

## بررسی تأثیر سولفات روی بر مؤلفه‌های کمی و کیفی جو (*Hordeum vulgare* L.) در شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری

بهامین سیدحیات‌غیب<sup>۱</sup>، مانی مجدم<sup>۲</sup>، نازلی دروگر<sup>۳</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. استادیار، گروه زراعت، واحداهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۹/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۴

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر سولفات روی بر مؤلفه‌های کمی و کیفی جو در شرایط تنش خشکی آخر فصل، آزمایشی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان باغملک واقع در استان خوزستان به صورت کرت‌های یک‌بارخرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم‌های آبیاری در سه سطح (قطع آبیاری در مرحله گلدهی، دانه‌بندی و آبیاری کامل) در کرت‌های اصلی و کود سولفات روی ۳۴ درصد در سه سطح (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی بودند. نتایج نشان داد که تنش خشکی آخر فصل تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، پروتئین دانه و عملکرد پروتئین داشتند. همچنین کاربرد کود سولفات روی به طور معنی‌داری اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد پروتئین را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۸۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی و کمترین با میانگین ۲۳۶۰/۳ کیلوگرم در هکتار از تیمار شاهد به دست آمد. برهمکنش تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. بیشترین عملکرد دانه به تیمار آبیاری کامل و تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی اختصاص یافت. در نهایت می‌توان چنین گفت که افزایش کود سولفات روی در شرایط تنش خشکی آخر فصل می‌تواند اثرات حاصل از تنش را تعدیل نماید و بهترین شرایط را جهت تولید حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاه جو فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تنش خشکی آخر فصل، سولفات روی، عملکرد کمی و کیفی.

### مقدمه

آب یک عامل کلیدی در تولید گیاهان زراعی است. عملکرد گیاهان زراعی در بسیاری از مناطق توسط تنش‌های محیطی زنده یا غیرزنده محدود شده و به همین دلیل اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه گیاهان زراعی مشاهده می‌شود. رطوبت کم در هر یک از مراحل مختلف رشد موجب کاهش جذب آب، عناصر غذایی، کاهش نقل و انتقال عناصر در داخل گیاه و نهایتاً کاهش عملکرد دانه یا محصول نهایی می‌شود. استفاده بهینه از آب دارای اهمیت بسزایی است به خصوص در مناطقی که شرایط اقلیمی خشک و نیمه-خشک بر آن حاکم است که حدود دو سوم مساحت ایران را

جو (*Hordeum vulgare* L.) از قدیم‌ترین گیاهان زراعی است و سابقه کشت آن به هفت هزار سال پیش از میلاد می‌رسد. این گیاه کم توقع‌ترین گیاه زراعی است که دامنه سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی بیشتر است. جو پس از گندم، برنج و ذرت چهارمین غله مهم دنیاست. خاستگاه جو منطقه هلال حاصل‌خیز است. جو دارای گونه‌های دیپلوئید و تتراپلوئید است ولی ارقام زراعی آن دیپلوئید می‌باشند (Normohamadi et al., 2010).

مشاهده می‌شود اما این میزان، کم‌تر از حالتی است که گیاهان از ابتدا مقدار روی کم‌تری دریافت می‌کنند. رفع کمبود روی در شروع گلدهی، شدت اثرات کمبود را بر باروری دانه برده و تولید دانه کاهش می‌دهد و باعث افزایش تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه و قدرت حیات بذر می‌شود (Pandey et al., 2006). گوباراه و همکاران (Gobarah et al., 2015) با بررسی عنصر ریزمغذی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد عناصر میکرو باعث افزایش معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در مقایسه با تیمار شاهد بود. به‌طور کلی گیاه جو با مصرف ۱۵ کیلوگرم کود روی در هکتار بیشترین وزن هزار دانه و عملکرد پروتئین را به دست آورد. ولدسنبت و همکاران (Woldesenbet et al., 2014) با بررسی عنصر روی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه از تیماری که عنصر ریزمغذی روی را دریافت نموده بود به‌دست آمد. استفاده از عناصر کم مصرف با توجه به تأثیر بر ساخت کلروفیل و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز برگ‌های جوان شده و انتقال مواد به محل‌های ذخیره‌ای را افزایش داده و سبب افزایش وزن دانه‌ها شده لذا عملکرد دانه را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد و کمترین عملکرد دانه از تیمار شاهد به‌دست آمد. یلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2000) گزارش نمودند روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم مشاهده شد که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد، بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم نیز افزایش یافت.

با توجه به اثرات مثبت عناصر ریزمغذی در بهبود پاسخ گیاهان به تنش کمبود آب، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی عکس‌العمل گیاه جو به مصرف کود روی در شرایط تنش خشکی آخر فصل در منطقه باغملک طراحی و اجرا شد.

#### مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان باغملک در ۱۳۵ کیلومتری اهواز و در شمال شرقی استان خوزستان با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۹۱۷ متر از سطح دریا انجام شد. حداکثر درجه حرارت در این شهرستان در ماه‌های تیر و مرداد ۴۰ درجه و حداقل درجه حرارت در زمستان تا ۲ درجه زیر صفر است. متوسط بارندگی

در برمی‌گیرد (Azeri Nasrabadi and Attardi, 2007). طباطبایی و همکاران (Tabatabaei et al., 2013) در گیاه جو گزارش کردند در شرایط تنش آبی بعد از گلدهی تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت. از دلایل مهم کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان در زمان تنش خشکی می‌تواند به این دلیل باشد که در زمان بروز تنش، میزان مواد فتوسنتزی صادر شده از برگ‌ها کاهش می‌یابد، زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم آبی پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت از مقدار ذخایر آسیمیلات می‌کاهد. بیگزاده و همکاران (Beigzadeh et al., 2013) با بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر گیاه جو گزارش نمودند که تنش خشکی تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در گیاه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. سامراه (Samarah, 2010) با بررسی تنش خشکی بر عملکرد گیاه جو گزارش نمود که تنش خشکی با کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، عملکرد دانه را در جو کاهش داد.

عناصر غذایی کم‌مصرف عناصر بسیار لازم و اساسی برای رشد و نمو گیاهان بوده و در مقادیر کمتر از عناصر غذایی اصلی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم مصرف می‌شوند. امروزه، ثابت شده است که عناصر غذایی کم‌مصرف در بعضی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد می‌شود. کشت مداوم، آهکی بودن خاک‌ها و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر غذایی لازم از دلایل کمبود در خاک‌های ایران است (Malcoti And Tehrani, 2008). عنصر روی یکی از ریزمغذی‌های ضروری مورد نیاز رشد مطلوب گیاه است. این عنصر نقش مهمی را در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی درون گیاه به عهده دارد. کمبود عنصر روی مهم‌ترین مشکل گیاهان از نظر ریزمغذی به خصوص در خاک‌هایی با pH بالا است (Alloway, 2008). عنصر روی در تشکیل اسید ایندول استیک دخالت کرده و در پی آن رشد گیاه را تنظیم می‌کند. به‌علاوه روی باعث فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها می‌شود به‌طوری‌که برای سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات‌ها لازم و ضروری است. به دلیل آنکه روی در داخل گیاه قادر به انتقال مجدد نیست، لذا محلول‌پاشی آن مناسب‌تر است. کمبود این عنصر تشکیل دانه و قدرت حیات آن را کاهش می‌دهد. آسیب به ساختمان برده و تشکیل میوه حتی زمانی که گیاهان در زمان گلدهی از دریافت روی محروم شوند نیز

ایجاد تنش آخر فصل، یک نوبت قطع آبیاری در مرحله گلدهی و یک نوبت قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی انجام پذیرفت که تا پایان دوره ادامه داشت. وجین علف‌های هرز پس از جوانه‌زنی بذور و قوی شدن ساقه گیاهان به روش دستی انجام شد.

به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد، دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت به عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف شدند و در نهایت برداشت نهایی در تاریخ ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۶ در مساحتی معادل دو مترمربع انجام گرفت. برای تعیین تعداد سنبله در مترمربع از طریق شمارش تمامی سنبله‌های سطح برداشت شده در هر کرت به‌طور جداگانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی به‌دست آمد. برای محاسبه تعداد دانه در سنبله، به‌طور تصادفی ۲۰ سنبله را از کل سنبله‌های همان ۱/۵ مترمربع جدا و پس از جدا سازی، دانه‌ها را شمارش نموده و از تقسیم تعدد دانه بر تعداد سنبله‌ها، تعداد دانه در سنبله به دست آمد. جهت تعیین وزن هزار دانه از هر تیمار، هزار عدد بذر به وسیله دستگاه بذر شمار، شمارش و توزین شد. جهت تعیین وزن هزار دانه از هر تیمار، هزار عدد بذر به وسیله دستگاه بذر شمار، شمارش و توزین شد. برای تعیین درصد پروتئین دانه در زمان برداشت نهایی ابتدا درصد نیتروژن دانه به وسیله دستگاه کجلدال که شامل مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون بود، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه نیز با ضرب کردن درصد نیتروژن دانه در ضریب ۶/۲۵ میزان پروتئین موجود در دانه به دست آمد. با ضرب درصد پروتئین هر تیمار در عملکرد دانه آن، عملکرد پروتئین برای هر تیمار محاسبه شد (Keeney and Nelson, 1982). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم افزار آماری SAS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

در این منطقه سالیانه ۵۳۵ میلی‌متر بود. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). این آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بارخردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل رژیم‌های مختلف آبیاری در سه سطح (قطع آبیاری در مرحله گلدهی، دانه‌بندی و آبیاری کامل) در کرت‌های اصلی و مقادیر کود سولفات روی ۳۴ درصد در سه سطح (صفر، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های فرعی بودند.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل یک شخم به عمق ۲۰ سانتی‌متر سپس دو دیسک عمود بر هم و به‌منظور از بین بردن پستی‌وبلندی‌های حاصل از شخم یک ماله زده شد و کودپاشی (پایه: ۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از اوره، ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص از سوپرفسفات‌تریپل، ۸۰ کیلوگرم پتاسیم خالص از سولفات پتاسیم) صورت پذیرفت. کود سولفات روی (از منبع سولفات روی کیمیا حاوی ۳۴ درصد روی، درجه خلوص کریستال ۱۸ تا ۲۰ درصد، درجه خلوص پودری ۳۱ تا ۳۳ درصد). نیز بر اساس تیمارهای موردنظر اعمال شد. پس از انجام عملیات کودپاشی خاک مزرعه توسط دیسک سبک با خاک مخلوط شد. سپس مرزبندی و نه‌رکشی انجام گرفت. این آزمایش از ۳۶ کرت تشکیل شد. هر کرت دارای هفت خط هر کدام به طول چهار متر که فاصله خطوط در آن ۲۰ سانتی‌متر و بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر و بین کرت‌های فرعی دو خط نکاشت در نظر گرفته شد. عملیات کاشت در تاریخ پانزدهم آبان ماه ۱۳۹۵ به‌صورت دستی انجام پذیرفت. اولین آبیاری یک روز بعد از کشت انجام شد. در تیمارهای مربوط به تنش خشکی با هدف

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1. Some physical and chemical properties of field soil

بافت خاک Soil texture	کربن آلی Organic carbon (%)	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	pH	روی Zinc	پتاسیم Potassium (mgkg <sup>-1</sup> )	فسفر Phosphorus	عمق خاک Soil depth (cm)
Clay loam	0.52	3.4	7.2	0.42	224	9.1	0-30

## نتایج و بحث

## تعداد سنبله در مترمربع

بیشترین تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله با مصرف کود ریز مغذی روی به دست آمد. این امر ضرورت استفاده از عناصر ریزمغذی برای بهبود رشد گیاه در مقایسه با شاهد بدون مصرف این عناصر را نشان می‌دهد. نتایج تحقیقات میرطالبی و همکاران (Mirtalebi et al., 2012) مؤید آن است که روی به دلیل تأثیر مثبت بر شاخص سطح برگ و جذب بهتر بعضی عناصر مانند نیتروژن، باعث افزایش فعالیت‌های حیاتی گیاه، افزایش جذب نیتروژن، افزایش اجزای عملکرد از جمله تعداد سنبله در مترمربع و در نهایت افزایش فتوسنتز می‌شود. اثر قابل ملاحظه کود روی بر تعداد سنبله در واحد سطح نیز توسط ملکوتی و طهرانی (Malcoti and Tehrani, 2008) در بررسی‌های مختلف بیان شده است.

## تعداد دانه در سنبله

اثرات ساده تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

اثرات کود سولفات روی بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ اما اثر تنش خشکی آخر فصل و برهمکنش این دو عامل بر تعداد سنبله در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین تعداد سنبله در مترمربع (۳۸۱/۶۱) به تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان صفت (۳۳۴/۸۵) به تیمار عدم کاربرد کود روی اختصاص یافت (جدول ۳). به نظر می‌رسد کود روی در گیاه با افزایش فتوسنتز، مواد فتوسنتزی و هورمون اکسین موجب افزایش رشد رویشی و بهبود سنبله‌های بارور در بوته می‌شود همچنین این موضوع به علت عدم سوء تغذیه در گیاه نیز ارتباط دارد. در این رابطه مردان و کاظمی (Mardan and Kazemi, 2011) با کاربرد روی در گیاه جو به نتایج مشابهی دست یافتند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. از طرفی فتحي و عنایت‌قلی‌زاده (Fathi and Enayat, 2009) در گیاه جو گزارش نمودند که

جدول ۲. میانگین مربعات صفات تحت تأثیر تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی

Table 2. Mean squares of traits under late season drought stress and zinc sulfate fertilizer

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد دانه در			عملکرد دانه Grain yield	درصد پروتئین Protein percentage	عملکرد پروتئین Protein yield
			تعداد سنبله در مترمربع Spikes /m <sup>2</sup>	سنبله Grains /spike	وزن هزار دانه 1000-kernel weight			
Replication	تکرار	3	2053 <sup>ns</sup>	11.21 <sup>ns</sup>	1.05 <sup>ns</sup>	7430.2 <sup>ns</sup>	0.04 <sup>ns</sup>	61.45 <sup>ns</sup>
Irrigation regime	رژیم آبیاری	2	80.3 <sup>ns</sup>	64.03*	43.36**	58264.5**	20.37*	431.24**
Error (a)	خطا اصلی	6	184.7	9.32	4.72	2377.1	4.23	17.34
Zinc sulfate fertilizer	کود سولفات روی	2	3580.9**	54.83*	35.07**	28318.24**	17.08*	354.83**
Irrigation × Zinc fertilizer	اثرات متقابل	4	123 <sup>ns</sup>	2.03 <sup>ns</sup>	1.04 <sup>ns</sup>	15832**	0.89 <sup>ns</sup>	11.04 <sup>n.s</sup>
Error (b)	خطا فرعی	18	173.1	7.23	3.76	1479.23	2.01	14.08
CV(%)	ضریب تغییرات (%)	-	3.66	10.27	5.78	12.12	11.6	9.91

ns, \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

که این موضوع می‌تواند دلیلی برای کاهش تعداد دانه در سنبله باشد (Wang et al., 2001). در این رابطه بیگزاده و همکاران (Beigzadeh et al., 2013) با بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر گیاه جو گزارش نمودند که تنش خشکی تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در گیاه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. ساماره (Samarah, 2010) گزارش داد که تنش رطوبتی با کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، عملکرد دانه را در جو کاهش می‌دهد که این نتایج یافته‌های حاصل از این تحقیق را تأیید نمودند.

بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۸/۴۵) مربوط به تیمار آبیاری کامل و کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۳/۸) به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی اختصاص یافت (جدول ۳). مرحله گلدهی از حساس‌ترین مراحل زندگی جو به تنش خشکی است. در این زمان کمبود آب باعث عدم تلقیح و ناباروری گلچه‌ها در سنبله می‌شود، همچنین، تعدادی از تخمک‌های تلقیح شده، در اثر تنش خشکی سقط می‌شوند و در نهایت تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. اعمال تنش در مرحله گرده‌افشانی باعث عقیم شدن دانه‌های گرده و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه‌ها می‌شود

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و کود سولفات روی

Table 3. Mean comparison of traits under late season drought stress and zinc sulfate fertilizer

تیمارها Treatments	تعداد سنبله در مترمربع Spikes /m <sup>2</sup>	تعداد دانه در سنبله grains/ spike		وزن هزار دانه 1000- kernel weight(g)		عملکرد	پروتئین
		عملکرد دانه Grain yield (Kg.h <sup>-1</sup> )	درصد پروتئین Protein percentage	Protein yield (Kg.h <sup>-1</sup> )			
<b>رژیم آبیاری</b>							
<b>(I)</b>							
قطع آبیاری در مرحله گلدهی Irrigation cease at flowering stage	354.05 <sup>a</sup>	23.8 <sup>a</sup>	30.25 <sup>c</sup>	2540.52 <sup>c</sup>	13.64 <sup>a</sup>	340.71 <sup>c</sup>	
قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی Irrigation cease at seed setting stage	359.11 <sup>a</sup>	26.27 <sup>b</sup>	33.45 <sup>b</sup>	3150.45 <sup>b</sup>	12.01 <sup>a</sup>	370.88 <sup>b</sup>	
آبیاری کامل Full irrigation	364.2 <sup>a</sup>	28.45 <sup>c</sup>	36.8 <sup>a</sup>	3810.3 <sup>a</sup>	10.75 <sup>b</sup>	400.98 <sup>a</sup>	
<b>کود سولفات روی</b>							
<b>(ZF)</b>							
0(Control)	334.85 <sup>c</sup>	22.38 <sup>c</sup>	30.2 <sup>c</sup>	2360.31 <sup>c</sup>	10.9 <sup>b</sup>	250.75 <sup>c</sup>	
30kg/ha	360.9 <sup>b</sup>	26.46 <sup>b</sup>	34.07 <sup>b</sup>	3250.34 <sup>b</sup>	12.47 <sup>a</sup>	400.56 <sup>b</sup>	
60kg/ha	381.61 <sup>a</sup>	29.68 <sup>a</sup>	36.23 <sup>a</sup>	3890.62 <sup>a</sup>	13.02 <sup>a</sup>	500.72 <sup>a</sup>	

ns, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد ns, \* and \*\*: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

هر یک از اجزای عملکرد است؛ که این نتایج با یافته‌های ملکوتی و همکاران (Malakooti et al., 2017) مطابقت داشت. در این رابطه عبدلی و اسفندیاری (Abdoli and Esfandiari, 2014) علت بالا بودن تعداد دانه در گیاه در تیمارهای کود روی را عدم وجود محدودیت منبع در شرایط مصرف کود روی دانستند. وجود غلظت مناسبی از عنصر روی در گیاه از سقط بیش از حد دانه‌ها جلوگیری می‌کند. لذا در

مقایسه میانگین کود سولفات روی بر تعداد دانه در سنبله (جدول ۳) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۹/۶) از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی و کمترین تعداد دانه در سنبله (۲۲/۳) از تیمار عدم کاربرد کود به دست آمد. در این تحقیق کاربرد سولفات روی در مراحل پرکردن دانه توانست تعداد دانه در سنبله را افزایش دهد که این امر به علت اختصاص مواد فتوسنتزی کافی برای حفظ ادامه رشد

صورت عدم وجود محدودیت منبع، محدودیت مخزن نیز کمتر پیش می‌آید که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. گوباره و همکاران (Gobarah et al., 2015) با بررسی عنصر ریزمغذی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد عناصر میکرو باعث افزایش معنی‌داری تعداد دانه در سنبله جو در مقایسه با تیمار شاهد بود. همچنان که فتی و عنایت‌قلی‌زاده (Fathi and Enayat Gholizadeh, 2009) در گیاه جو گزارش نمودند که بیشترین تعداد دانه در سنبله (۲۵/۲ دانه) با مصرف کود روی حاصل شد. حداقل تعداد دانه در سنبله (۲۰/۸ دانه) در تیمار شاهد بدون مصرف عناصر ریزمغذی به دست آمد. کاهش تعداد دانه در سنبله در شرایط کمبود مواد تغذیه‌ای ریزمغذی نشان دهنده اثر منفی عدم استفاده از این مواد برای آمادگی اعضای زایشی برای تولید تعداد دانه است.

مقایسه میانگین کاربرد کود سولفات روی بر وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۳۶/۲۳ گرم) از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی و کمترین وزن هزار دانه (۳۰/۲ گرم) از تیمار عدم کاربرد کود حاصل شد (جدول ۳). این نتایج نشان می‌دهد که کود روی باعث افزایش سطح برگ و دوام آن‌ها می‌شود، در نتیجه مقدار بیشتری آسمیلات تولید می‌کنند و وزن دانه‌ها افزایش می‌یابند. از طرفی روی در بیوسنتز تنظیم‌کننده‌های رشد نظیر ایندول استیک اسید و کربوهیدرات‌ها که منجر به افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌شوند ضروری است. این موضوع شاید به دلیل اهمیت این عناصر در تجمع آسمیلات‌ها در دانه‌ها در مراحل آخر رشد و در نتیجه تولید دانه‌های بزرگ‌تر و سنگین‌تر باشد. این نتایج با نتایج میرطالبی و همکاران (Mirtalebi et al., 2012) مطابقت دارد. نتایج تحقیقات گوباره و همکاران (Gobarah et al., 2015) در گیاه جو مؤید آن است که کاربرد روی باعث افزایش معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در مقایسه با تیمار شاهد بود. به‌طور کلی گیاه جو با مصرف ۱۵ کیلوگرم کود روی در هکتار بیشترین وزن هزار دانه را به دست آورد. طبق گزارش صالحی و همکاران (Salehi et al., 2012) افزایش رویاز صفر به ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش وزن صد دانه می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

#### عملکرد دانه

اثرات متقابل تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه (۴۰۹۰/۱۱ کیلوگرم در هکتار) به تیمار آبیاری کامل و ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی و کمترین عملکرد دانه (۲۵۳۰/۳۲ کیلوگرم در هکتار) به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و عدم کاربرد کود سولفات روی اختصاص یافت (شکل ۱). در شرایط کمبود آب، استفاده از سولفات روی یک راهکار مناسب برای کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی بر خصوصیات رشد و عملکرد گیاه است. در این رابطه بنی‌عباس‌شهری و همکاران (Bani Abbas Shahri et al., 2012) گزارش نمودند که عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری یافت.

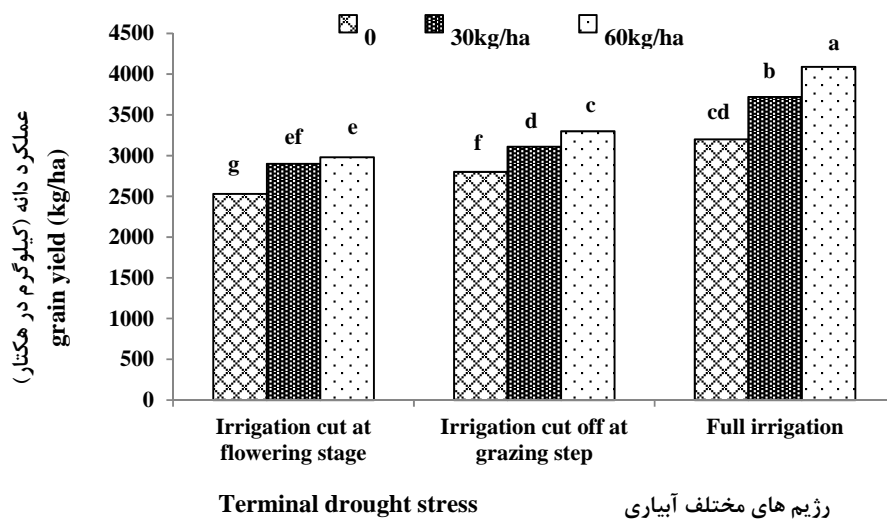
نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثر ساده تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه (۳۶/۸ گرم) به تیمار آبیاری کامل و کمترین وزن هزار دانه (۳۰/۲۵ گرم) به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی تعلق داشت (جدول ۳). بخش قابل توجهی از وزن دانه‌ها در دوره پر شدن دانه از فتوسنتز جاری حاصل می‌شود. کاهش رطوبت در دوره پر شدن دانه باعث کاهش فتوسنتز جاری در این دوره شده و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. از طرفی تنش خشکی در طول دوره پر شدن دانه، دوره پر شدن دانه را کاهش داده، در نتیجه چروکیدگی دانه، کاهش وزن و کاهش عملکرد اتفاق می‌افتد که این نتایج، یافته‌های حافظی و همکاران (Hafsi et al., 2012) را تأیید می‌کند. در این رابطه اهدایی و همکاران (Ehdaie et al., 2008) مشاهده کردند که میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی پس از گلدهی از ۴۶/۸ به ۳۴/۷ گرم کاهش یافت. طبق گزارشات صابری و همکاران (Saberi et al., 2015) نتایج وزن هزار دانه در گیاه جو تحت تنش خشکی انتهای فصل می‌تواند یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب در تحمل به خشکی انتهای فصل مد نظر قرار گیرد، زیرا تعداد دانه در سنبله قبل از ظهور سنبله تعیین شده و خشکی انتهای فصل تأثیری بر آن ندارد، ولی با کوتاه شدن دوره پر شدن دانه باعث کاهش وزن دانه می‌شود. شاهی و همکاران (Shahi et al., 2015) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

#### وزن هزار دانه

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثر ساده تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه (۳۶/۸ گرم) به تیمار آبیاری کامل و کمترین وزن هزار دانه (۳۰/۲۵ گرم) به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی تعلق داشت (جدول ۳). بخش قابل توجهی از وزن دانه‌ها در دوره پر شدن دانه از فتوسنتز جاری حاصل می‌شود. کاهش رطوبت در دوره پر شدن دانه باعث کاهش فتوسنتز جاری در این دوره شده و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. از طرفی تنش خشکی در طول دوره پر شدن دانه، دوره پر شدن دانه را کاهش داده، در نتیجه چروکیدگی دانه، کاهش وزن و کاهش عملکرد اتفاق می‌افتد که این نتایج، یافته‌های حافظی و همکاران (Hafsi et al., 2012) را تأیید می‌کند. در این رابطه اهدایی و همکاران (Ehdaie et al., 2008) مشاهده کردند که میانگین وزن هزار دانه تحت تأثیر تنش خشکی پس از گلدهی از ۴۶/۸ به ۳۴/۷ گرم کاهش یافت. طبق گزارشات صابری و همکاران (Saberi et al., 2015) نتایج وزن هزار دانه در گیاه جو تحت تنش خشکی انتهای فصل می‌تواند یکی از مهم‌ترین معیارهای انتخاب در تحمل به خشکی انتهای فصل مد نظر قرار گیرد، زیرا تعداد دانه در سنبله قبل از ظهور سنبله تعیین شده و خشکی انتهای فصل تأثیری بر آن ندارد، ولی با کوتاه شدن دوره پر شدن دانه باعث کاهش وزن دانه می‌شود. شاهی و همکاران (Shahi et al., 2015) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند.

که در طی تنش کم آبی پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش یافته و کاهش پتانسیل آماس نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت مقدار ذخایر آسیمیلات می‌کاهد. گوباراه و همکاران (Gobarah et al., 2015) با بررسی عنصر ریزمغذی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش کردند که کاربرد عناصر میکرو باعث افزایش معنی‌داری عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو در مقایسه با تیمار شاهد شد. از طرفی ولدسنبت و همکاران (Woldesenbet et al., 2014) گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه از تیماری که عنصر ریزمغذی روی را دریافت نموده بود به دست آمد. استفاده از عناصر کم مصرف با توجه به تأثیر بر ساخت کلروفیل و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز برگ‌های جوان شده و انتقال مواد به محل‌های ذخیره‌ای را افزایش داده و سبب افزایش وزن دانه‌ها شده لذا عملکرد دانه را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد و کمترین عملکرد دانه از تیمار شاهد به دست آمد که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

همچنین کاربرد سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارها شد. همچنین افزایش کود سولفات روی در شرایط تنش خشکی آخر فصل اثرات حاصل از تنش را کاهش می‌دهد، که نتایج این تحقیق را تأیید می‌نماید. مطالعات نشان داده که محدودیت رطوبت در زمان گلدهی، موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه می‌شود. در مقابل، فراهمی رطوبت در مرحله گلدهی باعث طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری برای اختصاص به دانه‌ها فراهم می‌شود (Malhotra and Saxena, 2002). طباطبایی و همکاران (Tabatabaei et al., 2013) در گیاه جو گزارش کردند در شرایط تنش کم آبی بعد از گلدهی تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت. از دلایل مهم کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان در زمان تنش خشکی می‌تواند به این دلیل باشد که در زمان بروز تنش، میزان مواد فتوسنتزی صادر شده از برگ‌ها کاهش می‌یابد، زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است



شکل ۱. اثر متقابل رژیم‌های مختلف آبیاری و کود سولفات روی بر عملکرد دانه

Fig. 1. Interaction effects of different irrigation regimes and zinc sulfate fertilizer on grain yield

پروتئین تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تنش خشکی آخر فصل بر درصد پروتئین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین (۱۳/۶۴ درصد) مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی با و کمترین درصد

#### درصد پروتئین

نتایج به دست آمده نشان داد که اثر تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی بر درصد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر درصد

داشته باشد. به‌گونه‌ای که بیشترین درصد پروتئین از تیمار کاربرد کود میکرو و کمترین میزان به تیمار شاهد تعلق گرفت. همچنان که باخاش کلارستاقی و همکاران (Bakhash Kelarestaghi et al., 2007) نیز گزارش کردند که استفاده از کود روی، چه به صورت محلول‌پاشی بر شاخساره و چه به صورت کاربرد در خاک، عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه گندم را به طور نسبی افزایش داد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

### عملکرد پروتئین

در این تحقیق عملکرد پروتئین تحت اثر تنش خشکی آخر فصل و کود سولفات روی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو عامل بر عملکرد پروتئین معنی‌داری نبود (جدول ۲). بیشترین عملکرد پروتئین (۱۳۰/۶۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و کمترین عملکرد پروتئین (۱۰۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار) به تیمار آبیاری کامل اختصاص یافت (جدول ۳). عملکرد پروتئین دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین به دست می‌آید. به نظر می‌رسد بیشتر بودن عملکرد پروتئین در تیمار آبیاری کامل به علت بیشتر بودن عملکرد دانه باشد. کاهش عملکرد پروتئین با افزایش تنش کم آبی توسط حبیب‌زاده و موسوی (Habibzadeh and Moosavi, 2014) نیز گزارش شده است. امیری‌ده‌احمدی و همکاران (Amiri-Dehahmadi et al., 2009) گزارش کردند که اثر تنش خشکی بر عملکرد پروتئین معنی‌دار بود.

مقایسه میانگین اثر کود سولفات روی بر عملکرد پروتئین نشان داد که بیشترین عملکرد پروتئین (۵۰۰/۷۲ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات رویو کمترین عملکرد پروتئین (۲۵۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) حاصل شد (جدول ۳). در بیان علت افزایش در محتوی پروتئین بذور با کاربرد کود روی باید گفت که این عنصر به طور مستقیم در هر دو فرایند بیان ژن و سنتز پروتئین نقش دارد. محققان به این نتیجه رسیدند که شاید کمبود روی باعث جلوگیری از فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود که در نتیجه باعث صدمات اکسیداتیو به مولکول‌های پروتئین، کلروفیل و اسیدهای نوکلئیک می‌شود و همین امر باعث کاهش عملکرد پروتئین در گیاه می‌شود (Cakmak, 2000). همچنان که گوباره و همکاران (Gobarah et al., 2015) در گیاه جو گزارش

پروتئین (۱۰۰/۷۵ درصد) به تیمار آبیاری کامل اختصاص یافت (جدول ۳). در این تحقیق تنش خشکی در مرحله گلدهی موجب کاهش تجمع کربوهیدرات و افزایش درصد پروتئین دانه شده، که خود عاملی مؤثر در تعیین کیفیت دانه جو به حساب آمده و با نتایج بحرانی و همکاران (Bahrani et al., 2009)، تطابق دارد. در این رابطه دانیل و تریبوی (Daniel and Triboi, 2008) به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی موجب افزایش درصد پروتئین دانه نسبت به شرایط مطلوب آبیاری شد، آن‌ها دلیل این امر را کاهش انتقال مواد فتوسنتزی اعلام نمودند که باعث کاهش نسبت حجم آندوسپرم نشاسته‌ای به کل حجم دانه می‌شود و از آنجائی که درصد پروتئین در پوسته و جنین نسبت به آندوسپرم نشاسته‌ای بیشتر است لذا درصد پروتئین دانه در شرایط تنش خشکی افزایش می‌یابد که این نتایج با یافته‌های این تحقیق مطابقت داشت. از طرفی نورمحمدی و همکاران (Normohamadi et al., 2010) اظهار نمودند که هنگام بروز تنش خشکی شدت تنفس افزایش یافته و جذب مواد تقلیل و در نتیجه هیدرات‌های کربن ذخیره‌شده کاهش و پروتئین افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین کود سولفات روی بر درصد پروتئین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین (۱۳/۰۲ درصد) از تیمار ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود روی و کمترین درصد پروتئین (۱۰/۹ درصد) از تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) حاصل شد (جدول ۳). می‌توان بیان داشت که عناصر ریزمغذی مخصوصاً عنصر روی در تقسیم سلولی بافت‌های مرستمی، متابولیسم قندها و کربوهیدرات‌ها، متابولیسم نیترژن و همچنین به عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و یا به صورت کوفاکتورهای تنظیم‌کننده در تعداد زیادی از آنزیم‌ها عمل می‌نمایند و آنزیم‌ها قسمت اعظمی از مواد پروتئینی را تشکیل می‌دهند. از طرفی به نظر می‌رسد کاهش درصد پروتئین در تیمار شاهد این باشد که اولین علائم احتمالی کمبود روی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول‌هاست. کاهش در ساخته شدن RNA منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می‌شود در صورتی که مقدار گلوکز، نیترژن غیر پروتئینی و DNA نسبتاً افزایش می‌یابد. همچنین این عناصر در فعالیت‌های دهیدروژناز و پروتیناز دخالت دارد و به این وسیله نقش کلیدی در تولید پروتئین ایفا می‌نماید (Marschner, 1995). برطبق اظهارات طاهر و همکاران (Taher et al., 2010) کاربرد عناصر ریزمغذی می‌تواند نقش معنی‌داری را در بهبود درصد پروتئین



مشخص شد که میزان مصرف کود روی نقش مهمی در رشد و نمو گیاه جو دارد و همچنین با توجه به اینکه بیشترین مقادیر عملکرد دانه و پروتئین به‌عنوان عملکرد کمی و کیفی از استعمال کود روی که یکی از عناصر کم‌مصرف محسوب می‌شود به دست آمد، احتمالاً می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از چنین کودهایی می‌توان بهترین شرایط را جهت حصول حداکثر عملکرد کمی و کیفی در گیاه جو فراهم نمود؛ بنابراین در شرایط اجرای این تحقیق، مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود روی و آبیاری کامل بیشترین اثر معنی‌دار را بر صفات مورد بررسی نشان دادند.

نمودند که کاربرد عناصر ریزمغذی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد پروتئین جو در مقایسه با تیمار شاهد بود. به‌طور کلی گیاه جو با مصرف ۱۵ کیلوگرم کود روی در هکتار بیشترین درصد و عملکرد پروتئین را به دست آورد.

### نتیجه‌گیری

در مجموع می‌توان بیان نمود که خاک‌های بسیاری از نواحی جنوب کشور، آهکی با pH بالا و ماده آلی کم می‌باشند و کمبود روی در آن‌ها بسیار محتمل است. در این تحقیق

### منابع

- Abdoli, M., Esfandiari, A., 2014. Effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield and seedlings growth characteristics of bread wheat (cv. Kohdasht). Iranian Journal of Dryland Agriculture. 2(1), 77-92. [In Persian with English summary].
- Alloway, B.J., 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition (2<sup>nd</sup>ed.). Brussels: International Zinc Association (IZA), 136p.
- Amiri-Dehahmadi, S.R., Parsa, M., Nezami, A., Ganjali, A., 2009. Effects of water stress at different phenological stages on the growth indexes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under greenhouse condition. Iranian Journal of Pulses Research. 1(2), 69-84. [In Persian with English summary].
- Azeri Nasrabadi, A., Attardi, B., 2007. Final report on the effects of different irrigation water on the yield of two forage sorghum cultivars. Institute of Soil and Water Research. 15p. [In Persian].
- Bahrani, A., Heidari Sharif Abad, H., Tahmasebi Savestani, Z., Moafpourian, GH., Ayenehband, A., 2009. Wheat (*Triticum aestivum* L.) response to nitrogen and postanthesis water deficit. Chemical, Biological, and Agriculture Environmental Engineering. 6(2), 296-301.
- Bakhash Kelarestaghi, K., Madani, H., Bazoobani, M., Asadi, M., 2007. Optimizing of zinc quantity and application method on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Bam region of Iran. In: Proceedings of Zinc Crops Conference, Istanbul, Turkey.
- Bani Abbas Shahri, Z., Zamani, Gh.R., Sayari Zahan, M.H., 2012. Effect of drought stress and zinc sulfate foliar application on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences. 4(2), 165-172.
- Beigzadeh, S., Fatahi, K., Sayedi, A., Fatahi, F., 2013. Study of the effects of late-season drought stress on yield and yield components of irrigated barley lines within Kermanshah province temperate regions. World Applied Programming. 3(6), 226-231.
- Daniel, C., Triboi, E., 2008. Changes in wheat protein aggregation during grain development: effects of temperature and water stress. European Journal Agronomy. 16, 1-12.
- Ehdaie, B., Alloush, G.A., Waines, J.G., 2008. Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. Field Crop Research. 106, 34-43.
- Fathi, Gh., Enayat Gholizadeh, MA., 2009. Effect of Iron, Zinc and Copper Mineral Fertilizers on Growth and Yield of Barley Cultivars in Khuzestan Climate. Journal of Physiology of Crop Plants. 1(1), 16-23. [In Persian with English summary].
- Gobarah, M. E., Haggag, W.M., Tawfik, M.M., Amal, G.A., Ebtesam, E.A., 2015. Effect of Zn, Mn, and organic manures applications on yield, yield components and chemical constituents of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown in newly sandy soil. International Journal of ChemTech Research. 8(4), 2120-2130.

- Habibzadeh, Y., Moosavi, Y., 2014. The effects of water deficit stress on protein yield of mung bean genotypes. *Peak Journal of Agricultural Science*. 2(3), 30-35.
- Hafsi, M., Akhter, J., and Monneveux, P., 2012. Leaf senescence and carbon isotope discrimination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under severe drought conditions. *Cereal Research Communications*. 35, 71-80.
- Malakooti, S.H., Majidian, M., Ehteshami, S. M.R., Rabiee, M. 2017. Evaluation of iron and zinc foliar and soil application on quantitative and qualitative characteristics of two soybean cultivars. *IIOAB Journal*. 8(3), 1-7.
- Malcoti, M. G., and Tehrani, M. M., 2008. The role of micronutrients in increasing the yield and improving the quality of agricultural products, Tarbiat Modares University, 292p. [In Persian].
- Malhotra, R.S., and Saxena, M.C., 2002. Strategies for overcoming drought stress in chickpea. *ICARDA*. 17, 20-23.
- Mardan, R., Kazemi, Sh., 2011. Response of morphological characteristics and biological function of barley to low element (iron, zinc and Cu). The First National Conference on Modern Topics in Agriculture, Saveh University. 2011. [In Persian].
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic Press Inc., London. 891p.
- Mirtalebi, S. H., Khajapur, M. R., Hosseini, S. M., Soleimani, A., 2012. Effect of zinc sulfate on growth and development of wheat cultivars in northern Fars province. *Journal of Plant Ecophysiology*. 4(2), 47-61. [In Persian with English summary].
- Normohamadi, GH., Siadat, A.S., Kashesni, A., 2010. Crop Growing. Shahid Chamran University of Ahvaz Publications. 446p. [In Persian].
- Pandey, N., Pathak, G. C., and Sharma, C. P., 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 20, 89-96.
- Saberi, M.H., Nikkhah, H.R., Taji, H., Arazmjoo, A., 2015. Effects of terminal season drought stress on yield and choosing best tolerance indices in promising lines of Barley. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 107, 124-133. [In Persian with English summary].
- Salehi, R., Maleki, A., Dehghanzadeh, H., 2012. Effect of potassium and zinc on yield and yield components of Grass 704 maize under irrigation cut stress. *Crop Production in Environmental Stress*. 4(3), 59-73. [In Persian with English summary].
- Samarah, N.H., 2010. Effect of drought stress on growth and yield of barley. *Agronomy for Sustainable Development*. 25(1), 145-149.
- Shahi, T., Khan, A.Z., Numan, M., Ahmad, W., Zahoor, M., Uliah, M., Jalal, A., 2017. Nutrient uptake and yield and yield of wheat varieties as influenced by foliar potassium under drought condition. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2(170), 5-20.
- Tabatabaei, S.A., Shakeri, A., Shahedi, M., 2013. Investigation of yield, yield components changes and some physiological characteristics of barley genotypes under irrigation tension conditions. *Crop Physiology*. 5(18), 115-101. [In Persian with English summary].
- Taher, M., Roshdi, M., Khalili Mahalleh, J., Kharazmi, K., Haji Hassani Asl, N., 2010. The effect of different methods of micro nutrients usage on yield and yield components of grain corn in Khoy city. *Research in Agronomy Science*. 1(1), 72- 84. [In Persian with English summary].
- Woldesenbet, M., Tana, T., TN, S, and Mekonnen, T., 2014. Effect of Integrated Nutrient Management on Yield and Yield Components of Food Barley (*Hordeum vulgare* L.) in Kaffa Zone, Southwestern Ethiopia. *Science, Technology and Arts Research Journal*. 3(2), 34-42.
- Yilmaz, A., Ekis, H., Cakamk, I., 2000. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. *Journal of Plant Nutrition*. 20, 461-471.