اثر بیوچار و باکتری محرک رشد بر کلنیزاسیون ریشه دو گونه قارچ ریشه آربوسکولار با ریشه گیاه جو در مرحله رویشی

سید الیاس حسینی[۱] و مهدی زارعی[۲]
به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
(hoseiny.elyas@yahoo.com)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر بیوچار و باکتری محرک رشد بر همزیستی برخی میکوریزی در یک آزمایش گلدانی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار صورت گرفت. فاکتورهای مورد آزمایش شامل سه سطح بیوچار (۰، ۱ و ۲ درصد)، باکتری در دو سطح (بدون باکتری و *Micrococcus yunnanensis*) و کاربرد قارچ در سه سطح (شاهد، *Rhizophagus intraradices* و *Funeliformis mosseae*) می‌باشد. نتایج نشان داد کاربرد باکتری باعث افزایش درصد کلنیزاسیون ریشه هر دو گونه قارچ ریشه شد گرچه مقدار کلنیزاسیون ریشه مربوط به قارچ *Rhizophagus intraradices* نسبت به قارچ *Funeliformis mosseae* بیشتر بود. بیوچار نیز تنها در شرایط باکتری سبب افزایش درصد کلنیزاسیون ریشه شد.

واژه‌های کلیدی: درصد کلنیزاسیون ریشه، باکتری، قارچ ریشه، بیوچار، جو

مقدمه

غلات تامین کننده ۷۰ درصد غذای مردم کره زمین هستند. از بین گیاهان این تیره گندم، برنج، ذرت و جو مهم‌ترین منابع غذایی هستند. بیش از سه چهارم انرژی و یک دوم پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تامین می‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). جو از قدیم ترین گیاه زراعی است و سابقه کشت آن به هفت هزار سال پیش از میلاد می‌رسد. این گیاه کم توقع ترین گیاه زراعی است که دامنه سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی بیشتر است(فتحی، ۱۳۷۸).

در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است(Sharma, 2003). اصطلاح کودهای زیستی منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد بلکه ریزجانداران باکتریایی وقارچی به ویژه باکتری محرک رشد گیاه و مواد حاصل از فعالیت آنها از جمله مهمترین کودهای زیستی محسوب می‌شود(Zahir, et al,. 2000). این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش فراهمی عناصر معدنی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، انحلال فسفر و پتاسیم و مهار عوامل بیماریزا، با تولید هورمون‌های تنظیم کننده رشد گیاه عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Sturz and christie, et al., 2003). قارچ‌های میکوریزا یکی از ریز موجودات همزیست با ریشه گیاهان هستند که دارای کارکرد چند منظوره در بوم نظام‌های زراعی می‌باشند که بطور بالقوه سبب بهبود کیفیت فیزیکی (از طریق گسترش ریسه‌های قارچ) شیمیایی (از طریق افزایش جذب عناصر غذایی) وزیستی خاک (از طریق شبکه غذایی خاک) می‌شوند (Cardoso & Kuyper., 2006). میکوریزا به نوعی رابطه قارچ میکوریزای آربوسکولار با ریشه ۸۰ درصد گیاهان ایجاد همزیستی می‌کنند. این اجتماع همزیست، جذب مواد غذایی را در گیاه افزایش می‌دهد. و در عوض در طی این همزیستی میکوریزا، لیپیدها و کربوهیدرات‌های خود را از ریشه گیاه میزبان بدست می‌آورد (Bais et al., 2006).

بیوچار کربن فعال و یا کربن سیاه نوعی زغال چوب است که بر اثر تجزیه حرارتی (حرارت بیشتر از ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد)، طیف گسترده‌ای از مواد اولیه، از جمله گیاه، چوب، زباله شهری و کودها در محفظه‌های در بسته، که در آن جریان هوا یا وجود ندارد و یا بسیار کم است به دست می‌آید، اضافه کردن بیوچار به خاک باعث بهبود معنی‌دار در ظرفیت تبادلی (آنیونی و کاتیونی) در خاک و بهبود ظرفیت نگهداری مواد مغذی می‌شود (Major, 2011). استفاده از بیوچار حداقل قدمت ۲۰۰۰ ساله دارد، سطح زیاد و تخلخل بیوچار را قادر به جذب و حفظ مواد مغذی و آب می‌سازد و یک زیستگاه برای

میکروارگانیسم‌های مفید است. بیوچار یک اصطلاح جدید است ولی یک ماده جدید نیست، این ماده بر اثر حوادث طبیعی و آتش سوزی جنگل و مراتع به وجود می‌آید. بیوچار در تثبیت بیولوژیکی و روابط میکوریزی مفید است (Inyang,et al., 2010). هدف از این آزمایش تاثیر باکتری محرک رشد و بیوچار بر روی تعیین درصد کلنیزاسیون کل ریشه جو در مرحله‌ای رویشی می‌باشد.

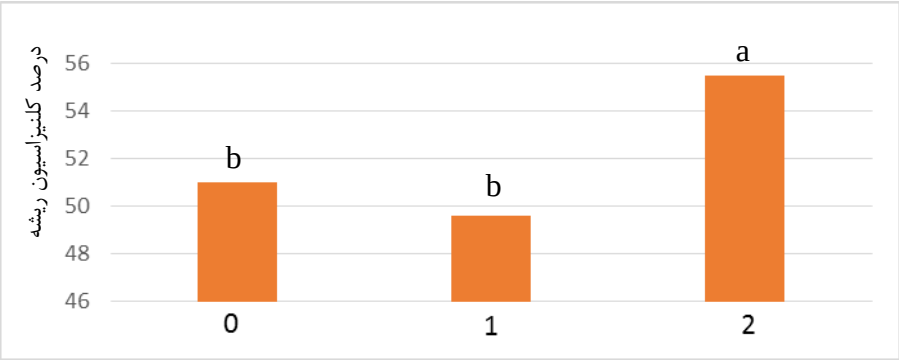
مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه بخش علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز با استفاده از رقم گوهر جو به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و با سه عامل انجام شد. عامل‌ها شامل قارچ در سه سطح (شاهد، *Rhizophagus intraradices* (*Ri*) و *Funeliformis mosseae* (*Fm*))، باکتری در دو سطح (بدون باکتری و *Micrococcus yunnanensis*) و بیوچار در سه سطح (۰، ۱ و ۲ درصد) بر درصد کلنیزاسیون ریشه گیاه جو در مرحله رویشی مورد مطالعه قرار گرفت. در ابتدا خاک به مقدار چهار کیلوگرم برای هر گلدان تهیه شد و پس از آزمون خاک عناصر مورد نیاز را به خاک اضافه گردید سپس از بقایای نیشکر (باگاس) شرکت کشت و صنعت دهخداه، به منظور تهیه‌ی بیوچار ابتدا باگاس را هوا خشک کرده و سپس در ورقه آلومینیومی بسته‌بندی شد بعد از آن در دمای ۵۰۰ درجه داخل کوره الکتریکی قرار گذاشته و بیوچار حاصل از این فرآیند به منظور یکسان بودن سطح آن، آسیاب و خورد کرده و از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد سپس به مقادیر مشخص به گلدان‌های حاوی تیمارهای بیوچار اضافه کرده و با خاک گلدان خوب مخلوط شد. به گلدان‌های حاوی تیمار قارچ نیز، به میزان ۵۰ گرم به صورت تله‌ای در زیر لایه‌ای از خاک مایه زنی شد، سپس در هر گلدان به تیمارهای دارای باکتری بر روی هر بذر ۲ میلی لیتر باکتری *Micrococcus yunnanensis* که از آزمایشگاه بخش علوم خاک تهیه شده اضافه گردید. پس از جوانه زنی بذرها، بوته‌های اضافی را تنک کرده و به منظور حفظ رطوبت خاک، گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی آبیاری گردید. پس از ۸ هفته ریشه‌های گیاه جو از گلدان برداشت کرده و جهت اندازه گیری درصد کلنیزاسیون کل به روش کورمانیک و مک گراوا (۱۹۸۲) رنگ آمیزی ریشه انجام شد و با میکروسکوپ نوری مدل SMZ 442 و با بزرگنمایی ۷۰× مشاهده و درصد کلنیزاسیون ریشه کل مشخص گردید.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS و Excel مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

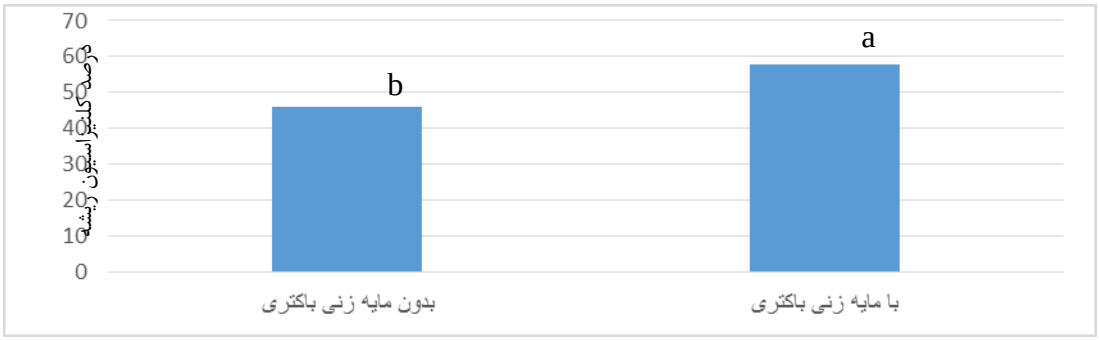
نتایج و بحث

با توجه به نمودار ۱ مشاهده می‌شود که عامل اصلی بیوچار تنها در سطح ۲ درصد وزنی سبب افزایش معنی‌دار ۷ درصد بر مقدار کلنیزاسیون ریشه نسبت به تیمار شاهد (بدون بیوچار) شد در حالی که سطح ۱ درصد وزنی بیوچار تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت.



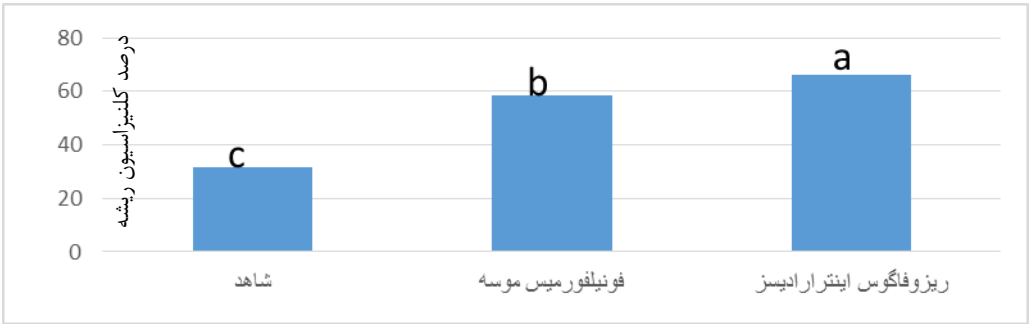
نمودار ۱- اثر سطوح مختلف بیوچار بر درصد کلنیزاسیون ریشه جو در مرحله رویشی

نتایج در نمودار ۲ اثر باکتری بر مقدار کلنیزاسیون نشان می‌دهد که عامل اصلی باکتری باعث افزایش معنی‌دار ۲۵ درصد بر مقدار کلنیزاسیون کل ریشه نسبت به تیمارهای که بدون مایه زنی باکتری بودند شد.



نمودار ۲- اثر باکتری بر درصد کلنیزاسیون ریشه جو در مرحله رویشی

در نمودار ۳ اثر دو گونه قارچ ریشه *Ri* و *Fm* نسبت به تیمار شاهد بر درصد کلنیزاسیون ریشه مشاهده می‌شود که بیشترین مقدار میانگین درصد کلنیزاسیون ریشه مربوط به قارچ *Ri* می‌باشد، همچنین بین هر دو گونه قارچ، تفاوت معنی-داری از لحاظ آماری وجود دارد بطوریکه قارچ *Ri* باعث افزایش معنی‌دار ۱۳ درصد بر مقدار کلنیزاسیون ریشه نسبت به قارچ *Fm* شد، این نشان می‌دهد که قارچ *Ri* توانایی بیشتری نسبت به قارچ *Fm* در کلنیزه کردن ریشه جو دارد .



نمودار ۳- اثر قارچ ریشه آربوسکولار بر درصد کلنیزاسیون ریشه جو در مرحله رویشی

نتایج بر همکنش میان بیوچار و باکتری در جدول ۱ نشان داد که باکتری در تمام سطوح بیوچار سبب افزایش معنی‌دار درصد کلنیزاسیون ریشه در مقایسه با تیمار شاهدگردید، همچنین با افزایش بیوچار درصد کلنیزاسیون ریشه افزایش یافت. ولی در بین تیمارهای بدون باکتری افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد مشاهده نشد. کمترین و بیشترین میزان درصد کلنیزاسیون ریشه به ترتیب مربوط به تیمار شاهد (۴۱/۳) و باکتری در سطح ۲ درصد بیوچار (۵۶/۵) که باعث افزایش ۳۷ درصد نسبت به تیمار شاهد شد.

نتایج بر همکنش میان قارچ و باکتری در جدول۱ نشان داد که تمام سطوح باکتری و قارچ با تیمار شاهد (۱۶/۲) سبب افزایش معنی‌داری بر مقدار کلنیزاسیون ریشه شد. همچنین نشان می‌دهد بین گونه‌های قارچ اختلاف معنی‌دار بر کلنیزه کردن ریشه جو مشاهده می‌شود. بطوریکه در تیمار قارچ *Ri* با باکتری(۷۳/۳) با تیمار قارچ *Fm* در حضور باکتری (۶۳/۶)

باعث افزایش معنی‌دار ۱۵ درصد کلنیزاسیون ریشه شد. همچنین در شرایط بدون باکتری نیز تیمار قارچ *Ri* (۵۹/۲) باعث افزایش معنی‌دار ۱۱ درصد کلنیزاسیون ریشه در مقایسه با تیمار قارچ *Fm* (۵۳/۰۳) گردید. علاوه بر این هر دو گونه قارچ در حضور باکتری تفاوت معنی‌داری با گونه‌های قارچ بدون باکتری نشان دادند. بیشترین مقدار کلنیزاسیون ریشه مربوط به تیمار قارچ *Ri* و مایه زنی شده با باکتری (۷۳/۳) است که موجب افزایش ۴/۵ برابر کلنیزاسیون ریشه در مقایسه با تیمار شاهد (۱۶/۲) گردید.

نتایج بر همکنش سه عاملی نیز نشان داد که قارچ *Ri* در تمام سطوح بیوچار با باکتری و بدون باکتری سبب افزایش معنی-دار کلنیزاسیون ریشه نسبت به تیمار شاهد در تمام تیمارهای بیوچار با باکتری و بدون باکتری شد. همچنین کاربرد همزمان باکتری با قارچ *Ri* و *Fm* در تمام سطوح بیوچار باعث افزایش درصد کلنیزاسیون ریشه بیشتری در مقایسه با شرایط بدون باکتری نسبت به تیمار شاهد شدند. علاوه بر این در جدول۱ مشاهده می‌شود باکتری در تمام سطوح بیوچار بدون قارچ، سبب افزایش معنی‌دار درصد کلنیزاسیون ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. با توجه به جدول ۱ نشان می‌دهد که بین قارچ *Ri* و *Fm* در میزان کلنیزاسیون تفاوت دارند که نشان می‌دهد قارچ *Ri* در تمام سطوح بیوچار با باکتری و بدون شرایط باکتری در میزان کلنیزاسیون ریشه به ترتیب بیشتر از قارچ *Fm* با باکتری و بدون مایه‌زنی باکتری شد. به طور کلی می‌توان گفت که باکتری در تمام سطوح بیوچار و سطوح قارچ باعث افزایش درصد کلنیزاسیون ریشه نسبت به همان سطوح تیمارها ولی بدون کاربرد باکتری شد، همچنین قارچ *Ri* نشان داد که پاسخ مناسب تری به تشکیل کلنیزه کردن ریشه اندام هوایی رویشی جو در مقایسه با قارچ *Fm* نشان داد.

جدول ۱- بیوچار، باکتری و قارچ ریشه بر درصد کلنیزاسیون کل ریشه جو در مرحله رویشی

	بدون مایه زنی باکتری				مایه‌زی شده با باکتری			
بیوچار (درصد وزنی)	شاهد (بدون قارچ)	Ri	Fm	میانگین	شاهد (بدون قارچ)	Ri	Fm	میانگین
شاهد	۹/۸^{h*}	۵۵/۷^{d}	۵۸/۶^{d}	**۴۱/۳^{C}**	۱۸/۴^{gf}	۷۲/۱^{ab}	۶۵/۱$^{b-d}$	**۵۱/۹^{AB}**
یک درصد	۱۸/۲^{gh}	۶۳/۶$^{b-d}$	۴۳/۱^{ef}	**۴۱/۶^{C}**	۱۹/۴^{g}	۶۹/۰۳^{bc}	۶۱/۵^{cd}	**۵۰/۱^{B}**
دو درصد	۲۰/۷^{g}	۵۸/۱^{d}	۵۷/۲^{d}	**۴۵/۳^{C}**	۲۶/۷^{e}	۷۸/۸^{a}	۶۴/۱$^{b-d}$	**۵۶/۵^{A}**
میانگین	**۱۶/۲۳^{E}**	**۵۹/۲^{B}**	**۵۳/۰۳^{C}**		**۲۱/۸^{D}**	**۷۳/۳^{A}**	**۶۳/۶^{B}**	

*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 معنی دار نمی باشند.

محمود زاده و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی بر روی گیاه نعناع فلفلی گزارش کردند که قارچ *گلوموس فایکولاتوم* توانایی کلنیزاسیون بیشتری با نعناع فلفلی نسبت به *گلوموس-موسه* و *گلوموس اینترارادیسز* داشت. اختلاف بین گونه‌های قارچی در کلنیزه کردن ریشه می‌تواند به بیولوژی ریزجانداران، قدرت رقابت آنها با سایر میکروب‌ها، خصوصیات ریشه گیاه، خواص فیزیکی و محیط گیاه میزبان وابسته باشد (Jarstfer,et al., 1998). افزودن بیوچار با خاک غالباً به افزایش تعاملات همزیستی بین قارچ میکوریز و گیاه منتج می‌شود (Warnock, et al., 2007). همچنینی با بیان چهار مکانیسم نحوه تأثیرگذاری بیوچار را بر فراوانی میکوریزی و عملکرد آن توضیح می‌دهد: ۱) قابلیت دسترسی مواد غذایی و یا تغییر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک ۲) تأثیر بر ریزجانداران مفید یا مضر در خاک (غیر از مایکوریزا) از جمله باکتری‌های بهبود دهنده همزیستی میکوریزی ۳) دخالت در فرآیند علامت دهنده گیاه و قارچ و سمیت‌زدایی عناصر سمی در بیوچار که موجب تغییر کلنیزاسیون ریشه توسط قارچ میکوریزا می‌شود ۴) بیوچار به عنوان یک محافظ در مقابل خطرات ناشی از قارچ خورها عمل می‌کنند. این مکانیسم‌ها احتمالاً سایر قارچ‌های خاکزی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Warnock, et al., 2007).

Darzi, et al., (2009) عنوان کردند استفاده از کودهای زیستی موجب بهبود شرایط خاک شده و باعث تشدید فعالیت-های ریز جانداران خاک می‌شود و اثرات متقابل تشدید کننده بین ریزجانداران خاک و قارچ‌های میکوریزی را افزایش می‌دهد.

کاربرد همزمان باکتری *ازتوباکتر* و قارچ میکوریز اثرات مثبت و هم افزایی روی گیاه گندم داشت و دلایل آن را تأثیر *ازتوباکتر* در رشد ریشه‌های مویی (وجود ریشه‌های مویی فراوان، زمینه مناسبی را جهت نفوذ قارچ به درون سلول‌های ریشه فراهم می‌آورد) و افزایش رشد طولی میسلیوم‌های قارچ و نفوذ آنها به لایه‌های زیرین خاک دانستند، که این امر امکان دسترسی گیاه به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Behl, et al., 2003).

نتیجه‌گیری کلی

تحقیق حاضر در راستای کاربرد باکتری محرک رشد و بیوچار حاصل از تفاله نشکر (باگاس) بر مقدار کلنیزاسیون ریشه گیاه جو توسط دوگونه قارچ ریشه آربسکولار در شرایط گلخانه‌ای صورت گرفت. بر اساس یافته‌های این پژوهش مشخص شد که کاربرد همزمان بیوچار و باکتری باعث افزایش بیشترین مقدار درصد کلنیزاسیون ریشه شد. همچنین درصد کلنیزاسیون در گونه‌ی *ریزوفاگوس اینترارادیسز* نسبت به گونه‌ی *فونیلفورمیس موسه* بالاتر بود و توانایی بیشتری در کلونیزه کردن ریشه دارد علاوه براین کاربرد همزمان باکتری با هر دو گونه‌ی قارچ باعث افزایش بیشتر درصد کلنیزاسیون ریشه گردید.

منابع

فتحی، ق. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

محمود زاده، م. رسولی صدقیانی، م، ح. عسگری لجایر، ح. و حسنی، ع. ۱۳۹۵. تأثیر تلقیح باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر جذب عناصر غذایی و برخی فاکتورهای مورفولوژیکی در نعناع فلفلی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد ششم ، شماره‌ی۱، صفحه‌های ۱۶۱ تا ۱۷۶.

ملکوتی، م، ج. و. طهرانی، م، م. ۱۳۸۷. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

Bais, Harsh P., Tiffany L. Weir, Laura G. Perry, Simon Gilroy, and Jorge M. 2006. Vivanco. "The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms." Annu. Rev. Plant Biol. 57: 233-266.

Behl, R. K., Sharma, H., Kumar, V., and Singh, K. P. 2003. Effect of dual inoculation of VA mycorrhiza and azotobacter chroococcum on above flag leaf characters in wheat. Archives of Agronomy and Soil Science, 49: 25-31.

Cardoso, I. M., and Kuyper, T. W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems & Environment, 116: 72-84.

Darzi, M. T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (Foeniculum vulgare Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25: 1-19.

Inyang, M., Gao, B., Pullammanappallil, P., Ding, W., and Zimmerman, A. R. 2010. Biochar from anaerobically digested sugarcane bagasse. Bioresource Technology, 101: 8868-8872.

Jarstfer, A. G., Farmer-Koppenol, P., and Sylvia, D. M. 1998. Tissue magnesium and calcium affect arbuscular mycorrhiza development and fungal reproduction. Mycorrhiza, *7*: 237-242.

Major, J. 2011. Biochar: a new soil management tool for farmers and gardeners. Appalachian Sustainable Development. IBI report.

Sharma, A. K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture . India. Agrobios.

Sturz, A. V., and Christie, B. R. 2003. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. Soil and Tillage Research, 72: 107-123.

Warnock, D. D., Lehmann, J., Kuyper, T. W., and Rillig, M. C. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil–concepts and mechanisms. Plant and soil, *300*: 9-20.

Zahir, Z. A., Arshad, M., and Frankenberger, W. T. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81: 97-168.

Effect of biochar and PGPR on root colonization of vegetative stage of barly with two AM fungi

S.E. Hosseini[1], M. Zare[2]
Master of Science student and Associate Professor respectively, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University.

Abstract

In order to study the effect of PGPR and biochar on root colonization of mycorrhizal fungi, a factorial experiment at a completely randomized design with three replications was accomplished. Treatments was consisted of three levels of biochar (0, 1, and 2%), bacteria in two levels (control and *Micrococcus yunnanensis*), and three levels of AM fungi (control, *Rhizophagus intraradices*, and *Funeliformis mosseae*). The results indicated that the bacteria was increased root colonization of two AM fungi, although the symbiosis of *Rhizophagus intraradices* in presence of bacteria was more than other fungi. Biochar increased the percentage of root colonization only in presence of bacteria.

Keywords: Colonization, bacteria, mycorrhizae, Biochar, barley