Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال هفتم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۷

ISSN 2251-7480

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

عباس شهدی کومله[1*]، سیدرضاسیدی[2]، محمد ربیعی[3] و مریم فروغی[4]

[*1]) 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

٤) کارشناس مرکز بین المللی برنج، آسیای مرکزی و غربی؛ رشت؛ گیلان؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۰٤/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۱

چکیده:

کیفیت خاک مفهومی است که توانایی دائم خاک را به‌عنوان یک سامانه حیاتی زنده در داخل اکوسیستم و تحت بهره‌برداری‌های مختلف نشان می‌دهد. در این راستا شاخص‌های کیفیت خاک به‌عنوان معیارهای ارزیابی و تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر باقی‌مانده کود مصرفی در زراعت باقلا بر ویژگی‌های شیمیایی خاک در سیستم کشت باقلا- برنج شامل کشت باقلا با پانزده تیمار کودی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های 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 سال‌های 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 پی‌پی‌ام) و پتاسیم خاک (۲۳۷/۶۹ پی‌پی‌ام) گردید. بیشترین میزان فسفر خاک در تیمار P_{100} (۴۲/۶۹ پی‌پی‌ام) در کشت برنج حاصل شد و متوسط عملکرد برنج در طی دو سال زراعی حدود ۲۷۷۰/۹۵ کیلوگرم در هکتار بود.

کلید واژه‌ها: شالیزار؛ عملکرد باقلا؛ عملکرد برنج؛ کربن آلی

مقدمه

برنج یک محصول مهم زراعی است که غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان را تأمین می‌کند و نقش مهمی در امنیت غذایی دارد (Brar *et al.*, 2012). امروزه به‌دلیل محدودیت در زمین‌های کشاورزی، استفاده بهینه از زمین‌های حاصلخیز زراعی به‌جهت توسعه کشاورزی و تولید محصولات غذایی امری ضروری است، به‌طوری‌که استفاده از کشت تلفیقی و دو منظوره لازمه این توسعه می‌باشد (FAO., 2010). بنابراین می‌توان گفت که کشاورزی درآینده نه چندان دور جهان، ناچار است غذای بیشتری را در زمین‌های کمتر و با استفاده مؤثرتر از منابع طبیعی، با کمترین اثر سوء بر محیط زیست و سلامت انسان‌ها 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

www.SID.ir

Archive of SID

به‌دست می‌آید (Bayramin *et al.*, 2003). خاک نقش کلیدی در اکوسیستم خاک و آب از یکسو و اتمسفر از سوی دیگر ایفا می‌کند (شالیکار و همکاران، ۱۳۸۷). به‌طوری که اثرات تجمعی ناشی از مصرف این کودها که باعث آلودگی خاک و آب می‌شود به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های کشاورزی کنونی تبدیل شده است (حجتی‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). امروزه در عرصه کشاورزی جهان، واژه کشاورزی پایدار دارای جایگاه ارزنده و ویژه‌ای 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 (حسین‌زاد و همکاران، ۱۳۹۳). کشت محصولات زمستانه در تناوب با برنج، به‌عنوان یکی از راهکارهای اصلی کشاورزی پایدار نقش مهمی را در حفظ و ارتقای باروری خاک داشته و می‌تواند به بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک کمک نماید. در این میان، حبوبات با بهبود سطح سلامت و تغذیه انسان‌ها، توانایی تثبیت بیولوژیک نیتروژن اتمسفر و قرار گرفتن در سیستم‌های کشت با ورودی کم، شکستن چرخه آفات و بیماری‌ها و کمک به تعادل کمبود پروتئین‌های گیاهی در بسیاری از نقاط جهان دارای نقش مهمی بوده و می‌توانند در تناوب با سایر محصولات قرار گیرند (Stagnari *et al.*, 2017).

گیاه باقلا از گیاهان مهم پروتئینی و متداول کشت در مناطق شمال کشور می‌باشد که پس از برداشت برنج نیز به‌عنوان کشت دوم مورد توجه کشاورزان می‌باشد (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹٦). یکی از چالش‌های زراعت گیاهان دانه‌ای در مناطق شالیزاری، بهینه‌سازی مصرف کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم گزارش شده است (ذرشین‌زنوش و همکاران، ۱۳۹٤). نیتروژن، مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی به شمار می‌آید و کمبود آن تقریباً در همه جا وجود دارد، مگر آن‌که نیتروژن به‌صورت کود مصرف شود. نیتروژن برای پنجه‌زنی اهمیت داشته و تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد و در حبوبات تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه را افزایش می‌دهد (محسنی‌محمدجانلو و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج کلی ارزیابی شاخص‌های مختلف کیفیت خاک در تناوب‌های زراعی با کشت برنج در منطقه دشت- سر آمل نشان داد که تناوب زراعی برنج در طولانی‌مدت با محصولاتی از خانواده بقولات (شبدر و باقلا) باعث بهبود کیفیت خاک در مقایسه با تناوب زراعی برنج- آیش شده است، به‌طوری‌که میزان نیتروژن کل و ماده آلی خاک در تناوب زراعی برنج- آیش با اختلاف بسیار معنی‌داری 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 اکوسیستم‌های کشاورزی بازی می‌کنند. 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 لگوم‌های دانه‌ای بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی محصول بعدی، مطالعات زیادی در خصوص قرار گرفتن آن‌هادر تناوب‌های کشت انجام شده است (Preissel *et al.*, 2015., Luce *et al.*, 2015., Kirkegaard *et al.*, 2008). 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. قرارگرفتن بقولات درتناوب باعث کاهش مصرف نیتروژن می‌شود، بنابراین، می‌توان با قراردادن بقولات در تناوب با سایر گیاهان، از آن‌ها به‌صورت یک جانشین ارزان قیمت برای تأمین مواد غذایی موردنیاز گیاه بعدی استفاده کرد (سیادت و همکاران، ۱۳۸۸.، امین پناه و عباسیان، ۱۳۹۵).

www.SID.ir

Archive of SID

برخی مطالعات نشان داده اند که حبوبات بیشتر از سایر گیاهان دیگر قادرند از فسفر غیرقابل دسترس خاک استفاده کنند (عالی‌پور 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، به‌دلیل 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 به‌منظور کاهش معضلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این کودها لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر باقیمانده کاربرد کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر بر خصوصیات خاک، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۴- ۱۳۹۱شامل دو دوره کشت برنج (رقم هاشمی) و سه دوره کشت باقلا (رقم برکت) با پانزده تیمار کودی برای کشت باقلا به‌صورت 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 سولفات‌پتاسیم در تمام کرت‌ها انجام گردید. به‌منظور 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 سانتی‌متری خاک تهیه شد و پس از مخلوط کردن، یک نمونه همگن به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات برنج کشور ارسال گردید. قابلیت هدایت الکتریکی (EC) به‌وسیله هدایت‌سنج الکتریکی، واکنش خاک یا اسیدیته (pH خاک) به‌وسیله 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 سال۱۳۹۱) با

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از روتیواتور تا عمق ۱۰ تا ۱۵سانتی‌متر شخم زده شد. به‌دلیل کفایت نزولات آسمانی در طول فصل رشد گیاه، آبیاری صورت نگرفت و زراعت به‌صورت دیم انجام شد. عملیات کاشت بذر باقلا رقم برکت در آبان ماه (در هر دوره کشت باقلا) به‌صورت 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 ٤٠ درصد) انجام گرفت و بقایای آن از سطح خاک جمع آوری شد.

به‌منظور بررسی اثر تیمارهای آزمایشی در زراعت باقلا بر گیاه برنج، کشت نشاهای برنج در همان کرت‌های آزمایشی کشت قبل، به‌صورت دستی انجام گرفت و آرایش کرت‌ها تغییر نکرد. پس از برداشت باقلا، به‌منظور جلوگیری از حرکت عناصر غذایی (به‌خصوص نیتروژن) از یک کرت به کرت دیگر و مخلوط شدن خاک کرت-های 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 بسیار ضخیم و غیرقابل نفوذ پوشانده شدند. نشاهای برنج با تراکم ۲۵×۲۵ سانتی‌متر 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 به‌منظور کنترل علف‌های هرز انجام گرفت. برداشت برنج در ۱۵ شهریور هر سال زراعی و در مرحله رسیدگی برنج (رطوبت ١٤ 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.

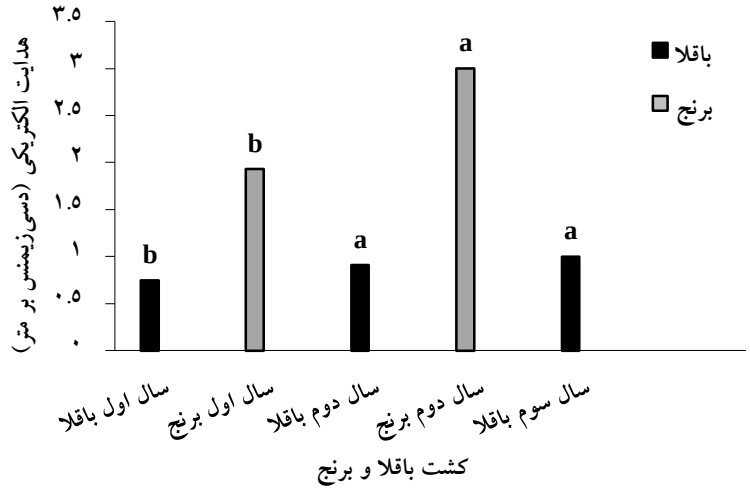
نتایج و بحث

هدایت الکتریکی خاک (EC)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین تیمارهای آزمایشی تنها اثر سال‌های کشت 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.

جدول۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه قبل از کشت

هدایت الکتریکی (ds/m)	pH	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)
۰/۷۲	۷/٤٦	۲/۱۵	۰/۱٤۷	۲٤/۲	۱۲٦	٤	٤٨	٤٨



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

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های مربوط به خصوصیات خاک پس از کشت باقلا طی سال های 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)	٦	۰/۰۷٤	۰/۰۲۸	۰/۲٤۳	۰/۰۰۳	۱۳/٦۹۱	۲٥٤۹/٥٤۸
نیتروژن (N)	٤	۰/۰۳۱^{ns}	۰/۲۲۹*	۰/۲۱٤^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۳۲/٦۰۷^{ns}	۸٤۷/٤۰۷^{ns}
فسفر (P)	۲	۰/۰٦۳^{ns}	۰/۰٤۲^{ns}	۰/۳۲٦^{ns}	۰/۰۰۰٥^{ns}	۲۲/۷۰٦^{ns}	٦۱۹/۸۲۲^{ns}
نیتروژن× فسفر (N×P)	۸	۰/۰۲۲^{ns}	۰/۰٥^{ns}	۰/۱٤٤^{ns}	۰/۰۰۰٥^{ns}	۲۷/٥۲۹^{ns}	٥۹۳/۸۹٦^{ns}
سال× نیتروژن (Y×N)	۸	۰/۰٤٤^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۱۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	٤٦/۳۹۹^{ns}	۱۳٦٥/۷٦۲^{ns}
سال× فسفر (Y×P)	٤	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۲۱^{ns}	۰/۰٥۳^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۳۹/۸٤٦^{ns}	۷۷٤/۳۷۷^{ns}
سال× نیتروژن× فسفر (Y×N×P)	۱٦	۰/۰۳۳^{ns}	۰/۰۳۲^{ns}	۰/۱۸٤^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۱۳/۲۷۷^{ns}	۱٤۷۳/۷۸٥^{ns}
خطا (Error)	۸٤	۰/۰٤۹	۰/۰٦٥	۰/۱٦٥	۰/۰۰۰۳	۲٥/۷٥۳	۸٦۱/۷۳
ضریب تغییرات (CV)		۲٤/۹۹	۳/٥۷	۱٥/۷٤	۹/۹۸	۱۳	۱۳/٦٦

* و ** به‌ترتیب 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	۲٥/٦**	۰/۱٥۹^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۲۹٤/۷٤^{ns}	۱۸۱۷٦/۰۱۱^{ns}
R(Y)	٤	۰/۹٦٤	۰/۲۷۲	۰/۱۰۲	۰/۰۰۱	۲۰۷/۱۰۷	٤٦٦٦/٦۱۱
نیتروژن (N)	٤	۰/۱٥۷^{ns}	۰/٥۳٦*	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۱۲۳/۳۸٥^{ns}	۲۱۸/۰۷۲^{ns}
فسفر (P)	۲	۰/۰٥۲^{ns}	۰/۰۳٥^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۳۳۳/۲۲۲*	۱٤۰۲/٤۱۱^{ns}
نیتروژن× فسفر (N×P)	۸	۰/۱٦٦^{ns}	۰/۲٥۷^{ns}	۰/۰٤۳^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۸۰/۰۳^{ns}	٥۲۳/٤۳۸^{ns}
سال× نیتروژن (Y×N)	٤	۰/۱٥۹^{ns}	۰/۱۲۷^{ns}	۰/۰۱٦^{ns}	۰/۰۰۰۰٤^{ns}	۱٤۱/٦٥۹^{ns}	۱٤۲۳/۷۰٥^{ns}
سال× فسفر (Y×P)	۲	۰/۱۱۸^{ns}	۰/۰٥^{ns}	۰/۰۷٤^{ns}	۰/۰۰۰۰۹^{ns}	۱۷۱/۳٦٤^{ns}	۱۳۱۰/۷٤٤^{ns}
سال× نیتروژن× فسفر (Y×N×P)	۸	۰/۱۱۸^{ns}	۰/۲۰۸^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}	۹۲/۹۹٤^{ns}	۱۰۷۷/٥۲۲^{ns}
خطا (Error)	٥٦	۰/۲۳٤	۰/۱٦۷	۰/۰۲٥	۰/۰۰۰۱	۹۳/۰٥۹	۱۰۲۹/۳۰۱
ضریب تغییرات (CV)		۱۹/٦	٥/۸٥	۷/٦٥	۷/٥۳	۲٤/۱۸	۱۸/۳۸

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

کشت برنج و باقلا باعث افزایش EC نسبت به خاک قبل از کشت شد، به‌طوری‌که نتایج بدست آمده در گیاه باقلا و برنج نشان داد، بیشترین EC خاک در سال دوم زراعی بعد از کشت برنج (۳ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد. روند تغییرات هدایت الکتریکی خاک طی سال‌های

www.SID.ir

Archive of SID

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

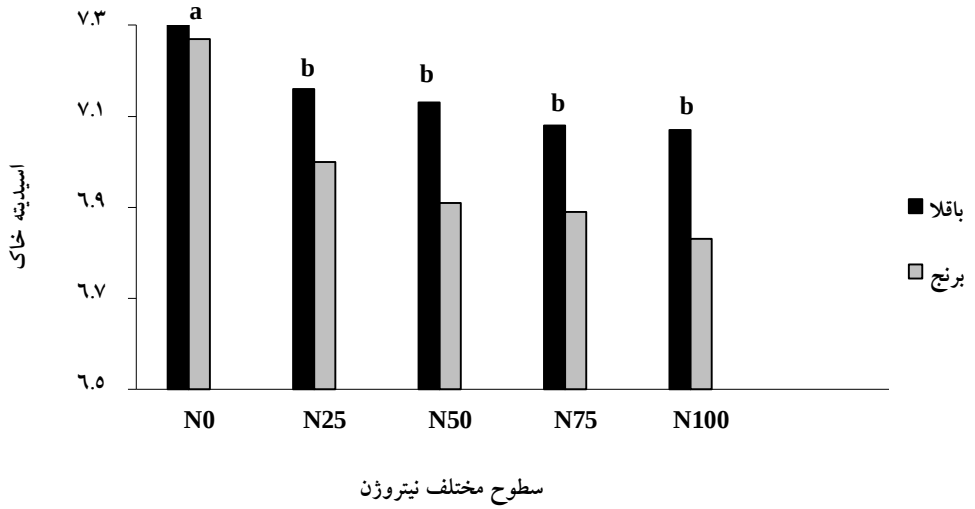
pH خاک

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 دی اکسید 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).

درصد کربن آلی خاک (OC٪)

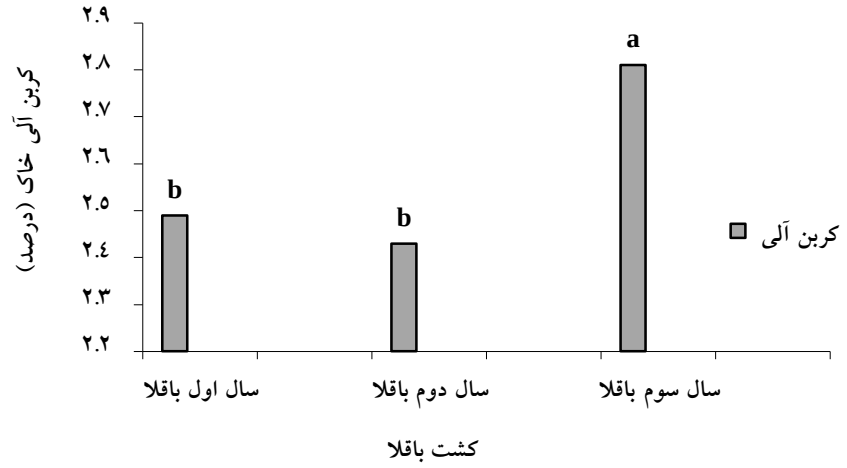
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر درصد کربن آلی خاک در کشت باقلا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، اما کاربرد سطوح مختلف کودهای نیتروژن و فسفر بر درصد کربن آلی خاک از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). روند تغییرات درصد کربن آلی خاک نشان داد که بیشترین درصد کربن آلی خاک در سال سوم کشت 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).



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

www.SID.ir

Archive of SID



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

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 به‌ترتیب 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 به‌صورت 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 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 (۲۰۱٤) 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 ٤۰٦۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شهدی‌کومله و همکاران، ۱۳۹٦). 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، ۱۳۹٤).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 ٤۰/۵۹ و ۳۷/۵۱ پی‌پی‌ام به‌ترتیب در سال اول و دوم برنج شد. نتایج یک بررسی چندساله بر میزان فسفر خاک، نشان داد که

www.SID.ir

Archive of SID

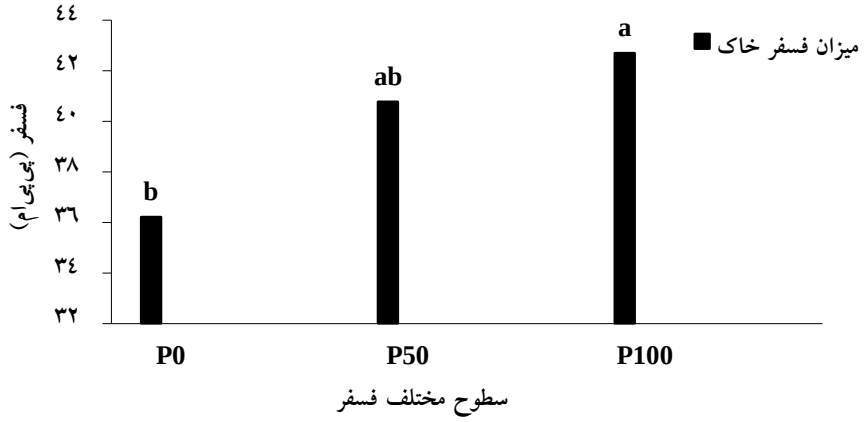
پس از گذشت زمان نسبتاً طولانی از آخرین کاربرد کود فسفره، مقدار فسفر قابل جذب بیش از حد انتظار بود، به‌طوری که با گذشت زمان بخش زیادی از فسفر غیر قابل دسترس وارد محلول خاک گردید (براهیمی، ۱۳۸۷). همچنین اثر باقی‌مانده مصرف کود فسفره در کشت برنج معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان فسفر خاک در تیمار P_{100} (۴۲/۶۹ پی‌پی‌ام) و کمترین میزان آن در تیمار P_0 (۳۶/۲ پی‌پی‌ام) به‌دست آمد (شکل ٤). بر اساس یافته محققین یکی از مهم‌ترین تغییرات ناشی از غرقاب در خاک که در تغذیه برنج نقش مهمی دارد، افزایش قابلیت جذب فسفر می باشد. بر اثر غرقاب شدن خاک شکل‌های غیر قابل جذب فسفر به‌شکل‌های قابل جذب تبدیل می‌شوند (نجفی و توفیقی، ۱۳۹۳). افزایش فسفر قابل جذب پس از غرقاب شدن خاک به‌وسیله سایر محققین نیز گزارش شده است (Saleque and Krik, 1995., Wright *et al.*, 2001).

نتایج بررسی تأثیر کودهای فسفر و روی به‌کار 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 به‌طور 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 دست‌آمده گزارش شد که غلظت فسفر قابل دسترس محلول خاک تحت تأثیر مقدار کود فسفر افزایش می‌یابد (Yan *et al.*, 2016., Saleque *et al.*, 2004).

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 ٤۰ کیلوگرم فسفر در هکتار در اراضی پست، به فراهمی فسفر کمک می‌نماید (Shah *et al.*, 2007).

ترشح ترکیبات آلی مختلف به وسیله ریشه به رایزوسفر 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 رایزوسفر 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 به‌وسیله 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 رایزوسفر معدنی شده و فسفر معدنی موجود در محلول خاک را افزایش می‌دهند (نجفی و توفیقی، ۱۳۹۱).



شکل ٤ . اثر سطوح فسفر بر میزان فسفر خاک در کشت برنج

www.SID.ir

Archive of SID

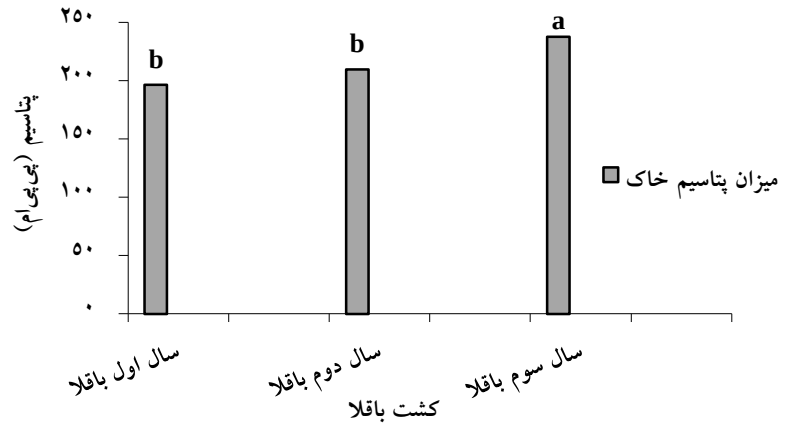
میزان پتاسیم خاک

اثر کاربرد سطوح مختلف کودهای بکار رفته در کشت باقلا و برنج بر میزان پتاسیم خاک معنی‌دار 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 وعدم 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 (Pavithira *et al.*, 2017). به‌نظرمی‌رسد کاهش میزان پتاسیم خاک در سال دوم و پس از برداشت برنج به‌دلیل 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 تامین نیاز اولیه گیاه و عدم رقابت میکروارگانیزم‌ها با گیاه زراعی و جلوگیری از بروز علائم کمبود نیتروژن، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. بالاترین عملکرد دانه باقلا در سال سوم کشت با میانگین عملکرد دانه ۴۰۶۱/۱۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. همچنین عملکرد دانه برنج درسال دوم کشت نسبت به سال اول دارای اختلاف عددی بود. با توجه به نتایج به‌دست 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 برسلامت انسان و اکوسیستم مفید و مؤثر باشد و موجب حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک شود. در نتیجه تناوب کشت حبوبات- غلات و تامین نیازهای حداقلی گیاه به‌کمک کودهای شیمیایی می‌تواند از راهکارهای قابل توصیه و کاربردی برای زراعین منطقه و استفاده از زمین در طی ماه‌های پس از برداشت برنج باشد.



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

www.SID.ir

Archive of SID

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 .چکیدۀ مقالات ششمین کنگرۀ 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 باقی‌مانده و تجمعی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(٤٦): ۸۱۲ –۸۰۳.

حجتی‌پور، 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): ٤۸ –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. ۲٤(۲): ٥٤ –٤۱.

خسروی، ه.، میرزاشاهی، ک.، رمضانپور، م. ر.، کلهر، م. و میررسولی، م. ۱۳۹٤. 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. ۱۳۹٤. اثر پرایمینگ شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه باقلا (*Vicia faba* L.). نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی. ۱۰(٤۰): 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 –۱۷٤.

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(٦): ۱۲ –۱.

شهدی‌کومله، ع.، صادق کسمائی، ل.، ربیعی، م. و فروغی، م. ۱۳۹٦. اثر باقی‌مانده کودهای نیتروژن و فسفر در مزرعه باقلا بر عملکرد در سیستم کشت باقلا– برنج در گیلان. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ٤۲(۲): ۳۹۸ –۳۸۳.

عالی‌پور، 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 –٤۵.

کوچکی، ع.، نصیری‌محلاتی، 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(٤): ۱۹۷ –۱۷۹.

محسنی‌محمدجانلو، 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): ٤۰ –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(٦۷): ۱٦۳ –۱٥۱.

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. ٤۳(۳): ۲٤۲ –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.

www.SID.ir

Archive of SID

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

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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 Seyedi[2], Mohammad Rabiee[3] and Maryam Foroughi[4]

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 P_{100} (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

www.SID.ir