دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات
سال سوم/ شماره سوم/ ۱۳۹۲ (۲۶۶-۲۵۵)

**مقاله علمی کوتاه**

# ارزیابی روش‌های تولید برنج در استان گیلان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

**سالار منجم[۱]، عادل رنجی[۲*]، مریم خانی[۳]، حمید عطاری[۳] و حمید درستی[۴]**

۱- دانشجوی دکتری تکنولوژی بذر دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، تاکستان، ایران، ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی مکانیک ماشین آلات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، ۴- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۸- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۷/۸)

**چکیده**

جهت بررسی و انتخاب بهترین روش تولید برنج در استان گیلان، از بین روش‌های سنتی، نیمه مکانیزه و مکانیزه از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. بدین منظور از داده‌های به‌دست آمده از ۲۵ کارشناس بخش کشاورزی و ۱۸ کشاورز پیشرو استان گیلان در سال زراعی ۱۳۹۱ استفاده شد. در این روش ارزیابی، پنج معیار اصلی در نظر گرفته شد که شامل: ۱- معیار زراعی ۲- معیار مدیریت مصرف انرژی ۳- معیار اقتصادی ۴- معیار اجتماعی ۵- معیار ارگونومیکی (آلودگی محیطی و راحتی کار در کشت) بودند. اساس کار این روش تعیین میزان اهمیت و رتبه‌بندی معیارهای موثر در انتخاب بهترین روش تولید برنج از طریق تخصیص وزن نسبی به معیارها با توجه به نظرهای ارایه شده در پرسش نامه‌ها بود. با استفاده از نرم افزار (Expert Choice) تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل این بررسی با روش AHP نشان داد که در بین معیارهای مورد بررسی معیار ارگونومیکی بیشترین و معیار انرژی مصرفی کمترین اهمیت را برای کارشناسان و کشاورزان در بخش زراعت برنج دارد. در بین سیستم‌های تولید برنج، روش مکانیزه با میانگین وزنی ۰/۳۴۷، مناسب‌ترین روش تولید برنج است و روش نیمه مکانیزه با میانگین وزنی ۰/۳۲۹ و روش سنتی با میانگین وزنی ۰/۳۲۴ به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. با این وجود نتایج حاصل نشان داد که تولید برنج به روش مکانیزه از لحاظ معیار اجتماعی نسبت به دیگر روش‌ها از مقبولیت کمتری بین کشاورزان برخوردار است. این موضوع بیانگر این واقعیت است که تولید برنج در گیلان نیاز به همت بیشتر مسئولین دارد تا در مدیریت بهتر این روش و در صورت امکان با فرهنگ‌سازی مناسب راهی برای افزایش استفاده از سیستم‌های مکانیزه در نظر گرفته شود.

**واژه‌های کلیدی:** انرژی، برنج، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

* نویسنده مسئول: adelranji@yahoo.com

**مقدمه**

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان است (Sinha and Talati, 2007). تولید برنج در جهان با سطح زیر کشت ۱۵۳/۲ میلیون هکتار و با متوسط عملکرد شلتوک ۴/۲۵ تن در هکتار، ۶۵۱/۱ میلیون تن در سال است. در بین کشورهای تولید کننده برنج، ایران با متوسط تولید ۴/۹ تن در هکتار، یازدهمین تولید کننده برنج در جهان است (IRRI, 2010). بیشترین کشت برنج در ایران در سه استان گیلان، مازندران و گلستان، با ۷۲ درصد سطح زیر کشت برنج انجام می‌گیرد. تنوع ارقام محلی و اصلاح شده برنج در این استان‌ها بسیار زیاد است و کلیه ارقام در شش گروه برنج دانه بلند مرغوب، دانه بلند پر محصول، دانه متوسط مرغوب، دانه متوسط پر محصول، دانه کوتاه مرغوب و دانه کوتاه پر محصول طبقه‌بندی شده‌اند. در بین استان‌های شمالی کشور، استان گیلان بیش از ۳۶ درصد تولید و ۴۳ درصد سطح زیر کشت برنج را دارا است. بر طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی (Anonymous, 2011)، تنها ۵ درصد کشت و کار برنج در استان‌های شمالی به صورت مکانیزه انجام می‌شود و ۹۵ درصد به صورت نیمه مکانیزه یا سنتی انجام می‌گیرد.

در سیستم کشت سنتی که سیستم رایج کشت و تولید برنج در استان گیلان است فقط از ماشین‌های تیلر و خرمنکوب برای عملیات تهیه زمین و خرمنکوبی استفاده می‌شود و سایر عملیات کشاورزی با دست صورت می‌گیرد. در سیستم کشت نیمه مکانیزه علاوه بر تیلر و خرمنکوب از ماشین‌های نشاکار برنج و دروگر نیز برای عملیات نشاکاری و دروی برنج استفاده می‌شود (Payman *et al.*, 2005) اما در سیستم کشت مکانیزه از تراکتور شالیزاری، نشاکار، وجین‌کن و کمباین برنج برای شخم، مرزبندی، نشاکاری، وجین، برداشت و خرمنکوبی برنج استفاده می‌شود. هر یک از این سیستم‌های تولید برنج مزایا و معایب خاص خود را دارند. در سیستم کشت سنتی به علت بالا بودن هزینه‌های تولید و کمبود نیروی کارگری و در سیستم‌های نیمه مکانیزه و مکانیزه با توجه به مصرف بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی، سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی نمی‌توان یک سیستم تولید پایدار واحد را برای همه مناطق کشت توصیه نمود (Cherati *et al.*, 2011). تصمیم‌گیری به منظور تعیین سیستم و روش موثر در تولید برنج، نیازمند بهره‌گیری از تجربیات گذشته‌ی این پدیده است. از طرف دیگر، انتخاب راه کارها نیز بایستی منطبق با اقلیم همان منطقه باشد و امکان تحقق آن‌ها وجود داشته باشد (Torabi *et al.*, 2013). بنابراین به نظر می‌رسد تصمیم‌گیری زمانی منطقی و قابل قبول خواهد بود که بتوان از تجربیات کارشناسان و افرادی بهره گرفت که ضمن آشنایی با اقلیم منطقه، قدرت تمایز و شناسایی مؤثرترین معیارهای دخیل در تولید محصول را داشته باشند.

با این حال، روش‌های مختلفی برای ارزیابی عوامل موثر در تعیین بهترین روش تولید محصول وجود دارد که یکی از این روش‌ها، اولویت‌بندی این عوامل از طریق فرآیند رتبه‌بندی است. برای رتبه‌بندی عوامل مورد مطالعه از روش‌های متفاوتی می‌توان بهره گرفت که در میان آن‌ها، روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان ابزار تصمیم‌گیری قدرتمند، نوین و علمی برای دست‌یابی به این هدف به شمار می‌آید (Ghodsypour and O'Brien, 1998). این روش به دلیل توانایی و قابلیت بالا، سادگی و قابل فهم بودن و همچنین قابلیت به کارگیری هم زمان معیارهای کمی و کیفی برای ارزیابی معیارهای موثر در فرآیند تصمیم‌گیری روش مناسب و کاربردی است (Ghodsipour *et al.*, 2002).

مشخص شده است که تصمیم‌گیری چند معیاره توسط جامعه بین‌المللی علمی به عنوان روش قوی و انعطاف پذیر پذیرفته شده و همچنین ابزاری برای مقابله با تصمیم‌های پیچیده است (Elkarmi and Mustafa, 1993). تحقیقی در هندوستان در مورد انرژی‌های مصرفی در کشاورزی و تجزیه تحلیل انرژی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام گرفت که نسبت وزنی برای انرژی باد ۰/۵۰۱، نسبت وزنی انرژی بیوماس ۰/۲۸۸ به‌دست آمده است (Daniel *et al.*, 2010). در ایران هم تحقیقاتی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی در کشاورزی انجام گرفته است. محمدیان و همکاران (Mohammadian *et al.*, 2008) برای انتخاب الگوی کشت مناسب برای منطقه تربت جام از تحلیل سلسله مراتبی استفاده نمودند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که با استفاده از روش فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و شناخت باورهای ذهنی و معیارهای

تصمیم‌گیری کشاورزان می‌توان الگوی زراعی را شناسایی و معرفی نمود که ضمن تثبیت درآمد کشاورزان، میزان برداشت از منابع آبی را کاهش داد. ترابی و همکاران (Torabi *et al.*, 2013) با استفاده از نظرات کارشناسان، جهت اولویت‌بندی عوامل ایجادکننده خلاء عملکرد گندم در گرگان از روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده نمودند که نتایج بررسی آن‌ها نشان داد به ترتیب مدیریت نادرست آبیاری، نامناسب بودن ارقام مورد کشت از نظر ژنتیکی و استفاده نامناسب از کودهای پایه، سرک و میکرو بیش‌ترین اهمیت را در ایجاد خلاء عملکرد گندم در منطقه مورد مطالعه دارد. در برنج، اسکندری (Eskandri, 2012) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در ارزیابی و انتخاب بهترین روش وجین کاری علف‌های هرز برنج نشان داد که روش شیمیایی، وجین کن مکانیکی بدون موتور، وجین کن مکانیکی موتوردار و روش وجین دستی به ترتیب با میانگین نسبت‌های وزنی ۰/۳۴۰، ۰/۲۲۵، ۰/۲۱۹ و ۰/۲۱۶ اولویت‌های وجین کاری در مزارع برنج در شمال کشور بشمار می‌روند. همچنین آشکار آهنگرکلایی و همکاران (Ashkar-Ahangarkolai *et al.*, 2005) در ارزیابی تأثیرگذاری عوامل فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و فنی و اجرایی را از دیدگاه کشاورزان بر طرح یکپارچه سازی اراضی در شالیزارهای مازندران از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده نمود.

پیمان و همکاران (Payman *et al.*, 2005) با بررسی انرژی مصرفی در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه برای تولید برنج در گیلان عنوان نمودند شاخص کارایی انرژی در روش نیمه مکانیزه بیشتر از روش سنتی است که این نتایج با سایر بررسی‌ها در استان‌های گلستان (Pourshirazi *et al.*, 2013) و مازندران (Cherati *et al.*, 2011) مطابقت داشت.

با توجه به اینکه در بررسی سیستم‌های مختلف تولید برنج (سنتی، نیمه مکانیزه و مکانیزه)، تحقیقات کمی برای ارزیابی همزمان و متعادل عوامل موثر در تولید محصول انجام گرفته است، و از آنجایی که به نظر می‌رسد انتخاب سیستم کشت بیشتر بر اساس توان اقتصادی کشاورزان در خرید ماشین‌آلات و سایر نهاده‌های کشاورزی است تحقیق حاضر جهت شناسایی بهترین سیستم تولید برنج در استان گیلان با استفاده تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و با بررسی اکثر عوامل موثر بر تولید برنج بر اساس معیارهای زراعی، مصرف انرژی، اقتصادی، اجتماعی و معیار ارگونومیکی مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

## مواد و روش‌ها

در این تحقیق، برای بررسی و انتخاب بهترین روش تولید برنج در استان گیلان بین سه روش سنتی، نیمه مکانیزه و مکانیزه و بر اساس معیارهای مختلف، از تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. جهت تعیین معیارها، پس از مطالعات کتابخانه‌ای و مذاکره با کارشناسان و محققان کشاورزی و صاحب‌نظران دانشگاه، شاخص‌های احتمالی تأثیرگذار بر تولید برنج شناسایی و در پنج گروه معیار زراعی (با زیر معیارهای: عملکرد، صفات رویشی)، معیار مدیریت مصرف انرژی (با زیر معیارهای: کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، افزوده خالص انرژی و شدت انرژی)، معیار اقتصادی (با زیر معیارهای: میزان هزینه، درآمد خالص و نسبت فایده به هزینه)، معیار اجتماعی (با زیر معیارهای : مقبولیت عامه و تعداد نفر ساعت کارگر مورد نیاز برای کشت)، معیار ارگونومیکی (Ergonomic) (آلودگی محیطی و راحتی کار در کشت) تقسیم‌بندی شدند.

مجموعه معیارهای مختلف مؤثر بر انتخاب بهترین روش تولید برنج در استان گیلان، در پنج گروه معیار زراعی (با زیر معیارهای: عملکرد، صفات رویشی)، معیار مدیریت مصرف انرژی (با زیر معیارهای: کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، افزوده خالص انرژی و شدت انرژی)، معیار اقتصادی (با زیر معیارهای: میزان هزینه، درآمد خالص و نسبت فایده به هزینه)، معیار اجتماعی (با زیر معیارهای: مقبولیت عامه و تعداد نفر ساعت کارگر مورد نیاز برای کشت)، معیار ارگونومیکی (Ergonomic) (آلودگی محیطی و راحتی کار در کشت) تقسیم‌بندی شدند.

به منظور وزن‌دهی به معیارها و گزینه‌ها، از روش مقایسه زوجی عناصر استفاده شد که در آن هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود در سطح بالاتر، به صورت زوجی مقایسه شد و وزن نسبی آن‌ها محاسبه شد. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص شد. در این تحقیق، برای محاسبه وزن‌های عناصر هر سطح نسبت به سطح بالاتر خود، از روش بردار ویژه که مؤثرترین شیوه در یافتن عناصر هر سطح است، استفاده

شد. برای وزن‌دهی به فاکتورها و عوامل مؤثر فوق‌الذکر، پرسشنامه‌هایی تهیه شد که توسط ۲۵ کارشناس بخش کشاورزی و ۱۸ کشاورز پیشرو در سال زراعی ۱۳۹۱ تکمیل و برای تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفت.

یکی از مزایای تحلیل سلسله مراتبی، توانایی کنترل میزان سازگاری تصمیم است. برای هر ماتریس، حاصل تقسیم شاخص ناسازگاری، به شاخص ناسازگاریِ ماتریسِ تصادفی هم بعد آن ماتریس، معیار مناسبی برای قضاوت در مورد ناسازگاری است که آن را نرخ ناسازگاری می‌گویند. چنانچه این عدد کوچک‌تر از ۰/۱ است، سازگاری سیستم قابل قبول است. در غیر این صورت باید در قضاوت‌ها تجدید نظر نمود. در این پژوهش، برای هر یک از ماتریس‌های تصمیم، میزان ناسازگاری توسط نرم افزار Expert Choice محاسبه و پس از ارزیابی، تصمیمات لازم صورت گرفت.

به طور کلّی می‌توان ماتریس مقایسه‌ی زوجی را به صورت زیر نشان داد:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{یا} \quad A=[a_{ij}] \qquad (۱)$$

$I,j= 1, 2, \ldots, n$

که در، $a_{ij}$ میزان ترجیح حاصل از مقایسه‌ی دو جایگزین i,j است. حال از طریق ماتریس مقایسه‌ی زوجی می‌توان وزن راه کارهای اصلی و فرعی را به دست آورد.

۱- محاسبه‌ی وزن‌ها

برای به دست آوردن وزن هر یک از معیارها، ابتدا عناصر ماتریس مقایسه‌ی زوجی نرمال شد.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}} \qquad (۲)$$

که در آن، $r_{ij}$ میزان ترجیح نرمال شده دو جایگزین i و j، و $\sum_{j=1}^{n} a_{ij}$ جمع عناصر در هر ستون ماتریس است. از این رو، ماتریس مقایسه‌ی زوجی، از تقسیم هر عنصر در جمع ستون خودش نرمال می‌شود. سپس، میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمال، محاسبه می‌شود که همان وزن معیارها را نشان می‌دهد.

$$W_i = \frac{1}{n}\left[\sum_{j=1}^{n} r_{ij}\right] \qquad (۳)$$

در رابطه فوق، $w_i$ وزن معیار iام و n تعداد عناصر مورد مقایسه در هر سطر است. ذکر این نکته لازم است که در تصمیم‌گیری‌های گروهی برای انجام ماتریس گروه‌ها از میانگین هندسی پاسخ‌های پرسش شوندگان به عنوان عناصر ماتریس استفاده می‌شود.

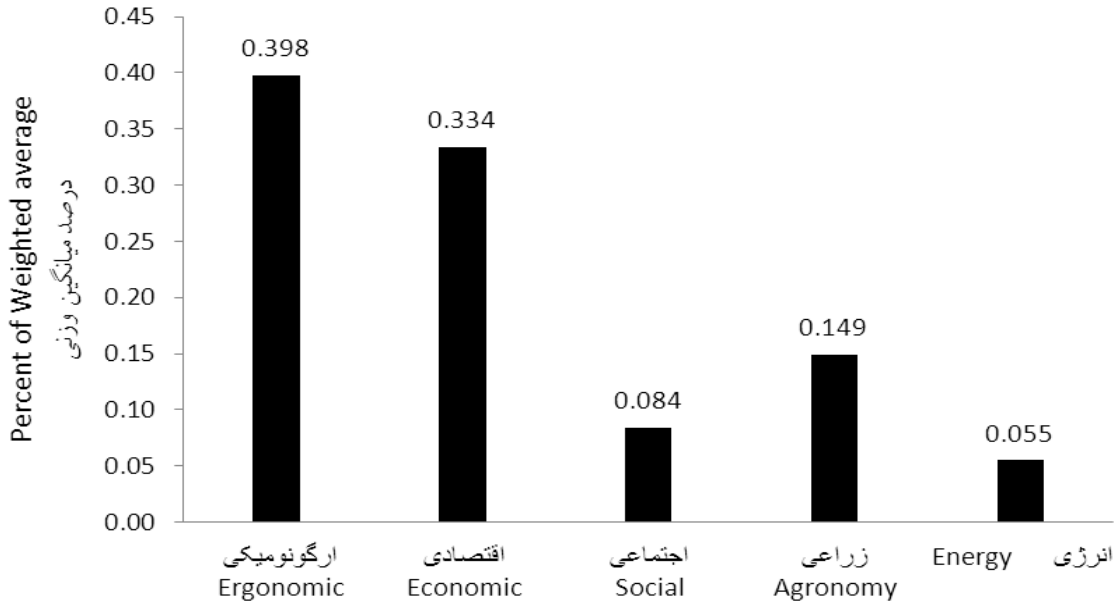
$$\overline{a_{ij}} = \left(\prod_{k=1}^{p} a_{ij}^{(k)}\right)^{\frac{1}{p}} \qquad (۴)$$

که در آن، $\overline{a_{ij}}$ میانگین هندسی میزان ترجیحات دو جایگزین i، j و k کد مربوط به فرد پرسش شونده، و p تعداد افرادی است که پرسش‌نامه توسط آن‌ها تکمیل می‌شود. ارزیابی پرسش‌نامه‌ها توسط محققان نشان داد نظرات کارشناسان بخش‌های مختلف کشاورزی در خصوص انتخاب راه کارها از روند مشابهی برخوردار بوده است، بنابراین در این مطالعه محاسبه‌ی میانگین هندسی به جای میانگین وزنی هندسی مناسب تشخیص داده شد. تمام مراحل ذکر شده‌ی فوق (ترسیم درخت تصمیم‌گیری، محاسبه‌ی وزن معیارها، زیر معیارها و نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه‌ی زوجی) از طریق نرم افزار Expert Choice و به روش AHP انجام شد.

## نتایج و بحث

**الف) مقایسه معیارها با توجه به هدف :**

معیارهایی که در این تحقیق استفاده شد عبارتند از: معیار زراعی، معیار مدیریت مصرف انرژی، معیار اقتصادی، معیار اجتماعی و معیار ارگونومیکی، که توسط مدل AHPدو به دو با هم مقایسه شدند و اولویت‌بندی شدند. طبق شکل (۱) که نشان‌دهنده مقایسه زوجی معیارها با توجه به هدف پژوهش است، معیار ارگونومیکی با نسبت ۰/۳۹۸، بیشترین اولویت و انرژی با نسبت ۰/۰۵۵، کمترین اولویت برخوردار بودند که حکایت از اهمیت عامل ارگونومیکی و عدم توجه به مقدار انرژی مصرفی، برای




شکل ۱- مقایسه معیارها به صورت زوجی نسبت به هدف تحقیق.

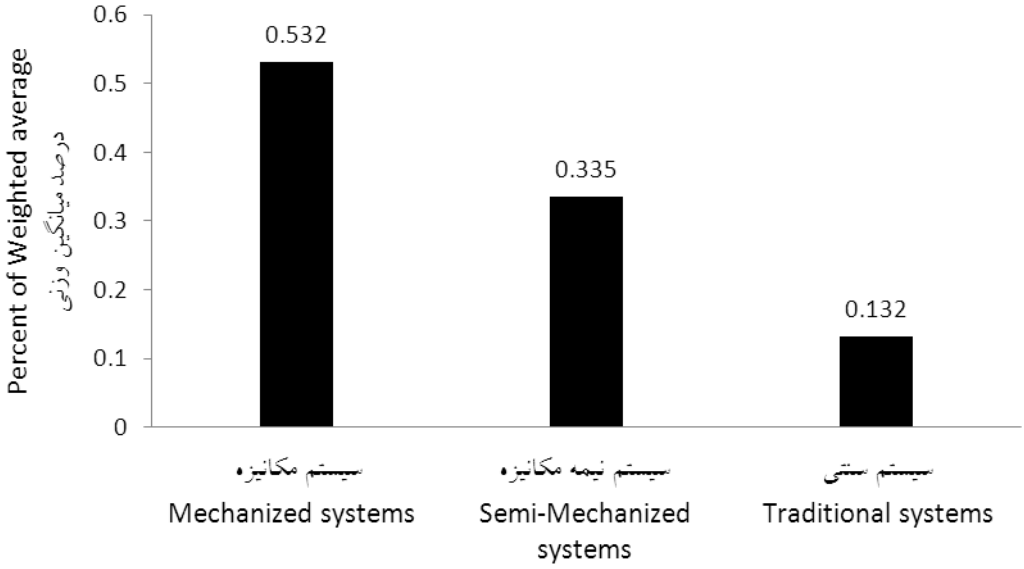
Figure 1. Comparison of criteria in paired in related to object of survey.

کارشناسان و کشاورزان در بخش زراعت برنج در استان گیلان دارد. با توجه به این یافته‌ها می‌توان اظهار نمود توسعه گسترده سطح مکانیزاسیون در طی چند سال اخیر در منطقه مورد بررسی با افزایش سهولت کشت منجر به افزایش معیار ارگونومیکی و از طرفی نیاز به عملکرد بالاتر در واحد سطح، منجر به عدم توجه به میزان انرژی مصرفی شده است. چراتی و همکاران (Cherati *et al.*, 2011) با بررسی انرژی مصرفی در سیستم‌های سنتی و نیمه مکانیزه تولید برنج اظهار نمودند اگرچه میزان انرژی مصرفی در سیستم نیمه مکانیزه به دلیل استفاده بیشتر از نهاده‌ها، ماشین‌آلات و سوخت‌های فسیلی بیشتر از سنتی است اما کارایی انرژی مصرفی در سیستم نیمه مکانیزه با عملکرد محصول بیشتر، بالاتر است. همچنین در تایید نتایج حاضر، کندی (Kennedy, 2001) با مقایسه‌ای که بین تولید برنج در آمریکا و ژاپن انجام داد دریافت با وجود تولید یکسان در واحد سطح، نظام تولید برنج در ژاپن کاربر بوده و در آمریکا از نوع سرمایه بر بوده است به عبارتی نتایج بررسی کندی نشان می‌دهد که در آمریکا به دلیل بالا بودن سطح استاندارد زندگی و هزینه‌های بالای نیروی کار، میزان استفاده از ماشین‌آلات و مصرف سوخت‌های فسیلی بیشتر بوده است و از این رو انرژی مصرفی در واحد سطح افزایش یافته است.

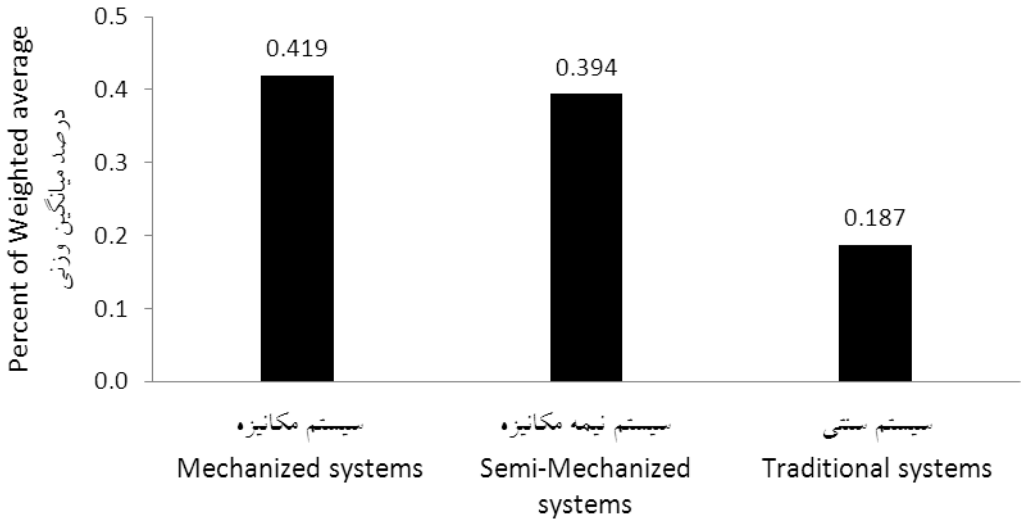
در بررسی حاضر نرخ ناسازگاری محاسبه شده در مقایسات زوجی معیارها برابر با ۰/۰۳ بود که بیان می‌کند سازگاری معیارها با هدف پژوهش قابل قبول است.

**ب) مقایسه زوجی گزینه‌ها**

در مرحله دوم گزینه‌ها (سیستم‌های مختلف تولید برنج) با توجه به معیارها مورد مقایسه زوجی قرار گرفتند. شکل (۲) نشان دهنده‌ی وزن گزینه‌ها با توجه به معیار زراعی است. طبق این نمودار سیستم مکانیزه با نسبت ۰/۵۳۲ و سیستم سنتی با نسبت ۰/۱۳۲ به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را دارا می‌باشند. نتایج حاصل حاکی از این است که از نظر شاخص‌های زراعی که داری زیر معیار عملکرد و صفت رویشی است، سیستم مکانیزه برترین سیستم کشت در استان گیلان می‌تواند باشد. برخلاف نتایج حاضر، بررسی‌های گجاسانی (Gajaseni, 1994) نشان داد که میزان عملکرد دانه و بیولوژیک تولید شده در روش‌های مختلف تولید برنج تفاوت معنی‌داری با همدیگر ندارند و فقط استفاده از ارقام اصلاح شده در سیستم مکانیزه به طور غیر مستقیم منجر به افزایش عملکرد محصول در این سیستم می‌شود؛ لذا در بررسی حاضر به نظر می‌رسد رعایت فاصله نشاکاری و ایجاد تراکم مناسب، افزایش سرعت وجین، افزایش سرعت برداشت و کاهش تلفات دانه در طی برداشت محصول از عوامل برتری سیستم کاشت مکانیز نسبت به سیستم‌های سنتی و نیمه مکانیزه بوده است.

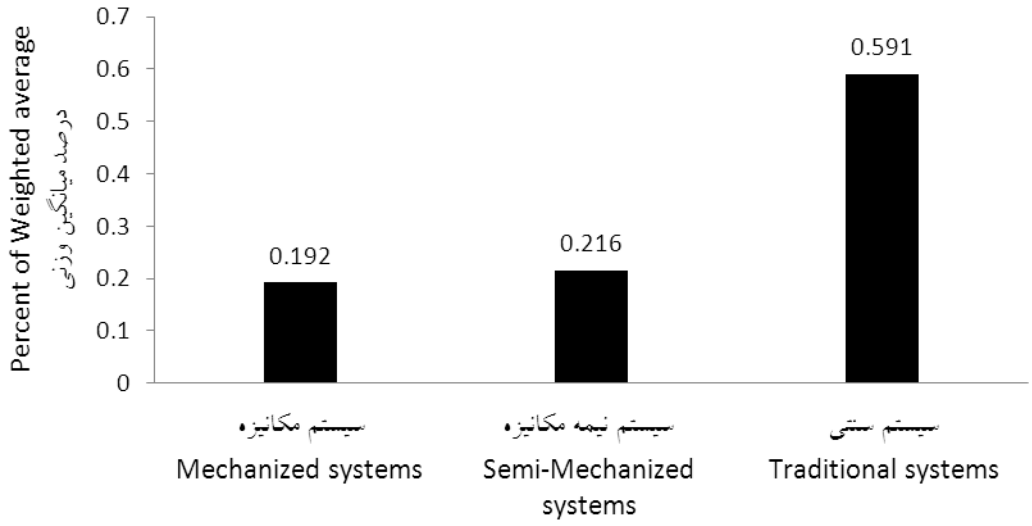



شکل ۲- مقایسه گزینه‌ها به صورت زوجی با توجه به معیار زراعی.
Figure 2. Comparison of options in paired based on agronomy criteria



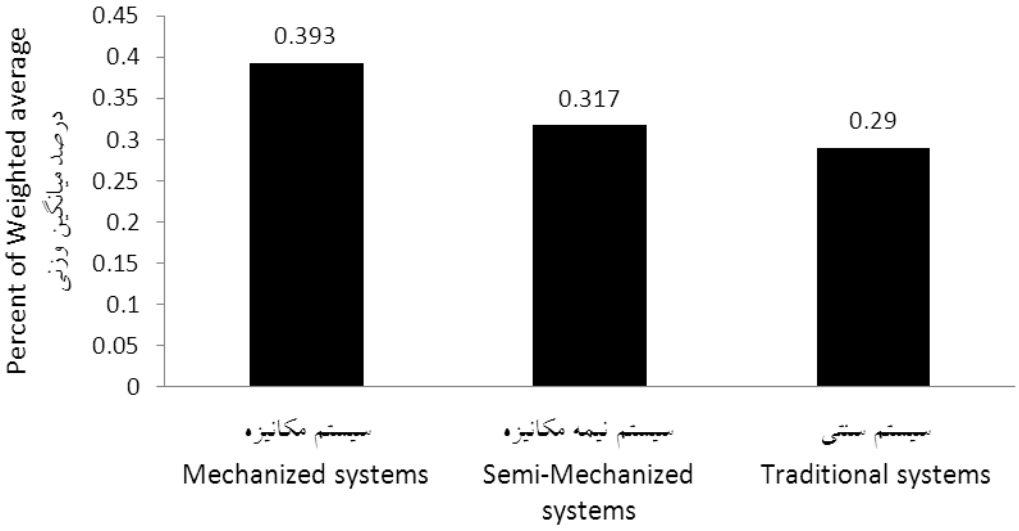

شکل ۳- مقایسه گزینه‌ها به صورت زوجی با توجه به معیار اقتصادی.
Figure 3. Comparison of options in paired based on economic criteria.

همچنین در بررسی حاضر در محاسبه وزن گزینه‌ها با توجه به معیار زراعی، نرخ ناسازگاری محاسبه شده برابر با ۰/۰۵ بود. شکل (۳) نشان‌دهنده‌ی وزن گزینه‌ها با توجه به معیار اقتصادی است. طبق این نمودار، سیستم مکانیزه با نسبت ۰/۴۱۹ و سیستم سنتی با نسبت ۰/۱۸۷ به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را دارا می‌باشند. این نمودار نشان می‌دهد که از نظر شاخص‌های اقتصادی که داری زیر معیار هزینه، سود و نسبت سود به هزینه است، سیستم مکانیزه برترین سیستم کشت است در ضمن نرخ ناسازگاری محاسبه شده برابر با ۰/۰۲ بود. بنابراین سازگاری معیار اقتصادی با گزینه‌ها قابل قبول است. در ضمن با توجه به نسبت سود به هزینه، روش نیمه مکانیزه دارای وزن بیشتری نسبت به روش‌های دیگر است. در تایید نتایج حاضر آذرپور و مرادی توچائی ( Azarpour and Moraditochaee, 2013) با بررسی انرژی مصرفی و هزینه های تولید ارقام محلی و اصلاح‌شده برنج در دو روش سنتی و نیمه مکانیزه نشان دادند که در سیستم سنتی استفاده بیشتر از نیروی کارگری، سموم و کودهای شیمیایی و بذر نسبت به سیستم مکانیزه، منجر به افزایش هزینه‌های تولید می‌شود و در بین ارقام مورد استفاده،




شکل ۴- مقایسه گزینه‌ها به صورت زوجی با توجه به معیار اورگونومیکی.

Figure 4. Comparison of options in paired based on ergonomic criteria.

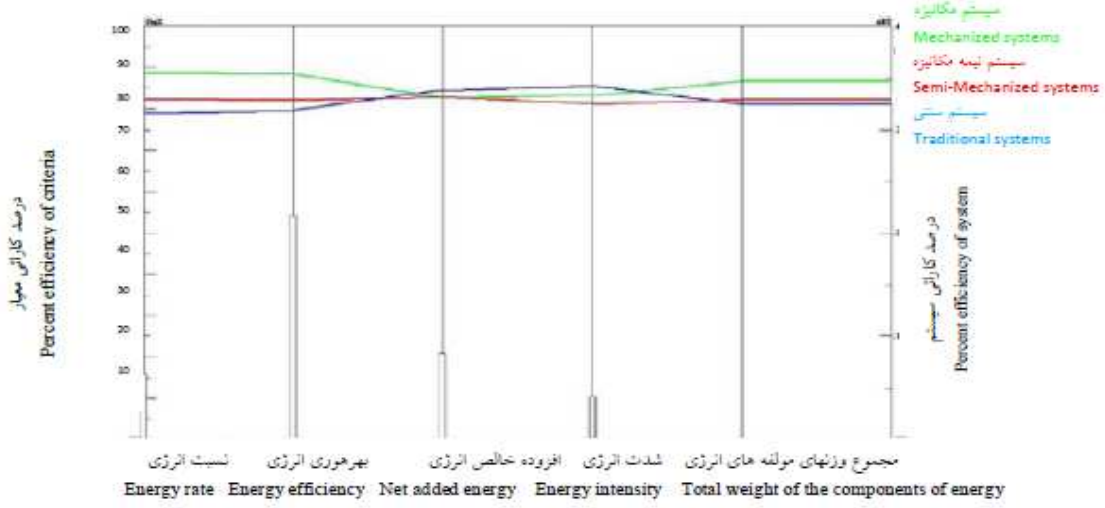



شکل ۵- مقایسه گزینه‌ها به صورت زوجی با توجه به معیار انرژی.

Figure 5. Comparison of options in paired based on energy criteria.

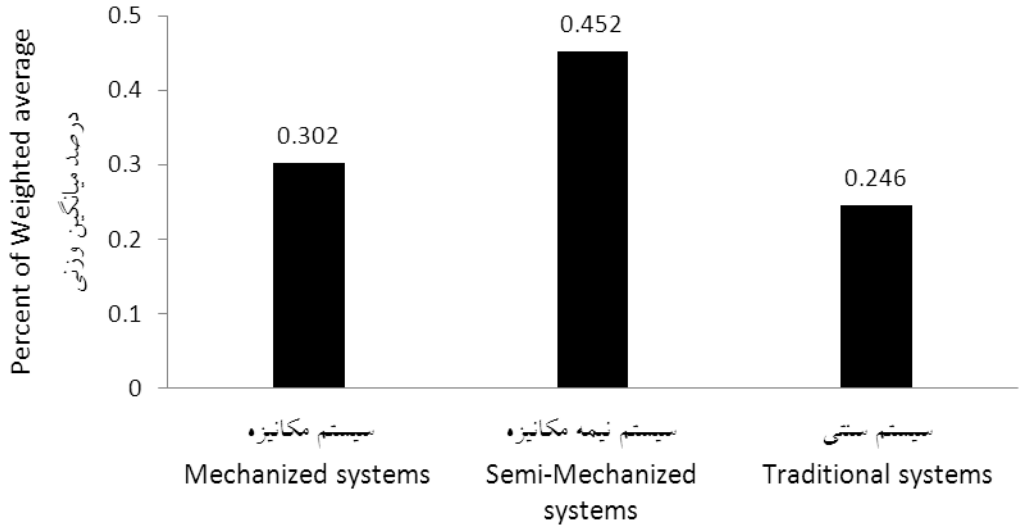
کارایی انرژی مصرفی در ارقام اصلاح شده به دلیل پتانسیل ژنتیکی آن‌ها در کودپذیری و افزایش تعداد پنجه و دانه در خوشه بالاتر از ارقام محلی است. همچنین واحدی و مینائی (Vahedi and Minaei, 2006) در طی تحقیقی در زمینه مقایسه دو روش سنتی و مکانیزه تولید برنج از نظر عملکرد محصول، میزان ضایعات و هزینه‌های تولید انجام دادند، دریافتند که هزینه‌های تولید به روش سنتی به خصوص در مرحله کاشت به مراتب بیشتر از روش مکانیزه است.

در مورد شاخص‌های انرژی و مقایسه زوجی آن با گزینه‌ها که در شکل (۵) نشان داده شده است، طبق این نمودار سیستم مکانیزه با نسبت ۰/۳۹۳ و سیستم سنتی با نسبت ۰/۲۹۰ به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را دارا می‌باشند، نشان‌دهنده این شرایط است که از نظر شاخص‌های انرژی که دارای زیر معیار (کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، افزوده خالص انرژی و شدت انرژی) سیستم مکانیزه، برترین روش سیستم کاشت برنج است، نشان‌دهنده مدیریت انرژی بهتر با توجه به شاخص‌های محاسبه شده در آن است. در ضمن نرخ ناسازگاری محاسبه شده برابر با ۰/۰۵ است. بنابراین سازگاری معیار انرژی با گزینه‌ها قابل قبول است. در تائید بالا بودن کارایی مصرف انرژی در سیستم مکانیزه نسبت به سایر




شکل ۶- نمودار حساسیت معیار انرژی بر اساس کارایی معیار برای سیستم‌های مختلف تولید برنج.

Figure 6. Diagram sensitivity of energy criteria based on criteria efficiency for different systems of rice production.



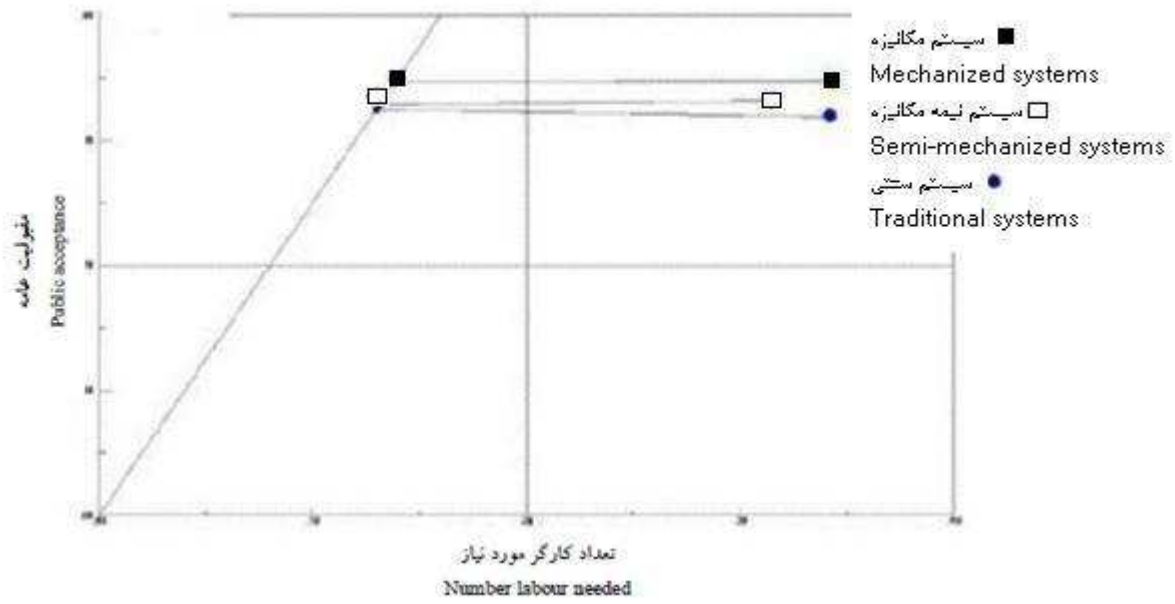

شکل ۷- مقایسه گزینه‌ها به صورت زوجی با توجه به معیار اجتماعی.

Figure 7. Comparison of options in paired based on social criteria.

سیستم‌ها گزارش‌های زیادی وجود دارد (Cherati *et al.*, 2011; Moraditochaee and Azarpour, 2011; Azarpour and Moraditochaee, 2013).

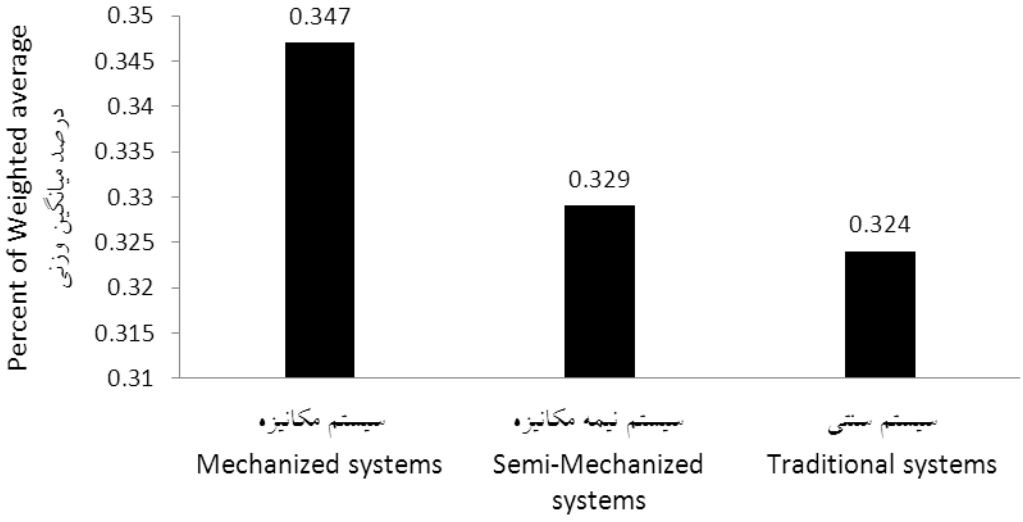
نتایج بررسی‌های مرادی‌توچائی و آذرپور (Moraditochaee and Azarpour, 2011) نشان می‌دهد که انرژی مصرفی در تولید برنج به روش سنتی به علت مصرف کود و بذر بیشتر بالاتر از سیستم مکانیزه است. اما انرژی خروجی در روش مکانیزه به دلیل عملکرد دانه و بیولوژیکی بالاتر بیشتر است. همچنین علیزاده (Alizadeh, 2011) با بررسی روش‌های مختلف برداشت (a- برداشت دستی+ خرمنکوب برنج b- برداشت با دروگر+ خرمنکوب برنج c- برداشت دروگر+ خرمن‌کوبی با کمباین عمومی غلات d- برداشت با کمباین مخصوص برنج از نوع سر تغذیه e- برداشت با کمباین مخصوص برنج از نوع تمام تغذیه) نشان داد برداشت با کمباین مخصوص برنج از نوع تمام تغذیه با دارا بودن ظرفیت مزرعه‌ای موثر بالاتر (۰/۳۶۱ $ha.h^{-1}$) نسبت به سایر روش‌های برداشت، از کارایی بالاتری برخوردار است.

با توجه به شکل (۶) که نشان دهنده نمودار حساسیت معیار انرژی بر اساس کارایی معیار برای




شکل ۸- حساسیت دو بعدی معیار اجتماعی برای سیستم‌های مختلف کاشت برنج.

Figure 8. Two-dimensional diagram sensitivity in social criteria for different systems of rice production.




شکل ۹- وزن نهایی گزینه‌ها (تلفیق گزینه‌ها با توجه به هدف تحقیق).

Figure 9. The final weight of the options (integration of options with regard to the survey object).

سیستم‌های مختلف کاشت برنج می‌توان به این نتیجه‌گیری رسید که از نظر زیر معیار نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی سیستم مکانیزه دارای بالاترین کارایی و راندمان است و از نظر زیر معیار شدت انرژی و افزوده خالص انرژی سیستم سنتی دارای بالاترین راندمان و کارایی است و از نظر وزن کلی هر گزینه همان‌طور که بر روی محور عمودی سمت راست نمودار مشاهده می‌شود سیستم مکانیزه دارای بالاترین کارایی سیستم از نظر انرژی است و به ترتیب سیستم نیمه مکانیزه و سنتی در مراتب بعدی قرار دارند.

در مورد شاخص‌های اجتماعی و مقایسه زوجی آن با گزینه‌ها که در شکل (۷) نشان داده شده است، طبق این نمودار سیستم نیمه مکانیزه با نسبت ۰/۴۵۲ و سیستم سنتی با نسبت ۰/۲۴۶ به ترتیب بیشترین و کمترین سهم

را دارا می‌باشند، نشان‌دهنده این شرایط است که از نظر شاخص‌های اجتماعی که دارای زیر معیار (مقبولیت عامه و تعداد نفر ساعت کارگر مورد نیاز) نیمه مکانیزه، برترین روش سیستم کاشت برنج است، که نشان‌دهنده پذیرش بیشتر کشاورزان به خاطر کارگر کمتر و مقبولیت عامه است. در ضمن نرخ ناسازگاری محاسبه شده برابر با ۰/۰۴ است. بنابراین سازگاری معیار اجتماعی با گزینه‌ها قابل قبول است. با توجه به شکل (۸) که نشان دهنده نمودار حساسیت دو بعدی معیار اجتماعی برای سیستم‌های مختلف کاشت برنج می‌توان به این نتیجه‌گیری رسید که از نظر زیر معیار مقبولیت عامه و تعداد نیرو کارگری مورد نیاز، سیستم مکانیزه دارای بالاترین الویت است و سیستم نیمه مکانیزه و سنتی در مراتب بعدی قرار دارند. با توجه به قرارگیری سه گزینه انتخابی در سمت راست و بالای صفحه نمودار می‌توان به این نتیجه کلی رسید که این سه روش می‌تواند داری ارجحیت در استفاده است ولی سیستم مکانیزه یک برتری نسبی به بقیه سیستم‌ها دارد.

## نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از تلفیق گزینه‌ها و معیارها با توجه به هدف پژوهش و مطابق با شکل (۹) می‌توان نتیجه گرفت که سیستم مکانیزه مناسب‌ترین روش تولید برنج است بطوریکه با نسبت ۰/۳۴۷ دارای بالاترین میزان وزنی در سیستم‌های مختلف کاشت بوده است و سیستم نیمه مکانیزه و سنتی در رتبه‌های بعدی به ترتیب با نسبت‌های ۰/۳۲۹ و ۰/۳۲۴ بوده است. ذکر این نکته هم حائز اهمیت است که در واقعیت در استان‌های شمالی رغبت استفاده از روش مکانیزه در بین کشاورزان کمتر ولی رو به افزایش است که نشان دهنده لزوم اهمیت این موضوع برای مدیریت بیشتر در جلوگیری از هدر رفت انرژی و مدیریت سرمایه در کشور است. همچنین با توجه به نتایج حاصل از تحلیل مدل AHP، که نشان داد روش مکانیزه با توجه به تمام معیارها بجز از نظر معیار اجتماعی مناسب‌ترین روش برای تولید برنج است می‌توان اظهار نمود در حال حاضر تولید برنج در گیلان نیاز به همت بیشتر مسئولین دارد تا در مدیریت بهتر این روش و در صورت امکان با فرهنگ‌سازی مناسب راهی برای افزایش استفاده از سیستم‌های مکانیزه در نظر گرفته شود.

## References


**Agricultural Organization of Guilan province**. **2010.** Report the State of rice production in Guilan province in 2009-2010. (In Persian).

**Alizadeh, M. R. 2011.** Evaluation the farm yield of rice harvest combines in direct harvesting operation and comparison it to indirect harvesting operation. the final report of the research project in Rice Research Institute in Iran. (In Persian)

**Anonymous**. **2011.** Cereal in statistics. Statistics and information department of Agriculture Ministry of Iran. (In Persian).

**Asad poor, H., Khalilyan, S. and Peikani, G. 2005.** Theory and applications of linear programming, the ideal model of fuzzy in Optimization of Cropping Pattern. **Agricultural Economic and Development** 13: 307-328.

**Ashkar-Ahangarkolai, M. A., Asadpour, H. and Alipour, A. 2005.** Considering viewpoint of farmers on uniformity plan of rice farms: A case study in Joibar. **Agricultural Economic and Development** 55: 135-153.

**Azar, A. and Rajabzadeh, A**. **2002.** Applied Decision Making (MADM approach). Negahe Danesh, Tehran (In Persian).

**Azarpour. E. and Moraditochaee, M. 2013.** A Comparative Study on Energy Use and Cost Analysis of Rice Varieties Under Traditional and Semi-Mechanized Farming Systems in North of Iran. In: Miodrag, C., Darko, A. and Matovic, W. (Eds.) Biomass Now - Sustainable Growth and Use. InTech Publication. pp: 540.

**Cherati, F. E., Bahrami, H. and Asakereh, A. 2011.** Energy survey of mechanized and traditional rice production system in Mazandaran Province of Iran. **African Journal of Agricultural Research** 6: 2565-2570.

**Daniel, J., Nandigana V. R., Albert, B. and Selvarsan, I. 2010.** Evaluation of the Significant Renewable Energy Resources in India Using Analytical Hierarchy Process, Springer Physica-Verlag Berlin Heidelberg. http://www.springer.com/978-3-642-04044-3.

**Elkarmi, F. and Mustafa, I. 1993.** Increasing the utilization of solar energy technologies (SET) in Jordan: Analytical Hierarchy Process. **Journal of Energy Policy** 21: 978–984.

**Eskandri, F. 2012.** Using of Analytical Hierarchy Process (AHP) to evaluate and select the best method for weeding of weeds in rice. Proceeding of 7th National Congress of Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. 4-6 Septamber, Shiraz, Iran. pp: 411. (In Persian).

**Gajaseni, G. 1994.** Energy Analysis Wetland Rice system in hailand. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 52: 173-178.

**Ghodsipour, H. 2002.** Analytical Hierarchy Process. Amir Kabir University Press, pp: 220 (In Persian).

**Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. 1998.** A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. **International Journal of Production Economics** 56: 199-212.

**IRRI . 2010.** International Rice Research Institute. A handbook of weed control in rice. pp: 113.

**Kennedy, S. 2001**. Energy Use in American Agriculture, Sustainable Energy Term. Retrieved July 10, 2002. from http://www.web.mit.edu/energylab/proceeding/.

**Mohammadian, F., Shahnoushi, N., Ghorbani, M. and Aghel, H. 2008**. Choosing a potential crop pattern by using AHP analysis model (Case study: torbat-e-jam plain). **Journal of Agricultural Science** 19: 172- 187. (In Persian).

**Montazer, A. A. and Lotfi, M. 2007.** Development and application programming model of optimized cropping pattern and irrigation water resources allocation. **Iranian Journal of Irrigation and Drainage** 2: 93-108. (In Persian).

**Moraditochaee, M., Azarpour, E. 2011**. Study of energy indices for native and breed rice varieties production in Iran. **World Applied Sciences Journal** 13: 137-141.

**Mortazavi, M., Zarei, A. and Ranaei, H. 2005.** Priority setting in agriculture program and projects research by analytic hierarchy process (AHP). **Pajouhesh and Sazandegi** 72: 2-14. (In Persian).

**Payman, M. H., Rouhi, Gh. R. and Alizadeh, M. R. 2005**. A Determination of energy consumption in traditional and semi-mechanized methods for rice production (A case study in Guilan province). **Journal of Agricultural Engineering Research** 22: 67- 80. (In Persian).

**Saaty T. L. 1980**. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York.

**Pourshirazi, S., Rasam, G. A., Dadkhah, A. R. and Gholami, M. R. 2013**. Energy survey consumption of semi-traditional and semi-mechanized rice system in the planting stage (Case study: City Dargaz). **Proceeding of 3th National Conference on Fuel, Energy and Environment**. 17- 18 September, Karaj, Iran. (In Persian).

**Sinha, S. K. and Talati, J. 2007**. Productivity impacts of the system of rice intensification (SRI): A case study in west Bengal, India. **Agricultural Water Management** 87: 55-60.

**Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Kazemi Korgehei, M.** 2013. Ranking factors causing the wheat yield gap in Gorgan. **Electronic Journal Crop Production** 6: 171-189. (In Persian).

**Vahedi, A. and Minaei, S. 2006.** Comparison of conventional and mechanized rice production in terms of yield, the amount of waste and production costs. Proceeding of 4th International Congress on Agricultural Machinery Engineering and Mechanization. 29-30 August, 2006. Tabriz, Iran. pp: 256. (In Persian).

**Short Communication**

# Evaluation of rice production systems in Guilan province by using of Analytical Hierarchy Process (AHP)

**Salar Monajem[1], Adel Ranji[2*], Maryam Khani[3], Hamid Atari[3] and Hamid Dorosti[4]**

1. Ph.D Student in Seed Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 2. Researchers and Elite Club, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran, 3. Graduate Student, Dept. of Mechanics Engineering of Agricultural Machinery, Islamic Azad University of Takestan, 4. Staff Member, Rice Research Institute of Iran (RRII)

(Received: February 26, 2013- Accepted: September 30, 2013)

**Abstract**

To evaluate and select the best system of rice production among traditional, semi-mechanized and mechanized systems, in Guilan province, the Analytical Hierarchy Process (AHP) was used. Hence the data obtained in 2012 from 25 agricultural experts and 18 pioneer farmers was used for analysis. For this method of evaluation, five main criteria considered were 1- Agronomic criteria 2- Energy criteria 3 - Economic criteria 4 - Social criteria 5- Ergonomic criteria (pollution and ease of cultivation). This technique determined and ranked the importance of criteria affecting on selection of best rice production system based on attributing relative weights to factors with respect to comments provided in the questionnaires. By using of software (Expert Choice) Analytical Hierarchy Process was done. The result of this survey by AHP techniques showed that Ergonomic criteria had the most and Energy criteria had the least importance for expert and farmer in rice production section. Between rice production systems, the mechanized system to 0.347 weighted average was the best rice production system and semi-mechanized system to 0.329 weighted average and traditional system to 0.324 weighted average was later respectively. However the result of AHP techniques showed that the mechanized system based on Social criteria was weak. It shows that rice production in the province of Guilan need to Authorities try for better management and if possible to establish cultural appropriate to increase the use of mechanized system be considered.

**Keywords:** Analytical hierarchy process, Energy, Rice

*Corresponding author: adelranji@yahoo.com