تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۹
۱۳۴۵-۱۳۵۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2447.1642

مقاله کوتاه

اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری و کود سولفات روی بر عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط مزرعه‌ای استان یزد

مهدی کریمی[1*]، مجید نیکخواه[2]

۱. استادیار پژوهش، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
۲. محقق، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۰

چکیده

هدف این پژوهش بررسی اثرات متقابل سطوح مختلف شوری آب آبیاری و سطوح مختلف کود سولفات روی بر عملکرد گندم بود. لذا این پژوهش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات شوری صدوق یزد متعلق به مرکز ملی تحقیقات شوری اجرا شد. این تحقیق دارای سه سطح شوری آب آبیاری ۱/۸۸، ۷/۲۲ و ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر و پنج سطح کود سولفات روی شامل صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار بود. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و به‌صورت اسپلیت‌پلات با سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که مصرف کود سولفات روی در کلیه سطوح شوری آب آبیاری ضرورت دارد. الگوی پاسخ گندم به کود سولفات روی در شوری‌های آب آبیاری ۱/۸۸ و ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر مشابه بود و از معادله درجه دوم پیروی کرد، لیکن با افزایش شدت تنش شوری، شیب افزایش عملکرد کاهش یافت. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۸۸ به ۷/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد دانه گندم و نیاز کودی کاهش معنی‌داری نداشت؛ اما با افزایش شوری آب آبیاری به ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر میزان عملکرد دانه به میزان ۲/۵۳ تن در هکتار (معادل ۴۱ درصد) کاهش اما کود روی موردنیاز کاهش نیافت. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که الگوی پاسخ گندم به تنش شوری به میزان کود سولفات روی مصرفی بستگی دارد. در تیمارهای مصرف صفر، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی با افزایش شوری میزان عملکرد به‌صورت خطی کاهش یافت اما در تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی رابطه میزان عملکرد و شوری آب آبیاری از معادله درجه دوم پیروی کرد. درمجموع، مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی جهت تولید گندم در کلیه سطوح شوری آب آبیاری توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: **خاک‌های شور، عناصر کم‌نیاز، کودهای شیمیایی**

مقدمه

قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک‌های ایران که عموماً آهکی هستند پایین است. لذا مصرف کودهای شیمیایی در ایران ضرورت دارد (Keshavarz, 2013; Keshavarz et al., 2015; Karimi, 2015) و از یک‌روند افزایشی برخوردار است (Motesharrehzadah et al., 2015). در بین عناصر کم‌مصرف، کمبود آهن و روی بیش‌ترین خسارت را به محصولات کشاورزی وارد می‌کنند. هم‌چنین ۵۶ و ۴۰ درصد از اراضی کشاورزی به‌ترتیب کمتر از ۰/۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی و ۴/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم آهن قابل‌استفاده دارند. لذا، یکی از راهکارهای افزایش عملکرد در واحد سطح محصولات کشاورزی استفاده از کودهای شیمیایی کم‌مصرف نظیر روی است (Shahbazi and Besharati, 2013).

تنش شوری نیز یکی از عوامل جهانی محدودکننده رشد گیاهان و تولید است به‌نحوی که پیش‌بینی‌ها حاکی از این واقعیت تلخ است که در سال ۲۰۵۰ حدود ۵۰ درصد از اراضی قابل‌کشت دنیا تحت تأثیر تنش شوری قرار خواهند گرفت

* نگارنده پاسخگو: مهدی کریمی. پست الکترونیک:karimi_nsrc@yahoo.com

(Qadir et al., 2014). در ایران، بیش از نیمی از زمین‌های قابل‌کشت که حدود ۲۷ میلیون هکتار را شامل می‌شود، متأثر از تنش شوری و قلیائیت است (Rezvani Moghaddam and Koocheki, 2001). به‌غیراز کاهش میزان تولیدات کشاورزی که سالانه معادل ۱۲ الی ۲۷/۳ بیلیون دلار است، افزایش شوری موجب مشکلات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی نیز خواهد شد (Qadir et al., 2014)؛ بنابراین به‌منظور به حداقل رساندن عواقب منفی این تنش، آگاهی از نحوه پاسخ گیاهان به تنش شوری ضرورت دارد (Butcher et al., 2016).

تأثیر تنش شوری بر جنبه‌های مختلفی از عنصر روی نظیر حلالیت این عنصر در خاک، غلظت روی در گیاه و تأثیر آن بر عملکرد گیاهان قابل‌بررسی است. نتایج یک تحقیق گلخانه‌ای (Dar et al., 2011) نشان داد که با افزایش میزان شوری آب آبیاری تا ۱۲۰ میلی‌مولار میزان روی در عصاره اشباع خاک تغییر معنی‌داری نداشت اما با افزایش شوری به ۱۸۰ میلی‌مولار، غلظت روی در عصاره اشباع خاک به ۰/۱۱ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافت و این کاهش ازنظر آماری معنی‌دار بود. نتایج مشابهی توسط خوشگفتار و همکاران (Khoshgoftar et al., 2004) ارائه شد. نتایج تحقیقات آزمایشگاهی کوتاه‌مدت (۳۰ روزه) کشاورز و همکاران (Keshavarz et al., 2006) نشان داد که با افزایش شوری توزیع اشکال مختلف روی در خاک‌های آهکی ایران تغییر می‌یابد.

تأثیر منفی شوری آب آبیاری بر غلظت روی در اندام گیاهان نیز توسط برخی از محققین گزارش شده است. به‌عنوان‌مثال نتایج تحقیقات دار و همکاران (Dar et al., 2011) نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۰ به ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌مولار، غلظت روی در بخش هوایی گندم از ۲۴/۶۰ به ۲۲/۳۰، ۱۹/۷۰ و ۱۶/۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت و این کاهش ازنظر آماری معنی‌دار بود. در این راستا، خوشگفتار و همکاران (Khoshgoftar et al., 2004) نیز نشان دادند که با افزایش میزان شوری آب آبیاری غلظت روی در اندام هوایی گندم کاهش یافت. مرور تحقیقات انجام‌شده در خصوص تأثیر تنش شوری و کود روی بر عملکرد گندم نشان داد که مصرف روی می‌تواند از اثرات منفی تنش شوری بر گندم را بکاهد (Rani et al., 2019). لازم به ذکر است که نظرات متفاوتی در خصوص میزان مصرف کودهای شیمیایی در شرایط شور و در مقایسه با شرایط غیر شور وجود دارد (Balali et al., 2000; Karimi, 2019; Moshiri et al., 2014). برخی از محققان معتقدند که با شورتر شدن خاک، باید مقدار بیشتری از کودهای شیمیایی را مصرف نمود. این در حالی است که برخی دیگر از محققان به مصرف کمتر یا حداقل مصرف مشابه کودهای شیمیایی در خاک‌های شور نسبت به خاک‌های غیر شور اعتقاددارند (Hanson et al., 2006; Bernstein, et al., 1974).

نظر به این‌که نتایج تحقیقات انجام‌شده در خصوص نقش شوری بر نیاز گندم به کودهای شیمیایی یکسان نبوده و در برخی از موارد کاملاً متضاد است و هم‌چنین نظر به این‌که تاکنون تحقیقی که این موضوع را در شرایط مزرعه‌ای گرم و خشک استان یزد بررسی کرده باشد توسط نگارندگان مشاهده نگردید، تحقیق اخیر تلاش کرد تا با بررسی اثر متقابل سطوح مختلف شوری آب آبیاری و عنصر غذایی روی، نیاز گندم به کود سولفات روی در شرایط مزرعه‌ای استان یزد را مشخص نماید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در استان یزد دارای خاکی با بافت لوم شنی حاوی حدود ۳۰ درصد آهک انجام شد. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن اصلاح‌شده فراخشک سرد با میانگین بارندگی سالانه ۷۰ میلی‌متر و میانگین سالانه تبخیر از تشتک ۴۰۰۰ میلی‌متر است (Rad et al., 2009). تیمارهای این تحقیق شامل سه سطح شوری آب آبیاری (۱/۸۸، ۷/۲۲ و ۱۴/۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) و چهار سطح کود سولفات روی (صفر، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) بود. آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و به‌صورت اسپلیت‌پلات با سه تکرار اجرا شد.

به‌منظور تطابق حداکثری شرایط تحقیق با شرایط واقعی کشاورز، دو منبع آب آبیاری طبیعی با هدایت‌های الکتریکی ۱/۸۸ و ۱۴/۱۶ دسی‌زیمنس بر متر در دو استخر جداگانه اما در یک مزرعه (ایستگاه تحقیقات شوری صدوق واقع در استان یزد) ذخیره گردید. آب آبیاری با شوری ۷/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر از طریق اختلاط دو منبع آب آبیاری تهیه و از طریق سیستم لوله‌کشی به سطح مزرعه منتقل گردید. منابع آب مورداستفاده در این تحقیق به نحوی انتخاب گردید که دامنه وسیعی از تنش شوری، شامل تنش کمتر، نزدیک و بیشتر از حد آستانه، به گیاه وارد گردد. لازم به ذکر است که گندم رقم

بم یکی از ارقام متحمل به شوری است و عملکرد دانه آن تا شوری آب آبیاری ۱۲ دسی زیمنس بر متر حدود ۵ تن در هکتار است (Vahhabzadeh et al., 2009; Aminisefidab et al., 2016). گندم رقم بم در تاریخ ۱۵ آبان‌ماه، با تراکم کاشت ۵۰۰ بذر در هر مترمربع در کرت‌هایی به مساحت ۱۲/۵ مترمربع کشت گردید. عملیات آبیاری به‌صورت آبیاری ثقلی و در ۶ مرحله، به‌ترتیب در پانزدهم آبان، اول آذر، دوازدهم دی، نهم اسفند، بیست و هشتم اسفند و پانزدهم فروردین، صورت پذیرفت. به‌غیراز آبیاری دوم و سوم که با عمق حدود پنج سانتی‌متر انجام شد عمق آب آبیاری در سایر آبیاری‌ها حدود ۱۰ سانتی‌متر بود. عمق آب آبیاری با داشتن سطح کرت و حجم آب مصرفی محاسبه شد.

کودهای کم‌نیاز و پرنیاز با توجه به نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه‌های کودی موجود (Balali et al., 2000: Malakooti, 2010:Karimi, 2019: Moshiri et al., 2014) مصرف شد. میزان سوپر فسفات تریپل، سولفات منگنز و سولفات مس مصرفی به‌ترتیب معادل ۱۰۰، ۴۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. کودهای کم‌مصرف و فسفری پیش از کاشت و در یک مرحله مصرف شد. کود اوره در چهار مرحله و در تاریخ‌های چهاردهم آذرماه، دوازدهم دی‌ماه، هشتم اسفند و شانزدهم فروردین مصرف شد. تاریخ‌های فوق‌الذکر به ترتیب معادل استقرار، پنجه‌زنی، ساقه‌روی و پر شدن دانه است.

خصوصیات خاک مانند قابلیت هدایت الکتریکی (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954)، بافت به روش هیدرومتر (Bouyoucos, 1962) اسیدیته در گل اشباع، کربن آلی به روش والکی بلاک (Jackson, 1958) فسفر قابل‌جذب به روش آبی آسکوربیک (Watanabe and Olsen, 1965) و پتاسیم با روش استات آمونیوم عصاره‌گیری (Behbahanizadah and Ehyaee, 1993) و با دستگاه فلیم فتومتر تعیین شد. ترکیب آنیونی و کاتیونی آب‌های مورداستفاده در مزرعه نیز به روش آزمایشگاه شوری ایالات‌متحده امریکا (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد، سه مترمربع از هر کرت آزمایشی برداشت و عملکرد دانه و کاه اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد دانه نیز تعداد ۱۰ بوته را به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبلک، وزن هزار دانه، طول ساقه اصلی و طول سنبله اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه‌وتحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار سیگماپلات ترسیم شد.

نتایج و بحث

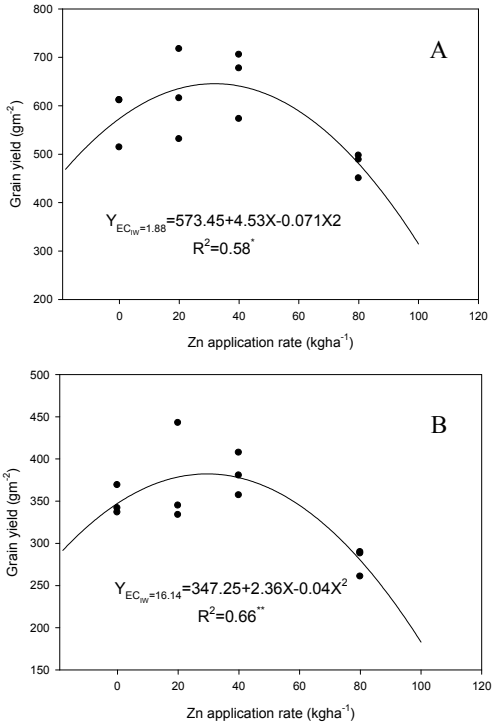
ویژگی‌های منابع آب‌وخاک موردمطالعه

خاک موردمطالعه یک خاک آهکی (با بیش از ۳۰ درصد آهک) محسوب شده و به دلیل محتوای کم کربن آلی خاک، ازنظر حاصلخیزی فقیر بوده و مصرف کودهای شیمیایی پرنیاز و کم‌نیاز مطابق دستورالعمل‌های توصیه کودی موجود (Balali et al., 2000; Moshiri et al., 2014) و حصول عملکرد مناسب ضرورت دارد.

پاسخ گندم به کود سولفات روی در سطوح مختلف شوری آب آبیاری

شکل ۱ پاسخ عملکرد دانه گندم به سطوح مختلف مصرف کود سولفات روی در دو سطح مختلف شوری آب آبیاری شامل ۱/۸۸ و ۱۶/۴۱ دسی‌زیمنس بر متر را نشان می‌دهد. همان‌طور که از این شکل مشخص است الگوی پاسخ گندم به کود روی در شوری آب آبیاری ۱/۸۸ دسی‌زیمنس بر متر از معادله درجه دوم ($Y=375.45+4.53X-0.071X^2$, $R^2=0.58^*$) پیروی کرد. پاسخ گندم به کود روی در شوری آب آبیاری ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر نیز از معادله درجه دوم تبعیت نمود ($Y=347.25+2.36X-0.041X^2$, $R^2=0.66^{**}$). به‌عبارت‌دیگر در هر دو سطح تنش شوری با مصرف کود سولفات روی ابتدا میزان عملکرد افزایش و سپس کاهش یافت. ذکر این نکته ضروری است که با افزایش شدت تنش شوری، شیب افزایش عملکرد کاهش یافت. به‌عنوان‌مثال به ازای هر واحد کود روی مصرفی در کم‌ترین سطح تنش شوری (شوری آب آبیاری ۱/۸۸ دسی‌زیمنس بر متر) میزان عملکرد دانه به میزان ۴/۵۳ واحد افزایش یافت. لیکن تیماری که با آب با هدایت الکتریکی ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شد، با افزایش هر واحد کود روی مصرفی عملکرد دانه به‌ترتیب به میزان ۲/۳۶ واحد افزایش یافت. این مشاهده ضمن تأکید بر لزوم مصرف کود روی در هر دو سطح تنش شوری، به این نکته اشاره می‌کند که تأثیرگذاری کود روی با افزایش شدت تنش شوری کاهش یافت. این مشاهده به دلیل

کاهش پتانسیل تولید در شرایط شور است. همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۸۸ به ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد دانه از ۶۱۵/۸۶ به ۳۶۲/۶۱ گرم در مترمربع (۴۱ درصد) کاهش یافت. کاهش پتانسیل تولید به دلیل شوری آب آبیاری موجب کاهش نیاز گیاه به عنصر روی می‌گردد (Dar et al., 2011; Khoshgoftar et al., 2004).



شکل ۱. اثر سطوح مختلف کود سولفات روی (۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد دانه گندم در شوری آب آبیاری ۱/۸۸ و ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط مزرعه‌ای استان یزد.

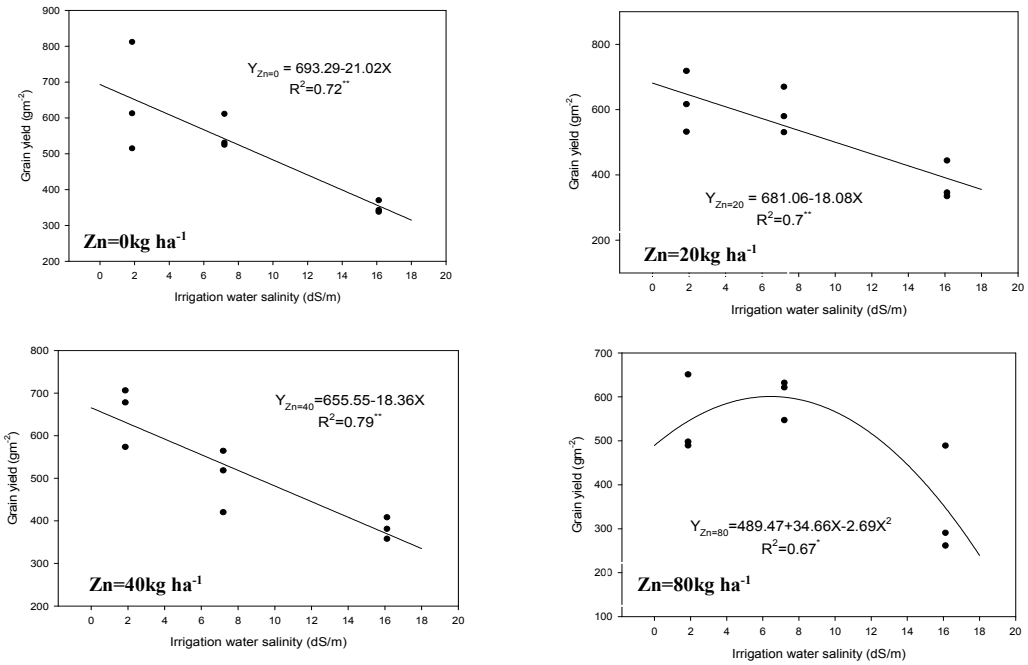
Fig. 1. Wheat response to Zn application rates (0, 20, 40 and 80 kg ha^{-1}) at irrigation water with electrical conductivities of 1.88 and 16.14 dsm^{-1} in field conditions of Yazd province

هم‌چنین شکل یک بیانگر این واقعیت است که بیش‌ترین عملکرد دانه در سطوح شوری آب آبیاری ۱/۸۸ و ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب معادل ۶۵۰۰ و ۳۷۰۰ گرم در مترمربع بود که از مصرف ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی حاصل گردید. بر این اساس، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که علی‌رغم کاهش پتانسیل تولید، با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۸۸ به ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر مقدار کود سولفات روی موردنیاز گندم ثابت ماند؛ به‌عبارت‌دیگر به ازای هر واحد عملکرد دانه در شرایط شور بیشتر از حد آستانه تحمل به شوری، کود سولفات روی بیشتری موردنیاز است. این مشاهده ممکن است به دلیل کاهش حلالیت روی در خاک، کاهش قابلیت جذب این عنصر توسط گیاه و یا افزایش نیاز داخلی گیاه به عنصر روی با افزایش شوری آب آبیاری باشد. در راستای تأیید این مشاهده، خوشگفتار و همکاران (Khoshgoftar et al., 2004)، کاهش میزان روی قابل‌جذب خاک با افزایش شوری را گزارش نمود. نتایج تحقیقات اکوستا و همکاران (Acosta et al., 2011) نشان داد که تغییر حلالیت روی با افزایش شوری به دلیل رقابت روی و کلسیم در جذب شدن توسط مکان‌های جذبی است. همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است با افزایش شوری، غلظت کلسیم در آب آبیاری نیز افزایش می‌یابد. افزایش غلظت کلسیم موجب کاهش جذب عنصر روی می‌گردد. این موضوع توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Karimizarchi, 2015; Fageria, 2002).

پاسخ گندم به تنش شوری در سطوح مختلف کود سولفات روی

شکل ۲ ارتباط بین شوری آب آبیاری و عملکرد دانه گندم در سطوح مختلف کود سولفات روی را نشان می‌دهد. همان‌طور که از این شکل مشخص است الگوی پاسخ گندم به تنش شوری در سه سطح اول کود سولفات روی (۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب معادل $Y_{Zn=0}=693.29 - 21.02X,\ R^2=0.72^{**}$ $Y_{Zn=20}=681.06 - 18.08X,\ R^2=0.70^{**}$ و $Y_{Zn=40}=655.55 - 18.36X,\ R^2=0.79^{**}$ و مشابه بوده و از رابطه خطی تبعیت کرد. با افزایش میزان کود روی مصرفی از صفر به ۴۰ کیلوگرم در هکتار شیب کاهش عملکرد از ۲۱/۰۲ به ۱۸/۳۶ گرم در مترمربع به ازای هر کیلوگرم کود مصرفی کاهش یافت. به‌عبارت‌دیگر تحمل به شوری گندم با افزایش سطح حاصلخیزی خاک یا میزان کود مصرفی افزایش یافت. این مشاهده با نتایج تحقیقات سایر محققین هماهنگ است (Saedinejad et al., 2016; Ahmadi et al., 2005). نتایج تحقیقات انجام‌شده نشان داد که مصرف کود روی موجب کاهش غلظت سدیم ناشی از افزایش تنش شوری در گندم می‌شود (Saedinejad et al., 2016). هم‌چنین مصرف کود روی موجب افزایش غلظت پتاسیم و آهن در گندم می‌شود (Ahmadi et al., 2005).

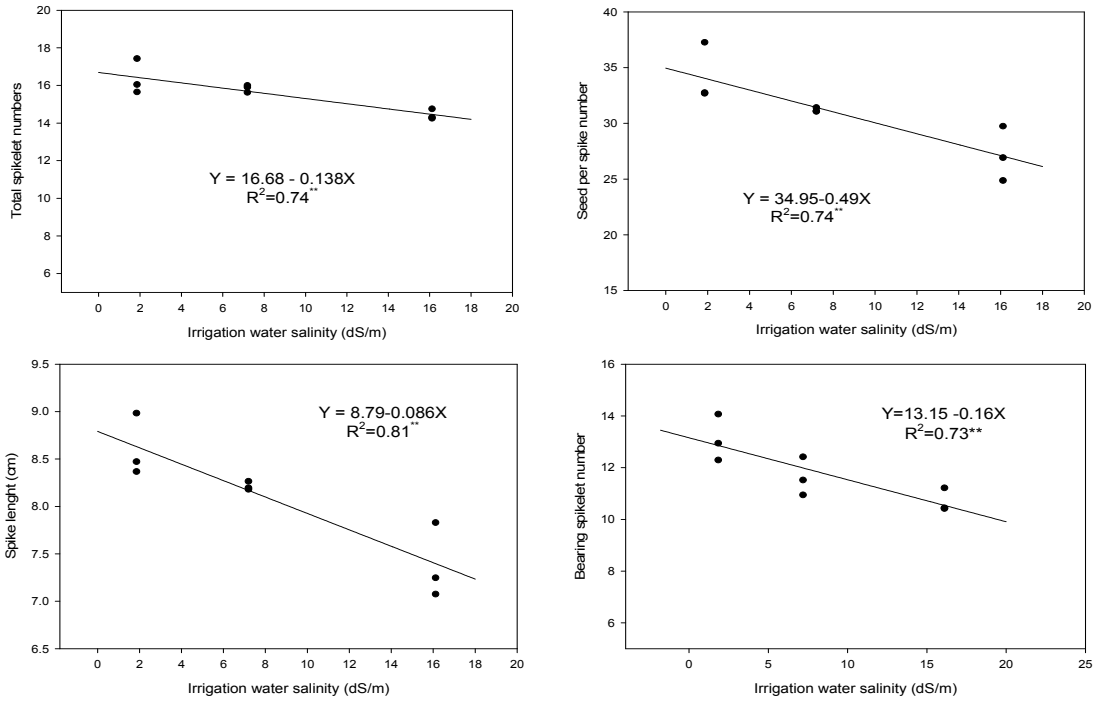
افزایش تحمل به شوری گندم با افزایش سطح حاصلخیزی خاک در بیش‌ترین سطح کود سولفات روی به حدی بود که الگوی پاسخ گندم به تنش شوری از رابطه درجه دوم ($Y_{Zn=80}=489.47+34.66X-2.69X^2$, $R^2=0.67^{**}$) تبعیت کرد (شکل ۲). با افزایش شوری آب آبیاری مصرفی از ۱/۸۸ تا ۷/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر که کمتر از حد آستانه تحمل به شوری گندم رقم بم و معادل ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر است (Vahhabzadeh et al., 2009; Aminisefidab et al., 2016)، عملکرد دانه افزایش یافت. این مشاهده با تحقیقات انجام‌شده در خصوص تأثیر تنش شوری و کود روی بر عملکرد گندم هماهنگ است. به‌عنوان‌مثال بررسی منابع انجام‌شده توسط رانی و همکاران (Rani et al., 2019) نشان داد که مصرف روی می‌تواند از اثرات منفی تنش شوری بر گندم را بکاهد. عدم کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در ارقام متحمل به شوری برنج تا شوری ۸/۷ دسی‌زیمنس بر متر توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Verm and Neue, 1384). با افزایش شوری از ۷/۲۲ به ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر که بیشتر از شوری آستانه تحمل به شوری گندم رقم بم است (Vahhabzadeh et al., 2009; Aminisefidab et al., 2016)، میزان عملکرد دانه کاهش یافت. این کاهش می‌توانند به دلیل اثرات متقابل کود روی با سایر عناصر غذایی نظیر فسفر، پتاسیم، کلسیم و آهن باشد (Ahmadi et al., 2005; Karimizarchi et al., 2016; Verma and Neue, 1984). این مشاهده بیانگر این واقعیت است که نحوه پاسخ گیاه به تنش شوری به سطح حاصلخیزی خاک و شدت کمبود عناصر غذایی در خاک بستگی دارد و مطالعه تأثیر تنش شوری بر عملکرد گیاهان بدون در نظر گرفتن سطح حاصلخیزی خاک ممکن است تفسیر نتایج را مختل نماید. این موضوع بخشی از تضادهای موجود در روابط متقابل بین تنش شوری و سطح حاصلخیزی خاک را توجیه می‌نماید. این مشاهده با گزارش‌های سایر محققین (Azizian and Sepaskhah, 2014; Bucher et al.,2016) هماهنگ است. بوچر و همکاران (Bucher et al., 2016) متفاوت بودن پاسخ ذرت به تنش شوری در خاک‌های با بافت متفاوت را گزارش نمود. هم‌چنین نتایج تحقیقات عزیزیان و سپاسخواه (Azizian and Sepaskhah, 2014) نشان داد که آستانه تحمل به شوری ذرت با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی افزایش یافت. این محققین به این نکته اشاره کردند که میزان عملکرد در تیمارهای تحت تنش شوری که بیش‌ترین میزان کود نیتروژنی دریافت کردند کمتر از تیمارهای غیر شوری که کود نیتروژنی مشابهی دریافت کرده بودند است.



شکل ۲.اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه گندم در سطوح مختلف کود سولفات روی (۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار).

Fig. 2. Wheat responses to irrigation water salinity levels at four rates of zinc sulphate application rates (0, 20, 40 and 80 kg ha^{-1}).

کاهش عملکرد دانه با افزایش شوری آب آبیاری به دلیل اثر منفی و معنی‌دار تنش شوری بر تعداد دانه در خوشه، تعداد گلچه، تعداد گلچه بارور و طول گلچه است (شکل ۳). همان‌طور که از این شکل مشخص است با افزایش شوری آب آبیاری کلیه شاخص‌های فوق‌الذکر به‌صورت خطی و معنی‌داری کاهش یافت. به‌عنوان‌مثال به ازای هر واحد افزایش شوری طول خوشه به میزان ۰/۰۸۶ سانتی‌متر کاهش یافت ($Y=8.79-0.086X$, $R^2=0.81^{**}$). هم‌چنین به ازای هر واحد افزایش شوری تعداد دانه در خوشه ($Y=34.95-0.49X$, $R^2=0.74^{**}$)، تعداد کل گلچه ($Y=16.68-0.138X$, $R^2=0.74^{**}$) و تعداد گلچه بارور ($Y=13.15-0.16X$, $R^2=0.73^{**}$) به‌ترتیب به میزان ۰/۴۹، ۰/۱۳۸ و ۰/۱۶ واحد کاهش یافت.



شکل ۳. اثر شوری آب آبیاری بر اجزا عملکرد گندم

Fig. 3. Wheat yield components responses to irrigation water salinity.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق ثابت کرد که الگوی پاسخ گندم به تنش شوری به سطح حاصلخیزی خاک (مقدار کود سولفات روی مصرفی) بستگی دارد. در شرایط این تحقیق، الگوی کاهش عملکرد با افزایش تنش شوری در تیمارهای مصرف ۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی خطی بود و با افزایش میزان کود مصرفی شیب کاهش عملکرد کاهش یافت. در تیمار مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی، با افزایش شوری از ۱/۸۸ به ۷/۲۲ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد دانه (به دلیل رفع تنش کمبود کود روی و شدت کم تنش شوری) افزایش یافت؛ اما با افزایش شوری از ۱/۸۸ به ۱۴/۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، عملکرد دانه به دلیل وقوع تنش شدید شوری کاهش یافت و از رابطه درجه دوم تبعیت نمود. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش شوری آب آبیاری از ۱/۸۸ به ۱۶/۱۴ دسی‌زیمنس بر متر پتانسیل عملکرد دانه از ۶/۵ به ۳/۵ تن در هکتار کاهش یافت اما میزان کود سولفات روی موردنیاز گندم تغییری نکرد و مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار در کلیه سطوح شوری موردمطالعه ضرورت داشت.

قدردانی

بدین‌وسیله از کلیه همکاران مرکز ملی تحقیقات شوری و بخش خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد که در اجرای این تحقیق کمک نمودند

تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین این مقاله بخشی از نتایج گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی با شماره ثبت ۸۴۰۰۳-۰۰۰۰-۰۲-۰۸۰۰۰۰-۰۰۷-۴ و شماره مصوب ۸۴۰۰۳-۰۰۰۰-۰۲-۰۸۰۰۰۰-۰۰۲-۴ و شماره فروست ۸۹/۱۶۷۸ است که در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به ثبت رسیده است.

منابع

Acosta, J.A., Jansen, B., Kalbitz, K., Faz, A., Martínez-Martínez, S., 2011. Salinity increases mobility of heavy metals in soils. Chemosphere. 85, 1318-1324.

Ahmadi, M., Astaraee, A., Keshavarz, P., Nasirimahallati, M., 2005. Effect of irrigation water salinity and zinc application on soil properties, yield and chemical composition of wheat. Desert. 11(1), 129-141. [In Persian with English summary].

Aminisefidab, A., Vahabzadeh, M., Majidiheravan, E., Akbari, A., Afyoni, D., Saberi, M.H., Tabatabaei, M.T., Hajiakhondimeybodi, H., Kohkan, S.A., Lotfaliayeneh, G.A., Mehrabi, F., Afshari, F., Amiri, F., Ravari, Z., 2012. Cultivar Release: Arg, A New Bread Wheat Cultivar for Moderate Climate Zones of Iran with Salinity of Soil and Water. Seed and Plant Improvement Journal. 28(4), 723-726. [In Persian with English summary].

Azizian, A., Sepaskhah, A.R. 2014. Maize response to water, salinity, and nitrogen levels: Physiological growth parameters and gas exchange. International Journal of Plant Production. 8, 107-130.

Balali, M., Mohajeremilani, P., Khademi, Z., Doroodi, M.S., Mashayekhi, H.H., Malakooti, M.J., 2000. A comperehensive computer model for fertilizer recommendation towards sustainable agriculture. Ammozeshe Keshavarzi Press, Karaj. [In Persian].

Behbahanizadah, A.A., Ehyaee, M., 1993. Methods of soil analysis. Soil and Water Research Institute paper No. 893, Soil and Water Research Institute Press, Tehran. [In Persian].

Bernstein, L., Francois, L.E., Clark, R.A., 1974. Interactive effects of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. Agronomy Journal. 66, 412-421.

Bouyoucos, C.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. Agronomy Journal. 54, 406-465.

Butcher, K., Wick, A. F., Desutter, T., Chatterjee, A., Harmon, J., 2016. Soil Salinity: A Threat to Global Food Security. Agronomy Journal. 108, 2189-2200.

Dar, S.R., Thomas, T., Dagar, J.C., Singh, D., Chawhan, M.K., Kumar, A., 2011. Phytoavailability of Zinc and Cadmium as affected by salinity and zinc in wheat (*Triticum aestivum* L.) grown on cadmium polluted soil. Lybian Agriculture Research Center Journal Internation. 2(14), 195-199.

Fageria, N.K., 2002. Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 37(12), 1765-1772.

Hanson B.R., Grattan, S.R., Fulton, A., 2006. Agricultural salinity and drainage. Retrieved Jan. 18, 2018, from https://www.researchgate.net/publication/321144519_Agricultural_Salinity_and_Drainage.

Karimi, M., 2015. A Guideline for Wheat Nitogen Fertilization. Sahrasharq Press, Mashhad. [In Persian].

Karimi, M., 2019. Wheat responses to the interactive effects between salinity and potassium sulphate fertilization. Environmental Stresses in Crop Sciences. 1(12), 239-249. [In Persian with English summary].

Karimizarchi, M., Aminuddin, H., Khanif, M.Y., Radziah, O., 2016. Effect of 8 elemental sulphur timing and application rates on soil P release and concentration in 9 maize. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 39, 235 - 248.

Khoshgoftar, A.H., Shariatmadari, H., Karimian, N., Kalbasi, M., van der Zee, S.E.A.T.M., Parker, D.R., 2004. Salinity and zinc application effects on phytoavailability of cadmium and zinc. Soil Science Society of American Journal. 68, 1885-1889.

Keshavarz, P., Moshiri, F., Tehrani, M.M., Balali, M.R., 2015. The necessity of integrated soil fertility management for wheat production in Iran. Journal of Land Management. 3, 61-72. [In Persian with English summary].

Keshavarz, P., 2013. Management strategies to increase nitrogen use efficiency (NUE) in agriculture. Journal of Land Management. 1(1), 47-54. [In Persian with English summary].

Keshavarz, P., Malakouti, M.J., Karimian, N., Fotovat, A., 2006. The Effects of Salinity on Extractability and Chemical Fractions of Zinc in Selected Calcareous Soils of Iran. Journal of Agricultural Science Technology. 8, 181-190.

Malakooti, M.J., 2010. Balanced Nutrition of Wheat. Amoozeshe Keshavarzi Press. Karaj. [In Persian].

Moshiri, F., Shahabi, A.A., Keshavarz, P., Khoogar, Z., Feiziasl, V., Tehrani, M.M., Asadirahmani, H., Samavat, S., Qeibi, M.N., Sadri, M.H., Rashidi, N., Khademi, Z., 2014. Guidelines for Integrated Soil Fertility and Plant Nutrition Management of Wheat. Sana Press. Tehran. [In Persian].

Qadir, M., Quillerou, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J., Dreschel, P. Noble, A.D., 2014. Economics of salt-induced land degradation and restoration. Natural Resource Forum. 38, 282-295.

Rad, M.H., Meshkat, M.A., Soltani M., 2009. The effects of drought stress on some saxual's (*Haloxylon aphyllum*) morphological characteristics. Iranian Journal of Range and Desert Reseach. 16, 34-43. [In Persian with English summary].

Rani, S., Sharma, M.K., and Kumar, N., 2019. Impact of salinity and zinc application on growth, physiological and yield traits in wheat. Current Science. 116 (8), 1324-1330.

Shahbazi, K., Besharati, H., 2013. Overview of agricultural soil fertility status of Iran. Journal of Land Management. 1(1), 1-15. [In Persian with English summary].

U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington. DC. USDA Handbook, No. 60.

Vahhabzadeh, M., Majidiheravan, E., Hajakhoondimeibodi, H., Tabatabaee, M.T., Bozorgipoor, R., Bakhtiar, F., Akbari, A., Pakder, A., Sharifolhoseini, M., Afyouni, D., Rostami, H., Azarmjoo, H., Koohkan, SH., Amirijebalbarez, Q., Saberi, M. H., Binab, H., Qandi, A., Bahraee, S., Torabi, M., Nazari, K., Pirayeshfar, B., 2009. Bam, A new bread wheat cultivar for moderate climate zones with salinity of soil and water. Seed and Plant Improvement Journal. 25, 223-226. [In Persian with English summary].

Verma, T.S., Neue, H.U., 1984. Effect of soil salinity level and zinc application on growth, yield, and nutrient composition of rice, Plant and Soil. 82, 3-14.

Watanabe, F.S., Olsen, S.R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorous in water and $NaHCO_3$ extract from soil. Soil Science of American Procedure. 29, 677-678.

University of Birjand

تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences
Vol. 13, No. 4, pp. 1345-1353
Winter 2021
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2447.1642

Short paper

Effects of irrigation water salinity levels and Zn applicaton rates on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield under field conditions of yazd province

M. Karimi*, M. Nikkhah
National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

Received 2 May 2019; Accepted 2 October 2019

Abstract

The objectives of this field study were to evaluate the interactions between Zn nutrition and the salinity of irrigation water and their effects on wheat growth. The treatments, four zin sulphate application rates (0, 20, 40 and 80kg ha^{-1}) and three irrigation water qualities (1.88, 7.22, 14.16dS/m), were arranged in a compelet randomized block, split plot design with three repelications. The results showed that wheat grain yield at irrigation water salinities of 1.88 and 16.14dS/m responded similarly to zinc application rates and followed the quadratic non-linear regression model. The maximum grain yield for plants irrigated with both irrigatin water salinity of 1.88 and 16.14dS/m were found at zinc sulphate application rate of 25$kgha^{-1}$. In addition, wheat grain yield response to salinity stress at zinc sulphate rates of 0, 20 and 40$kgha^{-1}$ was similar and followed linear regression model. As with increasing Zn application rate the decline per unit slope decreased, it can be concluded that zinc increases the salinity tolerance of wheat. Interestingly, wheat grain yield response to salinity stress at highest Zn application rate of 80$kgha^{-1}$ followed the quadratic regression model. This observasion, also, proves that wheat response to salinity stress depends on soil fertility level. The results of this experiment showed that wheat response to salinity stress depends on soil fertility level (Zn application rate). In additions, the results showed that with increasing irrigation water salinity from 1.88 to 16.14dS/m the grain yield decreased from 6.5 to 3.5 tonnes/ha but $ZnSO_4$ requirement was not changed.

Keywords: Chemical fertilizer, Micronutrients, Salt affected soil

*Correspondent author: Mehdi Karimi; E-Mail: karimi_nsrc@yahoo.com