مقایسه الگوی مصرف انرژی در اندازه‌های مختلف زمین برای تولید نخود در ایلام

امیر عزیزپناه، سیدهاشم موسوی اول

۱- عضو هیات علمی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه ایلام amirazizpanah@gmail.com

۲- فارغ التحصیل دکتری مکانیزاسیون کشاورزی دانشگاه تهران sh.mousavi@ut.ac.ir

چکیده

کشاورزی پیشرفته امروزی به‌شدت به مکانیزاسیون وابسته است و مکانیزاسیون مصرف‌کننده اصلی انرژی تجدید ناپذیر هست. هدف از این تحقیق تأثیر اندازه زمین بر مصرف انرژی از نظر شاخص‌های انرژی در مزارع تولید نخود در استان ایلام می‌باشد. داده‌ها از ۹۰ بهره‌بردار با استفاده روش مصاحبه حضوری و تکمیل پرسش‌نامه جمع‌آوری شدند. نخود یکی از مهم‌ترین حبوبات در کشور می‌باشد و بیش از ۴۴٪ از سطح اراضی دیم به زیر کشت حبوبات قرار دارد. برای افزایش کارایی و بهره‌وری منابع آب و خاک در تولید این محصول، بررسی روند مصرف انرژی در فرایند کشت امری ضروری است. نتایج نشان داد که میانگین کل میزان انرژی مصرفی برابر ۱۳۷۵۸/۸ بود که بیش‌ترین سهم مربوط به سوخت دیزل با ۷۵/۷۴ درصد و کم‌ترین میزان مربوط به سموم شیمیایی با ۱/۸۳ درصد انرژی برای تولید نخود را به خود اختصاص داده است.

واژه‌های کلیدی: انرژی، ایلام، سوخت دیزل، نخود

مقدمه

در قرن حاضر، غلبه بر بحران‌های کمبود انرژی و غذا و استفاده بهینه از منابع، توجه دانشمندان را به خود معطوف داشته است. این رویکرد منجر به ارائه روش‌های جدید تولید برای دستیابی به مواد غذایی باکیفیت و کمیت بیشتر، همراه با هزینه کمتر در واحد سطح شده است (Beyes, 2001).

نخود محصولی است سالم و ارگانیک که نقش مهمی در کاهش بحران غذا داشته و موجب افزایش حاصلخیزی خاک می‌گردد. نخود، سومین بقول دانه‌ای مورد کشت در جهان و مهم‌ترین بقول دانه‌ای کشت شده در ایران بوده و سطح زیر کشت دیم آن در ایران، نزدیک به ۶۰۰ هزار هکتار است (وزارت جهاد کشاورزی ایران،۲۰۰۶). این محصول به دلیل پروتئین بالا از اهمیت غذایی خوبی برخوردار است و می‌تواند جایگزین مناسبی برای منابع حیوانی باشد و به دلیل قابلیت تثبیت ازت خاک، از نظر زراعی ارزشمند است. در ایران، عدم وجود ماشین‌های مناسب برای تولید مکانیزه نخود و همچنین هزینه بالای روش‌های موجود نشانگر تلاش-های اندکی است که برای مکانیزه کردن این محصول صورت گرفته است. بنابر گزارش محققان کارایی مصرف انرژی در تولید

نخود دیم ۲/۷۸ برآورد گردید (Koocheki *et al*., 2011). همچنین محققان کارایی انرژی را در نخود آبی ۰/۷۳ گزارش نمودند (Beheshti Tabar *et al*., 2010).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه مصرف انرژی در تولیدات کشاورزی صورت گرفته است که می‌توان به تحقیقات صورت گرفته برای انرژی موردنیاز برای تولید محصولات باغی مختلف مانند کیوی (Mohammadi *et al*., 2010)،گیلاس (Kizilaslan, 2009)، مرکبات (Ozkan *et al*., 2004)، زردآلو (Esengun *et al*., 2007)، تولید سیب (Strapatsa *et al*., 2006)، انار (Akcaoz *et al*., 2009) و انگور (Ozkan *et al*., 2007) اشاره نمود.

با توجه به مطالعات صورت گرفته تاکنون هیچ تحقیقی در مورد مقایسه میزان مصرف انرژی در مزارع نخود کشور با اندازه‌های مختلف صورت نگرفته است، بنابراین هدف از این تحقیق بررسی میزان مصرف نهاده‌های و انرژی در مزارع نخود با اندازه‌های مختلف به منظور تولید نخود در منطقه ایلام هست.

مواد و روش‌ها

اطلاعات موردنیاز این تحقیق، از طریق مراجعه حضوری به منظور ارزیابی بیلان انرژی مزارع نخود در استان ایلام انجام گرفت و پرسش‌نامه‌های از قبل طراحی‌شده در اختیار کشاورزان قرار گرفت. این تحقیق در سال ۱۳۹۴ انجام شده است. در این تحقیق اطلاعات در قالب پرسشنامه و به‌طور تصادفی از میان کشاورزان تولید نخود در استان ایلام جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد پرسشنامه با استفاده از فرمول کوکران محاسبه شد که برابر ۲۴ بدست آمد. مزارع در سطوح مختلف مورد بررسی قرار گرفته و اطلاعات دریافتی از زارعان شامل میزان مصرف نهاده‌ها، نیروی کارگری و ماشین‌ها از مراحل تهیه زمین، خاک ورزی، کاشت، داشت و برداشت و سایر مسائل مورد پرسش قرار گرفت که در جدول شماره (۱) آمده است. به منظور ارزیابی انرژی ورودی و خروجی برای محصول موردنظر، کارایی انرژی مصرفی از رابطه (۱) محاسبه شد (Mohammadi *et al*., 2008).

$$Ee = \frac{Oe}{Ie} \qquad (۱)$$

که در آن Ee بیانگر کارایی مصرف انرژی و درواقع مبین میزان انرژی خروجی به ازای یک مگاژول انرژی ورودی می‌باشد. مقدار عددی بالاتر برای نسبت فوق نشان‌دهنده بالاتر بودن کارایی مصرف انرژی است.

Oe کل انرژی خروجی (مگاژول بر هکتار) و Ie کل انرژی ورودی (مگاژول بر هکتار) می‌باشد.

میزان انرژی خالص که تفاضل انرژی خروجی و ورودی است، با استفاده از رابطه ذیل قابل‌محاسبه شد (Mohammadi *et al*., 2008).

$$NE = Oe - Ie \qquad (۲)$$

که در آن NE بیانگر انرژی خالص هست. در صورتی که مقدار آن منفی باشد معرف ناکارایی انرژی می‌باشد. برای محاسبات انرژی، مشخص کردن و محاسبه میزان مصرف انرژی در هر یک از فعالیت‌ها و نهاده‌های تولید نیاز است تا میزان هم‌ارز انرژی

مصرفی را در نهاده‌های مصرفی را ضرب کرده و کل انرژی بکار رفته در تولید محصولات کشاورزی را به دست آوردیم (الماسی و همکاران، ۱۳۹۰).

انرژی ماشین‌ها، ابزار و ادوات: برای محاسبه مقدار انرژی ادوات و ماشین‌ها در هکتار لازم است وزن تراکتور، طول عمر ماشین و ساعات کارکرد تراکتور در یک فصل زراعی را بدانیم. سپس بر اساس عمر ماشین و مدت کار سهم آن را برای هکتار به کیلوگرم محاسبه کنیم. برای محاسبه این مقدار انرژی، فرض بر این است که مقدار انرژی صرف شده برای تولید وسیله موردنظر، طی عمر مفید دستگاه مستهلک می‌شود که از رابطه (۳) محاسبه می‌شود (Mohammadi *et al*., 2010).

$$ME = E\frac{G}{T}Qh \qquad (۳)$$

که در آن:

ME: انرژی ماشین‌ها بر حسب مگاژول بر هکتار (MJ/ha)،E : انرژی تولید ماشین‌ها که برابر با عدد ثابت ۶۲/۷ مگاژول بر کیلوگرم است. G: وزن ماشین‌ها بر حسب کیلوگرم (kg) ، T: عمر مفید ماشین‌ها بر حسب ساعت (h)، Qh: میزان کل ساعات و کار ماشین‌ها در یک فصل زراعی در هکتار (h/ha) است.

انرژی معادل نیروی انسانی: انرژی معادل کار یک ساعت نیروی انسانی مطابق جدول (۲) در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن تعداد کارگر موردنیاز برای هر عملیات و کل ساعات کار آن‌ها، انرژی معادل نیروی انسانی محاسبه شد.

انرژی معادل بذر، سم و کود شیمیایی: مقادیر بذر، سم و کود شیمیایی مصرفی از طریق پرسش‌نامه و انرژی معادل واحد آن‌ها از جدول (۲) استخراج شد (نامداری و زنگنه، ۱۳۸۷).

انرژی بذر: با استفاده از انرژی موجود در بذر و با استفاده از میزان بذر مصرفی در هکتار که از اطلاعات کشاورزان از طریق پرسش-نامه‌ی شفاهی استخراج و از رابطه (۴) محاسبه گردید (قهدریجانی، ۱۳۸۶).

انرژی بذر (MJ/ha) = مقدار بذر (kg/ha) × انرژی موجود در بذر (MJ/kg) (۴)

انرژی کود شیمیایی و سموم: با استفاده از میزان کود و سموم مصرفی در هکتار که از اطلاعات کشاورزان از طریق پرسش‌نامه‌ی شفاهی به دست آمد، انرژی محتوی کود و سم با استفاده از فرمول‌های (۵) و (۶) محاسبه گردید (نامداری و زنگنه، ۱۳۸۷).

انرژی کود (MJ/ha) = مقدار کود مصرفی (kg/ha) × انرژی موجود در کود (MJ/kg) (۵)

انرژی سم (MJ/ha) = مقدار سم مصرفی (L/ha) × انرژی موجود درسم (MJ/L) (۶)

برای تعیین میزان انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها از ضرایب انرژی یا معادل انرژی آن‌ها استفاده شد. معادل کمی قرار داده شده برای نهاده‌ها یا ستانده‌ها (محصول) درواقع بیان‌کننده محتوای میزان انرژی می‌باشد که در فرآیند تولید، وارد یا خارج می‌شود. ضرایب انرژی نهاده‌ها و ستاده برای تولید نخود در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱- مقادیر هم‌ارز انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها در تولید نخود

نهاده	واحد	هم‌ارز انرژی (MJ/Unit)	منبع
نیروی کارگری	h	۱/۹۶	موسوی اول، ۱۳۸۹
ماشین‌ها	h	۶۲/۷	موسوی اول، ۱۳۸۹
سوخت دیزل	L	۵۶/۳۱	Yaldiz et al., 2005
کود شیمیایی	kg	۱۲/۴۴	Esengun et al., 2007
سموم شیمیایی	kg	۱۲۰	Mohammadi et al., 2008
کود دامی	kg	۳۰۳/۱	Yaldiz et al., 2005
بذر نخود	kg	۱۴/۴	Yaldiz et al., 2005

نتایج و بحث

نهاده‌های مصرف‌شده برای تولید نخود به تفکیک عملیات مختلف و عملکرد آن برای سطوح مختلف اراضی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود به‌طور متوسط (h/ha) ۲۱۳/۸۶ نیروی کارگری استفاده شده است، در بین عملیات مختلف، بیش‌ترین میزان کارگر مربوط به عملیات وجین مزارع نخود و بعد از آن عملیات برداشت بیش‌ترین بوده است. استفاده زیاد از نیروی کارگری به دلیل عدم وجود ماشین مناسب برای عملیات وجین و برداشت می‌باشد. از طرف دیگر نتایج نشان می‌دهد که در مزارع نخود با مساحت‌های بیشتر تعداد کارگر موردنیاز کمتر بوده است.

نتایج جدول ۲ همچنین نتایج نشان می‌دهد که به‌طور میانگین در هر هکتار ۱۱/۶۵ ساعت کار ماشینی موردنیاز می‌باشد که بیش‌ترین مقدار آن مربوط به آماده سازی زمین با ۵/۹۳ درصد می‌باشد. بعلاوه، با افزایش مساحت مزارع میزان ساعات کاری استفاده از ماشین‌ها کاهش می‌یابد که به دلیل افزایش بازده مزرعه‌ای در مزارع با مساحت بیشتر می‌باشد.

جدول ۲- مقادیر فیزیکی نهاده‌ها و ستانده‌ها در سطوح مختلف اراضی تولید نخود

عنوان	اندازه مزرعه (ha)			
	۱/۵ – ۱	۴- ۱/۵	بیشتر از ۴	میانگین وزنی
نیروی انسانی (h/ha)	۲۳۶/۲۳	۲۱۱/۶۶	۱۹۳/۷۲	۲۱۳/۸۶
آماده‌سازی زمین	۲۲/۲۱	۱۸/۵	۱۶/۳۱	۱۹/۰۱
پخش بذر	۱۰/۵۲	۸/۳۱	۷/۲۳	۸/۶۸
پخش کود	۵/۳۵	۳/۵۲	۳/۶۵	۴/۱۷
وجین‌کاری	۸۷/۶۱	۸۳/۲۵	۷۸/۲۶	۸۳/۵۴
سم‌پاشی	۹/۶۵	۷/۲۵	۵/۴۶	۷/۴۵
برداشت	۷۴/۲۶	۶۹/۳۳	۶۴/۶۹	۶۹/۴۲
حمل و نقل	۱۳/۹۷	۱۱/۲۳	۹/۴۷	۱۱/۵۵
رانندگی	۱۲/۶۶	۱۰/۲۷	۸/۶۵	۱۰/۵۲
ماشین‌ها (h/ha)	۱۳/۵	۱۱/۵	۹/۶۵	۱۱/۶۵
کودپاشی	۲/۵	۲/۱	۱/۹	۲/۱۶
آماده‌سازی زمین	۶/۵	۵/۹	۵/۴	۵/۹۳
حمل و نقل	۴/۵	۳/۵	۲/۶۵	۳/۵۵
سوخت (L/ha)	۲۰۰/۲۱	۱۸۳/۱	۱۷۱/۹	۱۸۵/۰۷
کودپاشی	۴۲/۲	۳۸/۵	۳۵/۶	۳۸/۷۶
آماده‌سازی زمین	۱۲۵/۲	۱۱۵/۶	۱۱۰/۹	۱۱۷/۲۳
سم‌پاشی	۲۴/۵	۲۱/۵	۱۹/۳	۲۱/۷۶
حمل و نقل	۸/۳	۷/۵	۶/۱	۷/۳
کود شیمیایی (kg/ha)	۲۵/۴	۲۰/۳	۱۸/۲	۲۱/۳
سموم شیمیایی (L/ha)	۲/۵	۲/۱	۱/۷	۲/۱
کود دامی (ton/ha)	۳/۵	۲/۶۵	۱/۳	۲/۴۸
بذر (kg/ha)	۶۳/۶	۵۸/۴	۵۱/۵	۵۷/۸۳
ستانده نخود (kg/ha)	۶۷۸	۶۸۵	۶۸۸	۶۸۳

به‌طور کلی میزان سوخت مصرفی در هکتار به‌طور متوسط برابر ۱۸۵/۷ لیتر بوده است که ۱۱۷/۲۳ لیتر آن مربوط به آماده‌سازی زمین می‌باشد. همچنین به‌طور متوسط کود دامی به میزان ۲/۴۸ تن در هکتار و کود فسفره ۲۱/۳ و سموم شیمیایی با ۲/۱، میانگین بذر مصرفی ۵۷/۸۳ و میانگین عملکرد ۶۸۳ کیلوگرم در هکتار مزارع نخود مورد استفاده قرار گرفته است.

نتایج محاسبات مربوط به میزان انرژی مصرفی توسط نهاده‌های مختلف با استفاده از ضرایب هم‌ارز انرژی در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود کل انرژی موردنیاز برای یک هکتار نخود در منطقه موردنظر برابر (MJ) ۱۳۷۵۸/۸ بوده است. در مقایسه انرژی مصرفی در مزارع، با افزایش سطح زیر کشت بازده مزرعه‌ای افزایش یافته و انرژی مصرفی کاهش یافت.

محققان گزارش نمودند که با افزایش سطح زیر کشت محصول انرژی مصرفی کاهش می‌یابد، به طوری که با وجود نسبت مستقیم بین مساحت مزرعه و انرژی مکانیکی، مزارع با سطح زیر کشت بیشتر از ۴ هکتار نسبت به مزارع کوچک‌تر از یک هکتار، بالاترین کارایی انرژی را داشتند (Yadav *et al*., 1991).

در تحقیقی مشابه انرژی مصرفی حاصل از نهاده‌های مختلف را در مزارع تولید پنبه با اندازه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت و محققان گزارش نمودند با افزایش یافتن سطح مزارع، میزان انرژی مصرفی کاهش می‌یابد و مزارع کوچک‌تر از ۵ هکتار، ۲۵ درصد انرژی بیشتری از مزارع بزرگ‌تر از مزارع با سطح زیر کشت ۱۲/۱ هکتار مصرف می‌کنند. همچنین بین وسعت مزارع و میزان سوخت مصرفی همبستگی منفی مشاهده شد. مزارع کوچک‌تر، سوخت، کود شیمیایی و ماشین‌های بیشتری را نسبت به سایر مزارع مصرف کرده‌اند. به نحوی که در مجموع میزان مصرف انرژی برای مزارع کوچک، متوسط و بزرگ در این تحقیق به ترتیب ۴۷/۶، ۴۵/۵ و ۵۳/۷ گیگاژول بر هکتار بود که با وجود عملکرد حدوداً مشابه، مزارع بزرگ‌تر کارایی و بهره‌وری انرژی بهتری داشتند (Yilmaz *et al*., 2005).

بر اساس جدول (۳) و شکل (۱)، از کل انرژی موردنیاز برای تولید نخود ۳/۰۴ درصد را انرژی نیروی کارگری تشکیل می‌دهد که ۱/۱۸ درصد آن مربوط به وجین می‌باشد که با افزایش سطح زیر کشت این نسبت کاهش نشان داد که یکی از دلایل آن استفاده از علف‌کش به جای وجین دستی می‌باشد. میزان انرژی نیروی کارگری موردنیاز برای برداشت نخود حدود ۰/۹۸ درصد به دست آمد. همچنین انرژی حاصل از ماشین‌ها ۵/۳ درصد به دست آمد که ۲/۷ درصد آن مربوط به عملیات آماده سازی زمین بود. انرژی سوخت موردنیاز برابر ۷۵/۷۴ درصد از انرژی کل را تشکیل می‌دهد که ۴۷/۹۷ درصد آن مربوط به عملیات آماده‌سازی زمین بود. همچنین انرژی سوخت بیش‌ترین میزان در بین کلیه نهاده‌های مصرفی می‌باشد.

جدول ۳- مقادیر انرژی نهاده‌ها و ستانده‌ها در سطوح مختلف اراضی تولید نخود (MJ/ha)

عنوان	اندازه مزرعه (ha)			میانگین وزنی	درصد
	۱ – ۱/۵	۱/۵ –۴	بیشتر از ۴		
نیروی انسانی	۴۶۳/۰۱	۴۱۴/۸۵	۳۷۹/۶۹	۴۱۹/۱۸	۳/۰۴
آماده سازی زمین	۴۳/۵۳	۳۶/۲۶	۳۱/۹۶	۳۷/۲۵	۰/۲۷
پخش بذر	۲۰/۶۱	۱۶/۲۸	۱۴/۱۷	۱۷/۰۲	۰/۱۷
پخش کود	۱۰/۴۸	۶/۸۹	۷/۱۵	۸/۱۷	۰/۰۵
وجین کاری	۱۷۱/۷۱	۱۶۳/۱۷	۱۵۳/۳۸	۱۶۲/۷۵	۱/۱۸
سم‌پاشی	۱۸/۹۱	۱۴/۲۱	۱۰/۷	۱۴/۶	۰/۱
برداشت	۱۴۵/۵۴	۱۳۵/۸۸	۱۲۶/۷۹	۱۳۶/۰۷	۰/۹۸
رانندگی	۲۷/۳۸	۲۲/۰۱	۱۸/۵۵	۲۲/۶۵	۰/۱۶
حمل و نقل	۲۴/۸۱	۲۰/۱۲	۱۶/۹۵	۲۰/۶۳	۰/۱۴
ماشین‌ها	۸۴۶/۴۵	۷۲۱/۰۵	۶۲۳/۸۶	۷۳۰/۴۵	۵/۳
کودپاشی	۱۵۶/۷۵	۱۳۱/۶۷	۱۱۹/۱۳	۱۳۵/۸۵	۰/۹۸
آماده سازی زمین	۴۰۷/۵۵	۳۶۹/۹۳	۳۳۸/۵۸	۳۷۲/۰۲	۲/۷
حمل و نقل	۲۸۲/۱۵	۲۱۴/۴۵	۱۶۶/۱۵	۲۲۲/۵۸	۱/۶۱
سوخت (L/ha)	۱۱۲۷۳/۸۳	۱۰۳۱۰/۳۶	۹۶۷۹/۶۸	۱۰۴۲۱/۲۹	۷۵/۷۴
کودپاشی	۲۳۷۶/۲۸	۲۱۶۷/۹۳	۲۰۰۴/۶۳	۲۱۸۲/۹۵	۱۵/۸۶
آماده سازی زمین	۷۰۵۰	۶۵۰۹/۴۳	۶۲۴۴/۷۷	۶۶۰۱/۴	۴۷/۹۷
سم‌پاشی	۱۳۷۹/۵۹	۱۲۱۰/۶۶	۱۰۸۶/۷۸	۱۲۲۵/۶۸	۸/۹
حمل و نقل	۴۶۷/۹۳	۴۲۲/۳۲	۳۴۳/۴۹	۴۱۱/۲	۲/۹۸
کود شیمیایی	۳۱۵/۹۷	۲۵۲/۵۳	۲۲۶/۴	۲۶۴/۹۷	۱/۹۲
کود دامی	۱۱۵۵/۳۵	۸۷۴/۷۶	۴۲۹/۱۳	۸۱۹/۷۴	۵/۹۵
سموم شیمیایی	۳۰۰	۲۵۲	۲۰۴	۲۵۲	۱/۸۳
بذر	۹۳۴/۹۲	۸۵۸/۴۸	۷۵۷/۰۵	۸۵۰/۱۵	۶/۱۷
کل انرژی ورودی	۱۵۲۸۹/۵۳	۱۳۶۸۴/۰۴	۱۲۲۹۹/۸۳	۱۳۷۵۸/۸	۱۰۰

ستانده نخود	۹۶۷۵/۰۶	۹۷۴۶/۴۱	۹۸۱۷/۷۶	۹۷۴۶/۴۱

مقایسه میزان انرژی سوخت دیزل در سطوح زیر کشت مختلف نشان می‌دهد که در سطوح بزرگ مقدار مصرف سوخت نسبت به سطوح متوسط و کوچک به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و این به دلیل افزایش بازده مزرعه‌ای ماشین‌ها در سطوح بزرگ اراضی می‌باشد.

تحقیقات زیادی در زمینه انرژی ورودی محصولات مختلف کشاورزی مانند سیب درختی (موسوی اول و همکاران، ۱۳۸۹) ، مزارع نیشکر (Mirini *et al*., 2001)، کشت آفتابگردان (Kallivroussis *et al*., 2009)، کیوی (Mohammadi *et al*., 2010)، مرکبات (Ozkan *et al*., 2004) و خیار گلخانه‌ای (Mohammadi and Omid, 2010) صورت گرفته که نتیجه این تحقیقات نشان داده که انرژی حاصل از سوخت دیزل بیشترین میزان را از کل انرژی ورودی داشته است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که انرژی ستانده به‌طور متوسط برابر ۹۷۴۶/۴۱ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد.

جدول ۴ نشان می‌دهد که از کل انرژی مصرفی برای تولید نخود دیم در استان ایلام، ۷۸/۷۹ درصد آن به‌طور مستقیم برای نیروی انسانی و سوخت ماشین‌ها مصرف شده است که به ترتیب انرژی برترین نهاده‌ها مربوط به سوخت دیزل و نیروی انسانی می‌باشد و حدود ۲۱/۲۱ درصد آن هم به‌طور غیرمستقیم و از طریق به‌کارگیری سموم، بذر، کود شیمیایی، کود دامی و ماشین‌ها مصرف می‌شود که به ترتیب انرژی‌بر ترین نهاده مربوط به بذر، کود دامی، ماشین‌ها، کود شیمیایی و سموم می‌باشد. همچنین بر اساس جدول ۳ نتیجه تحقیق نشان داد که از کل انرژی ورودی، ۱۵/۸ درصد بصورت تجدیدپذیر می‌باشد که بیشترین میزان به ترتیب مربوط به انرژی بذر با ۶/۱۷ درصد، کود دامی با ۵/۹۵ درصد و نیروی انسانی با ۳/۰۴ درصد بدست آمد.

همچنین از کل انرژی ورودی سهم انرژی‌های تجدید ناپذیر برابر ۸۴/۸۲ درصد بود که بیشترین میزان به ترتیب مربوط به انرژی سوخت، ماشین‌ها، کود شیمیایی و سموم می‌باشد. به طور کلی بر اساس محاسبات صورت‌گرفته سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی قابل‌استفاده ناچیز است. از راهکارهای متعدد برای دستیابی به کارایی انرژی بالاتر، کاهش نهاده‌های مربوط به انرژی‌های تجدید ناپذیر است که در این راستا بهینه‌سازی موتور ماشین‌های کشاورزی به منظور کاهش مصرف سوخت فسیلی، مدیریت کاهش ساعت کار ماشین در مزارع با اعمال مدیریت، اصلاح و تغییر الگوی شخم و استفاده از تجهیزات مناسب برای کاهش تعدد عملیات زراعی، افزایش بازده مزرعه‌ای ماشین‌ها و متناسب‌سازی مصرف نهاده‌ها می‌باشد. در مطالعه‌ای به بررسی میزان انرژی ورودی محصول گندم دیم و آبی پرداخته شد و محققان گزارش نمودند سهم انرژی تجدید ناپذیر ۷۵ درصد و انرژی تجدیدپذیر ۲۵ درصد است (Ghorbani *et al*., 2011). در تحقیقی مشابه در مورد محصول جو سهم انرژی تجدید ناپذیر ۶۶ درصد و انرژی تجدید پذیر ۳۴ درصد گزارش شد (Ghasemi-Mobtaker *et al*., 2010).

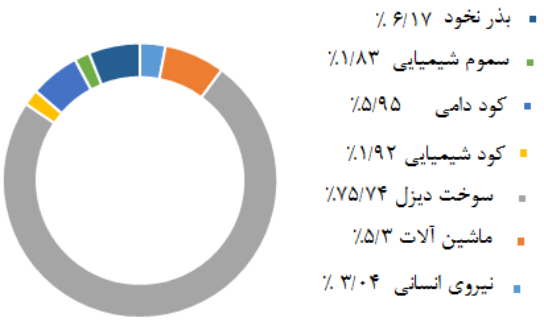
کارایی انرژی کمتر از یک در تمام سطوح، بـه معنـی ناکارآمـدی کشت نخود دیم از نظر مصرف انرژی در منطقه می‌باشـد. متوسـط میـزان انرژی ورودی ۱۳۷۵۸/۸ و متوسط انرژی خروجی ۹۷۴۶/۴۱ مگاژول بر هکتار می‌باشد که نشان‌دهنده عدم کارایی انرژی کشت نخود در منطقه می‌باشد. این عـدم کـارایی بدلیل کشت سنتی نخود، عـدم مـدیریت صحیح نهاده‌ها می‌باشد.

جدول ٤- شاخص‌های انرژی در سطوح مختلف اراضی برای تولید نخود دیم

عنوان	واحد	اندازه مزرعه (هکتار) ۱ – ۱/۵	۱/۵ – ۴	بیشتر از ۴	میانگین وزنی	درصد
کارایی انرژی	–	۰/۶۵	۰/۷۳	۰/۸۲	۰/۷۳	-
انرژی خالص	MJ/ha	-۵۳۲۲/۹۳	-۳۶۴۳/۹۴	-۲۱۸۶/۲۳	-۳۷۱۷/۷	-
انرژی ویژه	MJ / kg	۲۲/۵۵	۲۰/۰۳	۱۷/۸۷	۲۰/۱۴	-
بهره‌وری انرژی	kg/ MJ	۰/۰۴۴	۰/۰۴۹	۰/۰۵۵	۰/۰۴۹	-
انرژی مستقیم	MJ /ha	۱۱۷۳۶/۸۴	۱۰۷۲۵/۲۱	۱۰۰۵۹/۲۸	۱۰۸۴۰/۴۸	۷۸/۷۹
انرژی غیرمستقیم	MJ /ha	۳۵۵۲/۶۹	۲۹۵۸/۸۲	۲۲۴۰/۴۵	۲۹۱۷/۳۲	۲۱/۲۱
انرژی تجدید پذیر	MJ /ha	۲۵۵۳/۲۸	۲۱۴۸/۰۹	۱۵۶۵/۸۷	۲۰۸۹/۰۸	۱۵/۱۸
انرژی تجدید ناپذیر	MJ /ha	۱۲۷۳۶/۲۵	۱۱۵۳۵/۹۴	۱۰۷۳۳/۹۶	۱۱۶۶۸/۷۲	۸۴/۸۲

اصولاً برای افزایش کارایی مصرف انرژی دو راهکار کلی وجود دارد، افزایش انرژی خروجی و کاهش منطقی نهاده‌های مصرفی، به طوری که به عملکرد قابل قبولی برسیم (Ahmadi and Aghaalikhani, 2012). شاخص بهره‌وری انرژی نیز در تمام سطوح نسبتاً یکنواخت می‌باشد و به این معنی است که به ازای هر واحد انرژی به‌طور متوسط می‌تواند فقط ۰/۰۴۹کیلوگرم محصول تولید نماید. همچنین میانگین انرژی ویژه برای تولید نخود برابر ۲۰/۴ مگاژول بر کیلوگرم محاسبه شد که بیش‌ترین میزان آن در اراضی با سطوح زیر کشت ۴- ۱/۵ هکتار به دست آمد بدین معنی که به ازای هر مگاژول انرژی مصرفی مقدار ۲۰/۴ کیلوگرم نخود تولید می‌شود. بر اساس تحقیقات صورت گرفته، مقدار انرژی ویژه به‌دست‌آمده برای گیاهان مختلف متفاوت است، مثلاً در ترکیه در زراعت گندم ۵/۲۴، در پنبه ۲۴/۱۱، در ذرت ۳/۸۸، برای کنجد ۱۶/۲۱، گوجه‌فرنگی ۱/۱۴ و برای هندوانه ۰/۹۷ گزارش شده است (Canakci *et al*., 2005).

بازده یا بهره خالص انرژی تفاضل بین انرژی ناخالص تولیدشده و کل انرژی موردنیاز برای تولید است (Kitani, 1999). مقدار بازده خالص انرژی محاسبه‌شده برابر ۳۷۱۷/۷- مگاژول بر هکتار بدست آمد. منفی بودن بازده خالص انرژی بیانگر این است که انرژی ورودی نسبت به انرژی خروجی بیشتر می‌باشد و یا این‌که در تولید نخود انرژی از دست رفته است.



شکل ۱- سهم نهاده‌های مختلف از کل انرژی ورودی در تولید نخود

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از این تحقیق تأثیر اندازه زمین بر مصرف انرژی از نظر شاخص‌های انرژی در مزارع تولید نخود در استان ایلام بود. داده‌ها از۹۰ بهره‌بردار با استفاده روش مصاحبه حضوری و تکمیل پرسش‌نامه جمع‌آوری شدند. نتایج نشان داد که میانگین کل میزان انرژی مصرفی برابر ۱۳۷۵۸/۸ بود که بیش‌ترین سهم مربوط به سوخت دیزل با ۷۵/۷۴ درصد بود. به‌طور کلی میزان سوخت مصرفی در هکتار به‌طور متوسط برابر ۱۸۵/۷ لیتر بوده است که ۱۱۷/۲۳ لیتر آن مربوط به آماده‌سازی زمین می‌باشد. همچنین به‌طور متوسط کود دامی به میزان ۲/۴۸ تن در هکتار و کود فسفره ۲۱/۳ و سموم شیمیایی با ۲/۱، میانگین بذر مصرفی ۵۷/۸۳ و میانگین عملکرد ۶۸۳ کیلوگرم در هکتار مزارع نخود مورداستفاده قرار گرفته است.

مقایسه میزان انرژی سوخت دیزل در سطوح زیر کشت مختلف نشان می‌دهد که در سطوح بزرگ مقدار مصرف سوخت نسبت به سطوح متوسط و کوچک به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد و این به دلیل افزایش بازده مزرعه‌ای ماشین‌ها در سطوح بزرگ اراضی می‌باشد. کارایی انرژی کمتر از یک در تمام سطوح، بـه معنـی ناکارآمـدی کشت نخود دیم از نظر مصرف انرژی در منطقه می‌باشـد. متوسـط میـزان انرژی ورودی ۱۳۷۵۸/۸ و متوسط انرژی خروجی ۹۷۴۶/۴۱ مگاژول بر هکتار می‌باشد که نشان‌دهنده عدم کارایی انرژی کشت نخود در منطقه می‌باشد. این عـدم کـارایی به دلیل کشت سنتی نخود و عـدم مـدیریت صحیح نهاده‌ها می‌باشد.

منابع

احمدی، م.، و آقاعلیخانی، م. ۱۳۳۱ . تجزیه و تحلیل مصرف انرژی در زراعت پنبه در استان گلستان به منظور ارائه راهکار جهت افزایش بهره وری منابع. بوم شناسی کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲، صفحه ۱۵۸– ۱۵۱.

قهدریجانی، م. ۱۳۸۶ . تعیین میزان مصرف انرژی تولید گندم و سیبزمینی در سطوح مختلف کشت در غرب اصفهان (فریدن و فریدون‌شهر). پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده ی کشاورزی دانشگاه تهران.

الماسی، م. ۱۳۹۰ . درس نامه مدیریت مصرف انرژی. کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات تهران.

رییسی، م. ۱۳۸۹، اثر روش های کاشت بر هزینه های تولید و عملکرد محصول نخود دیم، پایان نامه کار شناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

موسوی اول، س. ه.، رفیعی، ش. و محمدی، ع. ۱۳۸۹. مقایسه الگوی مصرف انرژی در اندازه های مختلف زمین برای تولید سیب در منطقه دماوند، ششمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران(کرج).

نامداری، م و زنگنه، م، ۱۳۸۷بررسی و محاسبه ی میزان مصرف و شاخصهای انرژی در تولید گوجه فرنگی در شمال همدان (شهرستان رزن). اولین کنگره ملی فناوری تولید و فرآوری گوجه فرنگی – مشهد مقدس

Mohammadi, A. and Omid, M., 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran.Applied Energy87,191-196.

Ahmadi, M. and Aghaalikhani, M. 2012. Analysis of energy use in cotton cropping in Golestan province in order to represent a strategy for increase of resources productivity. Journal of Agroecology 4: 151-158.

Akcaoz, H., Ozcatalbas, O. and Kizilay, H. 2009. Analysis of energy use for pomegranate production in Turkey.Journal of Food Agriculture&Environment7,475-80.

Beheshti-Tabar, I., Keyhani, A. and Rafiee, S. 2010. Energy Balance in Iran's Agronomy (1990-2006). Renewable and Sustainable Energy Reviews 14: 849-855.

Beyes, L. 2001. Managerial ability and its influenc on size economies in South African dairy production. Working Paper No. 2001-09, University of Pretoria, South Africa.

Canakci, M., Topakci, M., Akinci, I. and Ozmerzi, A. 2005. Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya region, Turkey. Energy Conversation Management 46: 655–66.

Esengun, K., Gunduz, O. and Erdal, G. 2007. Input-output energy analysis in dry apricot production of Turkey. Energy Conversion and Management 48, 592-598.

Ghasemi-Mobtaker, H., Keyhani, A., Mohammadi, A., Rafiee, S. and Akram, A. 2010. Sensitivity Analysis of Energy Inputs for Barley Production in Hamedan Province of Iran. Agriculture, Ecosystems and Environment 137: 367-372.

Ghorbani, R., F. Mondani, Amirmoradi, Sh., Feizi, H., Khorramdel, S., Teimouri, M., Sanjani, S., Anvarkhah, S., and Aghel, H. 2011. A Case Study of Energy Use and Economical Analysis of Irrigated and Dryland Wheat Production Systems. Applied Energy 88(1): 283-288.

Iranian Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2006. Agricultural statistics. First volume: Products of Agronomy and Horticulture. Division of Programming of Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran.

Kitani, O. 1999. CIGR Handbook of Agricultural Engineering. Vol. 5. Energy and Biomass Engineering. ASAE publication, St Joseph, MI.

Kizilaslan, H. 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey. Applied Energy 86, 1354-1358.

Koocheki, A., Ghorbani, R., Mondani, F., Alizadeh, Y. and Moradi, R. 2011. Pulses Production Systems in Term of Energy Use Efficiency and Economical Analysis in Iran. International Journal of Energy Economics and Policy 1: 95-106 .

Mohammadi, A., Tabatabaeefar, A., Shahin, SH., Rafiee, SH. and Keynami, A. (2008), Energy use and economical analysis of potato production in Iran, a case study: Ardabil province. Energy Conversion and Management, 49(12): 3566-3570.

Ozkan, B., Akcaoz, H. and Karadeniz, F. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy Convers and Management 45,1821-30.

Ozkan, B., Fert, C. and Karadeniz, C.F. 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-field grape production. Energy 32, 1500-1504.

Strapatsa, A.V., Nanos, G.D. and Tsatsarelis, C.A. 2006. Energy flow for integrated apple production in Greece. Agriculture, Ecosystems & Environment 116, 176-180.

Yadav, R., Singh, R. and Prasad, S., 1991. An economic analysis of energy requirements in the production of potato crop in Bihar Sharif Block of Nalanda Districh (Bihar) Econ Affair, Kalkatta 36.

Yilmaz, I., Akcaoz, H. and Ozkan, B. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30, 145-155.