



ارزیابی کارایی مصرف انرژی در تولید خربزه (*Cucumis melo L.*) در استان- های خراسان رضوی و جنوبی

سید محمد سیدی^۱، پرویز رضوانی مقدم^۲، روشنگر شهریاری^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۲۲

چکیده

ارزیابی کارایی انرژی از جمله شاخص‌های کلیدی به منظور شناخت و توسعه بهتر عملیات کشاورزی پایدار در نظر گرفته می‌شود. هدف از این مطالعه، تعیین میزان انرژی ورودی و خروجی و نیز ارزیابی کارایی مصرف انرژی در تولید خربزه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی بود. به منظور دستیابی به این هدف، پس از طراحی پرسشنامه‌ها، اطلاعات مورد نیاز در بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ از مزارع تولید خربزه در این دو استان جمع‌آوری گردید. بر اساس داده‌های بدست آمده، کل معادل انرژی ورودی در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب ۶۷۱۱۸/۰ و ۵۹۸۱۵/۵ مگاژول بدست آمد. هم‌چنین در هر دو استان خراسان رضوی و جنوبی، انرژی الکتریسیته، کود شیمیایی نیتروژن و آب آبیاری (به ترتیب با میانگین‌های ۴۳، ۲۷ و ۱۳ درصد) بیشترین درصد از کل انرژی ورودی را به خود اختصاص دادند. بر اساس میانگین داده‌های دو استان، ۱۵ درصد از کل انرژی ورودی بصورت انرژی‌های قابل تجدید و ۸۵ درصد به صورت غیر قابل تجدید بود. بهره‌وری انرژی در استان خراسان رضوی و جنوبی نیز به ترتیب ۰/۱۸ و ۰/۱۱ کیلوگرم بر مگاژول تعیین شد. به نظر می‌رسد صرف نیروی ورودی بیشتر و توسعه عملیات مکانیزه می‌تواند در ارتباط با عملکرد و در نتیجه کارایی مصرف انرژی بالاتر در سیستم تولید خربزه در استان خراسان رضوی باشد. از این رو به نظر می‌رسد که در راستای توسعه نظام‌های کشاورزی پایدار، اجرای صحیح برنامه‌های مکانیزاسیون می‌تواند نقش موثری را ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: انرژی خالص، انرژی ورودی، بهره‌وری انرژی.

سیدی، س.م.، پ. رضوانی مقدم و ر. شهریاری. ۱۳۹۴. ارزیابی کارایی مصرف انرژی در تولید خربزه (*Cucumis melo L.*) در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۰: ۱۷۴-۱۶۴.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: se.seyyedi@stu-

mail.um.ac.ir

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

خربزه (*Cucumis melo L.*) از مهم‌ترین گیاهان جالبیزی در ایران بوده که به دلیل دارا بودن ارقام و توده‌های بسیار متنوع، در بسیاری از کشورهای جهان کشت می‌شود. خربزه با داشتن نیاز حرارتی بالا و مقاوت نسبی به شوری می‌تواند در مناطق خشک و نیمه‌خشک و حتی حاشیه کویر کشت قرار شود (برزگر و همکاران، ۱۳۹۰). سطح زیر کشت خربزه در ایران ۸۱۰۸۸ هکتار بوده که ۹۷/۶ درصد آن (۷۹۱۷۸ هکتار) به صورت آبی و تنها ۲/۴ درصد آن به صورت دیم می‌باشد. میزان تولید خربزه در کشور نیز ۱۵۲۶۱۹۳ تن بوده که حدود ۹۹ درصد آن اختصاص به سیستم‌های کشت آبی دارد. استان‌های خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب با دارا بودن ۴۹/۶ و ۱/۵ سطح زیر کشت آبی و ۵/۲ و ۳۰/۵ درصد سطح زیر کشت دیم، به ترتیب ۳۷/۶ و ۱/۳ درصد از کل تولید آبی و نیز ۱/۸ و ۹/۵ درصد تولید دیم خربزه در کشور را شامل می‌شوند (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰).

در سال‌های اخیر مصرف انرژی در بخش کشاورزی در واکنش به افزایش جمعیت، محدودیت تامین زمین‌های زراعی مطلوب و تمایل به بهبود استانداردهای زیستی افزایش یافته است (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸؛ بنائیان و همکاران، ۲۰۱۱). این افزایش مصرف به طور عمده ناشی از پیشرفت در بخش مکانیزاسیون، استفاده از کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی و نیز تولید ارقامی با عملکرد بالا بوده است (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۱). در ایران نیز به دلیل مصرف بالا و اتلاف زیاد انرژی در بخش کشاورزی، فعالیت‌های اجرایی این بخش از تاثیرگذارترین عوامل بر شاخص

کل مصرف انرژی در کشور به‌شمار می‌رود. به طوری که در سال ۱۳۸۶، بخش کشاورزی ۳/۶ درصد از کل مصرف انرژی در ایران را به خود اختصاص داده بود که مقدار آن بیش از متوسط مصرف انرژی در جهان (۲/۲ درصد) و کشورهای در حال توسعه (۱/۸ درصد) می‌باشد (رمضانی امیری و زیبایی، ۱۳۹۰).

نیاز به انرژی در سیستم‌های کشاورزی بسته به شدت و میزان درجه‌ای از تغییر می‌باشد که در اکوسیستم طبیعی آن ایجاد شده است (کوچکی و حسینی، ۱۳۶۹). از این‌رو، ارزیابی کارایی انرژی از شاخص‌های کلیدی به منظور شناخت و توسعه بهتر عملیات کشاورزی پایدار می‌باشد (اردال و همکاران، ۲۰۰۷؛ قربانی و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به آن‌که تجزیه و تحلیل انرژی در سیستم‌های کشاورزی می‌تواند در ارزیابی نقش فعالیت‌های انسان بر تعادل و ثبات محیطی و نیز الگوهای جریان انرژی مفید باشد، با شناخت و استفاده موثر از انرژی در این سیستم‌ها، می‌توان ضمن بهبود کارایی مصرف انرژی و نیز کاهش مخاطرات زیست محیطی، دستیابی به تولید پایدار را امکان‌پذیر نمود (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۶؛ نصیری محلاتی و همکاران، ۱۳۸۶).

بررسی و مطالعه میزان انرژی ورودی و خروجی در یک سیستم تولید زراعی یا باغی، از جمله راهکارها جهت افزایش کارایی استفاده از منابع و پایداری تولید در این نظام‌ها می‌باشد (ایزد خواه و همکاران، ۱۳۸۹؛ ازکان و همکاران، ۲۰۰۴؛ یلماز و همکاران، ۲۰۰۵). در این ارتباط، مطالعاتی پیرامون ارزیابی کارایی و بهره‌وری انرژی در برخی گیاهان در ایران مانند خیار (*Cucumis sativus*) (محمدی و امید، ۲۰۱۰) و کدو (*Cucurbita melo L.*) (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸)

پرسشنامه‌های طراحی شده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای در بین خربزه کاران دو استان استفاده شد (موسوی اول و همکاران، ۲۰۱۱):

معادله (۱)

$$n = \frac{N \times S^2}{(N-1)S^2 + (S^2 \times t^2)}$$

در این فرمول، n تعداد نمونه مورد نیاز و N تعداد کل جمعیت هدف می باشد. S^2 برآورد واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه است که صفت مورد مطالعه در این تحقیق کارایی انرژی می باشد. t با فرض نرمال بودن صفت مورد نظر از جدول t استیودنت در سطح اطمینان ۹۵٪ (۱/۹۶) به دست می آید و d خطای قابل پذیرش که مقدار آن در سطح اطمینان ۹۵٪، ۵٪ می باشد. (نمونه لازم برای جمع آوری اطلاعات در دو استان معادل ۳۰ خربزه کار تعیین شد).

شاخص‌های مورد ارزیابی انرژی در مزارع تولید خربزه در هر دو استان خراسان رضوی و جنوبی بر اساس انرژی ورودی شامل نیروی انسانی، ماشین‌آلات از مرحله کاشت تا حمل و نقل و توزیع، سوخت گازوئیل، کودهای شیمیایی (نیترژن، فسفر و پتاسیم)، کود میکرو، علف‌کش و آفت‌کش، آب آبیاری، الکتریسیته و بذر مصرفی و انرژی خروجی (عملکرد تر خربزه) مورد مطالعه قرار گرفت (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۸). انرژی‌های ورودی و خروجی مورد مطالعه و معادل این انرژی‌ها (بر حسب مگاژول) در جدول ۱ ارائه شده است.

صورت گرفته است. رضانی امیری و زیبایی (۱۳۹۰) نیز در بررسی ارتباط بین انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد خربزه تحت شرایط کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس، اثر انرژی نهاده‌های مصرفی مانند نیروی انسانی، مواد شیمیایی و آب آبیاری را بر عملکرد معنی‌دار و مثبت و اثر انرژی نهاده‌هایی مانند کود را منفی گزارش کردند. از این رو، این مطالعه با هدف تعیین انرژی ورودی و خروجی و نیز مقایسه کارایی مصرف و بهره‌وری انرژی در سیستم‌های تولید خربزه در دو استان خراسان رضوی و جنوبی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه از مزارع تولید خربزه با مساحتی بیش از یک هکتار در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی (هر استان ۳۰ مزرعه) صورت گرفت. مساحت استان خراسان رضوی و جنوبی به ترتیب ۱۲۸۴۲۰ و ۹۵۳۸۵ کیلومتر مربع و سطح زمین‌های زیر کشت محصول خربزه در این استان‌ها به ترتیب ۳۹۳۶۰ و ۱۷۸۰ هکتار می باشد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۰). پس از طراحی پرسش-نامه‌ها، اطلاعات مورد نیاز به منظور تعیین شاخص‌های کارایی انرژی در بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ از مزارع تولید خربزه در این دو استان جمع‌آوری گردید. هم-چنین سایر اطلاعات لازم در این بررسی از آمارنامه جهاد کشاورزی (۱۳۹۰) به دست آمد. به منظور تکمیل

جدول ۱- انرژی‌های ورودی و خروجی و معادل این انرژی‌ها (بر حسب مگاژول) در تولید خربزه

منبع مورد بررسی	معادل انرژی (مگاژول / واحد)	انرژی‌های مورد مطالعه
		انرژی‌های ورودی
(محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)	۱/۹۵	نیروی انسانی (ساعت)
(اردال و همکاران، ۲۰۰۷)	۶۲/۷۰	ماشین آلات از مرحله کاشت تا حمل و نقل و توزیع (ساعت)
(محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)	۵۰/۲۳	سوخت گازوئیل (لیتر)
(محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)	۷۵/۴۶	نیترژن (کیلوگرم)
(محمدی و امید، ۲۰۱۰)	۱۲/۴	فسفر (کیلوگرم)
(محمدی و امید، ۲۰۱۰)	۱۱/۱۵	پتاسیم (کیلوگرم)
-	-	کود دامی (تن)
(محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)	۲۷۱/۳۸	کودهای میکرو (لیتر)
(اسنگون و همکاران، ۲۰۰۷)	۲۳۸/۴۴	علف‌کش (کیلوگرم)
(محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)	۲۸۰/۴۴	آفت‌کش (کیلوگرم)
(آکاروخلو و آکسوی، ۲۰۰۵)	۱/۰۲	آب آبیاری (متر مکعب)
(محمدی و همکاران، ۲۰۰۸)	۳/۶	الکتریسیته (کیلووات ساعت)
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)	۱۴/۵	بذر مصرفی (کیلوگرم)
-	-	انرژی خروجی
(ازکان و همکاران، ۲۰۰۴)	۱/۹	عملکرد تر خربزه (کیلوگرم)

جدول ۲- متوسط نتایج حاصل از شیوه‌ها و نحوه اجرای عملیات مدیریتی برای تولید خربزه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

توضیحات	شیوه‌ها / عملیات
ارگون، شهنساری، ارقام محلی	نام رقم
تراکتور میسی فرگوسن ۲۸۵	عملیات آماده‌سازی زمین
شخم عمیق و دیسک ۲ مرتبه در سال	زمان آماده‌سازی زمین
قبل از کاشت	متوسط تعداد دفعات شخم
۳ تا ۲ مرتبه	زمان کاشت
اواسط اسفندماه تا اوایل اردیبهشت‌ماه	زمان کوددهی
قبل و بعد از کاشت	متوسط تعداد دفعات کوددهی
۶ تا ۳ مرحله	زمان آبیاری
از فروردین تا شهریور ماه	متوسط تعداد دفعات آبیاری
۲۰- ۱۵ مرحله	زمان سم‌پاشی (شامل علف‌کش، آفت‌کش)
بسته به نیاز در طول فصل رشد	متوسط تعداد دفعات سم‌پاشی
۶ تا ۴ مرحله	زمان برداشت
شهریورماه	

به منظور آنالیز داده‌های مورد مطالعه در این آزمایش از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۳، کل معادل انرژی ورودی حاصل از میانگین داده‌های دو استان، ۶۳۴۶۶/۷ مگاژول در هکتار برآورد شد.

در مطالعات مشابه مربوط به سیستم‌های زراعی و باغی نیز کل مقدار انرژی ورودی در تولید ذرت (*Zea mays*) (لرزاده و همکاران، ۲۰۱۱)، گندم (*Triticum aestivum*) (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، پرتقال (نمداری و همکاران، ۲۰۱۲) و کدو (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸) به ترتیب ۳۹۲۹۵/۵، ۴۵۳۶۷/۶، ۶۲۳۷۵/۲، ۷۷۵۰۱/۲ و ۶۹۱۰۸ مگاژول در هکتار تعیین شده است. از سویی دیگر، در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی نیز کل معادل انرژی ورودی (بر حسب مگاژول در هکتار) به ترتیب ۶۷۱۱۸/۰ و ۵۹۸۱۵/۵- دست آمد. بالاتر بودن کل انرژی ورودی، نیروی ماشین آلات (ساعت) و سوخت گازوئیل (لیتر) در کنار پایین بودن مقدار نیروی انسانی (ساعت) در استان خراسان-رضوی در مقایسه با جنوبی (جدول ۳) می‌تواند نشان-دهنده اجرا و توسعه بیشتر عملیات مکانیزاسیون در تولید خرپزه در استان خراسان رضوی باشد.

بر مبنای معادله‌های انرژی ورودی و خروجی (جدول ۱) و کل انرژی ورودی و خروجی در هکتار، نسبت انرژی یا کارایی مصرف انرژی^۱، بهره‌وری انرژی^۲، انرژی مخصوص^۳ و انرژی خالص^۴ به ترتیب بر اساس معادلات ۱ تا ۴ محاسبه شد (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۸):

$$\text{معادله (۲)، کارایی مصرف انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (MJ/ha)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/ha)}}$$

$$\text{معادله (۳)، بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{انرژی خروجی (MJ/ha)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/ha)}}$$

$$\text{معادله (۴)، انرژی مخصوص} = \frac{\text{انرژی خروجی (MJ/ha)}}{\text{انرژی ورودی (MJ/ha)}}$$

معادله (۵) انرژی خالص =

$$\text{انرژی ورودی (MJha}^1) - \text{انرژی خروجی (MJha}^1)$$

انرژی مستقیم شامل نیروی انسانی، سوخت گازوئیل، آب آبیاری و الکتریسیته و انرژی غیرمستقیم شامل ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، کود میکرو، انواع سموم شیمیایی و انرژی مصرف شده برای تولید بذر خرپزه بود. انرژی‌های قابل تجدید شامل نیروی انسانی، آب آبیاری و بذر مصرفی و انرژی‌های غیر قابل تجدید بر اساس ماشین‌آلات، سوخت گازوئیل، انواع کودها و سموم شیمیایی و الکتریسیته تعیین شدند (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱؛ محمدی و همکاران، ۲۰۰۸).

- 1- Energy use efficiency
- 2- Energy productivity
- 3- Specific energy
- 4- Net energy

جدول ۳- مقدار و کل معادل انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید خربزه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

میانگین	درصد از کل انرژی ورودی		کل معادل انرژی (مگاژول در هکتار)				مقدار در واحد سطح (هکتار)			
	خراسان	خراسان رضوی	خراسان	جنوبی	میانگین	معدل انرژی (مگاژول/واحد)	میانگین	جنوبی	خراسان رضوی	خراسان
۱/۵۰	۱/۶۷	۱/۳۳	۹۴۷/۷	۱۰۰۰/۴	۸۹۵/۶	۱/۹۵	۴۸۶/۰	۵۱۳/۰	۴۵۹/۰	نیروی انسانی (ساعت)
۱/۳۰	۱/۲۹	۱/۳۲	۸۲۷/۷	۷۷۱/۲	۸۸۴/۱	۶۲/۷۰	۱۳/۲	۱۲/۳	۱۴/۱	ماشین‌آلات از مرحله کاشت تا حمل و نقل و توزیع (ساعت)
۷/۱۹	۷/۱۰	۷/۳۳	۴۵۷۰/۹	۴۲۱۹/۳	۴۹۲۲/۵	۵۰/۳۳	۹۱/۰	۸۴/۰	۹۸/۰	سوخت گازوئیل (لیتر)
۳۶/۶۷	۳۰/۹	۲۲/۴۳	۱۶۷۸۱/۰	۱۸۴۸۷/۱	۱۵۰۵۴/۳	۷۵/۴۶	۲۲۲/۳	۲۴۵	۱۹۹/۵	نیترژن (کیلوگرم)
-	-	۶/۶	-	-	۲۴۷۳/۷	۲/۴۰	-	-	۱۹۹/۵	فسفر (کیلوگرم)
-	-	۲۴/۱	-	-	۹۵۰/۵	۱۱/۱۱	-	-	۸۵/۲۵	پتاسیم (کیلوگرم)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	کود دامی (تن)
۱/۹۷	۷/۱	۲/۷	۱۲۸۵/۰	۷۰۵/۶	۱۸۶۴/۴	۲۷۱/۳۸	۴/۷	۲/۶	۶/۹	کودهای میکرو
-	۰/۳۹	-	-	۳۳۸/۴	-	۳۳۸/۴۴	-	۱/۰	-	علف‌کش (کیلوگرم)
۱/۸۰	۱/۷۲	۷۵/۱	۱۰۷۵/۰	۱۰۹۰/۹	۱۰۶۰/۱	۲۸۰/۴۴	۳/۸	۳/۹	۳/۸	آفت‌کش (کیلوگرم)
۱۳/۳۳	۵/۳۵	۳۳/۱۱	۱۸۹۲/۰	۱۸۰۷/۰	۱۷۴۰/۶۸	۱/۰	۸۲۷/۵	۹۰۰۰/۰	۷۴۵۵/۰	آب آبیاری (متر مکعب)
۴۳/۴۳	۴۰/۲۰	۴۶/۶۶	۲۷۳۶/۰	۲۴۰۴/۰	۳۱۳۲/۰	۳/۶۰	۷۶۹۰/۰	۶۶۸۰/۰	۸۷۰۰/۰	الکتریسیته (کیلووات ساعت)
۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۳	۱۱/۷	۷۴/۰	۸۹/۲	۱۴/۵	۵/۶	۵/۱	۶/۲	بذر مصرفی (کیلوگرم)
-	۱۰۰	۱۰۰	۶۳۶۶۷	۵۹۱۵/۵	۶۷۱۸/۰	-	-	-	-	کل انرژی ورودی (مگاژول)
-	-	-	۱۷۴۶۳	۱۲۱۰۳	۲۲۷۴۳	۱/۹	۹۱۷۰	۶۳۷۰	۱۱۹۷۰	خروجی
-	-	-	۱۷۴۶۳	۱۲۱۰۳	۲۲۷۴۳	-	-	-	-	عملکرد تر خربزه (کیلوگرم)
-	-	-	۱۷۴۶۳	۱۲۱۰۳	۲۲۷۴۳	-	-	-	-	کل انرژی خروجی (مگاژول)

ماشین آلات، سوخت گازوئیل، انواع کودها و سموم شیمیایی و الکتریسته) در مقایسه با انرژی‌های قابل-تجدید (شامل نیروی انسانی، آب آبیاری و بذر مصرفی)، سهم بسیار بالاتری از کل معادل انرژی را شامل بودند. به‌طوریکه بر اساس میانگین داده‌های دو استان، تا ۸۵ درصد از کل انرژی ورودی (۵۴۰۴۵/۴) مگا ژول در هکتار) مربوط به انواع انرژی‌های غیر قابل‌تجدید بود (جدول ۴). در مطالعات مشابه نیز گزارش شده است که در سیستم‌های تولید گندم آبی (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱) و گوجه‌فرنگی (جدیدی و همکاران، ۲۰۱۲) نیز به‌ترتیب تا ۷۵ و ۶۹ درصد از کل انرژی‌های ورودی اختصاص به منابع انرژی غیر قابل‌تجدید داشته است. از سویی دیگر، در استان خراسان‌رضوی، سهم انرژی قابل‌تجدید کمتر و نیز درصد انرژی‌های غیر قابل‌تجدید بیش‌تر از استان خراسان‌جنوبی بود (جدول ۴). همان‌طور که پیشتر ذکر گردید، سهم بالاتر انرژی‌های غیر قابل‌تجدید در استان خراسان‌رضوی می‌تواند نشان دهنده توسعه بیشتر عملیات مکانیزه در این استان باشد.

شاخص‌های مربوط به محاسبات کارایی و بهره‌وری انرژی نیز در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس میانگین داده‌های دو استان، شاخص‌های کارایی و بهره‌وری انرژی (بر حسب کیلوگرم بر مگاژول) در سیستم تولید خربزه به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۱۴ برآورد گردید. در مطالعات مشابه نیز کارایی مصرف انرژی در سیستم‌های تولید گندم آبی (قربانی و همکاران، ۲۰۱۱)، سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸) و کدو (حسینی و همکاران، ۱۳۸۸) به‌ترتیب ۱/۴۴ و ۱/۱۵ بدست آمد. هم‌چنین در استان خراسان‌رضوی، میزان کارایی انرژی (۰/۳۴) و نیز بهره‌وری انرژی (۰/۱۸) کیلوگرم بر مگاژول) به‌ترتیب تا ۷۰ و ۶۴ درصد بیش از مقادیر

از نظر منابع انرژی ورودی، انرژی الکتریسته در استان‌های خراسان‌رضوی و جنوبی به‌ترتیب با ۴۷ و ۴۰ درصد، بیشترین سهم از کل انرژی را به‌خود اختصاص داده بود. هم‌چنین، بطورکلی در هر دو استان خراسان‌رضوی و جنوبی، متوسط انرژی الکتریسته، نیتروژن و آب آبیاری (به‌ترتیب با میانگین‌های ۴۳، ۲۷ و ۱۳ درصد) بیشترین سهم از کل انرژی ورودی را شامل بودند (جدول ۳).

از نظر تولید در واحد سطح، میانگین عملکرد در مزارع استان خراسان‌رضوی (۱۱۹۷۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود دو برابر مقدار آن در استان خراسان-جنوبی (۶۳۷۰ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). هم‌چنین کل معادل انرژی خروجی در استان خراسان-رضوی (۲۲۷۴۳ مگا ژول در هکتار) نیز تقریباً تا دو برابر، بیش از مقدار آن در خراسان‌جنوبی (۱۲۱۰۳ مگا ژول در هکتار) تعیین شد. به‌نظر می‌رسد صرف نیروی ورودی بیشتر و نیز توسعه عملیات مکانیزه می‌تواند در ارتباط با تولید و عملکرد بالاتر خربزه در استان خراسان‌رضوی باشد.

اشکال مختلف انرژی در تولید خربزه در استان-های خراسان‌رضوی و جنوبی بر حسب نحوه کاربرد و ماهیت آن در جدول ۴ ارائه شده است. بر حسب نحوه کاربرد انرژی و نیز میانگین داده‌های دو استان، سهم انرژی‌های مستقیم (شامل نیروی انسانی، سوخت گازوئیل، آب آبیاری و الکتریسته) تقریباً دو برابر انرژی‌های غیرمستقیم (شامل ماشین‌آلات، کودهای شیمیایی و بذر مصرفی) بود. به‌طوری‌که تا ۶۶ درصد از کل معادل انرژی بر حسب میانگین داده‌های دو استان (۴۱۵۹۴/۷ مگاژول در هکتار) به انواع انرژی-های مستقیم اختصاص داشت.

بر اساس ماهیت انرژی، در هر دو استان خراسان-رضوی و جنوبی، انرژی‌های غیر قابل‌تجدید (شامل

آن در استان خراسان جنوبی بود. بر اساس معادلات ۱ و ۲ و نیز اطلاعات ارائه شده در جدول ۳، برتری سیستم‌های تولید خربزه در استان خراسان رضوی از نظر شاخص‌های کارایی و بهره‌وری مصرف انرژی را می‌توان به انرژی خروجی و میزان عملکرد بالاتر در واحد سطح نسبت داد.

جدول ۴- کل انرژی ورودی در تولید خربزه از نظر نحوه کاربرد (مستقیم و غیر مستقیم) و ماهیت منابع مورد استفاده (قابل تجدید و غیر قابل تجدید) در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

استان خراسان رضوی		استان خراسان جنوبی		میانگین دو استان		اشکال مورد مطالعه انرژی
معادل انرژی (مگاژول در هکتار)	درصد	معادل انرژی (مگاژول در هکتار)	درصد	معادل انرژی (مگاژول در هکتار)	درصد	
۶۶/۷	۴۴۷۴۱/۷	۶۴/۳	۳۸۴۴۷/۷	۶۵/۵	۴۱۵۹۴/۷	از نظر نحوه کاربرد
۱۲/۸	۸۵۸۸/۳	۱۷/۱	۱۰۲۵۴/۳	۱۵/۰	۹۴۲۱/۳	از نظر ماهیت
۱۰۰	۶۷۱۱۸/۰	۱۰۰	۵۹۸۱۵/۵	۱۰۰	۶۳۴۶۶/۷	کل انرژی ورودی

۱: شامل نیروی انسانی، سوخت گازوئیل، آب آبیاری و الکتریسیته.

۲: شامل ماشین آلات، انواع کودهای شیمیایی، سموم و بذر مصرفی.

۳: شامل نیروی انسانی، آب آبیاری و بذر مصرفی.

۴: شامل ماشین آلات، سوخت گازوئیل، انواع کودهای شیمیایی، سموم و الکتریسیته.

جدول ۵- نسبت انرژی ورودی به خروجی در تولید محصول خربزه در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی

عنوان	واحدها	استان خراسان رضوی	استان خراسان جنوبی	میانگین
انرژی ورودی	مگاژول در هکتار	۶۷۱۱۸/۰	۵۹۸۱۵/۵	۶۳۴۶۶/۷
انرژی خروجی	مگاژول در هکتار	۲۲۷۴۳/۰۰	۱۲۱۰۳/۰۰	۱۷۴۲۳/۰
عملکرد (وزن تر)	کیلوگرم در هکتار	۱۱۹۷۰/۰۰	۶۳۷۰/۰۰	۹۱۷۰/۰
کارایی مصرف انرژی	-	۰/۳۴	۰/۲۰	۰/۲۷
بهره‌وری انرژی	کیلوگرم بر مگاژول	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۱۴
انرژی مخصوص	مگاژول بر تن	۵/۶۰	۹/۴۰	۶/۹۲
انرژی خالص	مگاژول در هکتار	-۴۴۳۷۵/۰۰	-۴۷۷۱۲/۵۰	-۴۶۰۴۳/۷۰

علاوه بر پایین بودن شاخص کارایی و بهره‌وری انرژی در تولید خربزه، در هر دو استان خراسان- رضوی و جنوبی، مقدار انرژی خالص به صورت مقادیر منفی برآورد شد (به ترتیب -۴۴۳۷۵- و -۴۷۷۱۲/۵۰- مگاژول در هکتار). در حالی که قربانی و همکاران (۲۰۱۱) و محمدشیرازی و همکاران (۲۰۱۲) مقدار انرژی خالص در سیستم تولید توت‌فرنگی و نارنگی (Citrus reticulata) را به ترتیب -۶۸۳۴۸۴- و

مقدار انرژی خالص در سیستم‌های تولید گندم آبی و سیب‌زمینی را به ترتیب ۱۹۹۶۹ و ۲۰۸۰۸۰ مگاژول در هکتار برآورد نمودند. همچنین بنائیان و همکاران (۲۰۱۱) و محمدشیرازی و همکاران (۲۰۱۲) مقدار انرژی خالص در سیستم تولید توت‌فرنگی و نارنگی همکاران (۲۰۱۱) و محمدشیرازی و همکاران (۲۰۱۲)

عملیات مکانیزاسیون در سیستم‌های تولید این محصول در استان خراسان رضوی باشد. همچنین با توجه به بالاتر بودن شاخص کارایی و بهره‌وری انرژی در استان خراسان رضوی در مقایسه با خراسان جنوبی، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که اجرا و مدیریت اصولی عملیات مکانیزاسیون می‌تواند در افزایش کارایی مصرف نهاده‌های کشاورزی نقش موثری را ایفا کند. از این رو به نظر می‌رسد که در توسعه هرچه بهتر نظام‌های کشاورزی پایدار، مدیریت نهاده‌های ورودی بر پایه اجرای صحیح برنامه‌های مکانیزاسیون می‌تواند نقش موثری را ایفا کند.

۸۲۰۱- مگاژول در هکتار گزارش کردند. بر اساس معادله ۴، مقادیر منفی انرژی خالص تولید خربزه در هر دو استان را می‌توان در ارتباط با عملکرد پایین تولید خربزه به ازای مقدار انرژی مصرفی نسبت داد (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

همان‌طور که پیشتر اشاره شد، بالاتر بودن ساعات کار ماشین‌آلات، مصرف سوخت و کل انرژی ورودی در کنار ساعات کار کمتر نیروی انسانی در تولید خربزه در استان خراسان رضوی در مقایسه با خراسان- جنوبی می‌تواند نشان‌دهنده توسعه و اجرای بهتر

منابع

- آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۰. جلد اول محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات
- ایزدخواه شیشوان، م.، م. تاج‌بخش شیشوان و ع. حسن‌زاده قورت‌تپه. ۱۳۸۹. ارزیابی و مقایسه کارایی انرژی دو نظام کشت متداول و مکانیزه در مزارع سیب‌زمینی استان آذربایجان شرقی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۸: ۲۸۴-۲۹۷.
- برزگر، ط.، م. دلشاد، ع. مجدآبادی، ع. ا. کاشی و ژ. قشقایی. ۱۳۹۰. اثر تنش کم‌آبی بر رشد، عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی خربزه ایرانی. مجله علوم باغبانی ایران ۴۲: ۳۶۳-۳۵۷.
- حسینی، ن.، ن. حاجی‌حسینی اول و م. رسایی‌فر. ۱۳۸۸. ارزیابی بیلان انرژی در مزارع کدو در شهرستان خوی. مجله پژوهش در علوم زراعی ۱: ۱۵-۲۴.
- رحیمی‌زاده، م.، ح. مدنی، س. رضادوست، ا. مهربان و ع. مرجانی. ۱۳۸۶. تجزیه و تحلیل انرژی در بوم‌نظام‌های کشاورزی و راه‌کارهای افزایش کارایی انرژی. ششمین همایش ملی انرژی، ۲۲ و ۲۳ خرداد ۱۳۸۶.
- رضایان‌امیری، ه. و م. زیبایی. ۱۳۹۰. بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵: ۵۸-۶۵.
- کوچکی، ع. و م. حسینی. ۱۳۶۹. سیر انرژی در اکوسیستم‌های کشاورزی. انتشارات جاوید. ۳۲۸ صفحه.
- نصیری‌محللاتی، م.، ع. کوچکی، پ. رضوانی‌مقدم و ع. بهشتی. ۱۳۸۶. اگر واکولوژی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۰ صفحه.

Acaroglu, M. and A.S Aksoy. 2005. The cultivation and energy balance of *Miscanthus giganteus* production in Turkey. *Biom. Bioenergy*. 29: 42-8.

- Banaeian, N., M. Omid and H. Ahmadi. 2011. Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Convers. Manage.* 52: 1020–1025.
- Erdal, G., K. Esengun, H. Erdal and O. Gunduz. 2007. Energy use and economical analysis of sugar beet production in Tokat province of Turkey. *Energy* 32: 35–41.
- Esengun, K., O. Gunduz and G. Erdal. 2007. Input–output energy analysis in dry apricot production of Turkey. *Energy Convers. Manage.* 48: 592–598.
- Ghorbani, R., F. Mondani, S. Amirmoradi, H. Feizi, S. Khorramdel, M. Teimouri, S. Sanjani, S. Anvarkhah and H. Aghel. 2011. A case study of energy use and economical analysis of irrigated and dryland wheat production systems. *Appl. Energy* 88: 283–288.
- Jadidi, M. R., M. S. Sabuni, M. Homayounifar and A. Mohammadi. 2012. Assessment of energy use pattern for tomato production in Iran: A case study from the Marand region. *Res. Agric. Energy.* 58: 50–56.
- Lorzadeh, S. H., A. Mahdavidamghani, M. R. Enayatgholizadeh and M. Yousefi. 2011. Energy input-output analysis for maize production systems in Shooshtar, Iran. *Adv. Environ. Biol.* 5: 3641–3644.
- Mohammadi, A. and M. Omid. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. *Appl. Energy.* 87: 191–196.
- Mohammadi, A., A. Tabatabaefar, S. Shahin, S. Rafiee and A. Keyhani. 2008. Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Convers. Manage.* 49: 3566–3570.
- Mohammadi, A., S. Rafiee, S. S. Mohtasebi and H. Rafiee. 2011. Energy inputs – yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renew. Energy* 35: 1071–1075.
- Mohammadshirazi, A., A. Akram, S. Rafiee, S. H. Mousavi Avval and E. Bagheri Kalhor 2012. An analysis of energy use and relation between energy inputs and yield in tangerine production. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16: 4515–4521.
- Mousavi-Avval S. H., S. Rafiee and A. Mohammadi. 2011. Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. *Energy* 36: 909–916.
- Namdari M., A. A. Kangarshahi and N. A. Amiri. 2012. Input-output energy analysis of citrus production in Mazandaran province of Iran. *Afric. J. Agric. Res.* 6: 2558–2564.
- Ozkan, B., H. Akcaoz and C. Fert. 2004. Energy input–output analysis in Turkish agriculture. *Renew. Energy* 29: 39–51.
- Yilmaz, I., H. Akcaoz and B. Ozkan. 2005. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renew. Energy.* 30: 145–155.

Assessment of energy use efficiency for melon (*Cucumis melo* L.) production in Razavi and Southern Khorasan provinces, Iran

S.M. Seyyedi¹, P. Rezvani Moghaddam¹, R. Shahriyari¹

Received: 2014-2-9 Accepted: 2014-8-13

Abstract

Evaluation of energy efficiency is one of the key indicators for developing more sustainable agricultural practices. The purpose of this study was to determine input and output energy consumption for melon production, and evaluation of energy use efficiency in Razavi and Southern Khorasan provinces, Iran. For this purpose data were collected from farms of mentioned provinces. Inquiries were conducted by interview during spring and summer 2012. The results indicated that total energy inputs in Razavi and Southern Khorasan provinces were 68118 and 59815.5 MJ.ha⁻¹, respectively. In both provinces, electricity (with 43%), nitrogen chemical fertilizer (with 27%) and water for irrigation (with 13%) were the highest energy inputs for melon production. About 15% of the total energy inputs used in melon production was renewable and 85% was non-renewable. In addition, in Razavi and Southern Khorasan provinces, the energy productivity was estimated at 0.18 and 0.11 kg MJ⁻¹, respectively. It seems the higher energy consumption and developing the mechanical operation can be related to higher melon yield and energy use efficiency in farms of Razavi province.

Keyword: Energy productivity, input energy, net energy

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran