

اثر باقی مانده کودهای نیتروژن و فسفر بر خصوصیات شیمیایی خاک در سیستم کشت باقلا-برنج

عباس شهیدی کومله^{۱*}، سیدرضاسیدی^۲، محمد ربیعی^۳ و مریم فروغی^۴

^{۱*} استادیار مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

^{*} نویسنده مسئول مکاتبات: shahdiabbas8@gmail.com

^۲ کارشناس مرکز بین المللی برنج، آسیای مرکزی و غربی رشت؛ گیلان؛ ایران

^۳ پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

^۴ کارشناس مرکز بین المللی برنج، آسیای مرکزی و غربی؛ رشت؛ گیلان؛ ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۱۹

چکیده:

کیفیت خاک مفهومی است که توانایی دائم خاک را به عنوان یک سامانه حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره برداری های مختلف نشان می دهد. در این راستا شاخص های کیفیت خاک به عنوان معیارهای ارزیابی و تصمیم گیری مورد استفاده قرار می گیرند. این پژوهش به منظور بررسی اثر باقی مانده کود مصرفی در زراعت باقلا بر ویژگی های شیمیایی خاک در سیستم کشت باقلا-برنج شامل کشت باقلا با پانزده تیمار کودی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و کشت برنج در سه تکرار در سه سال زراعی، در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. فاکتورهای آزمایشی برای گیاه باقلا شامل پنج سطح نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) از منبع کود اوره و سه سطح فسفر (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم فسفر در هکتار) از منبع کود سوپر فسفات تریپل بودند. نتایج نشان داد که با افزایش مصرف کود نیتروژن در طی سال های زراعی کشت باقلا، اسیدیته خاک کاهش و EC خاک افزایش یافت. همچنین کشت باقلا منجر به افزایش درصد کربن آلی خاک (۲/۸۱ درصد)، نیتروژن (۰/۲۰۹ درصد)، فسفر (۴۰/۵۹ پی پی ام) و پتاسیم خاک (۲۳۷/۶۹ پی پی ام) گردید. بیشترین میزان فسفر خاک در تیمار P₁₀₀ (۴۲/۶۹ پی پی ام) در کشت برنج حاصل شد و متوسط عملکرد برنج در طی دو سال زراعی حدود ۲۷۷۰/۹۵ کیلوگرم در هکتار بود.

کلید واژه ها: شالیزار؛ عملکرد باقلا؛ عملکرد برنج؛ کربن آلی

مقدمه

می باشد (FAO., 2010). بنابراین می توان گفت که کشاورزی در آینده نه چندان دور جهان، ناچار است غذای بیشتری را در زمین های کمتر و با استفاده مؤثرتر از منابع طبیعی، با کمترین اثر سوء بر محیط زیست و سلامت انسان ها در تناسب با جمعیت در حال رشد کره زمین تولید کند (Stagnari et al., 2017). تولید محصولات کشاورزی به دو ماده اصلی آب و خاک نیازمند است. امروزه، بیش از ۹۷ درصد مواد غذایی جهان از خاک

برنج یک محصول مهم زراعی است که غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان را تأمین می کند و نقش مهمی در امنیت غذایی دارد (Brar et al., 2012). امروزه به دلیل محدودیت در زمین های کشاورزی، استفاده بهینه از زمین های حاصلخیز زراعی به جهت توسعه کشاورزی و تولید محصولات غذایی امری ضروری است، به طوری که استفاده از کشت تلفیقی و دو منظوره لازمه این توسعه

به دست می آید (Bayramin et al., 2003). خاک نقش کلیدی در اکوسیستم خاک و آب از یکسو و اتمسفر از سوی دیگر ایفا می کند (شالیکار و همکاران، ۱۳۸۷). به طوری که اثرات تجمعی ناشی از مصرف این کودها که باعث آلودگی خاک و آب می شود به یکی از مهم ترین دغدغه های کشاورزی کنونی تبدیل شده است (حجتی پور و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه در عرصه کشاورزی جهان، واژه کشاورزی پایدار دارای جایگاه ارزنده و ویژه ای است (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۲). کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارایی بیشتری در استفاده از منابع داشته و با محیط در توازن است (حسین زاد و همکاران، ۱۳۹۳). کشت محصولات زمستانه در تناوب با برنج، به عنوان یکی از راهکارهای اصلی کشاورزی پایدار نقش مهمی را در حفظ و ارتقای باروری خاک داشته و می تواند به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کمک نماید. در این میان، حبوبات با بهبود سطح سلامت و تغذیه انسان ها، توانایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن اتمسفر و قرار گرفتن در سیستم های کشت با ورودی کم، شکستن چرخه آفات و بیماری ها و کمک به تعادل کمبود پروتئین های گیاهی در بسیاری از نقاط جهان دارای نقش مهمی بوده و می توانند در تناوب با سایر محصولات قرار گیرند (Stagnari et al., 2017).

گیاه باقلا از گیاهان مهم پروتئینی و متداول کشت در مناطق شمال کشور می باشد که پس از برداشت برنج نیز به عنوان کشت دوم مورد توجه کشاورزان می باشد (شهدی کومله و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از چالش های زراعت گیاهان دانه ای در مناطق شالیزاری، بهینه سازی مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم گزارش شده است (ذرشین زنوش و همکاران، ۱۳۹۴). نیتروژن، مهم ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی به شمار می آید و کمبود آن تقریباً در همه جا وجود دارد، مگر آن که نیتروژن به صورت کود مصرف شود. نیتروژن برای پنجه زنی اهمیت داشته و

تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می دهد و در حبوبات تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می دهد (محسنی محمدجانلو و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج کلی ارزیابی شاخص های مختلف کیفیت خاک در تناوب های زراعی با کشت برنج در منطقه دشت - سر آمل نشان داد که تناوب زراعی برنج در طولانی مدت با محصولاتی از خانواده بقولات (شبدر و باقلا) باعث بهبود کیفیت خاک در مقایسه با تناوب زراعی برنج - آیش شده است، به طوری که میزان نیتروژن کل و ماده آلی خاک در تناوب زراعی برنج - آیش با اختلاف بسیار معنی داری نسبت به تناوب زراعی برنج - باقلا کاهش یافت (شالیکار و همکاران، ۱۳۸۷). Farooq و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که حبوبات دانه ای یک منبع مهم و ارزان پروتئین هستند که با دارا بودن توانایی تثبیت نیتروژن به طور همزیست، نقش حیاتی در اکوسیستم های کشاورزی بازی می کنند. نتایج یک بررسی نشان داد که تأمین نیتروژن خاک از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن (BNF) یکی از منابع اصلی نیتروژن در تولید برنج است و دارای اثر مثبت بر روی آن است (Rahman et al., 2014). به دلیل اثرات مثبت لگوم های دانه ای بر عملکرد و ویژگی های کیفی محصول بعدی، مطالعات زیادی در خصوص قرار گرفتن آن هادر تناوب های کشت انجام شده است (Preissel et al., 2015., Luce et al., 2015.). نتایج یک پژوهش نشان داد که مزایای حاصل از قرار گرفتن حبوبات در تناوب با سایر محصولات، معادل مقادیر مختلف نیتروژن به کار رفته است (Jensen et al., 2012).

هزینه بالای تولید، حمل و توزیع کود باعث کاهش اجباری حاصلخیزی خاک در بعضی مناطق جهان شده است. قرار گرفتن بقولات در تناوب باعث کاهش مصرف نیتروژن می شود، بنابراین، می توان با قراردادن بقولات در تناوب با سایر گیاهان، از آن ها به صورت یک جانشین ارزان قیمت برای تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه بعدی استفاده کرد (سیادت و همکاران، ۱۳۸۸، امین پناه و عباسیان، ۱۳۹۵).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر باقیمانده کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر خصوصیات خاک، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۱ شامل دو دوره کشت برنج (رقم هاشمی) و سه دوره کشت باقلا (رقم برکت) با پانزده تیمار کودی برای کشت باقلا به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد.

ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۷- متر، عرض جغرافیایی آن ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی بود. تیمارهای آزمایشی برای گیاه باقلا شامل پنج سطح نیتروژن (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره و سه سطح فسفر (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود سوپر فسفات تریپل بود. کود نیتروژنه در سه مرحله (یک سوم در زمان کاشت، یک سوم قبل از ساقه رفتن و یک سوم قبل از گلدهی) و کود فسفره تماماً در زمان کاشت به کرت‌ها اضافه شدند. همچنین دادن کود پتاسیم در زمان کاشت به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود سولفات پتاسیم در تمام کرت‌ها انجام گردید. به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (EC، pH، کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم)، قبل از هر مرحله کاشت، تعداد ۱۰ نمونه تصادفی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک تهیه شد و پس از مخلوط کردن، یک نمونه همگن به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات برنج کشور ارسال گردید. قابلیت هدایت الکتریکی (EC) به وسیله هدایت سنج الکتریکی، واکنش خاک یا اسیدیته (pH خاک) به وسیله pH متر، کربن آلی به روش اکسیداسیون تر (Nelson and Sommers, 1982)، نیتروژن کل به روش کج‌دال (Bremner and Mulvany, 1982)، فسفر قابل جذب به روش اولسن (Olsen and Sommers, 1982) و پتاسیم فراهم با روش استات آمونیوم (Klut et al., 1986) تعیین شدند. مزرعه آزمایشی، برای کشت باقلا در اوایل آبان ماه (اولین دوره کشت باقلا در سال ۱۳۹۱) با

برخی مطالعات نشان داده اند که حبوبات بیشتر از سایر گیاهان دیگر قادرند از فسفر غیرقابل دسترس خاک استفاده کنند (عالی پور و همکاران، ۱۳۹۵). فسفر یکی از عناصر پر مصرف ضروری برای رشد گیاهان است و پس از نیتروژن مهم‌ترین نقش را در تولید محصولات کشاورزی ایفا می‌کند (نجفی و توفیقی، ۱۳۹۱). با وجود فراوانی فسفر در طبیعت، به دلیل تثبیت این عنصر در خاک، کمبود آن در بسیاری از خاک‌ها مشاهده می‌شود. مصرف فسفر غیر از تأثیر در مراحل توسعه ریشه و شاخه‌زایی، در مراحل زایشی و پر شدن دانه نیز بسیار مؤثر است (Fernandez et al., 2007). از طرفی بهبود مدیریت مصرف کود فسفر و همچنین افزایش کارایی مصرف فسفر در سیستم‌های کشاورزی سازگار با محیط زیست، ضروری اجتناب ناپذیر است (Conde et al., 2014). نتایج بررسی خصوصیات کیفی خاک تحت تناوب‌های زراعی برنج- آیش، برنج- شبدر، برنج- باقلا نشان داد که میزان فسفر در تناوب زراعی برنج- باقلا تفاوت معنی‌داری با دو تناوب دیگر داشته است (شالیکار و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین نتایج یافته محققین نشان داد که تناوب کشت برنج- سویا منجر به افزایش کارایی کود فسفر گردید (Conde et al., 2014).

با توجه به اثرات منفی مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی بر محیط زیست و سلامت انسان و دام و اهمیت بررسی اثرات بقایای مصرف کودهای شیمیایی بر عملکرد محصول و خصوصیات شیمیایی خاک در سیستم‌های تناوبی کشت در استان گیلان، پژوهش حاضر، تحت عنوان "اثر باقی‌مانده کودهای نیتروژن و فسفر بر خصوصیات شیمیایی خاک در سیستم کشت باقلا- برنج" با هدف بررسی کمی تغییرات شاخص‌های کیفیت خاک تحت تناوب زراعی باقلا- برنج و همچنین تعیین مصرف بهینه کودهای پرمصرف نیتروژنه و فسفره به منظور کاهش معضلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این کودها لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

بسیار ضخیم و غیرقابل نفوذ پوشانده شدند. نشاهای برنج با تراکم ۲۵×۲۵ سانتی متر در تاریخ ۱۵ خرداد هر سال زراعی نشاء گردیدند. در طی مراحل مختلف کاشت و داشت برنج از هیچ گونه کود شیمیایی استفاده نشد. در طی مراحل مختلف رشد و نمو برنج، وجین دستی به منظور کنترل علف‌های هرز انجام گرفت. برداشت برنج در ۱۵ شهریور هر سال زراعی و در مرحله رسیدگی برنج (رطوبت ۱۴ درصد) انجام شد. تجزیه داده‌ها برای صفات مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD_{5%} استفاده شد.

نتایج و بحث

هدایت الکتریکی خاک (EC)

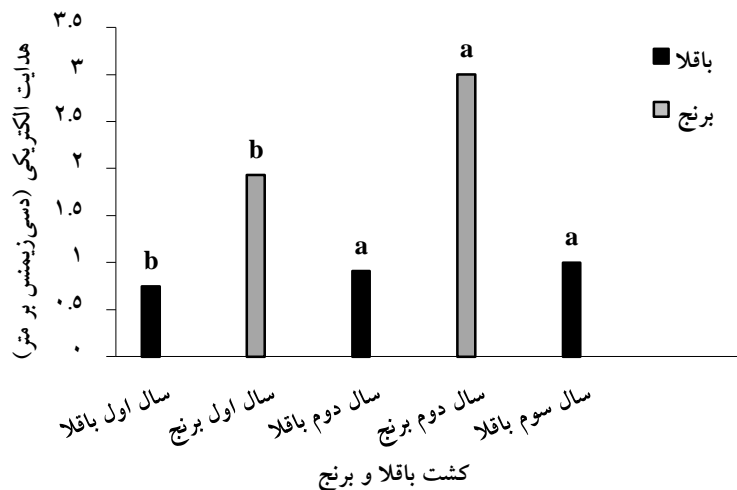
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارهای آزمایشی تنها اثر سال‌های کاشت بر میزان هدایت الکتریکی خاک از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). اما اثر کاربرد سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر میزان هدایت الکتریکی خاک از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

استفاده از روتیواتور تا عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر شخم زده شد. به دلیل کفایت نزولات آسمانی در طول فصل رشد گیاه، آبیاری صورت نگرفت و زراعت به صورت دیم انجام شد. عملیات کاشت بذر باقلا رقم برکت در آبان ماه (در هر دوره کاشت باقلا) به صورت ردیفی انجام شد. کنترل علف‌های هرز با دست و به کمک نیروی کارگری در کرت‌های آزمایشی انجام شد. عملیات برداشت باقلا در ۵ خرداد هر سال زراعی در مرحله رسیدن فیزیولوژیک (رطوبت ۴۰ درصد) انجام گرفت و بقایای آن از سطح خاک جمع آوری شد.

به منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی در زراعت باقلا بر گیاه برنج، کشت نشاهای برنج در همان کرت‌های آزمایشی کشت قبل، به صورت دستی انجام گرفت و آرایش کرت‌ها تغییر نکرد. پس از برداشت باقلا، به منظور جلوگیری از حرکت عناصر غذایی (به خصوص نیتروژن) از یک کرت به کرت دیگر و مخلوط شدن خاک کرت‌های مختلف، عملیات آماده‌سازی زمین به کمک نیروی کارگری و با بیل برای کشت برنج رقم رایج محلی (هاشمی) انجام شد و مرزها با استفاده از پوشش نایلونی

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه قبل از کاشت

رس	سیلت	شن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	کربن آلی	pH	هدایت الکتریکی
(%)	(%)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(%)	(%)		(ds/m)
۴۸	۴۸	۴	۱۲۶	۲۴/۲	۰/۱۴۷	۲/۱۵	۷/۴۶	۰/۸۲



شکل ۱. تغییرات میزان هدایت الکتریکی خاک در سال‌های زراعی کشت باقلا و برنج

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به خصوصیات خاک پس از کشت باقلا طی سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۱

منبع تغییرات	Df	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر (p.p.m)	پتاسیم (p.p.m)
سال (Y)	۲	۰/۷۰۶*	۰/۱۲۵ ^{ns}	۱/۸۲۶*	۰/۰۲۱*	۸۳/۰۰۳*	۱۹۷۹۰/۰۲۲*
R(Y)	۶	۰/۰۷۴	۰/۰۲۸	۰/۲۴۳	۰/۰۰۳	۱۳/۶۹۱	۲۵۴۹/۵۴۸
نیتروژن (N)	۴	۰/۰۳۱ ^{ns}	۰/۲۲۹*	۰/۲۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۳۲/۶۰۷ ^{ns}	۸۴۷/۴۰۷ ^{ns}
فسفر (P)	۲	۰/۰۶۳ ^{ns}	۰/۰۴۲ ^{ns}	۰/۳۲۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۲۲/۷۰۶ ^{ns}	۶۱۹/۸۲۲ ^{ns}
نیتروژن × فسفر (N×P)	۸	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۱۴۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۲۷/۵۲۹ ^{ns}	۵۹۳/۸۹۶ ^{ns}
سال × نیتروژن (Y×N)	۸	۰/۰۴۴ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۱۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۴۶/۳۹۹ ^{ns}	۱۳۶۵/۷۶۷ ^{ns}
سال × فسفر (Y×P)	۴	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۳۹/۸۴۶ ^{ns}	۷۷۴/۳۷۷ ^{ns}
سال × نیتروژن × فسفر (Y×N×P)	۱۶	۰/۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۳۲ ^{ns}	۰/۱۸۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۱۳/۲۷۷ ^{ns}	۱۴۷۳/۷۸۵ ^{ns}
خطا (Error)	۸۴	۰/۰۴۹	۰/۰۶۵	۰/۱۶۵	۰/۰۰۰۳	۲۵/۷۵۳	۸۶۱/۷۳
ضریب تغییرات (CV)		۲۴/۹۹	۳/۵۷	۱۵/۷۴	۹/۹۸	۱۳	۱۳/۶۶

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد و ns عدم معنی‌دار است

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به خصوصیات خاک پس از کشت برنج طی سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۱

منبع تغییرات	df	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر (p.p.m)	پتاسیم (p.p.m)
سال (Y)	۱	۲۵/۶**	۰/۱۵۹ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۲۹۴/۷۴ ^{ns}	۱۸۱۷۶/۰۱۱ ^{ns}
R(Y)	۴	۰/۹۶۴	۰/۲۷۲	۰/۱۰۲	۰/۰۰۱	۲۰۷/۱۰۷	۴۶۶۶/۶۱۱
نیتروژن (N)	۴	۰/۱۵۷ ^{ns}	۰/۵۳۶*	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۱۲۳/۳۸۵ ^{ns}	۲۱۸/۰۷۲ ^{ns}
فسفر (P)	۲	۰/۰۵۲ ^{ns}	۰/۰۳۵ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۳۳۳/۲۲۲*	۱۴۰۲/۴۱۱ ^{ns}
نیتروژن × فسفر (N×P)	۸	۰/۱۶۶ ^{ns}	۰/۲۵۷ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۸۰/۰۳ ^{ns}	۵۲۳/۴۳۸ ^{ns}
سال × نیتروژن (Y×N)	۴	۰/۱۵۹ ^{ns}	۰/۱۲۷ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۴ ^{ns}	۱۴۱/۶۵۹ ^{ns}	۱۴۲۳/۷۰۵ ^{ns}
سال × فسفر (Y×P)	۲	۰/۱۱۸ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۰۷۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۹ ^{ns}	۱۷۱/۳۶۴ ^{ns}	۱۳۱۰/۷۴۴ ^{ns}
سال × نیتروژن × فسفر (Y×N×P)	۸	۰/۱۱۸ ^{ns}	۰/۲۰۸ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۷ ^{ns}	۹۲/۹۹۴ ^{ns}	۱۰۷۷/۵۲۲ ^{ns}
خطا (Error)	۵۶	۰/۲۳۴	۰/۱۶۷	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰۱	۹۳/۰۵۹	۱۰۲۹/۳۰۱
ضریب تغییرات (CV)		۱۹/۶	۵/۸۵	۷/۶۵	۷/۵۳	۲۴/۱۸	۱۸/۳۸

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح پنج درصد و یک درصد و ns عدم معنی‌دار است

زراعی بعد از کشت برنج (۳ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد. روند تغییرات هدایت الکتریکی خاک طی سال‌های

کشت برنج و باقلا باعث افزایش EC نسبت به خاک قبل از کشت شد، به طوری که نتایج بدست آمده در گیاه باقلا و برنج نشان داد، بیشترین EC خاک در سال دوم

درصد کربن آلی خاک (%OC)

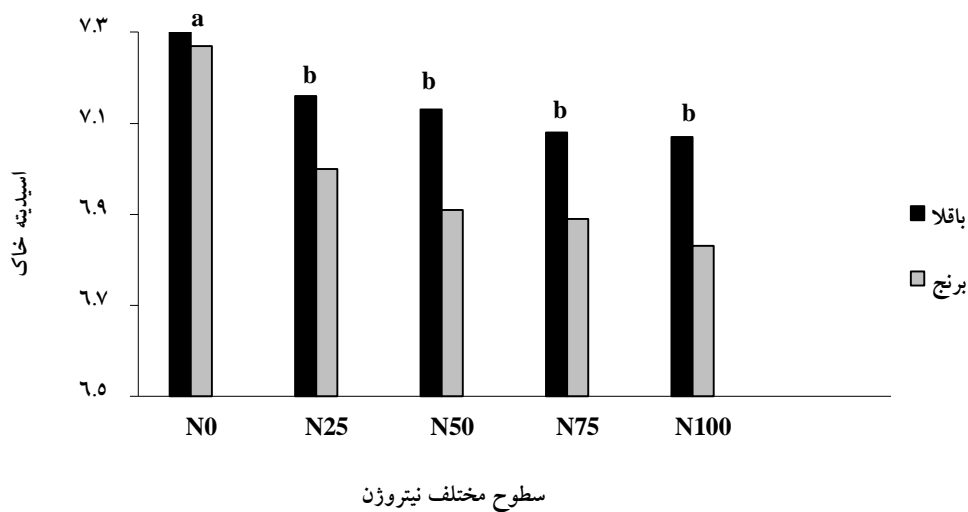
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر درصد کربن آلی خاک در کشت باقلا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما کاربرد سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر درصد کربن آلی خاک از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). روند تغییرات درصد کربن آلی خاک نشان داد که بیشترین درصد کربن آلی خاک در سال سوم کشت باقلا مشاهده شد (۲/۸۱ درصد). جمع آوری بقایای گیاهی پس از برداشت باقلا در سال اول و دوم و کشت گیاه بعدی بلافاصله پس از برداشت و همچنین عدم وجود فرصت و زمان کافی برای تجزیه بقایای گیاهی و برگشت مواد آلی به خاک، می‌تواند از دلایل کمتر بودن درصد کربن آلی خاک در سال اول و دوم کشت باقلا نسبت به سال سوم باشد، این در حالی‌ست که بالا بودن نسبت C/N در بقایای باقلا، عدم جمع آوری و وجود زمان کافی به‌منظور تجزیه و پوسیدگی آن‌ها و همچنین بارش نزولات آسمانی پس از برداشت در جهت کمک به پوسیدگی بیشتر و سریع‌تر بقایای گیاهی، می‌تواند از دلایل اصلی افزایش درصد کربن آلی خاک در سال سوم کشت باقلا باشد (شکل ۳).

زراعی کشت برنج و باقلا در شکل ۱ نشان داده شده است.

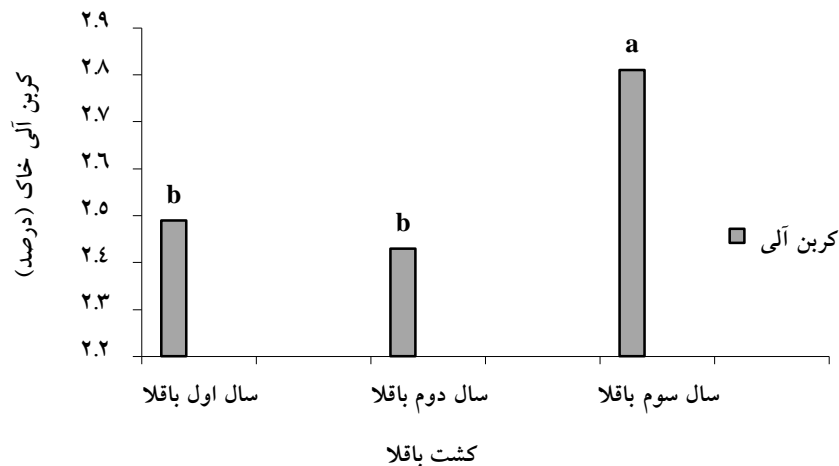
pH خاک

بر طبق نتایج به‌دست آمده، اثر کاربرد سطوح مختلف نیتروژن در کشت باقلا و برنج بر pH خاک معنی‌دار بود (جدول ۲ و ۳). میانگین pH خاک تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن در شکل ۲ نشان داده شده است. بر طبق نتایج به‌دست آمده با افزایش سطح نیتروژن، pH خاک نسبت به سطح صفر کاهش معنی‌دار یافت.

به‌نظر می‌رسد تولید گاز دی‌اکسید کربن بر اثر تنفس سلول‌های ریشه و ریزجاندران رایزوسفر و تجزیه مواد آلی خاک رایزوسفر که با آب واکنش داده و اسید کربنیک تشکیل می‌شود، یکی از دلایل کاهش اسیدیته خاک بوده باشد. نتایج یک پژوهش در مرکز توسعه بین‌المللی کود (IFDC) در آلاباما نشان داد که کاربرد کود نیتروژنی، pH خاک را در هر سه نوع خاک آلفی سول، اولتی سول و اکسی سول کاهش داد (Stumpe and Vlek, 1991). همچنین نتایج گزارش شده از بررسی تغییرات pH به‌علت کاربرد درازمدت کودهای شیمیایی در خاک‌های اسیدی هندوستان نشان داد که مصرف مداوم نیتروژن منجر به کاهش pH خاک می‌شود (Nambiar et al., 1992).



شکل ۲. اثر سطوح نیتروژن بر pH خاک در کشت باقلا و برنج



شکل ۳. اثر سال بر درصد کربن آلی خاک در کشت باقلا

بازیافت نیتروژن از طریق بقایای گیاهی آن‌ها، اتلاف نیتروژن می‌تواند حداقل باشد (Cazzato et al., 2012). همچنین در نتایجی منطبق با نتایج این پژوهش، Conde و همکاران (۲۰۱۴) افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن خاک بعد از کشت یک رقم سویا در سیستم کشت تناوبی سویا- برنج را گزارش کردند.

طبق نتایج به‌دست آمده، بیشترین عملکرد باقلا در سال سوم کشت با میانگین عملکرد ۴۰۶۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹۶). در نتایج مشابه گزارش شد که همزیستی ریزوبیوم با گیاه باقلا علاوه بر تثبیت نیتروژن و در نتیجه کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی، سبب افزایش عملکرد می‌شود (خسروی و همکاران، ۱۳۹۴). اثر هیچ یک از فاکتورهای آزمایشی در کشت برنج بر میزان نیتروژن خاک معنی‌دار نبود (جدول ۳). احتمال دارد شرایط غرقابی کشت برنج، موجب شستشوی بیشتر نیتروژن در لایه سطحی خاک گردیده باشد.

میزان فسفر خاک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کشت باقلا بر میزان فسفر خاک معنی‌دار بود (جدول ۲) به‌طوری که کشت باقلا موجب افزایش معنی‌دار فسفر خاک به ۴۰/۵۹ و ۳۷/۵۱ پی‌پی‌ام به ترتیب در سال اول و دوم برنج شد. نتایج یک بررسی چندساله بر میزان فسفر خاک، نشان داد که

درصد نیتروژن کل خاک

بررسی نتایج نشان داد که اثر کشت باقلا، بر میزان نیتروژن خاک از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی میزان نیتروژن خاک در طی سه دوره کشت باقلا و دو دوره کشت برنج نشان داد که کشت باقلا موجب افزایش معنی‌دار نیتروژن خاک به ۰/۱۷۸ و ۰/۲۰۹ درصد به ترتیب در سال اول و دوم کشت برنج گردید. نتایج به‌دست آمده، احتمال این نظریه را که تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در بلندمدت دارای تأثیر بیشتری بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد گیاه است را بیشتر تقویت می‌کند.

از مزایای کلیدی زیست محیطی باقلا، توانایی تثبیت نیتروژن اتمسفری به صورت همزیستی تحت طیف وسیعی از شرایط محیطی و ساختن منابع تجدیدپذیر در دسترس برای نشان دادن اثرات مثبت محصول قبلی در تناوب‌های زراعی مختلف است (Kopke and Nemecek, 2010., Anglade et al., 2015., Hossain et al., 2017). محققین با بررسی تثبیت نیتروژن واریته‌های مختلف باقلای زمستانه، بقایای بالاتر نیترات خاک و مقادیر بالاتر نیتروژن موجود در بقایای سطح خاک را پس از برداشت باقلا گزارش کردند. همچنین نشان دادند که باقلا دارای توانایی تثبیت نیتروژن بالایی تحت شرایط مناسب می‌باشد (Neugschwandtner et al., 2015).

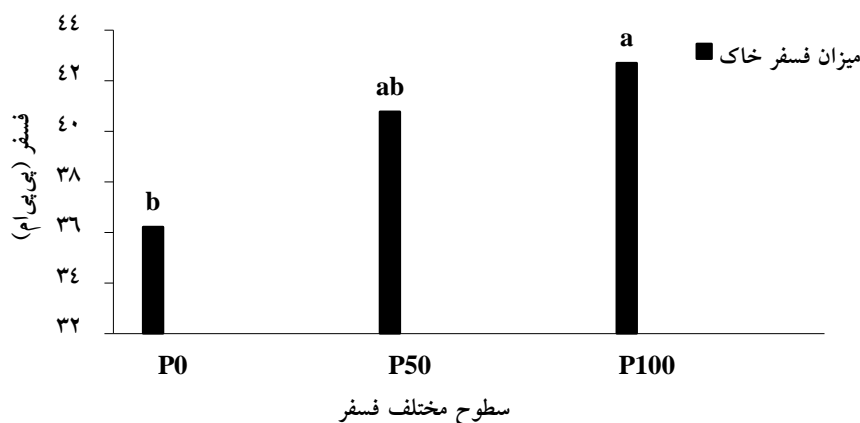
گزارش شده است که با استفاده از توانایی تثبیت بیولوژیکی نیتروژن محصولات لگوم و همچنین بهبود

دست‌آمده گزارش شد که غلظت فسفر قابل دسترس محلول خاک تحت تأثیر مقدار کود فسفر افزایش می‌یابد (Yan et al., 2004, Saleque et al., 2016).

همچنین نتایج گزارش شده یک تحقیق نشان داد که فسفر قابل جذب در خاک‌های شالیزاری گیلان و مازندران، پس از غرقاب به سرعت افزایش یافت و در کمتر از دو هفته به دو برابر مقدار اولیه رسید (اخگر و توفیقی ۱۳۷۸). در نتایجی مشابه گزارش شد که کشت برنج با ۳۰ تا ۴۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در اراضی پست، به فراهمی فسفر کمک می‌نماید (Shah et al., 2007).

ترشح ترکیبات آلی مختلف به وسیله ریشه به ریزوسفر به طرق مختلف قابلیت جذب فسفر در خاک را افزایش می‌دهد. این ترکیبات آلی با Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} و Al^{3+} کمپلکس تشکیل داده و غلظت این یونها را در محلول خاک ریزوسفر کاهش داده و سبب انحلال ترکیبات جامد آنها و مانع رسوب فسفر موجود در محلول خاک می‌شوند (نجفی و توفیقی، ۱۳۹۱).

همچنین مواد آلی ترشح شده به وسیله ریشه روی سطوح رس‌ها و هیدروکسیدها را پوشانده و مانع جذب فسفات‌ها می‌شوند. از طرف دیگر، آنیون‌های آلی برای جذب شدن روی سطوح رس‌ها و هیدروکسیدها با فسفات‌ها رقابت می‌کنند، این ترکیبات آلی در خاک ریزوسفر معدنی شده و فسفر معدنی موجود در محلول خاک را افزایش می‌دهند (نجفی و توفیقی، ۱۳۹۱).



شکل ۴. اثر سطوح فسفر بر میزان فسفر خاک در کشت برنج

پس از گذشت زمان نسبتاً طولانی از آخرین کاربرد کود فسفره، مقدار فسفر قابل جذب بیش از حد انتظار بود، به طوری که با گذشت زمان بخش زیادی از فسفر غیر قابل دسترس وارد محلول خاک گردید (براهیمی، ۱۳۸۷). همچنین اثر باقی‌مانده مصرف کود فسفره در کشت برنج معنی‌دار بود، به طوری که بیشترین میزان فسفر خاک در تیمار P₁₀₀ (۴۲/۶۹ پی‌پی‌ام) و کمترین میزان آن در تیمار P₀ (۳۶/۲ پی‌پی‌ام) به دست آمد (شکل ۴). بر اساس یافته محققین یکی از مهم‌ترین تغییرات ناشی از غرقاب در خاک که در تغذیه برنج نقش مهمی دارد، افزایش قابلیت جذب فسفر می‌باشد. بر اثر غرقاب شدن خاک شکل‌های غیر قابل جذب فسفر به شکل‌های قابل جذب تبدیل می‌شوند (نجفی و توفیقی، ۱۳۹۳). افزایش فسفر قابل جذب پس از غرقاب شدن خاک به وسیله سایر محققین نیز گزارش شده است (Saleque and Krik, 1995, Wright et al., 2001).

نتایج بررسی تأثیر کودهای فسفر و روی به کار رفته در کشت برنج بر قابلیت تولید گندم در سیستم کشت برنج-گندم در طی دو سال زراعی نشان داد که باقی‌مانده فسفر و روی خاک و عملکرد گندم به طور معنی‌داری در سال دوم نسبت به سال اول افزایش پیدا کرد. بر طبق نتایج این آزمایش، افزایش سطوح مصرف کود فسفر و روی موجب افزایش میزان فسفر و روی خاک در کشت گندم گردید (Amanullah et al., 2015). در نتایجی منطبق با نتایج به

میزان پتاسیم خاک

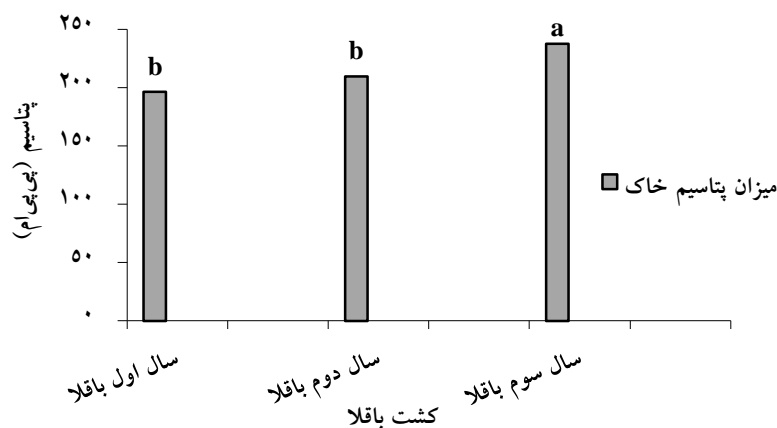
اثر کاربرد سطوح مختلف کودهای بکار رفته در کشت باقلا و برنج بر میزان پتاسیم خاک معنی دار نبود (جدول ۲ و ۳). کشت باقلا در طی سه سال زراعی موجب باعث افزایش پتاسیم خاک در سال سوم کشت شد (شکل ۵). از دلایل محتمل افزایش پتاسیم در سال سوم کشت باقلا می‌توان به تخلیه پتاسیم خاک توسط گیاهان یا آبشویی که باعث کاهش غلظت پتاسیم در محلول می‌گردد اشاره کرد که موجب آزاد سازی پتاسیم تثبیت شده بین لایه‌ای می‌شود. ارقامی از برنج که عملکرد بالاتری دارند، نیازمند تأمین پتاسیم بیشتری نیز می‌باشند (Hu and Wang, 2004). به نظر می‌رسد عدم آبشویی پس از برداشت باقلا در سال سوم کشت و عدم کشت برنج پس از برداشت باقلا در سال سوم، موجب افزایش میزان پتاسیم تبادلی رها شده باشد.

همچنین نتایج نشان داد که کمترین میزان پتاسیم خاک مربوط به سال دوم کشت برنج بود (۱۶۰/۳۱ پی‌پی‌ام). نتایج یک پژوهش نشان داد که کاه و کلش برنج دارای نقش قابل توجهی در نگهداری پتاسیم خاک می‌باشد (Pavithra et al., 2017). به نظر می‌رسد کاهش میزان پتاسیم خاک در سال دوم و پس از برداشت برنج به دلیل بالا بودن نیاز گیاه برنج به این عنصر پرمصرف و افزایش جذب آن از خاک و جمع‌آوری بقایای برنج از سطح خاک بوده باشد.

نتیجه‌گیری کلی

بر طبق نتایج به دست آمده، کشت باقلا در تناوب با

برنج، منجر افزایش نیتروژن خاک به میزان ۰/۱۷۸ و ۰/۲۰۹ درصد و فسفر خاک به میزان ۴۰/۵۹ و ۳۷/۵۱ پی‌پی‌ام به ترتیب در سال اول و دوم کشت برنج و پتاسیم (۲۳۷/۶۹ پی‌پی‌ام) و درصد کربن آلی خاک (۲/۸۱ درصد) در سال سوم کشت شد. از آنجایی که باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن برای ایجاد رابطه همزیستی با ریشه گیاهان خانواده بقولات و تشکیل گره به نیتروژن نیاز دارند و به این منظور برای جذب نیتروژن خاک با گیاه زراعی رقابت می‌کنند، در نتیجه مصرف متعادل و مرحله‌ای کود نیتروژن، برای تأمین نیاز اولیه گیاه و عدم رقابت میکروارگانیسم‌ها با گیاه زراعی و جلوگیری از بروز علائم کمبود نیتروژن، لازم و ضروری به نظر می‌رسد. بالاترین عملکرد دانه باقلا در سال سوم کشت با میانگین عملکرد دانه ۴۰۶۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. همچنین عملکرد دانه برنج در سال دوم کشت نسبت به سال اول دارای اختلاف عددی بود. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت مصرف متعادل کودهای شیمیایی و قراردادن گیاهان خانواده لگوم در تناوب با برنج، ضمن کاهش هزینه‌های اضافی تولید، می‌تواند در رفع اثرات سوء مصرف آن‌ها بر سلامت انسان و اکوسیستم مفید و مؤثر باشد و موجب حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک شود. در نتیجه تناوب کشت حبوبات- غلات و تأمین نیازهای حداقلی گیاه به کمک کودهای شیمیایی می‌تواند از راهکارهای قابل توصیه و کاربردی برای زراعتین منطقه و استفاده از زمین در طی ماه‌های پس از برداشت برنج باشد.



شکل ۵. اثر سال بر میزان پتاسیم خاک در کشت باقلا

منابع مورد استفاده

- اخگر، ع. و توفیقی، ح. ۱۳۷۸. بررسی تغییرات EC و pH و غلظت آهن محلول و فسفر قابل استفاده در خاک‌های شالیزاری شمال ایران ایران با و بدون حضور گیاه برنج. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی، مشهد.
- امین پناه، ه. و عباسیان، ا. ۱۳۹۵. اثر تناوب زراعی، تلقیح با ازتوباکتر کروکوکوم و مقدار نیتروژن بر عملکرد برنج. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۹(۳): ۲۳۰-۲۱۱.
- براهیمی، ن.، افیونی، م.، کرمی، م. و رضایی نژاد، ی. ۱۳۸۷. اثر باقی مانده و تجمعی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۶): ۸۱۲-۸۰۳.
- حجتی پور، ا.، جعفری حقیقی، ب. و درستکار، م. ۱۳۹۲. تاثیر تلفیق کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و شاخص‌های رشدی گندم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵(۱۵): ۴۸-۳۷.
- حسین‌زاد، ج.، نامور، آ.، حیاتی، ب. و پیش بهار، ر. ۱۳۹۳. تعیین الگوی کشت محصولات زراعی با تاکید بر کشاورزی پایدار در اراضی زیر سد علویان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۴(۲): ۵۴-۴۱.
- خسروی، ه.، میرزاشاهی، ک.، رمضانپور، م.، ر.، کلهر، م. و میررسولی، م. ۱۳۹۴. بررسی اثربخشی برخی از جدایه‌های ریزوبیوم بومی بر عملکرد باقلا در ایران. نشریه زیست‌شناسی خاک. ۳(۱): ۹۱-۸۳.
- ذرشین‌زنوش، ر.، انصاری، م. ح. و مصطفوی راد، م. ۱۳۹۴. اثر پرایمینگ شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه باقلا (*Vicia faba L.*). نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۱۰(۴۰): ۸۳-۷۳.
- سیادت، ع.، صادق‌زاده‌حمایتی، س.، فتحی، ق. ابدالی‌مشهدی، ع. ۱۳۸۸. تعیین مناسب‌ترین نظام تناوب زراعی برای منطقه اهواز. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱(۲): ۱۹۲-۱۷۴.
- شالیکار، ا.، ایوبی، ش.، خرمالی، ف. و قربانی نصرآبادی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص‌های مختلف کیفیت خاک در تناوب‌های زراعی با کشت برنج در منطقه دشت سر-آمل. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵(۶): ۱۲-۱.
- شهیدی کومله، ع.، صادق کسمائی، ل.، ربیعی، م. و فروغی، م. ۱۳۹۶. اثر باقی مانده کودهای نیتروژن و فسفر در مزرعه باقلا بر عملکرد در سیستم کشت باقلا-برنج در گیلان. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲(۲): ۳۹۸-۳۸۳.
- عالی پور، س.، مرادی تلاوت، م.، ر.، سیادت، س. ع.، موسوی، س. ه. و کربلا چعب، ع. ۱۳۹۵. اثر تاریخ کاشت و سطوح کود فسفر بر ویژگی‌های مرفولوژیک و عملکرد باقلا (*Vicia faba L.*). نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۷(۲): ۵۸-۴۵.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، مرادی، ر. و منصوری، ح. ۱۳۹۲. پهنه‌بندی وضعیت توسعه کشاورزی پایدار در ایران و ارائه راهبردهای پایداری. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳(۴): ۱۹۷-۱۷۹.
- محسنی محمدجانلو، ع.، توبه، الف.، قلی پوری، ع. و مصطفایی، ح. ۱۳۹۱. بررسی اثر مصرف پتاسیم بر جذب و تخصیص نیتروژن و پروتئین دانه در دو رقم عدس دیم. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. ۳(۱): ۴۰-۳۱.
- نجفی، ن. و توفیقی، ح. ۱۳۹۳. تغییرات فسفر قابل جذب و شکل‌های فسفر معدنی بومی پس از غرقاب در خاک‌های شالیزاری شمال ایران. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۸(۶۷): ۱۶۳-۱۵۱.
- نجفی، ن. و توفیقی، ح. ۱۳۹۱. اثر رایزوسفر گیاه برنج بر شکل‌های فسفر معدنی در خاک‌های شالیزاری شمال ایران: پس از کاربرد کود فسفر. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۳(۳): ۲۴۲-۲۳۱.
- Amanullah, Kh., Inamullah, Kh., Nawab, Kh. and Shah, Z. 2015. Residual phosphorus and zinc influence wheat productivity under rice- wheat cropping system. Pakistan Journal of Botany. 47(SI): 265- 273
- Anglade, J., Billen, G. and Garnier, J. 2015. Relationships for estimating N2 fixation in legumes: incidence for N balance of legume-based cropping systems in Europe. Ecosphere. 6(3): 1- 24.

- Bayramin, I., Dengiz, O., Baskan, O. and Parlak, M. 2003. Soil erosion risk assessment with icona model; case study: Beypazarı area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 27(2): 105- 116.
- Brar, D. S., Virk, P. S., Grewal, D., Slamet-Loedin, I., Fitzgerald, M. and Khus, G. S. 2012. Breeding rice varieties with improved grain and nutritional quality. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 4(3): 137.
- Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. "Nitrogen-total", In: Page, A. L., Miller, R. M. and Keeney, D.R., (eds.), *Methods of soil analysis, part 2*, Soil Science Society of America, Madison, WI, 595- 624 pp.
- Cazzato, E., Laudadio, V., Stellacci, A. M., Ceci, E. and Tufarelli, V. 2012. Influence of sulphur application on protein quality, fatty acid composition and nitrogen fixation of white lupin (*Lupinus albus* L). *European Food Research and Technology*. 235(5): 963- 969.
- Conde, L. D., Chen, Z., Chen, H. and Liao, H. 2014. Effects of phosphorus availability on plant growth and soil nutrient status in the rice/soybean rotation system on newly cultivated acidic soils. *American Journal of Agriculture and Forestry*. 2(6): 309- 316.
- FAO. 2010. Production statistics of crops. Food and agriculture organization (<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>).
- Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, Sh. and Siddique, K. H. M. 2017. Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 203(2): 81- 102.
- Fernandez, L. A., Zalba, P., Gomez, M. A. and Sagardoy, M. A. 2007. Phosphatesolubilization activity of bacterial strains in soil and their effect on soybean growth under greenhouse conditions. *Biology and Fertility of Soils*. 43(6): 805- 809.
- Hossain, Z., Wang, X., Hamel, Ch., Knight, D., Morrison, M. J. and Gan, Y. 2017. Biological nitrogen fixation by pulse crops on semiarid Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*. 97(1): 119- 131.
- Hu, H. and Wang, G. H. 2004. Nutrient uptake and use efficiency of irrigated rice in response to potassium application. *Pedosphere*. 14(1): 125- 130.
- Jensen, E. S., Peoples, M. B., Boddey, R. M., Gresshoff, P. M., Hauggaard-Nielsen, H., Alves, B. J. and Morrison, M. J. 2012. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy of Sustainable Development*. 32(2): 64- 329.
- Kirkegaard, J. A., Christen, O., Krupinsky, J. and Layzell, D. B. 2008. Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crops Research*. 107(3): 95- 185.
- Klut, A. 1986. *Method of Soil Analysis: Physical, Chemical and mineralogical methods*. Soil Science Society of America, Madison, WI, 432- 449 pp.
- Kopke, U and Nemecek, T. 2010. Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*. 115(1): 217- 233.
- Luce, M. S. T., Grant, C. A., Zebarth, B. J., Ziadi, N., O'Donovan, J. T., Blackshaw, R. E. 2015. Legumes can reduce economic optimum nitrogen rates and increase yields in a wheat-canola cropping sequence in western Canada. *Field Crops Research*. 179: 12- 25.
- Nambiar, K. K. M., Soni, P. N., Vats, M. R., Sehgal, D. K. and Mehta, K. H. 1992. Annual report. All India coordinated agronomic research project on long- term experiments, Indian Agricultural Research Institute (ICAR), New Dehli, 151 pp.
- Neugschwandtner, R., Ziegler, K., Kriegner, S. and Kaul, H. P. 2015. Nitrogen yield and nitrogen fixation of winter faba beans. *Soil and Plant Science*. 65(7): 1- 9.
- Nelson, D.W. and Sommers, L. E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539- 579. In A. L. Page *et al.*, (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2*. 2nd ed. Agronomy Monograph. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Olsen, S. R. and Sommers, L. E. 1982. Phosphorus. Chemical and microbiological properties p. 403- 430. In: A. L. Page *et al.*, (ed.) *Methods of soil analysis. Part 2*. 2nd ed. Agronomy Monograph. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
- Pavithira, E., Sirisena, D. N. and Herath, S. K. 2017. Effect of potassium fertilizer split applications together with straw on optimum level in leaf and stem of Rice. *The Journal of Agricultural Science*. 12(1): 24- 33.
- Preissel, S., Reckling, M., Schläfke, N. and Zander, P. 2015. Magnitude and farmeconomic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: a review. *Field Crops Research*. 175: 64- 79.
- Rahman, M. M., Islam, A. M., Azirun, S. M. and Boyce, A. N. 2014. Tropical legume crop rotation and nitrogen fertilizer effects on agronomic and nitrogen efficiency of rice. *The Scientific World Journal*. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/490841>.
- Saleque, M. A., Naher, U. A., Islam, A., Pathan, A. B. M. B. U., Hossain, A. T. M. S. and Meisner, C. A. 2004. Inorganic and organic phosphorus fertilizer effects on the phosphorus fraction in wetland rice soils. *Soil Science Society of America Journal*. 68(5): 1635- 1644.
- Saleque, M. A. and Krik, G. J. 1995. Root-induced solubilization of phosphorus in the rhizosphere of lowland rice. *New Phytologist*. 129(2): 325- 336.
- Shah, A. L., Biswas, J. C., Solaiman, A. R. M. and Panaullah, G. M. 2007. Phosphorus fertilization in Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivation changes soil P-fractions. *The Agriculturists*. 5(1&2): 20- 29

- Stagnari, F., Maggio, A., Galieni, A. and Pisante, M. 2017. Multiple benefits of legumes for agriculture sustainability: an overview. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 4(2): 1- 13.
- Stumpe, J. M. and Vlek, P. L. G. 1991. Acidification induced by different nitrogen sources in columns of selected tropical soils. *Soil Science Society of America Journal*. 55(1): 145- 151.
- Wright, R. B., Lockaby, B. G. and Walbridge, M. R. 2001. Phosphorus availability in an artificially flooded Southeastern floodplain forest soil. *Soil Science Society of America Journal*. 65(4): 1293- 1302.
- Yan, Ch., Zhan, Yan, Sh., Dong, Sh., Ma, Ch., Song, Q., Gong, Zh. and Barbie, M. 2016. Effects of straw retention and phosphorous fertilizer application on available phosphorus content in the soil solution during rice growth. *Paddy and Water Environment*. 14(1): 61- 69.



ISSN 2251-7480

Effect of remaining nitrogen and phosphorus fertilizers on chemical properties of soil in faba bean- rice cropping system

Abbas Shahdi Kumleh^{1*}, Seyed Reza Seyedi², Mohammad Rabiee³ and Maryam Foroughi⁴

1*) Assistant professor of Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREO), Tehran, Iran

*Corresponding author email: Shahdiabbas8@gmail.com

2) Expert of Central and West Asian Rice Center (CWARice), Rasht, Guilan. Iran

3) Rice Researcher Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREO), Tehran, Iran

4) Expert of Central and West Asian Rice Center (CWARice) Rasht, Guilan. Iran

Received: 10-07-2017

Accepted: 11-06-2018

Abstract

Soil quality shows permanent ability of soil as a vital system as alive vital system in ecosystem under different utilizations. In this regard, indicators of soil quality as evaluation and decision-making criteria are used. This study conducted to investigate the effect of remaining fertilizer on chemical properties of soil in faba bean- rice cropping system including first cultivation, rice and second cultivation, faba bean by 15 fertilizer treatments for faba bean in the form of a factorial randomized complete block design with three replications in the field of Rice Research Institute of Iran for years 2012- 2015 (Including two periods of cultivation for rice and three periods of cultivation for faba bean). Experimental factors for faba bean comprised five nitrogen rates (0, 25, 50, 75 and 100 kg N. ha⁻¹) from urea and three phosphorus levels (0, 50 and 100 kg P. ha⁻¹) from triple superphosphate fertilizer. Results showed that increasing nitrogen rates reduced soil acidity and electrical conductivity increased. Also faba bean cultivation led to increase in organic carbon percentage (% 2.81), N (% 0.209), P (40.59 ppm) and K (237.69 ppm). The highest soil phosphorus was observed in P₁₀₀ (42.69 ppm) in rice cultivation. The average yield of two-cycle production of rice was about 2770.95 kg. ha⁻¹.

Keywords: faba bean yield, organic carbon, paddy soil, rice yield