

تأثیر برخی از ویژگی های خاک بر رشد، عملکرد و خندانی پسته در منطقه

انار رفسنجان

محمد حسن صالحی^{۱*}، مژده حیدری، عبدالرحمان محمدخانی و سید جواد حسینی فرد

استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد؛ mehsalehi@yahoo.com

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد؛ Mojdehheidari@gmail.com

استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد؛ mkhani@yahoo.com

عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور؛ Hosseinifard@yahoo.com

چکیده

پسته یکی از محصولات مهم صادراتی و استراتژیک کشور محسوب می شود و برای تولید پایدار این محصول، شناسایی عوامل موثر بر رشد آن ضروری است. تحقیق حاضر با هدف شناخت خاک های تحت کشت پسته و تأثیر خصوصیات این گونه خاک ها بر رشد، عملکرد و خندانی پسته انجام شد. بدین منظور، منطقه انار واقع در ۷۵ کیلومتری شمال غرب رفسنجان در سال ۱۳۸۵ جهت مطالعه انتخاب گردید. بعد از مطالعات اولیه، باغ هایی که از نظر مدیریت، رقم، کیفیت آب و دور آبیاری، یکسان ولی از نظر رشد ظاهری، متفاوت بودند، انتخاب شدند. بدین ترتیب، شش باغ، انتخاب و هر باغ به دو قسمت مطلوب و نامطلوب تقسیم گردید. جهت مطالعات آماری، در هر قسمت، سه تکرار و در هر تکرار، سه درخت انتخاب شد. سپس، از دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی متری در سایه انداز درختان، نمونه برداری خاک برای تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی صورت پذیرفت. عملکرد، درصد خندانی میوه، محیط تنه، طول سایه انداز و ارتفاع درختان نیز اندازه گیری شد. همچنین، در قسمت مطلوب و نامطلوب هر باغ، یک پروفیل حفر و تشریح گردید و رده بندی آنها تا سطح فامیل تعیین شد. نتایج نشان داد که شوری و رس زیاد، اثر منفی بسیار معنی داری بر عملکرد دارند. درصد رس با قطر تنه، طول سایه انداز و ارتفاع درختان و خندانی پسته نیز همبستگی منفی و معنی دار نشان داد. بنابراین، تهیه نقشه های شوری و بافت خاک برای مدیریت بهتر پسته در منطقه توصیه می شود. بر اساس نتایج تشریح پروفیل، پایداری خاک ها در حالت خشک در قسمت نامطلوب، سخت تر از قسمت مطلوب باغ بود. نتایج رده بندی خاک ها بیانگر این است که فامیل خاک، همیشه نمی تواند تفاوت خاک ها و تأثیر آنها را بر عملکرد پسته نشان دهد.

واژه های کلیدی: پسته، خصوصیات خاک، خندانی، عملکرد

مقدمه

خوشگفتارمنش، ۱۳۸۳، محمدخانی و صالحی، ۱۳۸۴، Sepaskhah و همکاران، ۱۹۸۸، Zeng و Brown، ۲۰۰۱). شوری و عدم تعادل عناصر غذایی در خاک، کم آبی، نامطلوب بودن کیفیت آب های آبیاری و کاهش مستمر کیفیت این آب ها و استمرار خشکسالی، سبب پائین آمدن عملکرد، ظهور عارضه ریز برگ و مهیا شدن شرایط برای به وجود آمدن عارضه سرخشکیدگی و دیگر عوارض

علیرغم اینکه پسته یکی از محصولات مهم صادراتی و استراتژیک کشور محسوب می شود تا به حال، مطالعه ای جامع در ارتباط با خصوصیات خاک و تأثیر آن ها بر عملکرد و کیفیت پسته انجام نشده و بیشتر مطالعات به تأثیر نوع کودها، وضعیت آب زیرزمینی، نحوه کوددهی و اثر سال آوری و شوری بر غلظت عناصر پسته، عملکرد و کیفیت آن پرداخته اند (مداحیان، ۱۳۷۰،

۱- نویسنده مسئول، آدرس: شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی

* دریافت: ۸۶/۵/۳۰ و پذیرش: ۸۷/۵/۳

بر وضعیت حاصلخیزی اهمیت ویژه‌ای دارد. در خاک‌هایی که دارای بافت سبک و شنی می‌باشند درصد بالایی از نیتروژن کودی، آبشویی شده و از دسترس ریشه گیاه خارج می‌شود. در خاک‌های با بافت سنگین نیز گرچه آبشویی نیتروژن محدودتر است اما به دلیل تصعید گازی^۱، بخشی از نیتروژن مصرفی به هدر می‌رود (خوشگفتارمنش، ۱۳۸۳). پسته در هر نوع خاک با بافت‌های متفاوت قابل کشت است اما مانند هر محصول دیگر، خاک نامناسب، بر کمیت و کیفیت این محصول تأثیر دارد. بهترین خاک برای کشت پسته خاکی با بافت لومی‌شنی گزارش شده است (درویشیان، ۱۳۷۸). مقدار سنگریزه زیاد، گچ، SAR، EC، و مقدار رس بالا در مناطق پسته‌کاری رفسنجان از عوامل محدودکننده‌ی رشد پسته بیان شده‌اند (Hosseini-fard و همکاران، ۲۰۰۵ a). این تحقیق، با هدف شناخت نوع خاک‌های غالب و تأثیر خصوصیات آن‌ها بر رشد، عملکرد و خندانی پسته در باغ‌های منطقه انار رفسنجان واقع در استان کرمان انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه انار رفسنجان در شمال غربی استان کرمان و در امتداد شمال‌غربی به جنوب شرقی واقع شده است. منطقه مورد نظر بین طول‌های جغرافیایی ۲۰° تا ۵۵° و عرض‌های جغرافیایی ۳۰° تا ۴۰° قرار دارد. این منطقه در زیر حوزه رفسنجان - نوق - انار واقع گردیده (نقوی، ۱۳۷۵) و مساحت کل باغ‌های منطقه حدود ۳۰۰۰۰ هکتار است.

انتخاب باغ‌ها، درختان و نمونه‌برداری از آن‌ها

در بعضی از باغ‌های پسته منطقه انار رفسنجان، تفاوت در رشد و عملکرد درختان، مشاهده می‌شود. جهت بررسی ارتباط تفاوت رشد و عملکرد پسته با خصوصیات مختلف خاک، باغ‌هایی که از نظر رقم، کیفیت آب، دور آبیاری و سن درخت یکسان بودند، انتخاب شدند. مساحت تقریبی هر باغ بین ۹ تا ۱۰ هکتار و مساحت کل باغ‌های مورد مطالعه حدود ۶۰ هکتار بود. کلیه باغ‌های مورد مطالعه از یک چاه آب و با یک پمپ، آبیاری می‌شدند و مدیریت یکسانی بر روی آنها اعمال می‌شد. رقم مورد بررسی در این پژوهش، فندق (رقم غالب منطقه) و سن درختان ۳۵ سال بود و همگی در سال محصول‌دهی^۲ قرار داشتند. نحوه انتخاب باغ‌ها با مشاوره کارشناسان منطقه به نحوی صورت پذیرفت که نماینده‌ی

تغذیه‌ای در باغات پسته رفسنجان شده است (مظفری، ۱۳۸۴). در خاک‌های شور، پتانسیل کم آب خاک همراه با تأثیر سوء بعضی از یون‌ها نظیر کلرید، بی‌کربنات، بور و به‌خصوص سدیم که باعث افزایش نسبت Na/K، Na/Ca، Mg/Ca و Cl/NO₃ در گیاه می‌شود و همچنین عدم تعادل صحیح میان غلظت عناصر غذایی، عامل اصلی کاهش رشد گیاه به حساب می‌آید (Hosseini-fard و همکاران، ۲۰۰۵ a). در شرایط شور، غلظت سدیم و کلر، معمولاً بیش از غلظت عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بوده و این مسئله موجب می‌شود که در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تعادل تغذیه‌ای از جهات گوناگون بروز کند (همایی، ۱۳۸۱). محمدخانی و صالحی (۱۳۸۴) بیان کردند افزایش غلظت نمک از طریق کاهش جذب پتاسیم می‌تواند اثرات سوء کلرید سدیم را تشدید نماید. در این تحقیق، افزایش شوری تا ۲۰ میلی‌مولار تأثیر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم ریشه و ساقه نداشت ولی غلظت‌های بیشتر، سبب کاهش جذب پتاسیم گردید. شوری خاک می‌تواند بر آزاد سازی عناصر غذایی از فاز جامد به محلول خاک، حرکت عناصر غذایی به سطح ریشه و انتقال عناصر غذایی از ریشه به اندام‌های هوایی گیاه نیز تأثیر سوئی داشته باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸، Ashworth و همکاران، ۱۹۸۶). غالباً گیاهان در غلظت‌های متوسط املاح خاک، تا حدودی از ورود یون‌های مضر و ناخواسته جلوگیری می‌نمایند ولی با افزایش غلظت املاح، جذب یون‌های سدیم و کلر افزایش می‌یابد. جذب زیاد یون‌ها در حقیقت برای مقابله با افزایش فشار اسمزی بیرون ریشه گیاه ضروری است ولی منجر به کاهش جذب برخی عناصر ضروری نظیر پتاسیم، کلسیم، روی و در نهایت تشدید عدم تعادل آنها در گیاه می‌شود (تاج آبادی، ۱۳۸۳).

بافت خاک یکی دیگر از عوامل مهم تأثیرگذار بر بسیاری از ویژگی‌های مدیریتی، تغذیه‌ای و شیمیایی خاک می‌باشد. تأثیر بافت خاک بر گیاه به طور مستقیم و یا غیرمستقیم، در اراضی شور از اهمیت بیشتری برخوردار است (نقوی ۱۳۷۵). کاهش نفوذپذیری آب در خاک و تجمع آب در برخی نقاط خاک از جمله در محل وجود لایه‌های سخت می‌تواند منجر به آب گرفتگی اطراف ریشه و اختلال در تهویه گردد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). در خاک‌های شنی نیز به دلیل کمتر بودن ظرفیت تبادل کاتیونی و نیز احتمال آبشویی برخی عناصر غذایی موجود در محلول خاک نظیر نیترات و پتاسیم، امکان بروز کمبود این عناصر غذایی وجود دارد (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۹). بنابراین، توجه به بافت خاک، به عنوان یک عامل تأثیرگذار

1- Volatilization
2- On-year

Bauder, ۱۹۹۶)، آهک به روش تیتراسیون (Jones, ۲۰۰۱) و گچ با استفاده از روش استون (Skarie و همکاران، ۱۹۸۷) اندازه‌گیری شد. همچنین، کلسیم و منیزیم محلول با استفاده از روش کمپلکسومتری و تیتراسیون توسط EDTA، سدیم محلول با روش نشراتی و ازت کل به روش کج‌دلال (علی‌احیایی، ۱۳۷۶)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen و Sommers, ۱۹۸۲)، مواد آلی به روش واکلی بلاک (علی‌احیایی، ۱۳۷۶)، پتاسیم تبادل و محلول (قابل جذب) با روش استات آمونیوم (Jones, ۲۰۰۱) و بور به روش آزومتین - H (Keren, ۱۹۹۶) اندازه‌گیری گردید. همچنین، عناصر آهن، روی، منگنز و مس نیز با استفاده از DTPA، عصاره‌گیری و با دستگاه جذب اتمی قرائت شد (علی‌احیایی، ۱۳۷۶، Wright و Stuczynski, ۱۹۹۶). در ارتباط با پروفیل‌ها، علاوه بر تشریح آن‌ها، آزمایشات مورد نیاز شامل ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات آمونیم (Sumner و Miller, ۱۹۹۶) و بافت (پس از آهک‌زدایی)، درصد آهک و گچ بر روی نمونه‌های هر یک از افق‌ها به روش‌های فوق انجام گردید (جدول ۱ و ۲). کلیه پروفیل‌ها فاقد سنگریزه بوده‌اند.

اندازه‌گیری عملکرد و درصد خندانی

در زمان برداشت محصول (اوایل مهر)، عملکرد (پسته تر) سه درخت در هر تکرار اندازه‌گیری شد. سپس، حدود یک کیلوگرم از نمونه‌های پسته هر درخت، برای اندازه‌گیری درصد خندانی برداشت و میانگین اعداد هر تکرار جهت تجزیه‌های آماری استفاده شد.

محاسبات آماری

پس از تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز، محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و ضریب همبستگی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C انجام گردید.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین بین قسمت‌های مطلوب و نامطلوب باغ‌ها

بین قسمت‌های مطلوب و نامطلوب باغ‌ها از نظر عملکرد و قطر تنه اختلاف معنی‌داری دیده شد (جدول ۳) میانگین عملکرد در قسمت مطلوب باغ‌ها ۳۸ کیلوگرم بر هر درخت و بالاترین و پایین‌ترین حد عملکرد، به ترتیب، ۴۴/۵ و ۲۱/۸ کیلوگرم بر هر درخت است در حالی که میانگین عملکرد در قسمت نامطلوب باغ‌ها، ۱۸ و بالاترین و پایین‌ترین حد عملکرد، به ترتیب، ۲۱ و ۱۴/۶ کیلوگرم بر هر درخت بدست آمد. میانگین هدایت الکتریکی، پتاسیم و درصد شن در هر دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری، میانگین رس، کلسیم، سدیم و آهک تنها در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری و میانگین فسفر و درصد

منطقه باشند و دامنه متفاوتی از خصوصیات خاک و عملکرد را شامل شوند. هر باغ بر اساس رشد گیاه، به دو قسمت تقسیم شد و در آنها، قسمتی که درختان از نظر ظاهری، رشد بهتری داشتند قسمت مطلوب باغ و مناطقی که درختان، رشد کمتری داشتند، قسمت نامطلوب باغ، نامگذاری شد. در مجموع، شش باغ، انتخاب گردید و در هر یک از دو قسمت مطلوب و نامطلوب آنها، محیط تنه، طول سایه‌انداز (قطر تاج) و ارتفاع درخت‌ها به طور هم‌زمان توسط متر اندازه‌گیری شد. سپس، با دایره فرض نمودن تنه درخت‌ها، قطر تنه آن‌ها محاسبه گردید.

مطالعات آماری

در هر قسمت مطلوب و نامطلوب، سه تکرار برای نمونه‌برداری خاک و در هر تکرار، سه درخت جهت تعیین عملکرد، رشد و خندانی پسته، انتخاب و مشخص گردید و آزمایش در قالب طرح آشیانه‌ای^۱ اجرا شد. با توجه به توزیع ریشه (بر اساس مطالعات صحرایی) و نیز بررسی تأثیر بخش کنترل اندازه ذرات در فامیل خاک بر رشد و عملکرد پسته، نمونه‌برداری خاک با استفاده از مته (اگر)، از دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری صورت پذیرفت. این نمونه‌برداری در سایه‌انداز و با فاصله حداقل یک متر از تنه درختان تحت آزمایش، انجام شد. بنابراین، به طور کلی ۷۲ نمونه خاک (۳۶ نمونه از هر عمق در هر باغ و ۱۸ نمونه از هر عمق در هر قسمت از باغ) برداشت گردید. این نمونه‌برداری، در تیر و مردادماه ۱۳۸۵ یک ماه قبل از برداشت محصول انجام شد.

مطالعات پروفیلی خاک

علاوه بر نمونه‌های خاکی که برای مطالعات آماری از دو عمق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری برداشت شد در هر باغ، دو پروفیل، یکی در قسمت مطلوب و دیگری در قسمت نامطلوب، در سایه‌انداز درختان انتخاب شده حفر و تشریح گردید و نمونه‌های آن‌ها جهت رده‌بندی خاک تا سطح فامیل، مطابق با رده‌بندی آمریکایی (Soil Survey Staff, ۲۰۰۶) به آزمایشگاه ارسال شد.

مطالعات آزمایشگاهی

تجزیه خاک

پس از هوا خشک کردن نمونه‌های خاک و عبور از الک ۲ میلی‌متری، بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (Rhoades, ۱۹۹۶)، pH در گِل اشباع (Thomas, ۱۹۹۶)، بافت با استفاده از روش هیدرومتر (Gee و

اعماق صفر تا ۴۰ و ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری و عملکرد رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین، درصد آهک در قسمت مطلوب باغ‌ها بیشتر از قسمت نامطلوب آنهاست (شکل ۲). با توجه به اینکه اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک آهکی هستند و قابلیت جذب فسفر و عناصر کم‌مصرف به خصوص آهن و روی در خاک‌های آهکی بسیار پائین است (Kalbasi, ۱۹۸۶) و این خاک‌ها ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر فوق دارند (Tekin و همکاران، ۱۹۹۸) انتظار می‌رود در این باغ‌ها با افزایش آهک، عملکرد کاهش یابد ولی نتایج معکوس، احتمالاً به دلیل آن است که عمده آهک خاک از نوع اولیه بوده و میل واکنشی آن کم بوده است. از طرفی به نظر می‌رسد گچ موجود در خاک‌های این مناطق، عامل اصلی کنترل کننده فعالیت کلسیم باشد زیرا حلالیت آن از آهک بیشتر است. میانگین درصد گچ در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌ها در عمق صفر تا ۸۰ سانتی‌متری، به ترتیب، ۴/۲ و ۶/۷ بوده ولی این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نیست. ضریب همبستگی منفی درصد گچ با عملکرد (جدول ۵) نیز می‌تواند دلیل دیگری بر اثر منفی گچ بر افزایش غلظت کلسیم و کاهش عملکرد باشد.

یکی از عواملی که بر روی عملکرد اثر بسیار قابل توجهی نشان می‌دهد، بافت خاک و اجزاء آن می‌باشد به طوری که با افزایش درصد ذرات رس در خاک، عملکرد کاهش و برعکس با افزایش درصد شن در خاک، عملکرد افزایش یافته است. این گونه مشاهدات را می‌توان به این صورت توجیه کرد که با افزایش رس، نفوذپذیری کاهش یافته و خاک سفت‌تر و تهویه و نفوذ ریشه‌ها با مشکل مواجه می‌شود و در نتیجه کاهش رشد و متعاقباً کاهش عملکرد مشاهده می‌گردد. حسینی فرد و همکاران (۲۰۰۵a) نیز یکی از عوامل محدودکننده رشد پسته را مقدار رس زیاد بیان کرده‌اند. همان‌طور که در جداول ۱ و ۲ دیده می‌شود خاک‌های قسمت نامطلوب باغ‌ها که حاوی رس بیشتری هستند، از نظر پایداری خشک نیز سختی بیشتری نشان می‌دهند.

میانگین پتاسیم در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌ها به ترتیب، ۲۰۳ و ۳۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک و در عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری، به ترتیب، ۲۰۲ و ۲۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بوده است. مقدار پتاسیم در هر دو عمق با عملکرد همبستگی منفی ($p < 0/01$) دارد (جدول ۵) که دلیل آن را می‌توان به دو صورت توجیه کرد: اولاً با توجه به ضرایب همبستگی بین خصوصیات خاک، با افزایش رس، میزان پتاسیم خاک نیز افزایش می‌یابد ($r = 0/59^{**}$ برای عمق

سیلت تنها در عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری بین قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۴). علت عدم تفاوت معنی‌دار رس در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری شاید ناشی از مخلوط شدن خاک روئین و زیرین قسمت مطلوب و افزایش رس در سطح این قسمت از باغ‌ها در اثر شخم باشد. سایر خصوصیات مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و به همین دلیل از ارائه اطلاعات مربوط به آن‌ها خودداری شده است.

مقایسه میانگین بین قسمت‌های مطلوب و نامطلوب هر باغ

مقایسه میانگین عملکرد در قسمت‌های مطلوب و نامطلوب هر باغ نشان می‌دهد که در اکثر باغ‌ها، عملکرد در قسمت مطلوب، به طور معنی‌داری بیشتر از قسمت نامطلوب است (شکل ۱).

کلسیم و درصد آهک در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری، فسفر و بور در عمق ۴۰ تا ۸۰ و درصد شن، رس و هدایت الکتریکی در هر دو عمق مورد مطالعه بین قسمت مطلوب و نامطلوب اکثر باغ‌ها اختلاف معنی‌دار نشان داده‌اند (شکل ۲) به طوری که مقادیر هدایت الکتریکی، بور و درصد رس در قسمت‌های نامطلوب هر باغ بیشتر از قسمت مطلوب باغ می‌باشند.

همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک در هر دو قسمت باغ ۵ نسبت به سایر باغات بیشتر بوده است. همچنین میزان بور خاک در عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متری در این باغ بسیار نزدیک به باغ ۶ و از سایر باغات بیشتر بوده که می‌تواند دو عامل عمده در محدودیت رشد و کاهش عملکرد پسته در یک باغ (شکل ۱) محسوب شود.

همبستگی عملکرد با خصوصیات خاک

نتایج همبستگی (جدول ۵) نشان می‌دهد که عملکرد با قابلیت هدایت الکتریکی خاک در هر دو عمق مورد مطالعه، رابطه منفی و بسیار معنی‌دار ($p < 0/01$) دارد که با نتایج سپاسخواه و همکاران (۱۹۸۸) و محمدخانی (۱۳۷۲) مطابقت دارد. دلیل این امر را می‌توان به این صورت بیان کرد که با افزایش شوری، فشار اسمزی افزایش یافته و جذب عناصر توسط گیاه با مشکل مواجه می‌شود و در نتیجه عملکرد کاهش می‌یابد. علاوه بر این، در خاک‌های شور، مشکل سمیت برخی عناصر مانند سدیم، منیزیم و بور باعث کاهش رشد و عملکرد می‌گردد. عملکرد با میزان کلسیم محلول در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری نیز رابطه منفی و بسیار معنی‌دار دارد. با توجه به اینکه با افزایش شوری، میزان املاح مختلف از جمله کلسیم افزایش می‌یابد کاهش عملکرد ناشی از افزایش این عنصر قابل توجیه است. بین درصد آهک در

صفر تا ۴۰ و $r=0.67$ برای عمق ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متر) و چون رابطه بین درصد رس و عملکرد یک رابطه منفی است، احتمالاً به همین دلیل، پتاسیم نیز با عملکرد یک رابطه منفی معنی‌دار نشان می‌دهد. ثانیاً با توجه به این که میزان سدیم محلول در خاک‌های منطقه زیاد است (۵۴ و ۷۸ میلی اکویالان بر لیتر، به ترتیب، در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌ها) رقابت آن با پتاسیم در جذب توسط گیاه (محمدخانی و صالحی، ۱۳۸۴) منجر به کاهش جذب پتاسیم و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود.

بین مقدار بور در هر دو عمق و عملکرد همبستگی منفی وجود دارد. حد طبیعی بور در خاک برای پسته ۰/۸ تا ۱ پی پی ام (پناهی، ۱۳۸۰) و حتی تا ۵ پی پی ام (Ferguson, ۲۰۰۳) گزارش شده است که نشان می‌دهد تحمل گیاه به میزان بور خاک به عوامل مختلفی از جمله نوع رقم آن نیز بستگی دارد. در اثر وجود مقدار زیاد بور، رشد ریشه محدود و فتوسنتز مختل می‌گردد و در شرایط سمیت شدید، برگ‌های درخت می‌ریزد (همایی، ۱۳۸۱). در خاک‌های مورد مطالعه، مقدار بور خاک در تمامی باغ‌ها در قسمت نامطلوب زیادتر از قسمت مطلوب است و این تفاوت در اکثر باغ‌ها معنی‌دار است (شکل ۲). غلظت بور در برگ درختان پسته مناطق مختلف رفسنجان نسبتاً بالا و حدود ۵۰۰ پی پی ام گزارش شده است (Hosseinifard و همکاران، ۲۰۰۵b). سپاس‌خواه و همکاران (۱۹۸۸) نیز رقم فندقی را جزء وارته‌های حساس به سمیت بور عنوان کرده‌اند. با توجه به نتایج فوق، غلظت زیاد بور خاک را نیز می‌توان یکی از عوامل دیگر موثر در کاهش رشد و عملکرد پسته در منطقه مورد مطالعه بیان کرد.

همبستگی قطر تنه، قطر تاج و ارتفاع درخت و درصد خندانی با خصوصیات خاک

میانگین قطر تنه درخت‌ها در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌ها به ترتیب، ۳۸/۲ و ۱۸ سانتی‌متر بود. این مقادیر برای ارتفاع درختان در قسمت مطلوب و نامطلوب، به ترتیب، ۲۴۷ و ۱۸۲ سانتی‌متر و برای قطر تاج، به ترتیب، ۲۵۴ و ۲۱۸ سانتی‌متر بود. نتایج بیانگر این است که قطر تنه، ارتفاع و قطر تاج با عملکرد و درصد شن، همبستگی مثبت و با درصد رس خاک همبستگی منفی و معنی‌دار دارند (جدول ۶). درصد خندانی نیز با درصد رس خاک در هر دو عمق همبستگی منفی و بسیار معنی‌دار نشان می‌دهد (جدول ۷).

ضرایب همبستگی نشان می‌دهند که درصد خندانی با پتاسیم در هر دو عمق همبستگی منفی ولی با مقدار ازت خاک در عمق صفر تا ۴۰ سانتی‌متری همبستگی

مثبت و بسیار معنی‌دار دارد. با توجه به مطالب گفته شده در قسمت قبل، چون با افزایش رس، میزان پتاسیم افزایش می‌یابد، احتمالاً کاهش درصد خندانی ناشی از افزایش پتاسیم نیز می‌تواند به دلیل اثرات منفی زیادی رس باشد که بر روی رشد و نفوذ ریشه در خاک و جذب عناصر تغذیه‌ای و در نهایت کیفیت پسته تأثیر منفی می‌گذارد. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد افزایش رس (به ویژه رس در لایه‌های زیرین) تأثیر منفی زیادی بر عملکرد، درصد خندانی و رشد گیاه داشته و سنگینی بافت خاک از عوامل بسیار مهم در رشد، عملکرد و کیفیت پسته در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بدین ترتیب، عدم مشاهده رابطه مثبت و معنی‌دار بین اکثر عناصر غذایی و سایر خصوصیات خاک با عملکرد و کیفیت پسته را شاید بتوان ناشی از مقادیر بالای شوری، بور و رس و تحت‌الشعاع قرار دادن تأثیر مثبت سایر خصوصیات خاک بر گیاه دانست.

مقایسه پروفیل‌های خاک در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌ها

نتایج تشریح پروفیل‌ها نشان می‌دهد پایداری خاک در حالت خشک، در قسمت مطلوب باغ‌ها اغلب نرم‌تر از قسمت نامطلوب است (جدول ۱ و ۲) و همان‌طوری که مشاهدات صحرایی نشان می‌دهند نفوذ ریشه در این خاک‌ها با محدودیت بیشتری روبرو بوده است. ساختمان خاک در افق‌های سطحی قسمت نامطلوب باغ‌ها اکثراً توده‌ای و در قسمت مطلوب، تک‌دانه است (لازم به ذکر است به دلیل حجم زیاد اطلاعات، در دو جدول مذکور، به داده‌های مهم‌تر اشاره شده است). فخار موحد (۱۳۷۹) نیز بیان کرد در خاک‌های رسی به علت نگهداری طولانی مدت رطوبت، احتمال آسیب دیدن ریشه و طوقه توسط عوامل بیماری‌زا افزایش می‌یابد. با مقایسه نتایج پروفیل‌ها در قسمت‌های مطلوب و نامطلوب باغ‌ها چنین استنباط می‌شود که در تمامی پروفیل‌ها در قسمت‌های مطلوب، در افق سطحی هیچ‌گونه تجمع گچ و آهک ثانویه قابل رویت وجود ندارد، درحالی که در پروفیل‌های قسمت نامطلوب در این باغ‌ها گچی تجمع گچ و آهک ثانویه مشاهده می‌شود (جدول ۱ و ۲) که علت آن را شاید بتوان ناشی از بهم خوردگی خاک و مخلوط شدن خاک افق‌های عمقی با افق سطحی در گذشته دانست. Hesse (۱۹۷۶) بیان کرد که خاصیت نگهداری، جذب و حرکت آب در خاک‌های گچی کاهش می‌یابد و علت اصلی آن را بیشتر ناشی از اثر گچ بر واحدهای ساختمانی خاک می‌داند.

دارند (جدول ۸) در صورتی که عملکرد و مقدار رس در این دو باغ و مقدار آهک، بور و شوری در باغ ۱، تفاوت معنی‌دار نشان می‌دهد (اشکال ۱ و ۲). از طرف دیگر، رده‌بندی خاک‌ها در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ ۵، متفاوت است (جدول ۸) در حالی که عملکرد و برخی از خصوصیات خاک در دو قسمت این باغ، تقریباً یکسان است و از نظر آماری معنی‌دار نیست (اشکال ۱ و ۲). این نتایج بیانگر این است که رده‌بندی خاک در سطح فامیل نیز همیشه نمی‌تواند تفاوت کیفیت خاک‌ها و تأثیر آن‌ها بر عملکرد پسته به خوبی نشان دهد.

نتیجه‌گیری

بنابر نتایج آماری، علل اصلی تفاوت در عملکرد، کیفیت و رشد ظاهری درختان پسته، سه عامل شوری، بور و درصد رس زیاد در خاک‌های منطقه مورد مطالعه می‌باشند که خود ناشی از تأثیر عوامل مختلفی مانند رسوبات آبرفتی و گاه‌آبادرفتی و نیز تأثیر عواملی مانند بافت خاک بر تجمع املاح و عناصر است. این محدودیت‌ها باعث می‌شود تأثیر مثبت سایر خصوصیات خاک بر رشد گیاه تحت‌الشعاع قرار گیرند. بنابراین، تهیه نقشه‌های شوری و بافت خاک با استفاده از فنون زمین‌آمار برای مدیریت پایدار و بهتر مناطق پسته‌کاری، توصیه می‌شود. همچنین، تکنیک‌های ذخیره آب و استفاده از این آب‌ها جهت مخلوط نمودن با آب‌های زیرزمینی موجود برای کاهش شوری و جلوگیری از شور شدن بیشتر خاک و آب، ضروری به نظر می‌رسد. نتایج پروفیلی ضمن تأیید نتایج آماری بیانگر این است که رده‌بندی خاک‌ها در سطح فامیل نیز همیشه نمی‌تواند مطلوب و نامطلوب بودن خاک‌ها و تأثیر آن‌ها را بر عملکرد پسته به طور کامل نشان دهد. در این ارتباط، تغییر معیارها و نیز تعیین سطح پائین‌تر رده‌بندی خاک‌ها و فازهای مناسب (فازهای سری) در تعیین تفاوت کیفیت خاک‌ها پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

کلیه هزینه‌های مربوط به این تحقیق، توسط مؤسسه تحقیقات پسته کشور تأمین گردیده است که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

میانگین وزنی قابلیت هدایت الکتریکی خاک در پروفیل‌های قسمت مطلوب ۱۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر است که کمتر از میانگین آن در قسمت‌های نامطلوب (۱۷/۳۵ دسی‌زیمنس بر متر) می‌باشد. سیاست‌خواه و همکاران (۱۹۸۸) تحقیقی روی نهال‌های پسته انجام دادند و بیان کردند که شوری بیشتر از ۸ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار رشد و عملکرد پسته می‌شود و این کاهش عملکرد به افزایش فشار اسمزی در اطراف ریشه و سمیت بعضی عناصر محلول و متعاقباً کاهش جذب بعضی عناصر ضروری نسبت داده شد. بنابراین، اگر چه نوع رقم پسته در مقاومت به شوری آن تأثیر زیادی دارد (Storey و Walker, ۱۹۹۹)، مطابق با نتایج مطالعه حاضر، درختان پسته، مقاومت بیشتری به شوری نسبت به نهال‌ها نشان می‌دهند و به عبارت دیگر، آستانه تحمل آن‌ها از نهال‌های پسته بالاتر است.

میانگین وزنی درصد رس پروفیل‌ها در قسمت مطلوب همه باغ‌ها کمتر از قسمت نامطلوب آن‌ها است (جدول ۱ و ۲). نقوی (۱۳۷۵)، نیز بیان کرد باغ‌هایی که خاک عمیق و بافت متوسط متمایل به سبک دارند، رشد درخت پسته در آن‌ها بهتر و عملکرد آن بالاتر است. بنابراین، بر اساس نتایج پروفیلی، ساختمان توده‌ای، وجود گچ و آهک ثانویه در افق‌های سطحی خاک، بافت سنگین و شوری زیاد از عوامل اصلی محدودکننده رشد و کاهش عملکرد در باغ‌های پسته منطقه مورد مطالعه می‌باشند. رده‌بندی خاک در سطح فامیل نیز در قسمت‌های مطلوب و نامطلوب باغ‌ها تا حدی متفاوت است (جدول ۸).

مقایسه فامیل خاک‌ها نشان می‌دهد پروفیل‌های قسمت مطلوب در اکثر باغ‌ها کلاس اندازه ذرات درشت‌تری دارند. این مقایسه نشان می‌دهد که قسمت‌های مطلوب در باغ‌های ۱ و ۶ و نیز قسمت نامطلوب در باغ‌های ۱ و ۶ دارای فامیل خاک یکسان هستند در حالی که برخی از خصوصیات خاک مانند EC، SAR، پتاسیم، فسفر، سدیم و بور، درصد خندانی و عملکرد در بین این دو باغ، تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهند (جدول آماری ارائه نشده است). علاوه بر این، قسمت‌های مطلوب و نامطلوب در هر یک از این باغ‌ها، فامیل خاک یکسانی

جدول ۱- برخی از خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌ها در قسمت مطلوب باغ‌ها

شماره باغ	افق	عمق (Cm)	بافت	هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹)	درصد گچ	درصد آهک	درصد رس (پس از آهک زدایی)	CEC (Cmole kg ⁻¹)	ساختمان	پایداری خشک
۱	Ap	۰-۳۰	LS	۶/۸	۵/۳	۱۷/۰	۶/۴	-	sg	MH
	Bky ₁	۳۰-۸۰	SL	۲/۳	۴/۲	۱۶/۰	۱۸/۴	۲۰	sg	MH
	Bky ₂	۸۰-۱۳۰	CL	۱۱/۵	۵/۲	۱۵/۰	۳۰/۴	۱۸	abkm1	H
۲	Ap	۰-۴۵	S	۹/۵	۳/۱	۲۰/۴	۴/۴	-	sg	SH
	By ₁	۴۵-۷۵	SL	۱۰/۲	۲/۶	۱۵/۴	۶/۴	۱۳	sg	L
	By ₂	۷۵-۹۰	S	۶/۸	۳/۰	۲۰/۴	۱/۸	۹	sg	L
	2Bty	۹۰-۱۲۵	C	۱۱/۴	۷/۸	۱۱/۲	۴۹/۸	۱۸	abkm1	VH
	Ap	۰-۱۵	SL	۱۰/۲	۳/۲	۱۸/۴	۹/۸	-	sg	VH
	Bky ₁	۱۵-۴۰	LS	۲۲/۷	۴/۴	۱۹/۲	۷/۸	۱۴	sg	MH
۳	Bky ₂	۴۰-۶۰	SL	۱۲/۸	۹/۲	۱۳/۰	۱۵/۸	۱۸	abkm2	MH
	Bky ₃	۶۰-۸۰	SL	۱۲/۰	۹/۱	۱۲/۲	۴۱/۸	۱۶	abkm2	EH
	Bz	۸۰-۱۳۰	CL	۸۸/۳	۱۰/۴	۱۶/۲	۳/۸	۱۹	abkm2	EH
	Ap	۰-۶۰	SL	۱۲/۹	۸/۷	۱۹/۸	۱۷/۸	-	abkm2	VH
	Bw	۶۰-۷۰	LS	۸/۱	۶/۸	۱۶/۰	۵/۸	۱۳	sg	L
	Bky ₁	۷۰-۹۰	SiCL	۱۱/۳	۱۰/۸	۱۳/۰	۳۹/۸	۱۵	m	MH
۴	Bky ₂	۹۰-۱۱۸	SL	۱۴/۶	۷/۷	۱۴/۰	۱۷/۸	۹	sg	SH
	C	۱۱۸-۱۴۰	SL	۱۳/۲	۳/۶	۱۵/۸	۱۹/۸	۱۰	sg	SH
	Ap	۰-۳۵	SL	۹/۵	۵/۰	۱۵/۴	۱۳/۸	-	m	MH
	C ₁	۳۵-۶۰	SL	۸/۰	۶/۱	۱۸/۴	۱۱/۸	۱۷	sbkm1	VH
	C ₂	۶۰-۸۰	LS	۷/۷	۷/۰	۱۴/۲	۳/۸	۱۲	sg	S
	2Bw	۸۰-۱۴۰	LS	۹/۹	۹/۲	۱۸/۲	۷/۸	۱۹	sbkm1	H
۵	Ap	۰-۶۰	SL	۹/۸	۲/۴	۱۸/۶	۱۵/۸	-	m	VH
	Bky	۶۰-۹۸	SCL	۹/۱	۷/۲	۱۸/۰	۲۵/۸	۱۹	m	VH
	C	۹۸-۱۰۶	LS	۹/۳	۶/۱	۱۷/۴	۵/۸	۱۲	sg	S
	2Bky	۱۰۶-۱۲۵	LS	۱۱/۶	۴/۵	۱۹/۰	۵/۸	۱۲	sg	SH
	2C	۱۲۵-۱۵۰	CL	۱۵/۳	۴/۱	۱۴/۲	۳۱/۸	۱۶	m	MH

Sg: تک‌دانه، m: توده‌ای، sbkm1: بلوکی بدون زاویه با درجه وضوح کم و اندازه متوسط، abkm1: بلوکی زاویه‌دار با درجه وضوح کم و اندازه متوسط، abkm2: بلوکی زاویه‌دار با درجه وضوح و اندازه متوسط، H: سخت، SH: نسبتاً سخت، MH: سختی متوسط، VH: خیلی سخت، EH: به شدت سخت، L: شل، S: نرم

جدول ۲- برخی از خصوصیات مرفولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی پروفیل‌ها در قسمت نامطلوب باغ‌ها

شماره باغ	افق	عمق (Cm)	بافت	هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹)	درصد گچ	درصد آهک	درصد رس (پس از آهک زدایی)	CEC (Cmole kg ⁻¹)	ساختمان	پایداری خشک
۱	Apk _y	۰-۳۰	LS	۱۲/۰	۴/۵	۱۵/۴	۸/۴	-	m	VH
	Bky ₁	۳۰-۶۵	L	۱۵/۴	۴/۷	۱۴/۶	۲۴/۴	۱۹	abkm1	EH
	Bky ₂	۶۵-۱۰۰	CL	۹/۶	۵/۲	۱۴/۶	۳۴/۴	۲۰	abkm1	EH
۲	By	۱۰۰-۱۳۰	LS	۱۹/۳	۶/۱	۱۷/۶	۸/۴	-	abkm1	MH
	Ap	۰-۴۰	LS	۱۹/۴	۴/۶	۱۳/۶	۵/۸	-	Sg	MH
	Bky	۴۰-۸۰	CL	۱۴/۲	۵/۰	۱۳/۴	۳۹/۸	۲۱	Sg	MH
	Btky	۸۰-۱۴۰	SiCL	۱۷/۰	۵/۲	۱۳/۲	۳۵/۸	۱۷	abkm1	H
	Ap	۰-۱۵	SCL	۲۳/۹	۷/۶	۹/۸	۲۵/۸	-	abkc2	EH
	Bky ₁	۱۵-۳۰	SiCL	۱۴/۶	۵/۰	۱۶/۸	۳۷/۸	۲۲	abkc2	VH
۳	Bky ₂	۳۰-۴۸	SiCL	۱۶/۲	۵/۸	۱۴/۰	۳۷/۸	۱۹	abkc3	EH

EH	abkc3	۱۷	۳۵/۸	۱۷/۲	۶/۱	۱۶/۰	SiCL	۴۸-۷۰	Bky ₃	
EH	abkc3	۱۸	۳۵/۸	۱۶/۰	۴/۲	۲۵/۸	SiCL	۷۰-۱۴۰	By	
VH	abkm2	-	۱۵/۸	۱۹/۸	۸/۷	۱۲/۹	SL	۰-۶۰	Ap	
H	m	۱۳	۱۵/۸	۱۶/۰	۶/۸	۸/۱	LS	۶۰-۷۰	Bw	
MH	m	۱۹	۱۵/۸	۱۳/۰	۱۰/۸	۱۱/۳	SiCL	۷۰-۹۰	Bky ₁	۴
H	m	۱۹	۹/۸	۱۴/۰	۷/۷	۱۴/۶	SL	۹۰-۱۱۸	Bky ₂	
H	m	۱۱	۱۵/۸	۱۵/۸	۳/۶	۱۳/۲	SL	۱۱۸-۱۴۰	C	
VH	abkm1	-	۱۷/۸	۱۸/۰	۱۰/۰	۱۷/۱	SL	۰-۲۰	Ap	
VH	sg	۲۲	۱۷/۸	۱۹/۰	۷/۶	۱۴/۳	SL	۲۰-۳۰	Bk	
S	sg	۱۶	۷/۸	۱۶/۸	۹/۵	۱۱/۳	SL	۳۰-۴۰	Bky ₁	۵
VH	abkm1	۱۸	۱۹/۸	۱۵/۶	۴/۵	۲۱/۳	L	۴۰-۶۴	Bky ₂	
MH	abkm2	۱۵	۲۵/۸	۱۵/۶	۱۰/۵	۲۳/۸	L	۶۴-۸۳	By	
VH	m	۱۷	۱۹/۸	۱۷/۶	۹/۴	۲۱/۶	SL	۸۳-۱۲۵	Bk	
VH	abkc2	-	۲۳/۸	۱۸/۰	۷/۲	۱۳/۱	SCL	۰-۶۰	Apk	
VH	abkc2	۱۹	۳۵/۸	۱۵/۶	۲/۸	۱۵/۳	CL	۶۰-۷۵	Bky ₁	۶
VH	m	۱۹	۲۳/۸	۱۵/۲	۳/۶	۱۴/۷	SCL	۷۵-۱۰۰	Bky ₂	
VH	abkm1	۱۷	۱۹/۸	۱۶/۲	۶/۶	۱۶/۷	SL	۱۰۰-۱۳۰	Bw	

abkc3 و abkc2: به ترتیب: بلوکی زاویه‌دار درشت با درجه وضوح متوسط و زیاد، سایر علائم، شبیه جدول ۱ می‌باشند.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد، قطر تنه و درصد خندانی درختان پسته

میانگین مربعات (MS)				
منبع تغییر	درجه آزادی	درصد خندانی	قطر تنه	عملکرد
باغ	۵	۶۳۳/۲*	۱۲۹۹۷۰	۲۵۳/۹*
رشد گیاه (مطلوب و نامطلوب)	۱	۷۸/۳	۶۱۱۵۷۶**	۳۶۲۸/۱**

*در سطح ۵ درصد معنی‌دار **در سطح ۱ درصد معنی‌دار

جدول ۴- تجزیه واریانس خصوصیات خاک در دو عمق مورد مطالعه

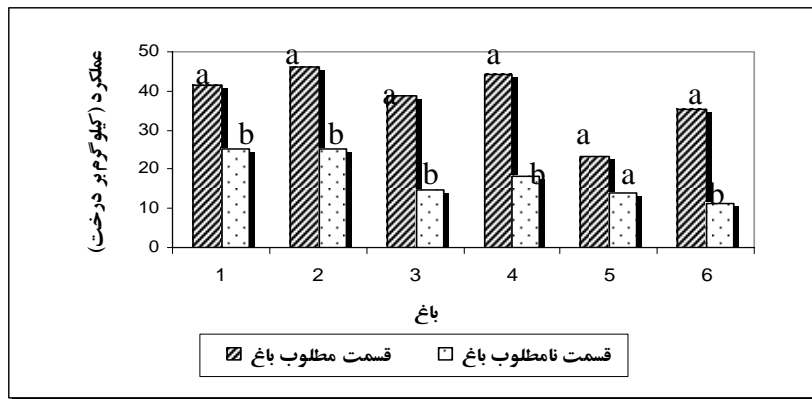
میانگین مربعات (MS)										
منبع تغییر	درجه آزادی	EC (+-۴۰)	EC (۴۰-۸۰)	SAR (+-۴۰)	درصد آهک (+-۴۰)	درصد رس (+-۴۰)	درصد رس (۴۰-۸۰)	درصد سیلت (۴۰-۸۰)	درصد شن (+-۴۰)	درصد شن (۴۰-۸۰)
باغ	۵	۶۲/۲۲۶	۳۹/۸۳۳	۱۴۰/۷**	۱۰/۵۸۲	۱۲۳/۴۹**	۹۵/۲۷**	۵۵/۶۵	۳۳۴/۲۶*	۲۴۲/۲**
رشد گیاه (مطلوب و نامطلوب)	۱	۲۹۱/۲۷**	۱۰۱/۶۷**	۳۱/۷۳	۱۲۵/۰۷**	۳۱/۷	۲۱۶/۰۹**	۴۷۳/۸**	۳۶۹/۹۲*	۱۰۸۲/۴**

*در سطح ۵ درصد معنی‌دار **در سطح ۱ درصد معنی‌دار

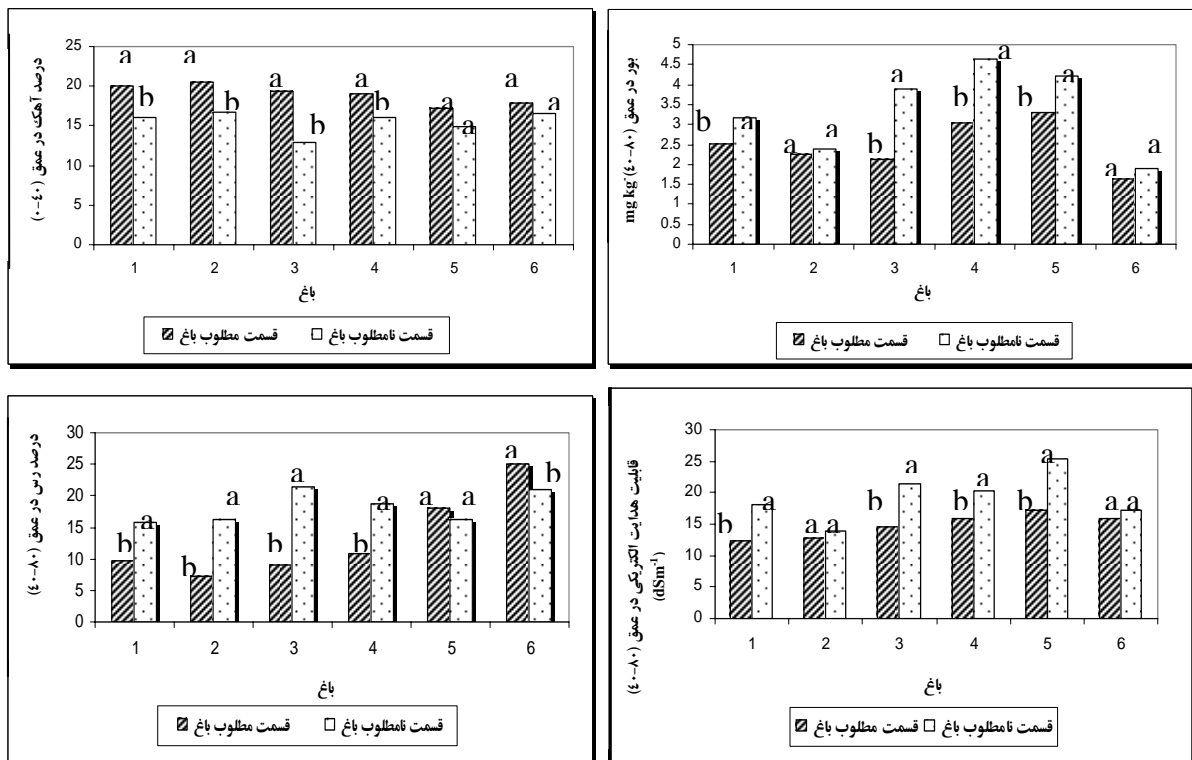
ادامه جدول ۴- تجزیه واریانس خصوصیات خاک در دو عمق مورد مطالعه

میانگین مربعات (MS)								درجه آزادی	منبع تغییر
بور (۴۰-۸۰)	بور (۰-۴۰)	سدیم (۰-۴۰)	کلسیم (۰-۴۰)	پتاسیم (۴۰-۸۰)	پتاسیم (۰-۴۰)	فسفر (۴۰-۸۰)	فسفر (۰-۴۰)		
۳/۶۸**	۵/۱۵۳**	۷۹۸۱**	۱۳۰۴	۴۱۴۹۸**	۳۱۳۴۷**	۱۷۱/۸*	۲۲۱/۹**	۵	باغ
۳/۹۸۷**	۸/۳۷۱	۸۱۷۸**	۷۶۵۶**	۴۸۷۶۷**	۱۹۳۶۷**	۱۶۵/۱*	۱۳/۶۹	۱	رشد گیاه (مطلوب و نامطلوب)

*در سطح ۵ درصد معنی دار *در سطح ۱ درصد معنی دار



شکل ۱- مقایسه بین میانگین عملکرد پسته در قسمت‌های مطلوب و نامطلوب هر یک از باغ‌ها (در این شکل، حروف متفاوت، نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد برای هر باغ می‌باشند).



شکل ۲- مقایسه بین میانگین شوری، درصد رس، آهک و مقدار بور در قسمت‌های مطلوب و نامطلوب هر یک از باغ‌ها (در این اشکال، حروف متفاوت، نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد برای هر باغ می‌باشند)

جدول ۵- ضریب همبستگی بین عملکرد با بعضی از خصوصیات خاک (n=۷۲)

عملکرد	فاکتورهای مختلف
-۰/۴۶**	EC(۰-۴۰)
-۰/۴۴**	EC(۴۰-۸۰)
-۰/۵۰**	کلسیم (۰-۴۰)
-۰/۴۷**	پتاسیم (۰-۴۰)
-۰/۵۲**	پتاسیم (۴۰-۸۰)
-۰/۱۴	گچ (۰-۴۰)
-۰/۱۱	گچ (۴۰-۸۰)
-۰/۴۵**	فسفر (۴۰-۸۰)
+۰/۵۴**	آهک (۰-۴۰)
+۰/۴۶**	آهک (۴۰-۸۰)
-۰/۴۲*	بور (۰-۴۰)
-۰/۳۵*	بور (۴۰-۸۰)
+۰/۵۱**	شن (۰-۴۰)
+۰/۵۹**	شن (۴۰-۸۰)
-۰/۴۸**	سیلت (۰-۴۰)
-۰/۵۳**	سیلت (۴۰-۸۰)
-۰/۳۹*	رس (۰-۴۰)
-۰/۵۲**	رس (۴۰-۸۰)

* در سطح ۵ درصد معنی‌دار
** در سطح ۱ درصد معنی‌دار

جدول ۶- ضریب همبستگی قطر تنه، ارتفاع و قطر تاج درخت با عملکرد پسته و درصد رس و شن خاک (n=۷۲)

عملکرد	درصد رس (۴۰-۸۰)	درصد شن (۴۰-۸۰)	
۰/۴۱*	-۰/۴۵**	۰/۴۰*	قطر تنه
۰/۴۴**	-۰/۴۲*	۰/۴۷**	ارتفاع درخت
۰/۴۱*	-۰/۴۲*	۰/۳۹*	قطر تاج

* در سطح ۵ درصد معنی‌دار
** در سطح ۱ درصد معنی‌دار

جدول ۷- ضریب همبستگی بین درصد خندانی با برخی از خصوصیات خاک (n=۷۲)

نیتروژن (۰-۴۰)	پتاسیم (۰-۴۰)	پتاسیم (۴۰-۸۰)	رس (۰-۴۰)	رس (۴۰-۸۰)	
+۰/۴۲*	-۰/۵۰**	-۰/۵۰**	-۰/۳۷*	-۰/۴۰*	درصد خندانی

* در سطح ۵ درصد معنی‌دار
** در سطح ۱ درصد معنی‌دار

جدول ۸- فامیل خاک در قسمت مطلوب و نامطلوب باغ‌های مورد مطالعه

شماره باغ	قسمت مطلوب	قسمت نامطلوب
۱	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Haplocalcids	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Haplocalcids
۲	Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Argicalcids	Fine, mixed, superactive, thermic, Typic Haplogypsids
۳	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Gypsic Haplosalids	Fine, mixed, superactive, thermic, Typic Calcigypsids
۴	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Haplogypsids	Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic calcigypsids
۵	Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Calcigypsids	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Calcigypsids
۶	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Haplocalcids	Fine-loamy, mixed, superactive, thermic, Typic Haplocalcids

فهرست منابع:

- پناهی، ب. ع. اسماعیل پور، ف. فربود، م. موذن پورکرمانی و فریور مهین، ح. ۱۳۸۰. پسته (۲)، اصول داشت و برداشت، نشر آموزش کشاورزی. ۵۴ صفحه.
- تاج آبادی، ا. ۱۳۸۳. تأثیر کاربرد پتاسیم بر مقاومت نسبی ۳ رقم پسته به تنش آبی و شوری، رساله دکتری بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ۱۳۰ صفحه.
- خوشگفتارمنش، ا. ۱۳۸۳. تعیین مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید پسته در اراضی شور استان قم، پژوهش نامه استان قم، مجموعه مقالات تحقیقاتی استان قم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان قم، شماره دوم، ۱۰۰ صفحه.
- درویشیان، م. ۱۳۷۸. کشت و تولید پسته، (ترجمه)، موسسه فرهنگی نشر آیندگان، ۲۷۲ صفحه.
- علی‌احیایی، م. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک (جلد دوم). انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۱۰۲۴. ۱۱۵ صفحه.
- فخارموحد، غ. ر. ۱۳۷۹. پسته و مراحل تولید آن، سازمان کشاورزی استان قم، اداره آموزش و ترویج، پیام آموزشی، شماره ۱۲۲، ۲۹ صفحه.
- محمدخانی، ع. ۱۳۷۲. تعیین مقاومت پایه‌های پسته به شوری (کلور سدیم) با توجه به تغییرات شدت تنفسی، روزنه‌ها، جذب و انتقال عناصر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۵۲ صفحه
- محمدخانی، ع. و صالحی، م. ح. ۱۳۸۴. تأثیر شوری بر جذب و انتقال پتاسیم در پایه‌های پسته، مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، صفحات ۳۱۱ تا ۳۱۲، جلد دوم، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، کرج.
- مداحیان، ح. ۱۳۷۰. بررسی وضعیت منابع آب زیرزمینی کرمان به ویژه رفسنجان، وزارت کشاورزی، تحقیقات آب و خاک استان کرمان، ۶۷ صفحه.
- مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته، رساله دکتری بخش خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۰ صفحه.
- ملکوتی، م. ج و طهرانی، م. م. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذیها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، شماره ۴۳، ۳۰۰ صفحه.
- ملکوتی، م. ج و غیبی، م. ن. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر موجود در خاک، گیاه و میوه، سازمان تحقیقات، آموزش و کشاورزی، معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی، نشر آموزش کشاورزی، ۲۸۴ صفحه.

۱۳. نقوی، ه. ۱۳۷۵. بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و چگونگی تشکیل و تحول خاکهای مناطق پسته کاری رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۱ صفحه.
۱۴. همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری، چاپ اول، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۵۸، تهران، ۱۴۰ صفحه.
15. Ashworth, L. J., J. R. Gaona, J. R., and E. Surber. 1986. Nutritional diseases of pistachio trees. *Plant Pathologist*. 108: 1804-1906.
 16. Ferguson, L. 2003. Pistachio production year book. Davis University
 17. Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1996. Particle size analysis. p. 384-412. *In* A. Klute (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods, 2nd Ed.*, American Society of Agronomy. Madison, WI.
 18. Hesse, P. E. 1976. Short Communication. Particle size distribution in Gypsic Soils. *Plant and Soil*. 44: 241-247.
 19. Hosseinifard, J., H. Naghavi, A. Jalalian and M. K. Eghbal. 2005a. Physicochemical and mineralogical properties of selected soils in the Rafsanjan pistachio area, Iran. p.95. *In* IV International Symposium on Pistachio and Almond, ISHS, Tehran, Iran
 20. Hosseinifard, J., M. H. Salehi, F. Salehi and A. Heydarinejad, 2005b. Status of soil and leaf boron in pistachio orchards, Iran. p. 94. *In* IV international symposium om pistachios and almonds, Tehran, ISHS, Tehran, Iran
 21. Jones, J. B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 27-160.
 22. Kalbasi, M., Manuchehri, N. and F. Filsoof. 1986. Local acidification of soil as a means to alleviate iron chlorosis in quince orchards. *J. Plant Nutr.* 9: 1001-1007.
 23. Keren, R. 1996. Boron. p. 603-626. *In* D. L. Sparks et al. (eds.), *Methods of Soil Analyses. Part 3: Chemical Methods. Soil Science Society of America Book Series, No. 5, Madison, WI.*
 24. Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorous. p. 403-427. *In* A. L. Page et al. (eds.), *Methods of Soil Analysis. Chemical and biological methods. Part 2, 2nd ed. Agron. Monogr. ASA and SSSA. Madison. WI.*
 25. Rhoades, J. D. 1996. Salinity: Electrical conductivity and total dissolved soils. p. 417-435. *In* D. L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America, Madison, WI.*
 26. Sepaskhah, A. R., M. Maftoun, and J. Yasrebi. 1988. Seedling growth and chemical composition of three pistachio cultivars as affected by soil applied boron. *J. Hort. Sci.* 63: 743-749.
 27. Skarie, R. L., J. L. Arndt and J. L. Richardson. 1987. Sulfate and gypsum determination in saline soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 51: 901-905.
 28. Soil Survey Staff. 2006. *Soil Taxonomy: A basis system of soil classification for making and interpreting soil surveys.* 10th ed. Govt. Print. Office. Washington D. C. 305p.
 29. Storey, R. and R. R. Walker. 1999. Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae.* 78:39-81
 30. Sumner, M. E. and W. P. Miller. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. p. 1201-1229. *In* D. L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3, American Society of Agronomy Inc., Madison, WI. USA*
 31. Tekin, H., S. Arpaci., Y. Yukceken, and I. Cakir. 1998. Pistachio nut iron deficiencies on calcareous soils. *Acta Hort. (ISHS)* 470:421-428.
 32. Thomas, G. W. 1996. Soil pH and soil acidity. p. 475-490. *In* D. L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods., SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of America, Madison, WI.*

33. Wright, R. J. and T. I. Stuczynski. 1996. Atomic absorption and flame emission spectrometry. p. 65-90. *In* D. L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods*, SSSA Book Series Number 5, Soil Science Society of American, Madison, WI.
34. Zeng, D. Q. and P. H. Brown. 2001. Potassium fertilization affects soil K, leaf K concentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. *Hort. Science*, 36 (1):85-89