نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۵، ص. ۴۸۳-۴۷۲

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 2, May.-Jun. 2016, p. 472-483

بررسی تأثیر کاربرد نیتروژن بر کاهش سمیت بور در نهال‌های پسته رقم بادامی- زرندی

بابک متشرع زاده[1*]- سمیه رضایی زاده[2]- مجید فکری[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴

چکیده

بور یکی از هفت عنصر ضروری کم مصرف برای رشد طبیعی گیاهان است. سمیت این عنصر در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلیل مقادیر بالای آن در خاک و آب آبیاری متداول است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربرد نیتروژن بر کاهش سمیت بور در نهال‌های پسته رقم بادامی زرندی انجام شد. اثرات سه سطح نیتروژن (۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع اوره) بر کاهش سمیت حاصل از سه سطح بور (۰، ۱۵، ۳۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع اسید بوریک)، در پسته رقم بادامی زرندی تحت شرایط گلخانه‌ای بررسی شد. پس از هفت ماه از کاشت بذرها، نهال‌های پسته برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح کاربردی بور، غلظت بور در اندام هوایی و ریشه نهال‌ها افزایش و وزن خشک آنها کاهش یافت. اما، استفاده از نیتروژن، تأثیر سوء بور بر وزن خشک را کاهش داد و منجر به افزایش وزن خشک و کاهش غلظت بور در اندام هوایی و ریشه نهال‌ها شد. کاربرد سطوح ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک با تقویت سیستم رویشی گیاه و افزایش سبزینگی، جذب بور در اندام هوایی را به ترتیب ۱۳/۵ و ۳۰/۲ درصد کاهش داد و منجر به رقیق‌تر شدن غلظت بور در گیاه شد (اثر رقت) و اثرات حاصل از سمیت بور را کاهش داد. از این رو کاربرد بهینه نیتروژن به عنوان یکی از روش‌های مدیریت، در کنترل سمیت بور در این شرایط توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پسته، تنش غیر زنده، سمیت بور، نیتروژن

مقدمه

بور به عنوان یک عنصر ضروری کم مصرف و تنها غیر فلز در بین عناصر غذایی مذکور می‌باشد که در غلظت‌های کم مورد نیاز گیاه است (۱۸ و ۳۴). این عنصر در تقسیم سلولی، ساخت دیواره سلولی، ساخت پروتئین، انتقال قند و وظایف غشاء نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۲). اگر چه بور به عنوان یک عنصر ضروری در غلظت های کم در گیاه شناخته شده اما غلظت‌های بالای آن منجر به سمیت گیاه می شود، زیرا دامنه بین کمبود و سمیت بور در گیاهان بسیار باریک می باشد (۳۸). خاک‌های طبیعی ناشی از رسوبات تبخیری دریا حاوی غلظت‌های بالایی از بور هستند، علاوه بر این آب آبیاری و منابع صنعتی بور، ممکن است نقش مهمی را در افزایش سطح بور در خاک‌های تحت کشت داشته باشند (۳۲). زهکشی ضعیف خصوصا در خاک‌های شور ممکن است منجر به افزایش غلظت بور در محلول خاک شود (۸ و ۱۳). همچنین سمیت بور در خاک‌ها ممکن است ناشی از کاربرد کودهای بور جهت رفع کمبود بور باشد (۱). بنابراین بررسی و مطالعه ساز و کارهایی که تعادل بور در گیاهان را تنظیم می‌کنند مهم می‌باشد. سمیت بور در شرایط مزرعه عموما وقتی رخ می‌دهد که غلظت بور در بافت‌های گیاهی از ۲۰۰ میکروگرم در گرم وزن خشک تجاوز کند یا میزان بور موجود در خاک از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر باشد. اگرچه نوع و گونه‌های گیاهی از نظر تحمل سمیت بور تفاوت‌های وسیعی دارند (۱۱). بسیاری از گونه‌های گیاهی از نظر میزان تحمل سمیت بور آزمایش شده‌اند (۱۰ و ۲۰). در ارتباط با پسته سطوح سمیت بور در اندام هوایی به ترتیب ۸/۹، ۳۸، ۹۵ میکروگرم در گرم وزن خشک برای ارقام بادامی، فندقی و کله قوچی پسته گزارش شده است. بر اساس این نتایج، ارقام بادامی، فندقی و کله قوچی به ترتیب خیلی حساس، حساس و نیمه مقاوم نسبت به سمیت بور می‌باشند (۳۹). تحمل گیاهان به سمیت بور از طریق چندین ساز و کار صورت می‌گیرد. نظریه غالب در تحمل گیاهان به سمیت بور بر اساس محدود کردن جذب بور و تجمع کمتر آن در اندام‌های هوایی می‌باشد (۳۰ و ۳۱). پاسخ فیزیولوژیکی برای کاهش تجمع بور در واریته‌های متحمل، انتشار فعال بور از سلول‌های ریشه می‌باشد (۱۷). اثرات فیزیولوژیکی سمیت بور شامل، کاهش تقسیم

۱ و ۲- دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: (Email: moteshare@ut.ac.ir
۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

سلولی ریشه، کاهش رشد ریشه و اندام هوایی (۲۵ و ۳۱) کاهش کلروفیل و توقف فتوسنتز (۲۵)، تجمع لیگنین و سوبرین (۱)، پراکسیداسیون لیپیدها و تغییر فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد (۲).

برای مقابله با سمیت بور، راه‌های متفاوتی از جمله آبشویی خاک‌های غنی از بور (۲۰)، انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های متحمل (۳۲) و کاهش سمیت بور در گیاهان با مصرف برخی از عناصر غذایی ضروری مانند نیتروژن و روی پیشنهاد شده است (۱۲). در تحقیقات مختلف با افزایش مصرف بور وزن خشک شاخسار گیاه کاهش و استفاده از نیتروژن وزن خشک را افزایش داد (۲۲، ۲۳ و ۳۹). عناصر غذایی از جمله نیتروژن به طور مستقیم در ساخت پروتئین و کلروفیل نقش دارند، افزایش نیتروژن با افزایش ساخت پروتئین و تشکیل کلروپلاست سبب افزایش میزان کلروفیل می‌شود (۲۶). اغلب مناطق پسته‌کاری ایران در مناطق خشک و شور قرار گرفته و احتمال سمیت بور در این مناطق وجود دارد. بالا بودن نسبی مقادیر بور در مناطق پسته کاری رفسنجان نشان می‌دهد که در این مناطق از نظر این عنصر به مدیریت مناسبی برای تولید پایدار پسته نیاز است (۱۶). هدف از این تحقیق، بررسی پاسخ‌های گیاهی نهال‌های پسته رقم بادامی- زرندی به سطوح مختلف سمیت بور و تاثیر کاربرد نیتروژن بر مدیریت سمیت بور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، نمونه‌برداری خاک از یک باغ پسته در منطقه محمودیه واقع در شهرستان رفسنجان استان کرمان از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به روش زیگزاگ و به صورت مرکب انجام شد. نمونه‌های خاک پس از خشک شدن در هوای آزاد از الک ۲ میلی-متری عبور داده شده و برای تجزیه آماده گردید. با توجه به اهداف تحقیق، سعی گردید از خاک طبیعی منطقه پسته‌خیز کشور برای این پژوهش استفاده شود. بر این اساس، خاک مورد نظر تهیه گردید و البته میزان قابلیت هدایت الکتریکی آن کمی بالا بود اما با توجه به نیمه مقاوم بودن پسته به شوری، به نظر می‌رسد این موضوع، احتمالا محدودیت چندانی در طراحی آزمایش و نتیجه آن نداشته باشد. EC با روش رودس (۴۰)، بافت خاک با روش هیدرومتری (۳)، نیتروژن کل با دستگاه کجلدال (۴) اندازه گیری شد. بور قابل استفاده با آب داغ (در حال جوشش به مدت ۵ دقیقه) از نمونه‌های خاک، عصاره‌گیری و غلظت بور در عصاره‌ها با روش رنگ سنجی آزومتین اچ با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰nm قرائت شد (۲۱).

در این تحقیق از بذر پسته رقم بادامی- زرندی که از مهمترین ارقام پسته تجاری و کشت شده در ایران محسوب می‌شود، استفاده شد. این رقم دارای میوه بادامی شکل و ریز است و جز ارقام زودرس می باشد و در نیمه اول مرداد قابل برداشت است (۳۳). بذر این رقم به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده و پس از شستشو، از هیپوکلرید سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۱۰ دقیقه به منظور ضد عفونی استفاده شد. پس از آن بذرها به مدت ۴ تا ۵ روز در کیسه های پارچه‌ای مرطوب نگه داشته و پس از جوانه زدن، با قارچ کش بنومیل ۴ در هزار ضد عفونی شدند. بذرها در ۲۰ بهمن ماه در گلدان‌هایی پلاستیکی و فاقد زهکشی (جهت جلوگیری از خروج عناصر غذایی از هر واحد آزمایشی) که هر کدام با ۴/۵ کیلوگرم از خاک مورد آزمایش پر شده بود، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کشت شد. پس از گذشت ۲ ماه و افزایش رشد نهال‌ها، در ۲۵ فروردین ۱۳۹۱، بور در سه سطح ۰، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک از منبع اسیدبوریک و ۱۰ روز بعد، نیتروژن در سه سطح ۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک از منبع اوره به گلدان‌های نهال‌های پسته افزوده شد. از آنجا که امکان تصعید اوره در خاک‌های قلیایی به صورت گاز آمونیاک وجود دارد و این گاز منجر به سوختگی نهال‌ها می شود، لذا جهت جلوگیری از سوختگی نهال‌ها و همچنین کاهش تلفات اوره، سطوح نیتروژن به سه بخش تقسیم شد و در سه دوره زمانی به فاصله یک ماه اعمال شد در طول دوره داشت، از آنجا که اوره حلالیت بالایی در آب دارد و امکان اتلاف آن از طریق آبشویی وجود داشت عملیات نگهداری و کوددهی در سیستم بسته گلدان‌ها، صورت گرفت. به این معنی که گلدان‌ها فاقد زهکش بودند لذا تعادل عناصر غذایی، در طول دوره داشت، حفظ گردید. با توجه به هدف آزمایش، به منظور تکثیر پسته رقم بادامی- زرندی از بذر استفاده شد، برای اینکه تاثیر تنوع ژنتیکی بذرها بر تیمارهای اصلی به حداقل برسد، بذرها از یک تک درخت که از یک درخت نر پیوند خورده بود و در فاصله زیادی از آن باغ پسته وجود نداشت، تهیه شد. سطوح مورد نظر بور بر اساس آزمایش پیش تیمار، تحقیقات قبلی سایر محققان و با توجه به اهداف پژوهشی این تحقیق و حدود بحرانی بور انتخاب گردید (۱ و ۳۹).

پس از گذشت هفت ماه از کشت بذر، نمونه‌های گیاهی پس از شستشو و خشک شدن در هوای آزاد، در آون ۶۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا رطوبت‌گیری شوند. سپس نمونه‌های مذکور آسیاب و یک گرم از آنها به روش خاکستر خشک و حل در اسید کلریدریک عصاره گیری شد (۶). در عصاره حاصل، پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیم با روش کمپلکسومتری و بور موجود با روش آزومتین اچ-کالوریمتری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ nm قرائت شد (۶). برای محاسبه میزان جذب بور، غلظت بور در اندام‌های گیاه (اندام هوایی- ریشه) اندازه گیری شد و از حاصل ضرب این صفت در میزان وزن خشک مربوط به آن اندام، میزان جذب بور به دست آمد (۲۹). ضمنا غلظت بور در برگ‌ها نیز اندازه‌گیری شد و در محاسبات در نظر گرفته شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در این پژوهش

Table 1- Analysis of variance of desired traits in this study

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	غلظت بور در ساقه Stem Boron concentration	غلظت بور در ریشه Root Boron concentration	غلظت نیتروژن در ساقه Stem Nitrogen concentration	غلظت نیتروژن در ریشه Root Nitrogen concentration	غلظت بور در خاک Soil boron concentration
بلوک Block	2	0.0160 ^{ns}	0.0355 ^{ns}	403.67 ^{ns}	26.09 ^{ns}	0.00031 ^{ns}	0.01057 ^{ns}	0.0199 ^{ns}
بور B	2	6.01**	3.5803**	62058.66**	34951.14**	0.07187**	0.71797**	740.4047**
نیتروژن N	2	16.93**	1.5188**	3735.72**	11660.00**	0.04552**	0.92999**	0.0297 ^{ns}
B×N	4	3.64**	1.0638**	1879.54**	4327.64**	0.02822**	0.41603**	0.0256 ^{ns}
اشتباه آزمایشی Error	52	0.0704	0.0107	408.89	21.00	0.000619	0.01090	0.0509
ضریب تغییرات (٪) CV	-	8.09	6.05	19.18	9.04	5.14	10.47	2.67

ns، * و **. به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **, insignificant, significant in $p<0.05$ and $p<0.01$, respectively

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار و ۳۶ واحد آزمایشی انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.2 انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. نتایج تجزیه واریانس صفات در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج و بحث

نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در جدول (۲) آمده است. با توجه به این جدول، قابلیت هدایت الکتریکی خاک مورد مطالعه ۴/۹۸ دسی زیمنس بر متر بود. اگر چه مشکل بور می‌تواند در خاک‌های شور تشدید شود اما از آنجایی که هدف تحقیق حاضر بررسی نقش نیتروژن در کاهش سمیت بور بود لذا از خاک با شوری بالا استفاده نشد بلکه از خاک طبیعی منطقه در کشت گلخانه‌ای، استفاده شد. میانگین مقدار بور قابل استفاده (محلول در آب داغ) ۰/۳۹ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود، حد بحرانی بور خاک برای گیاهان مختلف ۰/۳۵ تا ۰/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۲۴). با توجه به اهداف تحقیق، سطوح (۰، ۱۵، ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک) در خاک مربوطه اعمال گردید تا پاسخ‌های گیاه در این محدوده‌ها بررسی گردد.

با توجه به اهداف تحقیق، خاک مناسب و فاقد هر نوع محدودیتی از نظر خصوصیات فیزیکو- شیمیایی برای پسته انتخاب گردید. از آنجا که پسته در خاک‌های یکنواخت که دارای بافت ریز تا متوسط بوده و ظرفیت نگه داری آب و عناصر غذایی آنها کافی باشد بهتر رشد می‌کند و به طور کلی خاک‌های لومی شنی را بیشتر ترجیح می‌دهد. بافت خاک متوسط انتخاب گردید تا پاسخ گیاه به آن تا حد زیادی مشابه بافت مناسب برای کشت پسته باشد (جدول ۲).

جدول ۲- برخی نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اعمال تیمارها

Table 2- Some of results of soil chemical and physical properties before when the treatment apply

واکنش خاک pH	قابلیت هدایت الکتریکی EC (dS/m)	نیتروژن (٪) N%	کربن آلی (٪) OC%	رس (٪) Clay%	کلاس بافت Soil Texture class	فسفر قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم) P(mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم در کیلوگرم) K(mg/kg)	کلسیم (میلی اکی والان بر لیتر) Ca(meq/L)	منیزیم (میلی اکی والان بر لیتر) Mg(meq/L)	بور (میلی گرم بر کیلوگرم) B(mg/kg)
8.50	4.98	0.09	1.20	31.88	Sandy Clay Loam	28.78	394.72	14	10.60	0.39

برای انجام این تحقیق، ابتدا جهت تعیین سطوح بور یک پیش آزمایش به مدت هفت ماه انجام شد. با توجه به این که رقم بادامی- زرندی پسته یک رقم بسیار حساس به سمیت بور و در عین حال رقم تجاری پسته، شناخته شده است هدف از انجام پیش آزمایش، تعیین سطوحی از سمیت بور بود، که گیاه باز هم در این سطوح، امکان بقا داشته باشد و با توجه به اهداف پژوهشی این تحقیق، در طی آزمایش به طور کامل از بین نرود. در پیش آزمایش، تاثیر سه سطح ۰، ۱۰و ۴۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک، بر عملکرد و غلظت بور در گیاه بررسی شد (جدول ۳).

افزایش ۴۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک به ترتیب ۵۷/۳، ۴۶/۳ و ۵۶/۹ درصد کاهش عملکرد وزن خشک را در برگ، ساقه و ریشه نشان داد (جدول ۳). با توجه به تحقیقات قبلی، سطوح بالاتر از ۲۰ میلی گرم بور کاهش شدیدی در وزن خشک پسته رقم بادامی نشان داد و این رقم پسته در مقایسه با ارقام فندقی و کله قوچی، نسبت به سمیت بور، خیلی حساس است (۳۹). بنابراین، در این تحقیق، سطوح بور بین سطوح کاربرد بور در پیش آزمایش در نظر گرفته شد.

تأثیر کاربرد سطوح مختلف بور بر وزن خشک و غلظت بور در اندام هوایی و ریشه در جدول ۴ نشان داده شده است. با افزایش سطوح کاربردی بور، وزن خشک اندام هوایی و ریشه به طور معنی‌داری کاهش یافت. با افزایش سطح کاربرد بور از صفر تا ۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، عملکرد وزن خشک از ۳/۷۲ به ۲/۴۵ گرم در اندام هوایی و از ۲/۲۸ به ۱/۵۰ گرم در ریشه کاهش یافت، به عبارت دیگر، افزایش ۳۰ میلی‌گرم بور، ۳۴/۱۳ و ۳۴/۲۱ درصد کاهش عملکرد وزن خشک را به ترتیب در اندام هوایی و ریشه نشان داد. با افزایش سطوح کاربرد بور، غلظت بور در اندام هوایی و ریشه افزایش نشان داد. میانگین غلظت بور در اندام هوایی، در سطوح ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم به ترتیب ۸۷/۶ و ۱۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک بود. با افزایش ۳۰ میلی‌گرم بور، غلظت بور در اندام هوایی نسبت به تیمار صفر تقریبا ۲/۸ برابر شده است. بر اساس تحقیقات سپاسخواه و همکاران (۳۹) که سطح سمیت بور در برگ رقم بادامی پسته را، ۸/۹ میکروگرم در گرم وزن خشک گزارش کرد. کاربرد سطوح ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک در نهال‌ها ایجاد سمیت کرد و علائم سمیت در برگ‌ها به صورت سوختگی نوک و حاشیه برگ‌ها مشاهده شد.

فرگوسن (۴) غلظت بور کمتر از ۱۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک برگ درختان پسته کالیفرنیا را خوب، ۸۰۰-۱۲۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک برگ را رو به زیاد و بیش از ۸۰۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک برگ را خیلی زیاد بیان نموده است. پارسا و والیس (۳۵ و ۳۶) در بررسی تاثیر بور در دو رقم پسته ایرانی، تفاوت بین ارقام را در جذب بور، گزارش کردند. در این پژوهش، غلظت‌های ۰، ۱، ۲، ۴ و ۸ میکروگرم بور در هر گرم خاک در آزمایش گلدانی در شرایط گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفت اما در هیچ یک از غلظت‌ها، تاثیر منفی ناشی از بور بر رشد رویشی نهال‌های پسته در مدت ۸ هفته (با غلظت ۳۰۰ میکروگرم بور در گرم برگ مسن) مشاهد نشد که این امر می‌تواند ناشی از بافت خاک مورد استفاده در تحقیق (شنی)، یا شرایط اقلیمی کالیفرنیا و نوع ارقام پسته مورد استفاده باشد.

اثر متقابل نیتروژن و بور بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه رقم بادامی پسته، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). افزایش کاربرد نیتروژن، وزن خشک اندام هوایی را در تمامی سطوح کاربرد بور به طور معنی‌داری افزایش داد (شکل ۲). در شاهد و سطح ۱۵ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک، استفاده از نیتروژن باعث افزایش معنی‌داری در وزن خشک ریشه نهال‌ها شد. استفاده از ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک در سطح ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک، باعث افزایش وزن خشک ریشه گیاه شد.

جدول ۳- اثرات کاربرد بور بر عملکرد و غلظت بور در رقم بادامی-زرندی پسته در پیش آزمایش

Table 3- The effect of Boron application on yield and Boron concentration in pistachio, Badami- zarandi variety in pre treatment

بور Boron (mg/kg)	وزن خشک برگ- گرم Leaf dry weight(gr)	وزن خشک ساقه- گرم Stem dry weight(gr)	وزن خشک ریشه- گرم Root dry weight(gr)	غلظت بور در برگ- میلی گرم بر کیلوگرم Leaf boron concentration (mg/kg)	غلظت بور در ساقه-میلی گرم بر کیلوگرم Stem boron concentration (mg/kg)	غلظت بور در ریشه- میلی گرم بر کیلوگرم Root boron concentration (mg/kg)
0	2.93 a	3.11 a	3.72 a	74.29 c	16.55 c	8.72 c
10	2.90 a	2.54 b	2.56 b	100.58 b	21.71 b	14.77 b
40	1.25 b	1.67 c	1.60 c	148.85 a	27.53 a	31.97 a

حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌داری بین میانگین ها می‌باشد

Numbers followed by the same letter are not significantly different ($p<0.05$)

جدول ٤- تأثیر کاربرد بور بر عملکرد و غلظت بور در رقم بادامی زرندی پسته

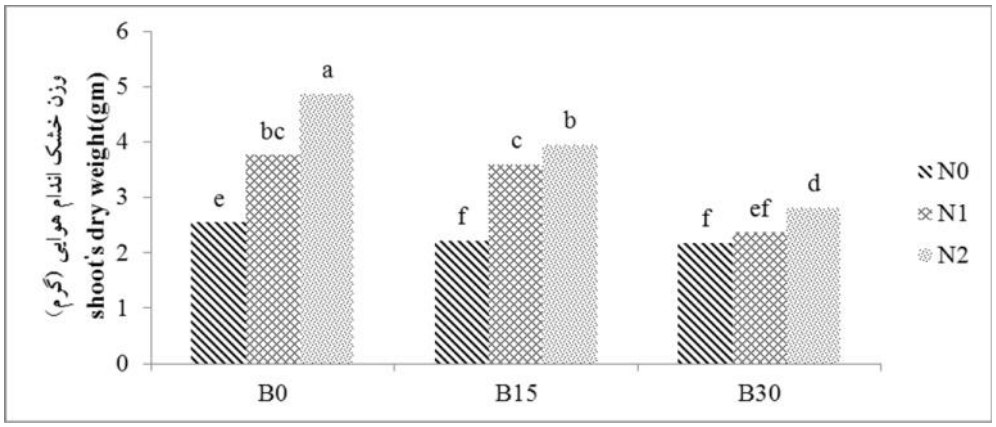
Table 4- The effect of Boron application on yield and Boron concentration in pistachio, Badami- zarandi variety

بور(mg/kg) Boron (mg/kg)	وزن خشک اندام هوایی (گرم) Shoot dry weight (gr)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)	غلظت بور در اندام هوایی (میلی گرم بر کیلوگرم) Shoot Boron concentration (mg/kg)	غلظت بور در ریشه (میلی گرم بر کیلوگرم) Root Boron concentration (mg/kg)	بور قابل جذب خاک (میلی گرم بر کیلوگرم) Soil Boron concentration (mg/kg)
0	3.72 a	2.28 a	43.05 c	8.46 c	0.39 C
15	3.25 b	1.75 b	87.69 b	35.11 b	3.52 b
30	2.45 c	1.50 c	122.07 a	56.02 a	10.61 a

حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌داری بین میانگین ها می‌باشد
Numbers followed by the same letter are not significantly different ($p<0.05$)

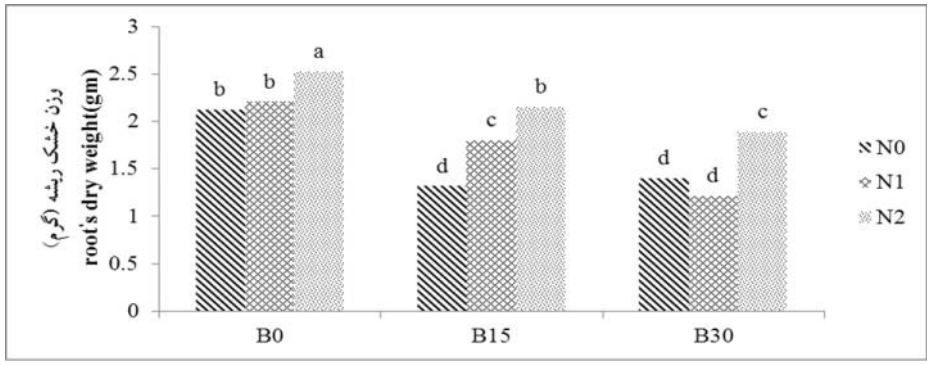
شکل ۱- تأثیر نیتروژن بر افزایش رشد طولی، تعداد و سطح برگ

Figure 1- The effect of Nitrogen on increasing of length growing of plant and number and area of leaves



شکل ۲- وزن خشک اندام هوایی در سطوح مختلف تیمارهای بور و نیتروژن(B۰، B۱۵، B۳۰ به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی گرم بور در کیلوگرم خاک و N۰، N۱، N۲ به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی گرم نیتروژن در کیلو گرم خاک می‌باشد، حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

Figure 2- Shoot's dry weight in different levels of Boron and Nitrogen (0B, 15B, 30B indicate levels of 0, 15, 30 mg/kg Boron, respectively, and 0N, 1N, 2N indicate levels of o, 250, 350 mg/kg Nitrogen, respectively. On based of Duncan test, the same letter are not significantly different ($p<0.05$))



شکل ۳- وزن خشک ریشه رقم بادامی-زرندی پسته در سطوح مختلف تیمارهای بور و نیتروژن (۰B، ۱۵B، ۳۰B به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک و ۰N، ۱N، ۲N به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد. حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

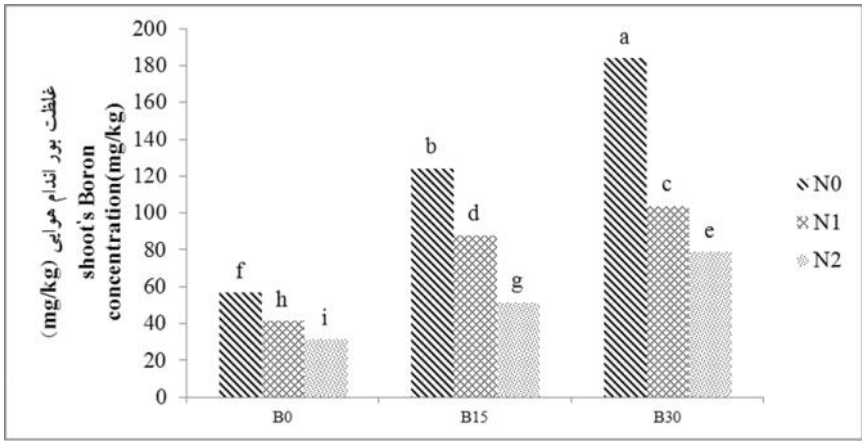
Figure 3- Root's dry weight in different levels of Boron and Nitrogen (0B, 15B, 30B indicate levels of 0, 15, 30 mg/kg Boron, respectively, and 0N, 1N, 2N indicate levels of o, 250, 350 mg/kg Nitrogen, respectively. On based of Duncan test, the same letter are not significantly different (p<0.05))

اما، این روند افزایشی در سطح ۲۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک مشاهده نشد (شکل ۳).

در سطح ۳۰ میلی‌گرم بور، اثرات حاصل از سمیت بور بسیار شدید بود و منجر به کلروز کامل سطح برگ شد، اما استفاده از نیتروژن منجر به افزایش رشد طولی شد و تعداد و سطح برگ‌ها نیز افزایش یافت (شکل ۱). کوهکن و مفتون (۲۳) در کلزا و کوهکن (۲۲) در برنج گزارش کردند که با افزایش مصرف بور وزن خشک شاخسار گیاه کاهش یافت و استفاده از نیتروژن وزن خشک را داد.

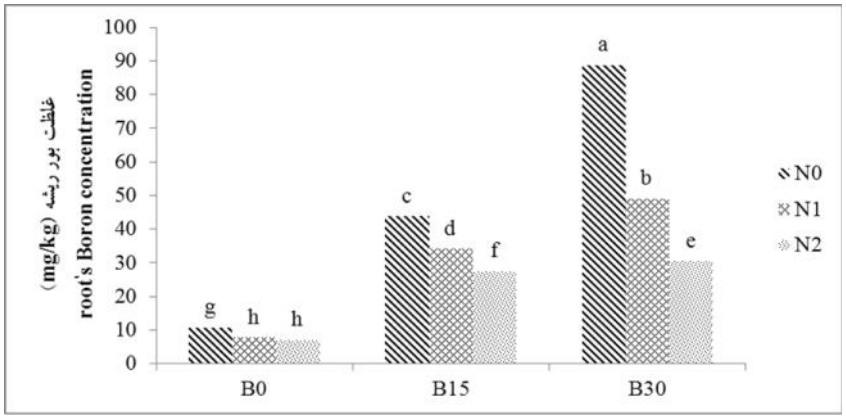
بررسی اثر کاربرد نیتروژن بر غلظت بور

نیتروژن بر غلظت بور در اندام هوایی و ریشه نهال‌های پسته اثر معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). همانطور که در شکل ۴ و ۵ مشاهده می‌کنید، با افزایش سطح کاربردی بور غلظت بور در اندام هوایی و ریشه نهال‌های پسته افزایش نشان داد و در تمامی سطوح کاربردی بور با افزایش کاربرد نیتروژن، غلظت بور به طور معنی‌داری نسبت به سطح صفر نیتروژن کاهش نشان داد. بیش‌ترین غلظت بور در تیمار B30N0 مشاهده شد که با کاربرد ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک به ترتیب، ۴۳/۶ و ۵۷/۱ درصد کاهش نشان داد.



شکل ٤- غلظت بور در اندام هوایی رقم بادامی-زرندی پسته نسبت به سطوح مختلف بور و نیتروژن (۰B، ۱۵B، ۳۰B به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک و ۰N، ۱N، ۲N به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد، حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

Figure 4- Shoot's Boron concentration in different levels of Boron and Nitrogen (0B, 15B, 30B indicate levels of 0, 15, 30 mg/kg Boron, respectively, and 0N, 1N, 2N indicate levels of o, 250, 350 mg/kg Nitrogen, respectively. On based of Duncan test, the same letter are not significantly different (p<0.05))

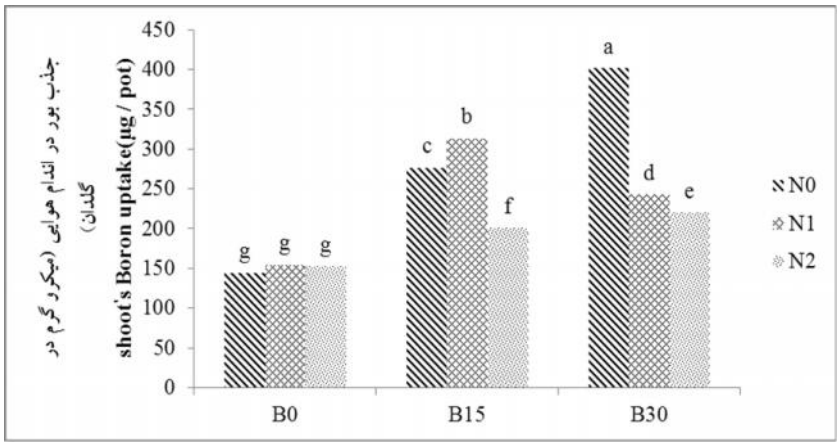


شکل ۵- غلظت بور در ریشه رقم بادامی- زرندی پسته نسبت به سطوح مختلف بور و نیتروژن (۰B، ۱۵B، ۳۰B به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک و ۰N، ۱N، ۲N به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد، حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

Figure 5- Root's Boron concentration in different levels of Boron and Nitrogen (0B, 15B, 30B indicate levels of 0, 15, 30 mg/kg Boron, respectively, and 0N, 1N, 2N indicate levels of o, 250, 350 mg/kg Nitrogen, respectively. On based of Duncan test, the same letter are not significantly different (p<0.05))

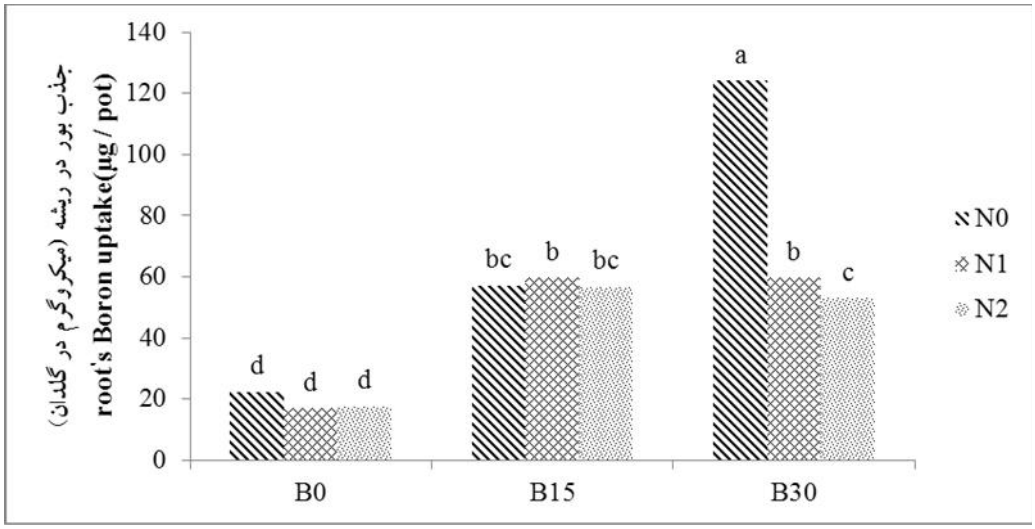
بررسی اثر کاربرد نیتروژن بر میزان جذب بور

در سطح ۱۵ میلی‌گرم بور، با کاربرد ۲۵۰ میلی‌گرم نیتروژن، جذب بور در اندام هوایی نسبت به سطح صفر نیتروژن، ۱/۱ برابر افزایش نشان داد که احتمالا به دلیل تاثیر نیتروژن در افزایش رشد رویشی گیاه و در نتیجه افزایش وزن خشک نهال‌ها می‌باشد. اما، با کاربرد ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن، جذب بور نسبت به سطح صفر نیتروژن ۱/۳ برابر کاهش نشان داد، که نشان دهنده سرعت بیشتر افزایش رشد رویشی نهال‌ها نسبت به افزایش غلظت بور می‌باشد، که منجر به رقیق شدن عنصر بور در گیاه می‌شود (شکل ۶). به طور کلی، جذب بور در اندام هوایی رقم بادامی، ۱۳/۵ و ۳۰/۲ درصد به ترتیب با به کارگیری ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک کاهش نشان داد. در ریشه، کاربرد نیتروژن در سطح ۳۰ میلی‌گرم بور منجر به کاهش جذب بور شد. اما در شاهد و کاربرد ۱۵ میلی‌گرم بور تفاوت معنی‌داری بین سطوح نیتروژن مشاهده نشد (شکل ۷).



شکل ٦- جذب بور در اندام هوایی رقم بادامی- زرندی پسته نسبت به سطوح مختلف بور و نیتروژن (۰B، ۱۵B، ۳۰B به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک و ۰N، ۱N، ۲N به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد، حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

Figure 6- Shoot's Boron uptake in different levels of Boron and Nitrogen (0B, 15B, 30B indicate levels of 0, 15, 30 mg/kg Boron, respectively, and 0N, 1N, 2N indicate levels of o, 250, 350 mg/kg Nitrogen, respectively. On based of Duncan test, the same letter are not significantly different (p<0.05))



شکل ۷- جذب بور در ریشه رقم بادامی- زرندی پسته نسبت به سطوح مختلف بور و نیتروژن(۰B، ۱۵B، ۳۰B به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بور در کیلوگرم خاک و ۰N، ۱N، ۲N به ترتیب نشان دهنده سطوح کاربرد صفر، ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک می‌باشد، حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪، به معنی عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد)

Figure 7- Root's Boron uptake in different levels of Boron and Nitrogen (0B, 15B, 30B indicate levels of 0, 15, 30 mg/kg Boron, respectively, and 0N, 1N, 2N indicate levels of o, 250, 350 mg/kg Nitrogen, respectively. On based of Duncan test, the same letter are not significantly different (p<0.05))

نتیجه‌گیری

افزایش بور در مقادیر ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک، غلظت بور در اندام هوایی و ریشه نهال‌های پسته را افزایش و وزن خشک آنها را کاهش داد. در تمامی سطوح کاربرد بور بیشترین میزان جذب بور در اندام هوایی مشاهده شد و علائم سمیت به صورت کلروز نوک و حاشیه برگ‌ها مشاهده شد. این نتایج با توجه به اینکه بور در پسته غیرمتحرک است و با جریان تعرق به طرف برگ حرکت کرده و در قسمت‌های انتهایی رگبرگ‌ها تجمع می‌یابد قابل توجیه است. نیتروژن اثر سوء بور بر وزن خشک نهال‌ها را کاهش داد و منجر به افزایش وزن خشک و کاهش غلظت بور در اندام هوایی و ریشه نهال‌های بادامی پسته شد. وزن خشک اندام هوایی نهال‌های بادامی پسته ۴۰/۳ و ۲۸/۴ درصد و وزن خشک ریشه ۲۶/۴ و ۷/۴۷ درصد به ترتیب با کاربرد ۳۵۰ و ۲۵۰ میلی گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک افزایش نشان داد. نقش نیتروژن در افزایش سبزینگی اندام هوایی گیاه باعث شد که در اندام هوایی نسبت به ریشه به طور موثرتری در کاهش اثرات حاصل از سمیت بور عمل کند.

جذب بور در اندام هوایی رقم بادامی، ۱۳/۵ و ۳۰/۲ درصد به ترتیب با به کارگیری ۲۵۰ و ۳۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک کاهش نشان داد و بیشترین میزان جذب بور در تیمار ۳۰ میلی‌گرم بور و صفر نیتروژن مشاهده شد. احتمالا تاثیر نیتروژن در افزایش رشد رویشی گیاه منجر می‌شود که میزان رشد سریعتر از افزایش غلظت عنصر بور افزایش یابد که باعث کاهش در غلظت بور می‌شود و به عبارتی باعث رقت عنصر در گیاه می شود. از طرف دیگر تیمار نیتروژن با افزایش تعداد برگ‌ها و همچنین افزایش سطح برگ‌ها منجر به افزایش سبزینگی و غلظت کلروفیل برگ می‌شود و کلروز برگ، ناشی از سمیت بور را که منجر به کاهش فتوسنتز در گیاه می‌شود را برطرف می‌سازد. از اینرو کاربرد بهینه نیتروژن به عنوان یکی از روش‌های مدیریتی در کنترل سمیت بور در این شرایط توصیه می‌شود. پیشنهاد می‌شود، به منظور توصیه صحیح کودی، این تحقیق در شرایط مزرعه نیز انجام شود. با توجه به اینکه تغذیه بهینه گیاهان در شرایط سمیت بور یکی از راهکارهای مدیریت این مشکل است، توصیه می‌شود در احداث باغ‌های جدید پسته، از ارقام متحمل به سمیت بور استفاده شود.

منابع

1- Blevins D.G., and Lukaszewski K. M. 1998. Boron in plant structure and function. Annual. Review of plant physiology and plant molecular biology, 49: 481–500.

2- Bouyoucos C. J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soil. Agron. J. 54: 464-465.
3- Bremner J. M. 1996. Nitrogen-total. P. 1085-1122. In Sparks, D.L. et al., Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
4- Brown P. H., Ferguson L., and Picchioni G. 1992. Boron nutrition of pistachio. Department of pomology, University of California., Davis.
5- Fallahi E. 1997. Pre-harvest nitrogen optimization for maximizing yield and post-harvest fruit quality of apple. Acta Horticulturae, 448: 415-419.
6- Emami A. 1996. Plant analysis methods. 982_{th} Journal of Agricultural Extension, learning, Research Organization. Tehran, Iran. (in Persian)
7- Ferguson L. 2003. Pistachio production year book. pp. 62-66. UC, Davis, California, USA.
8- Goldberg S., and Forster H.S. 1991. Boron sorption on calcareous soils and reference calcites, Soil Science, 152(4): 304-310.
9- Goldberg S. 1997. Reactions of boron with soils, Plant Soil, 193: 35-48.
10- Gorsline D.A., and et al. 1968. Holocene sedimentation in tanner basin, California continental borderland, Geol. Soc. Amer. Bull. Press.
11- Grieve C.M., and Poss J.A. 2000. Wheat response to interactive effects of boron and salinity. J. Plant Nutr. 23: 1217–1226.
12- Gupta U. C., Macleod J. A., and Sterling J. D. E. 1976. Effect of boron and nitrogen on grain yield and boron and nitrogen concentrations of barley and wheat. Soil Science Society of America Journal. 40 (5): 723-726.
13- Gupta U. C., and Jame Y. W. 1985. Boron toxicity and deficiency: a review. Canadian Journal of Soil Science, 65: 381-409.
14- Gupta U. C. 1993. Boron and its role in crop production. CRC, Press. 3-157.
15- Havlin J. L., Tisdale S. L., Nelson W. L., and Beaton J. D. 2008. Soil fertility and fertilizers. 8^{th} Edition.
16- Hosseini-fard S. J., Heidari nejad A., Mohammadi Mohammad abadi A., and Sedaghati N. 2008. The Study of Boron Status in Water, Soil and Pistachio in cultivated areas of Pistachio in Iran. Journal of Research and Construction agriculture and gardening, 81: 9-19. (in Persian with English abstract).
17- Iwai H., Masaoka N., Ishii T., and Satoh S. 2002. A pectin glucuronosyl transferase gene is essential for intercellular attachment in the plant meristem. Proc Natl Acad Sci USA 99*:* 16319–16324.
18- Juan J. 2008. Boron in Plants: Deficiency and Toxicity. Journal of Integrative Plant Biology, 50 (10): 1247–1255.
19- Keren R., Bingham F.T., and Rhoades J.D. 1985. Plant uptake of boron as affected by boron distribution between liquid and solid phases in soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 297–302.
20- Keren R. 1996. Boron. In D.L. Sparks (ed.) Methods of soil analysis, Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America, Book series No. 5.
21- Kostas B. S., and Dordas C. 2006. Effect of foliar applied boron, manganese and zinc on tan spot in winter durum wheat, Plant Protection, 25(7): 657-663.
22- Koohkan H. 2009. Boron and Nitrogen Interaction in Rice. 2_{th} agricultural science and Food industry Regional Congress. Fasa, Iran. (in Persian)
23- Koohkan H., and Maftoun M. 2009. Effect of Nitrogen Levels on the Decrease Boron Toxicity and Growth and Chemical Composition of Kolza. 10_{th} Soil Science Congress of Iran. Gorgan. (in Persian)
24- Lovatt C.J., and Bates M. 1984. Early effects of exess boron on photosynthesis and growth of *Cucurbita pepo*. J. Exp. Bot., 35: 297-305.
25- Makino A., and Osmond B. 1991. Effects of Nitrogen nutrition on nitrogen partitioning between chloroplasts and mitochondria in pea and wheat, Plant Physiology, 96: 355-362.
26- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London. P. 116-386.
27- Malakooti M. J., and Moteshare zadeh B. 1999. Boron Role on Increase of Quantity and Improvement of Quality Agricultural Products. Agricultural Learning and Research Organization, Iran. (in Persian).
28- Moraghan J. T., and Kenneth G. 1999. Seed-Zinc concentration and the zinc-efficiency trait in Navy Bean. Soil Science Society of America Journal, 63: 918-922.
29- Nable R.O. 1988. Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat Cultivars: A preliminary examination of the resistance mechanism. Plant Soil, 112: 45-52.
30- Nable R.O., Lance R.C., and Cartwright B. 1990. Uptake of boron and silicon by barley genotypes with differing susceptibilities to boron toxicity. Ann. Bot. 66: 83–90.
31- Nable R. O., Banuelos G. S., and Paull J. G. 1997. Boron toxicity. Plant and Soil. 193(1-2), 181-198.
32- O'Neill M.A., Eberhard S., Darvill A.G., and Albersheim P. 2001. Requirement of borate cross-linking of cell wall rhamnogalacturonan II for *Arabidopsis* growth. Science, 294*:* 846–849.
33- Panahi B., Esmaeilpoor A., Moazempoor kermani F., and Farivar Mahin H. 2002. Guideline of Pistachio (Planting, Growing, Harvesting). Agricultural Learning and Research Organization, Iran.
34- Parsa A.A., and Wallace A. 1980a. Effect of strength of nutrient solution on the growth and nutrient uptake of

pistachio seedlings. J.Plant Nutr. 2: 257-261.
35- Parsa A.A., and Wallace A. 1980b. Differential partitioning of boron and calcium in shoots of seedlings of two pistachio cultivars. J. Plant Nutr. 2: 263-266.
36- Reid R. 2010. Can we really increase yields by making crop plants tolerant to boron toxicity. Plant Science. 178: 9-11.
37- Reisenauer H. M., Walsh L. M., and Hoeft R.G. 1973. Testing soils for sulphur, boron, molybdenum, and chlorine. In Soil Testing and Plant Analysis. Eds. L M Walsh and J D Beaton. Rev. ed, pp 173–200. Soil Sci. Soc. Am. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
38- Rhoades J. D. 1996. Electrical conductivity and total dissolved solids. P. 417-436. In Sparks, D. L. et al., Method of soil analysis. Published by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.
39- Sepaskhah A. R., Maftoun M., and Yasrebi J. 1988. Seedling growth and Chemical composition of three pistachio cultivars as affected by soil applied boron. Journal of Horticultural Science, 63: 743-749.
40- Sepaskhah A. R., Maftoun M., and Yasrebi J. 1994. Seedling growth and chemical composition of two pistachio cultivars as affected by boron and nitrogen application. Journal of Plant Nutrition, 17: 155-171.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 2, May.-Jun. 2016, p. 472-483

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۵، ص. ۴۸۳-۴۷۲

The Effect of Nitrogen Application on Boron Toxicity Reduction in Pistachio (*Pistacia vera* cv. Badami-Zarand Saplings)

B. Motesharezadeh[1]*- S. Rezaezadeh[2] - M. Fekri[3]

Received: 30-09-2014
Accepted: 15-03-2015

Introduction: Boron is one of the seven essential microelements for the natural growth of plants. The toxicity of this element occurs in arid and semi-arid regions, which is because of its high level in soils and the irrigation water of mentioned regions. The aim of this study was to evaluate the effect of nitrogen application on boron toxicity tolerance in pistachio, Badami-Zarand variety. The effects of three nitrogen levels (0, 250, and 350 mg/kg of soil) on the reduction of toxicity due to the three levels of boron (0, 15, and 30 mg/kg of soil) were examined in Badami-Zarandi variety of pistachio under greenhouse conditions. After 7 months from sowing the seeds, pistachio seedlings were harvested and desired traits were measured. The results showed that by increasing boron application level, boron concentration in the shoot and root of seedlings increased whereas their dry weight decreased. Using of nitrogen reduced the negative effects of boron on the dry weight and led to increase dry weight and decrease boron concentration in the shoot and root of pistachio, Badami variety. Nitrogen application at the levels of 250 and 350 mg N per kg of soil reduced boron uptake in shoots by reinforcing plant vegetative system and increasing chlorophyll content by 13.5% and 30.2%, respectively and finally led to diluted boron concentration in the plant (dilution effect) and reduced the effects of boron toxicity. Hence, optimized nitrogen application is suggested as one of the management methods in controlling Boron toxicity under these conditions.

Materials and Methods: A factorial experiment based on randomized complete block design with four replications was carried out. Soil sampling was done in 0-30 cm depth in a zeekzack way from a pistachio garden that located in mahmoodiye area in Rafsanjan. The soil sample was air-dried and passed through a 2mm sieve. The soil chemical and physical properties were measured. In this study, badami-zarand cultivar seed was used because it is one of the most important pistachio cultivars. The seeds were soaked in water for 24 hours and disinfected by benomyl fungicide. When the seeds germinated, they were planted in the pots containing 4.5 kg soil and without drainage, so nutrients balance was kept during growing period. After 7 months, the seedlings were harvested and B was measured.

Results and Discussion: The results showed that increasing the boron levels from 0 to 30 mg kg-1 led to decrease shoot dry weight from 3.72 to 2.45 gram and root DM from 2.28 to 1.50 gram. Increasing 30 mg kg-1 boron led to 2.8 times increase of shoot boron concentration. The averages of shoot boron concentration in the levels of 15 and 30 mg kg-1 boron were 87.6 and 122 mg kg^{-1}DM, respectively. The boron toxicity level in Badami-Zarand cultivar is 8.9 mg kg-1 DM (Sepaskhah*et al*, 1994), so these levels were the cause of boron toxicity and boron toxicity symptoms were seen as leaf burn, often at the margins and the tips of older leaves.

The results showed that increasing nitrogen levels led to decrease shoot boron concentration and increase their weight. The results also showed a significant negative correlation between the nitrogen levels and boron uptake. Boron uptake in the shoots of seedlings about 13.5 and 30.2 percent decreased when nitrogen levels increased. Shoot dry weight decreased when boron application increased, but it increased when nitrogen was used (Koohkan and Maftoun, 2009).

Conclusion: The reduction of dry weight and increasing boron concentration occurred when increased boron application. The Maximum of boron uptake was seen by leaves, and boron toxicity symptoms were appeared as leaf burn especially at the tips and margins of older leaves. Since, boron is immobile in pistachio; it is absorbed by mass flow, so the accumulation of boron at older leaves is persuaded. Nitrogen reduced the bad effects of boron on dry weight and the bad effects of increasing boron concentration by the synthesis of chlorophyll, so it was more useful in shoot than root. Boron uptake was also reduced by nitrogen application. This effect of nitrogen is probably concerned to the increase of dry weight more than boron concentration (Dilution effect). On the other hand, nitrogen caused to increase leaf index and increase the number of seedling leaves. The injured leaves due to boron toxicity were restored, because of high leaf chlorophyll. It is suggested that this study will be done under field conditions for fertilizer application recommendations and to be used for creation of tolerant

1 and 2- Associate Professor and M.Sc Graduated, Department of Soil Science Engineering , College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: moteshare@ut.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Soil Science Engineering , College of Agriculture, University Shahid Bahonar, Kerman, Iran

cultivars of pistachio.

Keywords: Abiotic Stress, Boron Toxicity, Nitrogen, Pistachio