مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد چهارم، شماره دوم، تابستان ۹۰
۱۸۹-۲۰۶
www.ejcp.info

تاثیر خاک‌ورزی و تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گندم نان و فعالیت زیستی خاک تحت شرایط دیم

*زهرا رشیدی[۱]، محمدجواد زارع[۲]، فرهاد رجالی[۳] و علی اشرف مهرابی[۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت دانشگاه ایلام، [۲]استادیار زراعت و اصلاح‌نباتات دانشکده کشاورزی ایلام،
[۳]عضو هیات‌علمی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور (کرج)

چکیده

هدف این آزمایش بررسی پاسخ خاک سطحی و خاک تحتانی به خاک‌ورزی‌های متداول و کاهش یافته و کود زیستی (باکتری حل کننده فسفر) (*Bacillus coagolance*, B)، کود شیمیایی فسفر (P) و تلفیق کود زیستی و کود شیمیایی فسفر (PB) در کشت دیم گندم بود. بدین‌منظور آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید که در آن سیستم‌های خاک-ورزی در کرت‌های اصلی و تلفیق کود شیمیایی و باکتری حل کننده فسفر در سه سطح در کرت‌های فرعی اعمال گردید. سه سیستم خاک‌ورزی شامل (۱) خاک‌ورزی متداول با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار (CT)، (۲) گاو آهن پنجه غازی (RTC) و (۳) گاو آهن برگردان‌دار با جدا نمودن صفحه برگردان (RT) بودند. نتایج تحقیق نشان داد اعمال سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر عملکرد کمی و خصوصیات کیفی گندم نداشته است. کاربرد توامان کود شیمیایی فسفر و باکتری حل کننده فسفر (PB) به‌دلیل افزایش جذب فسفر و نیتروژن به گیاه موجب افزایش میزان عملکرد، محتوای پروتیئن و فسفر دانه گردید. درصد کلونیزاسیون میکوریز، آنزیم دهیدروژناز و فسفاتاز خاک در عمق ۵ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک متاثر از کاربرد خاک‌ورزی کاهش یافته (RT) و تیمار کود زیستی افزایش یافت. نتایج آزمایش نشان داد هر چند تغییرات عملکرد گندم تحت تاثیر نوع خاک‌ورزی قرار نگرفت ولی اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته موجب تغییرات زیستی در عمق مشخصی از خاک گردید.

واژه‌های کلیدی: گندم، دیم‌کاری، خاک‌ورزی کاهش یافته، فعالیت زیستی خاک

* مسئول مکاتبه: zrashidi@yahoo.com

مقدمه

خاک مناطق نیمه خشک که اغلب دیم‌زارهای ایران نیز در این نواحی قرار دارند از محتوای مواد آلی بسیار پایینی برخوردارند. اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی شدید بخصوص در دهه‌های اخیر موجب کاهش میزان مواد آلی دیم‌زارها، حاصلخیزی خاک، کاهش عملکرد و فرسایش آبی و بادی مزارع گردیده است (زارع، ۲۰۱۰). سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته به‌دلیل افزایش مواد آلی خاک، بر هم‌زدن کمتر خاک، و حفظ رطوبت بیشتر در خاک می‌تواند میزان فعالیت‌های زیستی و جمعیت‌های ریزجانداران خاک را افزایش دهد. هر چند پاسخ خاک به سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته منوط به یک دوران گذر است (سیمونس و کولمان، ۲۰۰۸). اکثر تحقیقات انجام گرفته در مناطق نیمه خشک جهان نشان داده است که افزایش عملکرد غلات به خصوص گندم به اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته در بلندمدت حاصل می‌گردد و در سال‌های اولیه دارای تفاوت معنی‌داری با خاک‌ورزی متداول نمی‌باشد. در برخی از تحقیقات انجام گرفته در مناطق نیمه خشک دنیا گزارش گردیده است که عملکرد غلات در سال‌های ابتدایی اعمال بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی کاهش یافته در مقایسه با خاک‌ورزی متداول کاهش یافته است. هر چند افزایش بازده اقتصادی ناشی از کاهش سوخت‌های فسیلی کاهش عملکرد را جبران نموده است (زارع، ۲۰۱۰).

از راه‌های دیگر رسیدن به پایداری تولید در دیمزارها تقویت و استفاده از پتانسیل‌های زیستی است. میکروارگانیسم‌های خاک نقش مهمی در افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر نامحلول دارند. امروزه بسیاری از میکروارگانیسم‌ها با توانایی بالای حل کنندگی فسفر در تولید گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فشرده شدن خاک در اثر ماشین‌آلات مختلف کشت ممکن است موجب اثر نامطلوب بر رشد گیاه و عملکرد گیاهان زراعی گردد (میرانسری و همکاران، ۲۰۰۹). اتخاذ خاک‌ورزی کاهش یافته موجب افزایش عملکرد در گندم و گندم دوروم تحت شرایط دیم گردیده است (ازون پایر و کی، ۲۰۰٦؛ دویتا و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج متناقضی نیز منتشر گردیده که نشان دهنده کاهش میزان عملکرد در جو و نخود بوده است (لوپز- فاندو و همکاران، ۲۰۰۷). هر چند کاهش عملکرد برخی گیاهان تحت شرایط دیمکاری و تحت خاک‌ورزی حفاظتی گزارش گردیده ولی تحت چنین شرایطی، بازده اقتصادی بالا بوده است (بنسکانسا و همکاران، ۲۰۰٦).

تحقیقات انجام گرفته اکثراً تاثیر خاک‌ورزی و کاربرد میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر را به تنهایی مورد بررسی قرار داده‌اند و کمتر تاثیر تلفیق این دو را تحت شرایط مزرعه‌ای در نواحی نیمه خشک مورد بررسی قرار داده اند. هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته و کاربرد توامان باکتری حل کننده فسفر و کود شیمیایی فسفر بر حاصلخیزی خاک و عملکرد کمی و کیفی گندم دیم بود.

مواد و روش‌ها

توصیف مکان آزمایش و تیمارهای آزمایش: این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام، با طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ٢٨ دقیقه و عرض جغرافیایی ٣٣ درجه و ٣٧ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ١١٧٤ متر در سال زراعی ٨٨-١٣٨٧ انجام شد. آب و هوای منطقه مورد آزمایش نیمه مرطوب با تابستان گرم و زمستان نسبتاً سرد می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه آن ٦٠٠ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت این منطقه ١٦/٧ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در قطعه زمین انتخاب شده قبل از کاشت چند نمونه تصادفی از عمق صفر تا ٣٠ سانتی‌متری خاک تهیه و پس از مخلوط کردن در آزمایشگاه خاکشناسی مورد بررسی قرار گرفت و جمعیت میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر آن نیز تعیین گردید. جمعیت میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر از روش وو و همکاران (٢٠٠٥) تعیین گردید. تعداد باکتری‌های حل کننده فسفر در حدود ١٠٣/× ٠/٠٥ سلول در گرم خاک بود. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (١) نشان داده شده است. گندم مورد آزمایش رقم سرداری بود و به‌عنوان گندم دیم برای مناطق سرد کوهستانی غرب کشور مناسب است.

تلفیق کود فسفره و باکتری حل کننده فسفر باسیلوس کواگولانس (*Bacillus coagolance*, B) در سه سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته و متداول در طرح آزمایشی کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ٢). این باکتری توسط موسسه خاک و آب تهران جداسازی و خالص‌سازی و سپس در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی ایلام تکثیر گردید. عملیات تهیه مزرعه قبل از شروع بارندگی در آخر آبان ماه انجام گرفت.

جدول ۱- خصوصیات شیمیای خاک محل آزمایش

نوع خاک	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	ماده آلی
	میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم				درصد
لومی رسی	٦/۲	۷/۱۰	۱/۱۱	۷/۳	۱/۱۲

جدول ۲- تیمارهای آزمایش

سیستم خاک‌ورزی (a)	ادوات سیستم خاک‌ورزی	فاکتور فرعی: تلفیق کود شیمیایی و باکتری حل کننده فسفر (b)
سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته (۱)	پنجه غازی + دیسک (RTC)	کود شیمیایی فسفره (۵۰ کیلوگرم در هکتار)
سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته (۲)	برگردان با برداشتن صفحه برگردان (فقط سوک) + دیسک (RT)	باکتری حل کننده فسفر باسیلوس کواگولانس
سیستم خاک‌ورزی کامل (متداول)	برگردان + دیسک (CT)	۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفره + باکتری حل کننده فسفر باسیلوس کواگولانس

اندازه‌گیری‌های زراعی: پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌منظور تعیین عملکرد نهایی، ضمن رهاسازی خطوط حاشیه، برداشت از دو مترمربع هر کرت انجام گرفت. عملیات برداشت با داس صورت گرفت. یک هفته قبل از برداشت جهت تعیین اجزاء عملکرد، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد پنجه، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. وزن دانه بصورت وزن هزار دانه بعد از برداشت اندازه‌گیری شد. میزان پروتئین دانه به صورت درصد پروتئین در ماده خشک دانه ضرب در ضریب ثابت ۵/۷ محاسبه گردید. غلظت فسفر دانه با استفاده از روش مولیبدئوم بلو[1] و مطابق روش پیگ و همکاران (۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری‌های زیستی: میزان فعالیت آنزیم‌های آلکالین فسفاتاز و دهیدروژناز خاک در عمق‌های صفر تا ۵ و ۵ تا ۲۵ سانتی‌متری خاک در زمان ظهور سنبله مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. میزان آنزیم

1- Molybdenum blue

فسفاتاز بر اساس میلی‌گرم نیترو فنول در گرم خاک در ساعت و دهیدروژناز بر اساس میکروگرم یدو نیترو تترازولیوم در گرم خاک در ساعت محاسبه گردید.

برای سنجش میزان آنزیم فسفاتاز، ابتدا ۱ گرم خاک تازه در لوله آزمایش ۵۰ میلی‌لیتر ریخته شد، سپس میزان یک میلی‌لیتر تولوئن و ٤ میلی‌لیتر محلول بافر (pH =۱) به آن اضافه گردید. نمونه خاک به مدت ٦۰ دقیقه در درجه حرارت ۳۷ درجه سانتی‌گراد در حالی که فسفو نیتروفنول به آن اضافه گردید، قرار داده شد. بعد از گذشت این مدت زمان نمونه‌ها فیلتر و رنگ زرد حاصل به وسیله دستگاه فتواسپکتروفتومتر در طول موج ٤۲۰ نانومتر سنجش شد. میزان آنزیم فسفاتاز پس از تهیه محلولهای استاندارد در نمونه محاسبه گردید.

میزان آنزیم دهیدروژناز مطابق با روش گارسیا (۱۹۹۷) انجام گرفت. به طور خلاصه ۱ گرم خاک در معرض ۰/۰۲ میلی‌لیتر فسفو نیتروفنول قرار داده شده و پس از گذشت ۲۲ ساعت و پس از فیلتر نمودن محلول در تاریکی میزان آنزیم دهیدروژناز مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفت.

اندازه‌گیری درصد کلونیزاسیون میکوریز مطابق روش توصیف شده توسط براندرت و همکاران (۱۹۹٦) انجام گرفت. درصد آلودگی نمونه‌های ریشه بعد از رنگ آمیزی با تریپان بلو مطابق روش جیوانتی و موسه (۱۹۸۰) تعیین گردید.

جمعیت باکتری‌های حل‌کننده فسفر از نمونه خاک‌های کرت‌های آزمایشی با استفاده از روش سری‌های رقت بر محیط آگار حاوی محلول غذایی شمارش گردید (وو و همکاران، ۲۰۰۵).

محاسبات آماری: تجزیه و تحلیل داده با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد احتمال آماری انجام شد.

نتایج

نتایج زیستی: نتایج حاصل از برآورد میزان جمعیت باکتری‌های حل کننده فسفر نشان‌دهنده جمعیت ضعیفی از آنها بود. جدول ۳ و ٤ به‌ترتیب نتایج تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین آنزیم‌های فسفاتاز، دهیدروژناز و درصد کلونیزاسیون را تحت تاثیر اعمال خاک‌ورزی متداول و کاهش یافته و تیمار کود بر میزان میکوریز نشان می‌دهد.

آنزیم دهیدروژناز: اثر اعمال سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر فعالیت آنزیم دهیدروژناز در عمق ۵ سانتی‌متر خاک معنی‌داری نبود. اما اثر سیستم کود معنی‌دار گردید. تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن اثر متقابل تیمارهای کود و سیستم خاک‌ورزی بر فعالیت آنزیم دهیدروژناز در این عمق خاک بود (جدول ۳). کاربرد کود شیمیایی فسفر + باکتری حل کننده فسفر موجب افزایش میزان آنزیم دهیدروژناز خاک در عمق ۵-۰ سانتی‌متر خاک به میزان ٤١٥/٥ گردید. میزان آنزیم دهیدروژناز با استفاده از کود شیمیایی فسفر ٣٧٦/٩ و با تلقیح باکتری حل کننده فسفر ٣٩١/٧ بودند (جدول ٤).

تاثیر اعمال سیستم خاک‌ورزی و تیمار کودی بر میزان آنزیم دهیدروژناز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل تیمارهای کودی و سیستم خاک‌ورزی بر فعالیت آنزیم دهیدروژناز در این عمق معنی‌دار نبود (جدول ۳). میزان آنزیم دهیدروژناز با اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته با استفاده از گاوآهن پنجه غازی ٤٢٢/٤٢ برآورد گردید. با استفاده از خاک‌ورزی کاهش یافته با گاوآهن برگردان‌دار با جدا نمودن صفحه برگردان و اعمال خاک‌ورزی متداول به ترتیب میزان فعالیت آنزیم ٣٢٠/٩ و ٢٣٤/٤٢ تخمین گردید. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت اثر اعمال خاک‌ورزی کاهش یافته با استفاده از پنجه غازی بر فعالیت آنزیم دهیدروژناز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک بیش از خاک‌ورزی کاهش یافته با گاوآهن بر گردان با جدا نمودن صفحه برگردان است. همچنین تاثیر سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته با گاوآهن برگردان بیش از خاک‌ورزی متداول می‌باشد. در بین تیمارهای کودی مورد استفاده، آزمون مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که فعالیت آنزیم دهیدروژناز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک با کاربرد باکتری حل کننده فسفر + کود شیمیایی فسفر ٣٧٢/٠٧ میکروگرم یدو نیترو تترازولیوم در گرم خاک در ساعت بود. با مصرف کود شیمیایی فسفر و کاربرد تیمار ترکیبی باکتری حل کننده فسفر به ترتیب فعالیت این آنزیم ٣٢٧/١٦ و ٢٧٨/٥٤ میکروگرم یدو نیترو تترازولیوم در گرم خاک در ساعت برآورد گردید.

جدول ۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر سیستم خاک‌ورزی و تیمار کود بر میزان آنزیم فسفاتاز (میلی‌گرم نیترو فنول در گرم خاک در ساعت) و دهیدروژناز (براساس میکروگرم یدو نیترو تترازولیوم در گرم خاک در ساعت) در عمق ۰ تا ۵ و ۵ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	آنزیم دهیدروژناز		آنزیم فسفاتاز		درصد کلونیزاسیون
		عمق (سانتی‌متر)		عمق (سانتی‌متر)		
		۵-۰	۲۰-۵	۵-۰	۲۰-۵	
تکرار	۲	۲۲۱۳۱/۳۳ ns	۱۸۵٤٤/٦۱ ns	۱۷۱۰/٤۸ ns	۵۸۱/٤٤ ns	٤۵/۵٦***
خاک‌ورزی	۲	٤۱۲۵/٤۵ns	۷۹٦۹٦/۳٤***	۱٤۱/۱٤ns	٤۷۱٤/۱۰*	۹٤/۳۷*
اشتباه(a)	٤	۳٦۲۵/٦۸	۱٦٦۰/۳۲	۷۷۸/۳۱	۳٤۷/۱۱	۱۰/۰۱
کود	۲	۳۵٦٤۰/۸۵**	۱۹٦۹۲/۹۹**	۲٦۹/۳۷ns	۳٦۳۷/۱۷*	۳۷۷/۸***
خاک‌ورزی×کود	٤	۳۱٦٦/۷٦ns	۱۸۸٤/٤۱ns	۸۸۱/۲۰ns	٦٤۷/۸۰ns	۸/۵٦ ns
اشتباه (b)	۱۲	٤۱/٦۳	۹/۰۷	۱/۳۱	۱٤/٤۱	۲/۸۲
CV%	-	۱۳/۸۳	۱۱/۰۲	۱۳/٤۰	۱۱/۳۷	٤/۳۷

*، ** و***: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ ، ۰/۰۱ و ۰/۰۰۱، ns : غیر معنی‌دار.

اعداد داخل جدول میانگین مربعات هستند.

چنین استنباط می‌شود که اثر کاربرد باکتری حل کننده فسفر + کود شیمیایی فسفر بر میزان آنزیم دهیدروژناز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک بیش از کود شیمیایی فسفر می‌باشد. همچنین تاثیر کود شیمیایی فسفر بر فعالیت این آنزیم در این عمق خاک بیش از اثر باکتری حل کننده فسفر به تنهایی است (جدول ٤).

آنزیم فسفاتاز: آزمون تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده عدم معنی‌دار بودن اثرات سیستم‌های خاک‌ورزی، تیمار کودی و اثر متقابل تیمارهای کودی و سیستم خاک‌ورزی بر فعالیت آنزیم فسفاتاز در عمق ۵-۰ سانتی‌متر خاک بود (جدول ۳). اثر سیستم خاک‌ورزی و همچنین تیمار کودی بر فعالیت این آنزیم معنی‌دار بود (جدول ٤).

جدول ٤- مقایسه میانگین میزان آنزیم فسفاتاز و فعالیت آنزیم دهیدروژناز تحت تاثیر سیستم‌های مختلف خاکورزی و کودی.

تیمارهای آزمایش	دهیدروژناز (بر اساس میکروگرم یدو نیترو تترازولیوم در گرم خاک در ساعت)		فسفاتاز (میلی‌گرم نیترو فنول در گرم خاک در ساعت)		میزان کلونیزاسیون (درصد)
	عمق ۰ تا ۵	عمق ۵ تا ۲۰ سانتی‌متر	عمق ۰ تا ۵	عمق ۵ تا ۲۰سانتی‌متر	
خاک‌ورزی					
(RTC)	٤١٠a	٤٢٢/٤ a	٢٦١/٧ a	٢٨٤/٣ a	٣٦/٢ a
(RT)	٣٧٨a	٣٢٠/٩ b	٢٥٦/١١ a	٢٦٧ a	٣٣/٦ a
(CT)	٣٩٥a	٢٣٤/٤ c	٢٥٤ a	٢٣٩ b	٢٦/١ b
کود					
(PB)	٤١٥/٥a	٣٧٢/٠٧ a	٢٥٤/٦ a	٢٦٨/٤ ab	٢٨/٤ b
(B)	٣٩١/٧ a	٣٢٧/٢ b	٢٦٣/٦ a	٢٨٠/٧ a	٤٠/١ a
(P)	٣٧٦/٩ a	٢٧٨/٥ c	٢٥٣/٧ a	٢٤١/٤ b	٢٧/٣ b

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست. RTC: خاک‌ورزی کاهش یافته با استفاده از پنجه غازی، CT: خاک‌ورزی متداول (گاو آهن برگردان دار)، RT: خاک‌ورزی کاهش یافته (گاوآهن برگردان دار با جدا نمودن صفحه برگردان)، P: کود شیمیایی فسفر، B: باکتری باسیلوس کواگولانس، PB: تلفیق کود شیمیایی فسفر و باکتری باسیلوس کواگولانس

با اعمال سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته به وسیله پنجه غازی میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک برابر ۲۸٤/۳، با استفاده از خاک‌ورزی کاهش یافته با گاوآهن برگردان با جدا نمودن صفحه برگردان ۲٦۷/۳۳ و با کاربرد خاک‌ورزی متداول ۲۳۹ میلی گرم نیتروفنول در گرم خاک در ساعت مشاهده شد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که اثر اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته بر فعالیت آنزیم فسفاتاز در عمق ۲۰ سانتی‌متر خاک بیش از اثر کاربرد خاک‌ورزی متداول است (جدول ٤). میزان فعالیت آنزیم فسفاتاز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک تحت شرایط کاربرد باکتری حل کننده فسفر ۲۸۰/۷٤، با کاربرد باکتری حل کننده فسفر + کود شیمیایی فسفر ۲٦۸/٤٤ و با استفاده از کود شیمیایی فسفر ۲٤۱/٤٤ میلی گرم نیتروفنول در گرم خاک در ساعت بود (جدول ٤). میزان بیشتر فعالیت آنزیم فسفاتاز و دهیدروژناز خاک در عمق بیشتر خاک ممکن است به تخریب زیستگاه میکروارگانیسم‌های خاک مربوط باشد. در مناطق نیمه خشک بالاتر بودن محتوای رطوبت خاک در

خاک زیرین نسبت به خاک سطحی موجب افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها در خاک زیرین می‌گردد. خاک سطحی از میکروارگانیسم‌های غنی نمی‌باشد و بنابراین با انجام عملیات خاک‌ورزی ممکن است خاک سطحی با خاک زیرین جایگزین می‌گردد و در نتیجه ممکن است موجب کاهش فعالیت زیستی خاک گردد. در این تحقیق میزان فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز و دهیدروژناز در عمق ۵ سطحی خاک تحت تاثیر سیستم‌های کودی باکتری حل کننده فسفر + کود شیمیایی فسفر، باکتری حل کننده فسفر و کود شیمیایی فسفر قرار نگرفت. فعالیت آنزیم فسفاتاز در عمق بیشتر خاک با کاربرد باکتری حل کننده فسفر افزایش یافت. در مطالعه‌ای دیگری گزارش گردیده است که اضافه کردن فسفر فعالیت آنزیم فسفاتاز را کاهش می‌دهد (رئیسی، ۲۰۰٦). فعالیت آنزیم فسفاتاز که در حلالیت فسفر نقش دارد با دسترسی فسفر رابطه معکوس دارد. تحت شرایط محدودیت فسفر، میزان نیاز به فسفر افزایش می‌یابد و در نتیجه فعالیت آنزیم فسفاتاز بیشتر می‌گردد. به طوری که در تحقیقات انجام گرفته تحت شرایط کمبود فسفر این وضعیت اتفاق افتاده است (رئیسی، ۲۰۰٦). بنابراین به نظر می‌رسد کاهش در فسفر قابل دسترس ممکن است باعث افزایش فعالیت فسفاتاز گردد. هنگامی که گیاهان در معرض کمبود فسفر قرار می‌گیرند، تراوش آنزیم فسفاتاز از ریشه گیاه یک واکنش در عکس‌العمل به شرایط کمبود فسفر است (فوکس و کامرفورد، ۱۹۹۲). نتایج تحقیق نشان داد که میزان فعالیت آنزیم دهید روژناز در عمق ۲۰-۵ سانتی‌متر خاک تحت تاثیر کاربرد همزمان باکتری حل‌کننده فسفر و کود شیمیایی فسفر افزایش یافت. فعالیت میکروبی خاک که شامل تنفس خاک، فعالیت آنزیم‌ها و میزان زی‌توده میکروبی است به کود شیمیایی فسفر و وجود قارچ آربسکولار میکوریز بستگی دارد (آمادور و جونس، ۱۹۹۳). از عوامل افزایش زی‌توده میکروبی خاک ترشحات کربن از ریشه گیاه به خاک است (زارع، ۲۰۰۹). اعمال تیمار کود شیمیایی فسفره + باکتری حل کننده فسفر ممکن است از طریق افزایش بهبود رشد گیاه گندم منجر به ترشحات بیشتر کربن حاصل از تثبیت فتوسنتزی به محیط خاک گردیده باشد.

میکوریز: در این آزمایش تاثیر سیستم خاک‌ورزی و همچنین تیمار ترکیبی کودی بر درصد کلونی‌شدن میکوریز معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ٤ نشان می‌دهد اعمال سیستم خاک‌ورزی کاهش یافته با استفاده از پنجه غازی میزان کلونی‌شدن قارچ آربسکولار میکوریز را افزایش داده است. میزان کلونیزاسیون این قارچ‌ها با استفاده از خاک‌ورزی کاهش یافته با گاوآهن برگردان با جدا نمودن صفحه برگردان ۳۳/٦ و با کاربرد خاک‌ورزی متداول ۲٦/۱ درصد بود. می‌توان نتیجه گرفت که اثر

اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی کاهش یافته بر میزان کلونی‌شدن میکوریز بیش از اثر کاربرد خاک‌ورزی متداول بوده است (جدول ٤). نتایج سایر تحقیقات نشان داد است که خاک‌ورزی کاهش یافته می‌تواند موجب افزایش همزیستی میکوریز گردد. خاک‌ورزی باعث تخریب فیزیکی میسیلیوم قارچ میکوریز می‌گردد و نیز ممکن است خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک را تغییر دهد (جوهانسون، ۲۰۰٤). نتایج چنین تغییراتی منجر به کاهش همزیستی میکوریز می‌گردد. مخلوط شدن خاک اثرات منفی بر کلونی‌شدن میکوریز از طریق تخریب میسلیوم فراریشه‌ای دارد (مک‌گونیگل و میلر، ۱۹۹٦). نتایج جدول آزمون مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد کاربرد کود شیمیایی فسفر + باکتری حل‌کننده فسفر موجب افزایش همزیستی میکوریز به میزان ۲۸/٤ درصد گردید. میزان همزیستی میکوریز با کاربرد کود شیمیایی فسفر ۲۷/۳ درصد و با تلقیح باکتری حل‌کننده فسفر میزان کلونی‌شدن قارچ‌های میکوریزی ٤۰/۱ درصد بود. نتایج این آزمایش بیانگر این است که اثر باکتری حل کننده فسفر بر درصد کلونیزاسیون میکوریز بیش از تاثیر کاربرد باکتری حل‌کننده فسفر + کودشیمیایی فسفر و کود شیمیایی فسفر به تنهایی است. تلفیق باکتری حل‌کننده فسفر + کود شیمیایی فسفر و کاربرد کود شیمیایی فسفر به‌تنهایی بر میزان کلونی‌شدن ریشه با قارچ‌های آربسکولار میکوریز اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ٤). افزایش قابلیت دسترسی گیاه با فسفر از طریق کودهای شیمایی می‌تواند از دلایل کاهش درصد همزیستی میکوریز باشد (زارع،a ۲۰۰۹). اخیراً مطالعات نشان داده است باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و افزایش‌دهنده رشد گیاهی موجب افزایش درصد کلونیزاسیون گیاه میزبان می‌گردد (زارع، و همکاران، a ۲۰۰۹ ؛ b ۲۰۰۹ ؛ c ۲۰۰۹؛ وو و همکاران، ۲۰۰۵). هر چند دلایل این افزایش کلونی‌شدن مشخص نگردیده است (وو و همکاران، ۲۰۰۵). در این تحقیق کاربرد باکتری حل کننده فسفر موجب افزایش میزان کلونی‌شدن میکوریز گردید. مطالعات انجام گرفته نشان داد که باکتری‌های حل‌کننده فسفر رابطه هم‌زیستی گیاه با قارچ میکوریز را افزایش می‌دهد (پاپی، ۱۹۹٤). جداسازی باکتری‌ها از اسپورهای قارچ‌های میکوریز نشان داده است که چندین جنس، شامل سودوموناس و کورینو باکتریوم، تندش اسپورها را افزایش می‌دهد. کارپنتر- باگ و همکاران (۱۹۹۵) تاثیرات تحریک کننده اکتینومیست‌ها و استرپتومیست‌ها را بر تندش اسپور مارگاریتا گیگاسپور آزمایش کردند. آنها گزارش کردند مقداری از ترکیبات فرار تولید شده ایزوله‌های باکتری جذب اسپورهای تندش یافته میکوریز گردید. در مقابل، در مطالعاتی که از خاک سترون شده استفاده کرده بودند، مشخص گردید که تلقیح باکتری به خاک از تندش اسپور (تومراپ، ۱۹۸۵) و اسپورسازی میکوریز

(روس، ۱۹۸۰؛ ویلسون، ۱۹۸۸) جلوگیری کرد. با این وجود ما مطمئن نیستیم که تلقیح با باکتری حل‌کننده فسفر میزان کلونی‌شدن میکوریز را افزایش داده و یا عدم کاربرد کودشیمیایی فسفر موجب این افزایش گردیده است. زیرا این میزان بیشتر کلونی‌شدن میکوریز مربوط به کرت‌هایی بود که در آن کود فسفر استفاده نشده بود و کرت‌ها با باکتری حل‌کننده فسفر تلقیح شده بودند.

نتیجه کلی این آزمایش بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار برعملکرد گندم نان تحت تاثیر اعمال مختلف سیستم‌های خاک‌ورزی بود.

نتایج زراعی: نتایج تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین اثرات سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی (خاک‌ورزی متداول و کاهش یافته) و تیمار کودی بر عملکرد و اجزاء عملکرد در جداول(۵ تا ۸) نشان داده شده است. اثر متقابل تیمارهای کود و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان عملکرد کمی و کیفی گندم معنی‌دار نبود. زارع (۲۰۱۰) گزارش نموده است که تاثیر انواع خاک‌ورزی کاهش یافته و بدون خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی متداول بر عملکرد گندم تحت شرایط دیم در سالهای ابتدایی اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی کمتر و یا دارای معنی‌دار نبوده است.

نتایج نشان دادکه تیمار کودی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته و میزان پروتئین و فسفر دانه داشت (جدول ۵ و ٦). عملکرد دانه با کاربرد کود شیمیایی فسفر + باکتری حل کننده فسفر با میانگین ۱۱٤۱ کیلوگرم دانه در هکتار در مقایسه با کاربرد به تنهایی باکتری و کود شیمیایی فسفره برتری معنی‌داری داشت (جدول ۷). اگر چه ممکن است که میزان فسفر کل در خاک بالا باشد، اما اغلب به صورتی وجود دارد که یا برای گیاه غیر قابل استفاده است و یا تنها در محیط خارج ریزوسفر قابل استفاده می‌باشند (زارع، ۲۰۰۸). بر اساس تحقیقات گایند و گوار (۱۹۹۱) کاربرد فسفر و تلقیح خاک با میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات باعث افزایش عملکرد غلات، بقولات، سیب‌زمینی و سایر گیاهان زراعی گردیده است. همچنین کاربرد کودهای زیستی حاوی حل کننده‌های فسفر موجب افزایش عملکرد گیاهان زراعی از قبیل کلزا، گندم و لوبیا نیز گردیده است (کیوسی، ۱۹۸۳؛ آسئا و همکاران، ۱۹۸۸).

جدول ٥- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر سیستم خاک‌ورزی و تیمار کود بر میزان عملکرد، اجزاء عملکرد

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	تعداد پنجه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تکرار	٢	٨٧٧٣٢٥/٤**	٤٥١٢٣/٢**	٣٧/٩**	٢٢/١**
خاک‌ورزی	٢	٧٢٥/٤ns	٦٢/٢ns	١/٥ns	٢/٣ns
اشتباه (a)	٤	٨٤٤٠/٩	٣٢/٣	٢/٥	٤/٢
کود	٢	٣٠١٣٥/٤**	٨٤/٦ ns	٢/٣*	٠/١ns
خاک‌ورزی× کود	٤	٦٦٧/٥ns	١٢٣/٧ ns	٠/٥ns	٠/٣ ns
خطای آزمایشی	١٢	١٤٦٣/٧	٤٦/١	٠/٢	١/١
ضریب تغییرات	-	٣/٥	٢/٦	٤/٢	٢/٩

ns: غیر معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ٥٪ و ١٪ اعداد داخل جدول میانگین مربعات هستند.

جدول ٦- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر سیستم خاک‌ورزی و تیمار کود بر میزان صفات کمی و کیفی گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ضخامت سنبله	طول برگ پرچم	طول سنبله	میزان پروتئین	میزان فسفر
تکرار	٢	٢٨/٥ ns	٠/٠٥٧ ns	٧/٧ ns	٢/٨ ns	١/٨٣*	٠/٥*
خاک‌ورزی	٢	٩٥/٩ ns	٠/٠٥٠ ns	٣/٦ ns	١/٨ ns	٢٦/٩ ns	٠/١٧ ns
اشتباه(a)	٤	٣٣/٧	٠/٠٤٢	١١/٦	١/٢	٢/٨٤	٢/٨٤
کود	٢	٣٨/٨*	٠/٠٤٤ ns	٥/٧ ns	٠/٦ ns	٤٧٤/٦**	٠/٣٨*
خاک‌ورزی×کود	٤	١٥ns	٠/٠٦٤ ns	٩/٧ ns	٠/٧ ns	١/٥٥ ns	٠/١ ns
خطای آزمایشی	١٢	٨/٥	٠/٠٥٢	٦/٢	٠/٧	٤٧/٢	٠/١٢
ضریب تغییرات	-	٣/٩	٣٣/٢٩	١٩/٥	١٠/٣	١/٤٧	١٧/٠٧

ns: غیر معنی دار ، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ٥٪ و ١٪. اعداد داخل جدول میانگین مربعات هستند.

جدول ۷- مقایسه میانگین میزان عملکرد و اجزاء تحت تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کودی

تیمارهای‌آزمایش*	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پنجه (مترمربع)	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)
سیستم خاک‌ورزی				
(RTC)	۱۰۶۵/۲ a	۲۶۲/۸ a	۱۰/۸ a	۳۷/۶ a
(CT)	۱۰۸۰ a	۲۶۰/۳ a	۱۱/۶ a	۳۶/۶ a
(RT)	۱۰۸۱/٤ a	۲۵۷/٦ a	۱۱/۵ a	۳۷/۲ a
تیمارهای کودی				
(P)	۱۰۳٤/۱۱ b	۲۵٦/۹ a	۱۱b	۳۷/۳ a
(B)	۱۰۵۰/۸۹ b	۲٦۰/۸ a	۱۰/۹ b	۳۷/۱ a
(PB)	۱۱٤۱/٦۷ a	۲٦۲/۹ a	۱۱/۹ a	۳۷ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست

* خاک‌ورزی: گاو آهن برگردان دار (CT)، بدون صفحه برگردان(RT) و پنجه غازی (RTC)، تیمار کود: کود شیمیایی فسفر(P)، کود شیمایی فسفر + باکتری باسیلوس کواگولانس (PB) و باکتری کواگولانس(B)

جدول ۸- مقایسه میانگین میزان صفات کمی و کیفی تحت تاثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کودی

تیمارهای آزمایش*	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	ضخامت سنبله (سانتی‌متر)	طول برگ‌پرچم (سانتی‌متر)	طول سنبله (سانتی‌متر)	میزان پروتئین دانه (گرم در کیلوگرم)	محتوای فسفر دانه (گرم در کیلوگرم)
سیستم خاک‌ورزی						
(RTC)	۷۲/۳ a	۰/۸ a	۱۲/۳ a	۷/۹ a	۱۰۵/۷ a	۲/۲ a
(CT)	۷۸/۵ a	۰/۷ a	۱۳/۵ a	۸/۵ a	۱۰٦ a	۲ a
(RT)	۷۳/۵٤ a	۰/٦ a	۱۲/٦ a	۷/٦ a	۱۰۷/۵ a	۱/۹ a
تیمارهای کودی						
(P)	۷۵/٦ a	۰/٦۵ a	۱۲/۳ a	۷/۷ a	۱۰۲/۲ b	۲/۲ a
(B)	۷۲/٤ b	۰/۷۷ a	۱۳/۷ a	۸/۳ a	۱۰٤/۷ b	۱/۲ b
(PB)	۷٦/۳ a	۰/٦٤ a	۱۲/۵ a	۸a	۱۱۵/۵ a	۲/٦ a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست

* خاک‌ورزی: گاو آهن برگردان دار (CT)، بدون صفحه برگردان(RT) و پنجه غازی (RTC)، تیمار کود: کود شیمیایی فسفر(P)، کود شیمایی فسفر + باکتری باسیلوس کواگولانس (PB) و باکتری کواگولانس(B)

نتایج حاصل از این تحقیق نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در عملکرد گندم تحت شرایط دیم و با اعمال خاک‌ورزی مختلف است. معمولاً غلات، گیاه اصلی مناطق نیمه خشک می‌باشند که پاسخ این گیاهان به خاک‌ورزی حفاظتی متغییر می‌باشد (رائو و دائو، ۱۹۹٦) که این امر موجب ارائه نتایج مختلف عملکرد گندم تحت شرایط اعمال خاک‌ورزی حفاظتی گردیده است که شاید اصلی‌ترین عوامل متغییر بودن این نتایج، اثر متقابل میزان بارندگی و نوع خاک‌ورزی باشد که پاسخ گیاه به انواع خاک‌ورزی در ارتباط مستقیم با میزان بارندگی در آن مناطق بوده و تحت افزایش میزان بارندگی اختلاف عملکرد تحت اتخاذ خاک‌ورزی متفاوت کاهش یافته است. از عوامل مهم موفقیت در کشاورزی در چنین مناطقی برگزیدن روش‌های خاک‌ورزی مناسب، انتخاب گیاهان سازگار به این شرایط و استفاده از پتانسیل زیستی خاک است (زارع، ۲۰۱۰). جوهانسون و همکاران (۲۰۰٤) بیان کردند که متراکم شدن خاک تحت تاثیر خاک‌ورزی معمولی تاثیر منفی بر فعالیت‌های زیستی خاک و آنزیم‌های خاک دارد. در این تحقیق هر چند کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش میزان عمکرد گندم تحت شرایط دیم‌کاری گردید اما تاثیر آن مستقل از نوع خاک‌ورزی بود. شاید علت عدم اثر نوع خاک‌ورزی بر پتانسیل کود زیستی بر عملکرد گندم، عدم پاسخ سریع خاک به نوع خاک‌ورزی و یا میزان تقریباً مطلوب بارندگی در سال آزمایش باشد (۵۵۰ میلی‌متر) که پراکنش خوبی در اواخر مرحله پنجه‌زنی و شرع ظهور سنبله داشت. جهت دستیابی به پایداری عملکرد در مناطق دیمکاری استفاده از پتانسیل زیستی و اتخاذ روش‌های کم خاک‌ورزی از راه‌های حصول به این هدف در این مناطق می‌تواند باشد. مسلماً تاثیرات سودمندی‌های انتخاب مناسب نوع خاک‌ورزی در دراز مدت خواهد بود. در مرحله گذر از خاک‌ورزی متداول به خاک‌ورزی کاهش یافته و بدون خاک‌ورزی ساختمان و ساختار خاک بهبود می‌یابد و در نتیجه در دراز مدت مزایای این نوع خاک‌ورزی بیشتر نمود می‌یابد.

نتایج این آزمایش نشان داد که در سال اول اجرای این نوع خاک‌ورزی، کاهشی در عملکرد گندم در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم ایجاد نگردید و استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش عملکرد گندم گردید. گزارشات حاکی از ان است که پذیرش خاک‌ورزی حفاظتی در سرتاسر جهان و در چند دهه اخیر افزایش یافته است (زارع، ۲۰۱۰). خاک نواحی نیمه خشک و تحت تاثیر خاک‌ورزی حفاظتی حاوی مقادیر بیشتر کربن آلی (فرانزلیوببرس و همکاران، ۱۹۹٦) و زی‌توده میکروبی بالا (بنسکانسا و همکاران، ۲۰۰٦) می باشد و دارای نفوذپذیری بالای خاک نسبت به آب می‌باشد (گیچرو و همکاران ۲۰۰٤). بنابراین به کارگیری روش‌های مبتنی بر کشاورزی زیستی و کم نهاده می‌تواند

ضمن حفظ سلامت بوم نظام‌های کشاورزی موجب صرفه‌جویی در انرژی فسیلی حاصل از کاربرد بیش از اندازه ماشین آلات کشت گردد. همچنین در مناطق دیم‌کاری که به سبب کمبود کربن آلی و طبیعت بارندگی‌های این مناطق که نامنظم و سنگین می‌باشد، خاک مستعد فرسایش می‌باشد که کارگیری خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند در این نواحی سودمند باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقایان دکتر ابراهیم محمدی‌گل‌تپه و دکتر امیر قلاوند، اساتید دانشکده کشاورزی تربیت مدرس به سبب راهنمایی‌های ارزشمندشان در طول مراحل آزمایش قدردانی می‌گردد. از مساعدت آقای مهندس‌عباسی مسئول آزمایشگاه گروه زراعت و اصلاح‌نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام نیز تشکر می‌گردد.

منابع

Amdro, J.A., and Jones, R.D. 1993. Nutrient limitation on microbial respiration in peat soils with different total phosphorous content. Soil Biol. Biochem. 25: 793-801.

Bescansa, P., Imaz, M.J., Virto, I., Enrique, A., and Hoogmoed, W.B. 2006. Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid. Spain Soil Till Res. 87: 19–27.

Carpenter-Boggs, L., Loynachan, T.E., and Stahl, P.D. 1995. Spore germination of Gigaspora margarita stimulated by volatiles of soil-isolated actinomycetes. Soil Biol. Biochem. 27:1445–1451.

De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., and Pisante, M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil till Res. 92: 69–78.

Fox, T.R., and Comerford, N.B. 1992. Rhizosphere phosphatase activity and phosphatase hydrolysable organic phosphorus in two forested spodosols. Soil Biol. Biochem. 24: 579-583.

Franzluebbers, A.J., Haney, R.L., Hons, F.M., and Zuberer, D.A. 1996. Active fractions of organic matter in soils with different texture. Soil Biol. Biochem. 28(10–11): 1367–1372.

Gaind, S. and Gaur, A.C. 1991. Thermotolerant phosphate solubilizing micro-organisms and their interaction with mung bean. Plant and Soil. 133: 141-149.

Garcı´a, C, Herna´ndez, M.T., and Costa, F. 1997. Potential use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. Soil Sci and Plant Nutr. 28: 123–134.

Gicheru, P., Gachene, C., Mbuvi, J., and Marea, E. 2004. Effects of soil management practices and tillage systems on surface soil water conservation and crust formation on a sandy loam in semi-arid Kenya. Soil Till Res. 75: 173–184.

Johansson, J.F., Paul, L.R., and Finlay, R.D. 2004. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. FEMS Microbiol. Ecol. 48: 1–13.

McGonigle, T.P., and Miller, M.H. 1996. Development of fungi below ground in association with plants growing in disturbed and undisturbed soils. Soil Biol. Biochem. 28: 263–269.

Miransari, M., and Smith, D. 2009. Alleviating salt stress on soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Bradyrhizobium japonicum symbiosis, using signal molecule genistein. Eur. J. Soil Biol. 45: 146 –152.

Ozpinar, S., and Baytekin, H. 2006. Effects of tillage on biomass, roots, N-accumulation of vetch (*Vicia sativa* L.) on a clay loam soil in semi-arid conditions. Field Crops Res. 96: 235–242.

Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. 1982. Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd edition, ASA, SSSA Publishing, Madison, WI, p. 1159.

Puppi, G., Azcon, R. and Hoflich, G. 1994. Management of positive interactions of arbuscular mycorrhizal fungi with essential groups of soil microorganisms. In: Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems (*Gianinazzi, S. and Schuepp,* H., Eds.), . Birkhauser Verlag, Basel, Switzerland.Pp. 201–215

Raiesi, F., and Ghollarata, M. 2006. Interactions between phosphorous availability and an AM fungus (*Glomus intraradices*) and their effects on soil microbial respiration, biomass and enzyme activities in a calcareous soil. Pedobiologia 50: 413-425.

Rao, S.C., and Dao, T.H. 1996. Nitrogen placement and tillage effect on dry matter and nitrogen accumulation and redistribution in winter wheat. Agron J. 88: 365–371.

Ross, J.P. 1980. Effect of nontreated soil on sporulation of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with soybean. Phytopath. 70: 1200–1205.

Simmons, B.L., and Coleman D.C. 2008. Microbial community response to transition from conventional to conservation tillage in cotton fields. Appl Soil Ecol. 40:518- 528.

Tommerup, I.C. 1985. Inhibition of spore germination of vesicular-abuscular mycorrhizal fungi in soil. Trans. British Mycol. 85: 267–278.

Wilson, G.W.T., Hetrick, B.A.D. and Kitt, D.G. 1988. Suppression of mycorrhizal growth-response of big bluestem by nonsterile soil. Mycol.. 80: 338–343.

Wu, S.C., Cao, Z.H., Li Z.G., Cheung, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P. and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125: 155–166.

Zarea, M.J., Ghalavand, A., Mohammadi Goltapeh, E., and Rejali, F. 2008. Influence of forage legumes mixed cropping on biomass yield, soil microbial biomass and nitrogenase activity. Green Farm J. 1 (6), 12–15.

Zarea, M.J., Ghalavand, A., Mohammadi Goltapeh, E., and Rejali, F. 2009a. Interaction of mycorrhiza, earthworm and rhizobium on growth of annual medic under light stress. Agri Technol. 5: 249-259.

Zarea, M.J., Ghalavand, A., Mohammadi Goltapeh, E., and Rejali, F. 2009b. Interactions between AM fungus (*Glomus mosseae*) - earthworms and their effects on bacterial communities composition, Nitrogenase activities and N-uptake. Agri Techn. 5(2): 337-347.

Zarea, M.J., Ghalavand, A., Mohammadi Goltapeh, E., Rejali, F., and Zamaniyan, M. 2009c. Effects of mixed cropping, earthworms (*Pheretima sp*.), and arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*) on plant yield, mycorrhizal colonization rate, soil microbial biomass, and nitrogenase activity of free-living rhizosphere bacteria. Pedobiol., 52: 223-235.

Zarea, M.J., 2010. Conservation Tillage and Sustainable Agriculture in Semi-Arid Dryland Farming. In: Lichtfouse, E., (Eds.), Springer Press.

EJCP., Vol. 4 (2): 189-206
ejcp.gau@gmail.com

Effect of soil tillage and integrated chemical fertilizer and biofertilizer on quantity and quality yield of bread wheat and soil biological activity under dry land farming

***Z. Rashidi[1], M.J. Zare[2], F. Rejali[3] and A. Ashraf mehrabi[2]**
[1]M.Sc. Student, Dept. of Agronomy, Ilam University, [2]Assistant Prof. Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Ilam University, [3]Academic Staff Member of the Soil and Water Research Institute, Karaj

Abstract

The objective of this study was to determine the quicker response of subsoil or surface soil to minimum tillage (MT) and conventional tillage (CT) and biofertilizers (*Bacillus coagulans*, B), Phosphorus fertilization (P) and integrated P and B (PB) under the wheat *(Triticum aestivum L* vr. Sardari) growing season. The experimental design was split plot laid out in randomized complete block design with three replications that tillage practice systems were in the main plots. The field trial is located in the dryland semiarid. Three tillage practices were: (i) conventional tillage (CT), with moldboard ploughing; (ii) reduced tillage (RTC), with ducksfoot cultivator with a springtine harrow, and (iii) with moldboard ploughing with the moldboard detached (RT). Result showed that there was no significantly differ in yield and yield component in wheat under MT or CT. Integrated P and B (PB) significantly ($P<0.05$) increased nutrient accumulation through increasing in N and P uptake of wheat plants. At 5–20 cm, miycorrhizal colonization value, alkaline phosphatase (ALP) enzymes and dehydrogenase activity (DHA) was greater than at 0–5 cm when wheat was under RTC or RT. At 5–20 cm B inoculant and PB increased ALP and DHA. Result indicated that transition to conservation tillage is the delay in soil response but subsurface soil can respond quickly to a cessation in tillage under the semiarid area condition

Keywords: Wheat; Dry land farming; Reduced tillage; Soil biological

* Corresponding Authors; Email: zrashidi@yahoo.com