# مدیریت و بررسی مصرف انرژی در مزارع نیمه مکانیزه برنج برای چهار واریته با رویکرد مدیریت مصرف آب از دیدگاه اعمال انرژی

فضل الله اسکندری چراتی [۱] ، هوشنگ بهرامی [۲] ، رمضان باباتباردرزی [۳] ،جابر عباسعلیپور [۳] و فریبرز نیکزاد [۴]

۱- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز. گروه ماشینها و مکانیزاسیون کشاورزی
f-cherati@phdstu.scu.ac.ir

۲- دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی شهید چمران اهواز. گروه ماشینها و مکانیزاسیون کشاورزی
۳- دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران.
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

**چکیده:**

هدف از مطالعه و تحقیق در مورد این موضوع تعیین مقدار انرژی ورودی و خروجی استفاده شده و همچنین رابطه مدیریت آب با میزان انرژی و میزان عملکرد در چهار واریته برنج در سیستم کشت نیمه مکانیزه در استان مازندران می‌باشد. داده ها از ۵۲ زراعتگر برنج برای چهار واریته (طارم، فجر، ندا و هیبرید) در سال ۱۳۹۱ جمع آوری شده اند، همچنین حجم و اندازه نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی صورت گرفته است. با توجه به محاسبات انجام شده؛ کل انرژی استفاده شده برای چهار واریته طارم، فجر، ندا و هیبرید بترتیب 27161.15 (مگاژول بر هکتار) ، 30177.78 (مگاژول بر هکتار) ، 33840.33 (مگاژول بر هکتار) و 40866.81 (مگاژول بر هکتار) می‌باشد. بالاترین افزوده خالص انرژی مربوط به واریته هیبرید (163229.26 مگاژول بر هکتار) و پایینترین مربوط به واریته طارم (106658.70 مگاژول بر هکتار) می باشد. بهره وری آب در واریته طارم ۰.۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب و در واریته فجر ۰.۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب ، که به ترتیب کمترین و بالاترین میزان بهره وری آب در بین واریته ها را به خود اختصاص دادند. همچنین بالاترین بهره-وری انرزی آب مختص به واریته طارم می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق و مطالعه تجزیه و تحلیل انرژی،بر روی وضعیت مدیریت مصرف انرژی محصول فجر ، با توجه به نیاز کشور در مورد تولید برنج و محدودیت منابع انرژی که عمدتا انرژی تجدید ناپذیر هستند، مناسب‌تر می‌باشد، تولید واریته فجر یک گام به سمت کشاورزی پایدار است.

**واژه های کلیدی:** برنج، انرژی ورودی و خروجی، بهره وری آب و مازندران.

**مقدمه:**

برنج (Oryza sativa L.) غذای اصلی بیش از نیمی از جمعیت جهان می باشد؛ تولید برنج در جهان۴۵۴.۶ میلیون تن در سال است، که متوسط عملکرد برنج در جهان ۴.۲۵ تن در هکتار می‌باشد. عملکرد برنج به طور متوسط در ایران حدود ۴.۹ تن در هکتار است، که ایران یازدهمین تولید کننده برنج در جهان می باشد ( IRRI, 2010 ).

بیشترین کشت برنج در ایران در سه استان شمالی کشور، با ۷۲ در صد سطح زیر کشت از کل کشور انجام می گیرد. استان مازندران یکی از استانهایی است که بویژه در مورد محصول برنج از سهم قابل توجهی برخوردار است. استان مازندران بیش از ۴۶ درصد تولید و ۴۳ درصد سطح زیر کشت شلتوک در کشور را داراست . در این استان برنج به روشهای سنتی و نیمه مکانیزه و در مراکز تحقیقات بصورت مکانیزه کشت می شود. در واقع کشت برنج مهمترین فعالیت کشاورزی این استان محسوب می شود (جهاد کشاورزی استان مازندران،۱۳۹۰ ).

استفاده بهینه از انرژی، یکی از الزامات اصلی کشاورزی پایدار است. با توجه به زمین زراعی محدود و افزایش جمعیت از یک طرف و استانداردهای بالاتر زندگی از طرف دیگر منجر به استفاده بیشتر انرژی در بخش کشاورزی شده است. تقاضای مداوم در افزایش تولید مواد غذایی، منجر به استفاده شدید کودهای شیمیایی، سموم، ماشین آلات کشاورزی، و دیگر نهاده در تولید محصولات کشاورزی شده است .با این حال، استفاده شدید از انرژی باعث می شود که بهداشت عمومی و محیط زیست با خطر بزرگی مواجه شود. استفاده بهینه از انرژی در بخش کشاورزی، مشکلات زیست محیطی را به حداقل می‌رساند و از تخریب منابع طبیعی جلوگیری ، و منجر به ترویج کشاورزی پایدار به عنوان یک سیستم تولید مقرون به صرفه می‌شود (Erdal *et al*., 2007).

کشاورزی مدرن تبدیل به کشاورزی انرژی‌بر شده است، بنابراین نیاز به توازن در استفاده از انرژی مورد نیاز در تولیدات کشاورزی بعنوان یک الزام معرفی می‌شود ؛ توابع تولیدی برای تعیین تخصیص کآرامدی منابع با توجه به نیاز سیستم می‌تواند روش مناسبی برای راندمان بالاتر انرژی در کشاورزی شود(Singh, 2002).

چراتی و همکاران (۲۰۱۱) دو سیستم کشت برنج را از نظر انرژی مقایسه کردند که نتایج نشان داد که کل انرژی مورد استفاده برای تولید برنج سیستم نیمه مکانیزه و سنتی بترتیب برابر با ۶۷۲۱۷.۹۵ و ۶۷۳۵۶.۲۸ (مگاژول بر هکتار) بوده است. کندی و همکاران (۲۰۰۱) در مقایسه‌ای نشان داد که عملکرد بالا و مکانیزاسیون همواره مرتبط با یکدیگر نیستند. او تولید برنج را در ایالت کالیفرنیای آمریکا با ژاپن مقایسه کرد. در ژاپن برای تولید در یک هکتار ۶۴۰ نفر ساعت نیروی کار و تنها ۹۰ لیتر سوخت؛ اما در آمریکا برای تولید برنج درهمان ساعت ۲۴ نفر ساعت نیروی کار ۲۵۵ لیتر بنزین و۵۵ لیتر گازوئیل مصرف می‌شود. عملکرد محصول در دو کشور تقریباً

برابر ودر سطح بالایی است. در ژاپن این عملکرد بالا، حاصل مصرف مقدار زیاد کود و در ایالت متحده، استفاده از واریته‌های پرمحصول می‌باشد.

اگر چه مطالعات بسیاری بر روی مصرف انرژی در محصولات کشاورزی مختلف انجام گرفته است (Mandal *et al*., 2002; Yilmaz *et al*., 2005؛ Mohammadi *et al*., 2008 ). اما هیچ گونه مطالعه‌ای بر روی مصرف انرژی و تجزیه و تحلیل رابطه آب مصرفی با انرژی مصرفی و خروجی برای تولید چهار واریته برنج در ایران صورت نگرفته است ، ما را برآن داشته تا تحقیقی با هدف مطالعه تعیین میزان استفاده از انرژی و رابطه بین انرژی ورودی و عملکرد تولید برنج با آب مصرفی در ایران.در شمال کشور انجام دهیم.

## مواد و روشها:

داده‌های این تحقیق از 52 کشاورز برنج‌کار در استان مازندران از ماه شهریور تا آذر در سال ۱۳۹۱ به دست آمد. داده‌ها با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی و روش مصاحبه حضوری بصورت پرسشنامه‌ای به دست آمده است. استان مازندران بین ۳۵ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته است . این استان در قسمت شمال مرکزی کشور واقع شده و با مساحت ۲۳۷۵۶ کیلومتر مربع ، ۱.۴۶ درصد از مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است.

اندازه نمونه با استفاده از رابطه (۱) به دست آمد (Yamane, 1967) :

$$n = (\sum N_h S_h)/(N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2) \qquad (۱)$$

از آنجایکه :

n اندازه نمونه مورد نیاز

$S_h^2$ واریانس طبقه h

N تعداد بهره‌بردار در جامعه مورد بررسی

d دقت انداز طبقه h (x- برآورد)

$N_h$ تعداد افراد جامعه در طبقه h

Z قابلیت اطمینان (۹۵٪)

$S_h$ انحراف معیار استاندارد در طبقه h

$D^2 = d^2_{\text{قابلیت اطمینان}} / z^2$

پرسشنامه شامل سوالاتی از قبیل: کل انرژی ورودی از منابع مختلف و همچنین وزن عملکرد محصول برنج و غیره بودند. ورودی های مورد استفاده در تولید برنج به منظور محاسبه برای فرمولهای مختلف انرژی در این مطالعه مشخص شدند . نهاده های ورودی در تولید محصول برنج ، عبارت بودند از :نیروی کارگری، ماشین آلات، سوخت دیزل،آبیاری، کودهای شیمیایی، سموم و بذر. لازم به ذکر است که منبع انرژی ورودی یعنی انرژی خورشیدی( برای فتوسنتز) ،مورد محاسبه قرار نگرفته است. جهت محاسبه انرژی ورودی و خروجی و

سایر شاخص‌های انرژی از هم‌ارز انرژی نهاده‌ها استفاده گردید. هم‌ارز انرژی نهاده‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است (Mandal *et al*., 2002; Mohammadi *et al*., 2008; Khan *et al*., 2009) . همچنین در جدول (۲) شاخصهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل نشان داده شده است. برای محاسبه انرژی مستقیم آبیاری از رابطه زیر استفاده شده تا از عدد محاسبه شده برای تجزیه تحلیل بهره‌وری آب و بهره‌وری انرژی آب استفاده گردد:(Kitani, 1999).

$$DE = \frac{\delta \times g \times H \times Q}{\eta_1 \times \eta_0} \qquad (2)$$

که در آن DE انرژی مستقیم آبیاری (J/ha) ، $\delta$ چگالی آب ، g نیروی ثقل ، H کل ارتفاع دینامیکی ، Q میزان مصرف آب در هکتار ($m^3$/ha) ، $\eta_1$ راندمان پمپ و $\eta$. راندمان کلی انتقال قدرت به پمپ.

**جدول ۱.** هم‌ارز انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها

| | نهاده | واحد | معادل انرژی (MJ/unit) | رفرنس |
|---|---|---|---|---|
| **ورودی** | | | | |
| | سوخت | L | ۵۶.۳۱ | (cherati et al., 2011; Erdal et al., 2007) |
| | نیروی انسانی | H | ۱.۸۸ | (Yaldiz et al., 1993) |
| | ماشین‌های کشاورزی | Kg | ۶۲.۷ | Singh (2002) |
| **کود شیمیایی** | ازته | Kg | ۶۰.۶ | Esengun et al., 2007 |
| | فسفاته | Kg | ۱۱.۹۳ | Esengun et al., 2007 |
| | پتاسه | Kg | ۶.۷ | Esengun et al., 2007 |
| **سموم** | آفت کش | Kg | ۱۰۱.۲ | Yaldiz et al., 1993 |
| | علف کش | Kg | ۲۳۸ | Esengun et al., 2007 |
| | قارچ کش | Kg | ۲۱۶ | Esengun et al., 2007 |
| | بذر | Kg | ۱۷ | Singh (2002) |
| | آبیاری | $m^3$ | ۴.۱۸۴ | (cherati et al., 2011) |
| **خروجی** | | | | |
| | شلتوک | Kg | ۱۴.۷ | (Moradi and Azarpour, 2011) |
| | کاه | Kg | ۱۲.۵ | (Moradi and Azarpour, 2011) |
| | پوسته برنج | Kg | ۱۳.۸ | (Moradi and Azarpour, 2011) |

ورودی و خروجی بر واحد هکتار محاسبه شده ، این ورودی و خروجی داده ها با ضرب در ضریب انرژی ، معادل انرژی بدست می‌آید. بر اساس معادل انرژی ورودی و خروجی، شاخص های انرژی محاسبه می‌شود (Mandal et al., 2002; Mohammadi et al., 2008; Khan et al., 2009) . این شاخص ها در جدول شماره (۲) نشان داده شده است.

**جدول ۲.** شاخصهای انرژی و آب در تولید برنج در استان مازندران

| | واحد | تعریف | | شاخص |
|---|---|---|---|---|
| (3) | نسبت | $\frac{\text{انرژی خروجی (MJ/ha)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/ha)}}$ | = | بازده انرژی |
| (4) | kg/MJ | $\frac{\text{میزان محصول خروجی (kg/ha)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/ha)}}$ | = | بهره وری انرژی |
| (5) | MJ/kg | $\frac{\text{انرژی ورودی (MJ/ha)}}{\text{میزان محصول خروجی (kg/ha)}}$ | = | شدت انرژی |
| (6) | MJ/ha | انرژی ورودی (MJ/ha) - انرژی خروجی (MJ/ha) | = | افزوده خالص انرژی |
| (7) | $kg/m^3$ | $\frac{\text{میزان محصول خروجی (kg/ha)}}{\text{میزان آب مصرفی } (m^3/ha)}$ | = | بهره وری آب |
| (8) | $kg/m^3$ MJ | $\frac{\text{میزان محصول خروجی (kg/ha)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/ha) * میزان آب مصرفی } (m^3/ha)}$ | = | بهره وری آب و انرژی |

## بحث و نتایج:

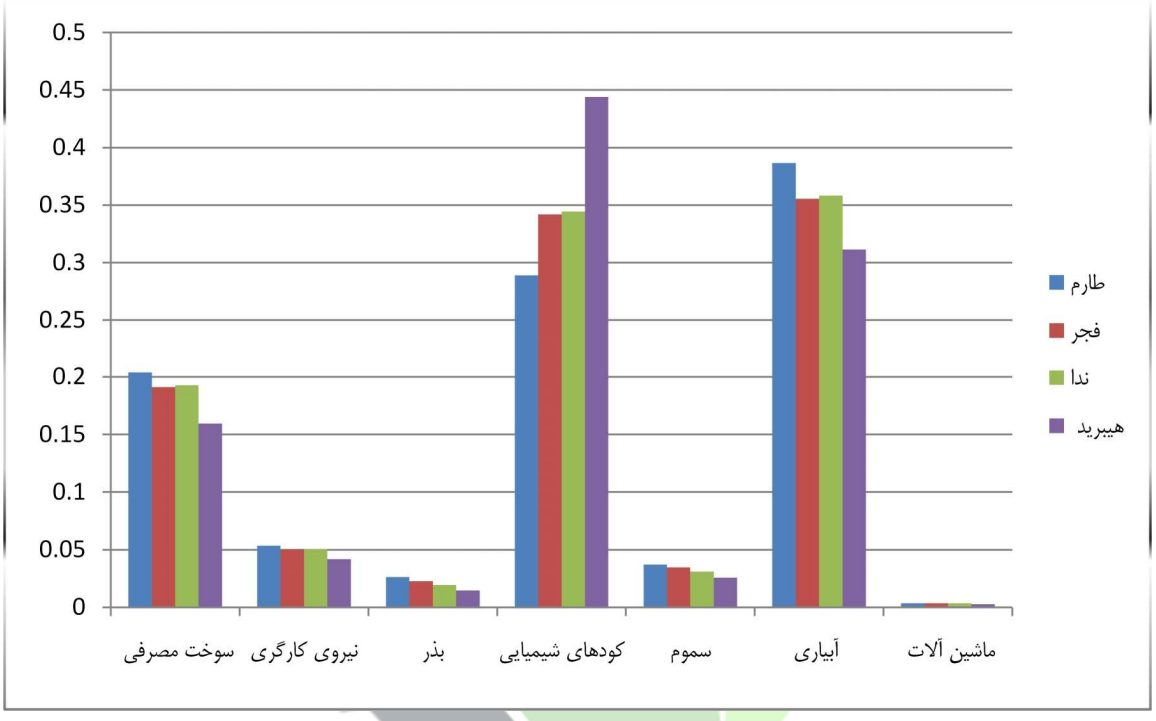
جدول ( ۳ ) ورودی و خروجی انرژی استفاده شده در تولید برنج در منطقه می‌دهد. همچنین در شکل ( ۱) الگوی مصرف انرژی در مزارع مرد نمایش قرار گرفته است. نتایج نشان داده؛ که کل انرژی مورد استفاده در تولید برنج هیبرید 40866.81 مگاژول بر هکتار در نوع طارم 27161.15 مگاژول بر هکتار بوده است. به طور متوسط بیشترین انرژی مصرفی در چهار رقم مربوط به نهاده آبیاری می-باشد؛ که حدودا بترتیب: ۳۹ و ۳۱٪ از کل انرژی ورودی برای رقم طارم و رقم هیبرید، را در برمی‌گیرد. این نتایج را می توان با تحقیق چراتی و همکاران (۲۰۱۲)، که میزان مصرف آب برای تولید برنج، را بعنوان بالاترین مقدار انرژی ورودی (۵۲.۰۸٪) را محاسبه کردند. با توجه به داده های تحقیق پیش رو بترتیب ؛ بالاترین و پایین ترین عملکرد محصول ۷۸۵۰ و ۳۸۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم هیبرید و رقم طارم بوده است. کودهای شیمیایی (عمدتا نیتروژن) دومین مقدار مصرف انرژی در تولید برنج برای چهار رقم را بخود اختصاص داده است. نیروی انسانی ورودی حداقل انرژی برای تولید برنج بوده که بترتیب برای چهار واریته طارم، فجر، ندا و هیبرید به مقدار ۱۴۵۴.۲۷۴، ۱۵۱۶.۱۵۸، ۱۷۱۳.۲۵۹ و ۱۷۱۳.۲۵۹ مگاژول در هکتار می‌باشد. نتایج مشابهی نشان می دهد که انرژی نیروی انسانی حداقل میزان انرژی ورودی از کل انرژی نهاده ها در تولید محصولات کشاورزی را بخود اختصاص داده است (Sartori *et al*., 2005; Kizilaslan, 2009).

**جدول ۳.** مقدار خروجی و ورودی نهاده ها و معادل انرژی آنها در تولید برنج در استان مازندران

| مولفه ها | واحد | ارقام | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | طارم | | فجر | | ندا | | هیبرید | |
| | | میزان بر واحد هکتار | معادل انرژی (MJ/ha) | میزان بر واحد هکتار | معادل انرژی (MJ/ha) | میزان بر واحد هکتار | معادل انرژی (MJ/ha) | میزان بر واحد هکتار | معادل انرژی (MJ/ha) |
| **A. انرژی ورودی** | | | | | | | | | |
| **1- سوخت مصرفی** | L | 98.25345 | 5532.652 | 102.4495 | 5767.908 | 115.768 | 6517.736 | 115.768 | 6517.736 |
| **2- نیروی کارگری** | h | 629.5558 | 1454.274 | 656.3455 | 1516.158 | 741.6704 | 1713.259 | 741.6704 | 1713.259 |
| **3- بذر** | Kg | 42.3 | 719.1 | 40.572 | 689.724 | 38.5434 | 655.2378 | 35.07449 | 596.2664 |
| **4- کودهای شیمیایی** | - | - | 7848.06 | - | 10318.64 | - | 11660.07 | - | 18139.22 |
| **نیتروژن** | Kg | 108.1 | 6550.86 | 140.875 | 8537.025 | 159.1888 | 9646.838 | 254.702 | 15434.94 |
| **فسفات (P2O5)** | Kg | 53.57921 | 639.2 | 71.31115 | 850.742 | 80.5816 | 961.3385 | 120.8724 | 1442.008 |
| **پتاسیم (K2O)** | Kg | 98.20896 | 658 | 138.9366 | 930.875 | 156.9983 | 1051.889 | 188.398 | 1262.267 |
| **5-سموم** | - | - | 1006.552 | - | 1049.384 | - | 1049.384 | - | 1049.384 |
| **علف کش** | L | 2.35 | 559.3 | 2.45 | 583.1 | 2.45 | 583.1 | 2.45 | 583.1 |
| **آفت کش** | L | 1.41 | 142.692 | 1.47 | 148.764 | 1.47 | 148.764 | 1.47 | 148.764 |
| **قارچ کش** | L | 1.41 | 304.56 | 1.47 | 317.52 | 1.47 | 317.52 | 1.47 | 317.52 |
| **6- آبیاری** | $M^3$ | 2509.56 | 10500 | 2564.771 | 10731 | 2898.191 | 12126.03 | 3043.1 | 12732.33 |
| **7- ماشین آلات** | Kg | 1.603097 | 100.5142 | 1.671314 | 104.7914 | 1.888585 | 118.4143 | 1.888585 | 118.4143 |
| **کل انرژی مصرفی** Mj | | - | 27161.15 | - | 30177.78 | - | 33840.33 | - | 40866.81 |
| **B. انرژی خروجی** | | | | | | | | | |
| **1- شلتوک** | Kg | 3800 | 55860 | 6615 | 97240.5 | 6750 | 99225 | 7850 | 115395 |
| **2- کاه** | Kg | 5187.988 | 64849.85 | 4950.833 | 61885.42 | 5055.136 | 63189.2 | 5001.543 | 62519.29 |
| **3- پوسته برنج** | Kg | 950 | 13110 | 1653.75 | 22821.75 | 1687.5 | 23287.5 | 1897.23 | 26181.77 |
| **کل انرژی خروجی** | Mj | | 133819.9 | - | 181947.7 | - | 185701.7 | - | 204096.1 |

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل شاخص های آب و انرژی در تولید برنج برای چهار رقم در جدول (۴) نشان داده شده است. همچنین متوسط کل انرژی ورودی به صورت مستقیم، غیر مستقیم، تجدید پذیر و تجدید ناپذیر در جدول (۴) قابل مشاهده می‌باشد. بالاترین

بهره وری مصرف انرژی ۶.۰۲۹ درصد مختص به رقم فجر می‌باشد، دربرخی از تحقیقات هم نتایج مشابهی بدست آمده، برای مثال : بمیزان ۲.۸ درصد برای گندم، ۴.۸ درصد برای پنبه، ۳.۸ درصد برای ذرت، ۱.۵ درصد برای کنجد؛ (Canakci و همکاران، ۲۰۰۵)؛ ۰.۷۴ درصد برای پنبه (Yilmaz et al., 2005) ؛ ۱.۲۵ درصد برای سیب زمینی؛ (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸) و ۰.۶۴ درصد برای خیار گلخانه ای محاسبه شده است(محمدی و امید، ۲۰۱۰).




**شکل ۱.** مقایسه انرژی مصرفی برای چهار واریته برنج

متوسط بهره وری انرژی برای رقم فجر ۰.۲۱۹ کیلوگرم بر مگاژول بوده، در حالی که برای رقم طارم ۰.۱۴۰ کیلوگرم بر مگاژول بوده است؛ و همچنین افزوده خالص انرژی در رقم هیبرید و رقم طارم بترتیب ۱۶۳۲۲۹.۲۶ و ۱۰۶۶۵۸.۷۰ مگاژول بر هکتار بالاترین و پایین ترین مقدار را بخود اختصاص داده است. بررسی شاخص های انرژی در چهار رقم در استفاده از آب و انرژی نشان داده که در این شرایط رقم فجر بهتر بوده است. بهره وری آب در رقم طارم ۰.۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب و در رقم فجر به میزان ۰.۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است. این بدان معنی است که ۰.۳۶ و ۰.۶۲ کیلوگرم عملکرد برنج بر هر واحد آب مترمکعب آب به دست آمده است.

**جدول ۴.** تجزیه و تحلیل شاخص های انرژی و آب در تولید برنج

| متغیرها | واحد | ارقام | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *طارم* | *فجر* | *ندا* | *هیبرید* |
| **بازده انرژی مصرفی** | ratio | 4.927 | 6.029 | 5.488 | 4.994 |
| **بهره وری انرژی** | kg/MJ | 0.140 | 0.219 | 0.199 | 0.182 |
| **شدت انرژی** | MJ/kg | 7.148 | 4.562 | 5.013 | 5.485 |
| **افزوده خالص انرژی** | MJ/ha | 106658.70 | 151769.88 | 151861.37 | 163229.26 |
| **میزان آب مصرفی** | $M^3$/ha | 10500.00 | 10731.00 | 12126.03 | 12732.33 |
| **بهره وری آب** | $kg/m^3$ | 0.36 | 0.62 | 0.56 | 0.59 |
| **بهره وری آب و انرژی** | $g/m^3$ MJ | 0.0133 | 0.0204 | 0.0164 | 0.0143 |
| **انرژی مستقیم** [a] | MJ/ha | 6986.926 | 7284.242 | 8231.193 | 8231.193 |
| **انرژی غیر مستقیم** [b] | MJ/ha | 20174.23 | 22893.54 | 25609.13 | 32635.61 |
| **انرژی تجدیدپذیر** [c] | MJ/ha | 2173.374 | 2205.882 | 2368.496 | 2309.525 |
| **انرژی تجدیدناپذیر** [d] | MJ/ha | 24987.78 | 27971.9 | 31471.83 | 38557.28 |

[a] شامل نیروی انسانی و سوخت.
[b] شامل : بذر، کودهای شیمیایی ، سموم ، آبیاری و ماشین;
[c] شامل نیروی انسانی و بذر
[d] شامل : سوخت، کودهای شیمیایی ، سموم ، آبیاری و ماشین

خان و همکاران (۲۰۰۹) بهره وری آب برای برنج ۰.۵۶ کیلوگرم بر متر مکعب ، برای گندم را ۱.۷۱ کیلوگرم بر متر مکعب و برای جو ۳.۲۷ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش کردند. بهره وری آب و انرژی برای ارقام طارم و فجر بترتیب: ۰.۰۱۳۳ و ۰.۰۲۰۴ گرم بر مترمکعب ،مگاژول محاسبه شده است. بنابراین رقم فجر از لحاظ مصرف انرژی و آب کارآمدتر به نظر می رسد. همچنین میزان انرژی غیر مستقیم بیشتر از انرژی مستقیم در چهار رقم بوده است. مشخص گردیده است، که انرژی مستقیم و غیر مستقیم بترتیب برای رقم هیبرید ۳۲۶۳۵.۶۱ و 8231.193 مگاژول در هکتار و برای رقم طارم بترتیب 20174.23 و 6986.926 مگاژول در هکتار می باشد. همچنین انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر برای رقم هیبرید بترتیب، ۲۳۰۹.۵۲۵ و ۳۸۵۵۷.۲۸ مگاژول در هکتار و برای رقم طارم بترتیب، ۲۱۷۳.۳۷۴ و ۲۴۹۸۷.۷۸ مگاژول در هکتار بدست آمده است. نتایج مشابهی گزارش شده که میزان انرژی غیر مستقیم بیشتر از انرژی مستقیم است، و میزان انرژی تجدید ناپذیر بالاتر از مصرف انرژی های تجدید پذیر است (چراتی و همکاران ، 2011).

## نتیجه گیری:

در این مطالعه ، میزان مصرف انرژی و انرژی خروجی برای چهار رقم برنج در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت .

بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات ، نتایج زیر بدست آمد:

۱ – انرژی کل مورد استفاده برای تولید برنج برای رقم هیبرید ۴۰۸۶۶.۸۱ مگاژول در هکتار و برای رقم طارم ۲۷۱۶۱.۱۵ مگاژول در هکتار می باشد.

۲ – به طور متوسط مصرف انرژی ورودی در چهار رقم حدودا ۳۹ و ۳۱ ٪ از کل انرژی ورودی برای ارقام طارم و هیبرید مختص به آبیاری می‌باشد؛ نتایج نشان داد استفاده از سیستم های مدرن آبیاری بسیار با اهمیت می‌باشد.

۳ – بهره وری آب در رقم طارم ۰.۳۶ کیلوگرم بر متر مکعب و برای رقم فجر به میزان ۰.۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است.

۴ – با توجه به نتایج این تحقیق و مطالعه تجزیه و تحلیل انرژی ، که نشان دهنده وضعیت مدیریت مصرف انرژی در تولید برنج می-باشد، رقم فجر مناسب تر می‌باشد زیرا با توجه به نیاز کشور در مورد تولید برنج و محدودیت های منابع انرژی که عمدتا انرژی تجدید ناپذیر هستند، تولید رقم فجر یک گام به سمت کشاورزی پایدار است.

**منابع:**

۱- آمارنامه جهاد کشاورزی استان مازندران ،۱۳۹۰. گزارش وضعیت تولید برنج استان مازندران در سال زراعی ۱۳۸۹– ۱۳۹۰.سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران.

2- Canakci,M., Topakci,M., Akinci,I., Ozmerzi,A., 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya region, Turkey. Energy Convers. Manage. 46: 655-666.
3- Cherati, F.E., H. Bahrami and A. Asakereh, 2011. Energy survey of mechanized and traditional rice production system in Mazandaran Province of Iran. Afr. J. Agric. Res., 6(11): 2565-2570.
4- Erdal G, Esengun K, Erdal H, Gunduz O. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. Energy;32(1):35–41.
5- Esengun K, Gunduz O, Erdal G. 2007. Input–outpu energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Convers Manage;48:592–8.
6- Kennedy, S., 2001. Energy Use in American Agriculture Sustainable Energy Term. Retrieved from: www.web.mit.edu/energy lab/proceeding.
7- IRRI, 2010. A Handbook of Weed Control in Rice, International Rice Research Institute. Manila, Philippines, pp: 113.
8- Khan,S., Khan,M,A., Hanjra,M,A., Mub,J., 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. Food policy, 34: 141-149.
9- Kitani, O.,1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Energy and Biomass Engineering. ASAE publication, St Joseph, MI, 5: 330.
10- Kizilaslan, H., 2009. Input–output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Appl. Energy, 86: 1354-1358.
11- Mandal,K,G., Saha KP, Ghosh PK, Hati KM, Bandyopadhyay KK ,.2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, 23: 337-345.
12- Mohammadi,A., Tabatabaeefar, A., Shahan, S., Rafiee,S., Keyhani,A., 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. Energy Convers. Manage., 49: 3566-3570.
13- Mohammadi,A., Omid, M., 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Appl. Energy, 87: 191-196.
14- Moradi, M., and E. Azarpour,. 2011. Study of energy indices for native and breed rice varieties production in Iran. World applied sciences journal; 13(1): 137-141.0.
15- Sartori,L., Basso,B., Bertocco,M., Oliviero,G., 2005. Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. Biosyst. Eng., 91: 245-256.
16- Singh, J.M., 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. M.Sc. Thesis, Management University of Flensburg, Germany.
17- Singh, S., and J.P. Mital., 1992. Energy in Production Agriculture. Mittal Pub, New Delhi.
18- Yamane, T.,1967. Elementary Sampling Theory. Engle Wood Cliffs, NJ, Prentice-Hall Inc., USA.
19- Yaldiz,O., H.H. Ozturk, Y ,Zeren., and A Bascetincelik.,1993. Energy usage in production of field crops in Turkey. In: Vth international congress on mechanization and energy in agriculture. Izmir-Turkey; pp. 527-536 [in Turkish].
20- Yilmaz,I., Akcaoz,H., Ozkan,B., 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renew. Energy, 30: 145- 155.

# And management of energy consumption for the four varieties of rice fields in semi-mecha with the approach water management functions in terms of energy

Fazlollah Eskandari Cherati[1], Hoshang Bahrami[2],Ramzan babatabar Darz [3],Jaber Abasalipour[3] and Fariborz Nikzad[4]

1- PHD.Student .Department of Agricultural Machinery Engineering, Shahid Chamran University of ahvaz, Iran(f-cherati@phdstu.scu.ac.ir).
2- Department of Agricultural Machinery Engineering, Shahid Chamran University of ahvaz, Iran.
3- MSc Student , Department of Agricultural Mechanization Sciences and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran
4- MSc Student , University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari.

**Abstract:**

The purpose of this study was to determine the amount of input-output energy used in four Varieties in semi-mechanized system in Guilan Province of Iran, from efficiency of energy consumption point of view. Data were collected from 52 Rice farms in September 2012 that four varieties (*Tarom,Fajr,Neda and Hybrid*) were studied. The sample volume was determined by random sampling method. Total energy used in whole production life of rice was 40866.81 MJ/ha in *Hybrid* variety and 27161.15 MJ/ha in *Tarom* variety. The average inputs energy consumption was maximum for Irrigation in four Varieties which accounted to be about 39 and 31% of the total energy input in *Tarom* variety and *Hybrid* variety, respectively. The results showed using modern irrigation system is very important. The water productivity of rice in *Tarom* variety was calculated as 0.36 kg/m$^3$ and in *Fajr* variety as 0.62 kg/m$^3$, respectively the lowest and highest. According to the results of this research and studying the energy analysis, that the condition of the management of energy consumption in producing *Fajr* varieties are more suitable and according to the need of country about producing rice and limitation of energy sources which are mainly nonrenewable energy, producing *Fajr* varieties is a step towards sustainable agriculture.

**Key words:** Rice, input and output energy, water productivity and Mazandaran.