

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۳۹۷

مدیریت مصرف کودهای شیمیایی برای تولید محصول برنج (مطالعه موردی گهرباران ساری)

خدیدجه عبدی رکنی^۱، سید علی حسینی یکانی^۲، سمانه عابدی^۳، فاطمه کشیری کلائی^۴
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۷

چکیده

تغذیه خاک با مدیریت اصولی مصرف کود به نحوی که عملکرد را با حداقل کردن آسیب‌های زیست‌محیطی حداکثر کند، اهمیت خاصی دارد. عناصر نیتروژن (N)، فسفر (K) و پتاسیم (P) مهم‌ترین مواد غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشند. به دلیل اینکه استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند خطرات جدی برای محیط و سلامت جامعه ایجاد کند، هدف از مطالعه حاضر تعیین ترکیب بهینه کودهای مصرف‌شده در تولید برنج در منطقه گهرباران ساری با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی و نظریه بازی‌ها است. داده‌های مطالعه حاضر از طریق

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری (نویسنده مسئول)

hosseiniyekani@gmail.com

۳. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱

تکمیل پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۱۹۸ کشاورز منطقه گهرباران در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۳ جمع‌آوری شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف کود برای محصولات برنج طارم و برنج شیروودی در میان کشاورزان نماینده به‌طور متوسط بیشتر از حد بهینه بوده و موجب افزایش آلودگی خاک به مواد شیمیایی شده است. پیروی از الگوی بهینه ارائه شده در این مطالعه برای مصرف کود، موجب کاهش آلودگی خاک به مواد شیمیایی، کاهش هزینه مصرف کود و افزایش تولید به ازای هر واحد مصرف کود می‌شود. لذا کشاورزان با تأمل در نتایج مطالعاتی نظیر مطالعه حاضر می‌توانند مصرف کودهای شیمیایی را مدیریت نمایند و در این راستا سازمان‌های کشاورزی نیز در ترویج کشت محصولات ارگانیک کوشا باشند.

طبقه‌بندی JEL: C61، C70

کلیدواژه‌ها: مدیریت مواد مغذی، برنامه‌ریزی آرمانی، تئوری بازی‌ها، برنج طارم و شیروودی

مقدمه

بخش کشاورزی نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی همواره ارتباط بیشتر و نزدیک‌تری با محیط‌زیست داشته است به‌طوری که از دیدگاه بسیاری از صاحب‌نظران، زیربنا و پایه اصلی فعالیت‌های تولیدی در بخش کشاورزی، محیط‌زیست می‌باشد (۳۰).

گیاهان زراعی برای رشد و تولید محصول به عناصر غذایی نیاز دارند. این عناصر عمدتاً از طریق خاک و کودهای شیمیایی در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد (۲۶). حفظ حاصلخیزی خاک از طریق تأمین مقدار کافی عناصر غذایی قابل تبادل و ایجاد تعادل شیمیایی بین آنها، با مصرف بهینه کودها میسر می‌شود (۷).

از جمله محصولات که در فرایند تولید از میزان کود مصرفی اثر می‌پذیرد، برنج می‌باشد. برنج یکی از غلات مهم مصرفی انسان و غذای اصلی نیمی از مردم کشورهای در حال توسعه را تشکیل می‌دهد به‌طوری که تأمین‌کننده بیش از ۸۰ درصد کالری و ۷۵ درصد

مدیریت مصرف کودهای

پروتئین مصرفی این افراد بوده است (۲۵). همچنین این محصول در بین غلات تنها محصولی بوده که منحصراً برای انسان کشت می‌شود (۲۰). این غله پس از گندم بیشترین سطح زیرکشت را در جهان دارا می‌باشد به طوری که در ایران سطح زیرکشتی معادل ۵۸۷۰۰۰ هکتار به این محصول اختصاص داده شده است که حدود ۰/۴ درصد از کل اراضی زیر کشت برنج جهان می‌باشد (۲).

در ایران بیش از ۷۵٪ از اراضی زیرکشت برنج در استان‌های شمال کشور یعنی گیلان و مازندران قرار دارند و بیش از ۸۰٪ برنج کشور از این اراضی به دست می‌آید (۲). در این میان استان مازندران با ۲۱۶۶۵۲ هکتار سطح زیر کشت، رتبه نخست را در بین استان‌ها به دست آورده است. در این استان دو گونه دانه بلند (پر محصول) و محلی (کم محصول) بیشترین سهم تولید را به خود اختصاص داده‌اند.

گیاه برنج گیاهی نیمه‌آبزی است و در شرایط غرقابی رشد می‌کند. در چنین شرایطی، آبشویی و اتلاف کودهای شیمیایی هم بالا می‌باشد. به همین دلیل، بهینه مصرف کردن کودهای شیمیایی در تولید برنج، اهمیت مضاعفی می‌یابد. به طور کلی مصرف بهینه کودهای شیمیایی علاوه بر اینکه مانع از هزینه‌های اضافی می‌شود، از استهلاک سرمایه‌های اصلی همانند خاک و مواد آلی جلوگیری می‌کند و سلامت انسان را نیز تضمین می‌نماید (۲۳).

از جمله ریزمغذی‌های اساسی موردنیاز برنج می‌توان به نیتروژن (N)^۵، فسفر (P)^۶ و پتاسیم (K)^۷ اشاره کرد. برخی از محققین با بررسی تغییرات غلظت عناصر غذایی N، P و K موجود در خاک به این نتیجه دست یافتند که مصرف بی‌رویه این عناصر منجر به تخریب ساختمان خاک، از بین رفتن تعادل متوازن عناصر ضروری خاک و اختلال در حلالیت و جذب عناصر غذایی می‌شود (۳).

5. Nitrogen
6. Phosphorus
7. Potassium

امروزه تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی، به‌ویژه برنامه‌ریزی خطی، در خصوص تخصیص بهینه منابع کمیاب جهت حصول آرمان‌ها، از مهم‌ترین ابزارهای کاربردی علم مدیریت به‌شمار می‌روند. در بین مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه^۸، برنامه‌ریزی آرمانی^۹ (GP) بسیار شبیه برنامه‌ریزی خطی ساده بوده و عملاً با یک هدف اصلی و چندین زیرهدف به کار می‌رود. در این روش یک سری اهداف از طرف تصمیم‌گیرنده مطرح می‌شود و تمام قیود و تابع هدف در محدودیت‌ها قرار می‌گیرد. در این مدل‌ها، تابع هدف شامل به حداقل رساندن انحرافات از این اهداف و مقادیر موجود برای محدودیت‌ها است (۴).

مطالعات و پژوهش‌های فراوانی در داخل و خارج کشور از مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی به منظور بهینه‌سازی‌های مورد نظر خود استفاده نموده‌اند. برخی از این تحقیقات در زمینه مدیریت مواد مغذی انجام گرفته و بعضی دیگر در سایر بهینه‌سازی‌های اقتصاد کشاورزی صورت پذیرفته‌اند. از جمله این پژوهش‌ها در داخل کشور می‌توان به مطالعه محمدیان و همکاران (۱۵) اشاره کرد که با استفاده از روش‌های مختلف برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی کشت بهینه را در شهرستان فریمان محاسبه کردند. در این مطالعه، استفاده بهینه از منابع آب زیرزمینی به عنوان شاخص پایداری در نظر گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از الگوی کشت بهینه، مصرف آب را تا ۱/۲ میلیون مترمکعب در منطقه مورد مطالعه کاهش خواهد داد. پژوهنده و همکاران (۲۱) در مطالعه خود به تعیین الگوی بهینه کشت در شرکت دشت ناز ساری با اهداف چندگانه پرداختند. در این مطالعه الگوی مورد استفاده با دو الگوی بهینه که یکی منطبق با مقادیر مصرف فعلی و دیگری به میزان حد بحرانی مصرف کود و سم برآورد شده بودند، مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که الگوی فعلی با الگوی بهینه تفاوت داشته و با توجه به اهداف در نظر گرفته شده، مدل اهداف چندگانه نسبت به مدل فعلی هم‌سویی بیشتری با اهداف زیست‌محیطی و توسعه پایدار داشته است.

مدیریت مصرف کودهای

زمانی و همکاران (۳۰) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی به تعیین الگوی کشت در سه ساختار و دو سطح اولویت پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی کشت با اولویت ساختار انرژی، بین الگوی کشت با اولویت اهداف اقتصادی و اهداف زیست‌محیطی قرار گرفته است. افزون بر آن، الگوی کشت با اولویت اقتصادی بیشترین درآمد ناخالص را ایجاد کرده و بیشترین نیروی کار را مورد استفاده قرار داده است. همچنین این سطح اولویت بیشترین تأثیر مخرب را بر محیط زیست بر جای گذاشته است.

در مطالعه دیگر قاسمی و همکاران (۷) از مدل برنامه‌ریزی آرمانی با هدف تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی، با رویکرد محیط‌زیستی بهره گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد در صورتی که الگوی کشت بر اساس کمترین مقدار استفاده از کودها و سموم شیمیایی صورت گیرد سطح زیر کشت منطقه از ۵۱۵۲۰ به ۳۵۵۳۴/۳۳ هکتار کاهش می‌یابد.

از جمله مطالعات خارجی انجام شده در این زمینه می‌توان به پژوهش گوش و همکاران (۸) اشاره نمود که با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی و به کمک تئوری بازی‌ها^۱ به تعیین سطح مصرف بهینه سه ریزمغذی نیتروژن، پتاسیم و فسفر در منطقه بنگال هندوستان پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که در این منطقه، کود در سطح ۴۱۸/۸۹ کیلوگرم در هکتار به صورت بهینه مصرف شده و هر سه هدف حداکثر عملکرد، حداقل هزینه و حد بالا و پایین مصرف ماده مغذی در آن حاصل شده است.

حسن و همکاران (۱۰) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی به تعیین ترکیب کود بهینه برای کشت محصول فلفل در سونگی مالزی پرداختند و نشان دادند با مصرف مواد مغذی به صورت بهینه در این منطقه، هزینه کشت فلفل به مقدار ۱۵۸۳ دلار در هکتار کاهش یافته است.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱

حسن و همکاران (۹) در کشور مالزی با هدف حداکثر کردن تولید خیار و حداقل کردن کل کود مصرفی (استفاده بهینه از کود مصرفی)، از مدل برنامه‌ریزی آرمانی بهره گرفتند. نتایج این پژوهش نشان داد این هدف با مصرف 80 kg/ha نیتروژن و 75 kg/ha فسفر و 60 kg/ha پتاسیم حاصل خواهد شد.

در مطالعه‌ای دیگر آگوستینا و همکاران (۱) در منطقه ریو از مدل برنامه‌ریزی آرمانی به منظور دستیابی به ترکیب بهینه کود و مقایسه آن با مصرف فعلی برای محصول خرما استفاده کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که هزینه کود کمترین مقدار خود را دارد و حد بالا و پایین مصرف کود در این منطقه رعایت شده است.

گفتنی است که با توجه به مطالعات بررسی شده، تحقیقات اندکی در خصوص بهینه‌سازی کود در ایران انجام گرفته است. همچنین از آنجا که با به کارگیری روش برنامه‌ریزی آرمانی می‌توان به بهبود وضعیت تولید کشاورزی و استفاده درست از نهاده‌ها کمک نمود، به همین دلیل هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان بهینه مصرف کود شیمیایی در منطقه گهرباران ساری و مقایسه آن با سطح مصرف فعلی این نهاده در قالب برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد.

گهرباران ساری یکی از اصلی‌ترین مناطق تولیدکننده برنج می‌باشد (۱۸) که در عرض جغرافیایی 36° درجه و $41'$ دقیقه و طول جغرافیایی 53° درجه و $13'$ دقیقه از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. ارتفاع آن از سطح دریای آزاد 18 متر و میانگین بارندگی سالانه آن 700 - 600 میلی‌متر می‌باشد. لازم به ذکر است زمین‌های زراعی وسیعی در این منطقه وجود دارد که اکثراً به محصولات نظیر برنج و گندم اختصاص یافته است (۵).

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر به منظور تعیین میزان بهینه مصرف کود شیمیایی و با توجه به اینکه اهداف متعدد و متضادی مدنظر قرار دارد، مدل برنامه‌ریزی آرمانی انتخاب گردید. برنامه ریزی آرمانی از قدیمی‌ترین و معروف‌ترین روش‌های حل مسائل بهینه‌سازی چندهدفه بوده که برای مدنظر قرار دادن چندین هدف توسط چارنز و کوپر در سال ۱۹۶۱ طراحی شد (۶). در این روش، مسئله در جستجوی جوابی است که بتواند مجموع انحرافات موزون از این اعداد را به حداقل برساند. در مطالعه حاضر استراتژی‌های مختلف هزینه از سوی کشاورز و عملکردهای متفاوت برنج، به‌عنوان بازیگران بازی، در نظر گرفته شدند. به بیان دیگر، کشاورز با توجه به وضعیت اقتصادی خود، هزینه‌ای را برای خرید کود در نظر گرفته که بسته به مقدار و نوع کودهای مصرفی (مقدار ماده غذایی اضافه شده به خاک) عملکردهای متفاوتی در پی خواهد داشت. با حل این بازی می‌توان مقدار ماده غذایی لازم برای تغذیه خاک در منطقه مورد مطالعه را به‌دست آورد. براساس جواب بازی، که مقدار ماده غذایی داده شده به خاک است، مقدار بهینه انواع کودها تعیین می‌گردد. مدل عمومی آرمانی، که امروزه بیشتر کاربرد دارد، به صورت رابطه (۱) قابل مشاهده است (۶):

$$\text{Min } Z = \{h_1(d^+d^-), h_2(d^+d^-), \dots, h_k(d^+d^-)\} \quad (1)$$

subject to:

$$g_i(X) \leq 0 \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$F_i(x) + d_j^- + d_j^+ = b_j \quad j = 1, 2, \dots, k$$

$$X, d_j^-, d_j^+ \geq 0 \quad d_j^- \cdot d_j^+ = 0$$

در این الگو، h_k آرمان k ام، $g_i(X)$ میزان منابع تولیدی استفاده شده برای فعالیت‌های مختلف، b_j میزان موجودی منبع j ام، $F_i(x)$ تابع هدف حاصل از فعالیت‌های تولیدی i ام و d_j^- و d_j^+ انحرافات منفی و مثبت از آرمان‌ها را نشان می‌دهند.

آرمان‌های لحاظ شده برای به‌دست آوردن ترکیب کود بهینه بر اساس نیاز خاک، شامل حداکثر عملکرد، حداقل هزینه و رعایت حد پایین و حد بالای مواد مغذی می‌باشد (۸).
 - محدودیت اول مدل برنامه‌ریزی آرمانی: این محدودیت نشان‌دهنده هزینه کل کشاورز جهت استفاده از نهاده کود می‌باشد (هزینه کود یک سال تخمین زده می‌شود).

$$\sum_{n=1}^N C_n [FT]_{cn} + d_{1,c}^- - d_{1,c}^+ = [T]_c \quad (2)$$

که در آن C_n هزینه هر واحد کود n ام، $[T]_c$ کل بودجه موجود برای خرید کود مورد نیاز یک هکتار محصول C ام و $d_{i,c}^+$ و $d_{i,c}^-$ به ترتیب انحرافات منفی و مثبت از آرمان n ام در مدل برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشند.

- محدودیت دوم مدل برنامه‌ریزی آرمانی: حد پایین وجود مواد مغذی در کودهای مصرفی مختلف را نشان می‌دهد (برای اطمینان از عملکرد خوب باید حداقل مواد مغذی در کود وجود داشته باشد).

$$\sum_{n=1}^N A_n^{(q)} [FT]_{cn} + d_{q+1,c}^- - d_{q+1,c}^+ = [L]_c^{(q)} \quad \text{for } q = 1, \dots, Q \quad (3)$$

در این رابطه، $A_n^{(q)}$ مقدار واحد موجود از ماده مغذی q ام در ترکیب کود n ام و $[L]_c^{(q)}$ حد پایین وجود ماده مغذی q ام در کود مصرفی برای تولید یک هکتار از محصول C ام را نشان می‌دهند.

- محدودیت سوم مدل برنامه‌ریزی آرمانی: حد بالای وجود مواد مغذی در کودهای مصرفی مختلف را نشان می‌دهد (برای اجتناب از استفاده از هرگونه کود مازاد، حد بالا در نظر گرفته می‌شود).

$$\sum_{n=1}^N A_n^{(q)} [FT]_{cn} + d_{Q+q+1,c}^- - d_{Q+q+1,c}^+ = [U]_c^{(q)} \quad \text{for } q = 1, \dots, Q$$

$[U]_c^{(q)}$ نشان‌دهنده حد بالای وجود ماده مغذی q ام در کود مصرفی برای تولید یک هکتار از محصول C ام می‌باشد.

مدیریت مصرف کودهای

- محدودیت چهارم مدل برنامه‌ریزی آرمانی: از آنجا که میزان مصرف کود بر روی عملکرد اثر گذار است، رابطه میان عملکرد برنج و کودهای مصرفی می‌تواند به‌عنوان محدودیت وارد مدل شود (وجود مواد مغذی مورد نیاز گیاه در کود، رابطه مستقیمی با عملکرد محصولات دارند):

$$[a]_c \sum_{n=1}^N [FT]_{cn} + d_{2q+2}^- - d_{2q+2}^+ = [Y]_c - [b]_c \quad (5)$$

که $[Y]_c$ عملکرد محصول کام و $[a]_c$ و $[b]_c$ ضرایب تابع عملکرد محصول کام $[a]_c \sum_{n=1}^N [FT]_{cn} + [b]_c = [Y]_c$ می‌باشند که پس از تخمین در مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

با توجه به میزان کود مصرفی و عملکرد هر کشاورز و با در نظر گرفتن شرایط یکسان برای تولید محصول برنج، اثر میزان مصرف متفاوت کود بر عملکرد اندازه‌گیری شده است. نهایتاً مقدار a و b برای هر رقم (پارامترهای محدودیت چهارم مدل برنامه‌ریزی آرمانی) رابطه (5) با استفاده از نرم افزار Eviews تخمین زده شد.

با توجه به اینکه آرمان‌های مدنظر در این مطالعه مشتمل بر هزینه، حداقل ماده غذایی مورد نیاز خاک، حداکثر ماده غذایی لازم و سطح مورد انتظار عملکرد می‌باشد، لازم است انحرافات نامطلوب اهداف در نظر گرفته شده حداقل گردند. تابع هدف مورد نظر به صورت رابطه (6) نشان داده می‌شود:

$$\text{Min} \quad d_{1,c}^+ + d_{q+1,c}^- + d_{q+q+1,c}^+ + d_{2q+2,c}^- \quad (6)$$

با حداقل‌سازی متغیرهای $d_{i,c}^+$ و $d_{i,c}^-$ برای سناریوهای مختلفی از $[Y]_c$ و $[T]_c$ می‌آید که می‌توان بر مبنای آنها $[f_{i,j}]_c$ (کل مقدار مواد مغذی مورد نیاز برای تولید یک هکتار از محصول کام را در سناریوی i ام از بودجه و سناریوی j ام از عملکرد) را با استفاده از رابطه $[f_{i,j}]_c = \sum_{n=1}^N \sum_{q=1}^Q A_n^{(q)} [FT]_{cn}$ محاسبه نمود.

جدول ۱. مواد مغذی جهت اجرای تئوری بازیها

	$[Y]_{cv}^1$	$[Y]_{cv}^2$	.....	$[Y]_{cv}^j$	.....	$[Y]_{cv}^j$
$[T]_c^1$	$[f_{1,1}]_c$	$[f_{1,2}]_c$	.....	$[f_{1,j}]_c$	.....	$[f_{1,j}]_c$
$[T]_c^2$	$[f_{2,1}]_c$	$[f_{2,2}]_c$	.....	$[f_{2,j}]_c$	.....	$[f_{2,j}]_c$
⋮	⋮					
⋮	⋮					
$[T]_c^i$	$[f_{i,1}]_c$	$[f_{i,2}]_c$	.....	$[f_{i,j}]_c$	.....	$[f_{i,j}]_c$
⋮	⋮	⋮				
⋮	⋮	⋮				
$[T]_c^i$	$[f_{i,1}]_c$	$[f_{i,2}]_c$	.....	$[f_{i,j}]_c$	.....	$[f_{i,j}]_c$

مأخذ: گوش و همکاران (۸)

در مرحله بعد می توان بهترین ترکیب مواد مغذی (که نقطه زین اسبی^{۱۱} جدول فوق می - باشد) را با استفاده از تئوری بازیها مشخص کرد. این معیار بر این اصل استوار است که کشاورز از میان بدترین حالت های ممکن بهترین را انتخاب می نماید. به عبارتی کشاورز بر این باور است که بدترین حالت برای وی رخ می دهد و بر همین اساس از میان این حالات، بهترین را انتخاب می کند (۱۱). معیار $\text{Minimax} = \text{Maximin}$ به صورت رابطه (۷) برای تعیین بهترین استراتژی رقبا و ارزش بازیها استفاده می شود:

$$\min_j \max_i [f_{i,j}]_c = \max_i \min_j [f_{i,j}]_c \quad (7)$$

لازم به ذکر است در مطالعه حاضر کشاورزان بر مبنای سطح اختصاص داده شده به برنج پرمحصول (شیرودی) و برنج مرغوب (طارم)، به دو گروه همگن تقسیم شدند و در هر گروه، ترکیب بهینه کود شیمیایی شناسایی گردید.

طبق تحقیقات انجام شده بر روی خاک استان مازندران، گونه برنج طارم برای عملکرد مناسب به مقدار مشخصی از سه ریزمغذی نیتروژن، فسفر و پتاسیم مطابق جدول (۲) نیاز دارد.

مدیریت مصرف کودهای

جدول ۲. حد بالا و پایین ریز مغذی مورد نیاز برنج طارم بر حسب کیلوگرم در هکتار

حد بالا	حد پایین	ترکیب کود
۱۵۰	۸۰	نیترژن (N)
۱۰۰	۸۰	فسفر (P)
۱۰۰	۵۰	پتاسیم (K)

مأخذ: سرگزئی و همکاران (۲۴)

حد بالا و پایین مورد نیاز برای گونه برنج پرمحصول (شیرودی) در جدول (۳) مشاهده

می شود.

جدول ۳. حد بالا و پایین ریز مغذی مورد نیاز برنج شیرودی بر حسب کیلوگرم در هکتار

حد بالا	حد پایین (kg/ha)	ترکیب کود
۱۶۰	۱۲۰	نیترژن (N)
۱۴۰	۱۱۰	فسفر (P)
۱۱۰	۷۰	پتاسیم (K)

مأخذ: نیکخواه و همکاران (۱۹)

طبق اطلاعات جمع آوری شده، کشاورزان منطقه مورد مطالعه، از سه نوع کود اوره، پتاسیم سولفات و فسفات آمونیم در تولید محصول برنج استفاده می کنند. درصد ریزمغذی موجود در هر یک از این کودها و قیمت هر کیلوگرم از کود مورد نظر در جدول (۴) قابل مشاهده است.

جدول ۴. انواع مواد مغذی موجود در کود شیمیایی

متغیر	کود	نیتروژن N(%)	فسفر P2O5 (%)	پتاسیم K2O (%)	قیمت (10 Rial/kg)
X ₁	اوره	۴۶	۰	۰	۱۰۰۰
X ₂	پتاسیم سولفات	۰	۰	۴۵	۱۵۰۰
X ₃	فسفات آمونیم	۰	۵۰	۰	۱۵۰۰

مأخذ: کرباسی و همکاران (۱۲)

جامعه آماری مورد نظر در این مطالعه، کشاورزان منطقه گهرباران واقع در شهرستان ساری می‌باشند. گهرباران شامل دهستان گهرباران شمالی به مرکزیت روستای طبقده با ۱۱ روستای تحت پوشش و دهستان گهرباران جنوبی به مرکزیت روستای ماکران با ۹ روستای تحت پوشش می‌باشد. داده‌های مورد نیاز برای انجام این تحقیق، از طریق تکمیل پرسش‌نامه و مصاحبه حضوری با ۱۹۸ کشاورز که در این منطقه به کشت محصول برنج مشغول می‌باشند، جمع‌آوری گردید. حجم نمونه‌های مورد نیاز برای هر روستا با استفاده از فرمول کوکران (۱۹۷۷) تعیین گردید. برای محاسبه مقدار بهینه ترکیب کود و نهایتاً مقدار بهینه مواد مغذی در قالب تئوری بازی‌ها از نرم افزار GAMS استفاده شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتایج و بحث

در این مطالعه با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی، الگوی مصرف بهینه کود شیمیایی کشاورزان منطقه گهرباران تعیین و با مقدار مصرف فعلی کشاورزان نمونه در هر گروه همگن مقایسه گردید. در جدول ۵ مقدار a و b برای هر یک از ارقام برنج ارائه شده است.

جدول ۵. مقادیر a و b

a	b	محصول-گروه
۳۳۶۸/۰۱۷	۳/۵۹	طارم-۱
۳۰۸۸/۴۱۲	۲/۴۴	طارم-۲
۳۵۵۲/۳۴۲	۷/۷۵	شیرودی-۱
۳۸۶۹/۸۳۳	۶/۵۵	شیرودی-۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی در ارتباط با گروه اول برنج طارم در سناریوهای مختلف عملکرد این محصول و هزینه کود در هر هکتار در جدول ۶ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۶. نتایج تئوری بازی‌ها برای تصمیمات هزینه برای مصرف کود (ده ریال)

و عملکرد برنج طارم-گروه اول

حداقل	عملکرد	هزینه
	۴۴۵۰	۴۳۵۰
۱۲۷/۷۷۲۶	۱۳۸	۱۲۷/۷۷۲۶
۱۳۷/۸۲۶۰	۱۴۲/۳۴۰۲	۱۳۷/۸۲۶۰
	۱۴۲/۳۴۰۲	۱۳۷/۸۲۶۰
		حداکثر

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱

با توجه به اعداد مندرج در جدول فوق، زارع با صرف ۳/۵ میلیون ریال هزینه و تولید ۴۳۵۰ (kg/ha) برنج طارم، بایستی (kg/ha) ۱۳۷/۸۲۶۰ مواد مغذی، معادل ۱۳۷/۹۱۳۰ اوره، ۱۰۰ پتاسیم سولفات و ۱۷/۳۹۱۳ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم به خاک برساند. همچنین مقادیر بهینه و مصرف فعلی کود شیمیایی کشاورزان منطقه مورد مطالعه در خصوص گروه اول طارم را می‌توان در جدول ۷ مشاهده نمود.

جدول ۷. مقدار مصرف کود در هر هکتار در شرایط بهینه و فعلی (برنج طارم) - گروه اول

نوع کود	مصرف کود بهینه در سال (kg)	مصرف کود در شرایط فعلی (kg)
(۰-۰-۴۶) اوره	۱۷۳/۹۱۳۰	۱۹۰
(۰-۰-۵۰) پتاسیم سولفات	۱۰۰	۱۱۰
(۰-۴۵-۰) فسفات آمونیوم	۱۷/۳۹۱۳	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از مقایسه مقدار کود در دو حالت بهینه و فعلی نشان‌دهنده مصرف غیربهینه کود در این منطقه می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، سطح فعلی مصرف کود اوره در منطقه برابر با (kg/ha) ۱۹۰ بوده، در صورتی که در حالت بهینه کمتر از این مقدار می‌باشد. مصرف زیاد این کود موجب کاهش تعداد دانه در خوشه و کاهش وزن هزار دانه شده و در نتیجه کاهش عملکرد برنج طارم را در پی خواهد داشت. همچنین مصرف کود پتاسیم سولفات در منطقه نیز مانند اوره بیشتر از حد بهینه می‌باشد که موجب کاهش کیفیت محصول و اختلال در تنفس گیاه می‌شود. در ارتباط با مصرف کمتر از حد بهینه کود فسفات آمونیوم در شرایط فعلی در منطقه مورد مطالعه می‌توان گفت که چنین اقدامی، باعث توقف رشد گیاه و کاهش مرغوبیت گیاه و در نتیجه کاهش خاصیت انبارداری آن می‌شود. اهداف مربوط به گروه اول برنج طارم و نتایج دستیابی به اهداف مورد نظر در جدول ۸ نشان داده شده است.

مدیریت مصرف کودهای

جدول ۸. دستیابی به اهداف (برنج طارم) - گروه اول

اهداف	میزان دستیابی به آرمان‌ها
حداقل هزینه	✓
حد پایین ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓، x، ✓
حد بالای ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓، ✓، ✓
حداکثر عملکرد	✓

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این گروه، به هدف‌های حداقل و حداکثر ماده غذایی به‌طور کامل نمی‌توان دست یافت. به بیان دیگر میزان انحرافات منفی در نظر گرفته شده برای نیتروژن و پتاسیم صفر و انحرافات مثبت برای هر سه ریز مغذی صفر به‌دست آمده است.

بررسی بهینه ریزمغذی، ترکیب بهینه کودهای مصرفی و دستیابی به اهداف مربوط به گروه دوم برنج طارم را می‌توان در جدول ۹ مشاهده نمود. مطابق با این جدول، نتایج گروه دوم برنج طارم نشان می‌دهد که بهترین ترکیب ریزمغذی در عملکرد (kg/ha) ۳۵۵۰ و هزینه ۲/۵ میلیون ریال برابر با (kg/ha) ۱۰۵/۳۶۲۳ می‌باشد. به‌عبارت دیگر کشاورزان منطقه در این سطح مصرف ریزمغذی، بهترین عملکرد با کمترین هزینه را خواهند داشت.

جدول ۹. نتایج تنوری بازی‌ها برای تصمیمات هزینه برای مصرف کود (ده ریال) و

عملکرد برنج طارم - گروه دوم

هزینه	عملکرد	حداقل
۳۵۵۰	۳۶۵۰	
۲۰۰۰۰	۸۸/۶۹۵۶	۸۸/۶۹۵۶
۲۵۰۰۰	۱۰۵/۳۶۲۳	۱۰۵/۳۶۲۳
حداکثر	۱۰۵/۳۶۲۳	۱۰۷/۱۳۴۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱

مقایسه مقدار فعلی و بهینه مصرف هر کود برای محصول طارم در گروه دوم در جدول ۱۰ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۱۰ می‌توان گفت برای رسیدن به عملکرد ۳۵۵۰ کیلوگرم در هکتار، ۱۷۳/۹۱۳۰ کود اوره و ۵۰/۷۲ پتاسیم سولفات مورد نیاز است. در شرایط بهینه کود پتاسیم سولفات کمتر از حد فعلی مصرف می‌شود که یکی از دلایل آن می‌تواند هزینه بالاتر این نوع کود نسبت به کود نیتروژن باشد. در شرایط بهینه در گروه دوم برنج طارم پیشنهاد می‌شود کود فسفات آمونیوم استفاده نشود به این دلیل که خاک استان مازندران سرشار از عنصر فسفر می‌باشد.

جدول ۱۰. مقدار مصرف کود در هر هکتار در شرایط بهینه و فعلی (برنج طارم) - گروه دوم

نوع کود	مصرف کود بهینه در سال (kg)	مصرف کود در شرایط فعلی (kg)
(۰-۰-۴۶) اوره	۱۷۳/۹۱۳۰	۲۰۰
(۰-۰-۵۰) پتاسیم سولفات	۵۰/۷۲	۷۰
(۰-۴۵-۰) فسفات آمونیوم	۰	۲۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج، کشاورزان گروه دوم برنج طارم به هدف حداقل هزینه و حداکثر عملکرد دست یافته‌اند. لازم به ذکر است نحوه دستیابی به اهداف حد بالا و پایین مواد مغذی در گروه دوم محصول طارم نیز در جدول ۱۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱۱. دستیابی به اهداف (برنج طارم) - گروه دوم

اهداف	میزان دستیابی به آرمان‌ها
حداقل هزینه	✓
حد پایین ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓، ×، ×
حد بالای ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓، ✓، ✓
حداکثر عملکرد	✓

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مدیریت مصرف کودهای

شیرودی رقم دیگری از برنج می‌باشد که کشت عمده منطقه گه‌باران را به خود اختصاص داده است. نتایج مربوط به تعیین مقدار ماده مغذی لازم و ترکیب کود بهینه این نوع برنج در جداول ۱۲ و ۱۳ ارائه شده است.

جدول ۱۲. نتایج تئوری بازی‌ها برای تصمیمات هزینه برای مصرف کود (ده ریال)

و عملکرد برنج (شیرودی) - گروه اول

هزینه	عملکرد		حداقل
	۶۲۵۰	۶۳۵۰	
۳۵۰۰۰۰	۱۶۰/۱۳۵۷	۱۶۱/۰۰۰۰	۱۶۰/۱۳۵۷
۴۰۰۰۰۰	۱۶۶/۳۷۶۸	۱۶۹/۰۳۳۹	۱۶۶/۳۷۶۸
حداکثر	۱۶۶/۳۷۶۸	۱۶۹/۰۳۳۹	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول فوق، برای کشت ۶۲۵۰ کیلوگرم در هکتار برنج شیرودی با صرف ۴ میلیون ریال هزینه، لازم است ۱۶۶/۳۷۶۸ کیلوگرم در هکتار ماده مغذی به خاک اضافه شود.

جدول ۱۳. مقدار مصرف کود در هر هکتار در شرایط بهینه و فعلی (برنج شیرودی) - گروه اول

نوع کود	مصرف کود بهینه در سال (kg)	مصرف کود در شرایط فعلی (kg)
(۰-۰-۴۶) اوره	۲۶۰/۸۶۹۵	۳۰۰
(۰-۰-۵۰) پتاسیم سولفات	۹۲/۷۵۳۶	۱۵۰
(۰-۴۵-۰) فسفات آمونیوم	۰	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج مربوط به مصرف کود در شرایط فعلی برای برنج شیرودی نشان می‌دهد که میزان استفاده از هر دو نوع کود اوره و پتاسیم سولفات بیشتر از نیاز خاک بوده است. این امر باعث

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱
 ایجاد مشکلات زیست محیطی و کاهش عملکرد این نوع برنج می‌شود. در حالت بهینه
 پیشنهاد می‌گردد مصرف کود پتاسیم سولفات به دلیل هزینه بیشتر، جلوگیری از رشد بی‌رویه
 گیاه و تأخیر در باروری، کمتر از شرایط فعلی مصرف شود.

جدول ۱۴. دستیابی به اهداف (برنج شیرودی) - گروه اول

اهداف	میزان دستیابی به آرمان‌ها
حداقل هزینه	✓
حد پایین ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓, x, x
حد بالای ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓, ✓, ✓
حداکثر عملکرد	✓

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، گروه اول از کشاورزان شیرودی کار،
 به هر دو هدف حداکثر عملکرد و حداقل هزینه دست یافته‌اند بدین معنی که با مصرف کود
 کمتر، به عملکرد بالاتری رسیده‌اند. همچنین نتایج مربوط به گروه دوم رقم پرمحصول در
 جداول ۱۵، ۱۶ و ۱۷ قابل مشاهده است.

جدول ۱۵. نتایج تنوری بازی‌ها برای تصمیمات هزینه مصرف کود (ده ریال)

و عملکرد برنج شیرودی - گروه دوم

هزینه	عملکرد		حداقل
۶۱۵۰	۶۲۵۰		
۳۶۰۰۰۰	۱۶۱/۰۵۳۱	۱۶۵/۱۰۰۰	۱۶۱/۰۵۳۱
۴۱۰۰۰۰	۱۶۹/۷۱۰۱	۱۷۰/۸۵۳۲	۱۶۹/۷۱۰۱
حداکثر	۱۶۹/۷۱۰۱	۱۷۰/۸۵۳۲	

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج، کشاورز با مصرف ۱۶۹/۷۱۰۱ کیلوگرم در هکتار ماده مغذی، ۶۱۵۰
 کیلوگرم در هکتار برنج شیرودی برداشت خواهد کرد.

مدیریت مصرف کودهای

جدول ۱۶. مقدار مصرف کود در هر هکتار در شرایط بهینه و فعلی (برنج شیروودی) - گروه

دوم

نوع کود	مصرف کود بهینه در سال (kg)	مصرف کود در شرایط فعلی (kg)
(۰-۰-۴۶) اوره	۲۶۰/۸۶۹۵	۳۰۰
(۰-۰-۵۰) پتاسیم سولفات	۹۹/۴۲۰۲	۱۸۰
(۰-۴۵-۰) فسفات آمونیوم	.	۲۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این گروه نیز همانند موارد قبلی، مصرف کود غیربهینه می‌باشد. مطابق نتایج جدول ۱۶، در شرایط فعلی مصرف پتاسیم سولفات و فسفات آمونیوم بیشتر از مقدار مورد نیاز خاک منطقه بوده که این امر کاهش عملکرد برنج شیروودی را در پی دارد.

جدول ۱۷. دستیابی به اهداف (برنج شیروودی) - گروه دوم

اهداف	میزان دستیابی به آرمان‌ها
حداقل هزینه	✓
حد پایین ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓، x، x
حد بالای ریز مغذی نیتروژن، فسفر، پتاسیم	✓، ✓، ✓
حداکثر عملکرد	x

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه توجه به محیط زیست یکی از اولویت‌های مهم در بسیاری از کشورها می‌باشد؛ از این رو، توجه به این مسئله بسیار ضروری به نظر می‌رسد. آلودگی‌های محیط‌زیستی که بخش کشاورزی به وجود می‌آورد، بیشتر به علت استفاده زیاد از سموم و کودهای شیمیایی در زیربخش زراعت است. در نتیجه هدف مطالعه حاضر، محاسبه مصرف کود بهینه برای محصول برنج شامل ارقام مرغوب طارم و پرمحصول شیروودی بوده است. در این مطالعه

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱

با در نظر گرفتن استراتژی‌های هزینه کشاورز و عملکردهای مختلف برنج، ترکیبات مختلف کود به گونه‌ای ارائه شد که نیاز خاک تأمین شده و در عین حال از مصرف بیش از حد کود و در نتیجه ایجاد آلودگی خاک جلوگیری به عمل آید. مطابق با نتایج این تحقیق، اکثریت کشاورزان کود را به صورت غیر بهینه استفاده می‌کنند به طوری که بر اساس طبقه‌بندی انجام شده، در گروه اول برنج طارم، از ۱۳۳ نفر، ۱۰ نفر (۷/۵۱ درصد) مصرف بهینه و ۱۲۳ نفر (۹۲/۴۸ درصد) مصرف نامطلوبی از کود داشتند. در گروه دوم طارم نیز از ۶۵ نفر تنها ۸ نفر (۱۲/۳۰ درصد) از کشاورزان، مصرفی بهینه داشته‌اند.

همچنین در ارتباط با برنج شیرودی می‌توان گفت همانند محصول برنج طارم، مصرف کود نابینه بوده است به طوری که مصرف کود ۹۸ درصد کشاورزان گروه اول و ۸۲ درصد از افراد گروه دوم نابینه بوده است.

نتایج این مطالعه با نتیجه مطالعه کرباسی و همکاران (۱۲) در زمینه مصرف کود بهینه برای محصول برنج، گوش و همکاران (۸) در مورد دستیابی به مصرف بهینه برنج در کشور بنگال، حسن و همکاران (۱۰) با هدف تعیین ترکیب بهینه کود برای محصول فلفل در کشور هند همسو می‌باشد. بنابراین، اگر کشاورزان به صورت سنتی به کاشت محصولات خود اقدام نمایند، نه تنها از به دست آوردن سود بیشتر باز می‌مانند، بلکه با در نظر نگرفتن آیندگان، محیط کشت محصولات با خطرات زیادی مواجه خواهد شد.

به طور کلی می‌توان گفت که رعایت ترکیب بهینه کودهای مصرفی ارائه شده در این مطالعه می‌تواند از مصرف غیربهینه کودهای شیمیایی مصرفی کشاورزان منطقه جلوگیری نموده و آنها را به سمت ترکیب تغذیه‌ای خاک به گونه‌ای هدایت نماید که علاوه بر داشتن حداکثر عملکرد، از آلودگی زیست محیطی جلوگیری شود.

در این مطالعه با در نظر گرفتن استراتژی‌های هزینه کشاورز و عملکردهای مختلف، ترکیبات مختلف کود ارائه شد به گونه‌ای که نیاز خاک تأمین شود و در عین حال از مصرف غیربهینه کود و در نتیجه ایجاد آلودگی خاک جلوگیری به عمل آید. از آنجا که الگوی

مدیریت مصرف کودهای

پیشنهادی تمامی خواسته‌های مدیر را تأمین می‌کند، اعمال و اجرای الگوی پیشنهادی می‌تواند مؤثر واقع شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن آزمایش‌های خاکشناسی در مناطق مختلف (مزارع مختلف)، میزان بهینه کود با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی کشاورز در تأمین هزینه مورد نیاز برای خرید کود، به دست آید تا مدیریت اصولی مصرف کود در رسیدن به هدف حداکثر عملکرد و حداقل آسیب‌های زیست‌محیطی تأمین گردد.

منابع

1. Agustina, R., Saleh, R. and Gamal, M. (2015). Modeling oil palm nutrient management using linear goal programming. *Science Publishing Group*, 4(5): 374-378.
2. Amini, A., Nori, E. and Sangdeh, B. (2015). Evaluation and consideration of rice cultivars sustainability using multi-criteria decision making (Case study: Rezvanshahr city). *Iranian Academy of Agricultural Extension and Education*, 11(1): 101-126. (Persian)
3. Azadegan, B. and Amiri, R. (2010). Effect of fertilizer management on yield of crops in Pakdasht region. *Farmer magazine*, No. 10: 1-10. (Persian)
4. Azar, A.S. and Faraji, H. (2009). Fuzzy management science. The Institute of Kindness Publishing. fourth edition. Tehran, pp. 110-43. (Persian)
5. Chabok, Kh. and Amoli, N. (2013). Suitable varieties of cauliflower in the second crop after rice in Mazandaran. *Publication of research findings and Crop plants*, Vol(2): 221-228. (Persian)
6. Chizari, A., Sharzei, Gh. and Keramatzade, A. (2011). Economic value of water in goal programming approach (Case study: Barzoo dam of Shyrvan). *Journal of Economic Research*, Vol 71: 39-66. (Persian)

7. Ghasemi, A., Hasanlou, S., Pirouz, R. and Najafi, H. (2015). Environmental approach in determination of optimal cropping pattern using goal programming model (Case study: Varamin area). *Environmental Research*, 6 (11): 169-172. (Persian)
8. Ghosh, D., Sharma, D. and Mattison, D. (2005). Goal programming formulation in nutrient management for rice production in West Bengal. *Int. J. Production Economics*, 95: 1-7.
9. Hassan, N., Hassan, KH. and Yatim, S. (2013). Optimizing fertilizer compounds and minimizing the cost of cucumber production using the goal programming approach. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 7(2): 45-49.
10. Hassan, N., Safiai, S., Raduan, N. and Ayop, Z. (2012). Goal programming formulation in nutrient management for Chilli plantation in Sungai Buloh. *Advances in Environmental Biology*, 6(12): 4008-4012.
11. Hazel, P.B.R. and Norton, R.D. (1986). *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*, Collier MacMillan Publisher, London, UK.
12. Karbasi, A., Fakari Sardehaee, B., Kojouri Geshniyani, M. and Rezaei, Z. (2012). Analysis of soil nutrient management for rice production in Mazandaran. *Annals of Biological Research*, 3 (6):2881-2887 .
13. Kamali, H. (2013). Our fruits and vegetables have nitrate. *Journal of Nutrition*, No. 462.

مدیریت مصرف کودهای

14. Mobser, H. and Gorbannor, M. (2005). Effects of quantities and nitrogen distribution on rice yield. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, No. 3: 109-119. (Persian)
15. Mohammadian, M. , Shahnovati, N. , Ghorbani, M. and Aghel, H. (2010). Compilation of sustainable crop pattern in fariba plain of torbat jam. *Agricultural Economics*, No. 2: 1 -42. (Persian)
16. Mosaavi, N. and Akbari, M. (2014). Optimal cropping pattern and its impact to water resources management. *Journal of Water Resources, the seventh year*, No. 4: 101- 109. (Persian)
17. Nasabian, SH., Mohammadi, H. and Kikha, AS. (2014). Effect of modified crop pattern on reduction of fertilizer and water use of agricultural activities. *Journal of Environmental Science and Technology*. No.3: 75-91. (Persian)
18. Nori, K. (2005). Rice protection policies in Iran. *Agricultural Economics and Development*, Vol (52): 87-106. (Persian)
19. Nikkhah, H., Daneshmand, A., Mohammadian, M. and Masoumi, M. (2012). Effect of Supernitoplasty biological fertilizer on performance and yield components of rice: Shiroudi variety *Oriza sativa* L.. National Food Security Seminar. (Persian)
20. Perme, Z. and Gilanpour, A. (2009). Investigating rice market regulation policies in Iran and comparing it with selected countries and providing solutions for improving its market regulation. *Business Magazine*, No. 49: 38-32. (Persian)

21. Pezhohandeh, A., Moghadasi, R., Yazdani, S. and Asadpour, H. (2011). Determination of optimal cropping pattern in Sari Dashtenaz company with multiple objectives. *Agricultural Extension and Education Research*, 4(1): 84-91. (Persian)
22. Romero, C. and Rehman, T. (2004). Multiple criteria analysis for agricultural decision: Elsevier Publication, Netherlands 3.
23. Sadegh Pourmouri, M. (2007). Fertilizers in agriculture. Member of Technical Committee for Soil and Water Research Department. *Varamin Agricultural Research Center*. (Persian)
24. Sargazi, A., Nikbakhsh, F. and Sabouhi, M. (2013). Optimum allocation of required fertilizer combination in rice cultivation using approach of goal programming, Case Study: Mazandaran city. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (11): 2991-2996.
25. Sirjani, F., Kohansal, M. and Saboohi, M. (2014). Application of two-stage multispectral fuzzy linear programming model in compilation of optimal cropping pattern (case study of central part of Mashhad city). *Journal of Agricultural Economics and Development*, No. 4: 368-376.
26. Sokotyfar, R. (2005). Rice Technology - A look at the rice threshing industry of the country. (Persian)
27. Sharifi Ashoorabadi, A. (1998). Fertility study in soil ecosystems. Doctoral Dissertation Islamic Azad University, Science and Research Branch. (Persian)

مدیریت مصرف کودهای

28. Shirzadi, S. Sabouhi, M. and Jalali, AS. (2012). Determination of Kashmar plain cropping pattern based on conservation of underground resources. *Economics and Agricultural Development*, 2(3): 261-171. (Persian)
29. Yusufidaz, M. Soltani, A. Galeshi, S. and Zeynli, A. (2014). Optimization of wheat nitrogen management in Gorgan: Amount and time of Nitrogen fertilizer use. *Journal of Crop Production*, No. 4. 81-102. (Persian)
30. zamani, O., Ghaderzad, H. and Mortazavi, A. (2014). Determination of cropping pattern with an emphasis on the optimal use of energy and sustainable agriculture (A Case Study of Saez City, Kurdistan Province). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, No. 24: 32-43. (Persian)

