

اثر کلرمکوات کلراید و سولفات روی 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 پذیرش: ۹۵/۰۱/۳۱

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۵

چکیده

به منظور بررسی کارایی انتقال مجدد و عملکرد دانه گندم، این پژوهش به صورت دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک های 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 کلرمکوات کلراید (صفر و ۲/۵ گرم در لیتر)، سولفات روی 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 کلرمکوات کلراید بر نسبت وزن خشک سنبله به ساقه و میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه اثر معنی داری در سطح احتمال آماری یک درصد گذاشت. با مصرف ۲/۵ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید، وزن سنبله به ساقه در مقایسه با شاهد به مقدار ۲۰/۴ درصد افزایش و میزان انتقال مجدد ماده خشک ساقه به مقدار ۲/۴ درصد کاهش یافت. به علاوه، کاربرد کلرمکوات کلراید اثر معنی داری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در سطح احتمال آماری یک درصد داشت. محلول پاشی کلرمکوات کلراید سبب افزایش تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب به ترتیب به میزان ۱۴/۶، ۱۹/۱، ۲۸/۵ و ۲۹/۳ درصد شد. بیشترین میزان انتقال مجدد (۶۴/۸ گرم در مترمربع)، کارایی انتقال مجدد (۳۲/۱ درصد) و سهم انتقال مجدد (۵۰/۸ درصد) مربوط به تیمار برهمکنش بدون کاربرد کلرمکوات کلراید، مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و به کارگیری نیتروکسین بود. بالاترین عملکرد دانه (۱۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) از برهمکنش تیمارهای محلول پاشی کلرمکوات کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و تلقیح بذر با نیتروکسین حاصل شد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که تحت شرایط دیم، کاربرد کلرمکوات کلراید، سولفات روی و نیتروکسین در بهبود و افزایش عملکرد دانه گندم می تواند مؤثر واقع شود.

واژه های کلیدی: کارایی مصرف آب، ذخایر ساقه و اجزای عملکرد.

مقدمه

کلرمکوات کلراید 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 کلرمکوات کلراید 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 کارا^۱، 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., 2015; Buranova et al., 2005). 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 کارایی 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، سولفات روی و نیتروکسین بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر ساده و برهمکنش کلرمکوات کلراید، سولفات روی 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 به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار و شامل فاکتورهای کلرمکوات کلراید (دو سطح صفر و ۲/۵ گرم در لیتر)، سولفات روی (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 و ۳۷ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۴ متر) و ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاکي بوشهر (با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۶۰ متر) انجام شد (جدول های ۱ و ۲).

جدول ۱: برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مناطق محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری

محل آزمایش	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته	ماده آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر	پتاسیم	روی	آهن
میلی گرم در کیلوگرم									
بوشهر	لوم شنی	۱/۳۲	۷/۸	۰/۵۵	۰/۰۷	۸	۱۶۱	۰/۶۵	۲/۶
ایلام	لوم رسی	۰/۶۲	۷/۳	۱/۰۴	۰/۰۹	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 (میلی متر) - بوشهر	۰	۱۳۲/۳	۴/۳	۱۷۱	۱۲/۸	۱۰/۹	۳/۹	۰	۰	۳۳۵/۲
بارندگی (میلی متر) - 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 سانتی متری و در کرت هایی به ابعاد ۳×۴ و با فواصل بین بوته ها سه سانتی متر و فاصله بین ردیف ها ۲۰ سانتی متر و تراکم تقریبی ۱۷۰ بوته در متر مربع منطبق با تاریخ کاشت معمول زراعت دیم در مناطق محل آزمایش، در ایلام ۲۵ آبان ۱۳۹۲ و در بوشهر ۱۸ آبان ۱۳۹۲ به صورت دستی کشت شدند. عنصر روی از منبع سولفات روی به صورت پیش کاشت و آمیخته با خاک و کود زیستی نیتروکسین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به صورت بذرمال (تلقیح بذر به صورت آغشتگی کامل) مورد استفاده قرار گرفت و بذرها پس از خشک شدن در سایه، کشت شدند. محلول کلرمکوات- کلراید با آب مقطر تهیه و تیمار کلرمکوات کلراید به میزان ۲/۵ گرم در لیتر در مرحله پنجه زنی (ZGS=22) (Zadoks *et al.*, 1974) با استفاده از یک دستگاه محلول پاش دقیق دستی با فشار ثابت سه بار اعمال شد. در تیمار شاهد نیز

همزمان با آب مقطر محلول پاشی انجام شد. به منظور افزایش کارایی جذب و پیشگیری از تبخیر ماده تنظیم کننده رشد، عمل محلول پاشی در ساعات اولیه صبح که تبخیر حداقل باشد و در هوای آرام انجام شد. محلول پاشی به اندازه‌ای صورت گرفت که کل بوته‌ها از محلول مورد نظر خیس شده باشند. بر این اساس حجم محلول پاشی حدود ۴۰۰ لیتر در هکتار بود. برداشت در بوشهر ۱۸ اردیبهشت ۱۳۹۳ و در ایلام ۱۶ خرداد ۱۳۹۳ انجام 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 سنبله ۱۰ بوته به صورت 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 به دست 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 نموی ۵۰ درصد گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک دانه پس از نمونه‌گیری و خشک کردن آن‌ها در آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت 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 در متر مربع)

رابطه ۲: $100 \times \text{میزان ماده خشک ساقه در گلدهی} / \text{میزان انتقال مجدد ماده خشک} = \text{کارایی انتقال مجدد ماده خشک ساقه}$

رابطه ۳: $100 \times \text{عملکرد دانه} / \text{میزان انتقال مجدد ماده خشک} = \text{سهام انتقال مجدد ماده خشک ساقه به دانه}$

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

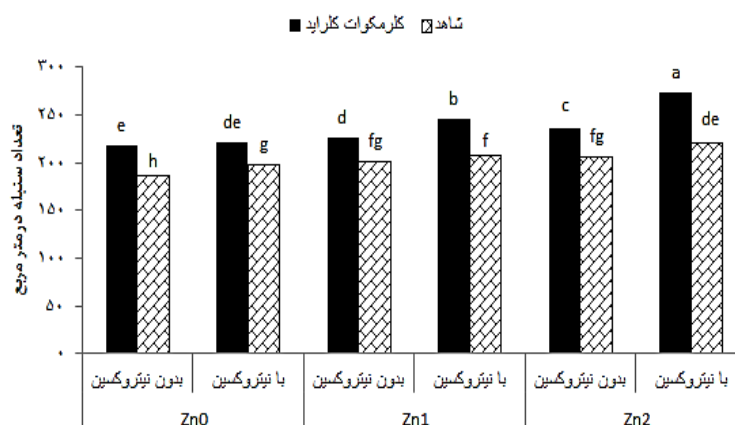
رابطه ۴: $\text{رواناب} + \text{آب زهکش شده} + \text{رطوبت موجود در خاک در زمان کشت و برداشت} + \text{مقدار کل بارندگی} = \text{مقدار تبخیر و تعرق}$.

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 کارایی 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.

نتایج و بحث

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و برهمکنش کلرمکوات کلراید در سولفات روی در نیتروکسین بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح احتمال آماری یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر برهمکنش سه گانه کلرمکوات کلراید در سولفات روی در نیتروکسین بر تعداد سنبله در مترمربع نشان داد که بالاترین تعداد سنبله در مترمربع مربوط به تیمار محلول پاشی کلرمکوات کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و پیش-تیمار بذر با نیتروکسین بود (شکل ۱). چنین استنباط می شود که علت افزایش تعداد سنبله در واحد سطح در اثر مصرف کلرمکوات کلراید می تواند نتیجه القای پنجه زنی و ایجاد سنبله های بارور بیش تر در بوته باشد (جدول ۴). مصرف خاکی سولفات روی و فراهم شدن شرایط تغذیه ای مناسب تر برای گیاه در طول دوره پنجه زنی می تواند با افزایش تعداد پنجه های 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 رشد عنصر روی مورد نیاز را جذب می نمایند. یافته های 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 می گردد. در این آزمایش سولفات روی به صورت خاکی و همزمان با کاشت بذر مصرف شد و بنابراین می توان نتیجه گرفت که کفایت این عنصر در خاک با رشد رویشی بیش تر گیاه و افزایش میزان تولید ماده خشک گیاه، زمینه افزایش تعداد سنبله را فراهم کرده است. در برخی پژوهش ها مشخص شده که ایندول استیک اسید در کنار سایتوکینین که توسط ازتوباکتر (باکتری موجود درمایه تلقیح نیتروکسین) تولید می شود با افزایش وزن برگ سبب افزایش مواد پرورده شده که به نوبه ی خود باعث افزایش سهم اندام های زایشی از جمله تعداد سنبله می گردد (Singh, 2014).

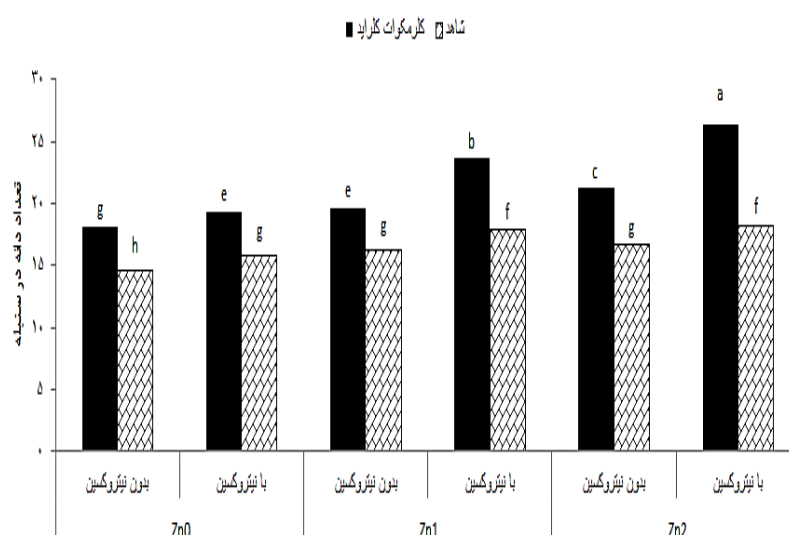


شکل ۱: برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد سنبله در متر مربع. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید در سولفات روی در نیتروکسین بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بالاترین میانگین تعداد دانه در سنبله از تیمار محلول پاشی کلرمکوات کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و پیش تیمار بذر با کود زیستی نیتروکسین حاصل شد (شکل ۲). اثر مثبت تنظیم کننده رشد بر تعداد دانه در شرایط انجام این آزمایش می تواند نتیجه افزایش تعداد پنجه های بارور در بوته و تعداد سنبلک های بارور در هر سنبله باشد (جدول ۴). تعداد دانه در واحد سطح به وسیله تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در سنبله تعیین می شود (امام، ۱۳۸۶).

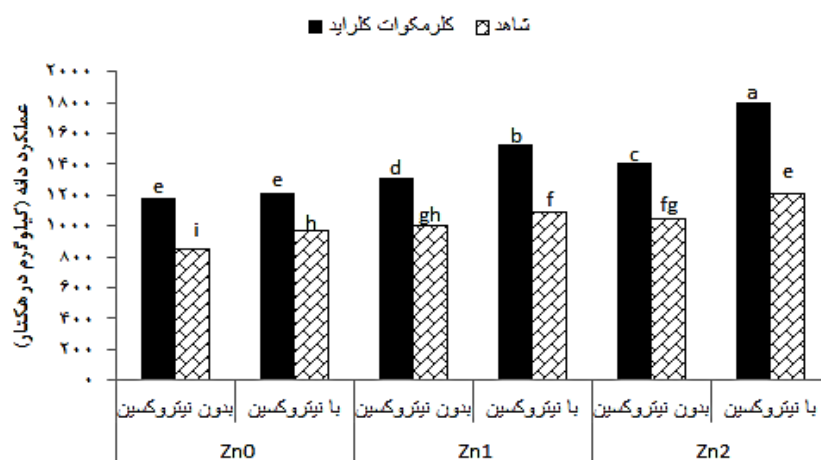
عنصر روی نیز می تواند با بهبود باروری گلچه ها و افزایش ظرفیت مخزن باعث افزایش تعداد دانه در سنبله شود. نتایج ارائه شده در جدول ۴ مبنی بر افزایش تعداد دانه نیز این موضوع را تأیید می کند. مصرف ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در مقایسه با عدم کاربرد آن از نظر تعداد دانه در سنبله به ترتیب ۱۰/۴ درصد و ۱۹/۱ درصد برتری داشتند (جدول ۴). اثر عنصر روی بر افزایش تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه به احتمال زیاد به اثر این عنصر بر فتوسنتز و سنتز تریپتوفان به عنوان 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 می توان به اثر تیمار بذر با باکتری های تشکیل دهنده آن و ترشح هورمون های رشد نسبت داد (Buranova et al., 2015).



شکل ۲: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر تعداد دانه در سنبله. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید در سولفات روی در نیتروکسین بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بالاترین عملکرد دانه از (۱۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) از محلول پاشی کلرمکوات کلراید با غلظت ۲/۵ گرم در لیتر و کاربرد سطح سوم سولفات روی و پیش تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین در شرایط ایلام به دست آمد (شکل ۳). عملکرد دانه ناشی از تغییرات به وجود آمده در تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه می‌باشد. اثر مثبت کلرمکوات کلراید 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). به نظر می‌رسد عنصر روی از طریق اثری که 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 سولفات روی عملکرد دانه را نسبت به شاهد به ترتیب ۱۸/۱ درصد و ۲۴/۳ درصد افزایش داد (جدول ۴). نیتروکسین حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و نیز القاءکننده رشد ازتوباکتر و آزوسپیریوم 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 به دلیل مشارکت آن‌ها در افزایش رشد گیاه به واسطه‌ی تثبیت نیتروژن و تولید هورمون‌های گیاهی باشد که مجموعه این عوامل می‌تواند جذب بیشتر مواد غذایی به وسیله‌ی گیاه را تحریک و باعث افزایش عملکرد دانه شود (Tarang *et al.*, 2013).



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

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

جدول ۳: جدول تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه گیری شده گندم تحت کاربرد تنظیم کننده رشد کلرمکوات کلراید، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین در مناطق بوشهر و ایلام

میانگین مربعات									درجه آزادی	منابع تغییر
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		
۱۴۸/۳ ^{ns}	۳/۵۱ ^{ns}	۱۸۴/۴ ^{ns}	۱۷/۵ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}	۶۸/۶ ^{ns}	۲۶/۲ ^{ns}	۳۱/۵۵ ^{ns}	۴۲/۳۲ ^{ns}	۲	بلوک
۱۰۱۲/۵ ^{ns}	۳۱۴/۹۳ ^{ns}	۵۹۵۶/۴۶ ^{ns}	۲۵۲/۲ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۵۷۲/۹۱ ^{ns}	۳۲۲/۶ ^{ns}	۲/۶۴ ^{ns}	۷۲/۲ ^{ns}	۱	مکان
۱۹۸۰۰/۵ ^{ns}	۱۲۵/۸۷ ^{ns}	۳۱۶۸۹/۶ ^{ns}	۷۱۳/۱۲ ^{ns}	۱/۱۳ ^{ns}	۰/۵۵۵ ^{ns}	۰/۶۰۵ ^{ns}	۲۵۶۸/۵ ^{ns}	۷۵/۴ ^{ns}	۱	کلرمکوات کلراید
۵۰۱۷/۷۹ ^{ns}	۲۴/۵۴ ^{ns}	۷۳۹۱/۸۸ ^{ns}	۱۹۱/۶۷ ^{ns}	۰/۴۵۴ ^{ns}	۱۸۸/۲۹ ^{ns}	۰/۶۱۱ ^{ns}	۲۴۲/۳۱ ^{ns}	۶۷۷/۴ ^{ns}	۲	سولفات روی
۱۸۴۰/۲ ^{ns}	۲۰/۶۹ ^{ns}	۴۴۷۶/۱۴ ^{ns}	۲۹/۶۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۱۳۴/۲ ^{ns}	۵۴/۰۲ ^{ns}	۲۴/۲۶ ^{ns}	۱۴۳۹/۲ ^{ns}	۱	نیتروکسین
۱۸۷/۱۲ ^{ns}	۰/۳۶۵ ^{ns}	۳۹۳/۴ ^{ns}	۲۳/۹۲ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۲۰۶/۷۸ ^{ns}	۶۱/۱۲ ^{ns}	۱۰۷/۰۶ ^{ns}	۶۶/۱ ^{ns}	۲	کلرمکوات کلراید × سولفات روی
۱/۳۸ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}	۱۹۳/۱ ^{ns}	۲۵/۲۴ ^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۷۰۱/۲۵ ^{ns}	۱۶۰/۸ ^{ns}	۲۸۴/۸ ^{ns}	۷/۵ ^{ns}	۱	کلرمکوات کلراید × نیتروکسین
۸۹۱/۶۸ ^{ns}	۴/۸۰ ^{ns}	۱۴۱۴/۲ ^{ns}	۲۳/۷۸ ^{ns}	۰/۰۵۶ ^{ns}	۱۱/۱۳ ^{ns}	۱/۲۱ ^{ns}	۳۴/۰۸ ^{ns}	۱۶/۸ ^{ns}	۲	سولفات روی × نیتروکسین
۴۵/۱ ^{ns}	۷/۳۴ ^{ns}	۱۵۷۴/۵ ^{ns}	۱۲/۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۴۱ ^{ns}	۴۲/۷۸ ^{ns}	۳۴/۴۴ ^{ns}	۱۵۰/۲۲ ^{ns}	۲/۳۱ ^{ns}	۱	مکان × کلرمکوات کلراید
۲۲۹/۵۴ ^{ns}	۰/۶۵۷ ^{ns}	۳۱۵/۷ ^{ns}	۱۰/۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۴۶ ^{ns}	۰/۱۱ ^{ns}	۰/۳۴۲ ^{ns}	۱۱/۶۶ ^{ns}	۳۱/۹ ^{ns}	۲	مکان × سولفات روی
۱۰۲/۷۲ ^{ns}	۱/۲۸ ^{ns}	۲۷۹/۶ ^{ns}	۳/۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱۶/۱۵ ^{ns}	۹/۳۸ ^{ns}	۲۶/۶۴ ^{ns}	۲۹/۳ ^{ns}	۱	مکان × نیتروکسین
۶۶۷/۶۸ ^{ns}	۴/۰۲ ^{ns}	۱۲۰۳/۸ ^{ns}	۲۷/۲۳ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۱۹۹/۹۸ ^{ns}	۳۲/۲۵ ^{ns}	۳۱۴/۵۳ ^{ns}	۱۲۸/۲ ^{ns}	۲	کلرمکوات کلراید × سولفات روی × نیتروکسین
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}	۲	مکان × کلرمکوات کلراید × سولفات روی
۳۳ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۱۵۱/۶ ^{ns}	۰/۲۵۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۱۵/۹۶ ^{ns}	۳/۹۳ ^{ns}	۳/۷۳ ^{ns}	۲/۷ ^{ns}	۱	مکان × کلرمکوات کلراید × نیتروکسین
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}	۲	مکان × سولفات روی × نیتروکسین
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}	۲	مکان × کلرمکوات کلراید × سولفات روی × نیتروکسین
۲۰/۹	۱/۴۹	۲۶/۶	۱۴/۱	۸/۲	۱۰/۲	۱۲/۳	۴/۷	۱۰/۵	۲۲	اشتباه آزمایشی
۱۲/۳	۹/۸	۱۰/۳	۱۰/۳	۷/۴	۸/۴	۱۱/۳	۱۳/۸	۹/۵		ضریب تغییرات (درصد)

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 ۱۹/۱ درصد 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 میلی-متر بوده است، در حالی که در ایلام در ماه‌های فروردین و اردیبهشت میزان بارندگی به‌ترتیب ۳۲/۴ و ۲۷/۱ میلی-متر 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 کوتاه‌تر 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 کلرمکوات کلراید 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 کلرمکوات کلراید 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 کارایی 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

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 تنظیم‌کننده رشد کلرمکوات کلراید، عنصر کم مصرف روی و کود زیستی نیتروکسین بر صفات اندازه‌گیری شده گندم در مناطق بوشهر و ایلام

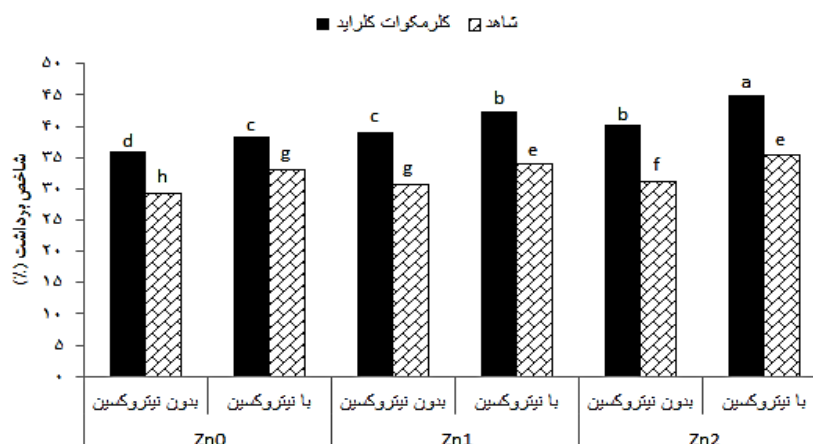
صفات اندازه‌گیری شده								
تیمارها	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	وزن خشک سنبله به ساقه	میزان انتقال مجدد (گرم در متر مربع)	کارایی انتقال مجدد (درصد)	سهم انتقال مجدد عملکرد دانه (درصد)
کلرمکوات کلراید (گرم در لیتر)								
صفر	۲۱۵b	۱۷b	۱۰۴/۹b	۳۴/۷b	۱/۱۳b	۴۷/۷a	۲۴/۹a	۳۳/۸b
۲/۵	۲۷۸a	۲۱a	۱۴۶/۸a	۴۱/۲a	۱/۳۸a	۴۷/۹a	۲۵/۲a	۴۵/۷a
سولفات روی (کیلوگرم در هکتار)								
صفر	۲۱۴c	۱۷c	۱۰۶/۶c	۳۴/۸c	۱/۲۱b	۴۵/۴b	۲۴/۶c	۳۷/۹b
۲۵	۲۶۵b	۱۹b	۱۳۰/۱b	۳۹/۱b	۱/۲۶a	۴۷/۳b	۲۵/۱b	۳۸/۱b
۵۰	۲۸۴a	۲۱a	۱۴۵/۹a	۴۰/۸a	۱/۲۸a	۵۰/۹a	۲۸/۶a	۴۳/۵a
نیتروکسین								
شاهد	۲۱۶b	۱۸a	۱۱۸/۱b	۳۷/۲b	۱/۲۴a	۴۶/۵b	۲۵/۰۶b	۳۹/۲a
تلقیح بذر	۲۷۷a	۲۰a	۱۳۳/۸a	۳۹/۲a	۱/۲۶a	۴۹/۲a	۲۷/۹a	۴۰/۴a

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

صفات اندازه‌گیری شده						
مکان	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	میزان انتقال مجدد (گرم در متر مربع)	کارایی ساقه در انتقال مجدد (درصد)
ایلام	۲۲۵a	۲۰a	۱۷۳/۱a	۳۷/۸a	۴۴/۵b	۲۴/۱b
بوشهر	۱۹۸b	۱۷b	۱۲۸/۹b	۳۴/۳b	۵۲/۸a	۲۶/۵a

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



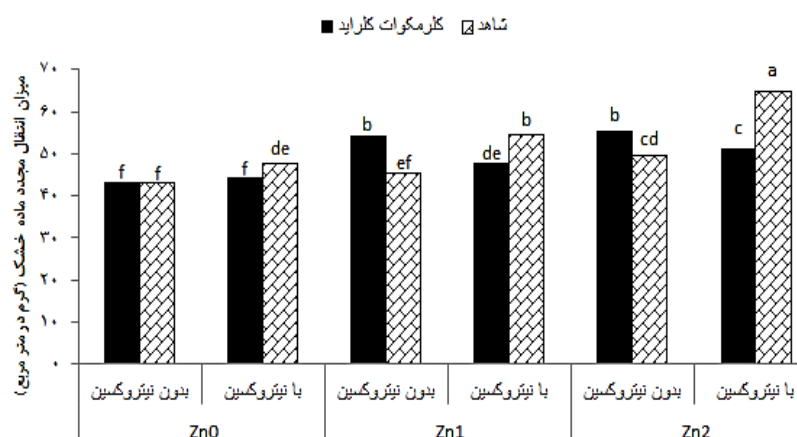
شکل ۴: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر شاخص برداشت. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

نسبت وزن خشک سنبله به ساقه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که فقط کاربرد کلرمکوات کلراید و سولفات روی 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 کلرمکوات کلراید وزن سنبله به ساقه افزایش یافت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که کاربرد کلرمکوات کلراید 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 کلرمکوات کلراید در سولفات روی 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 پر کردن دانه نقش انتقال مجدد مواد فتوسنتزی از ساقه برای پر کردن 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 کلرمکوات کلراید، مصرف ۵۰ کیلوگرم سولفات روی درهکتار و کاربرد نیتروکسین به-دست آمد (شکل ۵). کلرمکوات کلراید می‌تواند توزیع ماده خشک را در گیاه تغییر دهد. بنابراین، باعث افزایش عملکرد اقتصادی شده و گیاه را نسبت به شرایط نامساعد محیطی سازگار می‌کند (Pirasteh-Anosheh et al., 2016).



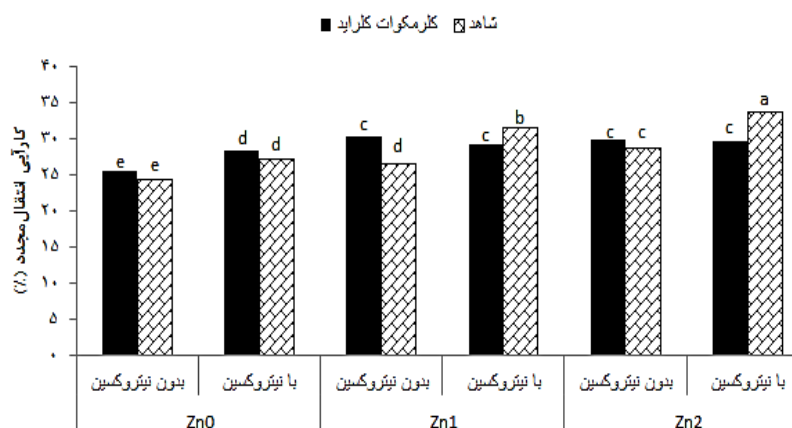
شکل ۵: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر مقدار انتقال مجدد ماده خشک.

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

کارایی انتقال مجدد

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

بر اساس نتایج پژوهشگران به نظر می رسد ارتفاع کم تر بوته و وزن خشک کم تر ساقه سبب می شوند تا مقدار کمتری مواد فتوسنتزی برای فرستادن به سنبله در شرایط تنش های محیطی وجود داشته باشد (Yang et al., 2001). در این مطالعه اثر سولفات روی و کود نیتروکسین در افزایش ارتفاع بوته و میزان انتقال مجدد ماده خشک بیشتر تحت اثر این دو تیمار نقش مهمی را در افزایش کارایی انتقال مجدد داشتند (جدول ۴). بنابراین می توان دریافت که عنصر روی می تواند در گندم هنگام شکل گیری 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). به نظر می رسد افزایش میزان انتقال مجدد ماده خشک تحت تأثیر کود زیستی با ترشح هورمون های گیاهی و افزایش رشد طولی میان گره های ساقه مرتبط باشد. جدول ۵ گویای این است که کارایی 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 می توان دریافت که این ویژگی می تواند تحت اثر شرایط اقلیمی و عوامل مدیریتی قرار گیرد.

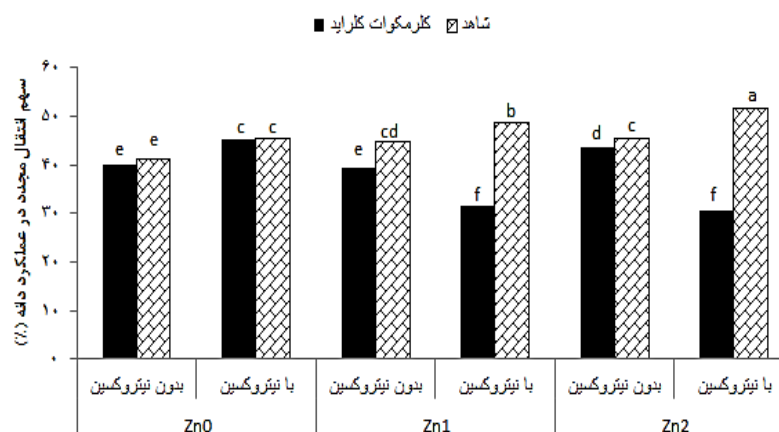


شکل ۶: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر کارایی انتقال مجدد. حروف مشابه در هرستون بیانگر عدم تفاوت معنی دار در سطح احتمال آماری یک درصد بر اساس آزمون LSD است.

سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر کلرمکوات کلراید، مصرف سولفات روی و اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید در سولفات روی در نیتروکسین بر سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بالاترین سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه مربوط به تیمارهای عدم کاربرد کلرمکوات کلراید، سطح سوم سولفات روی و کاربرد نیتروکسین بود (شکل ۷). در این آزمایش مشخص گردید که کاربرد سولفات روی 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 به ترتیب ۶/۵ درصد و ۱۲/۹ درصد برتری داشتند. جذب بیش تر عناصر غذایی و تولید شیره پرورده بیشتر با افزایش ارتفاع به وسیله باکتری های موجود در نیتروکسین می تواند در هنگام بروز تنش های محیطی سهم انتقال مجدد را افزایش دهد (Cakmak *et al.*, 2010). از آنجایی که گیاهان مختلف و حتی ژنوتیپ های یک گیاه دارای ساختارهای ژنتیکی متفاوتی از هم می باشند، تفاوت در میزان کارایی و سهم انتقال ماده خشک از اندام های مختلف گیاهی دور از انتظار نیست (Ehdaei *et al.*, 2006). احتمالاً علت بالا بودن سهم وزن دانه از مواد انتقال یافته می تواند به دلیل پایین بودن سهم تنفس از این مواد باشد که موجب افزایش ضریب تبدیل آن ها به عملکرد دانه می شود و یا به دلیل پایین بودن عملکرد است. برای افزایش مشارکت مواد پرورده در عملکرد دانه باید یا میزان انتقال مجدد مواد هیدروکربنه بیش تر شود و یا عملکرد کاهش یابد (Schnyder, 1993). تنش خشکی سبب کاهش سریع در فتوسنتز بعد از گل دهی شده و سهم فتوسنتز جاری به دانه کاهش می یابد، اما سهم ماده خشک حاصل از ذخایر ساقه و برگ افزایش می یابد. بنابراین

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).



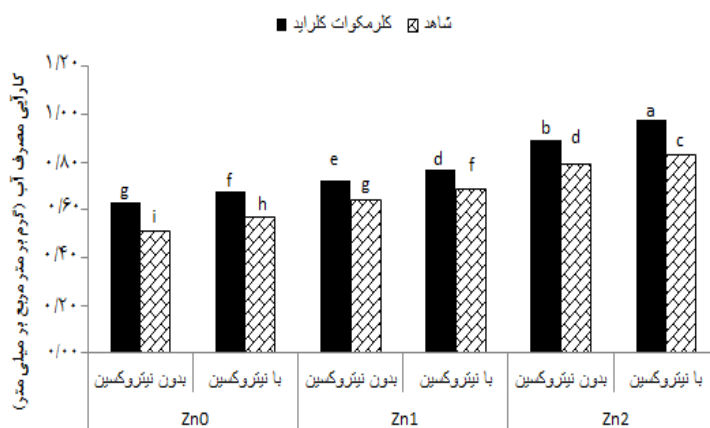
شکل ۷: اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید و سولفات روی (Zn) تحت تلقیح بذر با نیتروکسین بر سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه.

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

کارایی مصرف آب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان و اثر برهمکنش کلرمکوات کلراید در سولفات روی در نیتروکسین بر کارایی مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین‌ها نشان داد که کارایی مصرف آب در منطقه بوشهر با وجود کاهش بارندگی به نحو مشخصی زیاده‌تر 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، کارایی 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 کارایی مصرف آب چهار رقم گندم نتیجه گرفتند که کارایی مصرف آب ارقام گوناگون، متفاوت بوده و کارایی مصرف آب با کاهش آب‌باری به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. با توجه به مقایسه میانگین‌ها میزان کارایی مصرف آب، بین مصرف و عدم مصرف کلرمکوات کلراید در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۴). دلیل این موضوع آن بود که محلول‌پاشی کلرمکوات کلراید باعث کاهش رشد شاخساره و در نهایت کاهش تعرق گیاه گردید و در این شرایط گیاه آب را اقتصادی‌تر مصرف کرد. کلرمکوات کلراید 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

و سوم سولفات روی در این آزمایش در مقایسه با شاهد به ترتیب موجب افزایش کارایی 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 کارایی 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 (Pottoo et al., 1994). نتایج نشان داد که بالاترین کارایی مصرف آب از تیمار محلول‌پاشی کلرمکوات کلراید در غلظت ۲/۵ گرم در لیتر، کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و پیش‌تیمار بذر با نیتروکسین به دست آمد (شکل ۸). گزارش پژوهشگران حاکی است که کلرمکوات کلراید 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 کاربرد کلرمکوات کلراید سبب افزایش کارایی مصرف آب در چهار رقم گندم دیم شد. اگرچه عملکرد محصول تحت شرایط دیم بستگی به بارش سالانه دارد، اما عملکرد دانه و کارایی 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 کارایی مصرف آب مؤثر هستند.



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

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان داد که محلول‌پاشی ۲/۵ گرم در لیتر کلرمکوات کلراید با افزایش سطح فتوسنتزکننده و در نتیجه تولید مواد پرورده بیش‌تر و تغییر در تسهیم مواد پرورده به سود دانه‌ها، کاربرد سولفات روی با مشارکت در افزایش رشدی گیاه و بهبود صفات مورفو- فیزیولوژیک مورد مطالعه و تیمار بذر با مایه‌ی تلقیح نیتروکسین از طریق تثبیت

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 کلرمکوات کلراید، سولفات روی و تلقیح بذر با نیتروکسین موجب کاهش اثر منفی تنش خشکی و کارایی 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 سولفات روی 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.
- طباطباییان، ج.، بخشنده، ع. م.، قرینه، م. ح.، خلیل عالمی، س. و خوش گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۹۲. برهمکنش تنش رطوبتی و محلول‌پاشی سولفات روی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد دانه و کارایی 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 کارایی 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., Kulháněk, 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.

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., Seyyidi, 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.

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.