



محور مقاله: حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و کشت گلخانه‌ای

اثر منابع مختلف مواد آلی، باکتری محرک رشد و تنش شوری بر زیست فراهمی برخی عناصر غذایی در خاک تحت کشت اسفناج

زهره بوالحسنی^{۱*}، عبدالمجید رونقی^۲، رضا قاسمی فسائی^۳، مهدی زارعی^۴

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد بخش مهندسی علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

^۲ استاد بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

^۳ دانشیار بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

چکیده

به منظور بررسی اثر باکتری محرک رشد و منابع مواد آلی بر زیست فراهمی برخی عناصر در خاک تحت تنش شوری پس از برداشت اسفناج، دو آزمایش جداگانه (با و بدون باکتری) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. تیمارها شامل مواد آلی (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج) و سطوح شوری (صفر، ۲ و ۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با حضور یا عدم حضور ریزو باکتری (سودوموناس فلورسنس) با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد در هر دو تیمار با و بدون باکتری، با افزایش سطوح شوری، غلظت پتاسیم در عصاره اشباع و غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت، بطور معنی‌داری در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. افزودن مواد آلی و باکتری محرک رشد، زیست فراهمی نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم را در خاک پس از برداشت در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد.

کلمات کلیدی: بیوجار، سودوموناس فلورسنس و ریزوباکتر

مقدمه

قسمت قابل توجهی از خاک‌های ایران با مشکل شوری با درجات متفاوتی مواجه است و دامنه این مشکل در حال گسترش می‌باشد، بطوری که سطح وسیعی از دشت لوت، جنوب گرمسار، جنوب سمنان، غرب کرج، زمین‌های بین قم و کاشان، قسمت‌هایی از مناطق اطراف دریاچه ارومیه، مهارلو در فارس، جنوب قزوین، زمین‌های بین قم و تهران مبتلا به شوری است (کردوانی ۱۳۶۸). شوری سبب ایجاد سمیت یون‌های ویژه (Romero & Maranon, 1996) در گیاه، رقابت آن‌ها با جذب سایر عناصر غذایی و عدم تعادل یون‌ها در گیاه می‌شود (Zhu, 2002). شوری آب آبیاری یا خاک سبب تغییر ترکیب فاز محلول و تبادل و حتی فاز جامد خاک شده و از این طریق نیز بر جذب عناصر غذایی به‌وسیله ریشه و رشد گیاه اثر می‌گذارد. شدت اثر به سطح شوری، نوع نمک، نوع گیاه، وجود سایر تنش‌ها و برخی عوامل دیگر بستگی دارد (Grattan & Grieve, 1998). کشت گیاهان در خاک شور یا آبیاری آن‌ها با آب شور می‌تواند جذب عناصر غذایی و غلظت عناصر در گیاهان را از طریق سمیت یون‌هایی نظیر Cl^- ، Na^+ و SO_4^{2-} و کاهش پتانسیل آب خاک، تحت تاثیر قرار دهد. مواد آلی از شاخص‌های مهم و تاثیرگذار در حاصلخیزی خاک می‌باشد. با وجود مطالعات فراوان درباره مواد آلی و نقش آن در باروری خاک و کشاورزی پایدار، امروزه مزارع خشک و نیمه خشک ما با مشکل کمبود مواد آلی مواجه هستند و آنچه ضروری بنظر می‌رسد ارائه راهکارهای کاربردی برای افزایش بهره‌وری از این مزارع بوده و یکی از ضروریات آن افزایش مواد آلی خاک است (اسدی و همکاران، ۱۳۸۸). بیوجار، زغال تهیه شده از زیست‌توده‌های گیاهی و ضایعات کشاورزی است که طی فرآیند آتشفکافت تولید می‌شود (Lehmann & Joseph, 2009). بیوجار را می‌توان از بقایای محصولات کشاورزی مانند کاه گندم، ذرت، سبوس برنج و تفاله نیشکر تهیه کرد. بیوجار می‌تواند به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک برای بهبود کیفیت خاک استفاده شود. از اثرات این ماده می‌توان به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش پتاسیم، کاهش آبشویی عناصر غذایی، افزایش پهاش در خاک‌های اسیدی، کاهش نیاز به آبیاری و کاربرد کود اشاره کرد (Lehmann et al., 2003). کاربرد کود های بیولوژی یک یکی از مؤلفه های اساسی در بیوتکنولوژی خاک و به تبع آن مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه محسوب می‌شود. امروزه با توجه به ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی و بهداشتی که از مصرف کودهای شیمیایی حاصل می‌شود، تولید و مصرف کودهای بیولوژیک بعنوان رویکرد جدیدی در زمینه بیوتکنولوژی خاک به شمار رفته و مورد توجه سرمایه‌گذاران بخش کشاورزی در سطح جهان قرار گرفته است. تولید بهینه و سالم محصول از طریق بهبود کیفیت خاک و رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست، با بهره‌گیری از بیوتکنولوژی می‌تواند تأمین شود (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴). پژوهش حاضر با بررسی اثر مواد آلی و باکتری محرک رشد بر زیست فراهمی برخی عناصر پر مصرف در خاک پس از برداشت اسفناج تحت تنش شوری انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

* ایمیل نویسنده مسئول: z.bolhasani93@yahoo.com

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارها شامل سطوح شوری (صفر، ۲ و ۴ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، مواد آلی (۰، ۵/۰ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۵/۰ و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج) و باکتری در دو سطح (بدون مایه زنی باکتری و با مایه زنی باکتری *Pseudomonas fluorescens*)، بصورت فاکتوریل و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. پوسته برنج از کارخانه برنج کوبی شهرستان مرودشت (استان فارس) جمع‌آوری و به آزمایشگاه تحقیقاتی بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی منتقل شد. پس از هوا خشک شدن پوسته‌های برنج، آن‌ها را آسیاب کرده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. جهت تهیه بیوجار، پوسته‌های برنج هوا خشک شده را در ورقه آلومینیومی بسته‌بندی و به مدت چهار ساعت در دمای ۳۰۰ درجه سلسیوس در داخل کوره قرار داده شد تا فرآیند پیرولیز (آتشکافت) انجام شود. برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک اولیه و پوسته و بیوجار پوسته برنج در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و مواد آلی مورد مطالعه

بافت خاک	پ‌هاش	قابلیت هدایت الکتریکی	کربن آلی	کربنات کلسیم معادل %	نیترژن کل %	**پتاسیم mg.kg ⁻¹	**فسفر mg.kg ⁻¹
مواد آلی	لوم رسی	۰/۷	۰/۶۹	۴۰/۰۵	۰/۰۹	۲۸۰	۲۰
پوسته برنج	-	۰/۳۴	۶۲/۲	-	۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۳۵
بیوجار پوسته برنج	-	۲/۴	۶۸/۳	-	۰/۴۶	۰/۸۲	۰/۴۲

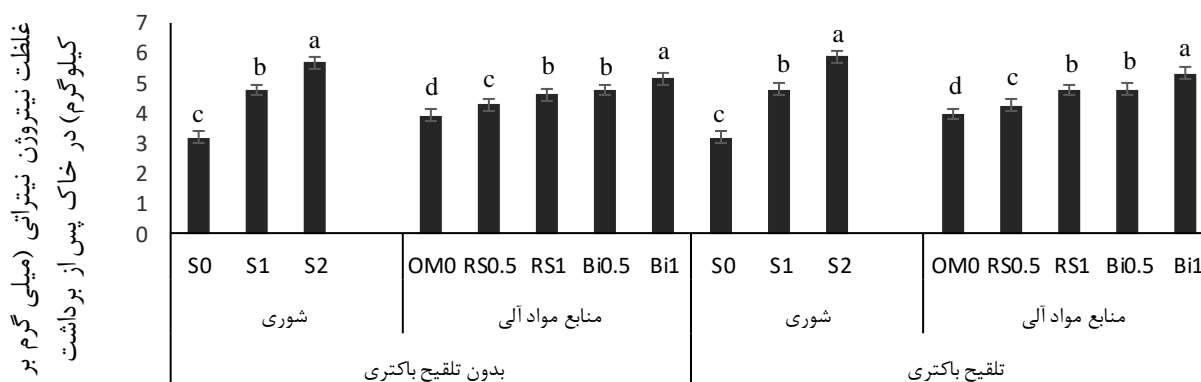
* پ‌هاش و قابلیت هدایت الکتریکی پوسته و بیوجار برنج در نسبت ۱:۱۰ بیوجار یا پوسته برنج به آب

** برای نمونه خاک به ترتیب پتاسیم یا فسفر قابل عصاره‌گیری با استات آمونیوم و بی کربنات سدیم و برای بیوجار و پوسته برنج پتاسیم و فسفر کل

در ابتدا با توجه به کاربرد منابع مواد آلی (پوسته برنج و بیوجار آن)، نمونه‌های خاک به وزن سه کیلوگرم آماده و سپس در کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. به منظور جلوگیری از کمبود احتمالی سایر عناصر غذایی و بر اساس نتایج آزمون خاک عناصر نیترژن، آهن، منگنز، روی و مس به ترتیب از منابع اوره، سکوسترین آهن، سولفات منگنز، سولفات روی و سولفات مس و به صورت محلول به خاک اضافه شد. پس از رسیدن به رطوبت مناسب خاک درون کیسه‌ها کاملاً مخلوط شده و به داخل گلدان‌های سه کیلوگرمی پلاستیکی منتقل شد. در هر گلدان ده عدد بذر اسفناج (رقم *Viroflay*) در عمق حدود سه سانتی متری خاک کاشته شد و همچنین تیمارهای حاوی باکتری را پس از تهیه‌ی زاد مایه باکتری در شرایط آزمایشگاهی به مقدار دو میلی لیتر به ازای هر بذر اسفناج درون گلدان افزوده و روی آن با مقدار کافی خاک پوشانده شد و رطوبت خاک در طول آزمایش در حدود رطوبت ظرفیت مزرعه نگهداری شد. بعد از استقرار کامل بوته‌ها، تعداد آن‌ها به پنج عدد کاهش یافت. تیمار نیترژن به صورت دو قسط (نصف قبل از کاشت و نصف دیگر ۲۰ روز بعد از کاشت) اعمال شد. به منظور جلوگیری از تنش ناگهانی، تیمار شوری بعد از استقرار کامل بوته‌ها و به صورت تدریجی و در طول دو هفته اعمال شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و در حدود ظرفیت مزرعه صورت گرفت. ۶۳ روز بعد از کاشت، اسفناج برداشت شده و خاک گلدان‌ها الک و هوا خشک گردید. نیترژن نیتراتی به روش فنول دی سولفونیک اسید (Bremner, 1966)، فسفر قابل استفاده به وسیله عصاره‌گیری با بی کربنات سدیم (Olsen, 1954) و پتاسیم به وسیله عصاره‌گیری با استات آمونیوم (Knudsen et al., 1982) و قرائت به وسیله دستگاه شعله سنج اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

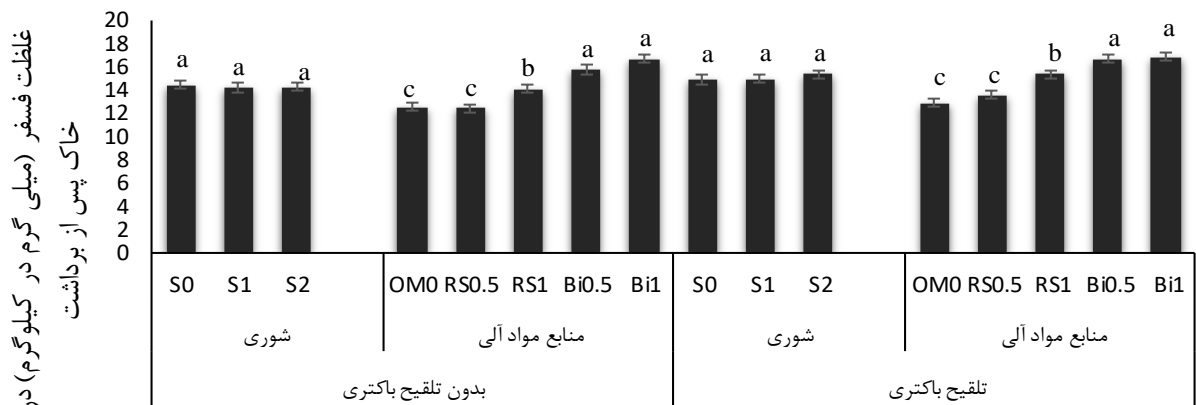
با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی (شکل ۱)، در هر دو تیمار با و بدون تلقیح باکتری، با افزایش سطوح کلرید سدیم، غلظت نیتروژن نیتراتی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی داری یافته است. در تیمار بدون باکتری، با کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک به ترتیب به میزان ۵۰/۲۱ و ۷۹/۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار یافت. و در تیمار با کاربرد باکتری نیز، با کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک به ترتیب به میزان ۵۰/۴۶ و ۸۴/۷۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار یافت. با افزایش سطوح شوری، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک افزایش یافت و علت را می توان جذب کمتر نیتروژن



شکل 1- اثر سطوح اصلی شوری و مواد آلی در دو شرایط با و بدون تلقیح باکتری بر غلظت نیتروژن نیتراتی (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک پس از برداشت اسفناج

نیتراتی توسط گیاه در شرایط تنش شوری دانست و در نتیجه مقدار بیشتری نیتروژن نیتراتی در خاک باقی مانده است. با افزایش سطوح شوری از ۰/۳ تا ۳ دسی زیمنس بر متر غلظت نیترات خاک افزایش می یابد (کرمی و همکاران، ۱۳۹۵). پتانسیل آبشویی نیترات ممکن است تحت شرایط شوری متوسط تا زیاد افزایش یابد. زیرا جذب و یا استفاده از نیتروژن به کار برده شده توسط گیاهان تحت تنش شوری در مقایسه با عدم وجود شوری کاهش می یابد (Bowman et al., 2006). در هر دو تیمار با و بدون باکتری، کاربرد ماده آلی، سبب افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی شد. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۹/۲۸، ۱۷/۴۰، ۲۱/۳۱ و ۳۰/۸۲ درصد افزایش داد. در تیمار با باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد پوسته برنج، ۰/۵ و ۱ درصد بیوچار پوسته برنج، میانگین غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت را در مقایسه با شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۶/۹۲، ۱۹/۸۸، ۲۰/۷۶ و ۳۴/۱۶ درصد افزایش داد. در هر دو تیمار، از نظر آماری تفاوت معنی داری بین سطوح ۱ درصد وزنی پوسته برنج و ۰/۵ درصد وزنی بیوچار پوسته برنج مشاهده نشد. با افزودن بیوچار به خاک، غلظت نیتروژن نیتراتی و آمونیوم افزایش یافت (جاودانی صعودی و همکاران، ۱۳۹۱). اثر کاربرد باکتری محرک رشد سبب افزایش غلظت نیتروژن نیتراتی در خاک پس از برداشت شد. میکروارگانیسم های خاک عناصر غذایی را به فرم های قابل دسترس برای میکروارگانیسم ها و گیاهان در می آورند (Miransari, 2011). در نواحی با سطوح مواد آلی قابل دسترس، باکتری ها از طریق تولید انزیم قادر به معدنی کردن نیتروژن آلی و تبدیل آن به نیتريت و سپس نیترات هستند که این فرم های نیتروژن توسط گیاه جذب می شود. کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن در محیط کشت آبی موجب افزایش نیتروژن نیتراتی و نیتروژن نیتريتی در مقایسه با تیمار کنترل شد (Tripathy & Ayyappan, 2005). کاربرد کودهای بیولوژیک به تنهایی و در ترکیب با کودهای شیمیایی موجب افزایش کل نیتروژن محلول در خاک شد، با افزایش سطوح کاربردی کود نیتروژنه، نیتروژن نیتراتی افزایش یافت، این افزایش با کاربرد کود بیولوژیک (ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم، باسیلوس و سودوموناس) افزایش بیشتری داشت (Hellal et al., 2011).

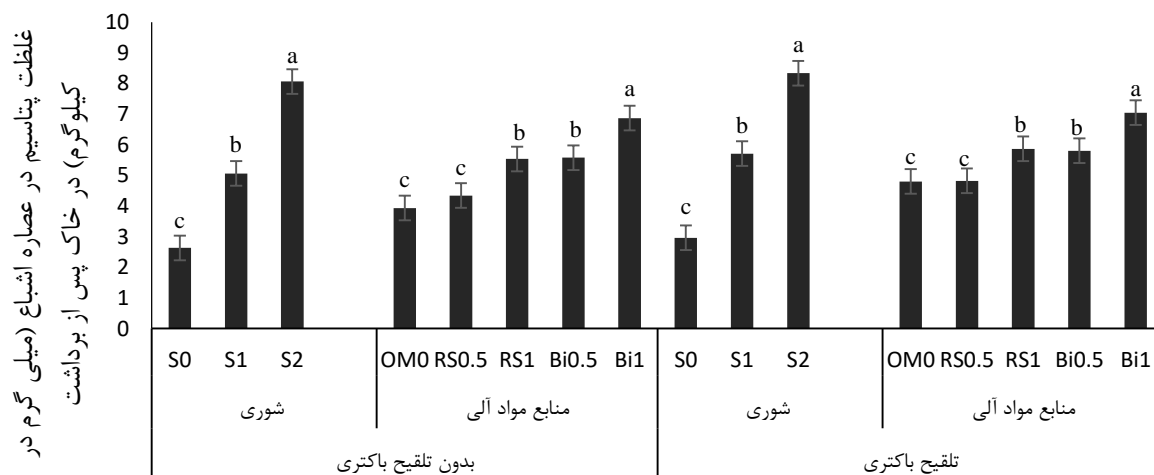
با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی (شکل ۲)، در هر دو تیمار با و بدون تلقیح باکتری، تفاوت معنی داری بین سطوح شوری بر غلظت فسفر در خاک پس از برداشت مشاهده نشد. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۲۹/۴۸ و ۳۰/۶۴ درصد افزایش داد. هرچند اختلاف میانگین غلظت فسفر در خاک پس از برداشت در سطوح وزنی بیوجار از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. کاربرد ۱ درصد وزنی پسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک را در مقایسه با شاهد به میزان ۱۹/۲۳ درصد افزایش داد. در تیمار با باکتری، کاربرد ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک پس از



شکل ۲- اثر سطوح اصلی شوری و مواد آلی در دو شرایط با و بدون تلقیح باکتری بر غلظت فسفر (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک پس از برداشت اسفناج

برداشت را در مقایسه تیمار با شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۲۵/۶۵ و ۳۲/۷۴ درصد افزایش داد. هرچند اختلاف میانگین غلظت فسفر در خاک پس از برداشت در سطوح بیوجار از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. کاربرد ۱ درصد وزنی پسته برنج، میانگین غلظت فسفر در خاک را در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۱۲/۱۹ درصد افزایش داد. در حالیکه میانگین غلظت فسفر در سطح ۰/۵ درصد وزنی پسته برنج تفاوت معنی داری با تیمار شاهد نداشتند. سطوح ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ گرم در کیلوگرم بیوجار تهیه شده از کاه ذرت در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس فراهمی فسفر را در خاک افزایش داد (Zhao et al., 2014).

با توجه به مقایسه میانگین اثرات اصلی (شکل ۳)، در تیمار بدون باکتری، کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت پتاسیم در عصاره اشباع خاک پس از برداشت به ترتیب ۱/۹۲ و ۳/۰۶ برابر تیمار شاهد بود. در تیمار با باکتری نیز، کاربرد دو و چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک، میانگین غلظت پتاسیم در عصاره اشباع خاک پس از برداشت به ترتیب ۲/۷۴۶ و ۲/۸۱ برابر تیمار شاهد بود. یکی از دلایل افزایش غلظت پتاسیم در تنش شوری را می توان جذب کمتر پتاسیم قابل استفاده خاک توسط گیاه در شرایط تنش شوری دانست که سبب می شود پتاسیم بیشتری در خاک باقی بماند. در تیمار بدون باکتری، کاربرد ۰/۵ درصد وزنی پسته برنج سبب افزایش میانگین غلظت پتاسیم در خاک در مقایسه با تیمار شاهد بود ولی این افزایش معنی دار نبود. کاربرد ۱ درصد وزنی پسته برنج و ۰/۵ و ۱ درصد وزنی بیوجار پسته برنج، میانگین غلظت پتاسیم در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری به ترتیب به میزان ۲۲/۲۰، ۲۰/۸۳ و ۴۶/۷۵ درصد افزایش داد. در هر دو تیمار، اختلاف میانگین غلظت پتاسیم بین سطوح ۱ درصد وزنی پسته برنج و ۰/۵ درصد وزنی بیوجار پسته برنج از نظر آماری تفاوت معنی داری نداشتند. مقدار پتاسیم محلول در خاک های اصلاح شده با بیوجار افزایش یافته است و دلیل این افزایش را مقدار پتاسیم زیاد در خاکستر بیوجار اضافه شده دانستند (Novak et al., 2010).



شکل ۳- اثر سطوح اصلی شوری و مواد آلی در دو شرایط با و بدون باکتری بر غلظت پتاسیم در عصاره اشباع (میلی گرم بر کیلوگرم) خاک پس از برداشت اسفناج

بررسی اثر اصلی باکتری نشان می‌دهد افزودن باکتری سودوموناس فلورسنس، اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر و پتاسیم در خاک پس از برداشت اسفناج در مقایسه با تیمار عدم کاربرد باکتری دارد. ریزجانداران مختلف از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و گل‌سنگ‌ها قادرند سیلیکات‌ها را تجزیه کرده و (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴). (Shady et al., 1984). عناصری چون پتاسیم، فسفر، آهن، روی و سیلیسیم را آزاد کنند (با توجه به جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح شوری و منابع مواد آلی (جدول ۲)، در هر دو تیمار با و بدون تلقیح باکتری، بیشترین غلظت نیتروژن نیتراتی و پتاسیم در خاک، در تیمار چهار گرم نمک بر کیلوگرم خاک و ۱ درصد وزنی بیوجار پوسته برنج بود. و کمترین غلظت نیتروژن نیتراتی مربوط به تیمار بدون کاربرد نمک و بدون کاربرد ماده آلی بود. هرچند با برخی تیمارهای دیگر از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. در حالیکه بر همکنش سطوح شوری و منابع مواد آلی بر غلظت فسفر در خاک پس از برداشت، معنی‌دار نبود.

جدول ۲. اثر متقابل سطوح شوری و منابع مواد آلی بر غلظت برخی عناصر در خاک پس از برداشت اسفناج در دو شرایط با و بدون تلقیح باکتری

بدون باکتری		بدون باکتری		با باکتری		با باکتری	
پتاسیم		فسفر		نیتروژن نیتراتی		سطوح ماده آلی	
		میلی گرم بر کیلوگرم				سطوح کلرید سدیم (شوری)	
۲/۶۳۳h	۲/۱۳۳g	۱۳/۰۶d	۱۲/۲۳f	۲/۹۳۱g	۲/۹۲۳g*	شاهد	
۲/۹۶۶gh	۲/۱۶۰g	۱۳/۰۷d	۱۲/۵۸ef	۳/۰۸۶fg	۳/۱۲۸fg	پوسته برنج ۰/۵ درصد وزنی	
۳bc	۲/۶۰۰fg	۱۵/۱۷bc	۱۴/۷۸bcd	۳/۲۷۵f	۳/۲۱۵fg	شاهد (بدون کلرید سدیم)	
۲/۸۳۳h	۲/۶۶۶fg	۱۶/۰۳ab	۱۵/۹۲ab	۳/۳۳۶f	۳/۲۸۴fg	بیوچار ۰/۵ درصد وزنی	
۳/۳۶۶fgh	۳/۶۰۰ef	۱۷/۱۸a	۱۶/۷۱a	۳/۳۶۲f	۳/۳۸۸f	بیوچار ۱ درصد وزنی	
۳/۹۳۳fg	۲/۹۰۰fg	۱۲/۶۳d	۱۳/۵۶def	۴/۳۴۰e	۴/۳۳۱e	شاهد	
۴/۲۶۶f	۴e	۱۳/۷۲cd	۱۲/۱۱f	۴/۶۶۰d	۴/۶۴۲de	۲ گرم نمک بر کیلوگرم خاک	
۵/۹۰۰e	۵/۴۰۰d	۱۵/۱۹bc	۱۳/۴۴def	۴/۹۳۸cd	۴/۹۲۰cd	پوسته برنج ۱ درصد وزنی	
۶/۸۰۰de	۶/۰۶۶cd	۱۷/۰۶a	۱۵/۴۵abc	۵/۰۰۴cd	۴/۹۷۶cd	بیوچار ۰/۵ درصد وزنی	
۷/۶۳۳cd	۶/۹۳۳c	۱۶ab	۱۶/۵۰ab	۵/۱۱۶c	۵/۰۷۹c	بیوچار ۱ درصد وزنی	
۷/۸۳۳bc	۶/۷۶۶c	۱۲/۹۸d	۱۱/۸۷f	۴/۶۸۹d	۴/۵۷۰de	شاهد	
۷/۲۳۳cd	۶/۸۶۶c	۱۳/۸۴cd	۱۲/۶۲ef	۵/۰۴۴c	۵/۱۵۰c	۴ گرم نمک بر کیلوگرم خاک	
۸/۷۰۰b	۸/۶۰۰b	۱۵/۷۶ab	۱۴/۰۲cde	۶/۱۲۸b	۵/۷۴۶b	پوسته برنج ۱ درصد وزنی	
۷/۷۶۶bcd	۸b	۱۷a	۱۵/۹۵ab	۶/۱۰۷b	۶/۰۸۴b	بیوچار ۰/۵ درصد وزنی	
۱۰/۱۳a	۱۰/۰۶a	۱۷/۳۶a	۱۶/۷۸a	۷/۵۶۹a	۷/۰۰۱a	بیوچار ۱ درصد وزنی	

* در هر قسمت جدول، اعدادی که در هر ردیف یا ستون دارای یک حرف مشترک کوچک یا بزرگ هستند از لحاظ آماری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد تفاوت معنی دار می باشند.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد شوری سبب افزایش معنی دار غلظت نیتروژن نیتراتی و پتاسیم در خاک پس از برداشت اسفناج در مقایسه با تیمار شاهد گردید. در حالیکه شوری اثر معنی داری بر غلظت فسفر نداشت. افزودن مواد آلی (پوسته برنج و بیوچار آن)، سبب افزایش معنی دار غلظت نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم در خاک پس از برداشت شد. همچنین تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس بطور قابل توجهی غلظت نیتروژن نیتراتی، فسفر و پتاسیم در خاک پس از برداشت را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح باکتری)، افزایش داد. بطور کلی افزودن مواد آلی و باکتری محرک رشد، باعث بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی در خاک پس از برداشت اسفناج شد بنحوی که نیاز به افزودن برخی عناصر برای کشت بعدی را می تواند کاهش دهد.



منابع

خوازی، ک.، اسدی رحمانی، ه. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

کرمی، م.، نوری امامزاده ئی، م.، ر.، قبادی نیا، م. و محمدخانی، ع. ۱۳۹۵. تاثیر سطوح مختلف هوازای بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک تحت سطوح مختلف شوری آب آبیاری و بافت خاک بر گیاه فلفل قلمی. اولین همایش ملی عرضه و تقاضای آب شرب و بهداشت، چالش‌ها و راهکارها و دانشگاه صنعتی اصفهان.

ملکوتی، م.، شهابی، ع. و بازرگان، ک. ۱۳۸۴. پتاسیم در کشاورزی ایران. انتشارات سنا. ۳۰۲ صفحه.

- Bremner, J. M., Sparks, D. L., Page, A. L., Helmke, P. A., Loeppert, R. H., Soltanpour, P. N., Tabatabaian, M. A., Johnston, C. T., & Sumner, M. E. 1996. Nitrogen-total. *Methods of Soil Analysis. Part 3-Chemical Methods.*, 1085-1121
- Bowman, D. C., Devitt, D. A., & Miller, W. W. 2006. The effect of moderate salinity on nitrate leaching from bermudagrass turf: a lysimeter study. *Water, Air, & Soil Pollution*, 175(1), 49-60.
- Grattan, S. R., & Grieve, C. M. (1998). Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78(1), 127-157.
- Hellal, F. A., Mahfouz, S. A., & Hassan, F. A. S. 2011. Partial substitution of mineral nitrogen fertilizer by bio-fertilizer on (*Anethum graveolens L.*) plant. *Agriculture Biology Journal North American*, 2(4), 652-660
- Knudsen, D., Peterson, G. A., & Pratt, P. F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, (methods of soil an2)*, 225-246.
- Lehmann, J., da Silva Jr, J. P., Steiner, C., Nehls, T., Zech, W., & Glaser, B. 2003. Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the Central Amazon basin: fertilizer, manure and charcoal amendments. *Plant and Soil*, 249(2), 343-357.
- Miransari, M. 2011. Soil microbes and plant fertilization. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 92(5), 875-885.
- Novak, J. M., Busscher, W. J., Watts, D. W., Laird, D. A., Ahmedna, M. A., & Niandou, M. A. 2010. Short-term CO₂ mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kandiuult. *Geoderma*, 154(3), 281-288.
- Olsen, S. R. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate.
- Romero, J. M. and Maranon, T. 1996. Allocation of biomass and mineral elements in *Melilotus segetalis* (annual sweet-clover): effects of NaCl salinity and plant age. *New Phytologi*, 132, 565- 573
- Shady, M. a., I. Ibrahim, and A. H. Afify. 1984. Mobilization of elements and their effects on certain plant growth characteristics as influenced by some silicate bacteria. 27(7), 17-30.
- Tripathy, P. P., & Ayyappan, S. 2005. Evaluation of *Azotobacter* and *Azospirillum* as biofertilizers in aquaculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21(8), 1339-1343
- Zhao, X. R., Dan, L. I., Juan, K. O. N. G., & LIN, Q. M. 2014. Does biochar addition influence the change points of soil phosphorus leaching?. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(3), 499-506.
- Zhu, J. K. 2002 Salt and drought signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 53: 247–73. Grattan, S. R., Grieve, C. M. 1998. Salinitymineral nutrient relations in horticultural crops. *Science Horticulture*, 78, 127–157.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil Fertility, Plant Nutrition and Greenhouse Cultivation

Influence of organic matter sources, PGPR and salinity stress on bioavailability of some nutrients in soil under spinach planting

Bolhasani¹, z, Ronaghi², A.M., Ghasemi Fasaei, R.³ Zarei, M.⁴

¹ M. Sc Graduate Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

² Professor., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

^{4,3} Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Shiraz, Iran

Abstract

In order to study the effect organic matter sources and PGPR on Bioavailability of Some Nutrients in Soil under Salinity Stress after spinach post-harvest, two separate experiments (with or without rhizobacteria) were carried out under greenhouse conditions. Treatments consisted of factorial arrangement of organic substances (0.0, 0.5 and 1.0% rice husk and 0.5 and 1.0% rice husk biochar, w/w) and salinity levels (0.0, 2.0 and 4.0 g NaCl kg⁻¹ soil) in a completely randomized design in the presence or absence of rhizobacteria (*pseudomonas florescence*) with three replications. Results showed both treatments with and without bacteria, increasing salinity levels, concentrations of potassium (K) in post-harvest soil saturation extract and concentration of NO₃-N in post-harvest soil increased significantly. addition of organic substances and inoculation with pseudomonas florescence significantly increased Bioavailability NO₃-N, P and K in post-harvest soil.

Keywords: Biochar, pseudomonas florescence and rhizobacteria

* Corresponding author, Email: z.bolhasani93@yahoo.com