G. and Cheung, K. C. 2005. Effect of bio-fertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A green house trial. Geoderma 125: 155-166.

Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Zhu, Q. and Liu, L. 2001. Water deficit induced senescence and its relationship to the remobilization of pre-stored carbon in wheat during grain filling. Agronomy Journal 93: 196-206.

Zadoks, J. C., Chang, T. T. and Konzak, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14: 415- 421.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-28]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1395.8.31.5.9]