اثر محلول‌پاشی روی و بور بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم عدس بهاره دیم در شرایط اقلیمی کرمانشاه

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۵، شماره ۱، صفحات ۳۳ – ۲۵
(بهار ۱۳۹۸)

داریوش صفری
گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران ✉ dariush.s1987@gmail.com

چکیده این آزمایش مزرعه‌ای به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم عدس بهاره دیم در منطقه کرمانشاه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتور اول شامل ارقام بیله‌سوار و کیمیا و فاکتور دوم محلول‌پاشی در چهار سطح عدم محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با سولفات روی ۱/۵ در هزار، محلول‌پاشی با بوریک اسید ۳ در هزار و محلول‌پاشی با سولفات روی و بوریک اسید به صورت توأم بود. اثرات محلول‌پاشی بر صفات مورد مطالعه به غیر از صفت وزن صد دانه معنی‌دار بود. رقم بیله‌سوار از عملکرد بالاتری نسبت به رقم کیمیا برخوردار بود. همچنین محلول‌پاشی با سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده، و شاخص برداشت شد. محلول‌پاشی با بور باعث افزایش معنی‌داری عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت گردید درحالی‌که محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک به‌صورت توأم باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته در رقم بیله‌سوار گردید. بنابراین، کاشت رقم بیله‌سوار و محلول پاشی آن با سولفات روی و بوریک‌اسید به صورت توأم توصیه می‌شود.

شناسه مقاله
نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ پژوهش: ۱۳۹۶
تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۲

واژه‌های کلیدی
- اسید بوریک
- ریزمغذی
- سولفات روی
- عناصر کم‌مصرف

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY - NC - ND انتشار یافته است.

DOI: 10.22034/AEJ.2019.664906

مقدمه بقولات دانه‌ای ازجمله عدس[1]منبع عمده پروتئین در تغذیه انسان و دام بوده و نقش مهمی در حاصلخیزی خاک، کاهش شیوع علف‌های هرز، بیماری‌ها و آفات در تناوب با محصولات زراعی ایفا می‌کند.[۱۹] تعداد زیادی از مردم در ایران و بیشتر کشورهای جهان، برای تأمین احتیاج پروتئینی خود از حبوباتی نظیر نخود، عدس، لوبیا و ماش استفاده می‌کنند.[۲۳] همچنین، حبوبات ازجمله عدس قادرند از طریق تثبیت نیتروژن، بهبود حاصلخیزی خاک را موجب شوند.[۹] ایران از نظر سطح زیر کشت عدس بعد از هند، ترکیه و کانادا در رتبه چهارم جهان قرار دارد.[۲۴]

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. عناصر کم‌مصرف با وجود نیاز کم، جایگاه ویژه‌ای در تولیدات کشاورزی دارند.[۹] روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری، فعال‌کننده و یا ساختمانی دارد و در سنتز و تجزیه پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل است.[۱۴] روی و منگنز به‌خصوص در ارقام متحمل به خشکی در شرایط تنش نقش افزایش‌دهنده در فرایند تنظیم اسمزی به‌واسطه افزایش میزان پرولین و یا قندهای محلول دارند.[۱۳] کمبود بور از متداول‌ترین کمبودهاست و جذب سطحی بورات با افزایش اسیدیته خاک کاهش‌یافته و فراهمی آن در خاک‌های قلیایی کم می‌شود. این عنصر برای سنتز پروتئین، تشکیل بذر و دیواره سلولی، جوانه‌زنی دانه‌گرده و رشد لوله گرده ضروری است.[۱۰] پژوهشگران گزارش کردند که مصرف بور موجب افزایش عملکرد دانه شده و بور از طریق افزایش باروری دانه گرده و درنتیجه افزایش تعداد دانه‌های پر موجب افزایش دانه شده است.[۵]

طی مطالعه‌ای گزارش شد که محلول‌پاشی روی خصوصاً در مراحل رشد رویش باعث افزایش عملکرد دانه سویا می‌گردد.[۷] پژوهشگران نشان دادند که در کتان کاربرد ۱۰ کیلوگرم در هکتار روی و ۲ کیلوگرم در هکتار بور، باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد دانه، تعداد غوزه در هر گیاه و وزن غوزه‌ها شد.[۲۰] پژوهش‌ها نشان داد که محلول‌پاشی سولفات روی تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه کلزا نداشت.[۱۲] پژوهشگران اعلام کردند که محلول‌پاشی اسید بوریک باعث ایجاد بیشترین خورجین بارور در کلزا شد.[۱۵] پژوهشگران گزارش کردند تغذیه برگی عنصر روی در کنجد باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد شد و کاربرد عنصر روی می‌تواند موجب افزایش تولید گل در بوته شده و یا از ریزش آن‌ها جلوگیری و افزایش تعداد کپسول در بوته را موجب می‌شود.[۲۶] *حسین‌پور و همکاران (۲۰۱۱)* اعلام کردند که عنصر بور باعث افزایش وزن صد دانه در سویا شد، این پژوهشگران بیان داشتند که بور با افزایش قدرت تأمین مواد فتوسنتزی در طول دوره پر شدن دانه باعث این افزایش شد. همچنین بور از عناصر مهم تشکیل دانه و افزایش وزنی آن به دلیل تأثیر بر فرایندهای زایشی است.[۴]

این پژوهش باهدف تعیین اثر روی و بور بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط دیم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها این آزمایش در سال ۱۳۹۶در مزرعه‌ای در ۴۵ کیلومتری شهرستان اسلام‌آباد غرب با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۵۱متر با متوسط بارندگی سالیانه ۵۲۰ میلی‌متر و دمای متوسط سالیانه ۱۳/۷ درجه سلسیوس انجام شد.

[1] *Lens culinaris* Medik

جدول ۱) برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1)Some soil physical and chemical characteristics of experimental field

Sand (%)	Clay (%)	Silt (%)	Zn (mg/kg)	B (mg/kg)	K (ppm)	P (ppm)	Total N(%)	EC (dS/m)	pH
19	31	50	1.31	0.52	375	9.20	0.08	1.2	8.1

این منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیم نمای دمارتن[1] دارای اقلیم سردسیری با تابستان‌های معتدل و خشک است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش شامل محلول‌پاشی چهار سطح عدم محلول‌پاشی (شاهد)، محلول‌پاشی با سولفات روی، محلول‌پاشی با اسید بوریک و تلفیق محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک و دو رقم عدس اصلاح‌شده بیله‌سوار و کیمیا بودند. جهت محلول‌پاشی روی از کود سولفات روی[2] محتوی ۲۲٪ روی با غلظت ۱/۵ در هزار و اسید بوریک[3] محتوی ۱۷/۵٪ بور با غلظت ۳ در هزار استفاده شد.[۱۸] زمین موردنظر جهت کاشت در سال قبل گندم بود.

عملیات آماده‌سازی بستر بذر شامل شخم، دیسک زدن، تسطیح و مرزبندی مزرعه مورد مطالعه در اوایل اسفندماه انجام و قبل از کاشت یک نمونه مرکب از خاک مزرعه از عمق ۳۰- ۰ سانتیمتری نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیک و شیمیایی آن به روش‌های استاندارد آزمایشگاهی تعیین گردید (جدول ۱). عملیات کاشت با تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع، پس از آماده‌سازی بستر بذر در نیمه دوم اسفند به‌صورت خطی انجام گرفت. هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول ۵ متر و فاصله بین خطوط ۳۰ سانتی‌متر منظور گردید فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات داشت شامل کنترل علف‌های هرز به‌موقع صورت گرفت. محلول‌پاشی در دو نوبت یکی در مرحله ساقه رفتن و دیگری در شروع گلدهی عدس و با استفاده از سم‌پاش پشتی بعد از کالیبره کردن با فشار ۱ اتمسفر انجام گرفت. صفات ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته پس از حذف حاشیه یک ردیف از طرفین و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها، در سه ردیف وسطی و روی سه بوته متوالی از ردیف اول، چهار بوته متوالی از ردیف دوم و سه بوته متوالی از ردیف سوم صورت اندازه‌گیری شد.

در هنگام برداشت، با استفاده از کوادرات ۱ مترمربعی از چهار ردیف وسط هر کرت آزمایشی یک نمونه به‌صورت کف بر برداشت شد و داخل کیسه‌های پارچه‌ای قرار گرفت. این نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه و خشکاندن در داخل آون ۴۸ ساعت تحت دمای ۷۰ درجه سلسیوس توزین شدند و بدین ترتیب عملکرد بیولوژیکی با کل ماده خشک واحد سطح هر کرت آزمایشی به دست آمد.

به‌وسیله یک کوادرات به مساحت ۱ مترمربع و با حذف اثرات حاشیه در کرت‌ها، از چهار خط کاشت وسط، بوته‌ها کف‌بُر شده و پس از آن غلاف‌های موجود در هر بوته جدا شده و در نهایت دانه‌های به‌دست‌آمده با رطوبت ۱۰٪ از هر تیمار آزمایشی وزن شد و عملکرد نهایی به دست آمد.

پس از برداشت، تعداد غلاف‌های به‌دست‌آمده در هر کرت شمارش شده و بر تعداد بوته‌های موجود در نمونه تقسیم

[1] Demarten
[2] $ZnSO_4$
[3] H_3BO_3

جدول ۲) میانگین مربعات صفات مختلف دو رقم عدس تحت تأثیر محلول پاشی با بور و روی

Table 2) Mean squares of different traits of two lentil varieties were affected by boron and zinc spraying

Source of variation	df	mean of squares						
		plant height	no. of pods/plant	no. of seeds/pod	hundred seed weight	seed yield	biological yield	harvest index
Block	2	62.34**	175.81**	0.21**	1.12**	3119.29	243450.9	2.25
Cultivar	1	58.68**	187.43**	0.41**	4.74**	499105.04**	2077993.5**	6.57
Foliar application	3	113.87**	287.38**	0.47**	0.0061	467245.04**	651892.77**	25.86**
Cultivar × Foliar application	3	3.54**	0.53	0.19**	0.00062	3047.71	150352.3	0.71
Error	14	4.87	1.94	0.02	0.0078	19725.43	80249.68	3.24
CV (%)		2.03	3.97	9.52	2.17	4.87	3.33	5.31

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

* and ** significant at 5 and 1% probability levels respectively.

شده و میانگین تعداد غلاف‌های موجود در بوته‌ها برای هر تیمار محاسبه شد. پس از برداشت بوته‌ها، غلاف‌های موجود در آن‌ها جدا و دانه‌های موجود در آن‌ها شمارش و بر تعداد کل غلاف‌ها تقسیم و به این صورت میانگین تعداد دانه در غلاف‌ها برای هر تیمار محاسبه شد. وزن صد دانه پس از انتخاب یک نمونه تصادفی از دانه‌های به‌دست‌آمده از هر تیمار با دستگاه بذرشمار[1] شمارش گردید و برحسب گرم به دست آمد. از تقسیم عملکرد اقتصادی بر بیوماس کل (عملکرد بیولوژیکی) ضربدر صد شاخص برداشتبه دست آورده شد.

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث اثرات اصلی رقم و محلول‌پاشی با ریزمغذی‌ها و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). در رقم بیله‌سوار محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک به‌صورت توأم باعث افزایش معنی‌داری ارتفاع بوته شد و در رقم کیمیا محلول‌پاشی با سولفات روی و تلفیق سولفات روی و اسید بوریک باعث افزایش معنی‌داری ارتفاع بوته شد (جدول ۳). پژوهشگران طی مطالعه‌ای گزارش کردند که اثر اصلی مصرف روی در کلزا بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ولی اثر کاربرد بور بر این صفت معنی‌دار نبود.[۱]

اثرات اصلی رقم و کاربرد عناصر کم‌مصرف روی و بور بر تعداد غلاف در بوته، در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی اثرات متقابل این دو عامل بر این صفت معنی‌دار نشده بود (جدول ۲). رقم بیله‌سوار نسبت به رقم کیمیا از تعداد غلاف در بوته بیشتری برخوردار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات محلول‌پاشی نشان داد که محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک به‌صورت توأم باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شد و با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۵). پژوهشگران بیان کردند که کاهش در میزان ریزش قوزه‌ها به علت کاربردی روی، شاید به علت نقش روی در سنتز کربوهیدرات‌ها و جابجایی آن‌ها در گیاه باشد.[۲۲] از طرفی یکی دیگر از دلایلی که باعث از دست رفتن غلاف‌های بالقوه در گیاه می‌شود، گرده‌افشانی ضعیف می‌باشد.[۲۲] طی مطالعه‌ای گزارش شد که

[1] seed counting machine

مصرف ۹ کیلوگرم در هکتار سولفات روی باعث افزایش تعداد غلاف در بوته کلزا شد.[۱۲]

جدول ۳) اثر محلول‌پاشی جداگانه و توأم روی و بور بر ارتفاع بوته و تعداد دانه در نیام در دو رقم عدس بهاره در منطقه کرمانشاه

Table 5) The effect of separated and combined Zn and B spraying on plant height and seed numbers per pod in two spring two lentil cultivars in Kermanshah, Iran

Lentil cultivars	foliar spraying	plant height (cm)	no. of seeds/pod
Bilesavar	control	31.88 bc	1.33 b
	zinc	37.17 ab	1.66 b
	boron	34.07 ab	1.30 b
	zinc+ boron	40.27 a	2.23 a
Kimia	control	26.57 c	1.12 b
	zinc	35.07 ab	1.56 b
	boron	30.97 bc	1.36 b
	zinc+ boron	38.27 ab	1.45 b

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشد.

Similar letter in each column shows non- significant difference according to Duncan test at 5% level

اثرات اصلی رقم و محلول‌پاشی و همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر صفت تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). در رقم بیله‌سوار محلول‌پاشی با سولفات روی + اسید بوریک تعداد دانه در غلاف افزایش یافت (جدول ۳). مشخص‌شده که بور با تأثیر بر میزان کلروفیل برگ‌ها و افزایش ایندول استیک اسید باعث تأخیر در پیری گیاه و درنتیجه طولانی شدن دوره فتوسنتز می‌شود که باعث بهبود تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آن‌ها به غلاف‌ها و دانه‌های در حال رشد می‌شود. روی نیز اثر مطلوبی بر فعالیت‌های فتوسنتزی برگ‌ها دارد.[۲۷]

اثر رقم بر وزن صد دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار ولی اثر اصلی محلول‌پاشی با عناصر روی و بور و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر وزن صد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). رقم بیله‌سوار از وزن صد دانه بیشتری نسبت به رقم کیمیا برخوردار بود (جدول ۴). محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک چه به‌صورت جداگانه و چه به‌صورت تلفیقی تأثیری برافزایش وزن صد دانه نداشت (جدول ۵). گزارش شده که محلول‌پاشی با بور[۱۶] و روی[۱۷] تأثیر قابل توجهی بر وزن هزار دانه کلزا ندارد.

نتایج این پژوهش حاکی از معنی‌دار بودن اثرات اصلی رقم و محلول‌پاشی بر عملکرد اقتصادی بود (جدول ۲). رقم بیله‌سوار از عملکرد اقتصادی بیشتری نسبت به رقم کیمیا برخوردار بود (جدول ۴). محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک به‌صورت جداگانه باعث افزایش عملکرد اقتصادی شد (جدول ۵). پژوهشگران گزارش کردند شکل‌گیری اندام‌های زایشی نر و ماده و فرایند گرده‌افشانی در اثر کمبود روی، مختل و موجب کاهش شدید در عملکرد می‌شود.[۸] همچنین افزایش عملکرد در اثر مصرف بور شاید به علت میزان کم بور قابل‌دسترس برای گیاه در خاک و نقش اساسی این عنصر در گیاه باشد که در متابولیسم گیاهی و سنتز اسیدهای نوکلئیک نقش دارد.[۲۱] پژوهشگران اعلام کردند که عنصر روی در کنجد موجب افزایش عملکرد دانه شده است.[۲۶]

اثرات اصلی رقم و محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم بیله‌سوار از عملکرد بیولوژیکی بیشتری نسبت به کیمیا برخوردار بود (جدول ۴). محلول‌پاشی با سولفات روی باعث افزایش عملکرد

جدول ۴) صفات زراعی دو رقم عدس تحت تأثیر محلول‌پاشی با عناصر روی و بور

Table 3) Agronomic traits of two lentil cultivars affected by Zn and B spraying

Lentil cultivars	no. of pods/plant	hundred seed weight (g)	seed yield (kg/ha)	biological yield (kg/ha)	harvest Index (%)
Bilesavar	37.91 a	4.50 a	2614 a	8793.3 a	34.39 a
Kimia	32.23 b	3.61 b	2738.58 b	8204.8 b	33.34 a

جدول ۵) صفات زراعی ارقام عدس تحت تأثیر محلول پاشی با روی و بور به صورت جداگانه و توأم

Table 4) Agronomic traits of lentil cultivars affected by separated and combined Zn and B spraying

Foliar spraying	no. of pods/plant	handred seed weight (g)	seed yield (kg/ha)	biological yield (kg/ha)	harvest Index (%)
Control	29.07 b	4.10 a	2614 c	8301 bc	31.47 c
Zinc	32.52 b	4.06 a	3227.50 a	8869.5 a	36.37 a
Boron	33.82 b	4.04 a	2985.67 b	8672.2 ab	34.50 ab
Zinc+ Boron	45.05 a	4.03 a	2704 c	8153.3 c	33.14 bc

.حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می باشد.

Similar letter in each column shows non- significant difference according to Duncan test at 5% level

بیولوژیکی شد (جدول ۵). عملکرد دانه بسیاری از گیاهان رابطه بسیار نزدیک با تولید کل زیست‌توده در مقایسه با شاخص برداشت دارد.[۳]

کاهش مواد فتوسنتزی از جمله عواملی است که تولید زیست‌توده را به سبب جلوگیری از رشد گیاه، محدود می‌کند.[۲۵] اثر اصلی محلول‌پاشی بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی با سولفات روی و اسید بوریک به‌صورت جداگانه باعث افزایش شاخص برداشت شد (جدول ۵). پژوهشگران گزارش کردند که محلول‌پاشی با روی، آهن و منگنز در دو مرحله ظهور طبق و گرده‌افشانی به همراه آبیاری کامل بیشترین تأثیر را در افزایش شاخص برداشت آفتابگردان روغنی داشت.[۱۱] شاخص برداشت توسط عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می‌شود که نقش عوامل ژنتیکی به‌مراتب بیشتر است.[۲۸] طی مطالعه‌ای گزارش شد که عناصر ریزمغذی سبب افزایش شاخص برداشت شد.[۶] پژوهشگران بیان کردند که کاربرد روی و بور به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد بیولوژیکی ذرت گردید.[۲۹]

نتیجه‌گیری کلی عدس به مصرف کودهای سولفات روی و بوریک اسید پاسخ مثبت نشان داد که دلیل این امر زیر حد بحرانی بود میزان روی و بور موجود در خاک بود. عملکرد و اجزای عدس تا حدودی تحت تأثیر متقابل محلول‌پاشی و رقم قرار گرفت. اما رقم عدس نقش کمتری را ایفا نموده است که این می‌تواند به خاطر تفاوت ژنتیکی کم در بین ارقام زراعی اصلاح‌شده موجود و واکنش محدود آن‌ها نسبت به شرایط محیطی باشد. رقم بیله‌سوار عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی بالاتری نسبت به رقم کیمیا داشت که این ارجحیت، بخشی به دلیل پتانسیل ژنتیکی رقم و بخشی نیز در اثر محلول‌پاشی بود.

سپاسگزاری از همکاری صمیمانهٔ مرکز تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه به‌ویژه مهندس عادل جهانگیری که در تهیه ارقام عدس مساعدت نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Azizi Kh, Norouzian A, Heidari S, Yaghubi M(2011) The study of effect of zinc and boron foliar application on yield, yield components, seed oil and protein content and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Khorramabad climate conditions. Journal of Crop Science 4(5): 1-16. [In Persian with English abstract]
2. Azizi M, Soltani A, Khavari-Khorasani S (2006) Rapeseed, Physiology, Agriculture, Race and Biotechnology. Jahad Daneshgahi: Mashhad. [in Persian]
3. Hussain A, Chaudhry MR, Wajid A, Ahmad A, Ibrahim MRM and Goheer AR (2004) Influence of water stress on growth, yield and radiation use efficiency of various wheat cultivars. International Journal of Agriculture and Biology 6(6): 1074-1079.
4. Alihoseinpour F, Rafiee M, Farnya A (2011) Investigation the effect of boron foliar application on quality and quantitative characteristics of soybean genotypes. Journal of Crop Physiology 3(11): 33-46. [in Persian with English abstract]
5. Brighenti AM, Castro C (2008) Boron foliar application on sunflower (*Helianthus annuus* L.) associated with herbicides. Helia 31(48): 127-136.
6. Bahrani AM, Pourreza A (2014) Effects of micronutrients on seed yield and oil content of *Brassica napus* L. cv. Talaeh. Bangladesh Journal of Botany 43(2): 231-233.
7. Berglund DR (2002) Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. North Dakota. Soybean Council: North Dakota.
8. Brown PH, Cakmak I, Zhang Q (1993) Form and Function of Zinc in Plants. In: Robson AD (ed). Zinc in Soil and Plants. Springer: Dordrecht 93-106.
9. Christiansen I, Graham PH (2002) Variation in di-nitrogen fixation among Andean bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes grown at low and high levels of phosphorus supply. Field Crops Research 73(2-3): 133-142.
10. Delauney AJ, Hu CA, Kishor PB, Verma DP (1993) Cloning of ornithine delta-aminotransferase cDNA from *Vigna anconitifolia* by transcomplementation in *Escherichia coli* and regulation of proline biosynthesis. Journal of Biological. Chemistry 268(25): 18673-18678.
11. Dindost Islam S, Rushdie M, Yousefzadeh S, Alizadeh A (2007) Effect of drought stress and micronutrient (zinc, iron and manganese) on quantitative and qualitative characteristics of oilseed sunflower in Hasan cultivar 33. Proceedings of the 2nd Regional Conference on Agriculture and Ecology. Islamic Azad University, Khoy, Iran. [In Persian]
12. Galavi M, Heidari M, Zamani M (2007) Effects of zinc sulphate spray on quality, yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus*). Faculty of and magnesium and soil-applied boron. Journal of Plant Nutrition 18(1): 179-200. [in Persian with English abstract]
13. Guertal EA (2004) Boron fertilization of bentagrass. Crop Science 44(1): 204-208.
14. Hocking PJ, Steer BT (1983) Uptake and partitioning of selected mineral element in sunflower (*Helianthus annuus* L.) during growth. Field Crops Research 6(2): 93-107.
15. Khiavi M, Khorshidi MB, Ismaeili M, Azarabadi S, Faramarzi A, Emaratpardaz J (2010) Effect of foliar application of boron and zinc on yield and some qualitative characteristics of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of. Water and Soil Science 20/1(4): 81-96. [in Persian with English abstract]
16. Moradi Telavet MR, Siadat SA, Nadian, H, Fathi G (2007).Effect of rapeseed growth and function on different levels of nitrogen and boron in Ahwaz region.Proceedings of the 10th Iranian Soil Sciences Congress. Karaj, Iran. [in Persian with English abstract]
17. Morshedi A, Naghibi H(2004) Effects of foliar application of copper and zinc spraying on yield and quality of canola seed (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science and Natural Resources 11(3): 15-22. [in Persian with English abstract]
18. Malakouti MJ, Tehrani MM (1999) The Role of Micro-Nutrients in Increasing Yield and Improving the Quality of Agricultural Products. Tarbiat Modarres University Publications: Tehran.

19. Mguelez Frade MM, Valenciano JB (2005) Effect of sowing density on the yield and yield components of spring-sown irrigated chickpea (*Cicer arietinum* L.) grown in Spain. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 33(4): 367-371.
20. Mohammad W, Shah SM, Nawas H, Iqbal MM (1999) Interactive effect of nitrogen, zinc and boron on yield and nutrient uptake by rapeseed. Pakistan Journal of Soil Science 16(1-2): 111-114.
21. Nasef MA, Badran NM, AbdEl-Hamide AF (2006) Response of peanut to foliar spray with boron and/or Rhizobium inoculation. Journal of Applied Sciences Research 2(12): 1330-1337.
22. Rezaei H, Malakouti MJ (2001) Critical levels of iron, zinc and boron for cotton in Varamin region. Journal of Agricultural Science and Technology 3(2): 147-153.
23. Soltani A, Khooie FR, Ghassemi-Golezani K, Moghaddam M (2001) A simulation study of chickpea crop response to limited irrigation in a semiarid environment. Agricultural Water Management 49(3): 225-237.
24. Sabaghpour SH, Safikhani M, Sarker A, Ghaffari A, Ketata H (2004) Present status and future prospects of lentil cultivation in Iran. Proceedings of the 5th European Conference on Grain Legumes. Dijon, France.
25. Dulai, S (2006). Effects of drought on photosynthetic parameters and heat stability of PSII in wheat and in Aegilops species originating from dry habitats. Acta Biologica Szegediensis 50(1-2), 11-17.
26. Thiruppathi M, Thanunathan K, Prakash M, Imayavaramban V (2001) Use of biofertilizer, phytohormone and zinc as a cost effective agrotechnique for increasing sesame productivity. Sesame and Safflower Newsletter 16: 46-50.
27. Wang N, Daun JK (2006) Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (*Lens culinaris*). Food Chemistry 95(3): 493-502.
28. Zecevic V, Knezevic D, Micanovic D, Pavlovic M, Urosevic D(2005)The inheritance of plant height in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Genetika 37(2): 173-179.
29. Ziaeyan AH, Rajaie M (2009) Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. International Journal of Plant Production 3(3): 35-44.

Effect of zinc and boron spraying on yield and yield components of two spring lentil cultivars in Kermanshah climatic condition

Agroecology Journal
Vol. 15 No. 1 (25-33)
(spring 2019)

Dariush Safari
Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of the Persian Gulf, Bushehr, Iran ✉ dariush.s1987@gmail.com

Received: 31 January2019 **Accepted:** 12 May 2019

Abstract A field experiment was conducted to investigate the effect of zinc and boron spraying on yield and yield components of two spring lentil cultivars in Kermanshah, Iran in a factorial experiment based on randomized complete block design. The first factor consisted of Bilesavar and Kimia cultivars. The second factor was spraying in four levels consisting of non-spraying, spraying with zinc sulfate at 1.5 $^{o}/_{oo}$, and boric acid 3 $^{o}/_{oo}$ separated or in combination. The effects of spraying on the all studied traits were significant but except for hundred seed weight and harvest index. Bilesavar had higher yield than Kimia cultivar. Zinc sulfate spraying also increased seed yield, biomass yield, and harvest index. Boron spraying increased the grain yield and harvest index, while combination of zinc sulfate and boric acid spraying increased number of pods per plant, number of seeds per pod, and plant height in Bilesvar cultivar. Also, the results of this study were useful in the effect of leaf spraying with micronutrient fertilizers on zinc and boron, which was the most affected by the application of zinc sulfate and boric acid in conjunction with increasing number of pods per plant and number of seeds per pod. Therefore, planting of Bilesavar cultivar and its spraying with both ZN and B fertilizers is recommended in Kermanshah climate condition.

Keywords
- boric acid
- microelements
- micronutrient
- zinc sulfate

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

DOI: 10.22034/AEJ.2019.664906