



تأثیر نظام‌های مختلف کشت بر حاصلخیزی خاک شالیزار

علی‌اکبر تبریزی^{۱*}، قربان نورمحمدی^۲ و حمیدرضا مبصر^۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف چند کشتی بر برخی از خصوصیات خاک شالیزار، آزمایشی طی سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی استان مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار به اجرا در آمد. تیمارها شامل ۴ سیستم چند کشتی: ذرت- شبدر برسیم- برنج، ذرت- کلزا- برنج، ذرت- باقلا- برنج و آیش- برنج به عنوان شاهد بودند. نتایج نشان داد که نظام‌های مختلف کشت بر هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک تأثیر معنی‌داری نداشتند، اما میزان ماده آلی، نیتروژن کل، پتاسیم و فسفر قابل جذب خاک را تحت تأثیر قرار دادند. بیشترین میزان درصد ماده آلی خاک، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب پس از ذرت- شبدر برسیم- برنج حاصل شد، ولی حداکثر پتاسیم قابل جذب خاک پس از نظام کشت آیش- برنج به دست آمد. حداقل ماده آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب پس از ذرت- کلزا- برنج حاصل شد. با توجه به نوع اقلیم و خصوصیات خاک اراضی شالیزاری استان مازندران، سیستم ذرت- شبدر- برنج بهترین نظام کشت می‌باشد که موجب افزایش تولید و حاصلخیزی خاک خواهد شد.

واژگان کلیدی: پتاسیم، فسفر، ماده آلی، نظام چند کشتی، نیتروژن.

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) maziartabriz@yahoo.com

۲- استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۱۲

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر، قائمشهر، ایران تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۶

مقدمه

برنج یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی و از اساسی‌ترین منابع تغذیه در کشورهای در حال توسعه است (Gbanguba *et al.*, 2011). حدود ۹۰ درصد از برنج تولید شده در دنیا متعلق به آسیا می‌باشد (Mostafazadeh-Fard *et al.*, 2010) و استان‌های مازندران و گیلان با تولید حدود ۷۸ درصد برنج کشور، بزرگ‌ترین تولید کنندگان این محصول می‌باشند (Nasiri and Pirdashti, 2003). با افزایش جمعیت و بالا رفتن نیاز به مواد غذایی، افزایش تولید محصولات کشاورزی غیر قابل اجتناب بوده و یکی از روش‌های افزایش تولید محصولات کشاورزی افزایش بهره‌برداری از زمین طی مدت معین از طریق جایگزین نمودن سیستم‌های چند کشتی در سال به جای سیستم‌های تک کشتی^۱ می‌باشد. طولانی بودن فصل رشد و نمو، مساعد بودن دما و بارندگی پس از برداشت برنج تا نشاء مجدد آن در سال آینده، کوتاه بودن طول دوره رشد برنج و وجود خاک‌های حاصلخیز موجب می‌شود اراضی شالیزار در استان مازندران پتانسیل بالایی جهت استقرار سیستم‌های چند کشتی داشته باشند. استفاده از این روش کشت علیرغم افزایش تولید، به دلیل فشردگی کشت و عدم آیش بندی ممکن است تاثیرات متفاوتی بر حاصلخیزی خاک داشته باشد که این اثرات بستگی به نوع گیاهان و نظام کشت مورد استفاده و مدیریت دارد. سیستم‌های چند کشتی بنابر تعریف عبارت از کشت متوالی دو یا تعداد بیشتر گیاهان زراعی طی یک سال در یک قطعه زمین است (Biabani, 2010). طول فصل رشد، میزان دسترسی به آب، خصوصیات خاک و اقلیم تعیین کننده تعداد و نوع گیاهانی است که می‌توانند پس از برداشت برنج در اراضی شالیزاری

در قالب نظام‌های چند کشتی مورد استفاده قرار گیرند (George *et al.*, 1992). یکی از مهم‌ترین نیازها در استفاده از سیستم‌های چند کشتی حفظ و ارتقاء حاصلخیزی خاک می‌باشد (Shi-ye, 1991). سیستم کشت برنج-گندم یکی از مهم‌ترین الگوهای کشت در اراضی شالیزاری آسیا می‌باشد اما گزارش‌ها نشان داده که در دراز مدت این روش به دلیل کاهش ماده آلی و نیتروژن خاک منجر به افت حاصلخیزی خاک گردیده است (Sing *et al.*, 2009; Bhandari *et al.*, 2002). گزارش‌هایی از کشور چین نیز نشان می‌دهد الگوی کشت برنج-گندم موجب بروز مشکلاتی از جمله کاهش ماده آلی خاک، عدم جذب نیتروژن و نزول حاصلخیزی خاک شده است (Zheng *et al.*, 2010). نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد که کاهش نیتروژن خاک در اثر اعمال این نظام کشت مهم‌ترین عامل محدود کننده عملکرد برنج می‌باشد (Chen *et al.*, 2010). قرار دادن گیاهان خانواده بقولات در نظام‌های مختلف کشت به دلیل افزایش ماده آلی، نیتروژن، فسفر قابل جذب و افزایش فعالیت‌های میکروبیولوژیکی خاک، سودمند می‌باشد (Boddy *et al.*, 1997; Bindre *et al.*, 2000; Draper, 2006; Zeng *et al.*, 2007). در یک نظام تناوبی مناسب باید گیاهان خانواده بقولات گنجاده شود (Muthoni and Kabiva, 2010). استفاده از این گیاهان به‌عنوان کود سبز نقش مهمی در افزایش حاصلخیزی خاک و پایداری سیستم‌های کشاورزی دارد (Jeon *et al.*, 2011).

بر اساس تحقیق میزان نیتروژن ذخیره شده خاک شالیزاری در نظام کشت نخود-برنج در مقایسه با آیش-برنج بیشتر بود (Sharma *et al.*, 2005). در تحقیقی دیگر کشت شبدر و چاودار در اراضی

قبل از شروع آزمایش از خاک مزرعه جهت تعیین برخی از خصوصیات نمونه برداری بعمل آمد که در جدول شماره ۱ موجود می باشد. طرح مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار بود. تیمارها ۴ نظام کشت مختلف شامل: ۱- ذرت سیلویی-شیدر برسیم-برنج، ۲- ذرت سیلویی-کلزا-برنج، ۳- ذرت سیلویی-باقلا-برنج و ۴- آیش-برنج به عنوان شاهد است که سیستم تک کشتی معمول منطقه می باشد.

برای ذرت از رقم سینگل کراس ۵۵۵، برای کلزا از رقم هایولا ۴۰۱، برای باقلا از رقم برکت، برای شیدر از رقم برسیم و برای برنج از رقم طارم استفاده شد. پس از برداشت برنج به عنوان آخرین گیاه قرار گرفته در هر نظام کشت از خاک هر کرت به طور جداگانه نمونه گیری به عمل آمد تا تاثیر نظام های یاد شده بر خصوصیات خاک ارزیابی گردد.

ذرت رقم سینگل کراس ۵۵۵ در اواخر مرداد کشت و ۷۱ روز پس از کاشت در اوایل آبان در مرحله شیرری-خمیری شدن دانه جهت سیلو برداشت گردید. سپس گیاهان سری دوم (شیدر برسیم، باقلا رقم برکت و کلزا رقم هایولا ۴۰۱) مطابق نظام های یاد شده، در اوایل آبان پس از برداشت ذرت، کشت شدند. کلزا و باقلا در زمان رسیدگی کامل در اواخر اردیبهشت برداشت گردیدند. ۲ چین اول شیدر در زمان ابتدای گلدهی برداشت و چین سوم ۲۰ روز قبل از نشاء برنج به عنوان کود سبز به خاک برگردانده شد در اوایل خرداد، برنج نشاء و در اواخر مرداد برداشت گردید، و این توالی برای سال دوم آزمایش تکرار شد. ذرت با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع، باقلا با تراکم ۱۵ بوته در متر مربع، کلزا با تراکم ۷۰ بوته در متر مربع کشت شد و برنج با تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و با تعداد ۴ جوانه در هر کپه نشاء گردید. کرت ها دارای عرض ۳ و طول ۵ متر، فاصله بین کرت ها ۱۰۰

شالیزاری نشان داد که شیدر به دلیل تثبیت بیولوژیکی می تواند تا حدود زیادی نیتروژن خاک را افزایش داده و نیاز برنج به این عنصر را مرتفع سازد و نیز موجب پایداری تولید می گردد در حالی که کشت چاودار نیاز به مصرف کود را افزایش می دهد (Cho et al., 2003).

در خصوص سیستم کشت باقلا-برنج نتایج یک تحقیق نشان داد که نیتروژن و فسفر موجود در بقایای این گیاه موجب افزایش میزان این دو عنصر در خاک گردیده و افزایش عملکرد برنج در زراعت بعدی را در پی دارد (Lifang et al., 2000). کشت متوالی برنج به دلیل غرقاب بودن و عملیات پادلینگ موجب خرابی ساختمان خاک، کاهش فعالیت های میکروارگانیسم ها و واکنش های بیوشیمیایی می گردد بنابراین قرار دادن گیاهانی نظیر ذرت-سویا، باقلا و بقولات علوفه ای موجب افزایش فعالیت های میکروبیولوژیکی گردیده و فرآیند معدنی شدن نیتروژن را تسریع می نماید (Beninted et al., 2008). هدف از اجرای این تحقیق معرفی یک الگوی مناسب چند کشتی در اراضی شالیزاری به منظور افزایش حاصلخیزی خاک و بررسی تاثیر نظام های مختلف کشت بر تغییرات برخی از خصوصیات خاک همچون میزان ماده آلی، درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم قابل جذب است.

مواد و روش ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات زراعی دشت ناز ساری در ۳۰ کیلومتر شمال شرق این شهرستان طی سال های ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ در ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۶ متر پایین تر از دریای آزاد به اجرا درآمد. منطقه دارای اقلیم معتدل و مرطوب با حدود ۷۰۰ میلی متر بارندگی سالیانه می باشد.

قرارگیری گیاهان خانواده بقولات در نظام‌های کشت موجب کاهش و تنظیم اسیدیته خاک گردید و از این طریق باعث بهبود جذب سایر عناصر شد (Chan and Heenan, 1993; Kazemi, 1999; Wie *et al.*, 2005). همچنین حقیقت‌نیا و همکاران (Haghighatnia *et al.*, 2008) نیز بیان کردند ریشه‌های بقولات در تنظیم اسیدیته خاک مؤثر می‌باشند.

هاینس (Hayens, 1983) نیز ارتباط بین فعالیت ریشه و کاهش اسیدیته در نظام‌های کشت مبتنی بر بقولات را تایید کرد. به نظر می‌رسد فعالیت ریشه بقولات و گره‌های تثبیت کننده نیتروژن موجب کاهش اسیدیته خاک می‌گردد همچنین افزایش اسیدهای آلی ناشی از افزایش ماده آلی نیز در این امر مؤثر است. در تحقیقی دیگر مشخص شد که در بین پارامترهای مورد اندازه‌گیری خاک شالیزاری، کمترین تغییرات اسیدیته در کشت گیاهان مختلف نشان داده است با این حال مطابق این تحقیق میزان اسیدیته خاک پس از سیستم کشت شبدر-برنج به‌طور جزئی بیشتر از سایر سیستم‌های کشت بود (Shalika *et al.*, 2009). مطابق تحقیقی دیگر (Muthoni and Kabiva, 2010) عنوان گردید که کشت گیاهان مختلف در غالب نظام‌های کشت با افزایش ماده آلی خاک موجب بالا رفتن اسیدیته خاک می‌گردد.

تاثیر نظام‌های مختلف کشت و سال‌های آزمایش بر هدایت الکتریکی خاک شالیزاری معنی‌دار نبود (جدول ۲). حداکثر هدایت الکتریکی به‌دست آمده در نظام کشت آیش-برنج با ۰/۷۱ دسی‌زیمنس بر متر و حداقل با ۰/۵۶ مربوط به نظام ذرت-باقلا-برنج بود. به نظر می‌رسد در تیمار آیش، عدم کشت منجر به عدم برداشت و تجمع بعضی از عناصر به‌ویژه پتاسیم در خاک گردیده و در نتیجه، بالا رفتن غلظت عناصر منجر به افزایش هدایت الکتریکی خاک

سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها ۱۵۰ سانتی‌متر بود. عملیات زراعی شامل آماده‌سازی زمین، کشت، مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز مطابق دستورالعمل‌های معمول هر یک از گیاهان یاد شده اجرا شد و کوددهی بر اساس نتایج آزمون خاک به انجام رسید. پس از اتمام هر نظام کشت، از ۱۰ نقطه در هر کرت به‌طور جداگانه نمونه‌برداری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به عمل آمد. نیتروژن توسط روش کج‌دال، فسفر توسط روش اولسون - سامرز و پتاسیم به روش جایگزینی آمونیوم محاسبه شد. داده‌ها توسط برنامه SPSS تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

اسیدیته بسیاری از واکنش‌های خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و بر عواملی مانند قابلیت استفاده از عناصر غذایی، تحرک عناصر و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک دخالت دارد. سال‌های آزمایش بر اسیدیته خاک اثر معنی‌داری به جای گذاشت (جدول ۲). اسیدیته خاک در سال دوم آزمایش (۷/۶۴) اندکی بالاتر از سال اول (۷/۶۱) بوده است (جدول ۳). به نظر می‌رسد کشت و کار مداوم و متنوع گیاهان مختلف طی دو سال به‌طور فشرده همراه با افزودن کودهای مورد نیاز منجر به افزایش اسیدیته خاک گردیده است (جدول ۳). تاثیر نظام‌های مختلف چند کشتی بر اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار نبود اما سال‌های آزمایش بر اسیدیته خاک اثر معنی‌داری به جای گذاشت (جدول ۲). حداکثر اسیدیته به‌دست آمده خاک پس از ذرت-کلزا-برنج با ۷/۷ و حداقل مربوط به ذرت-باقلا-برنج با ۷/۵۴ بود. همچنین مقدار این پارامتر پس از کشت ذرت-شبدر-برنج ۷/۵۹ و پس از آیش-برنج ۷/۶۹ بود (جدول ۳). نتایج تحقیقات نشان داد که

دوم نسبت به سال اول می‌تواند باشد. وجود گیاهان خانوادہ بقولات در سیستم‌های کاشت ذرت-شبدر-برنج و ذرت-باقلا-برنج که دارای حجم بالایی از ریشه‌های نرم با سرعت پوسیدگی بالا می‌باشند و نیز به دلیل کاهش بیشتر نسبت کربن به نیتروژن و همچنین افزایش میزان اندام‌های هوایی برگشت داده شده به خاک بخصوص در شبدر که چین آخر به عنوان کود سبز به خاک برگشت داده شد، موجب افزایش ماده آلی خاک گردید. حقیقت‌نیا و همکاران (Haghighatnia *et al.*, 2008) نیز طی تحقیقی اعلام داشتند قرار دادن شبدر به عنوان کود سبز در نظام‌های کشت موجب افزایش ماده آلی خاک، به دلیل برگشت کامل بقایای گیاهی به خاک، عدم وجود بافت‌های خشبی و پایین بودن نسبت C/N گردیده است.

کورتنی و مولن (Courtney and Mullen, 2008) نشان دادند که استفاده از کود سبز موجب افزایش ماده آلی و نیتروژن خاک خواهد گردید. در تحقیقی دیگر در هند مشخص شد که قرارگیری ماش و بادام زمینی در تناوب با برنج موجب افزایش ماده آلی خاک گردید (Porpavai *et al.*, 2011).

تاثیر نظام‌های مختلف کشت بر درصد نیتروژن کل خاک معنی‌دار شد ($P = 0.01$) (جدول ۲). حداکثر میزان نیتروژن خاک با ۰/۱۸۵ درصد پس از سیستم کشت ذرت-شبدر-برنج حاصل شد و پس از آن نظام‌های ذرت-باقلا-برنج، آیش-برنج و ذرت-کلزا-برنج به ترتیب با ۰/۱۵۷، ۰/۱۵۶ و ۰/۱۱۸ درصد قرار گرفتند (جدول ۳). بین میزان ماده آلی خاک و نیتروژن کل رابطه مثبت وجود دارد (Gami *et al.*, 2009) و کشت گیاهان خانوادہ بقولات موجب افزایش ماده آلی، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و در نتیجه افزایش میزان نیتروژن خاک می‌شود (Porpavai *et al.*, 2011; Deraper, 2006; Bindra *et al.*, 2000).

گردیده است هرچند تفاوت‌ها معنی‌دار نبوده است. اما تحقیق انجام شده در شمال ایران نشان داد که هدایت الکتریکی خاک تحت تاثیر نظام‌های تناوبی قرار گرفته و این شاخص پس از کشت شبدر بالاترین بوده است (Shalika *et al.*, 2009). اثر متقابل نظام‌های مختلف کاشت و سال‌های آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد بر هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار گردید (جدول ۲). حداکثر هدایت الکتریکی محاسبه شده مربوط به اثر متقابل آیش در سال اول با ۰/۹۳ دسی‌زیمنس بر متر و حداقل با ۰/۴۹ به تیمار کاشت ذرت - شبدر در سال دوم آزمایش بود.

میزان ماده آلی خاک یکی از شاخص‌های مهم کیفیت خاک و پایداری تولید می‌باشد (Liu *et al.*, 2006) و خصوصیتی همچون میزان ظرفیت تبادل کاتیونی، میزان نیتروژن خاک، معدنی شدن عناصر، بهبود ساختمان خاک و فعالیت‌های بیولوژیکی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Zhou *et al.*, 2014). استفاده از نظام‌های کشت غلات - لگومینوز، موجب افزایش ماده آلی خاک می‌گردد (Ahmad *et al.*, 2014). درصد ماده آلی خاک شالیزاری تحت تاثیر سیستم‌های کشت قرار گرفت ($P = 0.01$) (جدول ۲). حداکثر و حداقل ماده آلی ۱/۹۳ و ۱/۴۴ درصد به ترتیب پس از سیستم کشت ذرت-شبدر-برنج و ذرت-کلزا-برنج به دست آمد. همچنین مقدار این شاخص پس از ذرت-باقلا-برنج و آیش-برنج ۱/۶۸ و ۱/۵۸ درصد بودند (جدول ۳). افزایش ماده آلی خاک از جمله کارکردهای سیستم‌های کشت مبتنی بر بقولات می‌باشد (Masri and Ryan, 2005).

ماده آلی خاک در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر سال‌های آزمایش قرار گرفت (جدول ۲). در بین سال‌های مورد آزمایش میزان ماده آلی در سال دوم (۱/۸۹) بیشتر از سال اول (۱/۵۲) بود (جدول ۳) و این امر مربوط به تجمع بیشتر بقایای گیاهی در سال

که ماده آلی خاک یکی از مهم‌ترین منبع فسفر خاک می‌باشد. همچنین در سیستم‌های کشتی که گیاهانی نظیر شبدر، ماش و باقلا در تناوب قرار داشتند میزان فسفر خاک بیشتر بود چون میزان ماده آلی خاک بالاتر و فرایند معدنی شدن عناصر بیشتر بود (Haghighatnia *et al.*, 2008). سال‌های مورد آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فسفر خاک اثر معنی‌داری به جای گذاشت (جدول ۲). میزان فسفر قابل جذب در سال اول آزمایش ۱۵/۹۶ PPM و این مقدار در سال دوم به ۱۹/۷۵ PPM افزایش یافت که این امر ناشی از افزایش ماده آلی خاک در اثر تداوم کشت گیان در غالب نظام‌های مختلف کشت و تجمع بیشتر بقایای گیاهی در خاک در سال دوم آزمایش می‌باشد (جدول ۳).

تاثیر نظام‌های مختلف کشت بر میزان پتاسیم قابل جذب خاک معنی‌دار شد ($P = 0.01$) اما اثر سال و اثر متقابل نظام‌های کشت و سال بر این فاکتور معنی‌دار نبود (جدول ۲). حداکثر میزان پتاسیم قابل جذب خاک پس از آیش-برنج با ۴۹۹ PPM و حداقل پس از ذرت-کلزا-برنج با ۳۸۶ PPM بدست آمد. کشت یک محصول در نظام کاشت آیش-برنج منجر به مصرف و برداشت کمتر این عنصر نسبت به سایر نظام‌های کشت گردید و با توجه به کم بودن میزان آبشویی آن از خاک، بنابراین میزان پتاسیم پس از این نظام نسبت به سایر نظام‌ها بالاتر بود. اما در نظام کاشت ذرت-کلزا-برنج به دلیل وجود دو گیاه پر توقع (ذرت و کلزا) پتاسیم خاک تخلیه و بنابراین مقدار آن در خاک کاهش یافت.

مطابق تحقیقی مشخص شد کشت گیاهان لگومینوز در اراضی شالیزاری در مقایسه با آیش منجر به افزایش ماده آلی، نیتروژن کل و فسفر قابل جذب می‌گردد اما پتاسیم قابل جذب را اندکی کاهش می‌دهد (Zeng *et al.*, 2007). فرانسیس و همکاران

استفاده از بقولات به عنوان کود سبز از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و نیز بالا بودن سرعت فرآیند مینرالیزاسیون موجب افزایش نیتروژن خاک می‌شود (Brandsaeter *et al.*, 2008).

در خصوص گیاه باقلا طی پژوهشی مشخص گردید که این گیاه موجب افزایش نیتروژن خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی می‌گردد (Jensen and Peoples, 2010) و می‌تواند به عنوان یک پیش کاشت مفید در تناوب‌های مختلف با غلات وارد شود (Kopke and Nemecek, 2010). تحقیقی دیگر نیز نشان داد که قرارگیری بقولات در تناوب منجر به افزایش عملکرد غلات از طریق افزایش میزان نیتروژن خاک می‌گردد (Siadat *et al.*, 2011). همچنین، مطابق پژوهشی دیگر مشخص شد که ریشه‌ها و اندام‌های سبز هوایی در گیاهان خانواده بقولات می‌تواند در خاک به سرعت پوسیده شده و نیتروژن آزاد شده از این طریق در اختیار گیاه بعدی قرار خواهد گرفت (Lithourgidis *et al.*, 2011).

فسفر قابل جذب خاک تحت تاثیر نظام‌های مختلف کشت قرار گرفت ($P = 0.01$) (جدول ۲). حداکثر میزان فسفر قابل جذب خاک پس از ذرت-شبدر-برنج با ۲۲/۰۶ PPM و حداقل پس از ذرت-کلزا-برنج با ۱۲/۰۱ PPM به دست آمد. در این خصوص می‌توان گفت که بالا بودن میزان ماده آلی خاک پس از کشت ذرت-شبدر-برنج منجر به بالاتر بودن فسفر خاک گردیده زیرا ماده آلی محتوی فسفر می‌باشد، همچنین مطابق تحقیق منگل (Mengel, 1997) مشخص شد که نظام‌هایی که مولد ماده آلی بیشتر هستند منجر به افزایش فسفر قابل جذب خاک می‌گردند زیرا مواد آلی برای جذب شدن در سطح خاک با فسفر رقابت کرده بنابراین میزان فسفر محلول در خاک را افزایش می‌دهند. فیشینگر و همکاران (Feichtinger *et al.*, 2004) اعلام داشتند

کشت موجب بالا رفتن میزان پتاسیم خاک می‌گردد زیرا علاوه بر عدم برداشت این عنصر از خاک، زمان کافی برای پوسیدگی بقایای گیاهی و فرایند معدنی شدن و بازیافت عنصر وجود دارد.

(Fransis *et al.*, 2002) اعلام داشتند که کشت کلزا در اراضی شالیزاری موجب تخلیه عناصر غذایی خواهد شد. حقیقت نیا و همکاران (Haghighatnia *et al.*, 2008) نیز اعلام داشتند وجود آیش در نظام‌های

جدول ۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Soil characteristics of the experimental field

کربن آلی OC (%)	ماده آلی OM (%)	درصد مواد خنثی شونده T.N.V (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی Ec (ds/m)	درصد اشباع Sp (%)
0.93	1.34	17	7.68	0.72	61
بافت Text	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	نیتروژن کل N (%)	پتاسیم قابل جذب K (mg/kg)	فسفر قابل جذب P (mg/kg)
رسی-لومی Clay loam	34	28	0.102	440	23.6

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب تاثیر نظام‌های مختلف کشت و سال بر برخی از خصوصیات خاک شالیزاری

Table 2- Analysis of varians of some characteristics paddy soil at different cropping systems and year

منابع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)					
		اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC	درصد ماده آلی OM	درصد نیتروژن N	فسفر قابل جذب P	پتاسیم قابل جذب K
سال Year	1	0.096 *	0.192 ns	1.69 **	0.008 **	114.382 **	36382.531 ns
تکرار Replication	3	0.057 ns	0.114 ns	0.008 ns	0.00026 ns	6.65 ns	1544.947 ns
سال × تکرار Year × Replication	6	0.0125	0.255	0.013	0.0001	1.396	2426.223
نظام کشت (A) Croppins System	3	0.004 ns	0.043 ns	0.648 **	0.0109 **	154.791 **	16927.197 **
سال × نظام کشت (A×Y) Year × Croppins System	3	0.003 ns	0.087 *	0.117 *	0.00024 ns	10.775 ns	391.364 ns
خطای b Error b	18	0.004	0.02	0.029	0.00023	8.797	1208.253
ضریب تغییرات C.V		0.92	23	6.21	9.56	10.64	6.37

ns: عدم معنی‌داری، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns: non significant, ** and *: significant at the 1% and 5% probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای نظام‌های مختلف کشت و سال‌های آزمایش بر برخی از خصوصیات خاک شالیزاری
Table 3- Mean comparison of some characteristics paddy soil at different cropping systems and year

Treatments تیمار	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (EC (ds/m	درصد ماده آلی OM (%)	درصد نیترژن N (%)	فسفر قابل جذب P (mg/Kg)	پتاسیم قابل جذب K (mg/Kg)
نظام های مختلف کشت Different Croppings Systems						
آیش- برنج Fallow-Rice	7.69 a	0.71 a	1.58 b	0.156 b	20.23 ab	499 a
ذرت - شبدر - برنج Maize-Clover-Rice	7.59 a	0.6 a	1.93 b	0.185 a	22.06 a	451 b
ذرت - کلزا - برنج Maize-Canola-Rice	7.7 a	0.56 a	1.44 b	0.118 c	12.01 c	386.75 c
ذرت - باقلا - برنج Maize-Broad Bean-Rice	7.54 a	0.69 a	1.68 b	0.157 b	17.12 b	443.38 b
سال Year						
سال اول First Year	7.61 a	0.72 a	1.52 b	0.143 b	15.96 b	478.75 a
سال دوم Second year	7.64 a	0.79 a	1.89 a	0.176 a	19.75 a	411.31 a

وجود حروف مشابه در هر ستون نشانه عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.
 5% probability level Means with the same letter in each column represent non significant at

References

منابع مورد استفاده

- Ahmad, W., Z. Shah, M. Jamal, and K.A. Shah. 2014. Recovery of organic fertility in degraded soil through fertilization and crop rotation. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*. 13(9): 92-99.
- Benintend, M.C., M.A. Sterren, and J.J.D. Battista. 2008. Soil microbiological indicators of soil quality in four rice rotation system. *Ecological Indicators*. 8(5): 704-708.
- Biabani, A. 2010. Cultivar and density effects on yield of soybean in double cropping. *African Journal of Agricultural Research*. 5(23): 3203-3206.
- Bindra, A.D., B.D. Kalia, and S. Kumar. 2000. Effect of N-Levels and dates of transplanting on growth, yield and yield attributes of scented rice. *Advances in Agricultural Research in India*. 10: 45-48
- Bhandari, A.L., J.K. Ladha, H. Pathak, A.T. Padre, D. Dawe, and R.K. Gupta. 2002. Yield and soil nutrient changes in a long – term rice – wheat rotation in India. *Soil Science Society of America Journal*. 66: 162-170.
- Boddey, R.M., J.C.D. Moraes, B.G.R. Alves, and S. Urquiaga. 1997. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in tropics. *Soil Biology and Biochemistry Journal*. 29 (5-6): 787-799.
- Brandsaeter, L.O.H., H. Heggen, H. Riley, E. Stubhaug, and T.M. Henriksen. 2008. Winter survival, biomass accumulation and N mineralization of winter annual and biennial legumes sown at various times of year in Northern temperate regions. *European Journal of Agronomy*. 28: 437-448.
- Chan, K.Y., and D.P. Heenan. 1993. Effects of lupine on soil properties and wheat production. *Australian Journal of Agricultural Research*. 44: 1971-1984.
- Chen, Y., W. Chun-Yan, X. Tang, S.M. Yang, and J.Y. Wang. 2010. Fate of nitrogen from organic and inorganic sources in rice – wheat rotation cropping system. *Agricultural Sciences in China*. 9(7): 1017-1025.
- Cho, Y.S., K. Hidaka, and T. Mineta. 2003. Evaluation of white clover and rye grown in rotation with no-tilled rice. *Field Crops Research*. 83(3-15): 237-250
- Courtney, R.G., and G.J. Mullen. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology Journal*. 99: 2913-2918.
- Draper, P. 2006. Cool season pulse suitable for rotation with rice. *Rural Industries Research and Development Corporation of Australian*. 173: 34-36
- Feichtinger, F., E. Erhart, and W. Hartl. 2004. Net N-mineralisation related to soil organic matter pools. *Plant, Soil and Environment*. 50: 273-276.
- Fransis, F. 2002. Biological efficiencies in multiple cropping systems. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25(4): 739-774.

- Gami, S.K., J.G. Lauren, and J.M. Duxbury. 2009. Influence of soil texture and cultivation on carbon and nitrogen levels in soil of the eastern Indo-Gangetic plains. *Geoderma*. 153(3-4): 304-311.
- Gbanguba, A.U., U. Ismaila, M.G.M. Kolo, and A. Umar. 2011. Effect of cassava-legumes intercrop before rice on weed dynamics and rice grain yield at Badeggi Nigeria. *African Journal of Plant Science*. 5(4): 264-267.
- Georgel, T., J.K. Ladha, R.J. Buresh, and O.P. Garrity. 1992. Managing native and legume-fixed nitrogen in lowland rice-based cropping systems. *Plant and Soil*. 141: 69-91.
- Haghghatnia, H., M. Dastfal, and V. Barati. 2008. Effect of crop rotation systems on wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and some soil properties. *Seed, Plant, Improvement Journal*. 24(2): 265-282.
- Hayens, R.J. 1983. Soil acidification induced by leguminous crops. *Grass and Forage Science*. 38: 1-11.
- Jensen, E.S. and M.B. Peoples. 2010. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*. 115(3): 203 – 216.
- Jeon, W.T., B. Choi, S.A.M. Abd El-Azeem, and Y.S. Ok. 2011. Effect of different seeding methods on green manure biomass, soil properties and rice yield in rice-based cropping systems. *African Journal of Biotechnology*. 10(11): 2024-2031.
- Lifang, H., S. Fan, Z. Zongsheng, and F. Libo. 2000. A systematic approach to balancing soil in Broad bean-Rice rotation in Yunnan. *Better Crops International Plant Nutrition Institute*. 14(2): 55-71.
- Lithourgidis, A.S., C.A. Dordas, C.A. Damalas, and D.N. Vlachostergios. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*. 5(4): 396-410.
- Liu, X., S.J. Herbert, A.M. Hashemi, X. Zhang, and G. Ding. 2006. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation – A review. *Plant, Soil and Environment*. 52(12): 531–543.
- Kazemi, H. 1999. Principals of Dry Farming. *Tabriz University Publications*. 507 pp.
- Kopke, U., and T. Nemecek. 2010. Ecological service of faba bean. *Field Crops Research*. 115(3): 217 – 233.
- Masri, Z., and J. Ryan. 2005. Soil organic matter and related physical properties in a Mediterranean wheat based rotation trial. *Soil and Tillage Research*. 81: 54-67.
- Mengel, K. 1997. Agronomic measures for better utilization of soil and fertilizer phosphates. *European Journal of Agronomy*. 7: 221-223.
- Mostafazadeh-Fard, B., F. Jafari, S.F. Mousavi, and M.R. Yazdani. 2010. Effects of irrigation water management on yield and water use efficiency of rice in cracked paddy soils. *African Journal of Crop Science*. 4(3): 136-141.

- Muthoni, J., and J.N. Kabiva. 2010. Effects of crop rotation on soil macronutrient content and pH in potato producing areas in Kenya. *Journal of Soil Science and Environmental Management*. 1(9): 222-233.
- Nasiri, M., and H. Pirdashti. 2003. Effect of level and time of nitrogen on yield component of rice rationing. *Journal of Biological Sciences*. 2: 217-222.
- Porpavai, S., P. Devasenapathy, K. Siddeswaran and T. Jayaraj. 2011. Impact of various rice based cropping systems on soil fertility. *Journal of Cereals and Oilseeds*. 2(3): 43-46.
- Shalika, O.H, S.H. Ayoubi, F. Khormali, and R. Ghorbani-Nasrabadi. 2009. Assessment of soil quality indicators in different rice rotation systems in Dasht-Sar district, Amol, Mazandaran province. *Journal of Agricultural Science and Natural Resource*. 15(6): 220-234. (In Persian).
- Sharma, G., S.K. Patil, R.J. Buresh, V.N. Mishra, R.O. Das, S.M. Haefele, and L.K. Shrivastava. 2005. Rice establishment method affects nitrogen use and crop production of rice-legume systems in drought-prone eastern India. *Field Crops Research*. 92(1): 17-33.
- Shi-ye, L. 1991. Soil management problems in multiple cropped paddy fields in China. *Biology and Fertility of Soils*. 12(3): 213-216.
- Siadat, S.A., M.R. Moradi-Telavat, G. Fathi, M. Mazarei, K. Alamisaeid, and S.h. Mousavi. 2011. Rapeseed (*Brassica napus* L) response to nitrogen fertilizer following different previous crop. *Italian Journal of Agronomy*. 6(31): 199-203.
- Sing, K.B., S.K. Jalota, and B.D. Shamara. 2009. Effect of continuous Rice – Wheat rotation on soil properties from four agro – ecosystems of Indian Punjab. *Soil Science and Plant Analysis*. 40: 2945-2958.
- Wie, X., M. Hao, M. Shao, and W.J. Gale. 2005. Changes in soil properties and availability of soil micronutrients after 18 years of cropping and fertilization. *Soil and Tillage Research*. 81(1): 1-11.
- Zeng, X.B., G. Shenge, B.Wang, and L. Fang. 2007. Effect of cropping system change for paddy field with double harvest rice on the crop growth and soil nutrient. *Agricultural Science in China*. 6(9): 1115-1123.
- Zheng, J.G., Z. Chi, X.I. Jiang, Y.I. Tang, and H. Zhang. 2010. Experiences and research perspectives on sustainable development of Rice – Wheat cropping systems in the Chengdu Plain, China. *Agricultural Science in China*. 9(9): 1317-1325.
- Zhu, W., T.F. Lv, Y. Chen, A.P. Westby, and W.J. Ren. 2014. Soil physicochemical and biological properties of paddy-upland rotation. *The Scientific World Journal*. ID: 856352, 8.

Effects of Different Cropping Systems on Fertility of Paddy Soil

Tabrizi, A.A.^{1*}, G. Nour Mohammadi², and H.R. Mobasser³

Received: December 2013, Accepted: 27 May 2015

Abstract

To study the effects of multiple cropping systems on some characteristics of paddy field soil, this experiment was conducted by using a randomized complete block design (RCBD) with four replications at the Agricultural Research Center of Mazandaran for two years during 2009 - 2011 cropping seasons. The treatments consisted of four multiple cropping systems as: maize – clover - rice, maize – canola - rice, maize – broad been - rice and fallow - rice which were assigned to the plots. Results showed that pH and EC, were not significantly affected by multiple cropping systems, but the effect of multiple cropping systems on available organic matter, nitrogen, phosphorous and potassium were significant. The highest OM, total N and available P of paddy soil were obtained after maize – clover – rice. Highest available K was also obtained after fallow – rice cropping systems. The minimum OM, N, P and K content of paddy soil belonged to maize – canola – rice cropping system. Based on the climate and soil conditions of paddy fields in Mazandaran maize - clover – rice cropping system increased production and soil fertility more than other cropping systems.

Key words: Multiple cropping systems, Nitrogen, Phosphorous, Potassium.

1- Ph.D. of Agronomy, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Prof., Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Assistant Prof., Gaemshahr Branch, Islamic Azad University, Gaemshahr, Iran.

* *Corresponding Author:* maziartabriz@yahoo.com