

ارزیابی تاثیر بیوجار ضایعات هرس درختان سیب و انگور و قارچ میکوریز بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز در شرایط رایزوباکس

رقیه واحدی*، میرحسن رسولی صدقیانی و محسن برین
بترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار علوم خاک، دانشگاه ارومیه
مسئول مکاتبه*: rvahedi93@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر بیوجار و قارچ میکوریز آربوسکولار بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز، آزمایشی بصورت فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در شرایط گلخانه‌ای اجرا گردید. فاکتور اول شامل ماده آلی بیوجار ضایعات هرس و شاهد (بدون ماده آلی)، فاکتور دوم تلقیح میکروبی قارچ میکوریز آربوسکولار و شاهد (بدون تلقیح میکروبی) و فاکتور سوم خاک (خاک ریزوسفر و غیرریزوسفر) بود. برخی ویژگی‌های خاک شامل pH، آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی (ACP) و قلیایی (ALP) اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد کاربرد بیوجار و تلقیح میکوریزی منجر به تغییرات معنی‌دار، در شاخص‌های اندازه‌گیری شده گردیدند. بطوریکه بیشترین و کمترین pH به ترتیب در تیمار بیوجار بدون تلقیح (-AMF) و شاهد میکوریزی (+AMF) مشاهده شد. تیمار شاهد میکوریزی (+AMF) ۴/۴۴ برابر فعالیت ACP را نسبت به تیمار بدون تلقیح (-AMF) افزایش داد. کاربرد بیوجار تلقیح میکوریزی سبب افزایش ۳۹/۸۷ درصدی فعالیت ALP در مقایسه با تیمار بدون تلقیح شد. بیوجار pH خاک غیر ریزوسفری را نسبت به ریزوسفر افزایش داد. همچنین در خاک ریزوسفری تیمار بیوجار افزایش ۱/۳۹ درصدی فعالیت ALP نسبت به غیر ریزوسفر مشاهده شد. تلقیح میکوریزی (+AMF) نیز pH و فعالیت ACP و ALP را در خاک ریزوسفری در مقایسه با خاک غیر ریزوسفر بترتیب ۱/۹۸ درصد کاهش و ۱/۵۹ و ۱/۵۶ درصد افزایش داد. چنین استنباط می‌گردد که کاربرد بیوجار به همراه تلقیح میکروبی منجر به بهبود خواص بیولوژیکی و شیمیایی خاک می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بیوجار، میکوریز، رایزوباکس

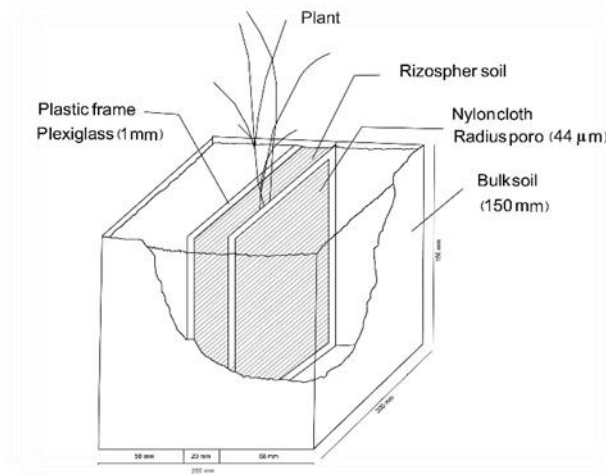
مقدمه

وجود ماده آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خاک است، بلکه با تشدید فعالیت زیستی در خاک به چرخش بهتر عناصر غذایی کمک می‌کند. ضایعات هرس درختان با تبدیل شدن به بیوجار با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نقش مهمی بر پویایی و زندگی میکروارگانیسم‌های خاک و ایجاد نوعی تعادل دینامیکی در اجزای زنده و غیر زنده خاک ایفا می‌کنند (Singh et al., 2003). بیوجار ماده جامد غنی از کربن تولید شده توسط تجزیه گرمایی (Pyrolysis) یا گرما کافت توده‌های زیستی با مقدار کمی اکسیژن یا بدون اکسیژن می‌باشد (Liu et al., 2011). محققین مختلفی آنزیم‌های خاک را به عنوان شاخص‌های قابل استفاده برای آلودگی، حاصلخیزی و کیفیت خاک پیشنهاد کرده‌اند (Saviozzi et al., 2001). فسفاتازها در چرخه بیوژئوشیمی فسفر نقش مهمی ایفا می‌کنند. فسفات آزاد شده در خاک می‌تواند توسط گیاهان یا میکروارگانیسم‌ها جذب شود (Quiquampoix & Mousain, 2005). اگرچه ریشه‌های گیاه در تولید فسفاتازها نقش دارند اما فسفاتازهای میکروبی (قارچ‌های میکوریز) در هیدرولیز ترکیبات آلی خاک مؤثرتر هستند (Tarafdar & Jungk, 1978). تاثیر بیوجار بر روی ویژگی‌های خاک متعدد است که بطور مستقیم از طریق تعدیل pH و تاثیر آن بر روی قابلیت دسترسی عناصر غذایی و ساختار جامعه میکروبی می‌توانند عملکرد قارچ مایکوریز را تحت تاثیر قرار دهند که در نهایت منجر به افزایش نسبی رشد هیف داخل بیوجار می‌گردد (Warnock et al., 2007). افزایش فعالیت‌های آنزیمی همانند فعالیت فسفاتازها پس از افزودن بیوجار می‌تواند افزایش دسترسی میکروارگانیسم‌ها (قارچ‌ها AMF) به مواد غذایی به دنبال افزودن مواد آلی و افزایش ترشحات ریشه‌ای باشد (Tejada et al., 2006). به همین دلیل خواص بیولوژیکی و شیمیایی خاک در ناحیه ریزوسفر در

مقایسه با ناحیه غیرریزوسفر متفاوت است (Wang et al., 2002). محدود کردن ریشه جهت بررسی تغییرات بیولوژیکی، شیمیایی و اینکه این خصوصیات در چه دامنه‌ای از ریزوسفر گسترش یافته‌اند از چالش‌هایی هستند که کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. رایزوباکس از جمله ابزارهایی است که برای مطالعه تغییرات ریزوسفر مورد استفاده قرار می‌گیرد. چرا که با محدود کردن ریشه‌ها در حجم معینی از خاک، منجر به افزایش تراکم ریشه شده و نمونه‌برداری از خاک ریزوسفری را آسان می‌سازد. در حال حاضر یک شکاف گسترده‌ای در اطلاعات ما از فعل و انفعالات بین میکروارگانیسم‌های خاک با بیوچار و تاثیرات آن‌ها در فرآیندهای بیولوژیکی خاک وجود دارد و اکثر مطالعات بیوچار در خاک‌های اسیدی و در شرایط آب هوایی مرطوب انجام گرفته است. همچنین پژوهش‌های کمی در این ارتباط در رایزوباکس انجام گرفته و نیز با توجه به اهمیت روز افزون بیوچار و کودهای بیولوژیک در کشاورزی، هدف از این تحقیق تاثیر بیوچار ضایعات هرس درختان و قارچ میکوریز بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز در شرایط رایزوباکس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی ۳ فاکتوری، با ۳ تکرار که فاکتور اول ماده آلی (بیوچار ضایعات هرس، شاهد بدون ماده آلی)، فاکتور دوم تلقیح میکروبی (تلقیح قارچ میکوریز (AMF) و شاهد بدون تلقیح میکروبی) و فاکتور سوم خاک (خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری) بود، اجرا گردید. برای تهیه بیوچار، ضایعات هرس درختان سیب و انگور در قطعات ۲۰ میلی‌متری ابتدا به راکتور (استوانه فلزی به قطر ۷ و ارتفاع ۳۱ سانتی‌متر) و سپس به کوره الکتریکی منتقل گردید. تولید در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در شرایط عدم وجود اکسیژن انجام گردید. در نهایت بیوچار تولید شده آسیاب و از الک ۰/۵ میلیمتری عبور داده شد. همچنین برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از استریل و نیز بیوچار اندازه‌گیری شد. pH و EC بیوچار در عصاره‌های صاف شده سوسپانسیون ۱ به ۱۰ بیوچار به آب (ASTEM, 2009)، فسفر کل بیوچار به روش هضم با اسید (Rajkovich et al., 2011)، ازت و کربن بیوچار نیز با دستگاه ESC 4010 CHNSO Analyzer اندازه‌گیری گردید. به منظور کشت گیاه از رایزوباکس استفاده شد. باکس‌های ریزوسفر مطابق سیستم یوسف و چاینو (Chino & Youssef, 1987) در ابعاد ۲۰*۱۵*۲۰ سانتی‌متر (طول، عرض، ارتفاع) استفاده شد (شکل ۱). فضای هر باکس با استفاده از صفحات مشبک نایلونی ۳۲۵ مش به ۲ قسمت (۱) ناحیه ریزوسفری به ضخامت ۲ سانتی‌متر، (۲) ناحیه توده خاک یا ناحیه غیرریزوسفری به ضخامت ۵/۸ سانتی‌متر (این ناحیه در طرف دیگر ناحیه ریزوسفری نیز با همان ضخامت تکرار شد) تقسیم شد. برای انجام آزمون‌های گلخانه‌ای حدود ۵/۷۹۹ کیلوگرم خاک استریل در هر باکس ریخته شد. بیوچار ضایعات هرس سیب و انگور بعد از آسیاب شدن و عبور از الک ۰/۵ میلی‌متری برحسب ۱/۵ درصد کربن آلی خالص به خاک اضافه و مخلوط شد و به باکس‌ها منتقل گردید. خاک فسفات و اکسید آهن (Fe_2O_3) نیز به ترتیب به عنوان منابع نامحلول فسفر و آهن همراه با تلقیح قارچ AMF، در تیمارها اعمال شدند. در تیمارهای شاهد نیز خاک استریل حاوی بیوچار بدون تلقیح AMF و خاک استریل بدون تلقیح و بدون بیوچار استفاده گردید. برای تلقیح میکوریزی از قارچ میکوریزی گونه‌ی گلوموس (*G. fasciculatum*) استفاده گردید. برای کشت گیاه، بذرهاى گندم (*Triticum aestivum L.*) رقم پیش‌تاز پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم به تعداد شش بذر در قسمت ریزوسفری رایزوباکس‌ها کشت گردیدند. پس از جوانه زدن بذرها، ۴ بوته (بوته‌های سالم‌تر و قوی‌تری) نگه‌داشته شدند. در پایان پس از ۶۵ روز رایزوباکس‌ها باز شدند. از هر رایزوباکس دو نمونه خاک، یکی از بخش ریزوسفر و دیگری از بخش غیر ریزوسفر برداشت شد. pH خاک در عصاره‌های صاف شده ۱ به ۵ خاک به آب، آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی به روش طباطبایی و برمنر (Tabatabai & Bremner, 1969) اندازه‌گیری گردید. تجزیه و تحلیل آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با نرم افزار MSTATC انجام گردید.



شکل ۱- رایزوباکس

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کشت گلخانه‌ای و بیوچار ضایعات هرس در جدول ۱ نشان داده شده است. تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی ماده آلی، تلقیح میکروبی و خاک بر pH، آنزیم فسفاتاز اسیدی و قلیایی، معنی‌دار ($p < 0/001$) بود. همچنین اثرات متقابل نیز بر میزان شاخص‌های اندازه‌گیری شده ($p < 0/001$ و $p < 0/01$) معنی‌دار بود. نتایج مقایسات میانگین نشان داد اثرات متقابل ماده آلی و تلقیح میکروبی بر مقدار ویژگی‌های اندازه‌گیری شده تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۲). بطوریکه بیشترین و کمترین pH به ترتیب در تیمار بیوچار بدون تلقیح (۷/۸۸) و تیمار شاهد تلقیح میکوریزی (۷/۵۱) مشاهده شد. در مطالعه Danish و همکاران، (۲۰۱۴) افزایش قابل توجهی در pH و EC خاک با کاربرد ۱، ۲ و ۳ درصدی بیوچار شلتوک برنج مشاهده شد که تلقیح بیوچار با میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات منجر به کاهش pH به دلیل تولید ترشحات آلی در اثر تجزیه مواد آلی شد. بیشترین میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی را تیمار شاهد تلقیح میکوریزی به خود اختصاص داد که ۴/۴۴ برابر افزایش نسبت به تیمار شاهد بدون تلقیح میکوریزی داشت. شواهدی از فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی در قارچ‌های میکوریز آربسکولار وجود دارد که نشان‌دهنده توانایی این قارچ‌ها در استفاده از منابع آلی فسفر می‌باشد (Kojima et al., 1998). تیمار بیوچار تلقیح میکوریزی فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی را ۳۹/۸۷ درصد نسبت به تیمار بدون تلقیح افزایش داد. Warnock و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تاثیر قارچ‌های میکوریزی در حضور بیوچار بر شاخص‌های بیولوژیک اغلب مثبت بوده است. حضور ماده آلی در خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار شاهد در هر دو بخش خاک شد (جدول ۳). بیشترین pH در خاک غیر ریزوسفری تیمار بیوچار (۷/۸۳) بود که تفاوت معنی‌داری با خاک ریزوسفری تیمار بیوچار (۷/۷۰) داشت. بیوچار حاوی گروه‌های عاملی فعال همانند OH و COOH می‌باشد که این گروه‌های عاملی وابسته به pH می‌باشد که می‌توانند در خاک دپروتونه شده و باعث افزایش pH خاک گردند (Cheng et al., 2009). افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در خاک ریزوسفری تیمار شاهد مشاهده شد که با خاک ریزوسفری تیمار بیوچار تفاوت معنی‌داری نداشت و افزایش ۳۵/۱۹ درصدی نسبت به خاک غیر ریزوسفری داشت. تیمار بیوچار منجر به افزایش ۱/۳۹ برابری فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک ریزوسفری در مقایسه با غیر ریزوسفر شد. افزایش pH خاک بدلیل افزودن بیوچار به خاک باعث افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک شد (Chen et al., 2013). Jin و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی پس از افزودن بیوچار کود دامی کاهش یافت در حالیکه فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی افزایش نشان داد. مقایسه میانگین اثرات متقابل تلقیح میکروبی و خاک نشان داد که تلقیح میکوریزی تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در خاک ریزوسفری و غیر ریزوسفری نسبت به تیمار بدون تلقیح در هر دو بخش خاک داشت. بطوریکه کمترین pH در خاک ریزوسفری تیمار تلقیح میکوریزی بود که ۱/۹۸ درصد کمتر از خاک غیر ریزوسفر بود. دلیل کاهش pH در تلقیح میکوریزی

تولید اسیدهای آلی در خاک توسط قارچ‌های میکوریزی می‌باشد. همچنین تلقیح میکوریزی فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی را در خاک ریزوسفری به ترتیب ۱/۵۹ و ۱/۵۶ برابر نسبت خاک غیرریزوسفر افزایش داد (جدول ۴). Kucey (۱۹۸۳) گزارش کرد قارچ‌ها نسبت به باکتری‌ها در ترشح آنزیم فسفاتاز به خاک و حل کردن فسفر خاک برتری دارند، چرا که هیف و ریشه‌های آن‌ها قادرند به آسانی فواصل دورتری از خاک را نسبت به باکتری‌ها طی کنند. Nannipieri و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که قارچ‌های میکوریزی در خاک باعث افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز در خاک شد. بطور کلی نتایج نشان داد که شاخص‌های شیمیایی و بیولوژیکی همانند pH و آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی در خاک حاوی بیوچار تلقیح شده با قارچ میکوریز در مقایسه با شرایط بدون تلقیح افزایش نشان داد. هرچند بیوچار میزان فعالیت فسفاتاز اسیدی را کاهش داد. همچنین مقدار پارامترهای ذکر شده در خاک ریزوسفری تشدید گردید.

جدول ۱- نتایج برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر مورد استفاده و بیوچار

فسفر کل	P	N	CaCO ₃	O.C	EC	pH	بافت خاک	
mg.kg ⁻¹			%		ds m ⁻¹			
	۷/۶۴	۰/۰۸	۱۴/۲۵	۰/۲۵	۰/۴۷	۷/۵۳	شن لومی	خاک
۲۷۴۸/۰۶۵	-	۰/۵۴	-	۶۷/۶۶	۰/۰۸	۷/۲۹	-	بیوچار ضایعات هرس سیب-انگور

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ماده آلی و تلقیح میکروبی بر pH و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز

ALP	ACP	pH	ماده آلی	تلقیح میکروبی
μgPNP.g ⁻¹ .h ⁻¹				
۹۴/۵۳ ^a	۳۲/۱۶ ^b	۷/۷۵ ^b	PWB	+AMF
۶۹/۲۸ ^b	۶۸/۲۵ ^a	۷/۵۱ ^d	Cont	
۵۶/۸۴ ^c	۲۳/۵۷ ^{bc}	۷/۸۸ ^a	PWB	-AMF
۲۲/۳۶ ^d	۱۵/۳۵ ^c	۷/۶۸ ^c	Cont	
۴/۵۸	۱۳/۷۸	۰/۰۵۴	-	LSD

میانگین‌های داری حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.
+AMF و -AMF به ترتیب تلقیح قارچ میکوریز آریوسکولار و شاهد بدون تلقیح میکروبی
PWB و Cont به ترتیب بیوچار ضایعات هرس و شاهد بدون ماده آلی

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ماده آلی و خاک بر pH و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز

ALP	ACP	pH	خاک	ماده آلی
μgPNP.g ⁻¹ .h ⁻¹				
۸۸/۱۷ ^a	۳۷/۶۲ ^{ab}	۷/۷۰ ^b	RS	PWB
۶۳/۲۱ ^b	۱۸/۱۱ ^c	۷/۸۳ ^a	NRS	
۵۸/۷۶ ^b	۵۰/۷۲ ^a	۷/۵۴ ^d	RS	Cont
۳۲/۸۸ ^c	۳۲/۸۹ ^b	۷/۶۳ ^c	NRS	
۴/۵۸	۱۳/۷۸	۰/۰۵۴	-	LSD

میانگین‌های داری حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.
PWB و Cont به ترتیب بیوچار ضایعات هرس و شاهد بدون ماده آلی
RS و NRS به ترتیب خاک ریزوسفر و غیر ریزوسفر

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تلقیح میکروبی و خاک بر pH و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز

ALP	ACP	pH	خاک	تلقیح میکروبی
$\mu\text{gPNP.g}^{-1}\text{h}^{-1}$				
۹۹/۹۴ ^a	۶۱/۶۷ ^a	۷/۵۵ ^d	RS	+AMF
۶۳/۷۴ ^b	۳۸/۷۴ ^b	۷/۷۰ ^c	NRS	
۴۶/۹۹ ^c	۲۶/۶۶ ^b	۷/۷۶ ^b	RS	-AMF
۳۲/۲۲ ^d	۱۲/۲۶ ^c	۷/۸۲ ^a	NRS	
۴/۵۸	۱۳/۷۸	۰/۰۵۴	-	LSD

میانگین‌های داری حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری ندارند.
 +AMF و -AMF به ترتیب تلقیح قارچ میکوریز آربوسکولار و شاهد بدون تلقیح میکروبی
 RS و NRS به ترتیب خاک ریزوسفر و غیر ریزوسفر

منابع

- ASTM standard .2009. Standard test method for chemical analysis of wood charcoal. American Society for Testing and Materials (ASTM) International: Conshohocken, PA
- Chen J., Liu X., Zheng J., Zhang B., Lu H., Chi Z., Pan G., Li L., Zheng J., Zhang X. 2013. Biochar soil amendment increased bacterial but decreased fungal gene abundance with shifts in community structure in a slightly acid rice paddy from Southwest China. *Appl. Soil Ecol.* 71, 33–44.
- Cheng C.H. and Lehmann J. 2009. Ageing of black carbon along a temperature gradient. *Chemosphere*, 75(8): 1021-1027.
- Danish S., Younis U., Akhtar N., Ameer A., Ijaz, M., Nasreen, S., Huma F., Sharif S. and Ehsanullah M. 2014. Phosphorus solubilizing bacteria and rice straw biochar consequence on maize pigments synthesis. *Int. J. Biosci.*, 5(12): 31-39.
- Jin H.Y. 2010. Characterization of microbial life colonizing biochar and biochar-amended soils. Ph.D. Dissertation, Cornell University.
- Kojima T, Hayatsu M and Saito M, 1998. Intraradical hyphae phosphatase of the arbuscular mycorrhizal fungus, *Gigaspora margarita*. *Biology and Fertility of Soil*, 26(4): 331-335
- Kucey R.M.N. 1983 .Phosphate, solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin Alberta soils. *Journal Soil Science* 63:671–678.
- Liu Y, Yang M, Wu Y, Wang H, Chen Y, Wu W. 2011. Reducing CH₄ and CO₂ emission from waterlogged paddy soil with biochar. *Journal of Soils and Sediments* 11, 930–939.
- Nannipieri P., Giagnoni L., Renella G., Puglisi E., Ceccanti B., Masciandaro G., Fornasier F., Moscatelli M.C. and Marinari S. 2012. Soil enzymology: classical and molecular approaches. *Biology and fertility of soils*. 48:743–762.
- Quiquampoix H. and Mousain D. 2005. Enzymatic hydrolysis of organic phosphorus. In: Turner BL, Frossard E, Baldwin DS (eds) *Organic phosphorous in the environment*. CABI, Wallingford, UK, pp 89–112.
- Rajkovich S., Enders A., Hanley K., Hyland C., Zimmerman A. R. and Lehmann, J. 2011. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and Fertility of Soils*, 48(3): 271-284
- Saviozzi A., Levi-Minzi R., Cardelli R. and Riffaldi R. 2001. A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. *Plant and Soil* 233: 251–259.
- Singh H.P., Batish D.R. and Kohli R.K. 2003. Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities or sustainable weed management. *Critical Review of Plant Science* 22: 239-311.
- Tabatabai M.A. and Bremner J.M. 1969. Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. *Soil Biology and Biochemistry*. 1: 301-307
- Tarafdar J.C. and Jungk A. 1987. Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. *Biology and Fertility of Soils* 3:199-204.
- Tejada M. and Gonzalez J.L. 2006. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. *Soil and Tillage Res.* 91: 186–198
- Wang Z., Shan X. Q. and Zhang S. 2002. Comparison between fractionation and bioavailability of trace elements in rhizosphere and bulk soils. *Chemosphere* 46(8): 1163–1171.
- Warnock D.D., Lehmann J., Kuyper T.W., Rillig M.C. 2007. Mycorrhizal responses to biochar in soil - concepts and mechanisms. *Plant and Soil* 300, 9e20



Youssef R. A. and Chino M. 1987. Studies on the behavior of nutrients in the rhizosphere I: Establishment of a new rhizobox system to study nutrient status in the rhizosphere. J. Plant Nutr. 10: 1185-1195.

Evaluation of tree pruning waste apples and grapes biochar and mycorrhizal fungi effect on phosphatase activity in rhizobox condition

R. Vahedi^{1*}, M. Rasouli Sadaghiani² and M. Barin³

¹MSc Student, ²Professor and ³Assistant Professor, Department of Soil Science, Urmia University

*Corresponding Author Email: rvahedi93@yahoo.com

Abstract

In order to evaluate the effects of biochar and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on phosphatase activity, an experiment carried out in a completely randomized design in greenhouse condition with three replications. The first factor including pruning waste biochar and control (without organic matter), the second factor microbial inoculation as AMF and control (without microbial inoculation) and the third factor of soil rhizosphere and non-rhizosphere soil. Some soil properties as well as soil enzymes including Acid (ACP) and alkaline (ALP) phosphatase enzymes were measured. The results showed that application of biochar and microbial inoculation led to significant changes in the studied parameters. The highest and lowest pH were observed in biochar treatment without inoculation (-AMF) and with mycorrhizal inoculation (+AMF), respectively. Mycorrhizal inoculation (+AMF) increased ACP activity 4.44 times compared to control (-AMF). Application of biochar with AMF inoculation increased ALP activity by 39.87% compared to non-inoculated condition. Biochar application increased pH of non-rhizosphere soil regard to rhizosphere soil. Also in the rhizosphere soil adding biochar increased ALP activity 1.39% compared to the non-rhizosphere. Mycorrhizal inoculation (+AMF) led to a decrease (1.98%) in pH and an increase (1.59% and 1.56%) in ACP and ALP activity in the rhizosphere soil, respectively. Therefore, application of biochar with microbial inoculation improved soil biological and chemical properties.

Keywords: biochar, mycorrhizal, rhizobox