

# SID



ابزارهای پژوهش



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه‌های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم‌های آموزشی

سامانه ویراستاری (ویرایش متون فارسی، انگلیسی، عربی)

۴۰ درصد تخفیف نوروزی ویژه کارگاه‌ها و فیلم‌های آموزشی



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

## بررسی وضعیت بور در آب، خاک و گیاه پسته در مناطق پسته کاری کشور

• سید جواد حسینی فرد

اعضاء هیئت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

• علی حیدری نژاد

کارشناس بخش تحقیقات آبیاری و تغذیه موسسه تحقیقات پسته کشور

• اکبر محمدی محمد آبادی

اعضاء هیئت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

• ناصر صداقتی

اعضاء هیئت علمی موسسه تحقیقات پسته کشور

تاریخ دریافت: شهریور ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: تیرماه ۱۳۸۷

Email: j-hosseinfard@pri.ir

### چکیده

بور یکی از عناصر ضروری کم نیاز برای رشد طبیعی گیاهان است. سمیت این عنصر در مناطق خشک و نیمه خشک، به دلیل مقادیر بالای آن در آب آبیاری این مناطق اتفاق می افتد. این مطالعه برای تعیین وضعیت بور در آب آبیاری، خاک و برگ پسته در مناطق مختلف پسته کاری کشور انجام شد. نمونه برداری خاک از سه عمق ۰-۴۰، ۴۰-۸۰ و ۸۰-۱۲۰ سانتی متری صورت گرفت و عصاره گیری بور در آنها به دو روش آب داغ و عصاره اشباع انجام شد. نمونه برداری برگ در اواخر تیرماه از شاخه های بدون محصول انجام گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر میانگین غلظت بور در آب آبیاری مناطق پسته کاری رفسنجان، زرنند، سیرجان، کرمان، خراسان، سمنان، قزوین و یزد به ترتیب ۴/۱، ۱/۲، ۲/۵، ۲، ۱/۸، ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۱ میلی گرم در لیتر می باشد. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بین غلظت بور برگ و غلظت بور عصاره گیری شده به روش اشباع در نمونه های دو عمق تحتانی خاک در مناطق انار و نوق همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. میانگین غلظت بور در برگ مناطق پسته کاری رفسنجان، زرنند، سیرجان، کرمان، خراسان، سمنان، قزوین و یزد به ترتیب ۵۵۷، ۲۱۳، ۲۴۷، ۲۱۲، ۳۱۹، ۱۷۹، ۲۱۵، ۲۱۸ میکروگرم بر گرم ماده خشک بود. هدایت الکتریکی عصاره اشباع، در صد رس و درصد سیلت همبستگی مثبت و در صد شن همبستگی منفی و معنی دار با غلظت بور خاک نشان دادند. از نتایج دیگر اینکه غلظت بور در آب آبیاری، خاک و برگ پسته در مناطق زرنند، سیرجان، کرمان، خراسان، سمنان، قزوین و یزد نسبت به مناطق مختلف رفسنجان پایین تر می باشد. بالا بودن نسبی مقادیر بور برگ در مناطق پسته کاری کشکوئیه، حومه شرقی و غربی رفسنجان نشان می دهد که در این مناطق از نظر این عنصر به مدیریت مناسبی برای تولید پایدار پسته نیاز است.

واژه های کلیدی: ایران، بور و پسته

Pajouhesh &amp; Sazandegi No:81 pp: 9-19

**Survey on Boron position on water, soil and pistachio in pistachio growing area in Iran.**

By: S.J. Hosseini fard, Sedaghat, N. Mohammadi Mohammad Abadi, A. and Heidarinejad A.

Boron (B) is an essential micro-nutrient for normal growth of plants. Toxicity of this nutrient occurs in arid and semi-arid areas because of high levels of its concentration in soil and irrigation waters. This study was conducted to determine the status of water, leaf and soil B concentration and compare its concentration in the main pistachio growing areas of Iran. Boron in three depth of soils (0-40, 40-80 and 80-120 cm) was determined using saturation and hot water extraction methods. Boron concentration was measured by a colorimetric procedure using the Azomethin-H reagent in soil, leaves extracts and irrigation water samples. The mean values for water B concentration in pistachio growing areas of Rafsanjan, Zarand, Sirjan, Kerman, Khorasan, Semnan, Ghazvin and Yazd were 4.2, 1.2, 2.5, 2, 1.8, 1.5, 2.5 and 3.1 mg L<sup>-1</sup>, respectively. A significant positive correlation was obtained between leaf B concentration and boron in two subsurface depths by saturation extraction method in Anar and Nough areas. The mean values for leaf B concentration in Rafsanjan, Zarand, Sirjan, Kerman, Khorasan, Semnan, Ghazvin and Yazd were 557, 213, 247, 212, 319, 179, 215 and 218 Mg gr<sup>-1</sup> D.M, respectively. EC, clay and silt had a significant positive correlation with soil boron concentration ( $p \leq 0.01$ ) whereas a negative significant correlation was observed for sand ( $p \leq 0.01$ ). Results indicate that saturation extraction method should be used to evaluate soil B concentration in Anar and Nough areas. Water, soil and leaf boron concentration in Zarand, Sirjan, Kerman, Khorasan, Semnan, Ghazvin and Yazd areas was lower than pistachio growing areas of Rafsanjan. Relatively high leaf B concentration especially in Koshkouieh and suburbs suggest a suitable management is needed to sustainable pistachio production.

**Key words:** Boron, Iran, Pistachio, Pistachio growing areas.

**مقدمه**

بور از عناصر ضروری کم نیاز برای رشد طبیعی گیاهان است (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۸). نقش بور در گیاه در فرآیندهایی مثل متابولیسم اسیدهای نوکلئیک، تقسیم سلولی، بیوسنتز و انتقال قند می باشد. بور در گلدھی و میوه دهی نیز نقش ایفا می نماید، گرچه چگونگی ایفای این نقش واضح و مشخص نیست (۲). نیاز گیاهان به بور متفاوت است بطوریکه حتی امکان دارد سطوح کمبود و سمیت بور بوسیله یک گیاه در یک فصل نشان داده شود (۵، ۶). کمبود بور در خاک های سبک مناطق مرطوب شایع است در حالیکه در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل سطوح بالای بور در خاک و آب آبیاری سمیت آن بیشتر حائز اهمیت می باشد. فقدان زهکشی مناسب در خاک های شور، غلظت بالای بور را می تواند باعث شود. آبشویی بور خاک از آبشویی سدیم و کلرید به مراتب مشکل تر است. بور در محلول خاک به کندی حرکت می کند (۱) به طوری که در مقایسه با کلرید یا شوری، برای زدودن یک هم ارز (اکی والان) آن به سه برابر آب برای آبشویی نیاز است (۱، ۵، ۶). بسیاری از مشاهدات مزرعه ای نشان می دهد که غلظت بور در عصاره اشباع خاک بخش بالایی ناحیه ریشه معمولاً به غلظت آن در آب آبیاری نزدیک است. با کاربرد مدیریت مطلوب آبیاری باید بتوان غلظت بور در خاک ناحیه بالای ریشه را کاهش داد و در حدود غلظت آن در آب آبیاری کاربردی ثابت نگه داشت (۱). بور در خاک تحت تاثیر واکنش های اکسید و احیا و تصعید قرار نمی گیرد. اسید بوریک یک اسید خیلی ضعیف است که به صورت یک اسید لوئیس رفتار می کند و با گرفتن یک یون هیدروکسیل (OH<sup>-</sup>) به آنیون بورات تبدیل می شود. کانی های دارای بور در

خاک یا خیلی نامحلول هستند مانند تورمالین یا اینکه مثل کانی های هیدراته بور خیلی محلول می باشند. بنابراین حلالیت کانی های دارای بور کنترل کننده آن در محلول خاک نیست. غلظت بور در محلول خاک عموماً بوسیله واکنش های جذب کنترل می شود به طوری که مقدار بور محلول در آب، برای گیاه قابل دسترس می باشد و گیاهان فقط به فعالیت بور در محلول خاک عکس العمل نشان می دهند (۵). فاکتورهای موثر بر قابلیت دسترسی بور و جذب آن در خاک ها شامل مینرالوژی رسها، pH، بافت، رطوبت و حرارت خاک می باشند. pH یکی از مهمترین فاکتورهای موثر بر قابلیت دسترسی بور در خاک است. با افزایش pH محلول خاک، قابلیت دسترسی بور برای گیاهان کم می شود (۵، ۶). در مطالعات جداگانه ای نشان داده شده است که جذب بور در خاک با افزایش pH در دامنه (۵-۸) pH زیاد شده و در (۱۰-۸) pH حداکثر مقدار را دارد و در دامنه (۵-۱۱) pH کاهش می یابد (۷).

خاک های درشت بافت اغلب بور قابل دسترس کمتری نسبت به خاک های ریزبافت دارند بنابراین مشاهده کمبود بور در گیاهان کشت شده در خاک های شنی دور از انتظار نیست (۶). بور بومی خاک همبستگی مثبت معنی داری با میزان رس خاک دارد (۵). جذب بور بوسیله گیاهان در مقادیر مساوی بور محلول در آب، برای خاک درشت بافت بیشترین، برای خاک متوسط بافت (لومی) متوسط و برای خاک ریزبافت حداقل بوده است. مقدار بور جذب شده بوسیله خاک به بافت آن بستگی دارد و با افزایش میزان رس افزایش می یابد (۶). وجود آهک در خاک ها علاوه بر اثر آن بر pH، بعنوان یک سطح جذب کننده بور می تواند مهم باشد. جذب بور در خاک های دارای مقادیر زیاد آهک بیشتر می باشد. نگهداری بور روی کربنات کلسیم می تواند

آب آبیاری تا غلظت ۱۰/۷ میلی گرم در لیتر تأثیری در رشد نهال‌ها ندارد (۱۱). در مورد اثرات متقابل شوری و بور، براساس مطالعات محدودی که انجام شده است چنین به نظر می‌رسد بعضی گیاهان اثرات زیادی بور را در شرایط شور بهتر از غیر شور تحمل می‌کنند البته مکانیسم آن به طور دقیق مشخص نیست (۷، ۱۳).

**Brown** و همکاران کمبود بور در مناطق میوه کاری کالیفرنیا را در سطح وسیع گزارش نموده‌اند و از این عنصر بعنوان عنصر محدودکننده در مناطق پسته کاری دشت‌های مرکزی نام برده‌اند و با انجام تحقیقی در سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۹۲ تیمار محلول‌پاشی بور به میزان ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر در اواخر دوره خواب بر روی درختان پسته را برای رفع کمبود بور پیشنهاد نموده‌اند (۲).

**Hu** و **Brown** در خصوص تحرک بور در گیاهان مختلف بیان نموده‌اند در گونه‌هایی که بور در آنها غیرمتحرک است (مانند پسته و فندق) بور با جریان تعرق به طرف برگ حرکت کرده و در آن تجمع می‌یابد این تجمع در قسمت‌های انتهایی رگبرگ‌های برگ بیشتر می‌باشد بطوریکه غلظت بور در قسمت‌های مختلف برگ به صورتی است که حاشیه و قسمت‌های انتهایی برگ غلظت بور بیشتری از قسمت‌های میانی برگ و دم‌برگ دارند. از نظر قسمت‌های مختلف میوه نیز در شرایط عدم تحرک بور، غلظت در برگ بیشترین و در دانه کمترین می‌باشد. به عنوان مثال در پسته غلظت بور در برگ، پوست سبز، پوست استخوانی و مغز به ترتیب ۱۳۰، ۳۳، ۲، ۱ میکروگرم بر گرم ماده خشک گزارش شده است (۳).

در مورد وضعیت بور در مناطق پسته کاری ایران، اطلاعات مدونی در دسترس نیست. اغلب مناطق پسته کاری ایران در مناطق خشک و شور قرار گرفته و احتمال سمیت بور در این مناطق وجود دارد. از طرفی وجود آهک در خاک‌های این مناطق به دلیل جذب سطحی بور می‌تواند از قابلیت دسترسی آن بکاهد. چنین اثری احتمالاً به علت کمبود رطوبت ناشی از دور آبیاری بالا در این مناطق نیز قابل انتظار می‌باشد. بنابراین اطلاع از وضعیت بور در آب آبیاری، خاک و برگ می‌تواند به مدیریت پایدار و تعیین اولویت‌های موضوعی و منطقه‌ای پژوهش در مورد این عنصر کمک نماید.

هدف از این تحقیق بررسی وضعیت بور در آب آبیاری، اعماق مختلف خاک و برگ درختان و ارتباط آنها در مناطق پسته کاری ایران می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

نمونه برداری آب، خاک و برگ از مناطق عمده پسته کاری ایران شامل استان‌های کرمان، یزد، خراسان، سمنان و قزوین صورت گرفت. با توجه به سطح زیرکشت پسته در استان کرمان و شهرستان رفسنجان عمده نمونه‌ها از مناطق مختلف این شهرستان انتخاب شد. مناطق پسته کاری شهرستان رفسنجان به ۶ ناحیه تقسیم گردید این نواحی شامل انار و بیاض در شمال غرب، کشکوئیه در غرب، نوق در شمال، کبوترخان در جنوب شرق، حومه غربی و حومه شرقی می‌باشند. بیش از ۱۰۰۰ نمونه آب آبیاری، ۴۰۰ نمونه برگ و ۱۲۰۰ نمونه خاک از سه عمق ۰-۴۰، ۴۰-۸۰ و ۸۰-۱۲۰ سانتیمتری مورد تجزیه‌های مختلف از جمله

در اثر تبادل با گروه‌های کربنات باشد (۵).

در بسیاری از گیاهان حساس موقعی که غلظت بور در پهنک برگ از ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم (بر مبنای وزن خشک) تجاوز کند نشانه مسمومیت مشاهده می‌شود، اما برخی از گیاهان با اینکه حساس هستند بور را در پهنک خود جمع نمی‌کنند. برای مثال میوه‌های هسته دار (هلسو، آلو، بادام و غیره) و میوه‌های دانه دار (سیب، گلابی و غیره) با اینکه به آسانی در مقابل بور آسیب پذیرند، میزان انباشتگی این عنصر در بافتهای برگ آنها به میزانی که با تجزیه گیاه بتوان به نتایج آن اعتماد کرد، نمی‌رسد. در این گیاهان، مسئله بور باید با تجزیه آب و خاک و نشانه مسمومیت در گیاه و مشخصات رشد به اثبات برسد (۱). **Maas** (۱۹۸۴) گیاهان را از نظر تحمل نسبی در برابر بور به دسته‌های خیلی حساس، حساس، نسبتاً حساس، نسبتاً متحمل، متحمل و خیلی متحمل تقسیم بندی نمود و حداکثر غلظت‌های تحمل شده در سیستم آب-خاک بدون کاهش عملکرد یا کاهش رشد رویشی برای این دسته‌ها را به ترتیب کمتر از ۰/۵، ۰/۵-۱، ۱-۲، ۲-۴، ۴-۶، ۶-۱۵ میلی‌گرم در لیتر عنوان نمود و اضافه کرده است که حداکثر غلظت در آب آبیاری نیز مساوی یا قدری کمتر از این ارقام می‌تواند در نظر گرفته شود. در این دسته بندی درختان میوه و خشکبار در دسته‌های خیلی حساس و حساس قرار گرفته‌اند البته تحمل در مقابل بور بسته به اقلیم، شرایط خاک و واریته گیاهی فرق میکند (۱). بعضی منابع دیگر نیز از این درختان به عنوان گونه‌های حساس نسبت به غلظت‌های زیاد بور نام برده‌اند (۵، ۶) در این منابع از درخت پسته نامی آورده نشده است. **Ferguson** (۴) سطوح بحرانی بور در آب آبیاری، خاک و برگ جهت پسته را پیشنهاد نموده است که این مقادیر از مقاومت نسبی این گیاه در مقابل مقادیر بالای بور حکایت می‌کند این سطوح در جدول ۱ خلاصه می‌گردد:

جدول ۱- سطوح بحرانی بور در آب، عصاره اشباع خاک و برگ پسته

(اقتباس از فرگوسن، ۲۰۰۳)

	درجه مسمومیت		
	کم	متوسط	زیاد
آب (mgL <sup>-1</sup> )	>۱۰	۱۰-۲۵	>۲۵
عصاره اشباع خاک (mgL <sup>-1</sup> )	>۵	۵-۱۵	<۱۵
بافت برگ (µg <sup>-1</sup> DM)	>۱۲۰	۱۲۰-۸۰۰	<۸۰۰

این محقق عنوان کرده است که تجزیه خاک یا آب می‌تواند ما را در تشخیص احتمال مسمومیت بور قبل از آنکه در عمل اثری بر تولید بگذارد، کمک نماید (۴). پیشنهاد این محقق در خصوص غلظت‌های بحرانی بور در برگ با نظر **Wallace** و **Parsa** (۱۰) که عنوان نموده‌اند غلظت ۳۰۰ میکروگرم بر گرم بور در برگ‌های درختان پسته و ۸ میلی‌گرم در لیتر از این عنصر در آب آبیاری، هیچ کاهشی در رشد و وزن خشک گیاه ایجاد نمی‌نماید (۱۰) تا حدودی متفاوت است. **Picchioni** و همکاران طی ۹ ماه آزمایش بر روی نهال‌های پسته دریافتند که بور در

جدول ۲- وضعیت بور در آب آبیاری مناطق پسته کاری رفسنجان

نام منطقه	تعداد نمونه	میانگین غلظت بور (میلی گرم در لیتر)	حداقل غلظت بور (میلی گرم در لیتر)	حداکثر غلظت بور (میلی گرم در لیتر)	انحراف معیار
انار و بیاض	۱۵۴	۳/۷	۱/۱	۱۷/۵	۲/۶
کشکوئیه	۸۵	۶/۳	۱/۲	۱۴/۱	۳
نوق	۲۷۵	۳/۴	۱/۸	۳۲/۳	۱/۶
کبوترخان	۳۳	۲/۵	۱/۴	۵/۶	۱/۲
حومه شرقی	۱۱۳	۳/۹	۱/۶	۶/۷	۰/۹
حومه غربی	۸۱	۶/۸	۱/۵	۲۳/۷	۳/۴
کل مناطق پسته کاری رفسنجان	۷۴۱	۴/۲	۱/۱	۳۲/۳	۲/۶

### سایر مناطق پسته کاری کشور

نتایج مربوط به میزان بور آب آبیاری در مناطق پسته کاری زرنند، سیرجان، کرمان، یزد، خراسان، سمنان و قزوین در جدول شماره ۳ ذکر شده است:

جدول ۳- وضعیت بور در آب آبیاری سایر مناطق پسته کاری کشور

نام منطقه	تعداد نمونه	میانگین غلظت بور (میلی گرم در لیتر)	حداقل غلظت بور (میلی گرم در لیتر)	حداکثر غلظت بور (میلی گرم در لیتر)	انحراف معیار
زرنند	۲۰	۱/۲	۰/۵	۵/۵	۲/۱۰
سیرجان	۱۷	۲/۵	۰/۴	۷/۲	۲/۵
کرمان	۱۵	۲/۰	۰/۴	۳/۵	۲/۲
خراسان	۱۴	۱/۸	۰/۲	۳/۱	۲/۰
سمنان	۱۳	۱/۵	۰/۲	۲/۷	۱/۷
قزوین	۱۵	۲/۵	۰/۲	۳/۰	۱/۹
یزد	۱۸	۳/۱	۰/۳	۱۰/۵	۲/۸

اندازه گیری بور قرار گرفتند. نمونه های خاک بعد از خشک شدن در هوای آزاد و کوبیدن، از الک دو میلیمتری عبور داده شده و برای تجزیه آماده گردیدند. اندازه گیری EC به روش معمول و بافت به روش هیدرومتری انجام شد. اندازه گیری بور در عصاره اشباع و عصاره آب داغ به روش آزومتین اچ (Azomethine H) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ نانومتر صورت گرفت. عمدتاً دو روش برای عصاره گیری بور خاک استفاده میشود؛ عصاره اشباع و عصاره گیری با آب داغ. عصاره گیری خاک با آب داغ (در حال جوشش به مدت پنج دقیقه) در سال ۱۹۳۹ پیشنهاد شده و هنوز هم برای تعیین بور قابل دسترس خاک استفاده می شود. بعضی مشکلات این روش عبارتست از اینکه این روش یک تجزیه معمول در آزمایشگاهها نیست، یک روش وقت گیر است، نیاز به مراقبت های ویژه برای جلوگیری از آلودگی نمونه ها دارد و علاوه بر اینها فقط یک روش اختصاصی برای اندازه گیری بور است و در عصاره به دست آمده عنصر دیگری قابل اندازه گیری نیست (۹).

نمونه های برگ پس از شستشو و خشک شدن در هوای آزاد، در آون ۶۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند تا رطوبت گیری شوند. سپس نمونه های مذکور آسیاب شده یک گرم از آنها به روش خاکستر خشک و حل در اسید کلریدریک عصاره گیری گردید. در عصاره حاصل، اندازه گیری بور به روش آزومتین اچ و با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر انجام شد (۹). محاسبات آماری داده های بدست آمده از جمله تجزیه های همبستگی با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تحقیق در چند بخش جداگانه ارائه می گردد. بخش های اصلی نتایج مربوط به وضعیت بور در آب آبیاری، اعماق مختلف خاک و برگ است. در هر بخش نتایج مربوط به مناطق عمده پسته کاری رفسنجان شامل مناطق انار و بیاض، کشکوئیه، نوق، کبوترخان، حومه شرقی و حومه غربی و نتایج مربوط به سایر مناطق کشور شامل کرمان، زرنند، سیرجان، یزد، سمنان، خراسان و قزوین بطور جداگانه ذکر خواهد شد.

#### الف- وضعیت بور در آب آبیاری مناطق پسته کاری رفسنجان

بیش از صد هزار هکتار پسته کاری شهرستان رفسنجان به مناطق انار و بیاض، نوق، کشکوئیه، کبوترخان، حومه شرقی و حومه غربی تقسیم بندی شده و نتایج مربوط به غلظت بور در آب آبیاری به تفکیک هر منطقه در جدول شماره ۲ آمده است.

در بین این مناطق، کشکوئیه و حومه غربی به ترتیب با میانگین غلظت ۶/۳ و ۶/۸ میلی گرم در لیتر دارای میانگین بور بیشتر از سایر مناطق بوده و کبوترخان با میانگین ۲/۵ میلی گرم در لیتر، کمترین مقدار را دارد. به طور کلی این مناطق را از نظر غلظت بور آب آبیاری می توان به دو دسته تقسیم کرد؛ دسته اول مناطق دارای میزان بور بالاتر از میانگین کل (۴/۲ میلی گرم در لیتر) شامل کشکوئیه و حومه غربی و دسته دوم مناطق دارای میزان بور پایین تر از میانگین کل شامل حومه شرقی، انار و بیاض، نوق و کبوترخان.

با توجه به همبستگی‌های ذکر شده بین غلظت بور و سایر خصوصیات کیفی آب آبیاری و از آنجا که اندازه‌گیری بور جزء اندازه‌گیری‌های معمول آزمایشگاهها نیست، با استفاده از مدل‌های خطی رگرسیون چندگانه (Multiple Regression) و به روش گام به گام (Stepwise)، معادلاتی جهت برآورد میزان بور موجود در آب آبیاری مناطق انار و بیاض، کیوترخان، حومه شرقی و حومه غربی به دست آمد که با استفاده از سایر خصوصیات آب آبیاری می‌توان غلظت بور آب را برآورد نمود. این معادلات به همراه ضریب تبیین و ضریب تصحیح شده مربوطه در جدول شماره ۵ آورده شده‌اند.

میانگین غلظت بور در آب آبیاری همه مناطق پسته کاری کشور از میانگین مناطق پسته کاری رفسنجان (۴/۲ میلی گرم در لیتر) کمتر بوده و در بین آنها یزد با میانگین غلظت ۳/۱ میلی گرم در لیتر بیشترین میزان بور را به خود اختصاص داده است.

#### رابطه غلظت بور با سایر خصوصیات آبیاری

ضرایب همبستگی بین غلظت بور (میلی گرم در لیتر) و سایر خصوصیات آب آبیاری در مناطق پسته کاری رفسنجان در جدول شماره ۴ مشخص شده است. میزان بور در آب آبیاری اکثر مناطق پسته کاری رفسنجان با شوری (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR)، غلظت سدیم و غلظت کلر همبستگی مثبت و معنی دار دارد.

جدول ۵- مدل‌های رگرسیون خطی جهت برآورد غلظت بور آب آبیاری در مناطق پسته کاری رفسنجان

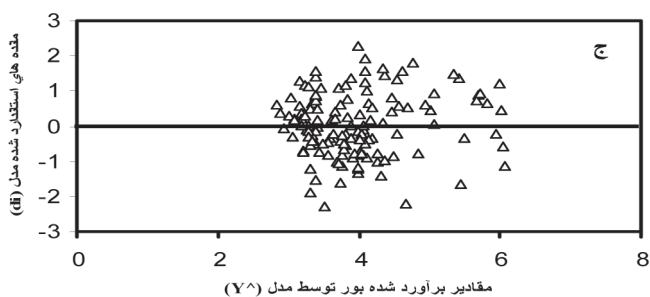
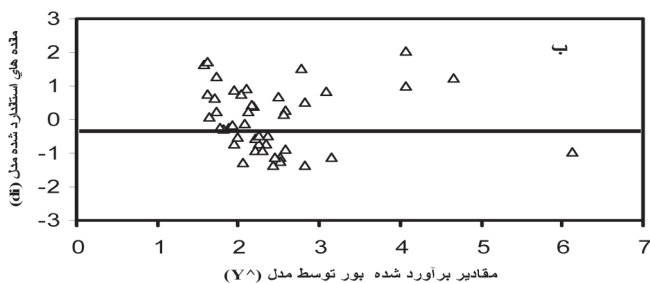
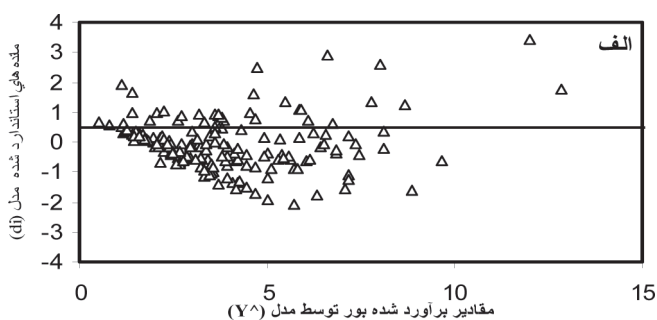
منطقه	معادله مربوطه	ضریب تبیین $R_p^2$	ضریب تصحیح شده $R_p^2$
انار و بیاض		۰/۷۲	۰/۷۱
کیوترخان		۰/۵۶	۰/۵۵
حومه شرقی		۰/۷۲	۰/۷۱
حومه غربی		۰/۷۳	۰/۷۲
کشکویه	میل رگرسیون خطی مناسب به دست نیامد	-	-
نوق	میل رگرسیون خطی مناسب به دست نیامد	-	-

جدول ۴- وضعیت بور در آب آبیاری سایر مناطق پسته کاری کشور

	EC (dSm <sup>-1</sup> )	pH	SAR	Ca (meqL <sup>-1</sup> )	Mg (meqL <sup>-1</sup> )	Na (meqL <sup>-1</sup> )	Cl (meqL <sup>-1</sup> )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (meqL <sup>-1</sup> )	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (meqL <sup>-1</sup> )
انار و بیاض	۰/۵۶ <sup>۰۰</sup>	-۰/۳۲ <sup>۰۰</sup>	۰/۴۲ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۰ <sup>۰۰</sup>	۰/۲۵ <sup>۰۰</sup>	۰/۷۰ <sup>۰۰</sup>	۰/۵۱ <sup>۰۰</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۶ <sup>۰۰</sup>
کشکویه	۰/۳۴ <sup>۰۰</sup>	-۰/۲۹ <sup>۰۰</sup>	۰/۲۹ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۳ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۳ <sup>۰۰</sup>	۰/۲۹ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۰ <sup>۰۰</sup>	-۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>
نوق	۰/۳۴ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>۰۰</sup>	۰/۴۱ <sup>۰۰</sup>	۰/۲۷ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۱ <sup>۰۰</sup>	۰/۳۴ <sup>۰۰</sup>	-۰/۱۶ <sup>۰</sup>	۰/۲۳ <sup>۰۰</sup>
کیوترخان	-۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۳۳ <sup>۰</sup>	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	-۰/۰۲ <sup>ns</sup>	-۰/۱۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	-۰/۱۰ <sup>ns</sup>	۰/۶۷ <sup>۰۰</sup>	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>
حومه شرقی	۰/۳۴ <sup>۰۰</sup>	-۰/۲۱ <sup>۰</sup>	۰/۴۸ <sup>۰۰</sup>	۰/۱۷ <sup>۰</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۴۱ <sup>۰۰</sup>	۰/۲۰ <sup>۰</sup>	۰/۵۷ <sup>۰۰</sup>	۰/۲۵ <sup>۰۰</sup>
حومه غربی	۰/۸۰ <sup>۰۰</sup>	-۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>۰۰</sup>	۰/۷۱ <sup>۰۰</sup>	۰/۶۴ <sup>۰۰</sup>	۰/۷۸ <sup>۰۰</sup>	۰/۷۴ <sup>۰۰</sup>	-۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۵۷ <sup>۰۰</sup>

\*\* و \* به ترتیب معنی داری همبستگی را در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد نشان می‌دهد.





شکل ۱- پراکنش مانده ای استاندارد شده در برابر مقادیر برآورد شده بور در آب آبیاری توسط مدل رگرسیون خطی

الف- منطقه انار و بیاض ب- کبوترخان ج- حومه شرقی د- حومه غربی

### ب- وضعیت بور در اعماق مختلف خاک و ارتباط آن با گیاه مناطق پسته کاری رفسنجان

مناطق پسته کاری رفسنجان: میزان بور در سه عمق ۰-۴۰، ۴۰-۸۰ و ۸۰-۱۲۰ سانتیمتری خاک به دو روش عصاره گیری آب داغ و اشباع در مناطق مختلف پسته کاری رفسنجان تعیین شده است که نتایج آن در جدول شماره ۶ آورده شده‌اند.

از نظر میانگین غلظت بور (روش عصاره اشباع) در سه عمق خاک، براساس حدود بحرانی جدول شماره ۱ مناطق مختلف پسته کاری رفسنجان را می‌توان به دو گروه تقسیم بندی نمود:

- ۱- مناطق دارای میانگین پایین تر از حد بحرانی، که از نظر درجه مسمومیت خوب قلمداد می‌شوند، شامل انار و بیاض، کبوترخان و نوق.
  - ۲- مناطق دارای میانگین بالاتر از حد بحرانی، که از نظر درجه مسمومیت رو به زیاد قلمداد می‌شوند، شامل حومه غربی، حومه شرقی و کشکوئیه.
- با نگاهی به جدول شماره ۲ می‌توان دریافت که مناطق دسته بندی شده در گروه دوم، به طور نسبی دارای غلظت بور بالاتری در آب آبیاری می‌باشند.

اختلاف کم بین مقادیر ضریب تبیین ( $R_p$ ) و ضریب تبیین تصحیح شده ( $R_p$ ) برای مدل‌های رگرسیون خطی جهت برآورد غلظت بور آب آبیاری در مناطق انار و بیاض، کبوترخان، حومه شرقی و حومه غربی یکی از شاخص‌های صحت و درستی مدل است اما این به تنهایی کافی نبوده و صرفاً بالا بودن مقدار  $R_p$  حاکی از برازش خوب مدل نیست. تحلیل مانده‌ها روشی ساده و موثر برای روشن کردن کاستی‌های مدل در تجزیه رگرسیون می‌باشد. مانده به صورت رابطه ۱ تعریف می‌شود:

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad \text{رابطه ۱-}$$

که در آن

$e_i$  = مانده یا خطای برآورد

$Y_i$  = مقدار واقعی یا اندازه گیری شده برای یک صفت

$\hat{Y}_i$  = مقدار برآورد شده به وسیله مدل برای همان صفت

که در اینجا صفت مورد نظر غلظت بور در آب آبیاری می‌باشد.

متناظر با هر  $e_i$  مانده استاندارد شده ( $d_i$ ) به صورت رابطه ۲ تعریف

می‌شود:

$$MSD/e_i = (d_i) \cdot 0.5 \quad \text{رابطه ۲-}$$

که در آن  $MSD$  میانگین مربعات مانده‌ها می‌باشد. مانده‌های استاندارد شده ( $d_i$ ) دارای میانگین صفر و انحراف معیار واحد هستند. مطالعه نمودارهای مانده‌ها یکی از روش‌های اصلی تحلیل آنهاست و یکی از این نوع نمودارها، نمودار پراکنش مانده‌های استاندارد شده در برابر مقادیر برآورد شده توسط مدل ( $\hat{Y}$ ) است.

در شکل ۱ این نوع نمودار برای مدل‌های ارائه شده در جدول ۵ که مدل‌های رگرسیون خطی جهت برآورد غلظت بور آب آبیاری در مناطق انار و بیاض، کبوترخان، حومه شرقی و حومه غربی می‌باشند، رسم شده است. به طور کلی در حالت استفاده از مانده‌های استاندارد شده، مدل رگرسیون در صورتی صحیح خواهد بود که مانده‌های استاندارد شده بین ۲ و ۲- قرار گرفته و در اطراف صفر به طور تصادفی توزیع شده باشند. نباید نمودارهای مانده‌ها الگوی پراکنش مشخص داشته باشند که در این صورت کاستی قابل توجهی در مدل وجود ندارد. با دقت در نمودارهای شکل ۱ می‌توان گفت که اکثر مانده‌های استاندارد شده مدل‌های رگرسیون خطی جدول ۵ بین ۲ و ۲- قرار گرفته و در اطراف صفر به طور تصادفی توزیع شده‌اند و الگوی پراکنش مشخصی ندارند و به طور کلی مدل‌های به دست آمده تا حدود زیادی قابل اطمینان هستند البته در مورد مناطق انار و بیاض و حومه غربی تعدادی نقاط مانده خارج از محدوده ۲ و ۲- وجود دارد که عمدتاً مربوط به غلظت‌های بالای بور می‌باشند.

بنابراین مدل‌های مربوط به این مناطق برای غلظت‌های بالای بور کارایی نسبی کمتری داشته و باید با احتیاط بیشتری مورد استفاده قرار گیرند. برای مناطق نوق و کشکوئیه معادلات با ضرائب تبیین مناسب به دست نیامد.

غلظت بور در برگ و غلظت آن با دو روش عصاره گیری در عمق های مختلف خاک محاسبه شد که در جداول ۸ و ۹ منعکس شده است.

### ج- وضعیت بور در گیاه مناطق پسته کاری رفسنجان

غلظت بور در برگ درختان پسته در مناطق مختلف پسته کاری رفسنجان به شرح جدول شماره ۶ می باشد. این مناطق از نظر میانگین غلظت بور در برگ، بطور نسبی به سه گروه قابل تفکیک هستند:

۱- مناطق دارای غلظت بور زیاد شامل کشکوئیه، حومه غربی و حومه شرقی به ترتیب دارای میانگین غلظت ۷۳۱، ۶۶۷ و ۶۶۶ میکروگرم بر گرم ماده خشک بور در برگ.

۲- مناطق دارای غلظت بور متوسط شامل کبوترخان و نوق به ترتیب دارای میانگین غلظت ۴۱۲ و ۴۰۳ میکرو گرم بر گرم ماده خشک بور در برگ.

۳- مناطق دارای غلظت بور کم شامل انار و بیاض دارای میانگین غلظت ۳۲۷ میکرو گرم بر گرم ماده خشک بور در برگ.

### سایر مناطق پسته کاری کشور

غلظت بور برگ درختان پسته در سایر مناطق پسته کاری کشور

### سایر مناطق پسته کاری کشور

نتایج میزان بور در دو عمق ۰-۴۰ و ۸۰-۴۰ سانتیمتری خاک به دو روش عصاره گیری آب داغ و اشباع در مناطق مختلف پسته کاری کشور در جدول شماره ۷ مشخص شده است. بر اساس استانداردهای موجود همه نمونه خاک های مناطق پسته کاری کشور که در جدول ۷ ذکر شده اند، میانگین غلظت بور کمتر از حدود بحرانی دارند. جدول شماره ۳ نشان می دهد که آب آبیاری این مناطق نیز چنین وضعیتی داشته و هیچکدام غلظت بور بالا تر از حد بحرانی ندارند. با این حال خراسان دارای میزان بور خاک بیشتری نسبت به سایر مناطق می باشد.

### رابطه غلظت بور در اعماق مختلف خاک با سایر خصوصیات خاک

ضرایب همبستگی بین غلظت بور (میلی گرم در کیلوگرم خاک) عصاره گیری شده به روش های عصاره اشباع و آب داغ و برخی خصوصیات خاک در مناطق مهم پسته کاری رفسنجان در جداول ۸ و ۹ مشخص شده است.

بر اساس این جداول، صرف نظر از روش عصاره گیری، غلظت بور خاک با هدایت الکتریکی عصاره اشباع، درصد رس، درصد سیلت و درصد شن یا بافت خاک ارتباط و همبستگی دارد. برای سه منطقه عمده پسته کاری رفسنجان شامل انار و بیاض، نوق و کبوترخان، روابط همبستگی بین

جدول ۶- وضعیت بور در اعماق مختلف خاک در مناطق پسته کاری رفسنجان با دو روش عصاره گیری

نام منطقه	عمق خاک (cm)	روش عصاره آب داغ			روش عصاره اشباع		
		میانگین غلظت	حداقل غلظت	حداکثر غلظت	میانگین غلظت	حداقل غلظت	حداکثر غلظت
انار و بیاض	۰-۴۰	۲/۷	۰/۸	۱۹	۳/۸	۰/۶	۹/۰
	۴۰-۸۰	۱/۹	۰/۸	۳/۹	۰/۸	۱۱/۶	۲/۸
	۸۰-۱۲۰	۲/۱	۰/۸	۴/۱	۰/۸	۱۴/۶	۳/۴
کشکوئیه	۰-۴۰	۱۴/۲	۹/۹	۱۶/۷	۳/۸	۱۳/۱	۱۸/۶
	۴۰-۸۰	۱۷/۲	۱۲/۶	۱۹/۹	۴/۰	۴/۳	۲۱/۷
	۸۰-۱۲۰	۱۴/۳	۱/۵	۲۵/۳	۱۲/۰	۱۶/۰	۲۹/۵
نوق	۰-۴۰	۲/۵	۱/۱	۵/۸	۱/۲	۱/۷	۱۵/۵
	۴۰-۸۰	۳/۳	۱/۱	۱۰/۱	۲/۲	۱/۵	۲۰/۳
	۸۰-۱۲۰	۳/۴	۱/۰	۱۰/۹	۲/۸	۱/۰	۲۱/۴
کبوترخان	۰-۴۰	۱/۸	۱/۲	۳/۱	۰/۶۴	۳/۱	۱۲/۶
	۴۰-۸۰	۳/۱	۱/۳	۴/۷	۱/۰۰	۳/۳	۲۵/۲
	۸۰-۱۲۰	۲/۸	۱/۷	۴/۵	۰/۸۷	۴/۶	۲۰/۳
حومه شرقی	۰-۴۰	۵/۵	۱/۸	۱۹/۸	۵/۳	۲/۸	۲۰/۹
	۴۰-۸۰	۱۰/۷	۳	۲۹/۳	۸/۶	۱/۵	۳۶/۸
	۸۰-۱۲۰	۱۱/۷	۵/۴	۲۵/۳	۷/۱	۵/۶	۲۵/۷
حومه غربی	۰-۴۰	۷/۴	۲/۶	۱۹/۸	۵/۰	۴/۳	۲۱/۱
	۴۰-۸۰	۶/۹	۲/۲	۲۲/۵	۶/۵	۴/۰	۲۰/۱
	۸۰-۱۲۰	۸/۷	۳/۳	۲۴/۴	۷/۰	۳/۸	۲۰/۶
کل مناطق پسته کاری رفسنجان	۰-۴۰	۳/۷	۰/۸	۱۹/۸	۴/۰	۰/۶	۲۱/۱
	۴۰-۸۰	۴/۶	۰/۸	۲۹/۳	۵/۱	۱/۵	۳۶/۸
	۸۰-۱۲۰	۴/۸	۰/۸	۲۵/۳	۵/۴	۱/۰	۲۹/۵

\* غلظت بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم خاک می باشد.



جدول ۷- وضعیت بور در اعماق مختلف خاک در سایر مناطق پسته کاری کشور با دو روش عصاره گیری

روش عصاره اشباع				روش عصاره آب داغ				عمق خاک (cm)	نام منطقه
انحراف معیار	حداکثر غلظت	حداقل غلظت	میانگین غلظت	انحراف معیار	حداکثر غلظت	حداقل غلظت	میانگین غلظت		
۰/۱۶	۳/۴	۰/۱۶	۱/۶	۰/۴	۲/۰	۰/۱۵	۱/۰	۰-۴۰	زرد
۰/۱۵	۲/۳	۰/۱۶	۱/۴	۰/۲	۱/۳	۰/۱۸	۰/۹	۴۰-۸۰	
۰/۱۶	۲/۱	۰/۱۶	۱/۵	۰/۷	۱/۲	۰/۱۶	۰/۱۸	۰-۴۰	سیرجان
۰/۹	۳/۹	۱/۲	۲/۶	۰/۹	۲/۱	۰/۱۸	۱/۴	۴۰-۸۰	
۰/۴	۱/۸	۰/۹	۱/۴	۰/۸	۱/۲	۰/۱۸	۱/۰	۰-۴۰	کرمان
۰/۸	۲/۶	۰/۴	۱/۴	۰/۷	۱/۲	۰/۱۵	۰/۱۸	۴۰-۸۰	
۲/۷	۱۲/۸	۳/۶	۸/۶	۱/۵	۴/۴	۱/۱	۲/۵	۰-۴۰	خراسان
۲/۸	۱۰/۹	۱/۵	۴/۱	۱/۷	۷/۶	۱/۲	۳/۲	۴۰-۸۰	
۲/۱	۱/۲	۰/۸	۱/۰	۰/۱	۰/۹	۰/۱۶	۰/۷	۰-۴۰	سمنان
۱/۳	۶/۸	۰/۹	۲/۲	۰/۹	۴/۱	۰/۱۵	۱/۲	۴۰-۸۰	
۲/۲	۸/۲	۰/۹	۳/۳	۰/۵	۲/۲	۰/۴	۱/۴	۰-۴۰	قزوین
۱/۹	۶/۶	۰/۵	۲/۶	۰/۷	۲/۸	۰/۲	۱/۵	۴۰-۸۰	
۱/۸	۵/۹	۰/۱۶	۲/۱	۱/۲	۵/۴	۰/۱۳	۲/۰	۰-۴۰	یزد
۱/۰	۴/۴	۱/۴	۲/۴	۰/۹	۳/۹	۰/۱۳	۱/۹	۴۰-۸۰	

\* غلظت بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم خاک می باشد.

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین غلظت بور (میلی گرم در کیلوگرم خاک) عصاره گیری شده به روش عصاره اشباع و برخی خصوصیات خاک در مناطق مهم پسته کاری رفسنجان

B leaf(ppm)	Sand %	Silt %	Clay %	pH	EC(dSm <sup>-1</sup> )	عمق(cm)	منطقه
۰/۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۸ <sup>ns</sup>	۰-۴۰	انار و بیاض
۰/۵۳ <sup>o</sup>	۰/۱۸ <sup>oo</sup>	۰/۸۳ <sup>oo</sup>	۰/۶۱ <sup>oo</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۳	۴۰-۸۰	
۰/۴۸ <sup>o</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۲	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۳ <sup>ns</sup>	۸۰-۱۲۰	
۰/۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۳۳ <sup>o</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۳۱ <sup>o</sup>	۰/۵۱ <sup>oo</sup>	۰-۴۰	نوق
۰/۵۷ <sup>oo</sup>	۰/۴۵ <sup>oo</sup>	۰/۴۸ <sup>oo</sup>	۰/۴۶ <sup>oo</sup>	۰/۰۵	۰/۶۴ <sup>oo</sup>	۴۰-۸۰	
۰/۶۴ <sup>oo</sup>	۰/۴۹ <sup>oo</sup>	۰/۴۹ <sup>oo</sup>	۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۹ <sup>ns</sup>	۰/۵۰ <sup>oo</sup>	۸۰-۱۲۰	
۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۶۷ <sup>o</sup>	۰/۵۴ <sup>o</sup>	۰/۶۶ <sup>o</sup>	۰/۴۴ <sup>o</sup>	۰/۹۸ <sup>oo</sup>	۰-۴۰	کیوترخان
۰/۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۶ <sup>o</sup>	۴۰-۸۰	
۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۴۲ <sup>o</sup>	۰/۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۷۲ <sup>oo</sup>	۸۰-۱۲۰	

\* و \* به ترتیب معنی داری همبستگی را در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد نشان می دهد.

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین غلظت بور ( میلی گرم در کیلو گرم خاک) عصاره گیری شده به روش عصاره آب داغ و برخی خصوصیات خاک در مناطق مهم پسته کاری رفسنجان

منطقه	عمق(cm)	EC(dSm <sup>-1</sup> )	pH	Clay %	Silt %	Sand %	B leaf(ppm)
انار و بیاض	۰-۴۰	۰/۵۰ <sup>o</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۳۷ <sup>ns</sup>	۰/۳۵ <sup>ns</sup>
	۴۰-۸۰	۰/۴۵ <sup>o</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۷۶ <sup>o</sup>	۰/۸۱ <sup>o</sup>	۰/۸۳ <sup>o</sup>	۰/۳۳ <sup>ns</sup>
	۸۰-۱۲۰	۰/۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۷۲ <sup>o</sup>	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۵ <sup>o</sup>	۰/۳۸ <sup>ns</sup>
نوق	۰-۴۰	۰/۲۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۲ <sup>ns</sup>	۰/۳۱ <sup>o</sup>	۰/۵۲ <sup>o</sup>	۰/۵۰ <sup>o</sup>	۰/۱۹ <sup>ns</sup>
	۴۰-۸۰	۰/۳۸ <sup>o</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۴ <sup>o</sup>	۰/۴۵ <sup>o</sup>	۰/۶۰ <sup>o</sup>
	۸۰-۱۲۰	۰/۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۴۰ <sup>o</sup>	۰/۵۰ <sup>o</sup>	۰/۵۲ <sup>o</sup>	۰/۲۵ <sup>ns</sup>
کبوترخان	۰-۴۰	۰/۷۵ <sup>o</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۸ <sup>o</sup>	۰/۸۷ <sup>o</sup>	۰/۸۳ <sup>o</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>
	۴۰-۸۰	۰/۴۱ <sup>ns</sup>	۰/۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۴ <sup>ns</sup>
	۸۰-۱۲۰	۰/۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۵۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۳۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۹ <sup>ns</sup>

کاری از نظر میانگین غلظت بور برای این گیاه مطلوب است. چنین به نظر می رسد قبل از هر چیز باید تحقیقاتی در زمینه به دست آوردن حدود تحمل پایه ها و ارقام مختلف پسته به میزان بور موجود در آب آبیاری انجام پذیرد تا بتوان آب آبیاری مناطق مختلف را دسته بندی نموده و در مورد مطلوب بودن و نبودن آنها از نظر میزان بور اظهار نظر کرد. با اطلاعاتی که از تجزیه آب آبیاری مناطق مختلف پسته کاری ایران به دست آمده می توان غلظت های مناسب آزمایشی را، حتی به تفکیک مناطق، انتخاب نمود و طرح های تحقیقاتی آینده را پایه ریزی کرد.

مقادیر غلظت بور خاک اندازه گیری شده به روش آب داغ در همه مناطق بیشتر از مقادیر روش عصاره اشباع است که قابل انتظار است چرا که در روش عصاره اشباع بیشتر بور محلول خاک استخراج می شود ولی در روش آب داغ بور از سایر منابع نظیر بور جذب سطحی شده روی کربنات کلسیم

جدول ۱۱- وضعیت بور برگ در سایر مناطق پسته کاری کشور

نام منطقه	تعداد نمونه	میانگین غلظت <sup>o</sup>	حداقل غلظت	حداکثر غلظت	انحراف معیار
زرد	۳۵	۲۱۳/۱	۱۶۷	۲۵۵	۵۸/۰
سیرجان	۲۲	۲۴۶/۸	۱۸۷	۴۵۰	۱۱۹/۸
کرمان	۲۰	۲۱۲/۳	۱۸۰	۳۲۵	۹۸/۹
خراسان	۳۲	۳۱۸/۵	۱۹۹	۵۲۸	۱۲۵/۷
سمنان	۳۲	۱۷۹/۰	۱۴۴	۲۲۶	۷۵/۱
قزوین	۲۵	۲۱۴/۸	۱۱۲	۴۴۴	۱۳۸/۱
یزد	۳۵	۲۱۷/۸	۱۲۴	۳۶۳	۱۲۵/۰

\* غلظت بور بر حسب میکروگرم بر گرم ماده خشک می باشد.

(غیر از منطقه رفسنجان) در جدول شماره ۱۱ آمده است. میانگین غلظت بور در این مناطق از همه مناطق پسته کاری رفسنجان کمتر است و در بین آنها خراسان با میانگین غلظت ۳۱۹ میکروگرم بر گرم ماده خشک دارای بیشترین مقدار بور بوده که به حداقل میانگین مناطق پسته کاری رفسنجان یعنی ۳۲۷ میکروگرم بر گرم ماده خشک در منطقه انار و بیاض، نزدیک می باشد.

### نتایج و بحث

بر اساس نظر محققینی که درختان میوه و خشکبار را حساس ترین گونه ها نسبت به غلظت های زیاد بور می دانند (۵، ۶) آب آبیاری اکثر مناطق مورد بررسی برای گیاهان متحمل و خیلی متحمل مناسب می باشد و بر اساس سطوح بحرانی بور که Ferguson (۴) برای پسته در آب، خاک و برگ عنوان نموده است آب آبیاری همه مناطق پسته

جدول ۱۰- وضعیت بور برگ در مناطق پسته کاری رفسنجان

نام منطقه	میانگین غلظت <sup>o</sup>	حداقل غلظت	حداکثر غلظت	انحراف معیار
انار و بیاض	۳۲۷/۲	۱۰۹	۷۸۲	۱۱۳/۷
کشکوئیه	۷۳۱/۰	۱۰۲	۱۷۴۵	۳۲۸/۷
نوق	۴۰۳/۲	۱۸۳	۹۴۲	۱۶۵/۷
کبوترخان	۴۱۱/۶	۷۹	۷۲۰	۱۳۳/۰
حومه شرقی	۶۶۶/۰	۱۳۸	۱۰۹۲	۱۸۳/۴
حومه غربی	۶۶۷/۵	۳۵۶	۱۳۰۵	۱۷۸/۸
کل مناطق پسته کاری رفسنجان	۵۵۶/۷	۷۹	۱۷۴۵	۲۵۸/۹

\* غلظت بور بر حسب میکروگرم بر گرم ماده خشک می باشد.

و بنیان‌های آلی نیز استخراج می‌گردد (۱۲). برای پاسخ به این سوال که کدام روش عصاره‌گیری مناسب‌تر است، باید به عکس‌العمل گیاه از نظر رشد، عملکرد و غلظت بور در برگ، به سطوح مختلف بور در عمق‌های مختلف خاک، توجه کرد (۱۲). در این مطالعه غلظت بور در برگ و ارتباط آن با غلظت این عنصر در عمق‌های مختلف خاک به عنوان معیاری برای انتخاب عصاره‌گیری مناسب بین دو روش عصاره‌گیری با آب داغ و عصاره اشباع، استفاده شد. در منطقه کبوترخان بین غلظت بور برگ و خاک در همه عمق‌ها و در هر دو روش عصاره‌گیری، همبستگی وجود ندارد. کبوترخان دارای خصوصیات خاک متفاوت از سایر مناطق پسته کاری است به طوری که بیشتر باغ‌های این منطقه در سطح ژئومورفولوژی پلایا واقع شده و دارای خاک با بافت سنگین و شوری اولیه بالاست. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که خصوصیات خاص این منطقه باعث شده است که حداقل در این مطالعه، هیچ یک از دو روش عصاره‌گیری بکار رفته برای بور با غلظت آن در برگ همبستگی نداشته و مناسب آزمون خاک نباشد و لازم است روش‌های دیگر عصاره‌گیری مورد مطالعه و آزمایش قرار گیرد. در منطقه انار و بیاض غلظت بور اندازه‌گیری شده به روش عصاره اشباع در عمق‌های ۸۰-۴۰ و ۱۲۰-۸۰ سانتیمتری خاک و غلظت بور در برگ همبستگی نسبتاً قوی نشان داده و در سطح احتمال پنج درصد ( $P \leq 0.05$ ) معنی دار هستند در حالی که روش عصاره‌گیری با آب داغ روابط همبستگی بالا و معنی داری را نشان نمی‌دهند. در منطقه نوق نیز چنین وضعیتی وجود دارد با این تفاوت که ضرائب همبستگی بالاتر بوده و در سطح احتمال یک درصد ( $P \leq 0.01$ ) معنی دارند و در روش عصاره‌گیری با آب داغ نیز، غلظت بور اندازه‌گیری شده در عمق ۸۰-۴۰ سانتیمتری خاک و غلظت بور در برگ همبستگی نسبتاً قوی نشان داده و در سطح احتمال یک درصد ( $P \leq 0.01$ ) معنی دار است. پس به طور کلی در مناطق انار، بیاض و نوق روش عصاره اشباع نسبت به آب داغ جهت عصاره‌گیری بور در خاک ارجح است. باید متذکر شد گرچه در منطقه نوق روش عصاره آب داغ هم می‌تواند مناسب باشد ولی با توجه به اینکه روش عصاره اشباع آسانتر، ارزان‌تر و سریع‌تر بوده و در مرحله عصاره‌گیری نیاز به امکانات خاص ندارد، ترجیح داده می‌شود.

همبستگی میزان بور خاک و شوری در مناطق عمده پسته کاری رفسنجان شامل انار و بیاض، نوق و کبوترخان در روش عصاره‌گیری عصاره اشباع، قوی‌تر بوده و در اکثر اعماق در سطح احتمال یک درصد معنی دار می‌باشد. همبستگی غلظت بور با درصد رس و سیلت در هر دو روش عصاره‌گیری و در همه مناطق مثبت و با درصد شن منفی است که این نتایج با نظرسایر محققین نیز هماهنگی دارد (۵، ۶). بر طبق تحقیقات گذشته بور بومی خاک همبستگی مثبت معنی داری با میزان رس خاک دارد (۵). خاک‌های درشت بافت اغلب بور قابل دسترس کمتری نسبت به خاک‌های ریزبافت دارند بنابراین مشاهده کمبود بور در گیاهان کشت شده در خاک‌های شنی دور از انتظار نیست (۶). جذب بور بوسیله گیاهان در مقادیر مساوی بور محلول در آب، برای خاک درشت بافت بیشترین، برای خاک متوسط بافت (لومی) متوسط و برای خاک ریزبافت حداقل بوده است. مقدار بور جذب شده بوسیله خاک به بافت آن بستگی دارد و با افزایش میزان رس افزایش می‌یابد (۶).

برای ارزیابی وضعیت بور در برگ پسته از دو حد بحرانی گزارش شده توسط

بور در برگ در گروه رو به زیاد قرار می‌گیرند. به طور کلی در خصوص مناطق غیر از مناطق پسته کاری رفسنجان مطالعات وسیع‌تر و بیشتر مورد نیاز است و بررسی حاضر دید کلی از وضعیت بور در این مناطق فراهم می‌کند و در بین مناطق پسته کاری مورد مطالعه، کشکوئیه و حومه شرقی و غربی رفسنجان از نظر سمیت بور، نیاز بیشتری به مدیریت برای تولید پایدار دارند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به استانداردهای موجود، آب آبیاری همه مناطق پسته کاری از نظر میانگین غلظت بور برای این گیاه مطلوب است. چنین به نظر می‌رسد قبل از هر چیز باید تحقیقاتی در زمینه به دست آوردن حدود تحمل پایه‌ها و ارقام مختلف پسته به میزان بور موجود در آب آبیاری انجام پذیرد تا بتوان آب آبیاری مناطق مختلف را دسته‌بندی نموده و در مورد مطلوب بودن و نبودن آنها از نظر میزان بور اظهار نظر کرد. با اطلاعاتی که از تجزیه آب آبیاری مناطق مختلف پسته کاری ایران به دست آمده می‌توان غلظت‌های مناسب آزمایشی را، حتی به تفکیک مناطق، انتخاب نمود و طرح‌های تحقیقاتی آینده را پایه‌ریزی کرد. غلظت بور در برگ پسته اکثر مناطق پسته کاری رفسنجان از حد بحرانی بالاتر بوده و رو به زیاد قلمداد می‌شود. براساس استانداردهای موجود و روش عصاره‌گیری اشباع، مقادیر میانگین غلظت بور در سه عمق خاک در همه مناطق مورد مطالعه مطلوب است (کوچکتر از ۵). همانطور که ذکر شد با توجه به استانداردهای موجود فقط غلظت بور در برگ مناطق پسته کاری بالاتر از حد بحرانی می‌باشد و غلظت این عنصر در آب و خاک این مناطق مطلوب است که این مسئله نشان دهنده عدم هم‌خوانی استانداردهای موجود در آب، خاک و گیاه می‌باشد و لزوم تحقیقات بیشتر در زمینه تعیین حدود بحرانی به اثبات می‌رسد. به طور کلی در خصوص مناطق غیر از مناطق پسته کاری رفسنجان مطالعات وسیع‌تر و بیشتر مورد نیاز است و بررسی حاضر دید کلی از وضعیت بور در این مناطق فراهم می‌کند و در بین مناطق پسته کاری مورد مطالعه، کشکوئیه و حومه شرقی و غربی رفسنجان از نظر سمیت بور، نیاز بیشتری به مدیریت برای تولید پایدار دارند.

### پیشنهادات

با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادات زیر مطرح می‌گردد:  
۱- مناطق مختلف پسته کاری که از نظر غلظت بور در آب، خاک و برگ



# SID



ابزارهای پژوهش



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه‌های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم‌های آموزشی

سامانه ویراستاری (ویرایش متون فارسی، انگلیسی، عربی)

۴۰ درصد تخفیف نوروزی ویژه کارگاه‌ها و فیلم‌های آموزشی



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت‌های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI



آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران