View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Directory of Open Access Journals

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۸ شماره ۱/ بهار ۱۳۹۷

ارزیابی پاسخ برنج (*Oryza Sativa* L.) به مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم براساس مدیریت تغذیه خاص مکان (SSNM)

حسن شکری واحد[۱*]، ناصر دواتگر[۲]، مسعود کاوسی[۱]، شهریار بابازاده[۱]

تاریخ دریافت:۹۵/۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۲

۱-به ترتیب مربی پژوهش، دانشیار و دانشجوی دکتری موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، رشت
۲-دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
*مسئول مکاتبه: Email: shokri_v@yahoo.com

چکیده

در این تحقیق بهینه‌سازی مصرف کود بر اساس مدیریت تغذیه خاص مکان بر اساس پتانسیل عرضه عنصر غذایی بومی خاک و میزان نیاز محصول به عنصر غذایی برای عملکرد مورد انتظار و نیز راندمان بازیافت عناصر غذایی بررسی شد. در۲۲ مزرعه شالیزاری تیمارهای کودی N_0, P_0 , K_0 و NPK اعمال گردید. میزان عملکرد و برخی اجزای عملکرد برنج و همچنین نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک و گیاه اندازه‌گیری و تامین عناصر غذایی بومی با توجه به عملکرد گیاه محاسبه شدند. نتایج نشان داد، نیتروژن در ۲۷ درصد از مزارع باید بیشتر از مقدار توصیه شده و در۶۳ درصد نیز باید کمتر از مقدار توصیه شده رایج مصرف می‌شد. در۲ مزرعه مقدار توصیه شده با مقدار بدست آمده از روش خاص مکان یکسان بود. در تمامی مزارع مورد مطالعه براساس مدیریت کودی خاص مکان فسفر باید بیشتر از مقدار توصیه شده مصرف می‌شد و این افزایش مصرف از محدوده ۵۲ تا ۸۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 متغیر بود. در مورد پتاسیم در۱۰ مزرعه باید پتاسیم بیشتری معادل ۹۵ تا ۱۲۹ کیلوگرم درهکتار از مقدار توصیه شده مصرف می‌شد و در۱۲ مزرعه مقدار توصیه شده زیاد بود و برای رسیدن به عملکرد مطلوب باید پتاسیم کمتری مصرف می‌شد. نتایج بدست آمده به خوبی نشان داد که توصیه‌های کودی رایج بر مبنای انجام آزمایش در یک منطقه نمی‌تواند برای سایر مناطق نیز قابل توصیه باشد. در نتیجه ضرورت انجام توصیه کودی بر مبنای مدیریت خاص مکان بیشتر مشخص می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: برنج، تغذیه، خاص مکان، عملکرد شلتوک، کود

Evaluation of Rice Plant Response to Nitrogen, Phosphours and Potassium Based on Site-Specific Nutrient Management (SSNM)

Hassan Shokri Vahed[1]*, Nasar Davatgar[2], Massoud Kavoosi[1], Shahryar Babazadeh[1]

Received: November 9, 2016 Accepted: January 2, 2018
1- Scientific Board Member, Assoc. Prof., and PhD Student of Rice Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Rasht, Iran.
2- Assist. Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Karaj, Iran.
*Corresponding Author: Email: shokri_v@yahoo.com

Abstract

Site specific nutrient management technique can increase nutrients use efficiency, prevent non-selective use of fertilizers and provide better performance of fertilizers. Optimizing fertilizer application was used in this study by site specific nutrient management technique through indigenous soil nutrient supply, crop nutrient demand (expected yield) and nutrients recovery. Twenty two selected farms were located in west Guilan and varied widly in soil properties, and agricultural practice management. In each research area were divided into four plots (each plot had 12 square meters). The fertilizers treatments determined through Doberman method (N_0, P_0, K_0, and NPK). Morphological characters, yield and yield components and nitrogen, phosphorus and potassium in soil and plants after harvest were meseared. Also provided indigenous nutrition elements to consider the yield were calculated. The results showed in 6 farms (27%), applied nitrogen were more and in 14 farms (63%) were less than the recommended dose. Furthermore only 2 farms were in recommended range. Phosphorus supply in all fields was more than the recommended dose. This increased consumption ranged from 52 to 85 $kg.ha^{-1}$ P2O5. Also according to site specific nutrient management, 10 farms had more potassium intake equivalent to 95 to 129 $kg.ha^{-1}$ than the recommended dose and in 12 farms the recommended dose was high and must consume less potassium to achieve optimal yield.The results indicate that current fertilizer recommendations based on testing in a region can not be justified for other areas.

Keywords: Fertilizer, Grain yield, Nutrient, Rice, Site specific

مقدمه

تا سال ۲۰۵۰ میلادی لازم است تولید برنج نزدیک به ۵۰ درصد افزایش یابد که این افزایش تولید نیازمند اصلاح ارقام و اعمال مدیریت‌های زراعی بویژه تغذیه مناسب است(نتانسن و کوتروباس ۲۰۰۲). امروزه ترکیبی از ارقام اصلاح شده گیاهان زارعی وابداع تکنولوژی‌های مربوط به مدیریت صحیح مصرف کودهای شیمیایی به افزایش تولید محصو- لات کشاورزی تداوم می‌بخشند ولی دراین راستا بیشینه عملکرد به محدودیت‌هایی ناشی از برخی شرایط نزدیک

می–شوند (اوانز ۱۹۸۰)؛ این بدان معنی‌است که تولید گیاهان زارعی اصلی درآینده با سرعت کمتری افزایش خواهند یافت. در این زمینه دلایلی مانند فرسایش خاک، از دست رفتن مواد آلی، محدودیت مصرف کود، آب، آفت‌کشها، نوسانات آب و هوایی و کاهش حمایت از تحقیقات کشاورزی در خصوص ثابت ماندن تولیدات کشاورزی مطرح شده است (ویتور۱۹۸۰). عرضه عناصرغذایی خاک، راندمان کودها، بهره‌وری خاک در اراضی شالیزاری حتی در فواصل کم تغییرنشان می‌دهند، اما در حال حاضر توصیه کودی بدون در نظر گرفتن تغییرات مکانی و فصلی، به صورت یکسان انجام می‌شود. این نکته روشن می‌کند که چرا راندمان استفاده نیتروژن کم، استفاده از کود پتاسیم و دیگر عناصر غذایی در توازن با گیاه و در نتیجه بهره‌وری خاک مطلوب نیست (دابرمن و همکاران ۲۰۰۲). معمولا توصیه کودی در اراضی شالیزاری کشور به صورت یکنواخت و بدون در نظر گرفتن وضعیت عناصر غذایی، کیفیت حاصلخیزی و کارآیی تولید خاک انجام می‌شود. این شرایط در مواقعی منجر به مصرف بیشتر یا کمتر از مقدار مورد نیاز گیاه به کود دراین اراضی می‌گردد. این رویداد منجر به افزایش هزینه تولید، کاهش راندمان زراعی نهاده‌ها و کاهش محصول در مقیاس‌های بزرگ خواهد شد. مشخص نمودن محدوده وضعیت عناصر غذایی، کیفیت حاصلخیزی و بهینه نمودن مصرف کود در این محدوده‌ها در راستای مدیریت تغذیه خاص مکان منجربه مصرف متوازن کود، تولید پایداروارتقای سلامتی محیط زیست می‌گردد. درنظام‌ها ی کشت متمرکز برنج، عرضه نیتروژن بومی خاک هرگز کافی نبوده است و مصرف کودهای نیتروژنه معدنی بخش اعظم چرخه نیتروژن را در زیست بوم شالیزار تشکیل می‌دهند. در بیشتر کشورهای آسیایی، کشاورزان برای زراعت برنج ۱۰۰ تا۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن درهکتار استفاده می‌کنند. بیش از۲۰ درصد کودهای نیتروژنه تولید شده در سراسر جهان در اراضی شالیزاری آسیا استفاده می‌شود؛ اما راندمان بازیافت[1] نیتروژن در بیشتر مزارع شالیزاری شالیکاران فقط در حدود ۲۵ تا٤٠ درصد از نیتروژن مصرف شده می‌باشد (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰). بیشتر شا– لیکاران ۱۵ تا۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر در برنج فاریاب مصرف می‌کنند با این همه توازن فسفر به طور گسترده‌ای متفاوت است به طوری که هم تخلیه فسفرازخاک و هم تجمع اضافی‌آن گزارش شده است (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰). عرضه پتاسیم بومی خاک در بیشتر خاک‌های شالیزاری برای حفظ عملکرد متوسط ٤ تا ٦ تن در هکتار در کوتاه مدت کافی است؛ اما بررسی های مزرعه‌ای انجام شده درکشورهای مختلف مصرف متوسط تنها ۱۵ تا۲۰ کیلوگرم درهکتار پتاسیم برای هر محصول و توازن منفی پتاسیم به میزان۲۰ تا ٦٠ کیلوگرم درهکتار برای هر محصول را نشان می‌دهد. یک عامل موثر درتوازن منفی پتاسیم روند روز افزون خارج شدن کاه از مزارع برنج به منظور استفاده علوفه‌ای، سوخت یا سهولت در آماده سازی زمین است (دابرمن‌و فیرهورست ۲۰۰۰). تخلیه ذخایر پتاسیم خاک در بسیاری از زراعت‌های متمرکز برنج درآسیا به صورت یک معضل درآمده است که اگر اصلاح نشود افزایش محصول درآینده محدود و منجر به راندمان پایین استفاده از نیتروژن می‌شود. مصرف معقول عناصر غذایی در گرو اطلاع از چگونگی وضعیت تأمین طبیعی این عناصر توسط خاک می‌باشد که کشاورزان بدان دسترسی ندارند. بدیهی است که تجزیه خاک بهترین روش برای اطلاع از وضعیت عناصر غذایی خاک است. اما واقعیت آن است که تجزیه خاک اگر چه روش علمی، صحیح و متداول درکشورهای پیشرفته است ولی این روش درشرایط اقتصادی برنج‌کاران ایران از کاربرد اندکی برخوردار است. دلیل ساده آن کوچک بودن سطح زیرکشت هر کشاورز است که در نتیجه تعداد نمونه خاک لازم زیاد و بسیار بیشتر از امکانات آزمایشگاهی کشور است (فلاح ۱۳۷۸).

1-Recovery Efficiency

توصیه‌های کودی موجود، کلی بوده و مقادیر ثابتی از کود برای سطح وسیعی از اراضی شالیزاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این بدین معنی است که توصیه‌های موجود تغییرپذیری و تنوع مزارع زارعین را از نظر عرضه عناصر غذایی و نیز پاسخ محصول به عنصر غذایی در نظر نمی‌گیرند (ژین وژیانگ ۲۰۰۲). مدیریت عناصر غذایی خاص مکان (SSNM) یک راهکار عملی برای توصیه کودی مطابق با نیاز گیاه ارزیابی شده است. کاربرد این روش باعث می‌شود که وضعیت عناصر غذایی بومی خاک در توصیه‌های کودی لحاظ شود. در این روش کودهای حاوی عناصر غذایی مورد نظر در یک مدل زمانی خاصی با در نظرگرفتن تفاوت بین نیاز کل عناصر غذایی برنج برای رسیدن به عملکرد مورد نظر و عرضه آن توسط منابع بومی خاک توصیه می‌شود (پامپلینو و همکاران ۲۰۰۷). مطالعات انجام گرفته توسط پامپلینو و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که استفاده از روش SSNM میانگین عملکرد را درویتنام۲۰۰، در فیلیپین۳۰۰ ودر هندوستان ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داده است. نتایج بررسی‌های انجام شده در چین بر روی مزارع کمتر از یک هکتار نشان داد که تغییرات عناصر غذایی در مزارع زارعین تا حد زیادی به تاریخچه کودی این مزارع بستگی دارد. این مطالعات همچنین نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین عملکرد گیاه برنج و سطح عناصر غذایی قابل دسترس وجود دارد (ژین وژیانگ ۲۰۰۲). در مطالعات انجام گرفته در پنجاب هندوستان، مقدارافزایش عملکرد برنج از کاربرد روش SSNM نسبت به روش‌های سنتی به کار رفته توسط کشاورزان ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. این افزایش عملکرد با افزایش ۱۳ تا ۱۵ درصدی جذب عناصر غذایی همراه بوده است. از نظر اقتصادی نیز این روش ۱٤درصد سود بیشتر نصیب کشاورزان شالیکار نموده است (خورانا و همکاران ۲۰۰۸). دابرمن و همکاران (۲۰۰۳) با انجام آزمایش هایی در اراضی برنج خیز آسیا به منظور ارزیابی رابطه بین مقدار جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه با آزمون خاک برای مدیریت تغذیه گیاهی خاص مکان و ارزیابی رابطه بین عملکرد دانه با تجمع عناصر غذایی و آزمون خاک نشان دادند که تنها ۱۷ درصد از جذب نیتروژن توسط گیاه درکرت‌های شاهد با کربن‌آلی خاک قابل توجیه است. این مطالعات نشان داد که با واسنجی مناسب، عرضه بومی نیتروژن، فسفر و پتاسیم را می‌توان از عملکرد دانه کرت شاهد به ترتیب با دقت حدود ۵ تا ۱۰، ۲ تا ۳ و۱۰ تا ۲۰ کیلوگرم درهکتار تخمین زد. دواتگر و همکاران (۲۰۱۲) براساس الگوریتم فازی نشان دادند که چهار محدوده مدیریت حاصلخیزی خاک در اراضی شالیزاری منطقه صومعه سرای گیلان وجود دارد. تحقیقات انجام گرفته نشان داد که راهبردهای مبتنی براستفاده از تجزیه‌های گیاهی برای مدیریت مقدار مصرف نیتروژن به منظور افزایش عملکرد و افزایش راندمان کاربرد نیتروژن امیدبخش است. این در حالی است که تغییر پذیری زیادی در عرضه عناصر غذایی خاک و پاسخ برنج به عناصر غذایی در مزرعه زارعین مشاهده می‌گردد. کاوسی (۱۳۹٤) نشان داد که عرضه بومی نیتروژن خاک در اراضی شالیزاری در فصول مختلف سال متفاوت بوده و ارتباط قوی با ماده آلی خاک ندارد. با ارزیابی امکان مدیریت خاص مکان در نظام های کشت برنج در آسیا، دابرمن و همکاران(۲۰۰۲) میانگین بازیافت نیتروژن دراراضی شالیزاری آسیا را ۳۰ درصد گزارش کردند. کاوسی(۲۰۰۷) بازیافت نیتروژن در یک خاک شالیزاری شنی در استان گیلان را ٤۰ درصد و راندمان زراعی کاربرد کود را ۱۲/٦ کیلوگرم دانه به ازای کاربرد هر کیلو گرم کود اوره گزارش نمود.

مدیریت تغذیه خاص مکان (SSNM) که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفت براساس عرضه عنصر غذایی بومی خاک (INS) و میزان نیاز محصول به عنصر غذایی، عملکرد مورد انتظار و نیز راندمان بازیافت عناصر غذایی استوار است. مدیریت تغذیه خاص مکان (SSNM) از روش‌هایی است که می‌تواند به افزایش راندمان و جلوگیری از مصرف بی رویه کود و

تامین عملکرد مورد نظر با مصرف کود مناسب کمک شایان توجه‌ای نماید؛ اما در این روش برای توصیه کودی مناسب و اجتناب از مصرف زیاد یا کم کود اطلاع از راندمان بازیافت کود شیمیایی مصرف شده و راندمان درونی کود برای هر سطح افزایش عملکرد مورد نظر ضروری می‌باشد. این تحقیق در راستای مدیریت تغذیه خاص مکان با هدف تعیین توانایی خاک در عرضه عناصر بومی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، پاسخ گیاه برنج به مصرف کود وتعیین راندمان کود مصرفی در هرگروه از خاک‌های شالیزاری با توان حاصلخیزی متفاوت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور اجرای این آزمایش در سال۱۳۹۳ ابتدا ۳۳ مزرعه دراراضی شالیزاری دشت فومنات در غرب گیلان که از نظر ویژگی‌های خاک و موقعیت مکانی متفاوت بودند درنظر گرفته شد و سپس بر پایه مدیریت، سابقه کشت و تنوع ویژگی خاک از کمبود تا کفایت عناصر۲۲ مزرعه انتخاب شدند. دشت فومنات شامل اراضی آبی شهرستان‌های فومن، صومعه سرا، شفت، بخشی از جنوب شهرستان انزلی و بخشی از غرب شهرستان رشت است (شکل ۱). قبل از اعمال تیمارها به منظور تعیین برخی ویژگی‌های خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزارع انتخابی نمونه‌برداری و مختصات جغرافیایی نقاط با دستگاه GPS مشخص گردید. بر پایه روش استاندارد پیشنهادی موسسه تحقیقات بین المللی برنج[2] (دابرمن و همکاران ۲۰۰۳) برای اجرای آزمایشات مدیریت تغذیه مکان (SSNM) درمزارع شالیزاری تیمارهای آزمایشی به صورت N_0، P_0، K_0 وNPK در کرتهایی به مساحت ۲۰ متر مربع در یک تکرار در مزارع زارعین اجرا شد. طرح آماری مورد استفاده در این مطالعه بلوک‌های کامل تصادفی با اعمال چهار تیمارN_0، P_0، K_0 وNPK در۲۲ تکرار (مزارع انتخابی) بود. در هرکرت شاهد (N_0، P_0، K_0) به جز عنصر مورد نظر، دیگر عناصر غذایی پر مصرف درحد کفایت استفاده شدند (برای اطمینان از این که جذب دیگر عناصرغذایی پرمصرف به جز عنصر مورد نظر توسط گیاه از منابع بومی خاک محدود نمی‌شود). رقم گیاه برنج مورد استفاده در این آزمایش هاشمی بود و مصرف کود براساس توصیه رایج برای این رقم به ترتیب۶۰، ۴۵ و۹۰ کیلوگرم در هکتار N، P_2O_5 وK_2O از منبع کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم تامین گردید. مدیریت کاشت، داشت و برداشت بر اساس عرف منطقه انجام شد. در این بررسی آبیاری مزرعه زارع و کرتهای آزمایشی جداگانه انجام شد و به منظور جلوگیری از اختلاط کودها و نفوذ آب کرتهای مجاور و همچنین مزرعه به داخل کرتهای آزمایشی، مرزهای کرت‌های آزمایشی با پلاستیک پوشانده شد. در این پژوهش میزان عملکرد دانه، کاه، تعداد پنجه، ارتفاع بوته، طول خوشه، راندمان بازیافت و همچنین مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه پس از برداشت اندازه‌گیری شدند. تامین عناصر غذایی بومی نیز با مد نظر قراردادن عملکرد گیاه محاسبه شد. برای تعیین مناسب‌ترین فرمول کودی در روش SSNM ازالگوریتم پیشنهادی (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰) استفاده شد.

گام اول: برآورد ظرفیت عرضه عناصرغذایی بومی خاک

بر پایه تعریف دابرمن و فیرهورست (۲۰۰۰) عرضه عناصر غذایی بومی خاک عبارت است از مقدار تجمعی عناصر غذایی که از منابع بومی خاک منشا گرفته و در یک چرخه کامل عناصر غذایی در محلول خاک اطراف ریشه قرار می گیرد.

- برآورد عرضه نیتروژن بومی از طریق عملکرد دانه (تن درهکتار) در کرت‌های شاهد نیتروژن

اگر عملکرد دانه در کرت با مصرف NPK مساوی یا کمتر از عملکرد دانه در کرت بدون مصرف نیتروژن (N_0) باشد؛ آنگاه:

2 . International Rice Research Institute (IRRI)

۱۵ × عملکرد دانه کرت بدون مصرف نیتروژن = عرضه نیتروژن بومی[۳] (INS) خاک (کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

اگر عملکرد دانه در کرت با مصرف NPK بیشتراز عملکرد دانه در کرت بدون مصرف نیتروژن (N_0) باشد آنگاه:

۱۳ × عملکرد دانه کرت بدون مصرف نیتروژن = عرضه نیتروژن بومی (INS) خاک (کیلوگرم نیتروژن در هکتار)

• برآورد عرضه فسفر بومی از طریق عملکرد دانه (تن در هکتار) در کرت های شاهد فسفر

اگر عملکرد دانه در کرت با مصرف NPK مساوی یا کمتر از عملکرد دانه در کرت بدون مصرف فسفر (P_0) باشد؛ آنگاه:

۲/٦ × عملکرد دانه کرت بدون مصرف فسفر = عرضه فسفر بومی[٤] (IPS) خاک (کیلوگرم فسفر در هکتار)

اگر عملکرد دانه در کرت با مصرف NPK بیشتر از عملکرد دانه در کرت بدون مصرف فسفر (P_0) باشد؛ آنگاه:

۲/۳ × عملکرد دانه کرت بدون مصرف فسفر = عرضه فسفر بومی (IPS) خاک (کیلوگرم فسفر در هکتار)

• برآورد عرضه پتاسیم بومی از طریق عملکرد دانه (تن در هکتار) در کرت‌های شاهد پتاسیم

اگر عملکرد دانه در کرت با مصرف NPK مساوی یا کمتر از عملکرد دانه در کرت بدون مصرف پتاسیم (K_0)باشد؛ آنگاه:

۱۵ × عملکرد دانه کرت بدون مصرف پتاسیم = عرضه پتاسیم بومی[٥] (IKS) خاک (کیلوگرم پتاسیم در هکتار)

اگر عملکرد دانه در کرت با مصرف NPK بیشتر از عملکرد دانه در کرت بدون مصرف پتاسیم (K_0) باشد؛ آنگاه:

۱۳ × عملکرد دانه کرت بدون مصرف پتاسیم = عرضه پتاسیم بومی(IKS) خاک (کیلوگرم پتاسیم در هکتار)

گام دوم: برآورد عملکرد شلتوک مورد انتظار[٦] (هدف) (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰)

بر پایه تعریف دابرمن و فیرهورست (۲۰۰۰) عملکرد مورد انتظار از عملکرد حداکثر کمتر و در صورت رفع محدودیت‌های ناشی از عرضه عناصر، قابل دسترس می‌باشد مشروط بر آنکه آفات و بیماری وجود نداشته باشد. در اراضی شالیزاری مورد مطالعه آب عامل محدود کننده نبود، اما فرض بر این است که محدودیت کمبود عناصر غذایی وجود داشته باشد. بر اساس آزمایشات انجام شده توسط چووان هاچ و فام سی‌تان(۲۰۰۷) عملکرد شلتوک هدف ۰/۵ تن در هکتار بیشتر از حداقل عملکرد واقعی تولید شده در نظر گرفته می‌شود.

گام سوم: تعیین عناصرغذایی (N,P,K) درگیاه برنج با عملکرد مورد انتظار(هدف) (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰)

برای تعیین عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم درگیاه برنج ازمقادیر پیشنهادی دابرمن و فیرهورست (۲۰۰۰) استفاده شد. در شرایط طبیعی به طورمتوسط یک تن برنج حدود ۱۵ کیلوگرم N ، ٦ کیلوگرم P_2O_5 و ۱۸ کیلوگرم K_2O نیاز خواهد داشت.

گام چهارم: تعیین راندمان بازیافت[۷] (RE) کود مصرف شده (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰)

3 . Indegennous Nitrogen Supply (INS)
4 . Indegennous Phosphorous Supply (IPS)
5 . Indegennous Potassium Supply (IKS)
6 . Attainable Yeild
7 . Recovery Efficiency

راندمان بازیافت بیان می‌دارد چه مقدار از کودی که مصرف شده به وسیله محصول بازیافت و جذب شده است و با استفاده از رابطه زیر مشخص می‌شود (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰):

کیلوگرم نیتروژن، فسفر و یا پتاسیم جذب شده در کیلوگرم نیتروژن، فسفر و یا پتاسیم مصرف شده=RE

$RE=(U_2-U_1)/(F_2-F_1)$

که درآن RE راندمان بازیافت (کیلوگرم عنصر غذایی برداشت شده به ازای هر کیلوگرم عنصر غذایی اضافه شده به خاک؛ U_2 وU_1 به ترتیب عبارت از مقدارکل عنصر غذایی برداشت شده توسط دانه و کاه از تیمارهایی که عنصر غذایی مورد نظر را دریافت کردند) و F_1 و F_2 مقدار کودهای مصرف شده در دو تیمار مختلف یاد شده است.

گام پنجم: محاسبه کود مورد نیاز در روش SSNM

کود مورد نیازبرای مدیریت تغذیه خاص مکان در هرمزرعه با استفاده از رابطه زیر می‌باشد(دابرمن و فیرهور ست ۲۰۰۰)

$FR= U – IS / RE$

که در آن FR مقدار کود مورد نیاز برای تامین نیاز گیاه برای رسیدن به عملکرد مورد انتظار، U مقدار کل عنصر غذایی برداشت شده با دانه و کاه (کیلوگرم در هکتار)، IS عرضه بومی عنصر غذایی مورد نظر و RE راندمان برداشت (کیلوگرم عنصر برداشت شده به ازای هر کیلوگرم عنصر غذایی افزوده شده) است.

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک مزارع شالیزاری مورد مطالعه پیش از شروع آزمایش در جدول ۱ نشان داده شدند.

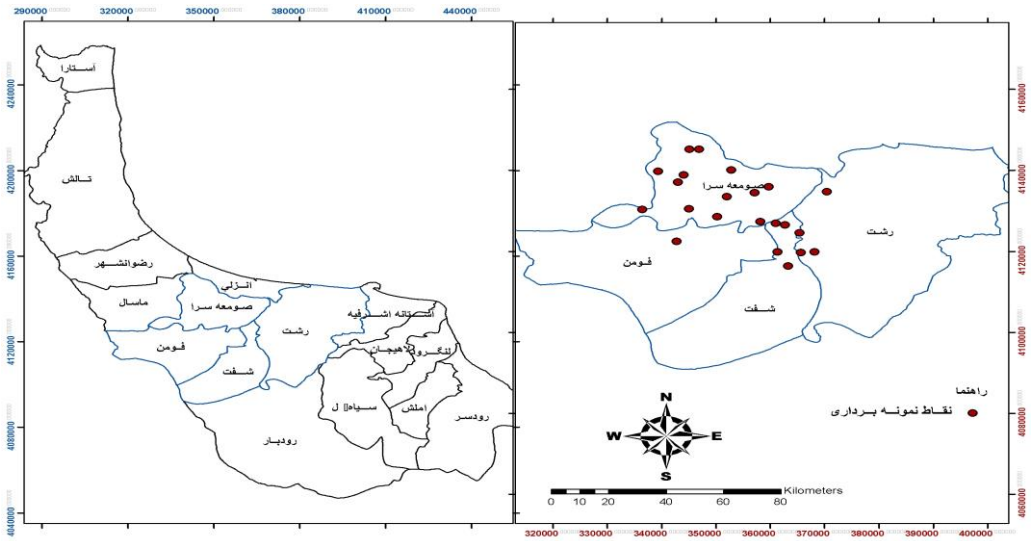
بیشتر مزارع شالیزاری مورد مطالعه دارای بافت نسبتا سنگین تا سنگین بودند. انتظار بر این است که خاک‌های مورد مطالعه از توانایی خوب در نگهداری و عرضه عناصر غذایی برخوردار باشند. بر پایه حد بحرانی فسفر قابل استفاده خاک‌های شالیزاری، ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک (کریمی ۱۳۹۲) در یازده مزرعه از بیست و دو مزرعه کمبود فسفر وجود دارد. با توجه به حد بحرانی پتاسیم قابل استفاده ۱۳۰ میلی‌گرم درکیلوگرم خاک (فرابراهیمی ۱۳۹۱) در سیزده مزرعه از بیست و دو مزرعه مطالعه شده کمبود پتاسیم وجود داشت. بر پایه حد بحرانی نیتروژن کل خاک، ۰/۲ درصد در ده مزرعه کمبود نیتروژن خاک وجود داشت. کربن آلی در ده مزرعه کمتر از حد بحرانی ۲ درصد (د داتا ۱۹۸۱) بود. کربن آلی منبع اصلی عرضه نیتروژن بومی خاک است (دابرمن و ابراتور ۱۹۹۹).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین براساس‌آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۲ ارائه شده است. اثر تیمار– های مختلف کودی بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد شلتوک، جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط شلتوک و همچنین جذب نیتروژن توسط کاه و عملکرد بیولوژیک درسطح احتمال ۱ درصد معنی‌دارشد، اما این تیمارها اثرمعنی‌داری بر طول خوشه، عملکرد کاه و جذب فسفر و پتاسیم توسط کاه نداشتند.

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شالیزارهای مورد مطالعه براساس مدیریت کودی خاص مکان

ردیف	روستا و نام خانوادگی زارع	هدایت الکتریکی (ds.m-1)	اسیدیته گل اشباع	ظرفیت تبادل کاتیونی (Cmol.kg^{-1})	کربن آلی (%)	ازت کل (%)	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	شن %	سیلت %	رس %	بافت خاک
۱	سنگ سر- بزمی	۱/۵۰	۵/۹۵	۲۲	۲/۶۷	۰/۲۴۳	۲۲/۹	۷۰	۲۲	۵۸	۲۰	SiL
۲	رفتیگی- پور عباس	۱/۲۴	۶/۶۰	۲۰	۱/۷۰	۰/۱۸۴	۲۵/۲	۸۸	۱۶	۵۲	۳۲	SiCL
۳	لاکسار- حسن پور	۱/۰۶	۶/۵۵	۱۹	۱/۳۰	۰/۱۳۱	۶۱/۲	۷۰	۳۳	۴۶	۲۱	L
۴	آبکنار- رضایی	۱/۳۲	۶/۸۰	۲۷	۲/۲۰	۰/۲۰۲	۴۷/۵	۱۴۸	۲۸	۴۸	۲۴	L
۵	پیشخان- عبادی	۱/۵۰	۶/۴۲	۱۹	۱/۲۶	۰/۱۳۱	۴۹/۵	۸۸	۲۷	۵۰	۲۳	SiL-L
۶	خراط محله- روحی	۲/۸۲	۶/۷۷	۲۵	۲/۹۶	۰/۲۷۵	۸/۰	۸۸	۷	۵۸	۳۵	SiCL
۷	دلیوندان- صادقی	۱/۵۹	۶/۱۷	۲۴	۳/۲۸	۰/۳۰۲	۹/۲	۷۰	۱۲	۶۶	۲۲	SiL
۸	شالکه- قربانی	۱/۷۶	۶/۱۴	۲۶	۲/۶۰	۰/۲۳۵	۳/۸	۸۸	۲۰	۵۲	۲۸	SiCL=CL
۹	خانی‌کنار- حسن‌زاده	۱/۸۵	۷/۵۵	۳۰	۱/۷۳	۰/۱۶۱	۱۴/۶	۲۰۳	۱۲	۴۶	۴۲	SiC
۱۰	گلسر- یوسفی	۱/۵۰	۶/۲۵	۲۴	۳/۷۱	۰/۳۸۲	۲۷/۵	۱۴۴	۲۱	۵۰	۲۹	CL
۱۱	ملا سرا- نصرتی	۲/۰۸	۵/۷۹	۳۲	۱/۸۳	۰/۱۷۹	۱۱/۰	۱۲۰	۱۸	۴۰	۴۲	SiC=C
۱۲	برزوهندان- حسینی	۲/۰	۶/۶۰	۳۹	۳/۰۶	۰/۲۲۱	۸/۵	۱۰۳	۱۲	۴۸	۴۰	SiC=SiCL
۱۳	جاده‌کنار مجلس آرا	۲/۵۶	۶/۸۹	۴۰	۳/۲۴	۰/۳۳۹	۷/۸	۱۲۰	۲۷	۳۷	۳۶	CL
۱۴	پاتاوان- ذوقی	۲/۰	۶/۷۶	۳۵	۲/۱۹	۰/۲۱۸	۵۷/۸	۱۳۹	۱۱	۵۱	۳۸	SiCL
۱۵	پیر بازار- زبرات	۲/۲۴	۶/۶۴	۳۳	۱/۸۹	۰/۲۱۸	۳۴/۶	۱۷۸	۲۶	۴۴	۳۰	CL
۱۶	کهنه گوراب- فتحی	۲/۰	۶/۹۰	۳۴	۱/۹۸	۰/۱۷۹	۶/۷	۱۵۸	۹	۳۷	۵۴	C
۱۷	تولم شهر- حسنی	۳/۱۲	۵/۶۱	۴۲	۳/۰۹	۰/۳۱۴	۵/۵	۱۲۰	۲۰	۴۶	۳۴	SiCL=CL
۱۸	خشته مسجد- دلدار	۲/۱۶	۵/۵۵	۳۳	۲/۱۶	۰/۱۹۸	۱۴/۷	۱۲۰	۱۸	۵۰	۳۲	SiCL
۱۹	زیمسار- مهدوی	۲/۰	۷/۲۴	۳۱	۱/۶۲	۰/۱۸۲	۳۱/۲	۱۲۰	۱۹	۴۹	۳۲	SiCL
۲۰	تازه آباد- قلی زاده	۲/۱۶	۷/۲۳	۳۰	۱/۷۴	۰/۱۶۲	۲۷/۷	۲۸۹	۱۰	۴۸	۴۲	SiC
۲۱	مرکیه- صفر زاده	۲/۴۰	۷/۰۱	۳۵	۲/۰۴	۰/۲۱۰	۲۳/۸	۱۹۸	۱۴	۴۶	۴۰	SiC=SiCL
۲۲	فلکده- رضایی	۱/۴۴	۶/۷۹	۳۰	۱/۲۳	۰/۱۳۵	۱۱/۵	۱۳۹	۱۸	۳۸	۴۴	C

در جدول ۳ عملکرد شلتوک، عرضه نیتروژن، فسفر و پتاسیم بومی خاک و راندمان بازیافت این عناصر در ۲۲ مزرعه مورد بررسی نشان داده شده است. مقدار عملکرد شلتوک در این مزارع از حداقل ۲۳۷۰ تا حداکثر ٤١٤٤ کیلوگرم در هکتار متغیر بود. عرضه بومی نیتروژن خاک در گلسر و عرضه فسفر و پتاسیم خاک در خانی‌کنار بیشتر از دیگر مزارع بود (جدول۳) بیشترین درصد کربن آلی و نیتروژن کل خاک در مزرعه گلسر و در خانی کنار و غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب بالاتر از حد بحرانی قرارداشت (جدول ۱). علاوه برآن عملکرد شلتوک در این دو مزرعه از دیگر مزارع بیشتر بود. عرضه بومی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در مزارع ملاسرا، دلیوندان، فلکده و تازه آباد کمتر از دیگر مزارع بود (جدول۳). درمزرعه ملاسرا غلظت نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل استفاده، مزرعه دلیوندان غلظت فسفر و پتاسیم قابل جذب، فلکده غلظت نیتروژن کل و فسفر قابل استفاده و در تازه‌آباد درصد نیتروژن کل کمتر از حد بحرانی بودند (جدول ۱). هر چند غلظت این عناصر در برخی از مزارع دیگر نیز کمتر از حد بحرانی بود، اما عملکرد شلتوک گیاه برنج در این مزارع نسبت به دیگر مزارع کمتر بود (جدول۳). به نظر می‌رسد که توانایی خاک در عرضه عناصر غذایی علاوه بر غلظت آن در خاک به رشد و عملکرد گیاه و پاسخ آن به فراهمی گیاه نیز بستگی دارد. بورش و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی موازنه عناصر غذایی و نیاز های رویشی گیاه برنج براین نکته تاکید کردند.



شکل۱- نقاط نمونه برداری و اجرای آزمایش

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح کودی

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه	طول خوشه (سانتی‌متر)	عملکرد شلتوک (کیلوگرم‌در هکتار)	عملکرد کاه (کیلوگرم‌در هکتار)	جذب نیتروژن شلتوک (کیلوگرم‌در هکتار)	جذب فسفر شلتوک (کیلوگرم‌در هکتار)	جذب پتاسیم شلتوک (کیلوگرم‌در هکتار)
$N_0P_0K_0$	b۱۳۵/۹	b۱۶/۵	a۲۶/۸	b۳۴۱۶/۰	a۳۳۸۲/۰	b۶۴/۸	b۲۷/۵	b۲۲/۰
NPK	a۱۴۳/۷	a۲۰/۶	a۲۶/۱	a۴۱۱۳/۰	a۳۵۵۵/۰	a۷۹/۳	a۳۳/۹	a۲۶/۸
PK	b۱۳۶/۹	b۱۷/۴	a۲۶/۳	a۴۱۴۶/۰	a۳۶۵۵/۰	a۷۹/۰	a۳۳/۹	a۲۶/۷
NK	a۱۴۲/۲	a۱۹/۴	a۲۶/۲	a۴۰۱۶/۰	a۳۴۸۸/۰	a۸۰/۶	a۳۳/۰	a۲۶/۴
NP	a۱۴۱/۷	a۲۰/۴	a۲۶/۴	a۴۰۹۰/۰	a۳۵۵۸/۰	a۷۷/۲	a۳۴/۱	a۲۶/۴
سطح معنی‌دار	**	**	ns	**	ns	**	**	**
ضریب تغییرات(٪)	۴/۳۶	۱۶/۳۲	۷/۱۵	۱۲/۵۲	۱۶/۶۰	۱۴/۹۶	۱۶/۳۲	۱۳/۹۰

ادامه جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح کودی

تیمار	جذب نیتروژن کاه (کیلوگرم‌درهکتار)	جذب فسفر کاه (کیلوگرم‌درهکتار)	جذب پتاسیم کاه (کیلوگرم‌درهکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم‌درهکتار)
$N_0P_0K_0$	b۲۴/۹	b۵۰/۹	a۶۸/۸	b۷۲۳۵/۰
NPK	a۲۸/۷	ab۶/۷	a۷۳/۹	a۸۱۹۴/۰
PK	ab۲۷/۸	a۶/۹	a۷۵/۸	a۸۳۳۱/۰
NK	b۲۴/۶	ab۶/۴	a۷۳/۴	a۸۰۱۸/۰
NP	ab۲۵/۵	a۶/۹	a۶۹/۳	a۸۱۷۰/۰
سطح معنی‌دار	**	ns	ns	**
ضریب تغییرات(%)	۲۵/۰۶	۲۸/۲۲	۳۰/۸۶	۱۳/۲۳

* و ** ، ns به ترتیب نشاندهنده معنی داری در سطح ۹ و ۱ درصد و عدم معنی داری می باشند.
در هر ستون، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

عرضه نیتروژن بومی خاک اکثر خاک‌های شالیزاری از ۱۵ تا بیش از۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار برای هر محصول نوسان دارد و مقدار ۴۰ تا۷۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشتر معمول است(دابرمن و فیرهورست ،۲۰۰۰). عرضه فسفر بومی در اکثر خاک های شالیزاری ۵ تا ۳۰ کیلو گرم فسفر در هکتار برای هر محصول بوده و معمولا در حدود ۱۲ تا ۱۹ کیلوگرم فسفر درهکتار می‌باشد. عرضه پتاسیم بومی در بیشتر خاکهای شالیزاری بین ۳۰ تا ۱۲۰ کیلو گرم پتاسیم در هکتار برای هر محصول در نوسان بوده و معمولا در حدود ۶۰ تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار بطور متوسط ۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار می‌باشد (دابرمن و فیرهورست ۲۰۰۰).

جدول ۳- عملکرد شلتوک، عرضه نیتروژن، فسفر و پتاسیم بومی خاک و راندمان بازیافت این عناصر در مزارع مورد بررسی براساس مدیریت کودی ویژه مکان

ردیف	روستا	کشاورز مالک	عملکرد (Kg/ha)	INS (Kg/ha)	IPS (Kg/ha)	IKS (Kg/ha)	راندمان بازیافت نیتروژن (٪)	راندمان بازیافت فسفر (٪)	راندمان بازیافت پتاسیم (٪)
۱	سنگ سر	بزمی	۳۰۳٦	٤۸	٦/۷	٤٦	۳٦	۳٤	۳٥
۲	رفتیگی	پور عباس	۳۱۲۹	٤٥	۹/۸	٤٥	٤۰	۳٦	۳۷
۳	لاکسار	حسن پور	۳٥۹٤	٤٦	۱۰	٤٥	۳۱	۳۷	۳٤
٤	آبکنار	رضایی	٤۰۸٥	٥۱/٥	۹/۳	٥۰	۳٥	٤۲	۳۷
٥	پیشخان	عبادی	۳۷۷٤	٤۷	۹/۷	٤۰/٥	۳۱	۳٦	٤۰
٦	خراط محله	روحی	۳٦٤٥	٤٥	۸/۲	٤۲	٥۱	۳٥	۳۳
۷	دلیوندان	صادقی	۲۷٤۸	۳٦	٦	۳۲	٤۹	۳۸	٤۱
۸	شالکه	قربانی	۳٥۰۷	٥٥	۹	٥۳	۳٥	۳٥	۳۸
۹	خانی کنار	حسن زاده	٤۱٤٤	٥۰	۱۲	٦٤	۳۰	۳٥	۳۸
۱۰	گلسر	یوسفی	٤۲۷۸	٥٦	۱۱	٥٤	۳۸	۳٥	۳۹
۱۱	ملا سرا	نصرتی	۲۷۱٦	۳۲	٦	٤۱	٤٤	۳۸	۳۸
۱۲	برزوهندان	حسینی	۳۳۷۸	٥۳	۷	٥٤	٤۳	۳٦	٤۸
۱۳	جاده کنار	مجلس آرا	۳۹۳٥	٤۹	٦/۹	٥۱	٤۳	۳۸	٤۲
۱٤	پاتاوان	ذوقی	٤۰۷۲	٤۸	۱۱	٥۹	٤۰	٤۲	۳۷
۱٥	پیر بازار	زبرات	٤۰۱۸	٤۸	۸	٤٥	٤۰	۳٦	۳۸
۱٦	کهنه گوراب	فتحی	۳٥٥۱	٥۰	۸	٤۳	۳۸	۳۸	٤۰
۱۷	تولم شهر	حسنی	۳٥۲۷	٥٤	۷	٦۲	٤۱	۳٥	۳۸
۱۸	خشته مسجد	دلدار	۳۷۰۲	٥۲	۷	٥۲	۳٥	۳۷	۳۸
۱۹	زیمسار	مهدوی	۳٦۲۷	٥۰	۸/٦	٥٥	۳۰	۳۷	۳۹
۲۰	تازه آباد	قلی زاده	۳۰۲۸	۳٦	٦/۹	٤۳	٤۲	٤۸	٤۹
۲۱	مرکیه	صفر زاده	۳۸۷٤	٤٦	۹	٥٤	۳۹	٤۰	٤۲
۲۲	فلکده	رضایی	۲۳۷۰	٤۲	۷	۳۲	٤۰	۳۸	۳۸

راندمان بازیافت کود در مزارع مورد مطالعه برای نیتروژن بین ٥۱-۳٥ ، برای فسفر بین ٤۸-۳٥ و برای پتاسیم در محدوده ٤۹-۳۳ درصد متغیر بود. دابرمن و فیرهورست (۲۰۰۰) راندمان بازیافت نیتروژن را بین ۳۰ تا ٤۰ درصد گزارش و عنوان کردند این مقدارمی‌تواند از صفر تا۹۰ درصد نوسان داشته باشد. راندمان بازیافت نیتروژن درمزارع زیمسار و خانی‌کنار (در هر دو مزرعه۳۰ درصد)، پیشخان و لاکسار (۳۱ درصد) کمتر از دیگر روستاها بود (جدول۳). در تمام این مزارع غلظت نیتروژن و ماده آلی خاک کمتر از حد بحرانی بود (جدول۱). با توجه به آنکه عرضه بومی نیتروژن در این خاک‌ها کم است، به نظر می‌رسد مقدار نیتروژن در نظر گرفته شده در تیمار(٦۰ کیلوگرم نیتروژن درهکتار) برای تامین نیاز رویشی گیاه برنج کم باشد و یا اینکه روش پایه مصرف کودها مناسب نباشد. آنها همچنین راندمان بازیافت فسفر را بین ۲۰ تا۳۰ درصد بیان نموده و اعلام کردند راندمان بیشتر از۲٥ درصد زمانی بدست می‌آید که فسفر در سطح

خاک مصرف شود و راندمان ضعیف تر مربوط به خاکهایی می‌شود که دارای پتانسیل تثبیت فسفر زیاد بوده و فسفر بصورت کود پایه درآن مصرف شود. دابرمن و فیرهورست (۲۰۰۰) برای پتاسیم راندمان بازیافت ٤٠ تا ٦٠ درصد را گزارش و اعلام کردند که راندمان‌های بالاتر از ٥٠ درصد هنگامی بدست می‌آید که پتاسیم به صورت سرک در دو یا چند نوبت مورد استفاده قرار گیرد. کمترین راندمان بازیافت کود پتاسیم (۳۳ درصد) در مزرعه خراط محله مشاهده شد(جدول ۳). در این مزرعه با وجود آنکه غلظت پتاسیم قابل استفاده (۸۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک) کمتر از حد بحرانی بود، برداشت گیاه از عنصر پتاسیم اضافه شده به شکل کود کم بود. به نظر می‌رسد توانایی تثبیت پتاسیم در خاک این مزرعه زیاد باشد. دابرمن وفیرهورست (۲۰۰۰) اعلام کردند راندمان‌های پایین درجایی مشاهده می‌شود که مقدار زیادی پتاسیم به عنوان کود پایه در خاک‌های با پتانسیل تثبیت زیاد پتاسیم یا خاک‌های با بافت درشت و مستعد آبشویی مصرف شود. در جدول٤ مقادیر توصیه کودی برای رقم بومی هاشمی که براساس نتایج تحقیقات درشرایط طبیعی از نظر وضعیت کشت و خاک بدست آمده، آورده شده است (٦٠ کیلوگرم در هکتار N، ٤٥ کیلوگرم درهکتار P_2O_5 و ۹۰ کیلوگرم در هکتار K_2O). همچنین این جدول مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز را برای مزارع مورد بررسی که براساس مدیریت کودی مختص مکان استخراج شده است را نشان می‌دهد. براساس مدیریت کودی خاص مکان مصرف نیتروژن در٦ مزرعه (۲۷ درصد) از مزارع مورد مطالعه باید بیشتر از مقدار توصیه شده و در١٤ مزرعه (٦٣ درصد) نیز باید کمتر از مقدار توصیه شده باشد در۲ مزرعه مقدار توصیه شده با مقدار بدست آمده از روش مختص مکان یکسان می‌باشد. مصرف فسفر در تمامی مزارع مورد مطالعه براساس مدیریت کودی مختص مکان باید بیشتر از مقدار توصیه شده (٤٥ کیلوگرم درهکتار P_2O_5) باشد و این افزایش مصرف از محدوده ٥۲ تا ۸٥ کیلوگرم درهکتار P_2O_5 متغیر می‌باشد. براساس مدیریت کودی مختص مکان در۱۰ مزرعه باید پتاسیم بیشتری معادل ۹٥ تا ۱۲۹ کیلوگرم درهکتار از مقدار توصیه شده مصرف شود و در۱۲ مزرعه مقدار۹۰ کیلوگرم پتاسیم توصیه شده زیاد بوده و برای رسیدن به عملکرد مطلوب باید پتاسیم کمتری مصرف شود.

جدول ۴- مقادیر کود توصیه شده رایج و مقادیر بدست آمده به روش خاص مکان (SSNM) برای نیتروژن ، فسفر و پتاسیم در۲۲ مزرعه مورد بررسی

ردیف	روستا	کشاورز مالک	مقدارکود توصیه شده رایج منطقه (Kg/ha)	عملکرد شلتوک براساس کود توصیه شده رایج (Kg/ha)	مقدارکود بدست آمده بر اساس مدیریت کودی خاص مکان (Kg/ha)	عملکرد شلتوک براساس مدیریت کودی خاص مکان (Kg/ha)
۱	سنگ سر	بزمی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۰۳٦	$N_{55}P_{85}K_{100}$	۳۵۳٦
۲	رفتیگی	پور عباس	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۱۲۹	$N_{58}P_{54}K_{97}$	۳٦۲۹
۳	لاکسار	حسن پور	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۵۹٤	$N_{71}P_{55}K_{106}$	٤۰۹٤
٤	آبکنار	رضایی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	٤۰۸۵	$N_{47}P_{55}K_{84}$	٤۵۸۵
۵	پیشخان	عبادی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۷۷٤	$N_{68}P_{56}K_{101}$	٤۲۷٤
٦	خراط محله	روحی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳٦٤۵	$N_{45}P_{65}K_{118}$	٤۱٤۵
۷	دلیوندان	صادقی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۲۷٤۸	$N_{65}P_{75}K_{120}$	۳۲٤۸
۸	شالکه	قربانی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۵۰۷	$N_{37}P_{72}K_{73}$	٤۰۰۷
۹	خانی کنار	حسن زاده	$N_{60}P_{45}K_{90}$	٤۱٤٤	$N_{60}P_{60}K_{45}$	٤٦٤٤
۱۰	گلسر	یوسفی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	٤۲۷۸	$N_{32}P_{57}K_{69}$	٤۷۷۸
۱۱	ملا سرا	نصرتی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۲۷۱٦	$N_{82}P_{75}K_{105}$	۳۲۱٦
۱۲	برزوهندان	حسینی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۳۷۸	$N_{35}P_{77}K_{56}$	۳۸۷۸
۱۳	جاده کنار	مجلس آرا	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۹۳۵	$N_{44}P_{67}K_{71}$	٤٤۳۵
۱٤	پاتاوان	ذوقی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	٤۰۷۲	$N_{50}P_{52}K_{59}$	٤۵۷۲
۱۵	پیر بازار	زبرات	$N_{60}P_{45}K_{90}$	٤۰۱۸	$N_{50}P_{73}K_{95}$	٤۵۱۸
۱٦	کهنه گوراب	فتحی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۵۵۱	$N_{47}P_{68}K_{95}$	٤۰۵۱
۱۷	تولم شهر	حسنی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۵۲۷	$N_{34}P_{63}K_{50}$	٤۰۲۷
۱۸	خشته مسجد	دلدار	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۷۰۲	$N_{45}P_{63}K_{76}$	٤۲۰۲
۱۹	زیمسار	مهدوی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳٦۲۷	$N_{60}P_{63}K_{67}$	٤۱۲۷
۲۰	تازه آباد	قلی زاده	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۰۲۸	$N_{76}P_{72}K_{78}$	۳۵۲۸
۲۱	مرکیه	صفر زاده	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۳۸۷٤	$N_{56}P_{60}K_{64}$	٤۳۷٤
۲۲	فلکده	رضایی	$N_{60}P_{45}K_{90}$	۲۳۷۰	$N_{65}P_{63}K_{129}$	۲۸۷۰

منابع مورد استفاده

Buresh RJ, Pampolino MF and Witt C, 2010. Field-specific potassium and phosphorus balances and fertilizer requirement for irrigated rice-based cropping systems. Plant Soil, 335:35–64.

Chu VH and Pham ST, 2007. Study on site specific nutrient management (SSNM) for high-yielding rice in the Mekong delta. Omonrice, 15:144-152.

Davatgar N, Neishabouri MR and Sepaskhah AR, 2012. Delineation of site specific nutrient management zones for a paddy cultivated area based on soil fertility using fuzzy clustering. Geoderma, 173-174: 111–118.

Dedata SK, 1981. Principles and practices of rice production. John Wiley and Sons.

Dobermann A and Fairhurst T, 2000. Nutrient disorders and nutrient management. Handbook series. p. 12-83. PPI. PPIC- IRRI.

Dobermann A and Oberthur T, 1997. Fuzzy mapping of soil fertility- a case study on irrigated rice land in the Phillipines. Geoderma.77: 317. 339.

Dobermann A, Witt C, Dawe D, Abdulrachman S, Gines HC, Nagarajan R, Son TT, Tan PS, Wang G H, Chien NV, Thoa VTK, Phung CV, Stalin P, Muthukrishnan P, Babu M, Simbahan GC, Adviento MAA and Bartolome V, 2003. Estimating indigenous nutrient supplies for site-specific nutrient management in irrigated rice. Agronomy Journal, 95: 924-935.

Dobermann A, Witt C, Dawe D, Abulrachman S, Gines HC, Nagarajan R, Satawathanont S, Son TT, Tan PS, Waang GH, Chein NV, Thao VTK, Phung CV, Stalin P, Muthakrishman P, Ravi V, Babu M, Chatuporn S, Sookthangsa J, Sun Q, Fu R, Simbahan GC and Adviento MAA, 2002. Site-spesific nutrient management for intensive rice cropping systems in Asia. Field Crops Research, 74: 37-66.

Evans LT, 1980. The natural history of crop yield. American Science, 98:388-397.

Fallah VM, 1999. Control plot, scientific recommendation nitrogen fertilizer without soil test. Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Amol, Iran, No. 215.

Far ebrahimi R, 2012. Rice response to foliar and soil application of potassium in salinity stress condition of paddy soil. M.S.Thesis Islamic Azad University, Tonekabon Branch. (In Persian).

Jin J and Jiang C, 2002. Spatial variability of soil nutrients and site-specific nutrient management in th P. R. China. Computers and Electronics in Agriculture, 36: 165-172.

Karimi M, Ardalan M, Kavoosi M and Shokri Vahed H, 2011. Determination of phosphorus critical levels in some of paddy soils in Gilan.Journal of Water and Soil, 25(4): 814-822. (In Persian).

Kavoosi M, 2007. Effects of zeolite application on rice yield, nitrogen recovery, and nitrogen use efficiency. Commun. In Soil Science and Plant Analysis, 38 (182): 69-76.

Kavoosi M, 2015. Response of Hashemi rice variety to N-fertilizer application in SSNM studies. Final report. Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, No. 47222.

Khurana HS, Singh B, Dobermann A, Phillips SB, Sidhu AS and Singh Y, 2008. Site-Specific Nutrient Management Performance in a Rice-Wheat Cropping System. Better Crops –India.

Ntanson DA and Koutroubas SD, 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. Field Crop Research, 74: 93-101.

Pampolino MF, Manguiat IJ, Ramanathan S, Gines HC, Tan PS, Chir TTN, Rajendran R and Buresh RJ, 2007. Environmental impact and economic benefits of site-specific nutrient management (SSNM) in irrigated rice systems. Agricultural Systems, 93:1-24.

Witwer SH, 1980. The biology of crop productivity. The shape of things to come, PP. 413- 459.In P. S. Carlson (Ed.). Academic prss, New York.