

تأثیر مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد اسید بوریک بر عملکرد و درصد

پروتئین لوبیا چیتی

سید ماشاله حسینی¹

بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اقلید، ایران؛

mhoseini20@yahoo.ca

دریافت: 94/2/23 و پذیرش: 94/10/7

چکیده

بخش عمده لوبیا کاری ایران در خاک‌هایی با ماده آلی کم و آهک زیاد صورت می‌گیرد که طبعاً کمبود بور در چنین خاک‌هایی زیاد مشاهده می‌شود. لذا به منظور تعیین بهترین سطح و روش کاربرد بور در زراعت لوبیا آزمایشی بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده تیمار و سه تکرار به مدت سه سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اقلید به مرحله اجرا درآمد. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد دانه به میزان 2472 کیلوگرم در هکتار از روش محلول پاشی شاخساره با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک ماه و دو ماه پس از سبز شدن به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با مصرف 0/025 درصد اسید بوریک در هکتار نداشت. همچنین در روش کود آبیاری بیشترین عملکرد دانه به میزان 2319 کیلوگرم در هکتار از مصرف چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار به دست آمد. بنابر این با توجه به نتایج این آزمایش محلول پاشی اسید بوریک با غلظت 0/025 درصد یا مصرف خاکی چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار به صورت کود آبیاری در زراعت لوبیا در شرایط مشابه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بور، خاک آهکی، محلول پاشی

¹ نویسنده مسئول، آدرس: استان فارس، شهرستان اقلید، ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اقلید

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) یکی از مهمترین گیاهان خانواده لگومینوز می‌باشد، که دو تا سه برابر غلات (18 تا 28 درصد) پروتئین دارد. افزون بر این اسیدهای آمینه اصلی مورد نیاز انسان به فراوانی در لوبیا وجود دارد. از این رو ترکیب مناسبی از لوبیا با غلات می‌تواند سوء تغذیه و کمبود اسیدهای آمینه را برطرف سازد (بیضایی، 1379). از زمان تشخیص بور به عنوان یک عنصر ضروری برای رشد گیاهان عالی بیش از 80 سال می‌گذرد لیکن به رغم گذشت زمان و پیشرفت‌های اخیر، هنوز نقش اولیه بور به درستی تعیین نشده است (بلانوس و همکاران، 2004).

از آنجا که عناصر کم مصرف باید از خاک فراهم شوند لذا کمبود این عناصر ممکن است عامل محدود کننده عملکرد باشد. اگرچه کمبود بور بیشتر در خاک‌های اسیدی با بافت درشت، ماده آلی کم و دارای هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم دیده می‌شود ولی در خاک‌های قلیایی که بور بصورت غیر قابل جذب در می‌آید، نیز رخ می‌دهد (کارپنتا و همکاران، 2000).

نیاز بقولات به بور بیشتر از دیگر گونه‌ها است (گوپتا، 1983). کمبود این عنصر می‌تواند اندوخته غذایی بذر و توانایی گیاه برای توزیع مجدد آن از بافت بالغ به بافت در حال رشد را تحت تأثیر قرار دهد (تیفن، 1972).

علائم کمبود بور در لوبیا هنگامی که گیاه هنوز کوچک است ظاهر می‌شود، گیاهچه‌ها ساقه‌ای ضخیم دارند و بافت اولیه برگ خشن است و حالت چرمی دارد. در شرایطی که کمبود آن شدید نباشد برگ‌ها چین خورده و به سمت پایین بر می‌گردند، در حالت کمبود خیلی شدید گیاه کوچک می‌ماند، نقطه رشد انتهایی می‌میرد و پس از آن، جوانه‌های ثانویه زیادی تشکیل می‌شوند و چیزی شبیه جاروی جادوگر (Witches-broom symptom) به نظر می‌رسد. کمبود شدید بور در لوبیا به این دلیل نقطه رشد را از بین می‌برد، که بور به شدت بر تقسیم سلولی اثر می‌گذارد (اورتلی و ریچاردسون، 1970).

زیادی بور در گیاه باعث قهوه‌ای شدن و سوختگی حاشیه برگ‌های اولیه بلافاصله بعد از سبز شدن و همچنین در برگ‌های پیر می‌گردد (هال و اسپوارتز، 1994).

مقدار مناسب بور عمدتاً به گونه گیاه، مقدار آهک و ماده آلی موجود در خاک بستگی دارد. به طور کلی نیاز دو لپه‌ای‌ها بیشتر از تک لپه‌ای‌هاست. نتایج نشان داده است که با توجه به فاصله کم بین کمبود و سمیت

بور، مصرف این عنصر باید در حد معقول باشد (ملکوئی و همکاران، 1380).

کاربرد برگی بوراکس به میزان 1% کمبودهای جزئی را بر طرف می‌کند. کاربرد غیر یکنواخت بور به صورت بوراکس، سولوبور یا اسید بوریک باعث بروز سمیت در گیاه می‌شود، برگ‌های لوبیا زرد می‌شوند و حاشیه برگ‌ها بویژه برگ‌های اولیه، مدت کوتاهی پس از ظهور نکروزه می‌شوند (شونهوون و ویست، 2001).

حبوبات بین دو تا چهار کیلوگرم در هکتار بور نیاز دارند. کود آبیاری و محلول‌پاشی برگی از جمله روش‌های نوین کاربرد بور هستند. محلول‌پاشی بعد از استقرار گیاه انجام می‌شود (مارتینز و سترمن، 1991). با مصرف بهینه کودها به ویژه عناصر کم مصرف در مزارع حبوبات ایران تا 143 درصد افزایش عملکرد و نیز افزایش پروتئین مشاهده شده است (ملکوئی، 1387).

تجمع بور در مرحله زایشی لوبیا مشکل بیشتری ایجاد می‌کند تا در مرحله رویشی، بنابراین وقتی سطح بور در خاک در حد مرزی (Marginal) باشد علائم سمیت ابتدا ظاهر نمی‌شود ولی در توسعه مرحله زایشی این علائم بروز می‌کند (هال و اسپوارتز، 1994).

احتمال سمیت بور وقتی که بیش از سه الی چهار کیلوگرم بور در هکتار مصرف شود وجود دارد، همچنین حتی الامکان ترکیبات بور نبایستی در تماس مستقیم با بذر باشند چون در این صورت احتمال سمیت بور بیشتر می‌شود (تاچتن و بوسول، 1975).

مقدار 0/5 میلی‌گرم بور در هر کیلوگرم خاک ممکن است خاک‌های دارای مقدار کافی بور را از خاک-های دارای کمبود جدا کند (کوکس و کامپرات، 1972 و سیلوا و بارتو، 2009). در گزارشی دیگر حد بحرانی بور با استفاده از آب داغ برای لوبیا را معادل 0/65 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بیان شده است و در خاکی حاوی بور قابل استخراج با آب داغ برابر 0/11 میلی‌گرم در کیلوگرم و اسیدیته معادل 7/5 کاربرد یک و دو کیلوگرم در هکتار بور عملکرد دانه لوبیا را از صفر به ترتیب به 1/4 و 1/7 تن در هکتار افزایش داده است (هولر و همکاران، 1978).

همچنین مشاهده شده در خاکی با کمبود بور کاربرد یک کیلوگرم بور در هکتار عملکرد لوبیا را از 0/9 به 1/8 تن در هکتار افزایش داده است (سیات، 1973).

در یک آزمایش گلخانه‌ای کمبود بور زمانی رخ داد که غلظت بور در بافت گیاه لوبیا 12-13 میلی‌گرم در کیلوگرم بود (گوپتا، 1983). در آزمایشی دیگر وقتی مقدار بور در قسمت هوایی لوبیا 11 میلی-

گرم در کیلوگرم بود، 50% کاهش عملکرد دیده شد (آگروالا و همکاران، 1977).

گیاه لوبیا چون توانایی تثبیت نیتروژن را دارد در شرایط مناسب می‌تواند قسمت اعظم نیاز نیتروژن خود را از این طریق تأمین نماید. اما در خصوص عناصر کم مصرف، بسته به میزان این عناصر در خاک، کمبود عنصر مورد لزوم می‌بایست از طریق کودهای شیمیایی و آلی تأمین گردد. لذا تعیین نیاز غذایی گیاه تأثیر مهمی در افزایش عملکرد و کیفیت این محصول دارد.

در سال زراعی 90-1389 حدود 43125 هکتار از اراضی استان فارس به کشت لوبیا اختصاص یافته است (وزارت جهاد کشاورزی، 1391). در منطقه اقلید سالانه بیش از 20000 هکتار ارقام مختلف لوبیا کشت می‌شود. خاک‌های مناطق مختلف لوبیا کاری منطقه اکثراً آهکی و با ماده آلی کم می‌باشند و کمبود بور در آنها بسیار محتمل می‌باشد.

بدین منظور از چند نقطه نمونه برداری گردید که در بیش از 60% موارد مقدار بور کمتر از حد بحرانی (0/65 میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک) بود. کشاورزان در سال‌های اخیر از کودهای کم مصرف حاوی بور در زراعت لوبیا استفاده می‌نمایند ولی اطلاعات کافی در مورد نیاز ارقام لوبیا چیتی به بور موجود نمی‌باشد. در این آزمایش سعی شده است میزان و روش مناسب مصرف بور در زراعت لوبیا تعیین گردد تا از یک طرف کمبود این عنصر بر طرف شود و از طرف دیگر از مصرف بیش از حد و بروز سمیت آن جلوگیری شود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد اسید بوریک بر عملکرد و پروتئین دانه لوبیا چیتی، اقدام به اجرای آزمایشی بصورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده تیمار و سه تکرار در سال‌های 1385، 1386 و 1387 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اقلید گردید. ارتفاع این محل از سطح دریا 2300 متر و اقلیم منطقه نیمه خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های خنک و خشک می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه 320 میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالانه 10 درجه سانتیگراد می‌باشد. تیمارهای آزمایش عبارتند از:

- 1- تیمار شاهد (عدم مصرف بور).
- 2- دو کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.
- 3- چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

4- هشت کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

5- شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

6- محلول پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

7- محلول پاشی با غلظت 0/05 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

8- محلول پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

9- محلول پاشی با غلظت 0/2 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

10- محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

بور از منبع اسیدبوریک (17% بور) و مقدار 25 کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره به عنوان استراتر و سایر عناصر غذایی بر اساس آزمون خاک (جدول 1) از منابع معمول و قبل از کاشت اضافه شد. در این آزمایش مقدار بور خاک 0/4 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و میزان بور در آب آبیاری بسیار ناچیز بود. به منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه، بذر لوبیا قبل از کاشت با سویه ریزوبیوم (L-54) تلقیح گردید. محلول پاشی در مواقع خنک روز با سم پاش دستی انجام و مقدار کمی مایع ظرفشویی جهت افزایش جذب به آن اضافه گردید. بلافاصله بعد از محلول پاشی اقدام به آبیاری شد. از زمان کاشت تا برداشت آبیاری مطابق با نیاز گیاه به تعداد 15 مرتبه انجام شد.

جهت اعمال کود آبیاری، مقدار کود لازم بر اساس هر تیمار در آب آبیاری مورد نیاز در یک تانکر حل و به طور یکنواخت به کرت‌های مربوطه اضافه شد. در هر تیمار پنج ردیف کشت به طول پنج متر با فاصله 50 سانتی متر از یکدیگر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف 10 سانتی متر در نظر گرفته شد. در این آزمایش از بذر لوبیا چیتی رقم محلی خمین استفاده شد. در مرحله گلدهی برگ‌های سه برگچه‌ای تازه و کاملاً نمو یافته بدون دمبرگ از تیمارهای مختلف برداشت و جهت تعیین مقدار بور آنها با معرف آزومتین - اچ به آزمایشگاه ارسال شد.

پس از رسیدن محصول برداشت از سه ردیف وسط کرت با حذف یک متر از بالا و پائین ردیف انجام شد. تعداد دانه در بوته وزن صد دانه، عملکرد دانه، غلظت بور در برگ، غلظت نیتروژن و میزان پروتئین دانه به عنوان پاسخ‌های گیاهی اندازه‌گیری شدند. نتایج با استفاده از برنامه کامپیوتری MSTATC تجزیه واریانس و میانگین‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند

جدول 1- نتایج تجزیه خاک قبل از آزمایش

Clay Sand Silt (%)	B (mg. kg ⁻¹)	N (%)	P (mg. kg ⁻¹)	K (mg. kg ⁻¹)	T.N.V (%)	O.C (%)	EC (dS.m ⁻¹)	pH
22 34 44	0/4	0/07	6/8	300	37	0/43	0/98	8/3

نتایج و بحث

است. همانطور که در جدول 2 مشاهده می‌شود مصرف بور فراتر از این غلظت‌ها منجر به کاهش عملکرد شده است. مارتینز و وسترن (1991) نیز بیان کردند که حبوبات بین دو تا چهار کیلوگرم در هکتار بور نیاز دارند. نتایج تجزیه واریانس غلظت بور برگ در سطح آماری 1% معنی‌دار شده است. همچنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن (جدول 2) نشان می‌دهد که بالاترین غلظت بور برگ (41/18 میلی گرم در کیلوگرم) از مصرف شانزده کیلو گرم اسید بوریک در هکتار به صورت کود آبیاری در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شده است که نسبت به تیمار شاهد 73/7 درصد افزایش نشان می‌دهد. همچنین در بین سطوح محلول پاشی بالاترین غلظت بور برگ (36/23 میلی گرم در کیلوگرم) از محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شده است که نسبت به تیمار شاهد 70/1 درصد افزایش را نشان می‌دهد.

نتایج تجزیه واریانس سال اول آزمایش نشان می‌دهد مقایسه میانگین کلیه صفات معنی‌دار شده است (جدول 2). نتایج نشان داد که بین تیمارها در عملکرد دانه در سطح آماری 5% اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین مقدار عملکرد دانه لوبیا به مقدار 2968 کیلوگرم در هکتار با محلول پاشی شاخساره با غلظت 0/05 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن به دست آمد (جدول 2). در بین تیمارهای کود آبیاری بیشترین عملکرد با مصرف چهار کیلوگرم در هکتار اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن به دست آمد، که تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد با شاهد داشت. بنابراین نتایج عملکرد دانه در سال اول آزمایش نشان داد که غلظت مناسب اسید بوریک برای محلول پاشی بین 0/025 تا 0/05 درصد در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن لوبیا و مناسبترین مقدار اسید بوریک جهت مصرف بصورت کود آبیاری، چهار کیلوگرم در هکتار و در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن

جدول 2- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده در سال اول با آزمون دانکن

تیمار	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	غلظت بور برگ (میلی گرم در کیلوگرم)	غلظت نیتروژن برگ (درصد)	میزان پروتئین دانه (درصد)
1	32/83 ^{ab}	43/180 ^{ab}	1840 ^c	10/830 ^b	3/398 ^b	22/350 ^{ab}
2	29/33 ^{ab}	43/268 ^{ab}	2358 ^{abc}	14/000 ^b	3/377 ^b	22/710 ^a
3	40/00 ^{ab}	40/480 ^b	2668 ^{ab}	14/000 ^b	3/577 ^{ab}	21/940 ^{ab}
4	64/33 ^a	43/610 ^{ab}	2417 ^{abc}	14/000 ^b	3/713 ^{ab}	21/640 ^{ab}
5	31/50 ^{ab}	46/130 ^a	2395 ^{abc}	41/180 ^a	3/510 ^{ab}	22/710 ^a
6	54/18 ^{ab}	45/830 ^a	2955 ^a	17/330 ^b	3/360 ^b	21/480 ^{ab}
7	33/33 ^{ab}	42/220 ^{ab}	2968 ^a	18/180 ^b	4/007 ^a	22/230 ^{ab}
8	46/00 ^{ab}	43/650 ^{ab}	2784 ^{ab}	19/500 ^b	3/557 ^{ab}	20/890 ^b
9	46/83 ^{ab}	44/160 ^{ab}	2312 ^{abc}	21/000 ^b	3/680 ^{ab}	22/600 ^a
10	28/17 ^b	41/990 ^{ab}	2047 ^{bc}	36/230 ^a	3/700 ^{ab}	22/370 ^{ab}

* اعدادی که دارای حروف یکسان می‌باشند در سطح آماری 5% بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند.

1- تیمار شاهد (عدم مصرف بور). 2- دو کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 3- چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 4- هشت کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 5- شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس

از سبز شدن. 6- محلول پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 7- محلول پاشی با غلظت 0/05 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 8- محلول پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 9- محلول پاشی با غلظت 0/2 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 10- محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

بوده و نقش عنصر بور زیاد مشهود نبوده است. لذا عملکرد بین تیمارها معنی‌دار نشده است. در تغییرات شدید دمایی، به احتمال زیاد بور با ایفای نقش حیاتی در زنده ماندن دانه گرده و رشد لوله دانه گرده باعث افزایش محصول می‌گردد (احمد و ابدل، 1995). در این گونه شرایط اگر کمبود بور وجود داشته باشد گل‌ها به دلیل اختلال در لقاح ریزش نموده و یا به میوه‌های کوچک تبدیل می‌شوند (کاستر و سوتوماپور، 1997). به طور کلی تأمین عناصر غذایی از راه محلول پاشی بر روی برگ، تحت شرایطی معین بهترین راه حل محسوب می‌شود. برای مثال در خاک‌های آهکی و در شرایط بالای pH خاک از قابلیت جذب بعضی عناصر از قبیل بور، مس و منگنز کاسته می‌شود در نتیجه تغذیه مواد از طریق محلول پاشی توجیه می‌شود (مارشزر، 1995).

در جدول 3 نتایج سال دوم آزمایش نشان می‌دهد در مقایسه میانگین کلیه صفات به جز وزن صد دانه و عملکرد بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. عدم معنی‌دار شدن تیمارها احتمالاً به شرایط اقلیمی مربوط می‌شود. گرچه گیاه لوبیا روز خشتی بوده ولی بهترین دما برای آن 15 تا 30 درجه سانتی‌گراد می‌باشد. طبق منابع موجود در صورتی که دما در دوره گلدهی از 35 درجه بیشتر شود باعث کاهش قدرت حیات دانه‌ی گرده شده و اگر دما از هفت درجه کمتر باشد باعث خسارت به پریموردیای گل شده و دمای کمتر از 14 درجه سانتی‌گراد منجر به کاهش باروری تخمک می‌گردد. دمای بهینه برای دوره گلدهی بین 18 تا 22 درجه می‌باشد. داده‌های هواشناسی منطقه نشان داد بر خلاف سال اول اجرای طرح در سال دوم شرایط دمایی کاملاً مطلوب

جدول 3- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده در سال دوم با آزمون دانکن

تیمار	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	غلظت بور برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)	غلظت نیتروژن برگ (درصد)	میزان پروتئین دانه (درصد)
1	113 ^a	48/970 ^a	2807 ^a	56/170 ^b	2/103 ^b	24/190 ^a
2	92/33 ^{abc}	48/940 ^a	2617 ^a	63/200 ^{ab}	2/230 ^b	23/350 ^{ab}
3	96/33 ^{ab}	48/670 ^a	2734 ^a	63/200 ^{ab}	1/990 ^b	24/310 ^a
4	52/33 ^{bc}	47/290 ^a	2639 ^a	56/130 ^b	2/303 ^b	23/770 ^{ab}
5	56/33 ^{bc}	48/190 ^a	2496 ^a	77/200 ^a	2/080 ^b	23/670 ^{ab}
6	95/00 ^{ab}	48/820 ^a	2639 ^a	56/1300 ^b	1/993 ^b	23/750 ^{ab}
7	91/00 ^{abc}	47/250 ^a	2192 ^a	59/670 ^b	1/910 ^b	23/980 ^{ab}
8	45/00 ^c	49/800 ^a	2673 ^a	56/130 ^b	3/423 ^a	23/980 ^{ab}
9	66/67 ^{abc}	48/740 ^a	2587 ^a	59/670 ^b	2/363 ^b	22/790 ^b
10	70/00 ^{abc}	47/840 ^a	2694 ^a	59/670 ^b	2/247 ^b	23/730 ^{ab}

* اعدادی که دارای حروف یکسان می‌باشند در سطح آماری 5% بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند.

1- تیمار شاهد (عدم مصرف بور). 2- دو کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 3- چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 4- هشت کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 5- شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 6- محلول پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 7- محلول پاشی با غلظت 0/05 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 8- محلول پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 9- محلول پاشی با غلظت 0/2 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 10- محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شده است. محمد (1999) نشان داد که در گیاه کلزا هم با افزایش سطوح بور عملکرد دانه افزایش می‌یابد. بالاترین میزان بور برگ (39/33 میلی‌گرم در کیلوگرم) از بالاترین سطح کود آبیاری اسید بوریک (شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شده است که نسبت به تیمار شاهد 74/14 درصد افزایش نشان می‌دهد (جدول 4). همچنین در بین سطوح محلول‌پاشی بالاترین میزان بور برگ (34/67 میلی‌گرم در کیلوگرم) از بالاترین سطح محلول‌پاشی (محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شده است که نسبت به تیمار شاهد 70/66 درصد افزایش را نشان می‌دهد.

مقایسه میانگین‌های غلظت بور برگ با آزمون دانکن (جدول 3) نشان داد بیشترین میزان بور برگ (77/20 میلی‌گرم در کیلوگرم) با مصرف شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شد، که نسبت به تیمار شاهد 27/24 درصد افزایش داشت. در جدول 4 نتایج سال سوم آزمایش نشان می‌دهد در مقایسه میانگین کلیه صفات به جز وزن صد دانه و میزان پروتئین دانه بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بالاترین میزان عملکرد دانه از محلول‌پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن، حاصل شد. در بین تیمارهای کود آبیاری بالاترین عملکرد با مصرف شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار به صورت کود آبیاری در دو نوبت یک

جدول 4- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده در سال سوم با آزمون دانکن

میزان پروتئین دانه (درصد)	غلظت نیتروژن برگ (درصد)	غلظت بور برگ (میلی‌گرم در کیلوگرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در بوته	تیمار
21/870 ^a	3/333 ^d	10/170 ^c	1542 ^{ab}	43/650 ^a	43/18 ^a	1
22/290 ^a	3/300 ^d	13/330 ^f	1407 ^{ab}	46/580 ^a	23/55 ^{ab}	2
22/500 ^a	3/400 ^{cd}	13/830 ^f	1554 ^{ab}	46/410 ^a	25/22 ^{ab}	3
21/460 ^a	3/633 ^{bc}	13/670 ^f	977 ^{ab}	45/130 ^a	11/31 ^b	4
22/080 ^a	3/433 ^{cd}	39/330 ^a	1671 ^{ab}	47/020 ^a	24/55 ^{ab}	5
21/670 ^a	3/400 ^{cd}	17/000 ^e	1775 ^{ab}	46/090 ^a	21/18 ^{ab}	6
21/870 ^a	4/043 ^a	17/330 ^{de}	1836 ^{ab}	48/570 ^a	27/99 ^{ab}	7
21/040 ^a	3/700 ^b	21/000 ^c	1960 ^a	46/400 ^a	18/33 ^b	8
22/500 ^a	3/633 ^{bc}	20/330 ^{cd}	1401 ^{ab}	46/440 ^a	22/55 ^{ab}	9
22/290 ^a	3/600 ^{bc}	34/670 ^b	969 ^b	44/330 ^a	21/33 ^{ab}	10

* اعدادی که دارای حروف یکسان می‌باشند در سطح آماری 5% بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند.

1- تیمار شاهد (عدم مصرف بور). 2- دو کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 3- چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 4- هشت کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 5- شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 6- محلول پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 7- محلول پاشی با غلظت 0/05 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 8- محلول پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 9- محلول پاشی با غلظت 0/2 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 10- محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

نتایج مرکب سه ساله

(شاهد) حاصل شده است که با سایر سطوح کود آبیاری بجز تیمار پنج (شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. همچنین در بین سطوح محلول‌پاشی بالاترین تعداد دانه در بوته در تیمار مصرف محلول پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت

نتایج تجزیه واریانس مرکب تعداد دانه در بوته در سه سال آزمایش تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول 5) اما مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در بوته با آزمون دانکن در سطح 5% معنی‌دار شد (جدول 6). بالاترین تعداد دانه در بوته از تیمار عدم مصرف بور

یک و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شد که با سایر سطوح محلول‌پاشی بجز تیمار محلول‌پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

بور با تأثیر بر میزان کلروفیل برگ‌ها و افزایش سنتز ایندول استیک اسید باعث تأخیر در پیری گیاه و در نتیجه طولانی شدن دوره فتوسنتز می‌شود. این امر باعث بهبود تولید کربوهیدرات‌ها و انتقال آن‌ها به غلاف‌ها و دانه‌های در حال رشد می‌شود (عزیزی، 1390).

جدول 5- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در سه سال

میانگین مربعات ¹						
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	غلظت بور برگ	غلظت نیتروژن برگ
سال	2	111/636	187/373*	10775052/40**	16301/039**	17/078*
تکرار	6	5/158	4/938	177862/80	10/778	0/359
تیمار	9	2/885	5/996	329180/79*	591/580**	0/380*
سال*تیمار	18	3/123	5/223	253022/92	55/513	0/225
خطا	54	1/667	5/910	183078/24	33/798	0/144

* و ** به ترتیب نشانگر معنی‌دار بودن در سطح آماری 5% و 1% می‌باشد

جدول 6- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده با آزمون دانکن در سه سال

تیمار	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	غلظت بور برگ (میلی گرم در کیلوگرم)	غلظت نیتروژن برگ (درصد)	میزان پروتئین دانه (درصد)
1	62/98 ^a	45/270 ^a	2063 ^{ab}	25/720 ^d	2/944 ^b	22/800 ^{ab}
2	48/48 ^{ab}	46/260 ^a	2027 ^{ab}	30/180 ^d	2/969 ^b	22/780 ^{ab}
3	53/85 ^{ab}	45/190 ^a	2319 ^{ab}	30/340 ^d	2/989 ^b	22/920 ^a
4	42/66 ^{ab}	45/340 ^a	2011 ^{ab}	27/930 ^d	3/217 ^{ab}	22/290 ^{ab}
5	37/46 ^b	47/110 ^a	2187 ^{ab}	52/570 ^a	3/008 ^b	22/820 ^{ab}
6	56/76 ^{ab}	46/910 ^a	2456 ^a	30/160 ^d	2/918 ^b	22/300 ^{ab}
7	50/78 ^{ab}	46/013 ^a	2332 ^{ab}	31/720 ^d	3/320 ^{ab}	22/690 ^{ab}
8	36/44 ^b	46/620 ^a	2472 ^a	32/210 ^c	3/560 ^a	21/970 ^b
9	45/35 ^{ab}	46/450 ^a	2100 ^{ab}	33/670 ^c	3/226 ^{ab}	22/630 ^{ab}
10	43/17 ^{ab}	44/720 ^a	1904 ^b	43/520 ^b	3/172 ^{ab}	22/800 ^{ab}

* اعدادی که دارای حروف یکسان می‌باشند در سطح آماری 5% بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهند

1- تیمار شاهد (عدم مصرف بور). 2- دو کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 3- چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 4- هشت کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 5- شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بصورت کود آبیاری در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 6- محلول پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 7- محلول پاشی با غلظت 0/05 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 8- محلول پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 9- محلول پاشی با غلظت 0/2 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن. 10- محلول پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت، یک و دو ماه پس از سبز شدن.

نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن و سطح محلول‌پاشی با غلظت 0/025 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شد.

مقایسه میانگین‌های وزن صد دانه با آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول 6). اما بالاترین وزن صد دانه در بین سطوح کود آبیاری با مصرف شانزده کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو

محصول می‌شود. نیاز محصولات و ارقام مختلف با توجه به نوع خاک‌ها و شرایط آب و هوایی متفاوت است در هر صورت کمبود بور می‌تواند سبب کاهش عملکرد یا به موازات آن کیفیت محصول شود (ملکوتی و متشع زاده، 1378).

نتایج تجزیه واریانس مرکب غلظت بور برگ در سطح آماری 1% (جدول 5) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن معنی‌دار شد (جدول 6). بالاترین غلظت بور برگ (52/57 میلی‌گرم در کیلوگرم) در بالاترین سطح کود آبیاری (شانزده کیلوگرم اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد 51 درصد افزایش نشان داد. همچنین بالاترین غلظت بور برگ (43/52 میلی‌گرم در کیلوگرم) در بین سطوح محلول‌پاشی از تیمار ده (محلول‌پاشی با غلظت 0/4 درصد اسیدبوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شده که نسبت به تیمار شاهد 41 درصد افزایش نشان داد. اگر چه عناصر کم مصرف به مقدار کمی در واحد سطح به کار می‌روند ولی با تأثیر فراوان بر جذب عناصر پر مصرف و بهبود خواص کمی و کیفی محصول از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (ملکوتی و لطف الهی، 1378).

نتایج تجزیه واریانس نیتروژن برگ در سطح آماری 5% معنی‌دار شده است (جدول 5). بالاترین میزان نیتروژن برگ از تیمار هشت (محلول پاشی با غلظت 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شد. همچنین در بین سطوح کود آبیاری بالاترین میزان نیتروژن برگ از تیمار چهار (هشت کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شده که با سایر سطوح کود آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. مطالعات نشان داده مصرف توأم بور با نیتروژن باعث افزایش عملکرد در لوبیا می‌شود (شبان، 2006).

نتایج تجزیه واریانس پروتئین دانه در مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح 5% معنی‌دار بوده است. بالاترین میزان پروتئین دانه از تیمار سه (چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شد. همچنین در بین سطوح محلول‌پاشی بالاترین میزان پروتئین دانه از تیمار ده (محلول‌پاشی با غلظت 0/4 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شده است که با سایر سطوح محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد.

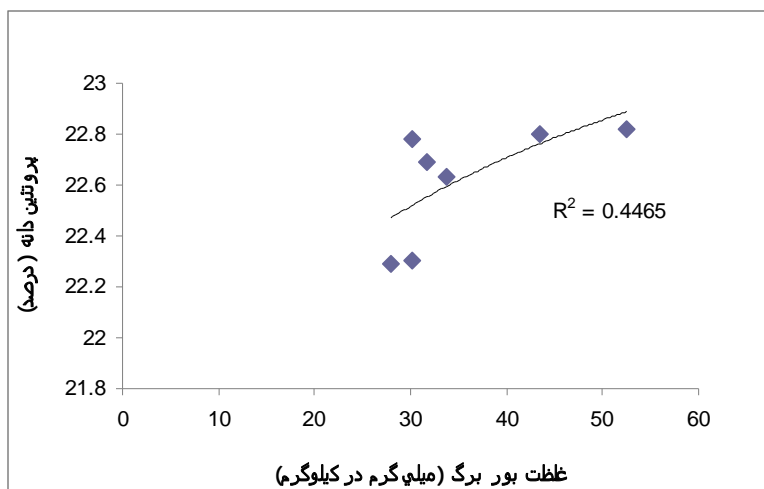
تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در سه سال آزمایش (جدول 5)، نشان می‌دهد تفاوت بین تیمارها در سطح 5% معنی‌دار است. بالاترین عملکرد دانه از تیمار شش و هشت (محلول‌پاشی با غلظت 0/25 و 0/1 درصد اسید بوریک در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن) حاصل شده است. افزایش عملکرد در اثر مصرف بور به علت میزان کم بور قابل دسترس برای گیاه در خاک و نقش اساسی این عنصر در گیاه می‌باشد. در این آزمایش مقدار بور خاک 0/4 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. کاربرد بور باعث افزایش محتوی کلروفیل و شدت فتوسنتز در برگ‌ها، افزایش تجمع ماده خشک در گیاه، بهبود انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی به اندام‌های زایشی و نهایتاً افزایش عملکرد می‌گردد (ناصف، 2006). همچنین در این آزمایش مشاهده شد با افزایش سطوح محلول پاشی از 0/1 درصد اسید بوریک به 0/4 درصد اسید بوریک عملکرد کاهش یافته است. شبان و همکاران (2006) معتقدند بهترین غلظت بور برای محلول پاشی 100-50 میلی‌گرم در کیلوگرم بور می‌باشد و در صورتی که این مقدار با 40 الی 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه باشد به علت اثرات متقابل مثبت این دو عنصر نتایج بهتری در افزایش عملکرد دانه لوبیا خواهد داشت. میزان بور در گیاه در شرایط سمیت و یا کمبود در میزان جذب سایر عناصر غذایی تأثیر می‌گذارد. بر خلاف نیتروژن، مشاهده شده است که کلسیم و پتاسیم جذب بور را کاهش می‌دهند. از طرفی دیگر گزارش شده در محلول پاشی فقط 17 درصد بور توسط شاخ و برگ لوبیا جذب می‌شود، جذب بیشتر بور توسط ریشه گیاه صورت می‌گیرد لذا محلول‌پاشی بور با غلظت 0/1 درصد موجب سمیت نمی‌شود (سیلوا و بارتو، 2009) ولی مقادیر بیشتر باعث مسمومیت می‌گردد.

بیشترین عملکرد در بین سطوح کود آبیاری در تیمار مصرف چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن حاصل شد که با سایر سطوح کود آبیاری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بور نقش بسیار مهمی در فعالیت‌های حیاتی گیاه از جمله تقسیم سلولی بافت‌های مرستمی، تشکیل جوانه گل و برگ، ترمیم بافت‌های آوندی، متابولیسم قند و مواد هیدروکربن و انتقال آن، جوانه زدن دانه گرده و تشکیل دانه دارد (ملکوتی و متشع زاده، 1378). بور در افزایش عملکرد و کاهش بعضی بیماری‌ها و انتقال مواد فتوسنتزی خیلی مؤثر است (ملکوتی و طباطبایی، 1376).

محصولات مختلف بور را از خاک برداشت می‌کنند و بور جذب شده سبب افزایش کمی و کیفی

کاربرد بور گاهی فقط کیفیت محصولات و عملکرد اقتصادی را بهبود می‌بخشد نه عملکرد کل آنها را (گوپتا و کوتکلیف، 1984). همچنین گزارش شده مصرف بور باعث افزایش کربوهیدرات‌ها و نهایتاً افزایش پروتئین دانه لوبیا می‌گردد (رازیک و آبدو، 2001).

با افزایش غلظت بور برگ میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد (شکل 1). زارعی و همکاران (1386) بیان داشتند در سطوح نسبتاً کم بور غلظت بور در برگ گیاه افزایش یافته و عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه را نیز به همراه دارد.



شکل 1- رابطه بین غلظت بور برگ و پروتئین دانه لوبیا

0/025 درصد در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن، مناسب می‌باشد. افزایش غلظت محلول‌پاشی از 0/1 درصد به 0/4 درصد منجر به سمیت و کاهش عملکرد شده است. به طوری که در سطح محلول‌پاشی 0/4 درصد اسیدبوریک، عملکرد از تیمار شاهد هم کمتر شده است. همچنین در صورت تمایل به برطرف نمودن کمبود بور از طریق ریشه توصیه می‌شود این امر از طریق کود آبیاری، در هر پنج سال یکبار با مصرف چهار کیلوگرم اسید بوریک در هکتار در دو نوبت یک و دو ماه پس از سبز شدن انجام شود. مصرف این مقادیر بور باعث افزایش اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه لوبیا بدون ایجاد سمیت می‌شود. نتایج حاصله منطبق با گزارش سایر محققین از جمله گوپتا و کوتکلیف (1984)، مارتینز و وسترم (1991)، سیلوا و بارتو (2009) و شبان و همکاران (2006) می‌باشد.

نقش بور در ساخت اسیدهای نوکلئیک حائز اهمیت است به نظر می‌رسد که کاهش مقدار RAN، اولین نشانه کمبود بور در ریشه بعد از توقف رشد است. مشخص شده که کمبود بور سبب می‌شود میزان فسفر که جز اصلی ترکیب نوکلئوتید است، کاهش یابد. بعد از فراهم شدن بور برای گیاه جذب فسفر سریع شده و باعث تسریع در عمل پروتئین سازی می‌شود.

تأثیر محلول پاشی بور بر پروتئین دانه لوبیا ممکن است به نقش این عنصر در واکنش‌های متابولیکی اساسی و تسریع در سنتز پروتئین مربوط باشد. از طرفی بور در سنتزیکی از بازهای سازنده RNA اوراسیل نقش دارد (ناصف و همکاران، 2006).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان گفت برای بر طرف نمودن کمبود بور و حصول بیشترین مقدار عملکرد در لوبیا محلول‌پاشی برگی اسیدبوریک با غلظت

فهرست منابع:

1. آون شونهوون و ا. ویست. 1380. زراعت و اصلاح لوبیا، ترجمه عبدالرضا باقری، علی اکبر محمودی و فردین قزلی. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
2. بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. 1391. دفتر آمار و فن آوری اطلاعات. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی.
3. بیضایی، ا. 1379. بررسی و مقایسه عملکرد لاین های لوبیا سفید، قرمز و چیتی. اراک: مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی.
4. زارعی، ص. 1386. تأثیر همکنش روی و بور بر عملکرد و درصد قند چغندر قند در منطقه اقلید. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج.
5. عزیز، خ، ع. نوروزیان. س. حیدری. م. یعقوبی. 1390. بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد برخی شاخص های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا (*Brassica napus L.*) در شرایط اقلیمی خرم آباد. مجله دانش زراعت. سال چهارم. شماره 5.
6. ملکوتی، م. ج. 1378. دستیابی به افق های تازه در افزایش تولیدات کشاورزی. مشهد. ششمین کنگره علوم خاک ایران.
7. ملکوتی، م. ج.، و س. ج. طباطبایی. 1376. تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی، نشر آموزش کشاورزی، معاون تأمین نیروی انسانی سازمان تات. کرج. ایران.
8. ملکوتی، م. ج. و آ. لطف الهی، 1378. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامتی جامعه. آموزش و ترویج کشاورزی. کرج. ایران. 193 صفحه.
9. ملکوتی، م. ج. و ب. متشروع زاده. 1378. نقش بور در افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی، مشکلات و راه کارها. نشر آموزش کشاورزی. 113 صفحه.
10. ملکوتی، م. ج.، م. نفیسی و ب. متشروع زاده. 1380. عزم ملی برای تولید کود در داخل کشور، گامی ارزنده به سوی خودکفایی و دستیابی به کشاورزی پایدار. نشر آموزش کشاورزی. 420 صفحه.
11. Agrawala, S.C., S. Farooq, and C.P. Sharma. 1977. Growth and metabolic effects of boron deficiency in some plant species of economic importance. *Geophytology*. 7: 79-90.
12. Ahmad, M., and F.M. Abdel. 1995. Effect of urea, some micronutrients, and growth on the yield, fruit quality, and some vegetative of, Washington navel orange trees. *Hort. Sci.* 30: 770. 774.
13. Bolanos, L., K. Lukaszewski, I. Bonilla, and D. Blevins, 2004. Why boron. *Plant Physiology Biochem* 42: 907-912.
14. Carpena, R., E. Esteban, M. Jose Sarro, J. Penalloza, A. Garate. 2000. Boron and calcium distribution in nitrogen fixing pea plants. *Plant Science*, 151: 163-170.
15. Castr, J., and C. Sotomayor. 1997. The influence of boron and zinc sprays bloom time on almond fruit set. *Acta- Hort.* Pp: 402-405.
16. CIAT. 1973. Annual report. Centro International de Agricultural Tropical, Colombia.
17. Cox, F.R., and E.J. Kamprath. 1972. Micronutrient soil test. In: J. J. Mortvedt et al. (eds.) *Micronutrients in Agriculture*. SSSA Madison, USA, 289-317.
18. Gupta, U.C., 1983. Boron deficiency and toxicity symptoms for several crops as related to tissue boron levels. *Journal of Plant Nutrition* 6: 387-395.
19. Guptu, U.C., and Y.A. Cutcliffe. 1984. Effect of applied and residual boron on the nutrition of cabbage and field beans. *Can. Journal Soil Science*. 64: 571-576.

20. Hall R., and H.F. Schwartz. 1994. Common beans. In: Willam F. Bennett (ed.), Nutrient deficiencies and toxicities in crop plants, Minnesota, ASP Press, 143-148.
21. Howeler, R.H., C.A. Flor, and C.A. Gonzalez. 1978. Diagnosis and correction of B deficiency in beans and mung beans in a Mollisols from the Cauca valley of Colombia. *Journal Agronomy*. 70(3), 493-497.
22. Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic press Inc., London. 891p.
23. Martens, D.C., and D.T. Westermann. 1991. Fertilizer application for correcting micronutrient deficiencies. In: J.J. Mortvedt et al. (eds.) *Micronutrients in Agriculture*. Second Ed. SSSA Madison. USA. 549-592.
24. Mohammad, W., S.M. Shah, H. Nawas, and M.M. Iqbal. 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.
25. Nasef, M. A., N. M. Badran, and A. F. Abd El-Hamide. 2006. Response of peanut to foliar spray with boron and/or rhizobium inoculation. *Journal of Applied Sciences Research*. 2(12): 1330-1337.
26. Rizk, W.M., and F.A. Abdo. 2001. The response of two mungbean cultivars to zinc, manganese and boron. Yield and chemical composition of seeds. *Bullten Fac. Agric. Cairo Univ*. 52:467-477.
27. Oertli, J.J., and Richardson W. F. 1970. The mechanism of boron immobility in plants. *Physiol. Plant*: 23, 108-116.
28. Robertson L.S., B.D. Knezek, and J.O. Belo. 1975. A servay of Michigan soils as related to possible boron toxicities. *Common. Soil Science Plant Anual* 6:359-373.
29. Shabaan, M.M., M.M. El-Fouly and E.A.A. Abou El-Nour. 2006. Boron/nitrogen interaction effect on growth and yield of faba bean plants grown under sandy soil condition. *International Journal of Agriculture Research* 1 (4): 322-330.
30. Silva, D.H., and A.E. Boaretto. 2009. Boron mobility in Castro bean plant. *The Proceeding of International Plant Nutrition Colloquium XV1*.
31. Tiffen, L.O., 1972. Translocation of micronutrients in plants. *Soil Sci. Soc. Of America, Madison. USA*. 199-229.

