



دانشگاه گدردی و منابع طبیعی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره سوم، ۱۳۹۹
۱۹۷-۲۱۱

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2020.17601.3313

مقاله کامل علمی - پژوهشی

اثر کاربرد نیتروژن و فسفر بر برخی فعالیت‌های آنزیمی در خاک حاوی بقایای گندم

لیلا محمدزاده^۱، احمد گلچین^۲ و *زهرا وارسته خانلری^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان، آستاد گروه علوم خاک، دانشگاه زنجان،

^۲استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۹

چکیده

سابقه و هدف: خاک یکی از عوامل مؤثر در تعادل اکوسیستم است و فرایندهای زیستی و بیوشیمیایی بی‌شماری در آن جریان دارد. در تمامی این فرایندها، آنزیم‌ها نقش کاتالیزور را ایفا می‌کنند. حضور آن‌ها در چرخه‌های مختلف عناصر غذایی خاک سبب آزاد شدن و در دسترس قرارگرفتن عناصر موردنیاز گیاهان می‌شود. از این رو سنجش برخی از این آنزیم‌ها می‌تواند شاخص و معیار مهمی برای ارزیابی توان زیستی خاک و به تبع آن سنجش اکوسیستم باشد. بنابراین به‌منظور بررسی میزان و نحوه اثرگذاری نیتروژن معدنی (نیترات آمونیوم) و فسفر معدنی (سوپرفسفات تریپل) در خاک‌هایی که بقایای گیاه گندم به آن‌ها اضافه شده بر فعالیت‌های آنزیمی اوره‌آز، اینورتاز، سلولاز، فسفاتاز قلیایی و اسیدی یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه به اجرا درآمد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر معدنی و اثر متقابل آن‌ها بر برخی فعالیت‌های آنزیمی خاک حاوی بقایای گیاهی گندم بود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور انجام این پژوهش سطوح مختلف نیتروژن معدنی شامل: صفر، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک (N75, N50, N25, N10, N) و سطوح مختلف فسفر شامل: صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (P45, P30, P15, P) به یک خاک فقیر از لحاظ فسفر و نیتروژن اضافه شد. به این خاک به‌میزان ۵ درصد وزنی بقایای گندم کوبیده شده، اضافه گردید و به رطوبت FC رسانده و در دمای آزمایشگاه (نسبتاً ثابت) به مدت ۶ ماه خوابانیده شدند. در پایان دوره خوابانیدن فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز، اینورتاز، سلولاز و فسفاتاز قلیایی و فسفاتاز اسیدی اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر برخی فعالیت‌های آنزیمی نشان داد که آنزیم اوره‌آز در تیمارهای P30N25، P30N50، P30N10، P15N25 و P45N10 بالاترین و در تیمار شاهد دارای کم‌ترین فعالیت بودند. فعالیت آنزیم اوره‌آز در این تیمارها تقریباً ۲/۳ برابر تیمار شاهد بود. بیش‌ترین میزان فعالیت

* مسئول مکاتبه: z.khanlari93@gmail.com

آنزیم اینورتاز در تیمار P15N10, P15N25, P15N50 و کم‌ترین میزان فعالیت آن در تیمار P30N75 مشاهده شد. فعالیت این آنزیم در تیمار حاوی فسفر ۱۵ و نیتروژن ۱۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) حدود ۲۱ درصد بیش‌تر از تیمار حاوی فسفر ۳۰ و نیتروژن ۷۵ (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) بود. بیش‌ترین فعالیت آنزیم سلولاز در تیمار P15N10 و P15N25 و کم‌ترین فعالیت در تیمار P45N25 مشاهده گردید. آنزیم فسفاتاز قلیایی در تیمار P30N10, P15N10 و P30N25, P15N25 و P30N50 دارای بیش‌ترین و در تیمار حاوی فسفر ۴۵ و نیتروژن معدنی ۷۵ (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) دارای کم‌ترین فعالیت بود. فعالیت آنزیم در این تیمارها حدود ۱/۲ برابر تیمار P45N75 بود. فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در تیمار P15N50 و P15N25 بیش‌ترین میزان و در تیمار حاوی فسفر ۴۵ و نیتروژن معدنی ۱۰ (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) و تیمار حاوی فسفر ۴۵ و نیتروژن معدنی ۷۵ (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) دارای کم‌ترین میزان بود.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی اعمال کودهای معدنی تا نسبتی به خاک حاوی بقایای گندم سبب افزایش برخی فعالیت‌های آنزیمی گردید. طبق نتایج حاصل از آزمایش برای حفظ باروری خاک و هم‌چنین تعادل در میزان تجزیه و خروج گازهای گلخانه‌ای و فعالیت آنزیم‌ها که کاتالیزگر واکنش هستند، کودهای معدنی در غلظت‌های پایین توصیه می‌شود. به‌طوری‌که تیمار P15N25 به‌عنوان تیمار برتر در این پژوهش معرفی گردید. بنابراین به کشاورزان توصیه می‌شود، پسماندهای گیاهی را پس از پایان فصل کشت از اراضی حذف نکنند. بلکه می‌توانند با افزودن سطوح مناسبی از کودهای معدنی سرعت تجزیه بقایا را تعادل ببخشند، تا ضمن تجزیه تدریجی سبب بهبود تغذیه گیاه شده و ویژگی‌های فیزیکی خاک را نیز بهبود ببخشند.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های خاک، اوره‌آز، بقایای گندم، خوابانیدن، فسفاتاز اسیدی و قلیایی

مقدمه

تجزیه بقایای محصولات باعث افزایش دسترسی ریزجانداران به کربن و نیتروژن شده و موجب افزایش برخی فعالیت‌های آنزیمی خاک می‌شود (۳۳). فعالیت‌های آنزیمی به‌دلیل سرعت و هزینه پایین و سهولت در اندازه‌گیری به‌عنوان شاخصی برای باروری و ظرفیت بالقوه متابولیسم خاک محسوب می‌شوند (۱۳). ریزجانداران منبع اصلی آنزیم‌ها در خاک هستند و می‌توانند واکنش‌های مختلف و فرایندهای متابولیکی خاک مانند تجزیه موادآلی، چرخه موادغذایی و استحکام ساختمان خاک را تسریع نمایند (۳۰). آنزیم‌های خاک تغییر و تحول کربن، نیتروژن، فسفر، گوگرد و سایر عناصر را هدایت می‌کنند و تا

حدودی منعکس‌کننده امکان بهره‌برداری محصول از عناصر غذایی خاک می‌باشند (۲۹). به‌طورکلی چنین استنباط می‌شود که انواع خاصی از مدیریت که باعث کاهش ورود موادآلی به خاک شود، پتانسیل فعالیت‌های آنزیمی را در خاک کاهش می‌دهد. این کاهش نهایتاً باعث کاهش توانایی خاک در باز چرخه عناصر غذایی خاک شده و بر تغذیه گیاه مؤثر واقع می‌شود. ترکیب بقایای محصول زراعی نقش مهمی در بهبود کیفیت خاک دارد. این عمل هم‌چنین می‌تواند باعث افزایش مواد آلی، بهبود ساختمان خاک، افزایش زیست توده میکروبی و افزایش فعالیت آنزیم‌های مختلف خاک شود (۳۱). بقایای گیاهی غنی از کربن، نیتروژن و فسفر هستند و دسترسی گیاهان و

را در ریزوسفر و توده خاک افزایش داده و فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز، فسفاتاز و دی‌هیدروژناز و همچنین جذب عناصر غذایی توسط گیاه را بهبود بخشید و تأثیر قابل‌توجهی بر فعالیت میکروبی و آنزیمی داشت (۱۲).

با وجود آن‌که اطلاعات سودمندی از روند تجزیه بقایای گیاهی و آزاد شدن عناصر غذایی ثبت شده است، ولی به تأثیر فعالیت‌های آنزیمی مختلف در خاک طی فرایند تجزیه بقایای گیاهی به‌ویژه زمانی که از غلظت‌های مختلف کودهای معدنی استفاده می‌شود، کم‌تر پرداخته شده است. چون مصرف کودهای نیتروژن و فسفره می‌تواند با تغییر نسبت کربن به نیتروژن و تغییر نسبت کربن به فسفر، بر سرعت تجزیه بقایای گیاهی تأثیر گذاشته و موجب تغییر در فعالیت آنزیمی خاک شود. بنابراین در این پژوهش برآنیم که به بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای معدنی ازته و فسفره (نیترات آمونیوم و سوپر فسفات تریپل) بر برخی فعالیت‌های آنزیمی خاک حاوی بقایای گیاهی گندم طی معدنی‌شدن بقایای گندم بپردازیم.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری و تهیه نمونه خاک: به‌منظور بررسی سطوح مختلف نیتروژن و فسفر معدنی و اثر متقابل آن‌ها بر برخی فعالیت‌های آنزیمی خاک حاوی بقایای گیاهی گندم، یک آزمایش در آزمایشگاه دانشگاه زنجان به اجرا درآمد. در این آزمایش برای بررسی تأثیر کودهای معدنی بر فعالیت آنزیمی نیاز به خاک فقیر از لحاظ فسفر و نیتروژن بود. بنابراین از خاک مرتع دست‌نخورده که دارای پوشش گیاه ضعیفی بود، نمونه‌برداری انجام گرفت. در ادامه به این خاک بقایای گندم اضافه گردید. برای این‌که بقایا سریع‌تر وارد واکنش معدنی‌شدن گردند، نیاز بود تا بقایا کاملاً ریز

ریزجانداران به غلظت نسبی و سرعت حرکت آن‌ها وابسته است (۲۶).

در سیستم‌های کشاورزی کاه و کلش در پایان فصل رشد به خاک اضافه می‌شوند، این بقایا معمولاً سطوح پایینی از نیتروژن و فسفر را دارا بوده و نهایتاً منجر به آلی شدن عناصر، کاهش مواد مغذی و تغییر در فعالیت آنزیمی خاک می‌شوند. بنابراین بازگشت باقی‌مانده‌های محصول به خاک می‌تواند خطر کاهش عملکرد گیاه را افزایش داده و موجب تأثیر بر فعالیت آنزیمی خاک شود. زیرا هماهنگی بین میزان معدنی شدن عناصر و مصرف گیاه مختل می‌شود. کوتاه کردن مدت‌زمان این هماهنگی ضروری است و این هماهنگی با افزایش کود معدنی در ابتدای اضافه کردن بقایا به خاک، امکان‌پذیر می‌باشد (۴). جانزن و همکاران (۲۰۱۸) در آزمایش خوابانیدن بقایای گندم (دارای ^{13}C) به مدت ۱۲۶ روز، فعالیت‌های غالب میکروبی را بررسی نمودند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که بقایای ورودی سبب ایجاد تأثیر اولیه^۱، افزایش زیست‌توده میکروبی، فعالیت آنزیم‌های خارج سلولی و افزایش کربن و نیتروژن می‌شوند (۹). لیو و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای که بر روی تأثیر کودهای معدنی و آلی بر خواص شیمیایی و کیفیت خاک، انجام دادند، عنوان نمودند کودهای معدنی به همراه بقایای آلی تأثیر به‌سزایی در افزایش فعالیت آنزیمی و جامعه میکروبی خاک دارند. میزان کربن و نیتروژن خاک دو عامل عمده‌ای هستند که بر روی فعالیت میکروبی خاک تأثیر می‌گذارند (۱۶). لاینگ و همکاران (۲۰۰۵) در یک آزمایش گلدانی که برای مقایسه اثر کودآلی بر فعالیت آنزیمی خاک، میزان تنفس و رشد دو رقم جو انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که قرار دادن کود آلی (کاه و کلش و کود سبز) در ریزوسفر یا خارج از ریزوسفر سرعت تنفس

1- Priming effect

شوند. بدین‌منظور کاه و کلش خشک گندم کوبیده و از الک ۰/۶ میلی‌متری عبور داده شد. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و بقایای مورد

مطالعه قبل از اعمال تیمارهای کودی به روش (۸) و (۱۱)، فسفر قابل‌جذب (۲۰) و پتاسیم قابل‌جذب (۲۱) اندازه‌گیری و در جدول ۱ ارائه گردید.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کاه و کلش مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Some physical and chemical properties of soil, straw and straw used in the experiment.

پتاسیم K	فسفر P	کربن به نیتروژن C/N	کربن آلی OC	ازت کل TN	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	درصد اشباع sp	هدایت الکتریکی عصاره اشباع ECe	پ.هاش pH	
(mg kg ⁻¹)					(%)			(dS m ⁻¹)			
275.0	7.3	11.8	1.4	0.1	20.0	46.0	34.0	22.5	2.6	8.3	خاک Soil
320.0	0.2	140.7	53.5	0.4	-	-	-	-	1.6	7.7	بقایای گندم Wheat residue

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات: نرمال بودن داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از آزمون شاپیرو و همگنی واریانس تیمارها با استفاده از آزمون Leven مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت داده‌های این پژوهش به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات به‌دست آمده از آزمایش با کمک نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و جدول تجزیه واریانس تهیه گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف کود معدنی بر فعالیت آنزیم: سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های خاک (اوره‌آز، اینورتاز، سلولاز، فسفاتاز اسیدی و فسفاتاز قلیایی) داشت. فقط رابطه متقابل فسفر و نیتروژن معدنی تأثیر معنی‌داری بر فعالیت فسفاتاز اسیدی نداشت (جدول ۲).

فاکتورهای مورد بررسی: فاکتورهای مورد بررسی شامل سطوح مختلف نیتروژن و فسفر معدنی بود. سطوح فاکتور نیتروژن شامل: صفر، ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک (N، N10، N25، N50 و N75) و سطوح فاکتور فسفر عبارت بود از صفر، ۱۵، ۳۰ و ۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (P، P15، P30 و P45). برای افزودن نیتروژن و فسفر معدنی به خاک به‌ترتیب از نترات آمونیوم و سوپرفسفات‌تریپل استفاده شد. برای هر واحد آزمایشی ۹۵ گرم خاک هوا خشک در نظر گرفته شد. که تیمارهای کودی روی آن اعمال شدند (اسپری شد) و به این خاک ۵ گرم (۵ درصد وزنی) بقایای گندم کوبیده شده، اضافه گردید. این تیمارها در ظرفی ریخته و به رطوبت FC رسانده و در دمای آزمایشگاه (نسبتاً ثابت) به مدت ۶ ماه خوابانیده شدند. در پایان دوره خوابانیدن فعالیت آنزیم‌های اوره‌آز (۲۸)، اینورتاز (۲۷)، سلولاز (۱) و فسفاتاز قلیایی و اسیدی (۲۸) اندازه‌گیری گردید.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت برخی آنزیم‌های موجود در خاک.

Table 2. Results of analysis of variance the effect of different levels of phosphorus and mineral nitrogen on the activity of some enzymes in the soil.

آنزیم فسفاتاز اسیدی Acid phosphatase	آنزیم فسفاتاز قلیایی Alkaline phosphatase	آنزیم سلولاز Cellulase	آنزیم اینورتاز Invertase	آنزیم اوره‌آز Urease	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of change
میانگین مربعات Mean of square						
6804.49**	11761.46**	22963.50**	144703.20*	679.93**	3	فسفر P
1025.05**	4837.99*	4314.18**	66044.42**	150.44**	4	نیتروژن N
577.49 ^{ns}	2204.52**	2320.00**	33159.97*	387.41*	12	فسفر * نیتروژن P * N
5.52	54.23	63.67	905.73	5.11	40	خطا Error
2.39	1.62	2.79	1.87	4.39	-	ضریب تغییرات Coefficient of variation

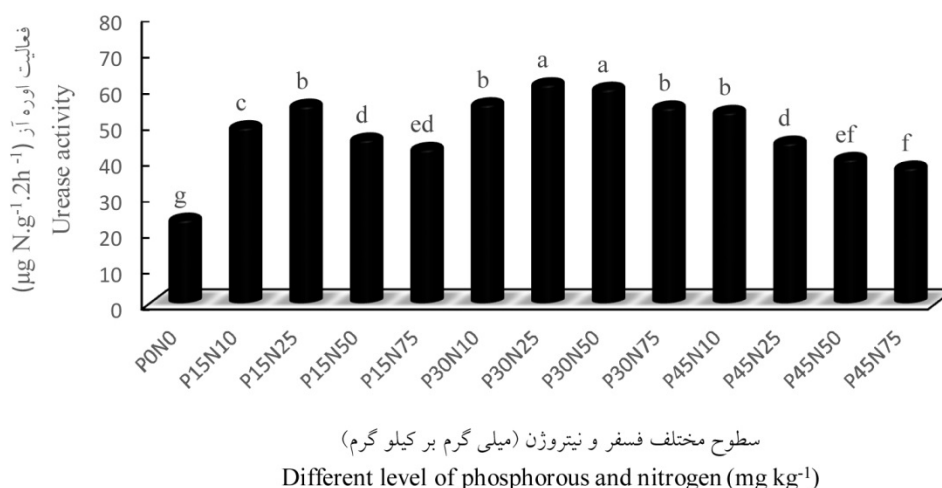
**، * و ^{ns} به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح ۱٪، تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ و عدم وجود اختلاف معنی دار.

**، * and ^{ns} significant at 0.001, 0.01 and 0.05 probability level and no significant, respectively.

اوره‌آز افزایش یافت و افزایش نسبت به تیمار شاهد معنی دار بود، مطابقت داشت (۱۴).

فعالیت بالای اوره‌آز در تیمار N25 و P30 را می‌توان به دلیل افزایش جمعیت میکروبی خاک، در اثر استفاده از عناصر غذایی معدنی دانست. چون این آنزیم به‌طور گسترده در گیاهان، جانوران و ریزجانداران یافت می‌شود (۲) و افزایش جمعیت ریزجانداران باعث افزایش فعالیت آن می‌شود. ولی غلظت‌های بالای نیترات آمونیوم می‌تواند از فعالیت آن بکاهد. چون آنزیم اوره‌آز آنزیمی است که اوره را به دی‌اکسیدکربن و آمونیاک هیدرولیز می‌کند و آمونیاک نیز به آمونیوم تبدیل می‌شود و با افزایش غلظت آمونیوم که در واقع محصول نهایی اوره‌آز است، فعالیت اوره‌آز کاهش می‌یابد.

تأثیر متقابل فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم اوره‌آز: مصرف فسفر و نیتروژن معدنی سبب افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز گردید و این افزایش در همه سطوح کودی معنی دار بود (شکل ۱). کم‌ترین فعالیت این آنزیم در تیمار شاهد (۲۳) و بیش‌ترین فعالیت آن در تیمار P30N25 (۶۱) و P30N50 (۵۹) مشاهده شد. این افزایش چیزی حدود ۱۶۵ درصد بود. به‌طور کلی تأثیر سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت اوره‌آز مثبت بود و سبب افزایش فعالیت اوره‌آز شد. ولی در سطوح بالای کودهای ازته و فسفره از فعالیت آن کاسته شد. ولی در کل نسبت به شاهد بیش‌تر بودند (شکل ۱). این نتایج با نتایج آزمایش لی و همکاران (۲۰۱۹) که در آن با افزودن بقایای گیاهی و کود معدنی نیتروژن، فعالیت آنزیم

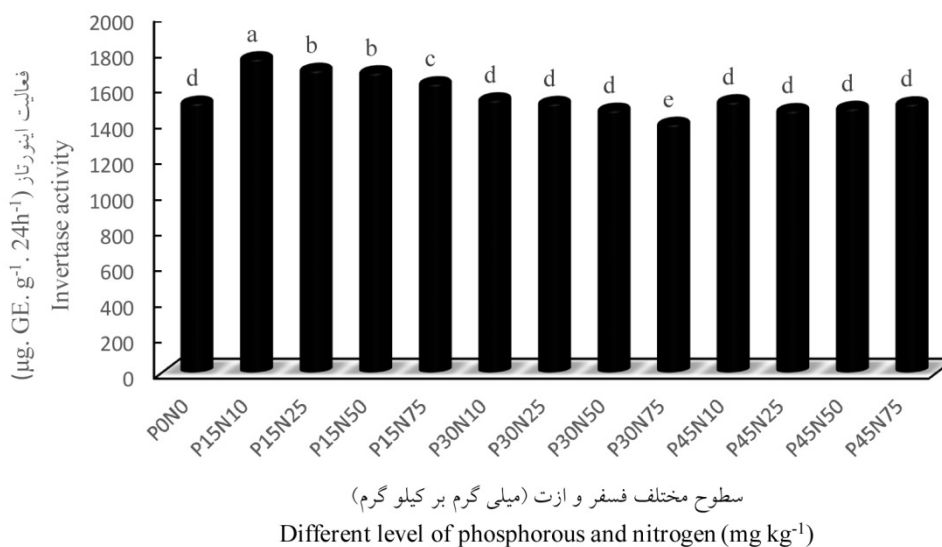


شکل ۱- تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم اوره آز.

Figure 1. Interaction of different levels of phosphorus and inorganic nitrogen on urease enzyme activity.

همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی تأثیر تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی بر شاخص‌های بیولوژیک داشتند. گزارش کردند که در منطقه پره‌سر تبدیل اراضی طبیعی و دست‌نخورده به اراضی کشاورزی باعث کاهش فعالیت آنزیم اینورتاز گردید. عملیات کشاورزی در جنگل میزان فعالیت آنزیم اینورتاز را ۱۲/۵ درصد کاهش داد (۳).

تأثیر متقابل فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم اینورتاز: بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم اینورتاز در تیمار P15N10 (۱۷۶۶) (شکل ۲) و کم‌ترین میزان فعالیت آن در تیمار P30N75 (۱۳۹۹) مشاهده شد. ولی سایر تیمارها به‌جز تیمارهای P15N25، P15N75 و P15N50 تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند. طی مطالعه‌ای که بهشتی آل‌آقا و



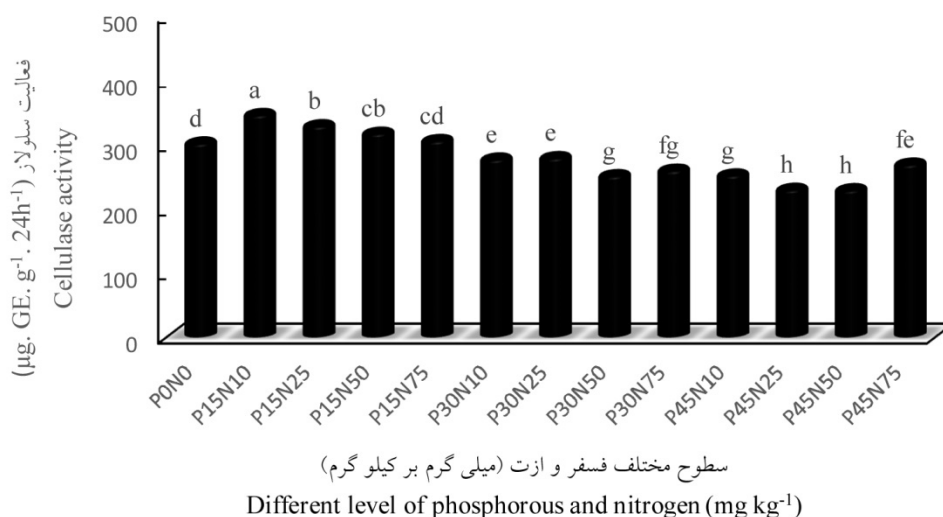
شکل ۲- تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم اینورتاز.

Figure 2. Interaction of different levels of phosphorus and inorganic nitrogen on invertase activity.

آنزیم سلولاز در خاک، همبستگی نزدیکی با مقدار سلولز خاک پدید آمده از لاش‌برگ‌های گیاهی دارد (۱۹). در تیمار شاهد علی‌رغم بالا بودن میزان سلولز به دلیل مساعد نبودن شرایط جمعیت میکروبی کم و بالطبع فعالیت آنزیم سلولاز نیز کم است و با بهبود شرایط از جمله افزودن عناصر غذایی جمعیت میکروبی افزایش پیدا کرده و فعالیت این آنزیم نیز بیش‌تر می‌شود، ولی این روند متغیر است. زیرا در سطوح بالاتر کود مصرفی به دلیل تسریع تجزیه بقایا از فعالیت این آنزیم کاسته می‌شود. غلظت سوبسترا، pH، شوری، دما و نمناکی از فاکتورهایی هستند که بر تجزیه سلولز در خاک پیامد ویژه‌ای دارند (۱۹). آنزیم سلولاز در خاک بیش‌تر توسط فارچ‌ها ساخته می‌شود (۲۴). در بررسی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر کیفیت و سلامت خاک جلگه سلدوز، بیانگر وجود رابطه مثبت فعالیت این آنزیم و میزان کربوهیدرات محلول در آب داغ است (۶).

طی پژوهشی بیان شد در تیمارهایی که بقایای گیاهی با میزان کمی از نیتروژن معدنی تیمار شده بودند، فعالیت آنزیم اینورتاز افزایش یافت (۳۲). باین‌حال استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند فعالیت آنزیم‌های خاک را مهار کند و در تیمارهای تلفیقی کاه و کود شیمیایی با غلظت بالا، اختلاف در فعالیت آنزیم‌ها به‌استثنای ساکاراز از بین رفت (۲۵ و ۱۵).

تأثیر متقابل فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم سلولاز: طبق شکل ۳ تأثیر متقابل فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم سلولاز سیر منظمی نداشت و تنها در برخی تیمارها (P15N10, P15N25, P15N50) سبب افزایش فعالیت آنزیم سلولاز شد. سایر تیمارها نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری را نشان دادند. بیش‌ترین فعالیت در تیمار P15N10 (۳۴۷) و کم‌ترین فعالیت در تیمار P45N25 (۲۵۲) مشاهده گردید که با تیمار P45N50 در یک کلاس آماری قرار دارد. غلظت

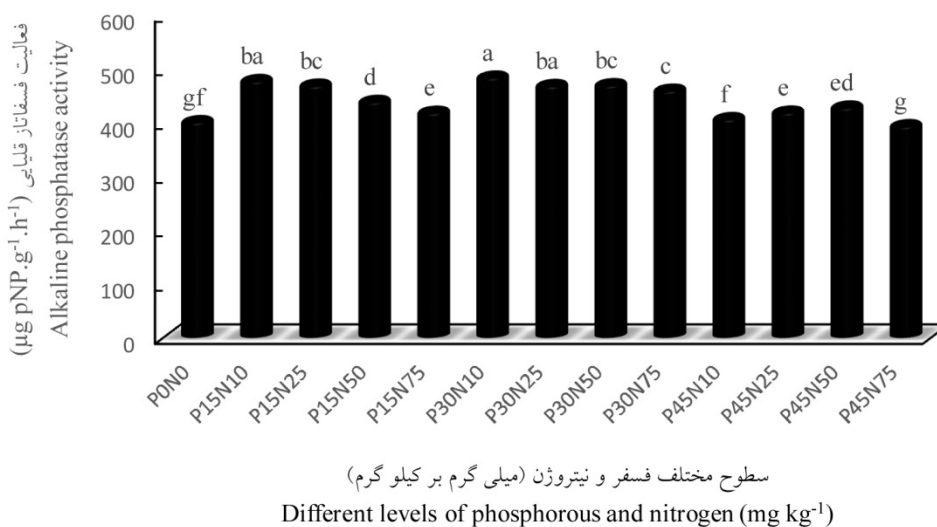


شکل ۳- تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم سلولاز.

Figure 3. Interaction of different levels of phosphorus and inorganic nitrogen on cellulase enzyme activity.

تیمار طبق جدول ۱ با کمبود فسفر و سایر مواد مغذی مواجه بود و افزودن عناصر غذایی لازم به خاک سبب افزایش فعالیت ریزجانداران و در نتیجه ترشح و فعالیت این آنزیم می‌شود. ولی غلظت بالای این عناصر به خصوص فسفر معدنی سبب مهار فعالیت آن‌ها شده و ترشح آنزیم‌ها هم کاهش می‌یابد. طی پژوهشی ژانگ و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که در تیمارهایی که کاه با غلظت پایین نیتروژن معدنی تلفیق شده بود، فعالیت فسفاتاز افزایش یافت (۳۲). دهقان منشادی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تأثیر کاربرد کمپوست و لجن فاضلاب بر فعالیت آنزیمی بیان کردند که تیمارهای تلفیقی با کود شیمیایی فعالیت آنزیمی بالاتری داشتند (۵).

تأثیر متقابل فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی: بیش‌ترین فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی مربوط به تیمار P30N10 (۴۸۶) و کم‌ترین میزان فعالیت این آنزیم در تیمارهای شاهد و P45N75 مشاهده شد (شکل ۴). افزایش میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در تیمار P30N10 نسبت به تیمار شاهد ۱۸ درصد بود. آنزیم فسفاتاز قلیایی نقش مهمی در معدنی کردن فسفر آلی خاک دارد. زمانی که فسفر خاک کم باشد و یا پیش‌ماده این آنزیم در خاک حضور داشته باشد، این آنزیم تولید شده و فعالیتش افزایش می‌یابد (۲۳). حال بالطبع با افزودن فسفر معدنی فعالیت فسفاتازها کاهش می‌یابد. فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی در تیمارهای N10 و N30 نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری داشت. زیرا

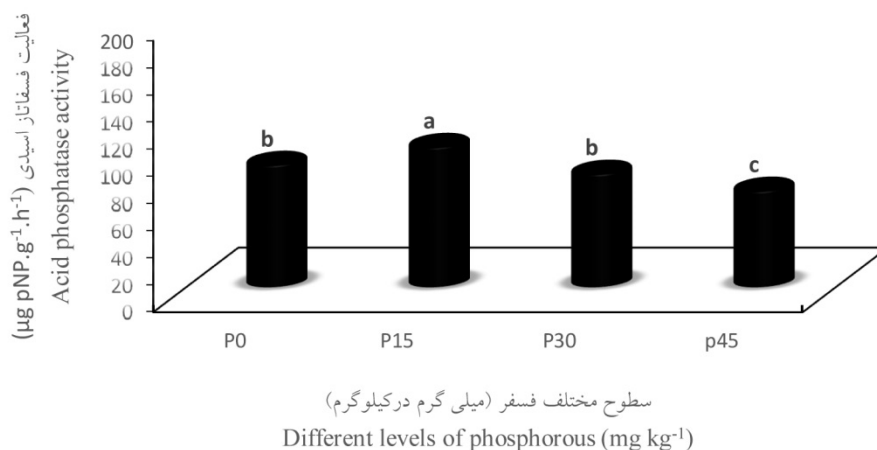


شکل ۴- تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی.

Figure 4. Interaction of different levels of phosphorus and inorganic nitrogen on alkaline phosphatase activity.

کم‌ترین فعالیت را داشته است. دلیل این امر را می‌توان غلظت بالای فسفر معدنی دانست که مانع فعالیت فسفاتاز اسیدی شده است. قول لرعطا و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که افزایش فسفر باعث کاهش معنی‌دار فعالیت فسفاتاز اسیدی و قلیایی شد (۷).

تأثیر فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی
تأثیر فسفر معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی: طبق شکل ۵ فقط تیمار P15 نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشته است. این افزایش چیزی حدود ۱۶ درصد بود و در تیمار P45 ($71 \mu\text{gPNP}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)

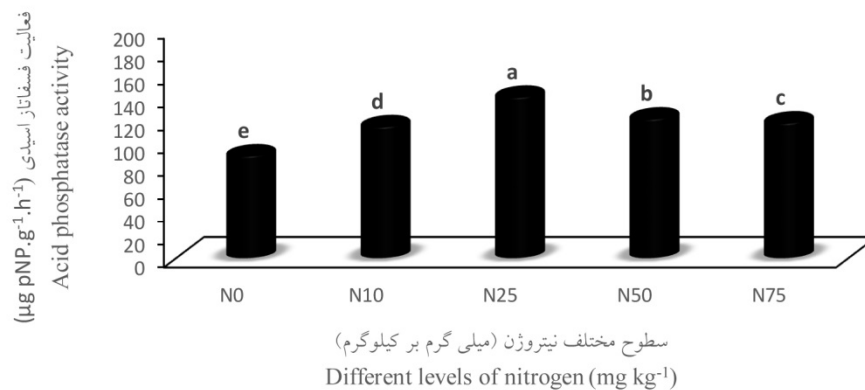


شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف فسفر معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی.

Figure 5. The effect of different levels of inorganic phosphorus on acid phosphatase activity.

می‌دهد و جمعیت آن‌ها را افزایش و موجب ازدیاد فعالیت آنزیم می‌گردد. علاوه بر این افزایش نیتروژن معدنی باعث کاهش C/N کاه و کلش شده و معدنی شدن افزایش می‌یابد. این امر نیز باعث شده سوسترای بیش‌تری در اختیار ریزجانداران تولیدکننده آنزیم قرار بگیرد. در آزمایشی که توسط لیانگ و همکاران (۲۰۱۴) انجام گرفت نتیجه شد، تیمارهایی که فاقد بقایای آلی هستند، افزودن کود معدنی فعالیت آنزیم فسفاتاز را به‌طور قابل‌توجهی افزایش نداده است و این را می‌توان به‌طور غیرمستقیم به عدم افزایش کربن آلی خاک و نیتروژن کل نسبت به شاهد نسبت داد (۱۳).

تأثیر نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی: مصرف نیتروژن معدنی سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی در تمامی سطوح نیتروژن معدنی شد. کم‌ترین فعالیت این آنزیم در تیمار شاهد (۹۱) و در تیمارهای کودی، تیمار N25 (۱۴۲) دارای بیش‌ترین فعالیت (حدود ۱/۶ برابر نسبت به تیمار شاهد) و تیمار N10 (۱۱۶) دارای کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی بود (شکل ۶). فسفاتاز اسیدی توسط ریشه گیاه و ریزجانداران تولید می‌شود (۱۷). از آن‌جاکه فعالیت میکروبی به میزان سوسترای وابسته است، افزودن نیتروژن معدنی سوسترای بیش‌تری را در اختیار ریزجانداران قرار

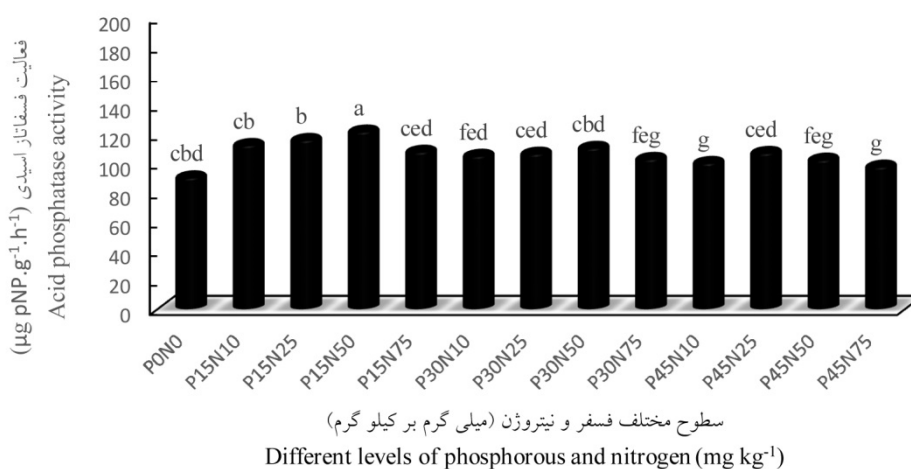


شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی.

Figure 6. Effect of different levels of inorganic nitrogen on acid phosphatase activity.

سبب افزایش فعالیت فسفاتاز اسیدی شد، ولی سطح ۳۰ و ۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک فسفر با انواع سطوح نیتروژن باعث کاهش فعالیت این آنزیم شد، ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (شکل ۷). به‌طورکلی افزایش سطوح مصرفی فسفر معدنی با سطوح مختلف نیتروژن معدنی سبب کاهش فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی شد.

تأثیر متقابل فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی: طبق شکل ۷ بیش‌ترین فعالیت آنزیم متعلق به تیمار P15N50 (۱۲۲) و تیمارهای P45N10 و P45N75 دارای کم‌ترین فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی بود. تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی تأثیر متفاوتی بر روی فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی داشت. فسفر ۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در تأثیر متقابل با سطوح مختلف نیتروژن معدنی



شکل ۷- تأثیر متقابل سطوح مختلف فسفر و نیتروژن معدنی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی.

Figure 7. Interaction of different levels of phosphorus and inorganic nitrogen on acid phosphatase activity.

وکشت گیاه ذرت بر زیست‌توده میکروبی و فعالیت فسفاتازهای خاک را مورد آزمایش قرار دادند و گزارش کردند، فسفر اثر معنی‌داری بر فعالیت فسفاتازها نداشت. افزایش فسفر باعث کاهش فعالیت فسفاتاز اسیدی و قلیایی شد، ولی این کاهش معنی‌دار نبود (۲۲). آنزیم فسفاتاز به‌عنوان آنزیم برون سلولی توسط ریزجانداران ترشح می‌شود و جمعیت میکروبی هم با مواد آلی رابطه مستقیم دارد. بنابراین فعالیت آنزیمی با افزایش سوبسترای کربن، افزایش می‌یابد (۱۰). پس با توجه به شکل ۷ سیر کاهشی فعالیت آنزیم فسفاتاز را با توجه به این‌که کربن در سطوح بالای کود کاهش یافته است، مورد انتظار بود.

محمدی و سهرابی (۲۰۱۴) نیز در مطالعه خود بیان کردند که کوددهی خاک با منابع کودی هم‌چون کودهای فسفوره بر روی فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز خاک مؤثر است. آن‌ها نشان دادند که استفاده از کودهای شیمیایی در مقایسه با کودهای آلی فعالیت آنزیم‌های خاکی را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است (۱۸). دهقان منشادی و همکاران (۲۰۱۲) طی پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی هم با مصرف فسفر معدنی هم نیتروژن معدنی افزایش داشت، ولی در بالاترین سطوح کود معدنی کاهش داشت. با افزایش دفعات کاربرد یا میزان کود فعالیت آنزیم فسفاتاز اسیدی روند کاهشی را نشان می‌دهد (۵). رضایی و همکاران (۲۰۱۳) تأثیر فسفر

نتیجه گیری

افزایش روزافزون جمعیت و علاقه بشر به استفاده از محصولات متنوع کشاورزی نیازمند این است که در سطح ثابت، میزان تولید محصول را افزایش دهد. بنابراین برای تحقق این امر استفاده از کودهای معدنی اجتناب‌ناپذیر است. ولی باید توجه داشت که مصرف زیاد از حد این کودها سلامت انسان و محیط زیست را با تهدید روبرو می‌کند. نتایج پژوهش نشان داد که مصرف کودهای معدنی سبب افزایش سرعت تجزیه بقایا می‌شود. این امر از این جهت که سبب افزایش دسترسی محصولات به مواد مغذی و بهبود شرایط فیزیکی خاک می‌شود، دارای اهمیت است. ولی از سوی دیگر افزایش سرعت تجزیه بقایا سبب کاهش

ترسیب کربن در خاک شده و سبب افزایش گازهای گلخانه که برای محیط زیست مشکلات عدیده‌ای را به وجود آورده‌اند، می‌شود. به‌طورکلی اعمال کودهای معدنی تا نسبتی به خاک حاوی بقایای گندم سبب افزایش برخی فعالیت‌های آنزیمی گردید. طبق نتایج حاصل از آزمایش برای حفظ باروری خاک و همچنین تعادل در میزان تجزیه و خروج گازهای گلخانه‌ای و فعالیت آنزیم‌ها که کاتالیزگر واکنش هستند، کودهای معدنی در غلظت‌های پایین توصیه می‌شود. به‌طوری‌که تیمار P15N25 به عنوان تیمار برتر در این پژوهش معرفی گردید.

منابع

1. Alef, A., and Nannipieri, P. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press. UK. 567p.
2. Baligar, V.C., Staley, T.E., and Wright, R.J. 1991. Enzyme activities in Appalachian soils: 2. Urease. Communications in soil science and plant analysis. 22: 3-4. 315-322.
3. Beheshti Al Agha, A., Raisi, F., and Golchin, A. 2011. Effects of forest disturbance conversion to agriculture on some biological indicators of soil quality in forest ecosystems of northern Iran. J. Water Soil. 25: 3. 562-548. (In Persian)
4. Cai, Z.C., and Qin, S.W. 2006. Dynamics of crop yields and soil organic carbon in a long-term fertilization experiment in the Huang-Huai-Hai plain of China. Geoderma. 136: 3-4. 708-715.
5. Dehghan Monshadi, H., Bahmanyar, M.A., Laxian, A., and Salek Gilani, S.A. 2012. Effect of application of sewage sludge and fertilizer sludge enriched with chemical fertilizer on soil organic carbon content, respiration and enzymatic activity under basil plant cultivation. J. Water Soil. 26: 3. 562-554. (In Persian)
6. Ebrahimzad, S. A. 2011. Impact of Land Use Change on Soil Quality and Health Indices in Selduz Plain (Naghadeh - West Azerbaijan). Master thesis. Tabriz University. 104p. (In Persian)
7. Ghoularata, M., Raesi, F., and Nadian, H.E. 2008. Salinity and Phosphorus interaction on grow, yield and nutrient uptake by berseem clover (*Trifolium alexanderinuml*). Iran. J. Field Crop Res. 6: 1. 117-126.
8. Jafari Haghghi, M. 2003. Methods of sampling and analysis of important physical and chemical soil analysis. Mashhad: the voice of Zoha. 240p. (In Persian)
9. Janzen, H.H., Campbell, C.A., Gregorich, E.G., and Ellert, B.H. 2018. Soil carbon dynamics in Canadian agroecosystems. In Soil processes and the carbon cycle. CRC Press. Pp: 57-80.
10. Khademi, H., Mohammadi, J., and Nael, M. 2006. Comparison of some soil quality indices in different types of land management in Borujen area of Chaharmahal va Bakhtiari province. 29: 3. 124-111.

11. Kiese, K., Papen, H., Zumbusch, E., and Butterbach-Bahl, L. 2002. Nitrification activity in tropical rainforest soils of the coastal lowlands and Atherton Tablelands, Queensland. *Plant Nutr. Austr. J.* 165: 682-685.
12. Liang, Y., Si, J., Nikolic, M., Peng, Y., Chen, W., and Jiang, Y. 2005. Organic manure stimulates biological activity and barley growth in soil subject to secondary salinization. *Soil Biology and Biochemistry.* 37: 6. 1185-1195.
13. Liang, Q., Chen, H., Gong, Y., Yang, H., Fan, M., and Kuzyakov, Y. 2014. Effects of 15 years of manure and mineral fertilizers on enzyme activities in particle-size fractions in a North China Plain soil. *Europ. J. Soil Biol.* 60: 112-119.
14. Li, Z., Li, D., Ma, L., Yu, Y., Zhao, B., and Zhang, J. 2019. Effects of straw management and nitrogen application rate on soil organic matter fractions and microbial properties in North China Plain. *J. Soil Sed.* 19: 2. 618-628.
15. Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., and Fan, T. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in Northwest China. *Geoderma.* 158: 3-4. 173-180.
16. Liu, Z., Rong, Q., Zhou, W., and Liang, G. 2017. Effects of inorganic and organic amendment on soil chemical properties, enzyme activities, microbial community and soil quality in yellow clayey soil. *PloS one.* 12: 3. e0172767.
17. Marchner, P., Grierson, P., and Rengel, Z. 2005. Microbial community composition and functioning in the rhizosphere on three *Banksia* species in native woodland in Western Australia. *Applied Soil Ecology.* 28: 3. 191-201.
18. Mohammadi, Kh., and Sohrabi, Y. 2014. Effect of combined fertilization methods on nitrogen concentration, phosphorus and soil biological properties and rapeseed traits. *Soil Res. J.* 28: 38-27.
19. Molla, M.A.Z., Chowdhury, A.A., Islam, A., and Hoque, S. 1984. Microbial mineralization of organic phosphate in soil. *Plant and soil.* 78: 3. 393-399.
20. Olsen, S.R., and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: Miller, A.L., *Methods of soil analysis, part 2. Chemical and mineralogical properties* (2nd Ed). Agronomy series NO.9. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. Pp: 403-430.
21. Philip, A.H., and Sparks, D.L. 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium and Cesium. In: D.L. Sparks (Ed), *Methods of soil analysis. Part 3, chemical methods*, Madison, Wisconsin, USA. Pp: 551-574.
22. Rezaei, Sh., Khawari, K., Nezami, M.I., and Saadat, Q. 2013. The effect of sulfur, phosphorus and plant role on biomass and activity of soil phosphatases. *J. Soil Res. (Soil and Water Sciences).* 27: 2. 226-217.
23. 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: 12. 3443-3452.
24. Safari Sanjani, A.S.A., and Zahid, Sh. 2006. The effect of some soil properties on cellulase enzyme activity in a number of Hamadan soils. *Iran. J. Agric. Sci.* 37: 4. 652-645. (In Persian)
25. Saha, S., Prakash, V., Kundu, S., Kumar, N., and Mina, B.L. 2008. Soil enzymatic activity as affected by long term application of farm yard manure and mineral fertilizer under a rainfed soybean-wheat system in NW Himalaya. *Europ. J. Soil Biol.* 44: 3. 309-315.
26. Sanchez-Rodriguez, A.R., Hill, P.W., Chadwick, D.R., and Jones, D.L. 2017. Crop residues exacerbate the negative effects of extreme flooding on soil quality. *Biology and Fertility of Soils.* 53: 7. 751-765.
27. Schinner, F., and Von Mersi, W. 1990. Xylanase-, CM-cellulase- and invertase activity in soil: an improved method. *Soil Biology and Biochemistry.* 22: 4. 511-515.

28. Tabatabai, M.A., and Bremner, J.M. 1972. Assay of urease activity in soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 4: 44. 479-487.
29. Van Der Heijden, M.G., Bardgett, R.D., and Van Straalen, N.M. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology letters*. 11: 3. 296-310.
30. Wang, B., and Lan, C.Q. 2011. Biomass production and nitrogen and phosphorus removal by the green alga *Neochloris oleoabundans* in simulated wastewater and secondary municipal wastewater effluent. *Bioresource Technology*. 102: 10. 5639-5644.
31. Zhao, B.Z., Zhang, J.B., Yu, Y.Y., Karlen, D.L., and Hao, X.Y. 2016. Crop residue management and fertilization effects on soil organic matter and associated biological properties. *Environmental Science and Pollution Research*. 25: 3. 2805-2813.
32. Zhang, S., Qin, Y., Zhu, J., and Hou, J. 2018. Over 14% efficiency in polymer solar cells enabled by a chlorinated polymer donor. *Advanced materials*. 30: 20. 1-7.
33. Zhu, T., Zhang, J., Yang, W., and Cai, Z. 2013 Effects of organic material amendment and water content on NO, N₂O, and N₂ emissions in a nitrate rich vegetable soil. *Biology and Fertility Soils*. 49: 153-163.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(3), 2020

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2020.17601.3313

Research Full Paper

The effect of nitrogen and phosphorus application on some enzymatic activities in soil containing wheat residues

L. Mohammadzadeh¹, A. Golchin² and *Z. Varasteh Khanlari³

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Zanjan, ²Professor, Dept. of Soil Science, University of Zanjan, ³Assistant Prof., Dept. of Soil Science, University of Mallayer

Received: 01.23.2020; Accepted: 04.28.2020

Abstract

Background and Objectives: Soil is one of the factors influencing the balance of the ecosystem and countless biological and biochemical processes take place in it. In all of these processes, enzymes act as catalysts. Their presence in different cycles of soil nutrients causes the release of elements needed by plants. Therefore, the measurement of some of these enzymes can be an important indicator and criterion for evaluating soil bioavailability and consequently ecosystem measurement. Therefore, in order to investigate the extent and effect of mineral nitrogen (ammonium nitrate) and mineral phosphorus (triple superphosphate) in soils to which wheat plant residues have been added, on the enzymatic activities of urease, invertase, cellulase, alkaline and acid phosphatase were performed by a factorial experiment in a completely randomized design with three replications in the laboratory. The purpose of this study was to investigate the effect of different levels of N and P and their interactions on some enzymatic activities of soil containing plant residues of wheat.

Materials and Methods: For the purpose of this study, different levels of inorganic nitrogen were: control, 10, 25, 50 and 75 mg Nitrogen per kg soil (N, N10, N25, N50 and N75) and different levels of phosphorus including: control, 15, 30 and 45 mg phosphorous per kg soil (P, P15, P30 and P45) into a P and N poor soil. The soil was added to this soil by 5 wt.% of crushed wheat residue, transferred to FC moisture and incubated at laboratory (relatively constant) temperature for 6 months. At the end of the incubated, the activities of urease, invertase, cellulase and alkaline and acid phosphatase were measured.

Results: The interaction of different levels of phosphorus and inorganic nitrogen on some enzymatic activities showed that urease enzyme was highest in P30N25, P30N50, P15N25, P30N10, P30N75 and P45N10 and lowest in control treatment. Urease activity in these treatments was about 2.3 times that of the control. The highest activity of invertase was observed in P15N10, P15N25, P15N50 and lowest in P30N75. The activity of this enzyme was about 21% higher in the treatments containing phosphorus 15 and nitrogen 10 (mg/kg soil) than in the treatments containing phosphorus 30 and nitrogen 75 (mg/kg soil). The highest cellulase activity was observed in P15N10, P15N25 and the lowest activity in P45N25. Alkaline phosphatase had the highest activity in P30N10, P15N10, P30N25, P15N25 and P30N50 and lowest in phosphorus 45 and inorganic nitrogen 75 (mg/kg soil). The enzyme activity in these treatments was about 1.2 times that of P45N75. Acid phosphatase activity was highest in P15N50 and P15N25 and lowest in phosphorus 45 and inorganic nitrogen 10 (mg/kg soil) and in phosphorus 45 and mineral nitrogen 75 (mg/kg soil), respectively.

* Corresponding Author; Email: z.khanlari93@gmail.com

Conclusion: In general, application of mineral fertilizers to soil containing wheat residues increased some of the enzymatic activities according to the results of experiments for maintaining soil fertility and also balance in the rate of decomposition and emission of greenhouse gases and enzyme activity. Inorganic fertilizers at low concentrations are recommended as the catalysts for the reaction. Therefore, farmers are advised not to remove plant residues from the soil after the end of the growing season, but to balance the residual decomposition rate by adding appropriate levels of mineral fertilizers to gradually improve plant nutrition and characteristics while gradually decomposing. Physically improve the soil as well.

Keywords: Acidic and alkaline phosphatase, Sleeping, Urease, Soil enzymes, Wheat residue

