نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۵۵۳-۵۴۵

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 545-553

تأثیر کوتاه مدت مدیریت پسماند گیاه جو بر فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز و فسفاتاز قلیایی در خاک

مریم سادات حسینی[1*]- غلامحسین حق نیا[2]- امیر لکزیان[3]- حجت امامی[4]

تاریخ دریافت:۸۹/۳/۸
تاریخ پذیرش:۹۰/۱۲/۷

چکیده

فعالیت‌های آنزیمی خاک می‌توانند به عنوان شاخص‌های کیفیت به منظور ارزیابی پایداری بوم نظام‌های زراعی مورد استفاده قرار گیرند. هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر مدیریت مقدار پسماند گیاه جو، سوزاندن آن، کود نیتروژن و خاک‌ورزی بر فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اوره‌آز در شرایط مزرعه‌ای و طی دوره‌ای ۹۰ روزه بوده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح کاه و کلش جو (۳ و۶ تن درهکتار)، دو سطح سوزاندن (نسوزاندن و سوزاندن)، دو سطح کود اوره (صفر و ۱۲۵کیلوگرم در هکتار) و دو نظام خاک ورزی (بدون خاک‌ورزی و با خاک‌ورزی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد افزودن مقدار ۶ تن در هکتار پسماند جو فعالیت‌های آنزیمی را نسبت به مقدار ۳ تن در هکتار در ۵- ۰ سانتی‌متری خاک به طور معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) افزایش داد. در حالی که سوزاندن کاه و کلش و عملیات خاک‌ورزی منجر به کاهش فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز و فسفاتاز قلیایی شد. کود اوره بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی بی‌تأثیر بود، در حالی که فعالیت آنزیم اوره‌آز را افزایش داد. آنزیم اوره‌آز نسبت به آنزیم فسفاتاز قلیایی حساسیت بیشتری نسبت به عملیات مختلف در خاک نشان داد. نتایج این مطالعه نشان داد که روش بدون خاک‌ورزی همراه با حفظ پسماند گیاهی در سطح ۶ تن در هکتار و روش بدون سوزاندن مؤثرترین نوع مدیریت در حفظ و افزایش فعالیت آنزیم‌های مورد مطالعه در کوتاه مدت بودند.

واژه های کلیدی: پسماند گیاهی، خاک‌ورزی، سوزاندن کاه و کلش، کود اوره، مدیریت خاک

مقدمه

در ارزیابی کیفیت آب و هوا استانداردهای مختلفی وجود دارند، در حالی که عوامل مؤثر بر کیفیت خاک به دلیل سرشت متغیر خاک‌ها، به راحتی قابل تعریف و اندازه‌گیری نیستند. در سال‌های اخیر توجه زیادی به ارائه شاخص‌های لازم و مناسب برای مطالعه و ارزیابی کیفیت خاک شده است. آنزیم‌های خاک به عنوان یکی از شاخص‌های بالقوه کیفیت خاک به دلیل ارتباط نزدیک با عامل های زیستی خاک، سهولت در ارزیابی و حساسیت زیاد به تغییرات مدیریتی در خاک، مورد استفاده قرار گرفته است (۲و ۵).

فعالیت‌های آنزیمی در فرآیندهای مهمی مانند تجزیه مواد آلی، چرخه عناصر غذایی، تجزیه مواد بیگانه[5] در خاک دخالت دارند. برای مثال آنزیم فسفاتاز قلیایی (ارتو فسفریک منو استر فسفو هیدرولاز، EC3.1.3.1) واکنش هیدرولیز استرهای فسفات آلی و انیدریدهای اسید فسفریک را به ارتوفسفات‌ها کاتالیز می‌کند و در چرخه فسفر نقش مهمی در تبدیل اشکال فسفر آلی به معدنی ایفا می‌کند. همچنین آنزیم اوره‌آز (اوره آمیدو هیدرولاز، EC3.5.1.5) نقش مهمی در معدنی کردن نیتروژن ترکیب‌های آلی و تأمین نیتروژن برای گیاهان و ریزجانداران از منابع طبیعی و کودها در خاک دارد. فعالیت یک آنزیم به طور خاص بستگی به برآیند فعالیت آن آنزیم در موقعیت‌های متفاوت دارد. بررسی‌های علمی نشان داده‌اند که آنزیم‌های مؤثر در واکنش‌های کلیدی فرآیندهای سوخت و سازی (مانند تجزیه ماده آلی و چرخه عناصر غذایی) نسبت به مدیریت خاک حساس هستند (۱۲).

بررسی های انجام شده روی تعداد محدودی از آنزیم ها نشان داده است که مدیریت زراعی با اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت و کمیت پسماند گیاهی موجود در خاک می تواند بر فرآیندهای میکروبی از جمله فعالیت های آنزیمی اثرگذار باشد (۵، ۲۴ و ۲۵). به

۱،۲،۳و۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار و استادیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: maryam.hoseini2007@Gmail.com)

5- Xenobiotic

عنوان مثال آتش زدن سبب تغییر مقدار، ترکیب و چرخش مواد آلی به ویژه در بخش‌های فعال و ناپویا، ترکیبات محلول در آب و لیپیدها می‌شود. به دلیل چنین تغییراتی بر وضعیت خاک، آتش زدن می‌تواند بر ریزجانداران و آنزیم‌های خاک تأثیرگذار باشد (۱و ۱۸). در مطالعه‌ای عیوضی و بایان (۱۵) مشاهده کردند که آتش زدن در دراز مدت فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز اسیدی و قلیایی، آلفا و بتا گلوکوسیداز، آریل سولفاتاز و اوره‌آز را کاهش داد، در حالی که سنتیلکومار و همکارانش (۲۷) گزارش کردند فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز، سلولاز، ساکاراز و آمیلاز با افزایش اندکی در دمای خاک افزایش قابل ملاحظه‌ای یافت.

اثرات کودهای غیر آلی نیز بر فعالیت‌های آنزیمی خاک با توجه به نوع خاک و آنزیم مورد نظر متفاوت می‌باشد. در آزمایش‌های دراز مدت پیچیدگی این اثرها می‌تواند به دلیل تغییرهای عملکرد گیاه، چرخش پسماند گیاهی و رژیم‌های رطوبتی خاک که سبب تغییر غلظت عنصرهای غذایی در محلول خاک می‌شود وابسته باشد (۳۰). عملیات خاک‌ورزی نیز می‌تواند با تغییر وضعیت پراکنش، اندازه و چیدمان فیزیکی شبکه حفره‌ها و ذرات خاک موجب تغییر زیستگاه جانداران خاک، فراهمی آب، اکسیژن و پیش‌ماده آنزیم‌ها شده و از این راه بر فعالیت‌های آنزیمی خاک تأثیر بگذارد. در بسیاری از بررسی‌ها دیده شده که در روش بدون خاک‌ورزی فعالیت برخی آنزیم‌ها مانند فسفو منو استراز اسیدی و قلیایی، آریل‌سولفاتاز، اوره‌آز، دهیدروژناز و بتا گلوکوسیداز در لایه سطحی ۵ – ۰ سانتی‌متری خاک افزایش یافته است (۱۳ و ۲۵).

با توجه به این که در کشور ما سهم پژوهش‌های انجام گرفته در مورد تأثیر مدیریت پسماند گیاهی پس از برداشت بر فعالیت‌های آنزیمی خاک بسیار ناچیز است، لذا هدف از این پژوهش بررسی و مطالعه مدیریت‌های مؤثر بر پسماند زراعی بوده است و فعالیت دو آنزیم مهم اوره‌آز و فسفاتاز قلیایی به عنوان شاخصی برای ارزیابی هر کدام از عملیات زراعی مورد استفاده قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی واقع در ۱۰ کیلومتری جنوب شرقی مشهد انجام شد. عرض جغرافیایی منطقه ۱۵َ، °۳۵ و طول جغرافیایی آن ۲۸َ، °۵۹ شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۹۸۵ متر می‌باشد. برای انجام آزمایش کرت‌هایی با ابعاد ۲×۲ متر و فاصله ۱ متر از یکدیگر آماده شدند. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح کاه و کلش جو (۳ تن در هکتار (OM_1) و۶ تن درهکتار (OM_2))، دو سطح سوزاندن (نسوزاندن (B_0) و سوزاندن (B_1))، دو سطح کود اوره (صفر کیلوگرم در هکتار (N_0) و ۱۲۵کیلوگرم در هکتار(N_1)) و دو نظام خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی (P_0) و با خاک‌ورزی(P_1)) تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک بودند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو تکرار طراحی و اجرا شد. در طول دوره ۹۰ روزه آزمایش کرت‌ها به طور هفتگی به روش دستی با آب‌پاش به مقادیر مساوی آبیاری شدند. نمونه برداری از تیمارها به صورت مرکب از لایه سطحی خاک و عمق ۵ – ۰ سانتی‌متری صورت گرفت. به منظور نمونه‌برداری مرکب، از ۵ نقطه مختلف کرت نمونه‌های خاک جمع آوری و با یکدیگر مخلوط شدند. نمونه‌ها به سرعت به آزمایشگاه منتقل و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان سنجش آنزیم‌ها نگهداری شدند. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای طرح در جدول ۱ نشان داده شده است. بافت خاک به روش هیدرومتری (۱۷)، pH خاک در گل اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع تعیین گردید (۱۹). فسفر فراهم به روش اولسن (۲۲)، کربن آلی به روش اکسایش با دی کرومات (۳)، نیتروژن کل خاک به روش کجلدال و هضم با اسید سولفوریک (۷)، کربنات کلسیم معادل نیز به روش خنثی سازی با اسید و تیتراسیون برگشتی با سود در حضور معرف فنل فتالئین تعیین گردید (۱۶).

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

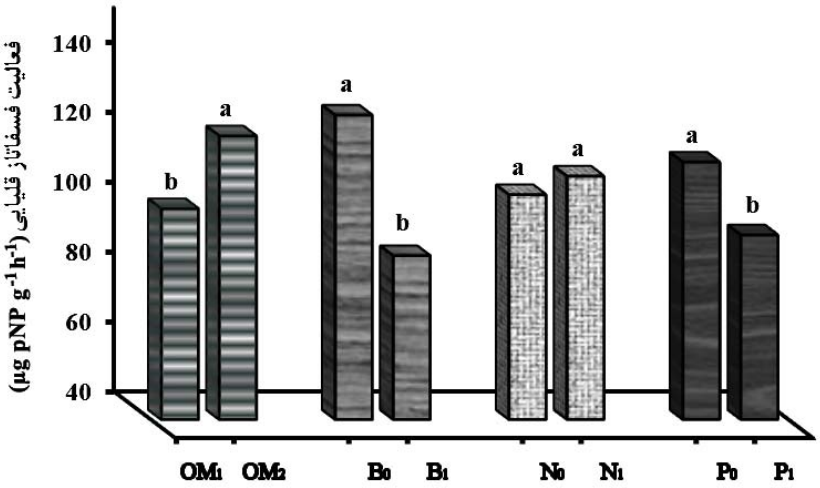
پارامتر	واحد اندازه‌گیری	مقدار
بافت	–	لوم رسی
pH	–	۷/۲۳
قابلیت هدایت الکتریکی	$dS.m^{-1}$	۱/۵۰
کربن آلی	$g\ kg^{-1}$	۴/۸۰
نیتروژن کل	$mg\ kg^{-1}$	۳۵۳/۳۰
فسفر	$mg\ kg^{-1}$	۸/۶۶
کربنات کلسیم معادل	$g\ kg^{-1}$	۱۳۷/۵۰

سنجش فعالیت‌های آنزیمی بر اساس روش طباطبایی (۳۱) صورت گرفت. فعالیت فسفاتاز قلیایی بر اساس پارا نیتروفنل فسفات[1] تشکیل شده (*p*NP) به کمک اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۰ نانومتر تعیین شد. فعالیت آنزیم اوره‌آز نیز به صورت آمونیوم (NH_4^+) آزاد شده در واکنش هیدرولیزی بیان شد. نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT.C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌های آزمایشی با یکدیگر با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از این آزمایش بیانگر تأثیر معنی‌دار ($p<$۰/۰۵) تیمارهای OM ، B و P بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک است (جدول ۲). همان گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تیمار سوزاندن (B) بیشتر تأثیر را بر فعالیت این آنزیم گذاشت و فعالیت آن را از ۱۲۷ $\mu g\ p\text{NP}\ g^{-1}\ h^{-1}$ در تیمار B_0 به ۸۷ در تیمار B_1 رسانده و فعالیت آنزیم را به ۳۱/۶ درصد کاهش داد. افزودن پسماند جو به مقدار ۶ تن در هکتار نیز موجب افزایش ۲۱ درصدی در فعالیت این آنزیم نسبت به تیمار ۳ تن در هکتار کاه و کلش شد. انجام خاک‌ورزی موجب کاهش ۱۸ درصدی در فعالیت این آنزیم در تیمار P_1 نسبت به تیمار P_0 شد. در این میان تیمار کود نیتروژن به لحاظ آماری تأثیری بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک نگذاشت.

آنزیم فسفاتاز قلیایی نقش مهمی در معدنی کردن فسفر آلی خاک دارد. زمانی که فسفر خاک کم باشد و یا پیش ماده این آنزیم در خاک حضور داشته باشد، این آنزیم تولید شده و فعالیتش افزایش می‌یابد (۲۶). با افزودن پسماند ۶ تن در هکتار به خاک، ترکیب‌های آلی فسفردار در خاک در مقایسه با تیمار OM_1 افزایش یافتند. بنابراین تولید و فعالیت این آنزیم به منظور هیدرولیز ترکیبات آلی فسفردار موجود در پسماند گیاهی، جذب و به کارگیری فسفر فراهم به دست آمده در طول مدت آزمایش افزایش یافت. افزون بر این، ماده آلی بیشتر در خاک موجب مساعد شدن محیط خاک برای رشد ریزجانداران تولید کننده آنزیم و تثبیت و پایداری آنزیم فسفاتاز برون یاخته‌ای می‌شود. ماتور و ریمنت (۲۱) از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی، غلظت فسفر در محلول خاک، فراهمی منابع انرژی، تجمع ماده آلی در خاک و واکنش به کودهای فسفر اضافه شده در خاک برشمردند. بالوتا و همکاران (۴) و دنگ و طباطبایی (۱۱) در مطالعات خود فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی را با حفظ ماده آلی خاک بررسی کردند و نتایج مشابهی را در مورد فعالیت این آنزیم به دست آوردند. کاندلر و همکاران (۱۹) نیز با بررسی توزیع ماده آلی و فعالیت‌های آنزیمی در بخش‌های مختلف ذرات خاک عنوان کردند که فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی خاک وابسته به پسماندهای گیاهی و مواد آلی است.



شکل ۱- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی تحت تأثیر تیمارهای پسماند کاه و کلش (OM)، سوزاندن کاه و کلش (B)، کود اوره (N) و خاک‌ورزی (P) . برای هر تیمار حروف متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<$۰/۰۵) بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

1- para nitrophenol phosphate

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای پسماند زراعی، سوزاندن پسماند، کود نیتروژن و خاک‌ورزی و برهمکنش آنها بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و اوره‌آز

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		فسفاتاز قلیایی	اوره آز
پسماند زراعی	۱	۶۴۵۳/۰۷**	۲۲۷/۹۱**
سوزاندن	۱	۱۳۰۰۱/۸۳**	۲۶۳/۳۵**
کود نیتروژن	۱	۲۲۶/۱۲^{ns}	۱۳۳/۷۴*
خاک‌ورزی	۱	۱۴۲۴/۳۵*	۱۴۳۱/۱۲**
پسماند زراعی × سوزاندن	۱	۱/۴۴^{ns}	۱۹/۴۴^{ns}
پسماند زراعی × کود نیتروژن	۱	۱۴/۳۶^{ns}	۱۷۹/۳۶*
پسماند زراعی × خاک‌ورزی	۱	۱۴۱/۲۶^{ns}	۴/۷۳^{ns}
سوزاندن × کود نیتروژن	۱	۵۶/۷۰^{ns}	۱۱۸/۲۱*
سوزاندن × خاک‌ورزی	۱	۱۶۸۴/۳۸**	۹۳/۹۱^{ns}
کود نیتروژن × خاک‌ورزی	۱	۱۱۲۹/۷۱*	۱۴/۹۶^{ns}
خطا	۱۶	۱۸۸/۴۷	۲۵/۸۷

* و **: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح p = ۰/۰۵ و p = ۰/۰۱ با آزمون چند دامنه‌ای دانکن
ns: غیر معنی‌دار

سراسولاس و خانا (۲۸) در بررسی بوم‌نظام‌های جنگلی، کاهش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی خاک را پس از آتش‌سوزی گزارش کردند. با سوزاندن پسماند جو، ترکیبات آلی موجود در لایه سطحی خاک کاهش می‌یابد و با کاهش ترکیبات آلی فسفردار از فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی کاسته می‌شود. هرناندز و همکاران (۱۸) نیز گزارش کردند کاهش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک‌های سوزانده شده می‌تواند به دلیل تأثیر گرمای آتش بر غیرفعال شدن آنزیم، معدنی شدن فسفر آلی همراه با افزایش در فسفر غیر آلی (موجود در خاکستر پس از آتش که می‌تواند به عنوان بازدارنده آنزیمی عمل کند) باشد. در مطالعه انجام شده به وسیله دیک و همکاران (۱۴) مشخص شد که فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک کرت‌های بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی بیشتر بود. برخی پژوهشگران افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی را در روش بدون خاک‌ورزی به دلیل حساس بودن فعالیت این آنزیم نسبت به تخریب ساختمان خاک بیان کردند (۴ و ۲۴).

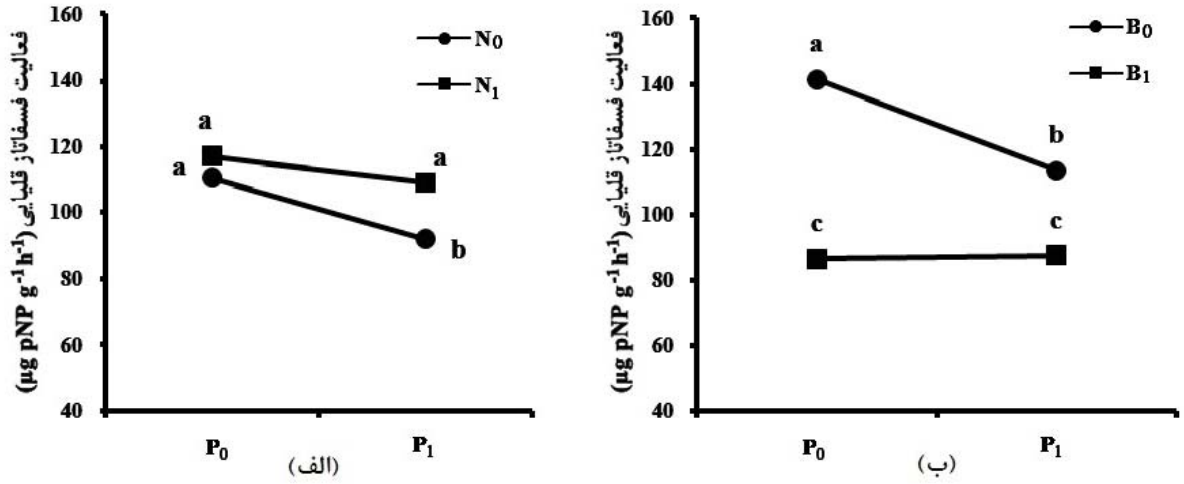
شکل ۲ اثرات متقابل تیمارهای آزمایش را بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان می‌دهد. برهمکنش تیمارهای OM×N، OM×B، OM×P و N×B بر فعالیت آنزیم فسفاز قلیایی معنی‌دار (p<۰/۰۵) نبودند (جدول ۲). همان گونه که در شکل ۲- الف مشاهده می‌شود در شرایط بدون مصرف کود اوره انجام خاک‌ورزی موجب کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی شد. شیوه بدون خاک‌ورزی احتمالا با حفظ و افزایش ماده آلی خاک در طی مدت آزمایش موجب بهبود شرایط خاک شده و با حمایت از جمعیت‌های میکروبی موجب افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی شده است. در حالی که با افزودن کود اوره تأثیر معنی‌داری در فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در هر دو نظام خاک‌ورزی مشاهده نشد. احتمالا افزودن کود اوره به خاک اثر مثبتی در تغذیه و فعالیت ریزجانداران خاک داشته است. با افزایش فعالیت ریزجانداران خاک تولید آنزیم‌ها در خاک از جمله آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک افزایش یافته است. به نظر می‌رسد به همین دلیل انجام خاک‌ورزی موجب کاهش کمتر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک‌های کود داده شده در مقایسه با خاک‌های بدون کود شده است. با توجه به این که تولید آنزیم فسفاتاز قلیایی در خاک منحصراً به وسیله ریزجانداران خاک صورت می‌گیرد (۲۰).

شکل ۲- ب نشان می‌دهد که برهمکنش سطوح سوزاندن و خاک‌ورزی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی کاملاً مشخص و معنی‌دار است. بیشترین مقدار فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در تیمار B_0P_0 با مقدار ۱۴۱/۲ و کمترین فعالیت آن در تیمار B_1P_0 و B_1P_1 با مقدار ۸۶/۴ $\mu g\ pNP\ g^{-1}\ h^{-1}$ مشاهده شد. از آنجا که تولید آنزیم فسفاتاز قلیایی خاک به وسیله اکثر ریزجانداران خاک انجام می‌شود، احتمالاً سوزاندن کاه و کلش منجر به نابودی ریزجانداران سطح خاک و حذف ماده آلی شده و فعالیت این آنزیم را شدیداً کاهش داده است. با سوزاندن پسماند گیاهی در تیمار بدون خاک‌ورزی کاهش چشمگیری در مقدار فعالیت این آنزیم مشاهده شد. انجام خاک‌ورزی در تیمار B_1P_1 فعالیت این آنزیم را در مقایسه با تیمار B_1P_0 اندکی افزایش (غیر معنی‌دار) داد. تأثیر محدود سوزاندن کاه و کلش در لایه سطحی خاک (۵ - ۰ سانتی‌متری) موجب شده که با خاک‌ورزی و آمیختن ۲۰ سانتی‌متری بالایی خاک، اثرات مضر سوزاندن در لایه سطحی کاسته

شود. از این رو شاهد تغییر نیافتن فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در لایه سطحی خاک بودیم. آجوا و همکاران (۱) و هرنانـدز وهمکـاران (۱۸) نیز نتایج مشابهی را با انجام خاک‌ورزی و سـوزاندن پـسماند گـزارش نمودند.

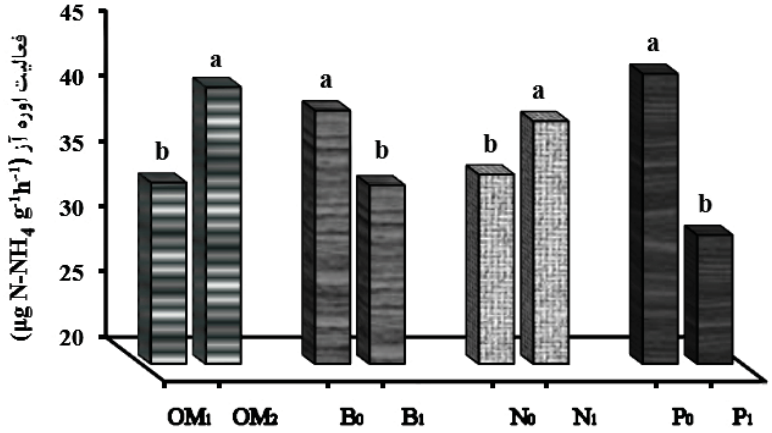
شکل ۳ نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آزمایش را بر فعالیت آنزیم اوره‌آز در خاک نشان می‌دهد. تجزیه واریـانس داده‌هـا نـشان داد کـه همه تیمارها تأثیر معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بر فعالیت ایـن آنـزیم در خـاک گذاشتند (جدول ۲). نتایج نشان داد که عملیات خاک‌ورزی (P_1) سبب کـاهش ۲۹ درصـدی فعالیـت آنـزیم اوره‌آز نـسبت بـه تیمـار بـدون خاک‌ورزی (P_0) شد. سوزاندن کاه و کلـش اثـر معنـی‌دار کمتـری بـر فعالیت آنزیم اوره‌آز نسبت به آنزیم فسفاتاز قلیایی داشت و فعالیت این آنزیم را ۱۴/۵ درصد کاهش داد. کمترین تأثیر را تیمار کـود نیتـروژن با ۱۲ درصد افزایش در تیمار N_1 نسبت به تیمار N_0 داشت.

با افزودن پسماند بیشتر جو به دلیـل تجمـع مـاده آلـی در خـاک فعالیت آنزیم اوره‌آز افزایش می‌یابد. با افـزایش مـاده آلـی افـزون بـر پایداری و تثبیت بیشتر آنزیم در خاک، خود ماده آلـی نیـز بـه عنـوان پیش ماده موجـب تحریـک و افـزایش تولیـد و فعالیـت آنـزیم اوره‌آز می‌شود (۲۹).



شکل ۲- برهمکنش تیمارهای سوزاندن (B)، کود اوره (N) و خاک‌ورزی (P) بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی خاک

در هر شکل میانگین‌ها با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p <۰/۰۵$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.



شکل ۳- مقایسه میانگین فعالیت آنزیم اوره‌آز زیرتأثیر تیمارهای پسماند کاه و کلش (OM)، سوزاندن کاه و کلش (B)، کود اوره (N) و خاک‌ورزی (P). برای هر تیمار حروف متفاوت روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p <۰/۰۵$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

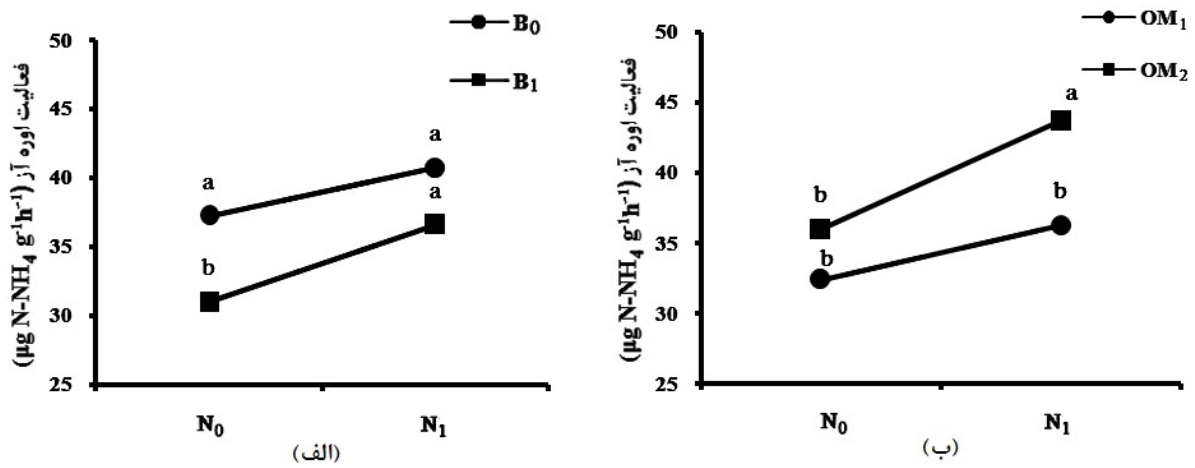
بارتو و وسترمن (۶) نیز گزارش کردند که فعالیت اوره‌آز در پسماند کاه و کلش تجزیه نیافته گندم ۲۸ برابر میانگین فعالیت این آنزیم در خاک است. آنها منشأ آنزیم اوره‌آز لایه سطحی (۱ سانتی‌متری) خاک را عمدتاً به دلیل فعالیت اوره‌آز موجود در پسماند گیاهی عنوان کردند. از آنجا که آنزیم اوره‌آز در بافت‌های گیاهی نیز وجود دارد و ساختار پسماند گیاه جو مشابه گیاه گندم است، می‌توان از علل مهم افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز در خاک با افزودن پسماند بیشتر را فعالیت اوره‌آز موجود در ساختار پسماند گیاه جو دانست.

سوزاندن کاه و کلش به سبب افزایش شدید دمای سطح خاک منجر به غیرفعال شدن حرارتی این آنزیم در لایه سطحی خاک شده است و فعالیت این آنزیم کاهش یافته است. از سوی دیگر آتش موجب افزایش شکل‌های غیرآلی نیتروژن در مقایسه با ترکیبات آلی نیتروژنی می‌شود. آمونیوم (NH_4^+) و نیترات (NO_3^-) به طور عمده پس از سوزاندن در خاک حضور دارند که آمونیوم فرآورده مستقیم سوزاندن است (۱۰). از آنجا که آمونیوم فرآورده واکنش هیدرولیزی اوره‌آز است، با افزایش مقدار آن در خاک فعالیت آنزیم اوره‌آز کاهش می‌یابد. عیوضی و بایان (۱۵) نیز با مطالعه فعالیت‌های آنزیمی در خاک‌های جنگلی مشاهده کردند آتش زدن فعالیت آنزیم‌های مورد مطالعه (فسفاتاز اسیدی، بتا گلوکوسیداز، آریل‌سولفاتاز و اوره‌آز) را کاهش داد. آنها اظهار داشتند آتش با تأثیر بر سرعت چرخش ماده آلی در خاک بر زیست‌توده میکروبی، تولید و فعالیت آنزیم‌ها در خاک تأثیر گذار است. کاربالاس و همکاران (۸) نیز با بررسی فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز و پروتئاز که هر دو مرتبط با چرخه نیتروژن هستند، مشاهده کردند که فعالیت این دو هیدرولاز پس از آتش زدن کاهش یافت. آن‌ها بیان کردند که آتش زدن موجب کاهش شدید ترکیب‌های ساده و فعال نیتروژن (قابل هیدرولیز) در خاک گشته و مقدار ترکیب‌های نیتروژنی مقاوم در برابر تجزیه (نیتروژن غیرقابل هیدرولیز) را افزایش داده است.

انجام خاک‌ورزی با تغییر ساختمان خاک، ظرفیت نگه‌داری رطوبت را در خاک کاهش می‌دهد (۲). در شیوه بدون خاک‌ورزی نگه‌داری رطوبت خاک بیشتر است و موجب تحریک فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی به ویژه آنزیم اوره‌آز می‌شود. آلویر و همکاران (۲) فعالیت اوره‌آز در خاک را به یک باکتری تجزیه کننده اوره نسبت دادند که به رطوبت خاک وابسته است. رولدان و همکاران (۲۵) نیز کاهش فعالیت اوره‌آز را در تمام عمق‌های مورد بررسی (۵- ۰ و ۱۵- ۱۰ سانتی‌متر) با انجام خاک‌ورزی گزارش کردند. آن‌ها اظهار داشتند فعالیت آنزیم اوره‌آز در خاک بدون شخم بیشتر و پایداری و ثبات خاکدانه‌ها در چنین خاکی بیشتر از خاک شخم خورده است. سبل و همکاران (۹) عنوان کردند در شیوه بدون خاک‌ورزی مقدار نیتروژن آمونیومی در خاک سطحی کمتر است. از آنجا که آمونیوم از فرآورده‌های واکنشی است که آنزیم اوره‌آز آن را کاتالیز می‌کند، به نظر می‌رسد که با کاهش فرآورده واکنش، می‌توان انتظار فعالیت بیشتر آنزیم اوره‌آز را داشت. البته در مطالعه ما مقدار آمونیوم خاک‌ها اندازه‌گیری نشده است و چگونگی آن را نمی‌توان با قطعیت بیان کرد.

شکل ۴ برهمکنش تیمارهای آزمایش بر فعالیت اوره‌آز را نشان می‌دهد. برهمکنش تیمارهای دیگر از نظر آماری معنی‌دار نبودند (جدول ۲). شکل ۴- الف برهمکنش تیمارهای سوزاندن و کود نیتروژن را بر فعالیت آنزیم اوره‌آز در خاک نشان می‌دهد. همان گونه که در شکل نیز دیده می‌شود با افزودن کود اوره فعالیت آنزیم اوره‌آز افزایش یافت که در تیمار نسوزاندن پسماند از نظر آماری معنی‌دار نبود. آتش زدن کاه و کلش با کاهش جمعیت‌های میکروبی، تولید و فعالیت آنزیم اوره‌آز را در خاک کاهش داده است. کود نیتروژن با تغذیه ریزجانداران باقی مانده پس از آتش موجب بهبودی خاک شده است، از این رو در تیمار N_1 فعالیت آنزیم اوره‌آز کاهش کمتری داشت. همچنین کود اوره به تنهایی خود پیش ماده آنزیم اوره‌آز است و با افزودن کود، فعالیت آنزیم افزایش یافته است. آجوا و همکاران (۱) نیز گزارش کردند که افزودن نیتروژن غیر آلی (بر پایه NH_4^+) به خاک موجب کاهش فعالیت آنزیم اوره‌آز شد. از آنجا که آمونیوم فرآورده واکنش هیدرولیزی آنزیم اوره‌آز است، با افزودن آمونیوم به خاک از فعالیت این آنزیم در خاک جلوگیری شده و فعالیت آن کاهش می‌یابد.

شکل ۴- ب نتایج افزودن پسماند کاه و کلش و کود نیتروژن را بر مقدار فعالیت آنزیم اوره‌آز در خاک نشان می‌دهد. بیشترین مقدار فعالیت در تیمار N_1OM_2 با $\mu g\ N\text{-}NH_4\ g^{-1}\ 2h^{-1}$ ۴۳/۶۶ و کمترین مقدار آن در تیمار N_0OM_1 با ۳۳/۰۶ مشاهده می‌شود. با افزودن کود نیتروژن افزایشی در هر دو تیمار پسماند جو مشاهده شد. در تیمار OM_2 فعالیت اوره‌آز روند افزایشی شدیدتری نسبت به تیمار OM_1 داشت که به دلیل اثرهای مثبت مواد آلی در نگه‌داری آنزیم و اضافه شدن آنزیم اوره‌آز موجود در پسماند جو به خاک و افزایش فعالیت آنزیمی کل در این تیمار در مقایسه با تیمار OM_1 می‌باشد. از سوی دیگر کود نیتروژن موجب افزایش رشد گیاهان در کرت‌های کود داده شده است و با افزایش رشد و فعالیت گیاهان در تولید ترکیب‌های مختلف و انتقال آنها به ریشه‌ها و به محیط خاک، فعالیت و رشد ریزجانداران در مناطق اطراف ریشه‌ها افزایش یافته است (۳۳). با افزایش ریزجانداران خاک، تولید و فعالیت آنزیم اوره‌آز به وسیله ریزجانداران و ریشه‌های گیاهان افزایش می‌یابد.



شکل ٤- مقایسه اثرات متقابل تیمارهای کاه و کلش (OM)، سوزاندن (B) و کود اوره (N) بر فعالیت آنزیم اورهآز خاک

در هر شکل میانگین‌ها با حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) بر اساس آزمون دانکن می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که مدیریت متفاوت پسماند گیاهی مقدار فعالیت‌های آنزیمی خاک را تغییر دادند و این فعالیت‌ها نسبت به تغییرات سریع و کوتاه مدت در خاک واکنش نشان دادند. در این میان آنزیم اورهآز در مدیریت‌های مختلف اعمال شده بر پسماند گیاهی حساسیت بیشتری را نسبت به آنزیم فسفاتاز قلیایی نشان داد. همچنین در مقایسه بین مدیریت‌های مختلف روش بدون خاک‌ورزی همراه با حفظ پسماند گیاهی در سطح ۶ تن در هکتار و روش بدون سوزاندن مؤثرترین روش‌ها در حفظ و یا افزایش فعالیت آنزیم‌های مورد مطالعه در کوتاه مدت بودند. افزون بر این با توجه به اهمیت کاه و کلش و پسماند فرآورده‌های کشاورزی برای تغذیه ریزجانداران و منبع تولید مواد آلی خاک، سوزاندن آنها موجب نابودی ریزجانداران خاک و تضعیف خاک می‌شود. به نظر می‌رسد سوزاندن خاک از جنبه‌های مختلف می‌تواند بر ویژگی‌های خاک از جمله ویژگی‌های میکروبی تأثیر گذاشته و به مرور زمان به تضعیف و ناباروری خاک بیانجامد.

منابع

1- Ajwa A.H., Dell C.J., and Rice C.W. 1999. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. Soil Biology and Biochemistry, 31: 769-777.
2- Alvear M., Rosas A., Rouanet J.L., and Borie F. 2005. Effects of three soil tillage systems on some biological activities in an Ultisol from southern Chile. Soil and Tillage Research, 82: 195–202.
3- Badiane N.N.Y., Chotte J.L., Pate E., Masse D., and Rouland C. 2001. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions. Applied Soil Ecology, 18: 229– 238.
4- Balota E.L., Kanashiro M., Filho A.C., Andrade D.S., and Dick R.P. 2004. Soil enzyme activities under long-term tillage and crop rotation systems in subtropical agro-ecosystems. Brazilian Journal of Microbiology, 35: 300-306.
5- Bandick K., and Dick R.P. 1999. Field management effects on soil enzyme activities. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1471-1479.
6- Barreto H.J., and Westerman M. 1989. Soil urease activity in winter wheat residue management system. Soil Science Society of America Journal, 53: 1455-1458.
7- Bremner. 1970. Nitrogen total, regular Kjeldahl method In: Methods of Soil Analysis Part2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Agronomy 9(1). ASA. SSSA. Madison Publisher, Wisconsin. USA, pp: 610-616.
8- Carballas M., Acea M.J., Cabaneiro A., Trasar C., Villar M.C., Diaz-Ravinã M., Fernández I., Prieto Saa A., Vázquez F.J., Zëhner R., and Carballas T. 1993. Organic matter, nitrogen, phosphorus and microbial population evolution in forest humiferous acid soils after wildfires. International workshop on the role of fire in Mediterranean ecosystems. Banyuls sur mer, France, 21: 379–385.
9- Cebel N., Mullen M., and Kirchner M. 2000. Comparison effect of conventional tillage and no tillage practices on some chemical, biochemical and microbiological properties of erosion plots soils. Canadian Journal of Soil

Science, 57: 397-408.
10- Certini G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. Oecologia, 143: 1–10.
11- Deng S.P., and Tabatabai M.A. 1997a. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. III. Phosphatases and arylsulfatase. Biology and Fertility of Soils, 24: 141–146.
12- Deng S.P., and Tabatabai M.A. 1997b. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils: Amidohydrolases. Biology and Fertility of Soils, 22: 202–207.
13- Dick W.A. 1984. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. Soil Science Society of America Journal, 48: 569–574.
14- Dick W.A., Rasmusen P.E., and Kerle E.A. 1988. Influence of long-term residue management on soil enzyme activities in relation to soil chemical properties of a wheat-fallow system. Biology and Fertility of Soils, 6: 159–164.
15- Eivazi F., and Bayan M.R. 1996. E€ects of long-term prescribed burning on the activity of selected soil enzymes in an oak hickory forest. Canadian Journal of Forest Research, 26: 1799-1804.
16- FAO. 1990. Management of gypsiferous soils. Soil Bulletin. No. 62, Food and Agriculture Organization. Rome. Italy.
17- Gee G.W., and Bauder J.W. 1986. Particle size analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. 2nd ed. Agronomy 9(1). ASA. SSSA. Madison Publisher, Wisconsin, USA, pp: 321-343.
18- Hernandez T., Garcia C., and Reinhardt I. 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. Biology and Fertility of Soils, 25: 109–116.
19- Kandeler E., Palli S., Stemmer M., and Gerzabek M.H. 1999. Tillage changes microbial biomass and enzyme activities in particle-size fractions of a Haplic Chernozem. Soil Biology and Biochemistry, 31: 1253-1264.
20- Lovell R.D., Jarvis S.C., and Bardgett R.D. 1995. Soil microbial biomass and activity in long-term grassland: effects of management changes. Soil Biology and Biochemistry, 27: 969-975.
21- Mathur S.P., and Rayment A.F. 1977. Influence of trace element fertilization on the decomposition rate and phophatase activity of a mesic fibrisol. Canadian Journal of Soil Science, 57: 397-408.
22- McLean E.D. 1982. Soil pH and lime requirement. In: Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties. 2nd ed. Agronomy 9. ASA. SSSA. Madison Publisher, Wisconsin, USA. 199-209.
23- Olsen S.R., Cole C.V., Watenabe F.S., and Dean L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Department of Agriculture Cris, USA.
24- Roldán A., Salinas-Garcia J.R., Alguacil M.M., Diáz E., and Caravaca F. 2005a. Soil enzyme activities suggest advantages of conservation tillage practices in sorghum cultivation under subtropical conditions, Geoderma, 129: 178–185.
25- Roldán A., Salinas-Garcia J.R., Alguacil M.M., Diáz E., and Caravaca F. 2005b. Changes in soil enzyme activity, fertility, aggregation and C sequestration mediated by conservation tillage practices and water regime in a maize field. Soil Ecology, 30: 11–20.
26- Ros M., Pascual J.A., Garcia C., Hernandez M.T., and Insam H. 2006. Hydrolase activities, microbial biomass and bacterial community in a soil after long-term amendment with different composts. Soil Biology and Biochemistry, 38: 3443 – 3452.
27- Senthilkumar K., Manian S., and Udaiyan K. 1997. The effect of burning on soil enzyme activities in natural grasslands in southern India. Ecological Research, 12: 21-25.
28- Serrasolsas I., and Khanna P.K. 1995. Changes in heated and autoclaved forest soils of S.E. Australia. II. Phosphorus and phosphatase activity. Biogeochemistry, 29: 25-41.
29- Shahinrokhsar P., Shokri Vahed H., and Haghdadi A. 2008. Evalutiom of some paddy soils properties on urease enzyme activity. Conference on international research management and rural development. November 26-28.
30- Spoers G.A., and McGill W.B. 1979. Effects of phosphorous addition and energy supply on acid phosphatase production and activity in soils. Soil Biology and Biochemistry, 11: 3-8.
31- Tabatabai M.A. 1994. Soil enzymes. In: Page, A.L., R.H. Miller, D.R. Keeney, (Eds.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison. Pp: 227-246.
32- Woodmansee R.G., and Wallach L.S. 1981. Effects of fire regimes on biogeochemical cycles. In Clark, F.E., T. Rosswall (Editors), Terrestrial Nitrogen Cycles, Ecological Bulletins (Stockholm), 33: 649-669.
33- Xiao-Chang W., and Qin L. 2006. Beta-glucosidase activity in paddy soils of the Taihu lake region, China. Pedosphere, 16(1): 118-124.

Journal of Water and Soil
Vol. 26, No. 3, Jul-Aug 2012, p. 545-553

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۶، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۱، ص. ۵۵۳-۵۴۵

Short-term Effects of Barley Residue Management on Urease and Alkaline Phosphatase Activities

M.S. Hosseini[1*]- Gh. Haghnia[2]- A. Lakzian[3]- H. Emami[4]

Received:29-5-2010
Accepted:26-2-2012

Abstract

Soil enzyme activities can be used as indicators of soil quality for assessing the sustainability of agricultural ecosystems. The objective of this study was to determine the effects of barley residue input rate, burning, urea fertilizer and tillage management on activities of alkaline phosphatase and urease under field conditions, after a period of 90 days. The experiment was carried out based on a completely randomized design with a factorial arrangement in two replications. The treatments included two levels of barley residue input rate (3 and 6 t ha^{-1}), burning (without and with stubble burning), urea fertilizer (0 and 125 kg ha^{-1}) and tillage systems (no-till, conventional tillage). Results showed that 6 t ha^{-1} crop residue treatment increased enzyme activities in comparison with 3 t ha^{-1}treatment at 0-5 cm. Whereas stubble burning and tillage treatments significantly decreased urease and alkaline phosphatase activities. The urea fertilizer had no effect on alkaline phosphatase activity, whereas urease activity positively affected by urea application. Urease activity was affected more than alkaline phosphatase activity by management practices in soil. The results of this experiment showed that no-tillage system along with crop residue retention of 6 $t.ha^{-1}$ and without stubble burning systems would be the most effective management to protect and promote soil alkalin phosphatase and urease activity.

Keywords: Burning, Crop residues, Soil management, Tillage, Urea fertilizer

1,2,3,4- Former MSc Student, Professor, Associate Professor and Assistant Professor of Soil Science Department, Agricultural College, Ferdowsi University of Mashhad, Respectively
(*- Corresponding Author Email: maryam.hoseini2007@Gmail.com)