تاثیر مواد بهساز آلی و شیمیایی بر غلظت برخی از عناصر غذایی موجود در خاک و برگ پسته در مزرعه

اعظم رضوی نسب[۱*]، امیر فتوت[۲]، علیرضا آستارایی[۳] و احمد تاج آبادی پور[۴]

۱- استادیارگروه کشاورزی دانشگاه پیام نور
۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۴- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۳
پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵

کلمات کلیدی:
پسته،
کمپوست زباله شهری،
کود گاوی،
گچ، گوگرد

* عهده دار مکاتبات
Email: azamrazavinasab@yahoo.com

چکیده

استفاده از مواد بهساز آلی و شیمیایی ارزان قیمت در باغ‌های پسته می‌تواند منجر به افزایش تولید این محصول استراتژیک گردد. به همین منظور آزمایشی به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، جهت بررسی تاثیر مواد آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) به میزان ۱۵ تن در هکتار، مواد شیمیایی (گچ و گوگرد) به میزان ۱۰ تن در هکتار در مزرعه ایزدیاران در ۳۰ کیلومتری جنوب سیرجان اجرا شد. مواد بهساز در اسفند ۱۳۹۰ همزمان با کاشت نهال پسته یک ساله (رقم بادامی سیرجان)، در گودال کاشت (۴۰۰ گرم مواد آلی و ۲۷۰ گرم مواد شیمیایی) ریخته و در مرداد سال بعد نمونه برداری از برگ‌ها و در اسفند سال بعد نمونه برداری از سه عمق خاک (۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتیمتری) جهت اندازه گیری غلظت عناصر صورت گرفت. نتایج (با احتمال ۵٪ معنی‌دار) نشان داد بیشترین پتاسیم قابل جذب خاک از همراهی کمپوست و گوگرد در عمق ۶۰-۴۰ سانتیمتری بدست آمده درحالی‌که بر غلظت پتاسیم برگ معنی‌دار نبود. کاربرد گوگرد باعث افزایش کلسیم محلول خاک و کود گاوی باعث افزایش غلظت کلسیم برگ گردید. بیشترین میزان منیزیم محلول خاک از کاربرد کمپوست به همراه گچ در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری بدست آمد و بیشترین نیتروژن برگ از تلفیق کود گاوی و گوگرد حاصل شد. بیشترین غلظت فسفر قابل جذب از کاربرد کودگاوی در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری بدست آمد که باعث افزایش معنی‌دار غلظت فسفر برگ نیز گردید. درواقع می‌توان از تلفیق مواد آلی و شیمیایی دردسترس کشاورز، باعث بهبود تغذیه گیاه گردید.

مقدمه

ایران یکی از مهم‌ترین صادرکنندگان پسته [1] بوده به‌طوری‌که سطح زیرکشت باغ‌های پسته ایران بیش از ۳۱۶۰۰۰ هکتار(۵۲/۲٪ از کل باغ‌های میوه‌های خشک کشور) با تولید سالانه حدود ۲۴۰ هزار تن پسته خشک (معادل ۳۸/۴٪ میوه‌های خشک تولید شده) است که از این مقدار، ۶۲٪ آن متعلق به استان کرمان می‌باشد (۲). با این حال شور- سدیمی و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته، مقدار بسیار کم ماده آلی و عدم وجود تعادل در عناصر غذایی موجود در این‌گونه خاک‌ها و همچنین مدیریت ضعیف، باعث شده عملکرد این محصول استراتژیک بسیار کمتر از حد مورد قبول باشد (۱۲).

کودهای آلی علاوه بر نقش مثبتی که در اصلاح فیزیکی خاک از جمله افزایش خلل و فرج و قدرت نگهداری آب توسط خاک، تنظیم رطوبت، افزایش رشد ریشه، افزایش جانداران و ریز جانداران موجود در خاک در نتیجه بهبود خواص بیولوژی و بیوشیمیایی خاک به دلیل فعالیت موجودات زنده در قشر زراعی خاک بازی می‌کند، بر بهبود وضعیت شیمیایی خاک هم اثرگذار بوده و باعث بهبود وضعیت تغذیه گیاه و ازدیاد محصول را فراهم می‌سازد (۱۶). مواد آلی منجر به افزایش نسبت اسید هیومیک به اسید فولویک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، کمک به حفظ کاتیون‌های حیاتی و مورد نیاز گیاه، افزایش مقدار تنفس و حجم دی اکسید کربن آزاد شده در خاک و به‌دنبال آن افزایش آنزیم‌های مهم خاک همچون اوره‌آز، فسفاتاز و هیدروژناز به‌ویژه در شرایط بحرانی خاک‌های شور- سدیمی شده که می‌تواند کمک قابل ملاحظه‌ای برای حفظ حیات و رشد گیاه از طریق افزایش حاصلخیزی باشد (۲۵). از آنجایی‌که انباشت زباله در شهرهای بزرگ به مشکل بزرگی تبدیل شده است، یکی از راه حل‌های متداول آن تبدیل زباله شهری به کمپوست و استفاده از آن در کشاورزی است که علاوه بر دفع صحیح زباله‌های قابل تخمیر، جمع‌آوری این نوع زباله را نیز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌سازد. کمپوست زباله شهری و کودهای دامی حاصل از دامداری‌ها از جمله مواد آلی هستند که قادرند وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشد. هم‌چنین با افزایش مقدار مواد آلی و به دنبال آن افزایش کربن و نسبت کربن به نیتروژن، پایداری و بلوغ خاکدانه‌ها رخ داده و این امر موجب افزایش هماوری ذرات خاک به‌ویژه در خاک‌های سدیمی که دارای انتشار ذرات خاک ناشی از سدیم زیاد هستند، می‌گردند. به‌علاوه باعث بهبود وضعیت زهکشی و افزایش کارایی عملیات آبشویی و کاهش شوری گردیده و بر روابط آب و خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و مواد غذایی، افزایش فعالیت ریزجانداران و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف اثرات مثبتی داشته باشد (۱۵). گچ و گوگرد از جمله مواد بهساز شیمیایی پرکاربرد بوده که در خاک‌های شور-سدیمی، بسیار قابل استفاده هستند. گچ از طریق افزایش غلظت کلسیم یا انحلال کلسیم موجود در خاک، موجب جایگزینی کلسیم با سدیم تبادلی در خاک‌های سدیمی و شور-سدیمی شده و اثرات شدید سدیم را در گیاه کاهش می‌دهد (۲۹). از سوی دیگر در خاک‌های آهکی استفاده از گوگرد به عنوان یک ماده اسیدزا و کاهش pH، افزایش قابلیت جذب عناصرغذایی را به دنبال دارد (۱۴). استفاده از کودهای آلی جهت افزایش و یا حفظ حداقل حاصلخیزی خاک در افزایش عملکرد اجتناب ناپذیر است. از سوی دیگر با توجه به شرایط آهکی و کمبود شدید مواد آلی خاک مناطق پسته کاری، استفاده از مواد بهساز آلی و شیمیایی اسیدزا، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را اصلاح می‌نماید (۱۸).

نظر به مشکلات ذکر شده در بیشتر خاک‌های زیر کشت پسته و افزایش توجه شهرداری‌های مناطق مختلف

1- Pistacia vera L.

کشور به مساله تولید کمپوست، این پژوهش در جهت بررسی اثر هم‌زمان مواد بهساز آلی (کمپوست زباله شهری و کود گاوی) و شیمیایی (گچ و گوگرد) ارزان و قابل دسترس کشاورز، در شرایط مزرعه انجام شد و چگونگی توزیع عناصر غذایی پرمصرف در طول پروفیل خاک و غلظت عناصر در برگ نهال پسته مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در یک باغ پسته تازه احداث شده در روستای ایزدآباد شریف، در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان سیرجان (۲۹ درجه و ۲۷ دقیقه شمالی و ۵۵ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی) واقع در استان کرمان انجام شد. میانگین بیشینه و کمینه دما در این منطقه به ترتیب ۴۰ و ۸- درجه سلسیوس و متوسط بارندگی سالانه ۱۵۰ میلی‌متر است. در ابتدا و قبل از احداث باغ، خاک مورد نظر شور-سدیمی بوده و به همین دلیل سطح خاک با مقدار فراوان آب با شوری کم (۱/۱ دسی زیمنس بر متر) آبیاری شد که بعد از این آبیاری ویژگی‌های شوری و سدیمی بودن خاک کاهش یافت (جدول ۱). بعد از رسیدن رطوبت خاک به ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه، در اسفند ماه عملیات حفر گودال کشت توسط مته حفاری به عمق ۵۵ سانتیمتر و قطر ۴۰ سانتیمتر آغاز شد. این آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. کرت اصلی شامل دو نوع ماده بهساز آلی (کمپوست زباله شهری از شهرداری کرمان و کود گاوی از گاوداری مزرعه مورد مطالعه (جدول ۲)، هر کدام به مقدار ۱۵ تن در هکتار(۴۰۰ گرم در هر گودال) که در برخی گودال‌ها کمپوست و در برخی دیگر کود گاوی با خاک گودال‌ها مخلوط شد و کرت فرعی شامل دو نوع ماده بهساز شیمیایی (پودر گچ (سولفات کلسیم دو آبه) و پودر گوگرد عنصری با درجه خلوص ۸۰ درصد، هر کدام به مقدار ۱۰ تن در هکتار(۲۷۰ گرم در هر گودال) که طبق نقشه طرح در برخی گودال‌ها گچ و در برخی دیگر گوگرد ریخته شد و با ماده آلی موجود در گودال و خاک گودال کاملا مخلوط شده و نهال یکساله پسته (رقم بادامی سیرجان) در سه ردیف چهارتایی با فاصله روی ردیف سه و بین ردیف هفت متر، در هر گودال کاشته شد. کرت فرعی در فرعی نیز شامل عمق خاک (۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتیمتر) بود. در مرداد سال بعد به صورت تصادفی از برگ نهال‌های پسته نمونه‌برداری (در مجموع ۱۲ نمونه) انجام و به آزمایشگاه منتقل گردید و بعد از آون خشک شدن و آسیاب شدن و خاکستر شدن در کوره، عصاره گیری با اسید کلریدریک انجام و در عصاره بدست آمده غلظت عناصر سدیم و پتاسیم به‌روش شعله سنجی توسط دستگاه فلیم فتومتر مدل JENWAY PFP7 (۱۱)، فسفر بروش وانادو مولیبدو فسفریک اسید توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UNICO UV2100 (۱۳) و کلسیم، منیزیم (۱۰)، با دستگاه جذب اتمی مدل PG-990 و میزان نیتروژن (۲۰) توسط دستگاه کلدال مدل V40 ساخت شرکت بخشی، تعیین گردید. در اسفند ماه سال بعد، از خاک پای هر نهال از هر سه عمق توسط اوگر نمونه برداری انجام (درمجموع ۳۶ نمونه) و پس از انتقال به آزمایشگاه، میزان سدیم و پتاسیم (شعله سنجی)، کلسیم و منیزیم (کمپلکسومتری) در عصاره محلول خاک (۲۴)، نیتروژن کل بروش کلدال (۷) و فسفر قابل جذب در خاک (۲۱) اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار سس[1] مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با آزمون چند دامنه‌ای دانکن[2] در سطح احتمال پنج درصد انجام و سپس نمودارها توسط برنامه اکسل[3] رسم و نتایج تفسیر شد.

1- SAS (Statistical Analysis System)
2- Duncan
3- Excel

جدول(۱) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table (1) Some of the physical and chemical properties of soil

	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	گچ Gypsum me $100g^{-1}$	آهک ٪ T.N.V%	کربن آلی٪ OC%	نسبت جذب سدیم SAR	نیتروژن٪ **%N**	فسفر قابل جذب Ava. P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب Ava. K ($mg\ kg^{-1}$)
قبل از آبیاری Before irrigation	لوم Loam	10.75	8.6	8.8	15.5	0.35	20.38	0.03	25	276
بعد از آبیاری After irrigation		4.53	8.5	7.8	14.3	0.30	10.45	0.02	20	185

جدول(۲) برخی ویژگی‌های مواد بهساز آلی مورد استفاده.

Table (2) Some properties of the used organic manure

	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربن آلی٪ %OC	نیتروژن٪ %N	کلسیم٪ Ca%	منیزیم٪ Mg%	فسفر P ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$)
کمپوست زباله شهری MSW	11	7.9	12.15	1.06	3.5	0.6	200	4200
کود گاوی Cow manure	15	7.7	19.60	1.73	0.9	0.2	1240	25200

نتایج و بحث

اثر مواد بهساز آلی، شیمیایی و عمق بر غلظت عناصر خاک

سدیم محلول خاک: اثر هیچ کدام از تیمارهای مورد آزمایش بر میزان سدیم محلول خاک معنی‌دار نبود (جدول۳). احتمال دارد کاربرد مواد بهساز باعث انتقال سدیم به محلول خاک شده و با گذشت زمان یکساله و آبیاری و آبشویی زمستانه که در باغ‌های پسته برای شستشوی نمک‌هایی که از موبینگی بالا آمده‌اند، مرسوم است و همچنین به علت میل ترکیبی سولفات تولید شده حاصل از اکسیداسیون گوگرد با یون سدیم و تشکیل سولفات سدیم و نیز آبشویی این نمک از خاک، میزان سدیم محلول خاک کاهش یافته است. یزدانپناه و محمودآبادی[1] (۳۰) دریافت که بدون استفاده از هر گونه ماده اصلاحی و اولیه، کاهش غلظت سدیم تنها از طریق آبشویی، امکان پذیر و معنی‌دار است.

پتاسیم قابل جذب خاک: نتایج (جدول ۳) نشان داد که تنها برهمکنش سه گانه مواد بهساز آلی، شیمیایی و عمق خاک بر میزان پتاسیم قابل جذب اثر معنی‌دار دارد و بیشترین مقدار پتاسیم از تلفیق کمپوست زباله شهری و گوگرد در عمق ۶۰-۴۰ سانتیمتری بدست آمد (جدول ۴). در واقع در اثر افزودن مواد آلی به خاک مقداری پتاسیم وارد خاک شده که بخش عمده‌ای از آن زیر تأثیر آبشویی به عمق‌های پایین‌تر شسته شده و بخشی از آن نیز بر روی مکان‌های تبادلی جایگزین شده است. محمودی و حکیمیان (۱۷) بیان داشتند که کمپوست

1- Yazdanpanah and Mahmoodabadi

علاوه بر این که خود دارای مقادیر پتاسیم است، به دلیل تأثیر مثبت بر تهویه خاک، باعث افزایش میزان پتاسیم قابل جذب می‌گردد. این احتمال وجود دارد که کاربرد گوگرد و اکسیداسیون احتمالی آن، باعث کاهش pH بویژه در خاک‌های شور-سدیمی که pH بالایی دارند، گردیده و موجبات فعالیت بیشتر ریزجاندران و به دنبال آن تجزیه بیشتر کمپوست را فراهم کرده و در نهایت میزان پتاسیم قابل جذب بیشتری به خاک عرضه شده است. محققان دیگر نیز افزایش میزان پتاسیم در اثر کاربرد مواد آلی در خاک را گزارش نموده‌اند (۲۷).

کلسیم محلول خاک

از بین تیمارهای آزمایشی فقط ماده بهساز شیمیایی بر میزان کلسیم محلول خاک معنی‌دار بود (جدول۳)، به‌طوری‌که کاربرد گوگرد نسبت به گچ میزان کلسیم محلول خاک را به میزان ۲۳۳ درصد افزایش داد (شکل۱).

هرچند گچ دارای یون کلسیم است ولی به‌نظر می‌رسد اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید سولفوریک بر آهک موجود در خاک اثر گذاشته و با انحلال قسمتی از آن، کلسیم محلول خاک را افزایش داده است. البته این احتمال می‌رود به علت اثر یون مشترک سولفات موجود در اسید سولفوریک و گچ که باعث کاهش حلالیت گچ می‌شود، گچ نسبت به گوگرد نتوانسته غلظت کلسیم محلول را افزایش دهد (۳). این احتمال نیز وجود دارد که گچ و کودگاوی بیشتر باعث افزایش کلسیم فاز تبادلی شده و به اصلاح بیشتر خاک کمک کرده‌اند که ممکن است به علت پویا نبودن یون کلسیم در پروفیل خاک، این یون مجددا توسط کربنات موجود در خاک رسوب کرده باشد. از آنجایی که طبق اصول شیمیایی خاک، کاتیون‌های دوظرفیتی نسبت به کاتیون‌های تک‌ظرفیتی تمایل بیشتری برای قرار گرفتن بر روی مکان‌های تبادلی دارند از این رو کمتر در معرض آبشویی قرار می‌گیرند (۲۶).

منیزیم محلول خاک: نتایج تاثیر همزمان مواد بهساز آلی و عمق بیشترین مقدار به کاربرد کمپوست در عمق ۴۰-۲۰ (شکل ۱) و در برهمکنش سه‌گانه، به همراهی کمپوست، گچ در عمق ۴۰-۲۰ تعلق گرفت (جدول ۵). این‌گونه به‌نظر می‌رسد که منیزیم به علت تحرک‌پذیری بیشتر نسبت به کلسیم به عمق پایین‌تر حرکت کرده است و یا اینکه کلسیم بیشتر روی فاز تبادلی قرار گرفته است. از طرف دیگر کمپوست زباله شهری استفاده شده در این آزمایش حاوی منیزیم بیشتر بوده و منیزیم موجود در آن وارد محلول خاک شده است. درحالی‌که یزدانپناه و همکاران (۳۱) در پژوهش خود از اثر بهسازی چند ماده آلی و شیمیایی در اصلاح یک خاک شور-سدیمی در ستون خاک، نتیجه گرفتند که غلظت منیزیم محلول مشابه با کلسیم به دلیل دوظرفیتی بودن، با عمق تغییر چندانی ندارد و افزودن کود گاوی به‌علت داشتن منیزیم بیشتر باعث افزایش غلظت منیزیم به‌طور معنی‌داری می‌شود. از سوی دیگر این احتمال می‌رود که یون سولفات وارد شده به همراه گچ بر کربنات منیزیمی که در خاک منطقه به علت آهکی بودن به همراه کربنات کلسیم وجود داشته اثر گذاشته و باعث انحلال قسمتی از آن گردیده که ماحصل آن افزایش منیزیم محلول خاک بوده است. در واقع تشکیل زوج یونی سولفات منیزیم، باعث افزایش حلالیت ترکیبات حاوی منیزیم نظیر دولومیت گردیده است که با نتایج یزدانپناه و همکاران (۳۱) هم راستا است. بطور کلی هرچه منیزیم محلول خاک کمتر باشد، هم به اصلاح بیشتر خاک کمک شده است (با فرض جایگزینی یون‌های منیزیم بر روی سایتهای تبادلی) و هم اینکه از مشکل سمیت گیاه توسط منیزیم کاسته می‌شود.

نیتروژن کل

اثر هیچ کدام از تیمارهای مورد مطالعه بر میزان نیتروژن کل خاک معنی‌دار نبود (جدول ۳). این‌گونه به‌نظر می‌رسد که نیتروژن آزاد شده از تجزیه مواد آلی وارد شده به خاک (۱)، به سرعت توسط گیاه جذب شده باشد. همچنین احتمال دارد با اثرات مطلوب گچ و گوگرد بر اصلاح خاک، شرایط خاک برای افزایش رشد و نمو بیشتر ریشه و جذب نیتروژن فراهم شده باشد.

فسفر قابل جذب خاک: نوع ماده اصلاحی آلی بر میزان فسفر قابل جذب معنی‌دار بود (جدول ۳). به‌طوری‌که کاربرد کود گاوی نسبت به کمپوست باعث افزایش ۵۹/۳ درصدی میزان فسفر گردید و از بین دو برهمکنش معنی‌دار مواد بهساز آلی- عمق و مواد بهساز شیمیایی-عمق، در برهمکنش اول، بیشترین مقدار فسفر قابل جذب با اختلاف معنی‌دار نسبت به بقیه میانگین‌ها، به کودگاوی در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری تعلق گرفت (شکل ۲). این افزایش می‌تواند به علت بالا بودن میزان فسفر کود گاوی نسبت به کمپوست زباله شهری باشد که تقریبا ۶ برابر بیشتر فسفر دارد (جدول ۲). از طرف دیگر محققان نشان دادند که در اثر معدنی شدن مـواد آلـی در خاک، مقادیری فسفر قابل جذب به خاک عرضه می‌شود و از آن‌جایی که در این پژوهش مواد آلی در گودال کاشت ریخته شده احتمالا بیشترین تجمع ماده آلی و در نتیجه تجزیه آن در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری بوده و یون فسفر، به‌علت تحرک بسیار کم و مقاومت در برابر آبشویی، به عمق‌های پایین‌تر حرکت نکرده است (۲۸).

جدول(۳) آنالیز واریانس عناصر خاک.

Table (3) The analyses of variance of soil elements

میانگین مربعات Mean of squares

منبع تغییرات Source of variance	درجه آزادی Degree of freedom	سدیم محلول خاک Na ss	پتاسیم قابل جذب Ava. K	کلسیم محلول خاک Ca ss	منیزیم محلول خاک Mg ss	نیتروژن کل Total N	فسفر قابل جذب Ava. P
تکرار Replication	2	0.374	10445	0.779	19.75	0.003	14.58
ماده اصلاحی آلی OM	1	0.755	22597	5.108	160	0.011	74.76*
خطا	2	0.099	4314	53.83	32.89	0.024	1.26
ماده اصلاحی شیمیایی CHEM	1	0.300	35576	3530*	9.40	0.015	43.60
آلی*شیمیایی OM*CHEM	1	0.011	47046	3.48	105*	0.021	0.16
خطا	4	0.069	11027	2.25	13.52	0.082	6.42
عمق خاک Depth	2	0.065	2172	12.26	38.75*	0.029	0.94
آلی*عمق OM*Depth	2	0.011	2122	6.67	140*	0.016	15.84*
شیمیایی*عمق OM*Depth	2	0.015	755	16.95	42.29*	0.002	7.60*
آلی*شیمیایی*عمق OM*CHEM*Depth	2	0.050	9000*	0.233	48.04*	0.007	1.60
خطا Error	16	0.026	1320	7.452	5.86	0.208	1.41
ضریب تغییرات Coefficient of variation		16.56	15.57	14.84	24.86	15.16	18.86

*معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ significantly at a probability level of 5% ss: soil solution

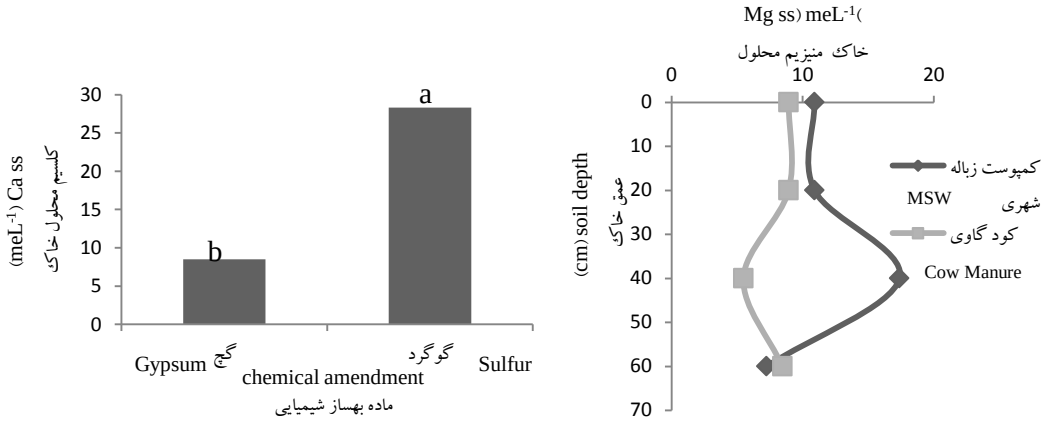
جدول (٤) برهمکنش سه گانه مواد بهساز آلی، شیمیایی و عمق بر پتاسیم قابل جذب خاک.

Table (4) Interaction effects of organic and chemical amendments and soil depth on available K

Ava. K پتاسیم قابل جذب خاک	Depth عمق	Chemical matter ماده شیمیایی	Organic matter ماده آلی
183[d]	0-20		
205 [d]	20-40	gypsum گچ	
183 [d]	40-60		کمپوست زباله شهری MSW
305[b]	0-20		
279[bc]	20-40	sulfur گوگرد	
393[a]	40-60		
207 [d]	0-20		
194 [d]	20-40	gypsum گچ	
237 [cd]	40-60		کود گاوی Cow manure
221[cd]	0-20		
210 [d]	20-40	sulfur گوگرد	
179 [d]	40-60		

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ در صد معنی‌دار نمی‌باشند

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



شکل(۱) اثر مواد بهساز شیمیایی و برهمکنش مواد بهساز آلی و عمق بر کلسیم و منیزیم محلول خاک.

Figure (1) The effect of chemical amendments and interaction effects of organic amendments and soil depths on soil Ca and Mg

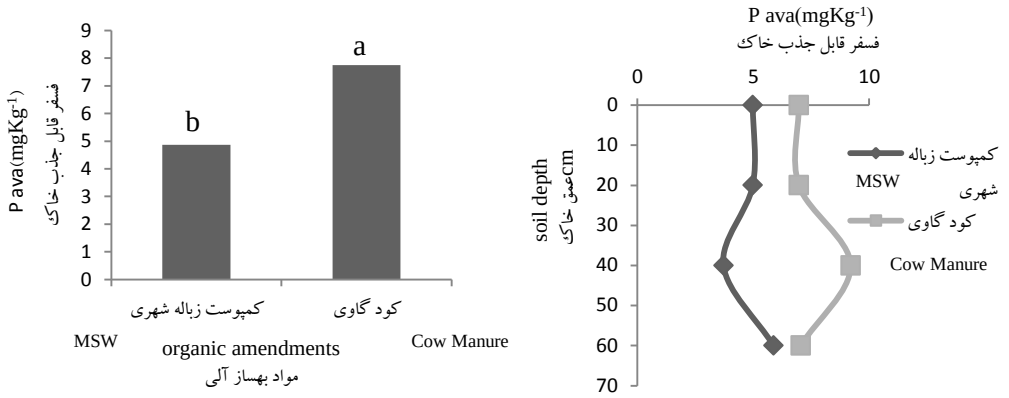
جدول(۵) برهمکنش سه گانه مواد بهساز آلی، شیمیایی و عمق بر منیزیم محلول خاک.

Table (5) Interaction effects of organic and chemical amendments and soil depth on soil Mg

Soil Mg منیزیم خاک	depth عمق	chemical matter ماده شیمیایی	Organic matter ماده آلی
13.59[b]	0-20		
23.24[a]	20-40	gypsum گچ	
5.41[de]	40-60		کمپوست زباله شهری MSW
8.27[cde]	0-20		
11.54[bc]	20-40	sulfur گوگرد	
9.08[bcd]	40-60		
8.15[cde]	0-20		
3.92[e]	20-40	gypsum گچ	
7.22[cde]	40-60		کود گاوی Cow manure
9.71[bcd]	0-20		
7.05[cde]	20-40	sulfur گوگرد	
9.71[bcd]	40-60		

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ در صد معنی‌دار نمی‌باشند

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



شکل(۲) اثر مواد بهساز آلی و برهمکنش مواد بهساز آلی و عمق بر فسفر قابل جذب خاک

Figure (2) Effect of organic amendments and interaction effects of organic amendments and depth on soil P

همچنین قدیر و همکاران[1] (۲۲) دریافتند که استفاده از آلی باعث افزایش فراهمی فسفر می‌شود که به کاهش pH و حل شدن برخی عناصر غذایی پوشیده شده توسط کلسیت ارتباط دارد.کاربرد گچ همراه با آبشویی، باعث کاهش میزان فسفر خاک می‌شود زیرا در اثر حل شدن گچ، کلسیم با فسفات تشکیل فسفات کلسیم داده که به‌صورت پوششی بر روی عنصر غذایی قرار گرفته و فراهمی آن را کاهش می‌دهد. جیوسکوانیو همکاران[2] (۹) بیان کردند که شاید یکی از دلایل افزایش حلالیت فسفر در تیمارهای آلی، تشکیل کمپلکس‌های فسفو هیومیک باشد که باعث کند شدن فرایند تثبیت فسفر در خاک می‌شود؛ از طرفی به‌نظر می‌رسد آهک موجود در خاک و در نتیجه افزایش pH ناشی از آن باعث عدم افزایش میزان فسفر شده است.

اثر مواد بهساز آلی، شیمیایی بر غلظت عناصر برگ

اثر مواد بهساز آلی و شیمیایی بکاربرده شده در این آزمایش بر میزان غلظت سدیم، پتاسیم و منیزیم برگ نهال‌های پسته معنی‌دار نبود (جدول۶). هرچند در این پژوهش کاربرد کمپوست زباله شهری به همراه گوگرد میزان پتاسیم قابل جذب را در خاک افزایش داده ولی بر میزان پتاسیم برگ معنی‌دار نبوده است که احتمال می‌رود به علت شسته شدن و حرکت پتاسیم به عمق ۶۰-۴۰، پتاسیم از دسترس ریشه جوان و یکساله نهال دور مانده است؛ درحالی‌که محققان نشان دادند که از تیمار کمپوست زباله شهری به افزایش قابل توجهی در محتوای پتاسیم گیاه رسیدند و دریافتند که پتاسیم موجود در کمپوست راحت‌تر جذب گیاه می‌شود (۶)، رضوی نسب و همکاران[3] (۲۳) نیز دریافتند به‌علت اثرات مطلوب کود گاوی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و سهولت جذب بیشتر توسط ریشه و وجود پتاسیم در کود گاوی، میزان پتاسیم اندام هوایی افزایش یافت. از سوی دیگر عواد و بداوی[4] (۸) گزارش کردند که کاربرد گوگرد در خاک باعث افزایش غلظت پتاسیم در برگ نخل خرما گردیده در حالی که بر غلظت فسفر و نیتروژن تاثیر معنی‌داری نداشته است. این احتمال وجود دارد که در این پژوهش، در اصلاح شیمیایی توسط گچ یون کلسیم وارد شده به همراه گچ، در فرایند جذب با منیزیم رقابت می‌کند. حال آن‌که هنگامی که گوگرد اثر معنی‌داری بر اصلاح شیمیایی خاک داشته باشد و بتواند کلسیم بیشتری را در فاز تبادلی قرار دهد، منیزیم می‌تواند بدون رقابت با کلسیم جذب گیاه شود که این فرایند دراین مطالعه معنی‌دار نبوده است.

1- Qadir *et. al*.
2- Giusquiani *et. al.*
3- Razavi Nasab *et al.*
4- Evd and Badawi

کلسیم برگ

نتایج نشان داد که اثر اصلی ماده بهساز آلی بر غلظت کلسیم برگ معنی‌دار است (جدول۶). به‌طوری‌که کاربرد کود گاوی باعث افزایش ۱۰/۳ درصدی غلظت کلسیم برگ نسبت به کاربرد کمپوست گردید (جدول ۷). در مقابل رضوی نسب و همکاران (۲۳) نتیجه گرفتند که احتمالا به علت اثرات مطلوب کاربرد کود گاوی بر رشد گیاه، به علت اثر رقت به وجود آمده کلسیم اندام هوایی (ساقه و برگ) کاهش یافته است. همچنین علی رغم معنی‌دار بودن برهمکنش مواد بهساز آلی و شیمیایی، هیچ کدام از میانگین‌ها حائز بیشترین غلظت معنی‌دار کلسیم برگ نشدند. هرچند کاربرد گوگرد میزان کلسیم محلول خاک خاک را افزایش داده است ولی اثر آن بر غلظت کلسیم برگ، معنی‌دار نبوده است. افزایش غلظت کلسیم برگ در سال اول ناشی از کاربرد کود گاوی می‌تواند به دو علت باشد، اول آنکه کلسیم موجود در این ماده آلی که به عنوان یک منبع غذایی در شرایط کمبود شدید ماده آلی خاک و دیگر اینکه اثر مطلوب کمپوست بر شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک و به دنبال آن بهبود وضعیت جذب گیاه را به همراه خواهد داشت (۴).

نیتروژن برگ

هر دو نوع مواد بهساز بر غلظت نیتروژن برگ اثر معنی‌دار داشتند (جدول۶)، کاربرد کود گاوی باعث افزایش غلظت نیتروژن برگ به میزان ۲۳/۲۴ درصد نسبت به کمپوست گردید (جدول ۷). همچنین گوگرد نسبت به گچ باعث افزایش ۷/۵۱ درصدی غلظت نیتروژن برگ شد و در برهمکنش معنی‌دار مواد بهساز نیز بیشترین غلظت نیتروژن برگ از همراهی کود گاوی و گوگرد به‌دست آمد (شکل۳). احتمالا به علت وجود نیتروژن در ترکیب کود گاوی (جدول۲) و تجزیه آن و ایجاد اسیدهای آلی در خاک و اثر مطلوب بر هم آوری ذرات خاک و کارایی جذب، باعث افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن برگ شده که همزمان با تجزیه ماده آلی در خاک آزاد و توسط گیاه جذب شده است (۵ و ۲۳). با گذشت زمان و افزایش اثر تلفیقی کود گاوی و گوگرد و کاهش pH خاک، شرایط جذب عناصر از جمله نیتروژن افزایش یافته است.

فسفر برگ

تنها عامل معنی‌دار بر غلظت فسفر (جدول۶)، نوع ماده بهساز آلی است که همانند نیتروژن، کاربرد کود گاوی نسبت به کمپوست باعث افزایش غلظت فسفر برگ به میزان ۲۶/۷ درصد گردید (جدول ۷). کود گاوی از یکسو با دارا بودن عناصر غذایی از جمله فسفر (جدول۲) و از طرف دیگر با اثر مثبت بر حاصلخیزی فیزیکی خاک شرایط مطلوب را برای جذب توسط ریشه فراهم نموده است و از آنجایی که فسفر قابل جذب بسیار به pH حساس است، این‌گونه به‌نظر می‌رسد که تجزیه کود گاوی و تولید اسیدهای آلی، جذب فسفر را افزایش داده است (۱۹). یافته‌های پژوهشگران (۶) نیز نشان داد که با افزودن کمپوست به خاک تغییر قابل توجهی در میزان فسفر گیاه ایجاد نمی‌شود، در بیشتر موارد افزایش اندک در مقدار این ماده مغذی زمانی که مقادیر بالایی از کمپوست مورد استفاده قرار گرفت، مشاهده شد.

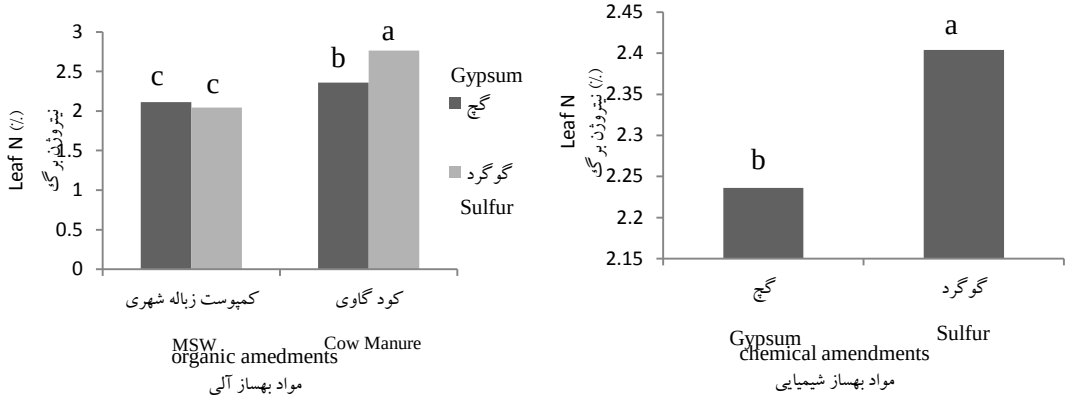
جدول(٦) آنالیز واریانس عناصر موجود در برگ.

Table (6) The analyses of variance of leaf concentration of nutrients

Mean of squares میانگین مربعات

فسفر P	نیتروژن N	منیزیم Mg	کلسیم Ca	پتاسیم K	سدیم Na	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییرات Source of variance
0.0001	0.004	0.009	0.032	0.009	2213	2	تکرار Replication
0.003*	0.699*	0.008	0.025*	0.012	707	1	ماده اصلاحی آلی OM
0.0001	0.016	0.002	0.001	0.033	3569	2	خطا Error
0.0001	0.085*	0.002	0.005	0.133	8634	1	ماده اصلاحی شیمیایی CHM
0.002	0.170*	0.001	0.097*	0.113	5664	1	آلی*شیمیایی OM*CHM
0.0001	0.024	0.007	0.033	0.044	1493	4	خطا Error
11.49	3.31	17.78	9.81	23.40	9.79		ضریب تغییرات Coefficient of Variations

*معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪



شکل(۳) اثر مواد بهساز آلی و برهمکنش مواد بهساز آلی وشیمیایی بر غلظت نیتروژن برگ

Figure (3) The effect of organic amendments and interaction effects of organic and chemical amendments on leaf N concentration

جدول (۷) اثر مواد بهساز آلی بر غلظت برخی عناصر برگ پسته

Table (7) The effect of organic amendments on some concentration nutrients of leaf of pistachio

مواد بهساز آلی	کلسیم (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (٪)
Organic Matter	Ca (%)	N (%)	P (%)
کمپوست زباله شهری MSW	0.884 [b]	2.078 [b]	0.120 [b]
کود گاوی Cow manure	0.975 [a]	2.561 [a]	0.152 [a]

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند، از لحاظ آماری در سطح ۵ در صد معنی‌دار نمی‌باشند.

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

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که می‌توان با تلفیق مواد ساده و در دسترس کشاورز به بهبود وضعیت حاصلخیزی خاک‌های شور-سدیمی و تغذیه گیاه کمک نمود. از جمله کاربرد کمپوست به همراه گوگرد باعث افزایش پتاسیم قابل جذب در عمق ۶۰-۴۰ سانتی‌متری و به همراه گچ باعث افزایش منیزیم محلول خاک در عمق ۴۰-۲۰ سانتیمتری گردید. گوگرد، کلسیم محلول خاک و کود گاوی در عمق ۴۰-۲۰ سانتی‌متری فسفر قابل جذب را افزایش داد. همچنین کاربرد کود گاوی باعث افزایش غلظت کلسیم و فسفر برگ و کاربرد کود گاوی به همراه گوگرد، غلظت نیتروژن برگ را افزایش داد. البته پیشنهاد می‌گردد مشابه این پژوهش بر روی درختان بارور و با دیگر مواد بهساز آلی وشیمیایی و بررسی ویژگی‌های ناشی از اصلاح خاک در طول پروفیل خاک، برای دست یافتن به بهترین ترکیب جهت اصلاح بهتر و موثرتر و بهبود تغذیه گیاه در این شرایط نیز انجام و میزان عملکرد و اقتصادی بودن آن نیز مورد بررسی قرار گیرد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از جناب آقای مهندس سهیل شریف مدیریت محترم شرکت ایزدیاران و مسئولین دانشگاه پیام نور مرکز یزد به خاطر مساعدت ایشان در عملیات مزرعه‌ای و آزمایشگاهی تشکر می‌گردد.

منابع

1. Aggelides, S.M, and Londra, P. A. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource technology, 71(3): 253-259.

2. Agricultural Statistics. 2016. Ministry of Agriculture. Planning and Economic Deputy. Center for Information and Communication Technology, 3(Garden products): 24-25. (In Persian)

3. Amezketa, E., Aragüés, R., and Gazol, R. 2005. Efficiency of sulfuric acid, mined gypsum, and two gypsum by-products in soil crusting prevention and sodic soil reclamation. Agronomy Journal, 97(3): 983-989.

4. Barral, M.T., Buján, E., Devesa, R., Iglesias, M.L., and Velasco-Molina, M. 2007. Comparison of the structural stability of pasture and cultivated soils. Science of the Total Environment, 378(1): 174-178.

5. Bayu, W., Rethman, N.F.G., Hammes, P.S., and Alemu, G. 2006. Effects of farmyard manure and inorganic fertilizers on sorghum growth, yield, and nitrogen use in a semi-arid area of Ethiopia. Journal of Plant Nutrition, 29(2): 391-407.

6. Bengtson, G.W. and Cornette, J.J. 1973. Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine: Effects on soil and trees. Journal of Environmental Quality, 2(4): 441-444.

7. Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1965. Total nitrogen. Methods of soil analysis. Part, 2, 1149-1176.

8. Evd, M.A.S.S. and Badawi M.A. 2003. Effect of elemental Sulfur, some antioxidants and growth regulators on tolerance ability of in-vitro produced plantlets, and nutrient uptake, yield and fruit quality of mature Date Palm trees. The sixth annual U.A.E .

9. Giusquiani, P.L., Marucchini, C., and Businelli, M. 1988. Chemical properties of soils amended with compost of urban waste. Plant and Soil, 109(1): 73-78.

10. Hanlon, E. A. 1998. Elemental determination by atomic absorption spectrophotometry. Handbook of reference methods for plant analysis, 157-164.

11. Horneck, D.A. and Hanson, D. 1998. Determination of potassium and sodium by flame emission spectrophotometry. hand book of reference methods for plant analysis, ed Kolra, YP (ed): 153-155.

12. Hosseinifard, J., Salehi, M.H., and Heydari, M. 2005b. Virtual influence of translocated soils on pistachio orchards, central Iran. In: Proceedings of International Conference on Human Impacts on Soil Quality Attributes, Isfahan, Iran.

13. Kacar, B. and Inal, A. 2008. Plant analysis. Nobel Press(1241): 891.

14. Kaya, M., Kucukyumuk, Z., and Erdal. I. 2009. Effects of elemental sulfur and sulfurcontaining waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil. African Journal of Biotechnology, 8(18): 4481- 4489.

15. Lakhdar, A., Rabhi, M., Ghnaya, T., Montemurro, F., Jedidi, N., and Abdelly, C. 2009. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. (Review). Journal of Hazardous Materials, 171: 29-37.

16. Madrid, F., Lopez, R., and Cabera. F. 2007. Metal accumulation in soil after application of municipal solid waste compost under intensive farming condition. Journal of Agriculture Ecosystem and Environment, 119:249-256.

17. Mahmoodi, M., and Hakimian, Sh. 2012. Foundations of Soil Science (Donald Foot, H.). Tehran University Press, pp: 720. (Translated in Persian).

18. Malakouti, M.J. and Homai, M. 2004. Soil Fertility in Dry Region. Tarbiat Moddares University Press, pp: 441 (In Persian).

19. Marschner, P., Kandeler, E., and Marschner, B. 2003. Structure and function of the soil microbial community in a long-term fertilizer experiment. Soil Biology and Biochemistry, 35(3): 453-461.

20. Motsara, M.R. and Roy, R.N. 2008. Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis (19): Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. FAO Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.

21. Olsen, S.R. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture, Washington D. C.

22. Qadir, M., Qureshi, R.H., and Ahmad, N. 1998. Horizontal flushing: a promising ameliorative technology for hard saline-sodic and sodic soils. Soil and Tillage Research, 45(1): 119-131.

23. Razavi Nasab, A., Shirani, H., Tajabadipour, A., and Dashti, H. 2011. Effect of salinity and organic matter on chemical composition and morphology of pistachio seedlings. Journal of Crop Improvement, 13 (1): 31-42. (In Persian).

24. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Soil Science, 78: 2. 154.

25. Tan, K.H. 2011. Principle of soil chemistry. 4th ed. CRC, Georgia, U.S.A.

26. Valzano, F.P., Greene, R.S.B., Murphy, B.W., Rengasamy, P., and Jarwal, S.D. 2001. Effects of gypsum and stubble retention on the chemical and physical properties of a sodic grey Vertosol in western Victoria. Soil Research, 39(6): 1333-1347.

27. Walker, D.J. and Bernal, M.P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bioresource technology, 99(2): 396-403.

28. Withers, P.J.A. and Bailey, G.A. 2003. Sediment and phosphorus transfer in overland flow from a maize field receiving manure. Soil use and management, 19(1): 28-35.

29. Wong, V.N.L., Dalal, R.C., and Greene, R.S.B. 2009. Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: a laboratory incubation. Applied Soil Ecology, 41(1): 29-40.

30. Yazdanpanah, N. and Mahmoodabadi, M. 2011. Investigation of Changes of nitrogen, potassium, and phosphorus and microbial breathing during recommendation of saline –sodic soil. Journal of Water and Soil, 26 (1): 203- 213. (In Persian).

31. Yazdanpanah, N., Paziraz, A., Neshat, A., and Mahmoodabadi, M. 2011. Effect of recommendation methods of saline-sodic soil in depth cations distribution with soil column. Watersheld Management Research, 24 (2): 88-96. (In Persian).