Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۷
۸۶۱-۸۴۷
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2018.890.1176

تأثیر محلول‌پاشی نانوکلات آهن و منگنز روی عملکرد و اجزای عملکرد جو (*Hordeum vulgare* L.) تحت شرایط تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد

حسین زاهدی*، اکبر علی‌پور
گروه کشاورزی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۵/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۹

چکیده

جو یکی از سازگارترین غلات است که در شرایط آب و هوایی مساعد، در خاک حاصلخیز که قابلیت نگهداری آب در آن زیاد باشد کشت می‌گردد. این گیاه نسبت به گندم در برابر خشکی مقاوم‌تر است، پدیده خشکی در ایران یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات زراعی است. اعمال تنش کم‌آبی به‌شدت اجزای عملکرد و عملکردهای بیولوژیک و دانه را کاهش می‌دهد. استفاده از نانو کودها منجر به افزایش کارایی استفاده از عناصر غذایی، مدیریت صحیح مصرف کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می‌شود. بدین منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵ - ۱۳۹۴ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد کود نانو کلات آهن و منگنز دارای ۱۱ سطح به ترتیب شامل غلظت یک در هزار کود نانو کلات آهن، سه در هزار کود نانو کلات آهن، یک و نیم در هزار نانو کلات منگنز، سه در هزار کود نانو کلات منگنز، یک در هزار کود نانو کلات آهن و یک و نیم در هزار کود نانو کلات منگنز، یک در هزار کود نانو کلات آهن و سه در هزار کود نانو کلات منگنز، یک و نیم در هزار کود نانو کلات منگنز و سه در هزار کود نانو کلات آهن، سه در هزار کود نانو کلات آهن و سه در هزار کود نانو کلات منگنز، بدون محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی آب خالص، سه در هزار کود میکرو آهن و سه در هزار کود میکرو منگنز، به‌عنوان فاکتور فرعی و رژیم‌های آبیاری در سه سطح بدون تنش (۵۰٪ آب قابل‌استفاده مزرعه)، کم‌آبی در مرحله رویشی (۳۰٪ آب قابل‌استفاده مزرعه در مرحله رویشی) و کم‌آبی در مرحله زایشی (۳۰٪ آب قابل‌استفاده مزرعه در مرحله زایشی بود، به‌عنوان فاکتور اصلی بودند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی سطوح مختلف نانو کلات آهن و منگنز در مراحل رویشی و زایشی موجب افزایش میزان عملکرد و اجزای عملکرد خصوصاً در مرحله‌ی رویشی شد، حال‌آنکه تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) کمترین میزان عملکرد و اجزای عملکرد را داشت. همچنین اثرات متقابل نانو کلات آهن و منگنز و سطوح مختلف تنش کمبود آب بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده به‌جز شاخص برداشت معنی‌دار بود. درنهایت نتایج نشان داد که تنش کم‌آبی در مرحله زایشی و رویشی موجب کاهش و استفاده از نانو ذرات موجب افزایش میزان عملکرد و اجزای عملکرد می‌گردد؛ بنابراین، عوارض جانبی ناشی از کمبود آب می‌تواند در این منطقه و مناطق مشابه با محلول‌پاشی نانو کلات آهن و منگنز کاهش یابد.

واژه‌های کلیدی: **رشد رویشی، رشد زایشی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه.**

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare* L.) کم‌توقع‌ترین گیاه زراعی است که دامنه سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی بیشتر است. جو دومین غله مهم دنیاست. جو یکی از سازگارترین غلات است که در شرایط آب و هوایی مساعد، در خاک حاصلخیز که قابلیت نگهداری آب در آن زیاد باشد و همچنین در خاک‌هایی که خاصیت اسیدی آن‌ها بین ۷ تا ۸ باشد، کشت می‌گردد (Roozbahani et al., 2013). این گیاه نسبت به گندم در برابر خشکی مقاوم‌تر است و بنابراین در آب و هوایی که آب، سبب محدودیت برای تولید غلات می‌شود، جو می‌تواند بیشترین محصول را تولید کند. همچنین در شرایط دیم عملکرد جو نسبت به گندم و چاودار بالاتر است (Bagheri, 2009). در ایران، سابقه زراعت این

* نگارنده پاسخگو: حسین زاهدی. پست الکترونیک: hzahedi2006@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

محصول بسیار طولانی است و اکثر کشاورزان با شرایط کشت و کار آن آشنایی دارند. کمبود آب، وجود دیم‌زارها، اراضی و آب‌های نامتعارف در کشور زمینه را برای ترویج زراعت جو فراهم نموده است (Bakhshi-Khaniki et al., 2007).

یکی از عمده‌ترین تنش‌های محیطی که اغلب گیاهان با آن مواجه هستند تنش خشکی است (Afzal et al., 2006). پدیده خشکی در ایران یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولیدات زراعی است. بخش زیادی از اراضی زیرکشت گیاهان در ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرارگرفته است. در این مناطق، به دلیل کمبود منابع آب، عملکرد به‌شدت کاهش می‌یابد (Ahmadi et al., 2011). اعمال تنش کم‌آبی به‌شدت اجزای عملکرد و عملکردهای بیولوژیک و دانه را کاهش می‌دهد. گزارش شده است کاربرد باکتری‌های محرک رشد یا مصرف سولفات روی چه در شرایط تنش کم‌آبی و چه در شرایط بدون تنش منجر به افزایش اجزای عملکرد و عملکردهای بیولوژیک و دانه می‌گردد (Ghanbari and Mousavi, 2016). محققین آزمایشی را جهت مقایسه واکنش ارقام مختلف جو زراعی نسبت به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی که جزو حساس‌ترین مراحل نسبت به کمبود آب است تحت شرایط آزمایشگاهی (انکوباتور) انجام دادند. نتایج آزمایش نشان داد بین سطوح مختلف پتانسیل و صفات موردانداز‌ه‌گیری اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود و با کاهش پتانسیل اسمزی، پاسخ‌های گیاهی به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Sajedi and Ebadi, 2006). یکی از مهم‌ترین کاربردهای فناوری نانو در جنبه‌های مختلف ازجمله در بخش آب‌وخاک کشاورزی، استفاده از نانو کودها برای تغذیه گیاهان است (Davoudi et al., 2013). استفاده از نانو کودها منجر به افزایش کارایی مصرفی عناصر غذایی، مدیریت صحیح مصرف کود و کاهش تعداد دفعات کاربرد کود می‌شود (Naderi and Danesh-Shahraki, 2011). کودها می‌توانند با غشاهایی در مقیاس نانو پوشیده شوند که رهاسازی آهسته و مداوم عناصر غذایی را تسهیل می‌کنند. پوشاندن و سیمانی کردن با ذرات نانو و کوچک‌تر از نانو، باعث ایجاد قابلیت تنظیم رهاسازی عناصر غذایی از کپسول کودی می‌شود که این موضوع باعث می‌شود تا عناصر غذایی را به‌صورت منظم رهاسازی نموده و از تثبیت کلی آن‌ها جلوگیری نماید (Torabian and Zahedi, 2013). آزمایش‌هایی که روی روش‌های مصرف آهن در گندم در یک خاک آهکی انجام گرفت، نشان داد که محلول‌پاشی آهن موجب ایجاد بالاترین غلظت و جذب آهن در اندام هوایی می‌شود (Demirkiran, 2009) و مصرف خاکی موجب ایجاد بالاترین عملکرد دانه می‌گردد (Tandon, 2003). همچنین پژوهشگران دیگری نیز گزارش کردند که تیمار آهن، میزان پتاسیم عدس و لوبیای چشم‌بلبلی را در برگ و دانه به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Mohamadipoor et al., 2013). در آزمایشی اثر محلول‌پاشی روی و منگنز روی گلرنگ متوجه شدند که این عنصر در شرایط تنش تحمل گلرنگ را به خشکی افزایش داد (Movahedi-Dehnavi, 2004). در آزمایشی اثرات ریزمغذی‌ها ازجمله روی و منگنز روی گیاه آفتابگردان بررسی و مشخص شد که تیمارهای ریزمغذی تعداد دانه در طبق، عملکرد بذر و درصد روغن را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند؛ بنابراین تحت شرایط خشکی کاربرد ریزمغذی‌ها مقاومت به خشکی در آفتابگردان را افزایش داد (Rahimizadeh et al., 2010).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران واقع در کیلومتر ۱۷ اتوبان تهران- کرج انجام پذیرفت. منطقه موردتحقیق با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه ۴۳ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۸ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ با ارتفاع ۱۲۱۵ متر از سطح دریا است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور رژیم آبیاری در کرت اصلی و فاکتور کودهای نانو کلات آهن و منگنز به همراه کاربرد کود آهن و منگنز در کرت فرعی و در ۳ تکرار در گیاه جو رقم ریحان انجام شد. جدول خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در جدول شماره (۱) ذکر شده است.

کاربرد کود نانو کلات آهن و منگنز دارای ۱۱ سطح به ترتیب شامل غلظت یک در هزار کود نانو کلات آهن، سه در هزار کود نانو کلات آهن، یک و نیم در هزار نانو کلات منگنز، سه در هزار کود نانو کلات منگنز، یک در هزار کود نانو کلات آهن و یک و نیم در هزار کود نانو کلات منگنز، یک در هزار کود نانو کلات آهن و سه در هزار کود نانو کلات منگنز، یک و نیم در هزار کود نانو کلات منگنز و سه در هزار کود نانو کلات آهن، سه در هزار کود نانو کلات آهن و سه در هزار کود نانو کلات منگنز، بدون محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی آب خالص و سه در هزار کود میکرو آهن و سه در هزار کود میکرو

www.SID.ir

Archive of SID

منگنز، به‌عنوان فاکتور فرعی و رژیم‌های آبیاری در سه سطح: ۱- بدون تنش: زمان آبیاری زمانی بود که مقدار آب قابل‌استفاده گیاه در سطح ۵۰٪ آب قابل‌استفاده مزرعه باشد (عمق ۳۰ سانتی‌متر)، ۲- کم‌آبیاری در مرحله رویشی (ساقه دهی) و آبیاری زمانی انجام شد که مقدار آب قابل‌استفاده گیاه در سطح ۳۰٪ آب قابل‌استفاده مزرعه در مرحله رویشی باشد و ۳- کم‌آبیاری در مرحله زایشی (گلدهی) و آبیاری زمانی انجام شد که مقدار آب قابل‌استفاده گیاه در سطح ۳۰٪ آب قابل‌استفاده مزرعه در مرحله زایشی باشد به‌عنوان فاکتور اصلی بودند. هر واحد آزمایشی دارای هشت ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و طول و عرض هر کرت به ترتیب برابر با ۲/۴ و ۲ متر بود.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک موردمطالعه

Table 1. Physical and chemical properties of the studied soil

عمق Depth	بافت Texture	شن Sand (%)	لای Silt (%)	رس Clay (%)	نیتروژن کل ٪ TNP
0-30	لوم شنی Sandy loam	61	30	9	0.134
فسفر قابل‌جذب P_{ava} (mg/kg)	**پتاسیم قابل‌جذب K_{ava} (mg/kg)**	**منیزیم Mg (mg/kg)**	**روی Zn (mg/kg)**	**منگنز Mn (mg/kg)**	**آهن Fe(mg/kg)**
48	341	508	2.06	6.9	4.67

درمجموع مساحت هر کرت ۴/۸ مترمربع در نظر گرفته شد. کشت به روش جوی و پشته در تاریخ ۱۵ مهرماه و آبیاری مزرعه به روش قطره‌ای انجام شد. کنترل علف‌های هرز به روش وجین دستی در سه مرحله صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد و آبیاری‌های بعدی نیز برای تمام واحدهای آزمایشی تا زمان اولین تنش در مرحله رویشی (ساقه دهی) به فاصله ۴ روز به‌صورت منظم صورت پذیرفت. هم‌زمان با اعمال تیمار تنش، تیمارهای محلول‌پاشی در مراحل رشدی موردنظر انجام گرفت. اولین محلول‌پاشی با عناصر آهن و منگنز در مرحله رویشی (ساقه دهی) و مرحله دوم در مرحله زایشی (گلدهی) اعمال شد و در هر مرحله دو بار محلول‌پاشی به فاصله حدود ۱۰ روز از یکدیگر انجام گرفت به‌طوری‌که مرحله اول محلول‌پاشی قبل از اعمال تنش در هر مرحله و مرحله دوم محلول‌پاشی بعد از اعمال تنش در هر مرحله انجام گرفت. جهت محلول‌پاشی، ابتدا کالیبراسیون سم‌پاش با ریختن مقدار معینی آب در مخزن آن و تعیین مقدار آب مخزن انجام گردید. سپس یک کرت (مساحت کرت ۴/۸ مترمربع) را با آب محلول‌پاشی کرده و پس از اتمام محلول‌پاشی کرت، مقدار آب باقی‌مانده در مخزن سم‌پاش را یادداشت نموده سپس برای تعیین میزان آب مصرفی جهت محلول‌پاشی از رابطه (۱) استفاده می‌شود. در انتها عناصر آهن و منگنز را با درصدهای مشخص‌شده در مخزن سم‌پاش ریخته و خوب مخلوط کرده و محلول‌پاشی می‌گردد. برای محلول‌پاشی از سم‌پاش بادی پشتی با فشار دائم به حجم ۱۲ لیتر استفاده شد. نوع نازل سم‌پاش از نوع مارپیچی با طرح پاشش مخروط توپر و میزان پاشش ۰/۱ لیتر در مترمربع (۱۰۰۰ لیتر در هکتار) بود.

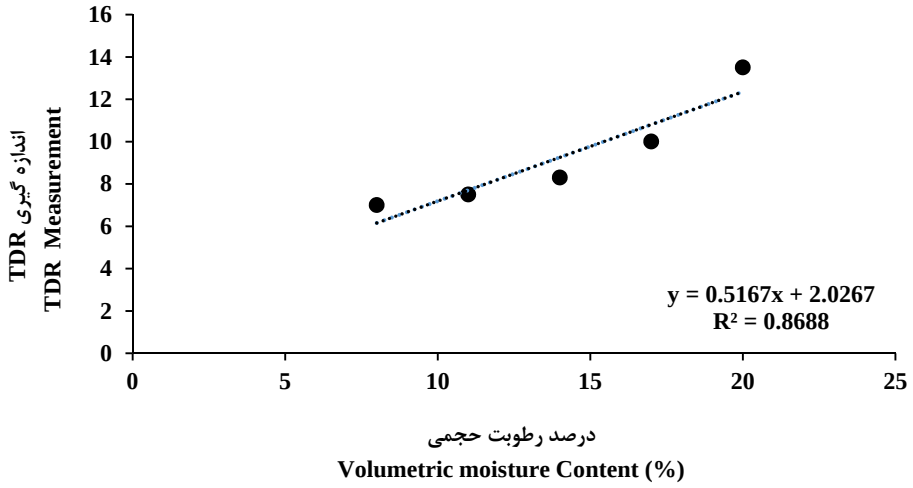
میزان آب مصرفی جهت محلول‌پاشی یک کرت = آب قبل از محلول‌پاشی - آب باقی‌مانده در مخزن بعد از محلول‌پاشی [۱]

درنهایت پس از رسیدن به ظرفیت مزرعه موردنظر و بر اساس اندازه‌گیری TDR (۷۰ درصد آب قابل‌استفاده خاک مصرف و یا تبخیر شده باشد) آبیاری مزرعه در مورد تیمارهای تنش از سر گرفته شد. پس از استقرار گیاهچه‌ها با استفاده از دستگاه TDR اقدام به سنجش میزان تخلیه‌ی رطوبتی خاک در مراحل معین‌شده از رشد گردید؛ که بر اساس دستگاه TDR و منحنی خصوصیات رطوبتی خاک به دست آمد (شکل ۱). ثبت رطوبت خاک به‌وسیله دستگاه TDR و محاسبه میزان پتانسیل آب خاک توسط منحنی رطوبتی خاک به‌وسیله دستگاه صفحات فشاری برای پتانسیل‌های مختلف صورت گرفت. میزان پتانسیل رطوبتی خاک با توجه به درصد رطوبت حجمی (اعداد به‌دست‌آمده از TDR) در زمان تنش که با دستگاه TDR اندازه‌گیری شده بود، محاسبه شد. آبیاری کرت‌های بدون تنش بر اساس اندازه‌گیری TDR

www.SID.ir

Archive of SID

به فاصله ۴ روز یک‌بار به‌صورت منظم تا آخر دوره رشد انجام شد. در پایان دوره‌ی رشد ۰/۵ مترمربع از هر کرت با کوادرات به‌صورت تصادفی با در نظر گرفتن اثر حاشیه برداشت شد و صفات کمی شامل عملکرد و اجزای عملکرد (عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، عملکرد علوفه، وزن خشک، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در مترمربع، وزن هزار دانه، شاخص برداشت) مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین صفات مورفولوژیک از قبیل سطح برگ و ارتفاع گیاه از پنج بوته در مرحله دانه بستن، اندازه‌گیری و ثبت گردید. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.



شکل ۱- منحنی رطوبت خاک به‌دست‌آمده به‌وسیله دستگاه TDR و صفحات فشاری.

Fig. 1. The soil moisture curve obtained by TDR and pressure plates

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل تنش کم‌آبی در محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ برای صفت عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش در دوره رشد رویشی و زایشی باعث کاهش عملکرد دانه گردید، به‌طوری‌که تنش در دوره رشد زایشی بیشتر از تنش در دوره رشد رویشی باعث کاهش این صفت شد (شکل ۲).

در مرحله زایشی به علت تأثیر بالای خشکی در مرحله گلدهی که توأم با گرمای هوا و پیری زودهنگام برگ‌ها در این مرحله بود، کمترین میزان عملکرد دانه دیده شد. در آزمایشی صادقی پور (Sadeghipour, 2008) اثر حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش را موردمطالعه و نتیجه‌گیری نمود که تنش خشکی در مرحله رشد زایشی مخصوصاً مرحله گلدهی و تشکیل نیام، عملکرد دانه را نسبت به اعمال تنش در سایر مراحل رشد به‌شدت تحت تأثیر قرارداد؛ بنابراین انجام آبیاری در مرحله گلدهی و تشکیل نیام‌ها جهت دستیابی به حداکثر عملکرد دانه ضروری و حیاتی است. طبق گزارش‌های زاده باقری و همکاران (Zadehbagheri et al., 2012) براثر تنش خشکی رشد گیاه و توسعه آن کاهش می‌یابد که منجر به اختلال در گلدهی، پر شدن دانه‌ها و درنتیجه عملکرد کمتر گیاه می‌شود، کمبود آب در مرحله گلدهی باعث افزایش سقط‌جنین در دانه گرده می‌شود و در مرحله تلقیح دانه گرده باعث کاهش شدت فتوسنتز، افزایش ABA و کاهش بارگیری آسیمیلات‌ها شده که درنهایت با ریزش گل‌ها و غلاف‌ها عملکرد را کاهش می‌دهد.

در آزمایشی بر روی گیاه ماش اثر دور آبیاری را در مراحل رویشی و محلول‌پاشی روی و پتاسیم بر روی ماش مشاهده شد که عملکرد و اجزای آن در حالت تنش آبی کاهش یافت (Thalooth et al., 2006). در ارزیابی اثر اصلی محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف آهن و منگنز مشخص گردید که استفاده از

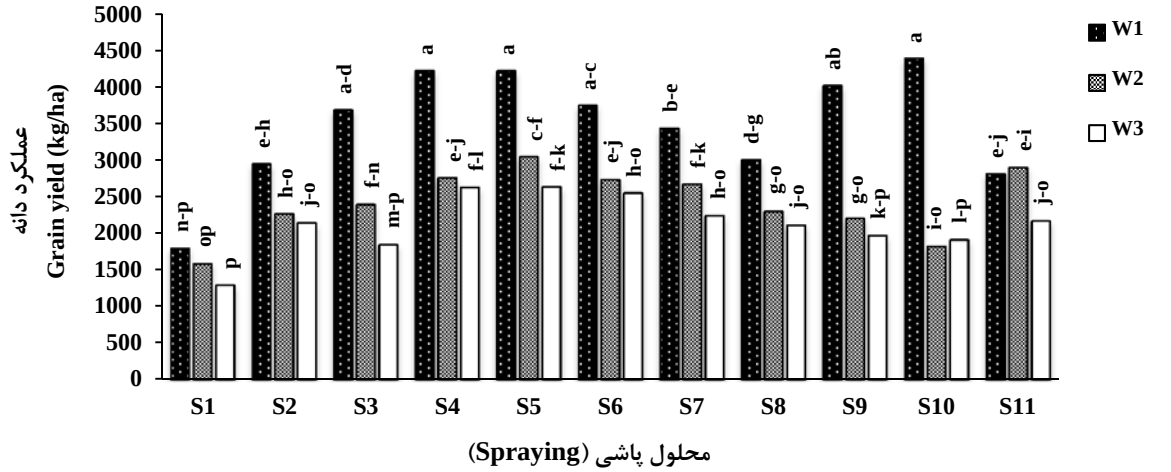
www.SID.ir

Archive of SID

این عناصر به‌صورت منفرد و ترکیبی و در غلظت‌های مختلف باعث تغییراتی در عملکرد دانه می‌گردد و تفاوت معنی‌داری بین میزان عملکرد در غلظت‌های مختلف عناصر کم‌مصرف مشاهده می‌شود میزان عملکرد درزمانی که عناصر به‌صورت منفرد مصرف شدند بیش از حالات ترکیبی آن‌ها بود. همچنین عناصر آهن و منگنز زمانی که به‌صورت منفرد بکار برده شدند، سطوح پایین‌تر آن‌ها در افزایش عملکرد دانه بیشتر تأثیرگذار بود. (Leilah et al., 1990). استفاده از عناصر آهن و منگنز با توجه به تأثیر بر ساخت کلروفیل و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد، سبب افزایش فتوسنتز برگ-های جوان گردیده و انتقال مواد به محل‌های ذخیره‌ای را افزایش داده و سبب افزایش وزن دانه‌ها گردیده لذا عملکرد دانه را مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌دهد. در همین رابطه کالیسکان و همکاران (Caliskan et al., 2008) بیان کردند محلول‌پاشی آهن باعث افزایش ۳۶ درصد عملکرد دانه می‌شود. مارشنر (Marschner, 1995) اعلام کرد که منگنز از عناصر ضروری برای تشکیل و پایداری کلروپلاست و سنتز برخی از پروتئین‌ها به شمار می‌رود و اثرات این عنصر در افزایش عملکرد دانه در گیاهان مربوط به نقش هرکدام از عناصر بر فعالیت آنزیم‌ها است. همچنین مصرف تغذیه برگی منگنز افزایش تولید ماده خشک و عملکرد دانه کنجد را به همراه داشته است (Imayavaramban et al., 2004).

ارتفاع

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل تنش کم‌آبی در محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ برای صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش در دوره رشد رویشی و زایشی باعث کاهش ارتفاع ساقه اصلی گردید (شکل ۳). چون‌که تنش در مرحله ساقه‌دهی گیاه به‌شدت رشد رویشی و به‌تبع آن ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرارداد



شکل ۲. مقایسه میانگین عملکرد دانه در گیاه جو تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی. تیمارها عبارت بودند از S1: بدون محلول پاشی، S2: محلول پاشی آب خالص، S3: نانو کلات آهن یک در هزار، S4: نانو کلات آهن سه در هزار، S5: نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S6: نانو کلات منگنز سه در هزار، S7: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S8: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S9: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S10: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S11:آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار؛ W1: شاهد،W2: تنش کم آبی در مرحله رویشی، W3: تنش کم آبی در مرحله زایشی.

Fig. 2. Mean comparison for grain yield of barley cultivar Reyhan as affected by irrigation regimes and spraying of barley. Treatments were S1: Without spraying, S2: Pure water spraying, S3: Nano iron chelate 1‰, S4: Nano iron chelate 3‰, S5: Nano manganese chelate 1.5‰, S6: Nano manganese chelate 3‰, S7: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 1.5‰, S8: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 3‰, S9: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 1.5‰, S10: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 3‰, S11: Micro iron three per thousand+ micro manganese three per thousand; W1: Control, W2: Water deficit stress at vegetative stage, W3: Water deficit stress at reproductive stage.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات جو تحت تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی

Table 2. Analysis of variance for barley traits influenced by irrigation regime and spraying

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f.	ارتفاع Height	تعداد سنبله Spike number	تعداد دانه در سنبله Grains per spike	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک Block	2	14.83^{ns}	141.40^{ns}	81.85^{ns}	62293.94^{ns}	60808.54^{ns}	14.47^{ns}
رژیم آبیاری Irrigation regime	2	850.31**	56642.37**	7239.64**	16532375.76**	34029086.28**	185.15**
خطای کرت اصلی Main plot error	4	72.32	390.19	32.71	233410.61	196486.24	38.40
محلول‌پاشی Sparying	10	211.48**	2485.08**	626.94**	1929261.36**	3459445.85**	84.83**
محلول‌پاشی×رژیم آبیاری Spraying×Irrigation regimes	20	64.52**	478.82**	247.17**	494029.09**	855531.43**	39.95^{ns}
خطای آزمایشی Error	60	17.14	188.01	35.00	194357.27	232620.6	23.02
ضریب تغییرات (٪) C.V. (%)		*6.73*	*14.28*	*12.28*	*16.45*	*11.73*	*7.43*

** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و غیر معنی‌دار است.

**, and n.s. represent significant at 1% level and non significant, respectively

به‌طوری‌که پس از رفع تنش تداوم رشد رویشی نتوانست این تأثیر را جبران کند و ارتفاع گیاه چندان بهبود نیافت و ازآنجاکه در مرحله رشد زایشی بیشتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی اختصاص می‌یابد، لذا ارتفاع گیاه در این تیمارها تا پایان رشد گیاه کمتر از سایرین بود. همچنین ازآنجاکه تنش مرحله زایشی، گیاه تقریباً در پایان رشد خود قرار داشت و رشد طولی متوقف‌شده بود لذا تنش در این مرحله اثر ناچیزی بر ارتفاع گیاه داشت (شکل ۳).

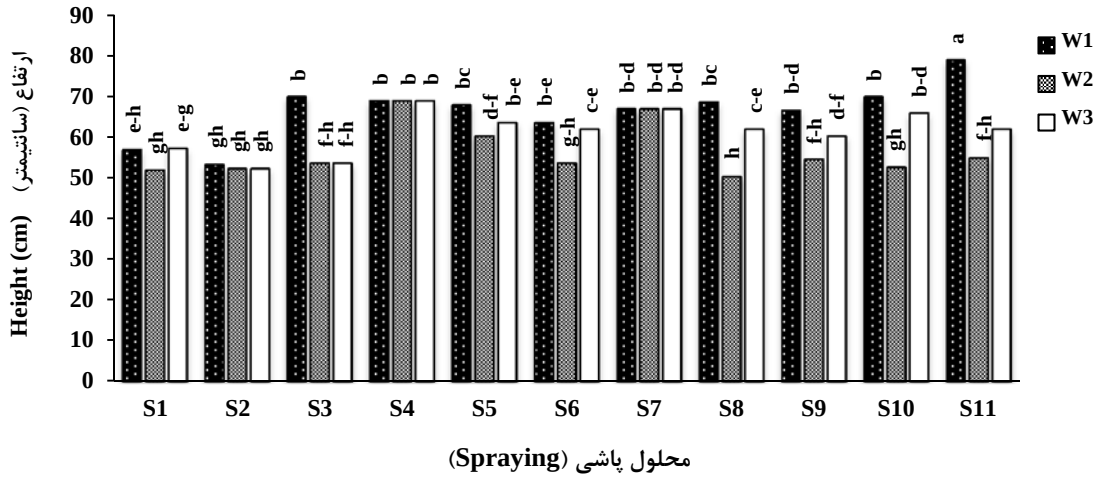
تنش خشکی، با اختلال در فرآیندهای فتوسنتزی و کاهش تولید مواد پرورده جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد، مانع از دستیابی به پتانسیل ژنتیکی کامل گیاه می‌گردد. بعلاوه افزایش تنش خشکی در زمان ارتفاع گیری گیاه سبب می‌شود رقابت برای جذب آب بین بخش هوایی و زمینی در بوته افزایش یابد و در این رقابت، گیاه سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی را به ریشه اختصاص دهد و درنتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به بخش هوایی ازجمله ساقه رسیده، که این امر باعث کاهش ارتفاع بوته می‌شود (Chanbdracar et al., 1994). همچنین پژوهشگران علت کاهش طول میانگره در ساقه ماش را به دلیل اثر تنش خشکی بر کاهش تقسیم سلولی بیان کردند (Zabet et al., 2003). با کاهش طول این دوره و عبور سریع‌تر گیاه از این مرحله، تعداد گره و طول میان‌گره در گیاه کاهش‌یافته و به دنبال آن ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (Daneshian, 2000). مطالعه محققین حاکی از آن است که تحت شرایط تنش خشکی جریان آب در اطراف سلول‌های در حال رشد کاهش می‌یابد که درنتیجه طویل شدن این سلول‌ها متوقف می‌گردد (Sadeghipour and Aghaei, 2014). همچنین در شرایط کمبود آب ترشح هورمون سیتوکنین از ریشه کاهش‌یافته و از طریق کاهش تقسیم سلول‌ها، ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (Lalinia et al., 2012).

به‌طورکلی محلول‌پاشی آهن و منگنز موجب افزایش ارتفاع ساقه اصلی در شرایط آبیاری و کم‌آبیاری شد (جدول ۳). آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار در شرایط شاهد (بدون تنش) بیشترین تأثیر را بر ارتفاع گیاه داشت. افزایش ارتفاع به‌واسطه‌ی این دو نوع کود مربوط به نقش این عناصر در فتوسنتز است که باعث افزایش ساخت کلروفیل در برگ‌های جوان و افزایش تنظیم‌کننده‌های رشد می‌شوند، درنتیجه فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری به نقاط مختلف گیاه ازجمله ساقه‌ها وارد می‌شود و درنهایت، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (Malakoti and Tehrani, 1999). همچنین، آهن در سنتز ماده اولیه‌ی کلروفیل اهمیت زیادی دارد و با توجه به این‌که کود منگنز بر سنتز هورمون اکسین تأثیر می‌گذارد و هورمون اکسین ازجمله هورمون‌هایی است که می‌تواند در ارتفاع گیاه نقش مثبت داشته باشد، بنابراین، می‌توان انتظار داشت که با کاربرد کود آهن و منگنز ارتفاع افزایش یابد (شکل ۱).



شکل ۳. اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول‌پاشی روی ارتفاع گیاه جو رقم ریحان. تیمارها عبارت بودند از S1: بدون محلول پاشی، S2: محلول پاشی آب خالص، S3: نانو کلات آهن یک در هزار، S4: نانو کلات آهن سه در هزار، S5: نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S6: نانو کلات منگنز سه در هزار، S7: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S8: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S9: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S10: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S11:آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار؛ W1: شاهد،W2: تنش کم آبی در مرحله رویشی، W3: تنش کم آبی در مرحله زایشی.

Fig. 3. Interaction effect of irrigation regimes and spraying on the height of barley cultivar (Reyhan). Treatments were S1: Without spraying, S2: Pure water spraying, S3: Nano iron chelate 1‰, S4: Nano iron chelate 3‰, S5: Nano manganese chelate 1.5‰, S6: Nano manganese chelate 3‰, S7: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 1.5‰, S8: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 3‰, S9: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 1.5‰, S10: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 3‰, S11: Micro iron three per thousand+ micro manganese three per thousand; W1: Control, W2: Water deficit stress at vegetative stage, W3: Water deficit stress at reproductive stage.

نتایج بسیاری از محققان حاکی از آن است که مصرف عناصر ریزمغذی آهن و منگنز تأثیر معنی‌داری در افزایش ارتفاع، قطر ساقه و عملکرد علوفه ذرت دارد. همچنین، بعضی از محققان در تحقیقات خود نتیجه گرفتند که مصرف خاکی و محلول‌پاشی گندم با استفاده از کود سولفات منگنز، باعث افزایش صفات کمی به‌خصوص ارتفاع گندم نسبت به شاهد می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که منگنز به‌صورت منفرد تأثیر بیشتری بر ارتفاع گیاه نسبت به عنصر آهن از خود نشان داد که دلیلی بر نقش منگنز در بیوسنتز اکسین و افزایش رشد طولی گیاهان است (Sayyari-zahan et al., 2009).

تعداد دانه در سنبله

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل تنش کم‌آبی در محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ برای صفت تعداد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش در دوره رشد رویشی و زایشی باعث کاهش تعداد دانه گردید (جدول ۳). اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول‌پاشی روی تعداد دانه گیاه جو در (شکل ۴) نشان داده‌شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در شرایط تنش، محلول‌پاشی سبب بهبود عملکرد دانه شده است. عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمده کاهش تعداد دانه در

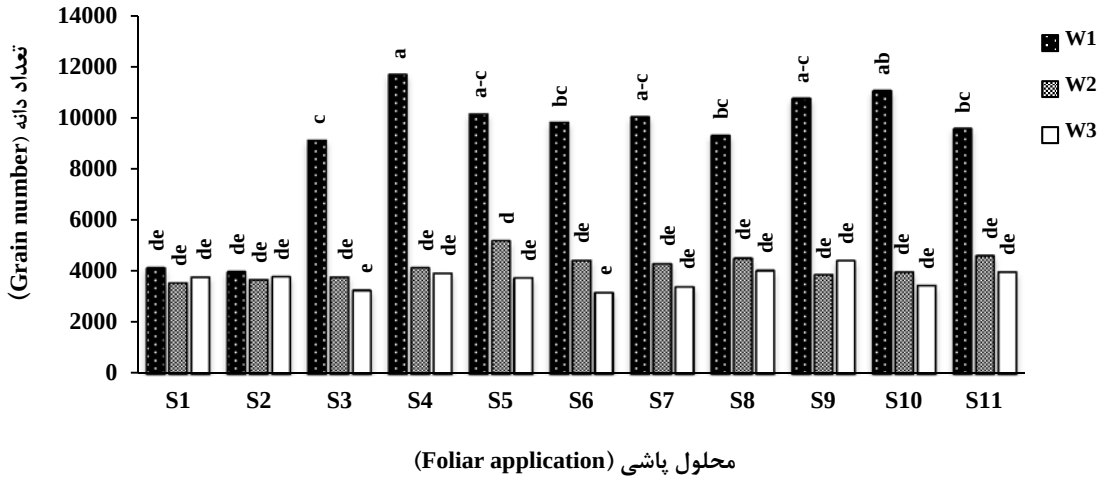
www.SID.ir

Archive of SID

بوته در شرایط تنش خشکی است. در لوبیا چشم‌بلبلی نیز بیشترین تعداد بذر در غلاف در شرایط بدون تنش رطوبتی حاصل شد (Rezaei and Kamkar-Haghighi, 2009). در همین رابطه نعیمی و همکاران (Naeimi et al., 2008) نیز نشان دادند که هم‌زمانی مرحله زایشی کلزا با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد نظیر تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف می‌گردد که کاهش عملکرد دانه، عمدتاً از طریق کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف است. تعداد دانه در غلاف باثبات‌ترین جزء عملکرد در حبوبات محسوب شده و کم‌تر تحت تأثیر عوامل به‌زراعی و محیطی قرار می‌گیرد (Habibzadeh et al., 2007).

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل تنش کم‌آبی در محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ برای صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش در دوره رشد رویشی و زایشی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک گردید، (جدول ۳). شواهد زیادی وجود دارد که کاهش فراهمی آب سبب کاهش جذب عناصر غذائی (Blum, 1996)، افت شاخص سطح برگ و توان فتوسنتزی گیاه می‌شود (Ribas-Carbo et al., 2005) که نتیجه آن کاهش عملکرد ماده خشک گیاهی است؛ بنابراین افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند به دلیل گسترش بیش‌تر سطح برگ و نیز دوام سطح برگ آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیش‌تر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است (Lak et al., 2007). در این آزمایش بااینکه در مرحله رویشی کاهش ارتفاع وجود داشته اما گیاه در این مرحله توانسته با افزایش سطح و تعداد برگ و همچنین افزایش تعداد شاخه جانبی، عملکرد بیولوژیک را ۹/۷ درصد نسبت به تنش‌زایشی افزایش دهد.



شکل ۴. اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول‌پاشی روی تعداد دانه گیاه جو رقم ریحان. تیمارها عبارت بودند از S1: بدون محلول پاشی، S2: محلول پاشی آب خالص، S3: نانو کلات آهن یک در هزار، S4: نانو کلات آهن سه در هزار، S5: نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S6: نانو کلات منگنز سه در هزار، S7: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S8: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S9: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S10: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S11:آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار؛ W1: شاهد،W2: تنش کم آبی در مرحله رویشی، W3: تنش کم آبی در مرحله زایشی.

Fig. 4. Interaction effect of irrigation regimes and spraying on grain number of barley cultivar Reyhan. Treatments were S1: Without spraying, S2: Pure water spraying, S3: Nano iron chelate 1‰, S4: Nano iron chelate 3‰, S5: Nano manganese chelate 1.5‰, S6: Nano manganese chelate 3‰, S7: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 1.5‰, S8: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 3‰, S9: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 1.5‰, S10: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 3‰, S11: Micro iron three per thousand+ micro manganese three per thousand; W1: Control, W2: Water deficit stress at vegetative stage, W3: Water deficit stress at reproductive stage.

www.SID.ir

Archive of SID

محلول‌پاشی با سولفات آهن و منگنز توانست از اثرات مخرب تنش جلوگیری کند و تا حدی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک در تمام سطوح تنش شد (شکل ۵). کمبود عناصر ریزمغذی به‌خصوص عناصر آهن و منگنز سبب کاهش شدید فتوسنتز می‌شود که درنهایت این امر می‌تواند منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی گردد. در یک تحقیق مشخص گردید که تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی اسفرزه را افزایش داد (Ramroudi et al., 2011). باقری خولنجانی و سلامتی Bagheri-Khoulenjani and Salamati, (2011) در سیاه‌دانه، غفاری ملایری و همکاران (Ghaffari-Malayeri et al., 2012) در ذرت نیز با محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به عملکرد بیولوژیکی بالاتر دست یافتند؛ بنابراین با توجه به نقش آهن در متابولیسم نیتروژن و درنتیجه افزایش سطح برگ گیاه (Tewari et al., 2005) و همچنین نقش عنصر منگنز در ترکیب با آنزیم‌های فتوسنتزی و تنفسی (Mahler and Westermann, 2003) و نقش مثبت این دو عنصر در فتوسیستم‌های I و II و افزوده شدن بر سایر فعالیت‌های متابولیسمی گیاه می‌گردد (Mortvedt, 2003).

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات جو ریحان تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری و محلول‌پاشی

Table 3. Mean comparison for barley traits as affected by irrigation regimes and foliar application

سطوح رژیم آبیاری (Irrigation regimes)	سطوح محلول‌پاشی (Spraying)	ارتفاع (Height) (cm)	تعداد سنبله (Spike number)	تعداد دانه در سنبله (Grain number per spike)
W1	S1	57e-h	92f-j	32jkl
	S2	53.33gh	102.33fg	32.67i-l
	S3	70b	128.67de	62.67c
	S4	69b	151cde	81.67a
	S5	68bc	147.67cd	64.33c
	S6	63.67b-e	138.67d	77.67ab
	S7	67b-d	132.67de	79.33ab
	S8	68.67bc	130de	62.67c
	S9	66.67b-d	165.67abc	72bc
	S10	70b	171ab	75.33ab
	S11	79a	187.66a	77ab
W2	S1	52gh	73j-m	31.33jkl
	S2	52.33gh	78.33h-l	42.33d-h
	S3	53.67fgh	76h-m	34.67h-l
	S4	69b	86.33mn	49.67d
	S5	60.33def	85.33klm	30.33kl
	S6	53.67gfh	98.33fgh	47.67de
	S7	67b-d	104.33fg	42d-i
	S8	50.33h	74i-m	44.33d-g
	S9	54.67fgh	96.33f-i	44d-h
	S10	52.67gh	89.67f-j	45.67def
	S11	55fgh	110.67ef	39.33e-l
W3	S1	57.33efg	36.33n	30l
	S2	52.33gh	36.23n	35.33g-l
	S3	53.67fgh	55.33mn	35.22g-l
	S4	69b	65.33klm	39.67e-k
	S5	63.67b-e	54.33mn	37.67f-l
	S6	62c-e	76.33h-m	38.33e-l
	S7	67b-d	69.67j-m	42.67d-h
	S8	62c-e	57lmn	40e-j
	S9	60.33def	66.67klm	32.67i-l
	S10	66b-d	58.67lmn	43d-h
	S11	62c-e	73j-m	46.67def

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ادامه

Table 3. Ccontinued.

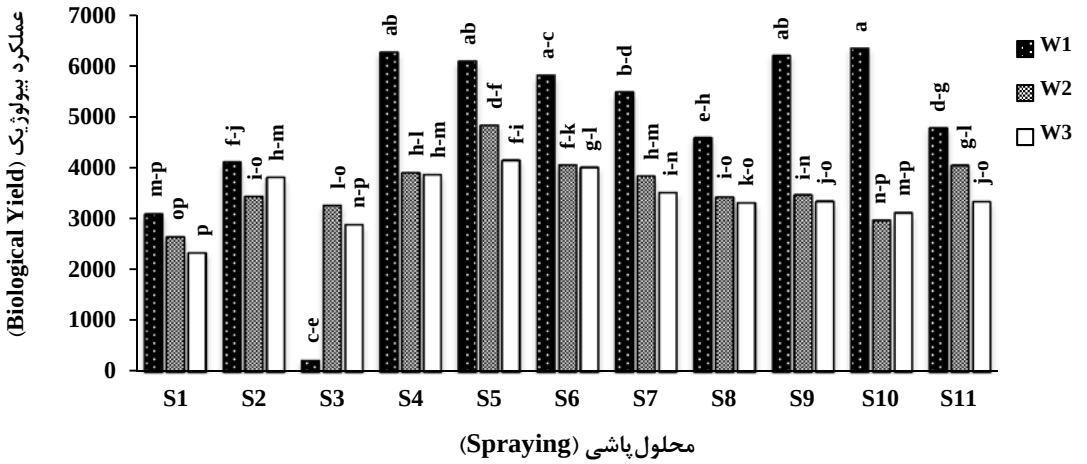
سطوح رژیم آبیاری (Irrigation regimes)	سطوح محلول‌پاشی (Spraying)	عملکرد دانه (Grain yield) (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (Biological yield) (kg/ha)	شاخص برداشت (Harvest index)
W1	S1	1795nop	3094.97m-p	58.21ijk
	S2	2948.33e-h	4118.37f-j	71.27abc
	S3	3683.33a-d	5223.33cde	70.51a-d
	S4	4221.67a	6275.03ab	66.82a-g
	S5	4221.41a	6105.03ab	69.15a-f
	S6	3746.67abc	5823.30abc	64.22b-i
	S7	3433.33b-e	5493.33bcd	62.30e-k
	S8	3003.33d-g	4592.20e-h	65.20a-i
	S9	4018.33ab	6210.57ab	64.56b-i
	S10	4390a	6353.30a	68.58a-g
	S11	2811.67e-j	4785.03d-g	58.79h-k
W2	S1	1583.33op	2653.63op	58.73h-k
	S2	2263.33h-o	3443.30i-o	65.71a-i
	S3	2393.33f-n	3266.70l-o	73.01a
	S4	2758.33e-j	3907.20h-l	70.57a-d
	S5	3045c-f	4841.63def	62.89d-k
	S6	2733.33e-j	4056.70f-k	67.35a-g
	S7	2670f-k	3840.03h-m	69.60a-d
	S8	2296.67g-o	3426.70i-o	66.45a-h
	S9	2203.33g-o	3470.03i-n	63.33d-j
	S10	1820i-o	2973.33nop	61.39f-k
	S11	2900e-i	4049.97g-l	71.67ab
W3	S1	1290p	2343.30p	55.09k
	S2	2140j-o	3813.30h-m	56.07jk
	S3	1841.67m-p	2898.30nop	63.53d-j
	S4	2625f-l	3871.67h-m	67.43a-g
	S5	2633.33f-k	4150.03f-i	63.33d-j
	S6	2551.67h-o	4013.90g-l	63.70d-j
	S7	2240h-o	3514.43i-n	63.85b-j
	S8	2110j-o	3312.23k-o	63.27d-j
	S9	1968.33k-p	3345.03j-o	58.61ijk
	S10	1911.67l-p	3116.10m-p	60.75g-k
	S11	2168.33j-o	3335.03j-o	65.41a-i

میانگین‌های با حروف مشابه تفاوت معناداری ازنظر آماری ندارند. تیمارها عبارت بودند از S1: بدون محلول پاشی، S2: محلول پاشی آب خالص، S3: نانو کلات آهن یک در هزار، S4: نانو کلات آهن سه در هزار، S5: نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S6: نانو کلات منگنز سه در هزار، S7: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار،S8: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S9: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S10: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S11: آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار؛ W1: شاهد، W2: تنش کم آبی در مرحله رویشی، W3: تنش کم آبی در مرحله زایشی.

The meanings of the same letters do not have a statistically significant difference. Treatments were S1: Without spraying, S2: Pure water spraying, S3: Nano iron chelate 1‰, S4: Nano iron chelate 3‰, S5: Nano manganese chelate 1.5‰, S6: Nano manganese chelate 3‰, S7: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 1.5‰, S8: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 3‰, S9: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 1.5‰, S10: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 3‰, S11: Micro iron three per thousand+ micro manganese three per thousand; W1: Control, W2: Water deficit stress at vegetative stage, W3: Water deficit stress at reproductive stage.

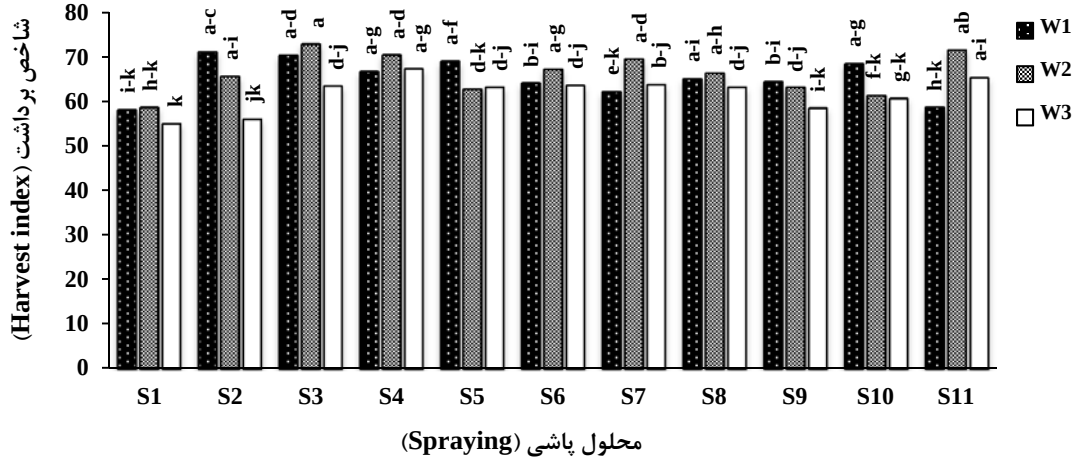
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول‌پاشی روی عملکرد بیولوژیک گیاه جو رقم ریحان. تیمارها عبارت بودند از S1: بدون محلول پاشی، S2: محلول پاشی آب خالص، S3: نانو کلات آهن یک در هزار، S4: نانو کلات آهن سه در هزار، S5: نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S6: نانو کلات منگنز سه در هزار، S7: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S8: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S9: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S10: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S11: آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار؛ W1: شاهد، W2: تنش کم آبی در مرحله رویشی، W3: تنش کم آبی در مرحله زایشی.

Fig. 5. Interaction effect of irrigation and spraying on biological yield of barley cultivar Reyhan. Treatments were S1: Without spraying, S2: Pure water spraying, S3: Nano iron chelate 1‰, S4: Nano iron chelate 3‰, S5: Nano manganese chelate 1.5‰, S6: Nano manganese chelate 3‰, S7: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 1.5‰, S8: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 3‰, S9: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 1.5‰, S10: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 3‰, S11: Micro iron three per thousand+ micro manganese three per thousand; W1: Control, W2: Water deficit stress at vegetative stage, W3: Water deficit stress at reproductive stage.



شکل ۶. اثر متقابل رژیم آبیاری و محلول‌پاشی روی شاخص برداشت گیاه جو رقم ریحان. تیمارها عبارت بودند از S1: بدون محلول پاشی، S2: محلول پاشی آب خالص، S3: نانو کلات آهن یک در هزار، S4: نانو کلات آهن سه در هزار، S5: نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S6: نانو کلات منگنز سه در هزار، S7: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S8: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S9: نانو کلات آهن سه در هزار + نانو کلات منگنز یک و نیم در هزار، S10: نانو کلات آهن یک در هزار + نانو کلات منگنز سه در هزار، S11: آهن میکرو سه در هزار + منگنز میکرو سه در هزار؛ W1: شاهد، W2: تنش کم آبی در مرحله رویشی، W3: تنش کم آبی در مرحله زایشی.

Fig. 6. Interaction effect of irrigation and spraying on harvest index of barley cultivar Reyhan. Treatments were S1: Without spraying, S2: Pure water spraying, S3: Nano iron chelate 1‰, S4: Nano iron chelate 3‰, S5: Nano manganese chelate 1.5‰, S6: Nano manganese chelate 3‰, S7: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 1.5‰, S8: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 3‰, S9: Nano iron chelate 3‰ + Nano manganese chelate 1.5‰, S10: Nano iron chelate 1‰ +Nano manganese chelate 3‰, S11: Micro iron three per thousand+ micro manganese three per thousand; W1: Control, W2: Water deficit stress at vegetative stage, W3: Water deficit stress at reproductive stage.

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تنش کم‌آبی، محلول‌پاشی و در سطح احتمال ۱٪ برای صفت شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش در دوره رشد رویشی و زایشی باعث کاهش شاخص برداشت گردید (جدول ۳). شاخص برداشت تحت تأثیر اثر متقابل تیمارها معنی‌دار نشد (جدول ۲).

شاخص برداشت، ضریب توزیع فرآورده‌های فتوسنتزی است و نشان می‌دهد که چه بخش از آسیمیلات ساخته‌شده به مخزن موردنظر انتقال‌یافته است (Fathi et al., 2009). در تنش مرحله زایشی به دلیل حساسیت بیشتر عملکرد دانه نسبت به تنش خشکی و کاهش چشمگیر عملکرد دانه، باعث کاهش شاخص برداشت شده است. در آزمایشی، بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر دو ژنوتیپ ماش نشان داد که شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر میزان آبیاری قرار گرفت (Sadeghipour, 2009). علت کاهش شاخص برداشت، کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش کمبود آب و به‌ویژه در زمان گل‌دهی است. محققان گزارش دادند که تأثیرپذیری شاخص برداشت که نشان‌دهنده میزان تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه است، تفاوت معنی‌داری در بین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داده و علت کاهش ماده خشک کل را همبستگی مثبت و بالای بین ماده خشک با فتوسنتز و شاخص سطح برگ در مرحله رویشی دانستد و همچنین اظهار داشتند که تنش شدید در مرحله زایشی بیش‌تر بر عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد تا ماده خشک کل بنابراین باعث کاهش شاخص برداشت می‌شود که با نتایج کاهش تعداد غلاف در بوته که سهم مهمی در عملکرد دارد، از دلایل مهم کاهش شاخص برداشت در مرحله زایشی محسوب می‌شود. کاهش شاخص برداشت در تیمارهای کم‌آبی نشان داد که انتقال مواد فتوسنتزی به دانه با مقدار آب مصرفی قابل‌دسترس مرتبط بوده و کم‌آبی می‌تواند سهم دانه از ماده خشک را کاهش دهد (Galeshi and Bayat-Tork, 2005). بنا بر گزارش‌های (Pandey et al., 2000) دلیل کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی حساسیت بیشتر رشد زایشی نسبت به شرایط نامطلوب در مقایسه با رشد رویشی است. اثر تیمارهای محلول‌پاشی در شرایط تنش کم‌آبی توانست اثرات مخرب خشکی را با تولید مواد فتوسنتزی و عملکرد دانه بیشتر در این شرایط کاهش داده، شاخص برداشت را افزایش دهد؛ بنابراین چنین به نظر می‌رسد که افزایش مصرف کود ریزمغذی آهن و منگنز در شرایط تنش خشکی، باعث بهبود توزیع نسبی فرآورده‌های فتوسنتزی بین مخازن اقتصادی (دانه‌ها) و درنتیجه افزایش شاخص برداشت شود. محلول‌پاشی توأم آهن و منگنز، بیشترین تأثیر را بر شاخص برداشت داشته این تیمارها بیشترین عملکرد دانه را نیز به خود اختصاص دادند. به‌طورکلی شاخص برداشت ارتباط مستقیم با عملکرد دانه دارد و افزایش عملکرد دانه تحت اثر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها افزایش می‌یابد. بنابراین، با افزایش سطح آهن و منگنز تا حدودی با صرف تولیدات فتوسنتزی به تولید میزان دانه‌های بیشتر به‌جای تولید شاخ و برگ، باعث افزایش شاخص برداشت بیش‌تر می‌شود (شکل ۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد اثر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر روی اکثر صفات معنی‌دار شد. تنش کم‌آبی در هر دو مرحله رویشی و زایشی عملکرد و اجزای عملکرد دانه جو رقم ریحان را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد و بیشترین میزان کاهش در کم‌آبیاری مرحله زایشی مشاهده شد. محلول‌پاشی عناصر آهن و منگنز چه به‌صورت نانو و چه به‌صورت میکرو اثرات تنش کم‌آبی را بر روی گیاه جو کاهش داد.

منابع

Ahmadi, A.S., Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A., Fathi, Gh., Naderi, A., 2011. Effect of endurance drought stress (*Brassica napus*) on grain yield, yield components, oil percentage, protein percentage and vegetative growth characteristics of rapeseed. Ahvaz climate condition. Journal of Plant Production. 34(2), 123-134. [In Persian with English summary].

Bagheri, A.S., 2009. Effect of drought stress on germination, growth, absorption efficiency and relative water content in crop noise crop.

www.SID.ir

Archive of SID

Crop Research (Environmental Stresses in Plant Science). 1(1), 39-52. [In Persian with English summary].

Bagheri-Khoulenjani, M., Salamati, M.S., 2011. Morphological reaction and yield of Nigella sativa L. to Fe and Zn. African Journal of Agricultural Research, 7, 2359-2362.

Bakhshi-Khaniki, Gh., Fattahi, F., Yazdashi, S. 2007. Effect of drought stress on some of the morphological traits of ten cultivars of barley under climatic conditions of Sco (East Azarbaijan). Research and Construction. 20 (1), 108-114. [In Persian with English summary].

Blum, A., 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. Plant Growth Regulators. 20, 135-148.

Caliskan, S., Ozkaya, I., Caliskan, M.E., Arsalan, M., 2008. The effects of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean–type soil. Field Crop Research. 108, 126-132.

Chanbdracar, B.L., Sechar, N., Tuteja, S.S., Tripathi, R.S., 1994. Effect of irrigation and nitrogen of growth and yield of summer sesame (*Sesamum indicum*) Indian Journal of Agronomy. 39, 701-702.

Daneshian, J., 2000. Ecophysiological study of water deficit on soybean. Ph.D. Thesis, Azad Uni, Science and Research Branch. 250p. [In Persian].

Davoudi, N., Seghateslami, M.J., Mousavi, S.G., Nasrabad, A.A., 2013. The effect of zinc nano zinc spraying on yield and water consumption efficiency of foxtail millet under drought stress conditions. Environmental Stress in Crop Sciences. 6(1), 37-46. [In Persian with English summary].

Demirkiran, A.R. 2009. Determination of Fe, Cu and Zn Contents of wheat and worn grains from different growing site. Journal of Animal and Veterinary Advances. 8(8), 1563-1567.

Fathi, Gh. A., Arainnia, N., Enayat-Gholizadeh, M.R., 2009. Effect of nitrogen and drought stress on yield and yield components of three wheat cultivars. Plant Protection Physiology. 1(4), 28-17. [In Persian with English summary].

Galeshi, S., Bayat-Tork, Z., 2005. Effect of low water stress after pollen on seed yield of two wheat cultivars. Journal Agriculture Sciences and Natural Resources, 12(6), 71-63. [In Persian with English summary].

Ghaffari-Malayeri, M., Akbari, Gh., Mohammadzadeh, A., 2012. Response of yield and yield components of corn to soil application and micronutrient solubility. Iranian Journal of Crop Research. 2(10), 373-368. [In Persian with English summary].

Ghanbari, S., Mousavi, Gh. 2016. Grain corn yield under the influence of growth and zoonotic bacteria in underwater stress. Knowledge of agriculture and sustainable production. 26(3), 71-83. [In Persian with English summary].

Habibzadeh, Y., Mamghani, R., Kashani, A., 2007. Effect of different planting densities on grain yield, yield components and protein in three Mash cultivars in Ahwaz region. Agricultural Scientific Journal. 30(3), 13-1. [In Persian with English summary].

Imayavaramban, V., Jeyasingh, J., Thanunathan, K., Singaravel, R., Manuel, R.I., 2004. Studies on the effect of spraying of N.P.K. and chelated micronutrients on the productivity and economic returns of sesame. Research on Crops. 5, 44-46.

Lak, S., Naderi, N., Siadat, S.A., Aynehband, A., Noormohammadi, G. 2007. Effects of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid KSC 704 at different nitrogen rates and plant population. Iranian Journal of Agricultural Science and Natural Resource. 14(2), 63-76. [In Persian with English summary].

Lalinia, A.A., Majnoon-Hosseini N., Galostian N., Esmaeilzadeh-Bahabadi, M., Marefatzadeh-Khameneh, M., 2012. Echophysiological impact of water stress on growth and development of Mungbean. International Journal of Agronomy and Plant Production. 3, 599-607.

Leilah, A.A., Badawi, M.A., Moursy, E.L., Attia, A.N., 1990. Response of soybean plants to spraying of zinc different levels of nitrogen. Journal of Agricultural Science, Mansoura University. 13, 556-563.

Mahler, R.L., Westermann, T., 2003. Essential plant micro nutrient.1- zinc in Idaho. 24 pp. Idaho State University Web Site. Journal of Agriculture Research. 71(3), 591- 600.

Malakoti, M.J., Tehrani, M.M., 1999. Effect of micronutriens on the Yield and Quality of

www.SID.ir

Archive of SID

Agricultural Products. Tarbiat Modarres University Press. 300p.

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed., Academic Press. Ltd. London.

Mohamadipoor, R., Sedaghathoor, S., Mahboub-Khomami, A., 2013. Effect of application of iron fertilizers in two methods 'foliar and soil application' on growth characteristics of *Spathyphyllum illusion*. Iranian Journal Horticulture Science Technology. 3(1), 232-240. [In Persian with English summary].

Movahedi-Dehnavi, M., 2004. Effect of spraying of low-level elements (zinc and manganese) on the quantitative and qualitative performance of different varieties of safflower under drought stress in Isfahan. Ph.D. in Agriculture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University. 211 p. [In Persian].

Naderi, M., Danesh-Shahraki, E., 2011. Application of nanotechnology to optimize the formulation of chemical fertilizers. Nanotechnology Monthly. 165 (4), 20-2.

Naeimi, M., Akbari, Gh., Shiranirad, A.M., 2008. Evaluation of drought tolerance in different canola cultivars based on stress evaluation indices in terminal growth duration. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 1, 83-98.

Pandey, R.K., Marienville, J.W., Adum, A., 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield components. Agricultural Water Management. 46, 1- 13.

Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare-Feizabadi, A., Madani, A. Soltani, A., 2010. Effect of micronutrient fertilizers on yield and yield components of sunflower under drought stress conditions. Journal of Crop Production. 3(1), 57-72.

Ramroudi, M., Keikhajaleh, M., Golvi, M., Seghateslami, M.J., Baradaran, R., 2011. Effect of micronutrient soluble irrigation and irrigation regimes on quantitative and qualitative yield of psyllium. Journal of Agricultural Ecology. 2(3), 226-219. [In Persian with English summary].

Rezaei, A., Kamkar-Haghighi, A.A. 2009. Effect of moisture stress in different stages of growth on yield of bean plant. Journal of Soil and Water Sciences. 23(1), 117-124. [In Persian with English summary].

Ribas-Carbo M., Robinson, S.A., Giles, L., 2005. The Application of the Oxygen-Isotope Technique to Assess Respiratory Pathway Partitioning. Advances in Photosynthesis and Respiration, pp.31-42.

Roozbahani, A., Ghorbani, P., Mirzaei, M.M., Ourojnia, S. 2013. Evaluating the effect of humic acid and fluvian acid on yield and its components components. Agriculture and Plant Breeding in Iran. 9(2), 25-33. [In Persian with English summary].

Sadeghipour, A., Aghaei, P., 2014. Effect of drought stress and application of magnetic water on yield and yield components of mangroves. Journal of Agricultural Research. 6(1), 86-79. [In Persian with English summary].

Sadeghipour, O., 2008. Effect of withholding irrigation at different growth stages on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) varieties. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science. 4 (5), 590–594.

Sadeghipour, O., 2009. The influence of water stress on biomass and harvest index in three mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. Asian Journal of Plant Science. 8(3), 245-249.

Sajedi, K., Ebadi, A., 2006. Effect of drought stress on germination of varieties of cultivars, summary of articles of the 9th crop and plant breeding congress. Campus Abourihan University of Tehran. 251-262. [In Persian with English summary].

Sayyari-zahan, M.H., Singh-Sadana, U., Steingrobe, B., Claassen, N., 2009. Manganese efficiency and manganese-uptake kinetics of raya (*Brassica juncea*), wheat (*Triticum aestivum*) and oat (*Avena sativa*) grown in nutrient solution and soil. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 172(5), 425-434.

Tandon, H.L.S., 1999. Micronutrients in soils, crops and fertilizers: a sourcebook-cum-directory. New Delhi: Fertiliser Development and Consultation Organisation.

Tewari, R.K., Kumar, P., Sharma P.N., 2005. Sign of oxidative stress in the chlorotic leaves of iron starved plants. Plant Science. 169, 1037- 1045.

Thalooth, A.T., Tawfik, M.M., Mohamed, H.M., 2006. A comparative study on the effect of spraying of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents

www.SID.ir

Archive of SID

of mungbean plants grown under water stress conditions. World Journal of Agricultural Sciences, 2(1), 37-46.

Torabian, Sh., Zahedi, M., 2013. Effect of feeding leaf of iron sulfate in two types and nanoparticles on growth of sunflower cultivars under salinity stress. Iranian Journal of Crop Sciences. 44(1), 109-118. [In Persian with English summary].

Zabet, M., Hossainzadeh, A., Ahmadi, A., Khialparast, F., 2003. Effects of drought on growth characters and determine index of resistance to drought in mungbean. Iranian Journal of Agricultural Science. 34, 889-898. [In Persian with English summary].

Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M.M., Javanmardi, S., Sharafzadeh, S., 2012. Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. African Journal of Agriculture Research. 7, 5661-5670.

www.SID.ir