

الگوی مصرف انرژی و بررسی کارایی آن در باغات انار مطالعه موردی: روستای دوغ آباد، شهرستان مهولات

تینا مرتضوی نیا^۱ و فاطمه رستگاری پور^{۲*}

تاریخ دریافت: ۲۶ مرداد ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۶ مهر ۱۳۹۹

چکیده

مصرف انرژی و استفاده صحیح از نهاده‌های کشاورزی تأثیر زیادی بر اقتصاد و حفظ محیط‌زیست دارد. در این پژوهش میزان مصرف انرژی و کارایی آن برای تولید انار در مناطقی از شهرستان مهولات استان خراسان رضوی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها بررسی گردید. اطلاعات موردنیاز مطالعه از طریق تکمیل ۸۰ پرسش‌نامه بین کشاورزان باغات انار در سال ۱۳۹۶ تکمیل گردید. با توجه به داده‌های گردآوری شده از مطالعه میدانی در خصوص نحوه انجام عملیات زراعی در مورد این محصول، مقادیر انرژی‌های نهاده و ستاده محاسبه و کارایی آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که انرژی دو نهاده‌ی سوخت (گازوئیل) و کود از ته به ترتیب با ۴۴/۱۵ و ۲۹/۶۴ درصد، پرمصرف‌ترین نهاده‌های انرژی در تولید بودند. متوسط تولید محصول انار در روستای دوغ‌آباد ۷۰۴۳/۷۵ کیلوگرم بر هکتار و کل انرژی مصرفی در باغ‌های انار آن ۱۳۳۸۳ مگاژول بر هکتار محاسبه شد. همچنین کارایی انرژی ۱/۹۸ و شاخص بهره‌وری انرژی ۰/۴۲ کیلوگرم بر مگاژول به‌دست آمد. نتایج حاصل از سناریوبندی کارایی باغات انار نشان داد که سناریوی کاهش ۵۰ درصد کود شیمیایی با ۷۵/۱۵ بیش‌ترین میانگین و کاهش ۵۰ درصد ماشین‌آلات با ۷۰/۲۱ کم‌ترین میانگین را در بین تمامی سناریوها داشته است. کاهش مصرف کود شیمیایی و افزایش استفاده از ماشین‌آلات در باغات انار میزان میانگین کارایی افزایش می‌یابد. لذا پیشنهاد می‌شود که از کودهای شیمیایی در باغات انار کمتر استفاده شود. همچنین افزایش کاربرد ماشین‌های کشاورزی جهت صرفه‌جویی در وقت و افزایش کارایی پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: انار، تحلیل پوششی داده‌ها، کشاورزی، کارایی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت حیدریه

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت حیدریه

* نویسنده مسئول: f.rastegaripour@torbath.ac.ir

مقدمه

بخش کشاورزی به عنوان مهم‌ترین بخش تولیدکننده مواد غذایی کشور نه تنها مصرف‌کننده انرژی است بلکه مهم‌ترین عرضه‌کننده انرژی نیز محسوب می‌شود. در دهه‌های گذشته به دلیل رشد روزافزون جمعیت، افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی، ایجاد اشکال نوین انرژی در بخش کشاورزی و کاربرد نامناسب آن‌ها به دلیل عدم مدیریت صحیح این بخش اقتصادی به یک بخش انرژی محور تبدیل شده و الگوی مصرف انرژی در این بخش اعم از منابع زنده و غیر زنده به شدت افزایش یافته است (قادرزاده و پیرمحمدیانی، ۱۳۹۸). نظر به اینکه بخش کشاورزی از یک طرف با محدودیت منابع تولید روبرو بوده و از سوی دیگر تأمین‌کننده امنیت غذایی جمعیت در حال رشد می‌باشد، باید تعادل و توازن بین جریان برداشت و بهره‌برداری از منابع تولید و تولید محصولات کشاورزی ایجاد شود. یکی از راه‌های برآورد توسعه کشاورزی و پایداری تولید در نواحی مختلف کشاورزی استفاده از روش ارزیابی جریان انرژی است (کاظمی و زارع، ۱۳۹۳).

امروزه برای تولید محصولات کشاورزی نهاده‌هایی مانند سوخت، الکتروسیته، ماشین‌ها، بذر، کود شیمیایی و سموم شیمیایی سهم قابل ملاحظه‌ای در تأمین منابع انرژی دارند. این تنوع نهاده‌ها تغییرات قابل ملاحظه‌ای در الگوی مصرف انرژی بخش کشاورزی ایجاد کرده و موجب وابستگی بیش‌تر به منابع انرژی سوخت‌های فسیلی شده است (فتحی و همکاران، ۱۳۹۷). این امر می‌تواند اثراتی منفی بر محیط‌زیست و سلامت عمومی ایجاد کند و منجر به استفاده مازاد از منابع طبیعی شود. لذا این مسئله اهمیت و ضرورت بررسی الگوی مصرف انرژی به منظور استفاده مؤثر آن در بخش کشاورزی را آشکار می‌سازد (رفیعی ۱)

و همکاران ۲۰۱۰). ممیزی انرژی یکی از رایج‌ترین روش‌ها به منظور بررسی کارایی انرژی و اثرات زیست‌محیطی سامانه تولید می‌باشد. تجزیه و تحلیل انرژی نشان خواهد داد که چه مقدار انرژی به صورت مؤثر استفاده شده است. بنابراین کشاورزی و انرژی دارای یک ساختار مکمل هستند و بر یکدیگر اثر می‌گذارند (فتحی و همکاران، ۱۳۹۷).

امروزه کشاورزان به دنبال افزایش محصول هستند، ولی اطلاع کافی در مورد تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی ندارند. بنابراین انجام تجزیه و تحلیل انرژی ضروری است که به برنامه‌ریزان مزارع و سیاست‌گذاران به منظور بررسی انرژی مصرفی ارائه شود (گیامپیترو، ۱۹۹۲).

انار یکی از میوه‌های مهم و دارای سابقه کشت و کار بسیار طولانی در ایران می‌باشد. سطح زیرکشت انار در ایران، ۸۲۵۴۰ هکتار و میزان تولید آن ۹۴۰ هزار تن گزارش شده، که رتبه پنجم میزان تولید محصول را در بین محصولات باغی در ایران به خود اختصاص داده است (داورپناه و همکاران، ۱۳۹۷).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه الگوی مصرف انرژی و کارایی آن انجام شده است. قادرزاده و پیرمحمدیانی (۱۳۹۸) به بررسی کارایی انرژی در تولید سیب‌زمینی استان همدان پرداختند و نشان دادند که انرژی کودشیمیایی با ۳۸/۷۸ درصد از کل انرژی مصرفی بیش‌ترین سهم را در میان انرژی‌های ورودی را به خود اختصاص داده است. ایمان‌مهر (۱۳۹۷) به بررسی کارایی مصرف انرژی در تولید و عملکرد بادرنجبویه، اسماعیل‌پور-تروجنی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تأثیر اندازه و موقعیت باغ بر شاخص‌های انرژی و اقتصادی تولید انار در شهرستان بهشهر، محمدی و مهری (۱۳۹۴) به بررسی کارایی استفاده از انرژی در تولید محصول پسته در استان یزد و هم‌چنین اسفنجاری کناری و

ازای یک هکتار تولید انار و محاسبه کارایی مصرف انرژی و همچنین محاسبه کارایی هر یک از باغات انار در حالت‌های مختلف افزایش و یا کاهش نهاده‌های مصرفی در تولید آن محصول می‌باشد.

مواد و روش

منطقه‌ی مورد مطالعه روستایی از توابع بخش مرکزی شهرستان مهولات در استان خراسان رضوی می‌باشد. مهولات یکی از شهرستان‌های استان پهناور خراسان رضوی به مرکزیت شهر فیض‌آباد می‌باشد. شهرستان مه‌ولات به عنوان یکی از قطب‌های کشاورزی به لحاظ تولید محصولات زراعی و به‌ویژه باغی در سطح استان می‌باشد که هم‌چون خط سبزی در حاشیه کویر واقع شده است. یکی محصولات مهم و استراتژیک شهرستان و روستاهای اطراف آن به‌خصوص روستای دوغ‌آباد انار می‌باشد که با تولید سالیانه نه هزار تن مقام اول تولید و سطح زیر کشت را در استان دارا می‌باشد و در واقع می‌توان گفت اقتصاد خانوارهای روستایی و شهری در شهرستان بر پایه تولید این محصولات مهم بنا شده است (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۷).

داده‌های این تحقیق در سال ۱۳۹۶ از طریق پرسش‌نامه از بین کشاورزان انار در منطقه مورد نظر جمع‌آوری گردید. برای تعیین اندازه نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. برای تعیین حجم نمونه از رابطه آماری کوکران استفاده شد و در نهایت حجم نمونه ۸۰ عدد برآورد گردید. داده‌های مورد استفاده در پرسش‌نامه حاوی اطلاعاتی در مورد نهاده‌های ورودی شامل ماشین‌آلات، نیروی انسانی، سوخت، سم، کود دامی، کود شیمیایی، آب آبیاری و ستاده شامل انار بودند. هم‌ارز انرژی که بیان‌کننده میزان محتوای انرژی نهاده یا ستاده است، در جدول ۱ آورده شده است.

همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای به بررسی کارایی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران پرداختند.

در سال‌های اخیر تحلیل پوششی داده‌ها کاربرد وسیعی در طرح‌های کشاورزی به‌دست آورده است. اُزالپ^۱ و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی کارایی انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید انار در ترکیه پرداختند و نشان دادند که افزایش مقیاس باغات انار نه تنها باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود بلکه باعث کاهش آلودگی و آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود. علی^۲ و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها الگوی مصرف انرژی بر گازهای گلخانه‌ای در تولید گوجه‌فرنگی در پنجاب پاکستان را مورد بررسی قرار دادند و به همین نتیجه رسیدند. هم‌چنین محمدی^۳ و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها واحدهای کارا و ناکارا از لحاظ مصرف انرژی و میزان انرژی غیرمفید در تولید کیوی را مطالعه نمودند. ایشان مشخص نمودند که ۶۲/۷ درصد واحدها با روش با روش بازگشت به مقیاس متغیر ۲۳/۲ درصد واحدها با روش بازگشت به مقیاس ثابت کارا تشخیص داده شدند.

انجام چنین مطالعاتی برای محاسبه انرژی مصرفی در تولید انواع محصولات کشاورزی در مناطق گوناگون در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی در داخل کشور ضروری می‌نماید. با توجه به موقعیت ممتاز روستای دوغ‌آباد برای تولید انار در استان خراسان رضوی، شناخت نهاده‌های گوناگون انرژی و برآورد کارایی مصرف انرژی در این محصول یکی از زمینه‌های تحقیقاتی ضروری است که می‌تواند زمینه‌ساز ارایه راه‌کارهای مدیریتی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در این محصول باشد. هدف از این پژوهش تعیین مقدار انرژی ورودی و خروجی به-

۱ - Ozalp

۲ - Ali

۳ - Mohammadi

جدول ۱. انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده در تولید انار

منبع	انرژی معادل (مگاژول بر واحد)	واحد	ستاده/ نهاده
الف- ستاده:			
(رحیمی کیا و همکاران، ۲۰۱۱)	۱/۹	کیلوگرم	انار
ب- نهاده‌ها:			
(اسفنجاری و همکاران، ۲۰۱۵)	۱/۹۶	ساعت	نیروی انسانی
(اسفنجاری و همکاران، ۲۰۱۵)	۶۲/۷	ساعت	ماشین آلات
(خاکزاد رستمی و بابائی، ۲۰۱۶)	۵۶/۳۱	لیتر	سوخت (گازوئیل)
(خاکزاد رستمی و بابائی، ۲۰۱۶)	۱۰۱/۲	کیلوگرم	سم (حشره کش)
(خاکزاد رستمی و بابائی، ۲۰۱۶)	۱۰۲	متر مکعب	آب آبیاری
(خاکزاد رستمی و بابائی، ۲۰۱۶)	۰/۳	کیلوگرم	کود دامی
(خاکزاد رستمی و بابائی، ۲۰۱۶)	۶۶/۱۴	کیلوگرم	کود شیمیایی (ازته)

مأخذ: منبع بیان شده در جدول

مصرف شده است. انرژی ویژه نشان‌دهنده مصرف انرژی برای تولید یک واحد از محصول است. این شاخص بسته به نوع محصول کشاورزی، موقعیت و زمان متفاوت است و می‌تواند به عنوان شاخصی برای ارزیابی کارایی مصرف انرژی در سامانه‌های مختلف تولید مورد نظر باشد (فتحی و همکاران، ۱۳۹۷).

تکنیک‌های زیادی در نیم قرن اخیر برای تخمین مرز کارا جهت بررسی کارایی واحد تولیدی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ولی دو روش عمده برای تخمین کارایی نسبی واحدهای تولیدی و تحلیل پوششی داده‌ها^۱ شامل روش تابع تولید مرز تصادفی باشد. روش تحلیل پوششی داده‌ها به دلیل این که اجزاء بهره‌وری را معین می‌کند مورد استفاده بیشتری قرار می‌گیرد (چارنر^۲ و همکاران، ۱۹۹۴). در این روش با استفاده از یک مجموعه چندتایی از متغیرهای ورودی و خروجی، کارایی یک گروه از واحدهای مورد بررسی تعیین می‌شود. در تحلیل پوششی داده‌ها، به ازای یک مجموعه مشخص از متغیرهای ورودی و خروجی، نمره‌ی مشخصی به هر یک از واحدهای مورد بررسی اختصاص

به منظور تعیین روابط بین انرژی ستاده و نهاده، شاخص‌هایی تعریف و به کار برده می‌شوند که با استفاده از آن‌ها می‌توان وضعیت انرژی محصولات مختلف و نیز همانند را در سامانه‌های زراعی مختلف مقایسه کرد. این شاخص‌ها به صورت روابط ۱ تا ۴ نشان داده شده‌اند (عبدشاهی و همکاران، ۱۳۹۲).

$$(۱) \text{ کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی ستاده (مگاژول بر هکتار)}}{\text{انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)}}$$

$$(۲) \text{ بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{مقدار ستاده (کیلوگرم در هکتار)}}{\text{انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)}}$$

$$(۳) \text{ انرژی ویژه} = \frac{\text{انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)}}{\text{مقدار ستاده (کیلوگرم در هکتار)}}$$

$$(۴) \text{ انرژی نهاده (مگاژول بر هکتار)} - \text{انرژی ستاده (مگاژول بر هکتار)} = \text{افزوده انرژی}$$

نسبت انرژی بیان‌گر نسبت بین کالری گرمایی محصولات خروجی و کل انرژی صرف شده در عوامل تولید است. این شاخص فاقد واحد می‌باشد و مقدار انرژی به دست آمده به ازای هر واحد مصرف انرژی برای تولید را نشان می‌دهد. بهره‌وری انرژی بیان‌کننده مقدار تولید محصول به ازای هر واحد انرژی

۱ - Stochastic Frontier Analysis (SFA)

۲ - Data Envelopment Analysis (DEA)

۳ - Charnes

پله‌سارائی^۴ و همکاران (۲۰۱۴). انتخاب بین مطالعه ورودی محور و خروجی محور به مشخصه‌های متمایز واحدهای DMU تحت مطالعه بستگی دارد. در این مطالعه روش ورودی محور بیش‌تر مناسب به نظر می‌رسد چون فقط یک خروجی (عملکرد محصول) موجود می‌باشد، در حالی که چندین ورودی برای تولید محصول کشاورزی استفاده می‌شود (فتحی و همکاران، ۱۳۹۷).

فرم کلی مدل ورودی محور به صورت رابطه ۵ می‌باشد:

$$\min \theta + \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$$

s.t (۵)

$$y_{rp} = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - S_r^+ \quad , r = 1, \dots, s$$

$$\theta x_{ip} = \sum_{j=1}^n x_{rj} \lambda_j + S_i^- \quad , i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

$$S_r^+, S_i^- \geq 0 \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m$$

در فرمول بالا θ کارایی فنی خالص، x_r و y_r به ترتیب ورودی‌ها و خروجی r امین واحد (DMU)، λ وزن ورودی‌ها و خروجی، S^+ و S^- متغیرهای مسأله و محدودیت آن‌ها بزرگ‌تر از صفر بودن است (خیبری و همکاران، ۱۳۹۴).

در این تحقیق ابتدا کارایی فنی خالص محاسبه شده و در ادامه با تغییر در میزان استفاده از هر یک از نهاده‌ها کارایی هر یک از واحدها با حالت پایه آن مقایسه شد. به‌منظور برآورد کارایی واحدها و تمایز بین سناریوهای مختلف از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

می‌یابد. در این روش با استفاده از مجموعه اطلاعات مربوط به محصولات نهایی و همچنین کلیه عوامل و نهاده‌های مؤثر و مورد استفاده در فرآیند تولید بر اساس عملکرد بنگاه‌های نمونه، یک حد استاندارد تولید، برآورد و به کمک روش‌های برنامه‌ریزی خطی، کارایی نسبی مؤسسات مورد بررسی در مقایسه با آن سنجیده می‌شود (بابایی و همکاران، ۱۳۹۱). به عبارت دیگر، تحلیل پوششی داده‌ها روشی برای تخمین توابع تولید مبتنی بر یک‌سری بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است. در این روش هر واحد یا سازمان تحت بررسی، واحد تصمیم‌گیرنده، واحد یا DMU) نامیده می‌شود. به‌طور کلی یک DMU) سازمانی است که یک‌سری ورودی‌ها را به خروجی تبدیل می‌کند (لیو^۲ و همکاران، ۲۰۱۳).

اگرچه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها روز به روز گسترش یافته و جنبه تخصصی پیدا کرده اما مبنای همه آن‌ها تعدادی مدل اصلی است که توسط بنیان‌گذاران این روش طراحی و تبیین گردیده که از جمله می‌توان به مدل‌های SBM، BCC^۳، CCR و ... اشاره نمود (طغرائی و همکاران، ۱۳۹۰).

در این تحقیق از مدل BCC برای محاسبه کارایی تولید-کنندگان از نقطه نظر مصرف انرژی استفاده شده است. این مدل براساس حرف اول نام پدیدآورندگان یعنی بنکر، چارنر و کوپر نام‌گذاری شده است. مدل BCC بر پایه بازگشت به مقیاس متغیر (VRS) می‌باشد. این مدل دارای دو جهت مطالعه (ورودی محور- خروجی محور) می‌باشد. بدین معنی که یک DMU ناکارا می‌تواند به‌واسطه کاهش سطوح نهاده‌های ورودی در حالی که خروجی ثابت است (نهاده‌گرا) به یک واحد کارا تبدیل شود، یا برعکس با ثابت نگه‌داشتن سطوح ورودی‌ها و افزایش مقادیر خروجی (ستاده‌گرا)، به یک واحد کارا تبدیل شود (نبوی

۱ - Decision Making Unit

۲ - Liu

۳ - Banker, Charnes & Cooper

است. نتایج نشان داد، متوسط تولید محصول انار در روستای دوغ‌آباد ۷۰۴۳/۷۵ کیلوگرم بر هکتار و کل انرژی مصرفی در باغ‌های انار آن ۱۳۳۸۳ مگاژول بر هکتار محاسبه شد.

نتایج و بحث

در جدول ۲ مقدار مصرف انرژی در تولید انار آورده شده

جدول ۲. سهم و مقادیر انرژی‌های ورودی و خروجی در تولید انار

ستاده/نهاده	واحد	مقدار (واحد بر هکتار)	انرژی (مگاژول بر واحد)	سهم انرژی (%)
نیروی انسانی	hr	۱۰۸/۴۶	۲۱۲/۵۹	۳/۱۵
ماشین آلات	hr	۱۶/۶۹	۱۰۸۱/۴	۱۶/۰۲
سوخت (گازوئیل)	l	۵۲/۸۸	۲۹۷۷/۴	۴۴/۱
سم (حشره‌کش)	kg	۰/۹۵	۹۶/۱۴	۱/۴۲
آب آبیاری	m ³	۱۳/۸۳	۱۴۱/۰۲	۲/۰۹
کود دامی	kg	۸۱۵	۲۴۴/۵	۳/۶۲
کود شیمیایی (ازته)	kg	۳۱/۸۸	۱۹۹۸/۶	۲۹/۶۰
کل انرژی ورودی			۶۷۵۱/۶۵	۱۰۰
کل انرژی خروجی	kg	۷۰۴۳/۷۵	۱۳۳۸۳	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

(۲۰۱۳) گزارش شد.

کود شیمیایی ازت با صرف ۳۱/۸۸ کیلوگرم بر هکتار، دومین سهم انرژی مصرفی را با ۲۹/۶۴ درصد در تولید انار دارد. این نتایج را می‌توان با نتایج به‌دست آمده در تولید انار در ترکیه مقایسه کرد که مقدار انرژی مصرفی کودهای ازته با ۳۲/۵۶ درصد بعد از سوخت دیزل بیش‌ترین انرژی مصرفی را در بین سایر نهاده‌ها داشت. در تحقیقات مشابهی در ایران نیز، مقدار این نهاده پرمصرف‌ترین نهاده در تولید بود(لقمان‌پورو همکاران^۴، ۲۰۱۳ و طباطبائی و همکاران^۵، ۲۰۱۳).

در جدول ۳ شاخص‌های انرژی در تولید میوه انار آورده شده است. با استفاده از شاخص‌های انرژی این امکان وجود دارد که بتوان سیستم‌های تولید محصولات در نقاط مختلف یا محصولات مختلف یک منطقه را با یک‌دیگر مقایسه نمود (رویان^۶ و

مقدار انرژی مصرفی برای میوه انار در ترکیه ۴۰۰۶۴/۸۷ مگاژول بر هکتار (کاناکی^۱، ۲۰۱۰)، برای میوه کیوی در استان مازندران ۳۰۲۸۵/۶۲ مگاژول بر هکتار (محمدی و همکاران، ۲۰۱۱) گزارش شد. در این مطالعه نیز مانند بسیاری از مطالعات صورت گرفته بر روی انرژی تولید محصولات کشاورزی در ایران، نهاده سوخت دیزل به‌عنوان پرمصرف‌ترین نهاده در تولید به‌دست آمد. نهاده سوخت با صرف ۵۲/۸۸ لیتر بر هکتار که معادل ۲۹۷۷/۴ مگاژول بر هکتار است، بیش‌ترین سهم انرژی مصرفی را با ۴۴/۱۵ درصد در بین سایر نهاده‌ها داشت. مقدار انرژی این نهاده برای میوه انار در کشور ترکیه ۱۵۱۵/۸۷ مگاژول بر هکتار، معادل ۲/۸۲ درصد (آکاوزو همکاران^۲، ۲۰۰۹) و برای میوه شلیل در شهرستان ساری ۷۹۲۹/۰۶ مگاژول بر هکتار، معادل ۱۹/۶۸ درصد (قاسمی کردخیلی و همکاران^۳،

۴ - Loghmanpour

۵ - Tabatabaie

۶ - Royan

۱ - Canakci

۲ - Akcaoz

۳ - Qasemi-Kordkheili

بر کیلوگرم (طباطبائی و همکاران، ۲۰۱۳) به دست آمد. شاخص افزوده خالص انرژی ۶۶۳۱/۳۵ مگاژول بر هکتار و مثبت به- دست آمد، که نشان می‌دهد انرژی خروجی بیش‌تر از انرژی ورودی بوده است.

جدول ۳. شاخص‌های انرژی در تولید انار

مقدار	واحد	شاخص‌ها
۱/۹۸	-	کارایی انرژی
۰/۴۲	kg/MJ	بهره‌وری انرژی
۲/۴۱	MJ/kg	انرژی ویژه
۶۶۳۱/۳۵	MJ/ha	افزوده انرژی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

الف) بررسی کارایی باغات انار حالت پایه

پس از جدول ۴ حالت پایه‌ی کارایی باغات انار را نشان می‌دهد. با توجه به جداول ۵ تا ۱۱ با تغییر در مقدار انرژی‌های نهاده‌ها و همچنین ستاده تولید انار تحت عنوان سناریوهای مختلف میزان کارایی باغات انار را بررسی می‌کنیم.

همکاران، ۲۰۱۲). نسبت انرژی برای تولید این محصول ۱/۹۸ به دست آمده است که این رقم نشان می‌دهد به‌ازای مصرف یک واحد انرژی در حدود ۱/۹۸ واحد انرژی تولید شده است. مقدار این شاخص برای تولید میوه انار در ترکیه ۱/۸۷ (کاناکی، ۲۰۱۰) و ۱/۰۴ (آکاوز و همکاران، ۲۰۰۹) گزارش شد. شاخص بهره‌وری انرژی ۰/۴۲ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. بیان‌گر این است که به‌ازای هر مگاژول انرژی مصرفی، ۰/۴۲ کیلوگرم ستانده حاصل شده است. هرچه این نسبت بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی می‌باشد. مقدار این شاخص برای تولید انار در ترکیه ۰/۴۳ کیلوگرم بر مگاژول (آکاوز و همکاران، ۲۰۰۹) و برای میوه گلابی در تهران ۰/۲۷ کیلوگرم بر مگاژول (طباطبائی و همکاران، ۲۰۱۳) به دست آمد. شاخص شدت انرژی ۲/۴۱ مگاژول بر کیلوگرم به دست آمد که نشان می‌دهد، به‌ازای تولید هر یک کیلوگرم انار، ۲/۴۱ انرژی صرف شده است. مقدار این شاخص برای انار در ترکیه ۲/۳۰ مگاژول بر کیلوگرم (آکاوز و همکاران، ۲۰۰۹)، برای گلابی در استان تهران ۳/۷۲ مگاژول

جدول ۴. کارایی باغ‌داران انار در حالت پایه

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۱	۸۶/۷۴	۲۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۶۱	۷۷/۱۶
۲	۸۶/۹۰	۲۲	۱۰۰	۴۲	۱۰۰	۶۲	۱۰۰
۳	۵۵/۶۶	۲۳	۱۰۰	۴۳	۱۰۰	۶۳	۶۴/۹۷
۴	۵۵/۶۵	۲۴	۱۰۰	۴۴	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
۵	۵۲/۸۰	۲۵	۵۶/۶۳	۴۵	۱۰۰	۶۵	۷۳/۳۳
۶	۴۹/۰۶	۲۶	۶۷/۹۱	۴۶	۶۵	۶۶	۷۰/۰۹
۷	۱۰۰	۲۷	۶۰/۵۵	۴۷	۱۰۰	۶۷	۵۲/۲۱
۸	۶۱/۹۸	۲۸	۶۱/۲۹	۴۸	۴۷/۷۹	۶۸	۷۲/۶۸
۹	۴۸/۰۱	۲۹	۱۰۰	۴۹	۶۵/۲۰	۶۹	۱۰۰
۱۰	۱۰۰	۳۰	۵۹/۷۵	۵۰	۱۰۰	۷۰	۶۹/۳۴
۱۱	۷۲/۶۰	۳۱	۳۳/۸۶	۵۱	۱۰۰	۷۱	۵۱/۱۲
۱۲	۸۵/۱۹	۳۲	۸۵/۹۲	۵۲	۴۳/۳۹	۷۲	۱۰/۶۷
۱۳	۶۳/۵۱	۳۳	۱۰۰	۵۳	۱۰۰	۷۳	۵۷/۶۲
۱۴	۱۰۰	۳۴	۱۰۰	۵۴	۸۳/۳۳	۷۴	۸۳/۵۱
۱۵	۱۰۰	۳۵	۴۶/۶۲	۵۵	۳۶/۶۲	۷۵	۱۰۰
۱۶	۴۸/۲۲	۳۶	۸۹/۸۶	۵۶	۴۲/۰۹	۷۶	۸۲/۸۵
۱۷	۶۱/۱۷	۳۷	۵۱/۶۹	۵۷	۵۸	۷۷	۴۰/۲۷
۱۸	۱۰۰	۳۸	۴۸/۲۴	۵۸	۷۶/۹۷	۷۸	۴۴/۷۲

۳۴/۱۵	۷۹	۱۰۰	۵۹	۲۷/۳۵	۳۹	۱۰۰	۱۹
۹۶/۵۸	۸۰	۵۷/۱۶	۶۰	۴۶/۹۵	۴۰	۱۰۰	۲۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

ب) بررسی کارایی باغات انار در حالت سناریوی اجتماعی: جدول ۵ با افزایش نیروی کار در باغات انار، کارایی هیچ تغییری چالش‌های اشتغال یا موضوع کار و بیکاری از مهم‌ترین چالش اجتماعی چند دهه‌ی آینده به حساب آورد. با توجه به

جدول ۵. کارایی باغ‌داران انار در حالت افزایش نیروی کار

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۱	۸۶/۷۴	۲۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۷۷/۱۶	۶۱
۲	۸۶/۹۰	۲۲	۱۰۰	۴۲	۱۰۰	۱۰۰	۶۲
۳	۵۵/۶۶	۲۳	۱۰۰	۴۳	۱۰۰	۶۴/۹۷	۶۳
۴	۵۵/۶۵	۲۴	۱۰۰	۴۴	۱۰۰	۱۰۰	۶۴
۵	۵۲/۸۰	۲۵	۵۶/۶۳	۴۵	۱۰۰	۷۳/۳۳	۶۵
۶	۴۹/۰۶	۲۶	۶۷/۹۱	۴۶	۶۵	۷۰/۰۹	۶۶
۷	۱۰۰	۲۷	۶۰/۵۵	۴۷	۸۵/۲۹	۵۲/۲۱	۶۷
۸	۶۱/۹۸	۲۸	۶۱/۲۹	۴۸	۴۷/۷۹	۷۲/۶۸	۶۸
۹	۴۸/۰۱	۲۹	۱۰۰	۴۹	۶۵/۲۰	۱۰۰	۶۹
۱۰	۱۰۰	۳۰	۵۹/۷۵	۵۰	۱۰۰	۶۹/۳۴	۷۰
۱۱	۷۲/۶۰	۳۱	۳۳/۸۶	۵۱	۱۰۰	۵۱/۱۲	۷۱
۱۲	۸۵/۱۹	۳۲	۸۵/۹۲	۵۲	۴۳/۳۹	۱۰/۶۷	۷۲
۱۳	۶۳/۵۱	۳۳	۱۰۰	۵۳	۱۰۰	۵۷/۶۲	۷۳
۱۴	۱۰۰	۳۴	۱۰۰	۵۴	۸۳/۳۳	۸۳/۵۱	۷۴
۱۵	۱۰۰	۳۵	۴۶/۶۲	۵۵	۳۶/۶۲	۱۰۰	۷۵
۱۶	۴۸/۲۲	۳۶	۸۹/۸۶	۵۶	۴۲/۰۹	۸۲/۸۵	۷۶
۱۷	۶۱/۱۷	۳۷	۵۱/۶۹	۵۷	۵۸	۴۰/۲۷	۷۷
۱۸	۱۰۰	۳۸	۴۸/۲۴	۵۸	۷۶/۹۷	۴۴/۷۲	۷۸
۱۹	۱۰۰	۳۹	۲۷/۳۵	۵۹	۱۰۰	۳۴/۱۵	۷۹
۲۰	۱۰۰	۴۰	۴۶/۹۵	۶۰	۵۷/۱۶	۹۶/۵۸	۸۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

ج) بررسی کارایی باغات انار در حالت سناریوی کاهش مصرف آب: افزایش روزافزون جمعیت و محدودیت‌های کمی منابع آب، مدیریت هدفمند منابع آب را بیش از پیش ضروری می‌نماید. در چنین شرایطی تنها راهکار برای حل این مشکل بهره‌گیری مؤثر و بهینه از منابع محدود آب و بهبود بهره‌وری در این بخش می‌باشد. با توجه به جدول ۶ با کاهش ۵۰ درصدی آب برای باغات انار، تنها کارایی بیستمین باغ کاهش می‌یابد. د) بررسی کارایی باغات انار در حالت سناریوی مکانیزه شدن: ماشینی کردن یا مکانیزه کردن یا مکانیزاسیون به معنی انجام کار به وسیله ماشین است. در مکانیزاسیون، فعالیت ماشین، جایگزین یا مکمل فعالیت انسان در تولید محصول می‌شود. مکانیزاسیون تمامی مرحله کشت و کار یعنی، کاشت، داشت و

برداشت به صورت مکانیزه و به هم وابسته که هر مرحله تکمیل کننده زمینه قبلی و آماده سازی برای مرحله بعدی کشت است محسوب می شود.

جدول ۶. کارایی باغ داران انار در حالت کاهش ۵۰ درصدی آب

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۷۷/۱۶	۶۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۲۱	۸۶/۷۴	۱
۱۰۰	۶۲	۵۴/۶۸	۴۲	۱۰۰	۲۲	۸۶/۹۰	۲
۶۴/۹۷	۶۳	۳۵/۶۱	۴۳	۱۰۰	۲۳	۵۵/۶۶	۳
۱۰۰	۶۴	۱۰۰	۴۴	۱۰۰	۲۴	۵۵/۶۵	۴
۷۳/۳۳	۶۵	۱۰۰	۴۵	۵۶/۶۳	۲۵	۵۲/۸۰	۵
۷۰/۰۹	۶۶	۶۵	۴۶	۶۷/۹۱	۲۶	۴۹/۰۶	۶
۵۲/۲۱	۶۷	۸۵/۲۹	۴۷	۶۰/۵۵	۲۷	۱۰۰	۷
۷۲/۶۸	۶۸	۴۷/۷۹	۴۸	۶۱/۲۹	۲۸	۶۱/۹۸	۸
۱۰۰	۶۹	۶۵/۲۰	۴۹	۱۰۰	۲۹	۴۸/۰۱	۹
۶۹/۳۴	۷۰	۱۰۰	۵۰	۵۹/۷۵	۳۰	۱۰۰	۱۰
۵۱/۱۲	۷۱	۱۰۰	۵۱	۳۳/۸۶	۳۱	۷۲/۶۰	۱۱
۱۰/۶۷	۷۲	۴۳/۳۹	۵۲	۸۵/۹۲	۳۲	۸۵/۱۹	۱۲
۵۷/۶۲	۷۳	۱۰۰	۵۳	۱۰۰	۳۳	۶۳/۵۱	۱۳
۸۳/۵۱	۷۴	۸۳/۳۳	۵۴	۱۰۰	۳۴	۱۰۰	۱۴
۱۰۰	۷۵	۳۶/۶۲	۵۵	۴۶/۶۲	۳۵	۱۰۰	۱۵
۸۲/۸۵	۷۶	۴۲/۰۹	۵۶	۸۹/۸۶	۳۶	۴۸/۲۲	۱۶
۴۰/۲۷	۷۷	۵۸	۵۷	۵۱/۶۹	۳۷	۶۱/۱۷	۱۷
۴۴/۷۲	۷۸	۷۶/۹۷	۵۸	۴۸/۲۴	۳۸	۱۰۰	۱۸
۳۴/۱۵	۷۹	۱۰۰	۵۹	۲۷/۳۵	۳۹	۱۰۰	۱۹
۹۶/۵۸	۸۰	۵۷/۱۶	۶۰	۴۶/۹۵	۴۰	۸۲/۲۵	۲۰

مأخذ: یافته های پژوهش

جدول ۷. کارایی باغ داران انار در حالت افزایش ۵۰ درصدی ماشین آلات

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۷۷/۱۶	۶۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۲۱	۸۶/۷۴	۱
۱۰۰	۶۲	۵۴/۶۸	۴۲	۱۰۰	۲۲	۸۶/۹۰	۲
۶۴/۹۷	۶۳	۳۵/۶۱	۴۳	۱۰۰	۲۳	۵۵/۶۶	۳
۱۰۰	۶۴	۱۰۰	۴۴	۱۰۰	۲۴	۵۵/۶۵	۴
۷۳/۳۳	۶۵	۱۰۰	۴۵	۸۴/۹۲	۲۵	۵۲/۸۰	۵
۷۰/۰۹	۶۶	۶۵	۴۶	۶۷/۹۱	۲۶	۴۹/۰۶	۶
۵۲/۲۱	۶۷	۱۰۰	۴۷	۶۰/۵۵	۲۷	۱۰۰	۷
۹۶/۶۱	۶۸	۴۷/۷۹	۴۸	۶۱/۲۹	۲۸	۶۱/۹۸	۸
۱۰۰	۶۹	۸۱/۲۰	۴۹	۱۰۰	۲۹	۴۸/۰۱	۹
۶۹/۳۴	۷۰	۱۰۰	۵۰	۵۹/۷۵	۳۰	۱۰۰	۱۰
۵۱/۱۲	۷۱	۱۰۰	۵۱	۳۳/۸۶	۳۱	۷۲/۶۰	۱۱
۱۵/۳۸	۷۲	۴۳/۳۹	۵۲	۱۰۰	۳۲	۹۷/۲۴	۱۲
۵۷/۶۲	۷۳	۱۰۰	۵۳	۱۰۰	۳۳	۶۳/۵۱	۱۳
۱۰۰	۷۴	۱۰۰	۵۴	۱۰۰	۳۴	۱۰۰	۱۴
۱۰۰	۷۵	۳۶/۶۲	۵۵	۴۶/۶۲	۳۵	۱۰۰	۱۵
۸۲/۸۵	۷۶	۴۲/۰۹	۵۶	۱۰۰	۳۶	۴۸/۲۲	۱۶
۴۰/۲۷	۷۷	۵۸	۵۷	۵۱/۶۹	۳۷	۶۱/۱۷	۱۷

۴۴/۷۲	۷۸	۷۶/۹۷	۵۸	۴۸/۲۴	۳۸	۱۰۰	۱۸
۳۴/۱۵	۷۹	۱۰۰	۵۹	۴۶/۶۹	۳۹	۱۰۰	۱۹
۱۰۰	۸۰	۵۷/۱۶	۶۰	۴۶/۹۵	۴۰	۱۰۰	۲۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۸. کارایی باغ‌داران انار در حالت کاهش ۵۰ درصدی ماشین آلات

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۱	۸۶/۷۴	۲۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۶۱	۷۷/۱۶
۲	۸۰/۷۶	۲۲	۸۶/۷۵	۴۲	۵۴/۶۸	۶۲	۸۸/۴۹
۳	۴۷/۶۶	۲۳	۱۰۰	۴۳	۲۹/۷۸	۶۳	۶۴/۹۷
۴	۵۵/۶۵	۲۴	۹۲/۳۴	۴۴	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
۵	۵۲/۸۰	۲۵	۵۶/۶۳	۴۵	۹۹/۲۱	۶۵	۷۳/۳۳
۶	۴۹/۰۶	۲۶	۶۷/۹۱	۴۶	۶۵	۶۶	۷۰/۰۹
۷	۱۰۰	۲۷	۶۰/۵۵	۴۷	۸۵/۲۹	۶۷	۵۲/۲۱
۸	۶۱/۹۸	۲۸	۶۱/۲۹	۴۸	۴۷/۷۹	۶۸	۷۲/۶۸
۹	۴۸/۰۱	۲۹	۱۰۰	۴۹	۶۵/۲۰	۶۹	۱۰۰
۱۰	۱۰۰	۳۰	۵۹/۷۵	۵۰	۱۰۰	۷۰	۶۹/۳۴
۱۱	۷۲/۶۰	۳۱	۲۹/۷۹	۵۱	۹۳/۷۱	۷۱	۵۱/۱۲
۱۲	۷۱/۲۵	۳۲	۷۸/۷۴	۵۲	۴۳/۳۹	۷۲	۸/۳۴
۱۳	۶۳/۵۱	۳۳	۷۵/۶۶	۵۳	۸۴/۶۵	۷۳	۵۷/۶۲
۱۴	۸۲/۴۱	۳۴	۱۰۰	۵۴	۸۳/۳۳	۷۴	۸۳/۵۱
۱۵	۱۰۰	۳۵	۴۶/۶۲	۵۵	۳۶/۶۲	۷۵	۱۰
۱۶	۴۸/۲۲	۳۶	۸۹/۸۶	۵۶	۴۲/۰۹	۷۶	۷۷/۹۴
۱۷	۶۱/۱۷	۳۷	۵۱/۶۹	۵۷	۴۳/۲۹	۷۷	۴۰/۲۷
۱۸	۱۰۰	۳۸	۴۸/۲۴	۵۸	۷۶/۹۷	۷۸	۴۴/۷۲
۱۹	۱۰۰	۳۹	۱۹/۸۴	۵۹	۱۰۰	۷۹	۲۸/۹۳
۲۰	۹۷/۲۰	۴۰	۴۶/۹۵	۶۰	۵۷/۱۶	۸۰	۹۶/۵۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به جداول ۷ و ۸ مکانیزه‌شدن واحدهای تولیدی باعث کارا شدن تعداد بیش‌تری از واحدها می‌شود که این نتیجه با مطالعات ایمان‌مهر (۲۰۱۸) و محمدی و مهری (۱۳۹۴) مطابقت دارد.

ح) بررسی کارایی باغات انار در حالت سناریوی زیست محیطی: آلودگی محیط‌زیست از منابع گوناگونی صورت می‌گیرد که یکی از آن منابع مصرف کود شیمیایی در کشاورزی است. از جمله تأثیرات مخرب استفاده از این نوع کودها می‌توان به آلودگی آب‌های سطحی و کشاورزی، ماندگاری آنها در محیط زیست که برای انسان، دام، طیور، برهم زدن چرخه‌ی محیط-زیست و همچنین اختلال در چرخه اشاره کرد.

با توجه به جدول ۹ با کاهش مصرف کودشیمیایی واحدهای تولیدی بیش‌تری کارا می‌شوند در نتیجه انرژی نیز کم‌تر مصرف

می‌شود. این نتیجه را می‌توان با مطالعه‌ی یعقوبی و همکاران (۱۳۹۲) مقایسه کرد، که در آن با مدیریت صحیح می‌توان مصرف انرژی و در نتیجه مصرف کود شیمیایی را کاهش داده و کارایی را افزایش داد.

سناریوی افزایش تولید و سود:

هدف کشاورز از تولید حداکثر کردن درآمد و سود حاصل از کاشت محصولات مختلف می‌باشد. در این سناریو با افزایش میزان تولید انار در باغات مختلف کارایی آن را مورد بررسی قرار می‌دهیم. با افزایش تولید میزان کارایی باغات ۲۷، ۴۲ و ۷۱ کمی افزایش می‌یابد (جدول ۱۰).

با توجه به نتایج حاصل از جدول ۱۱، با کاهش استفاده از ماشین‌آلات کارایی نیز کاهش می‌یابد و این حالت دارای کمترین میانگین کارایی و حالت کاهش مصرف کود شیمیایی، دارای

بیشترین میانگین کارایی می‌باشد، به این معنی که با کاهش بالا برد. میانگین کارایی بقیه حالت‌ها تقریباً مشابه هم می‌باشد. استفاده از کود شیمیایی در باغات انار می‌توان میزان کارایی را

جدول ۹. کارایی باغ‌داران انار در حالت کاهش ۵۰ درصدی کود شیمیایی

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۱	۱۰۰	۲۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۶۱	۷۷/۱۶
۲	۱۰۰	۲۲	۱۰۰	۴۲	۵۴/۶۸	۶۲	۱۰۰
۳	۶۷/۴۲	۲۳	۱۰۰	۴۳	۳۵/۶۱	۶۳	۶۴/۹۷
۴	۵۵/۶۵	۲۴	۱۰۰	۴۴	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
۵	۵۲/۸۰	۲۵	۵۶/۶۳	۴۵	۱۰۰	۶۵	۷۳/۳۳
۶	۴۹/۰۶	۲۶	۶۷/۹۱	۴۶	۷۸/۹۸	۶۶	۸۵/۱۲
۷	۱۰۰	۲۷	۶۰/۵۵	۴۷	۱۰۰	۶۷	۶۵/۲۱
۸	۶۱/۹۸	۲۸	۶۱/۲۹	۴۸	۴۷/۷۹	۶۸	۷۲/۶۸
۹	۴۸/۰۱	۲۹	۱۰۰	۴۹	۶۵/۲۰	۶۹	۱۰۰
۱۰	۱۰۰	۳۰	۵۹/۷۵	۵۰	۱۰۰	۷۰	۶۹/۳۴
۱۱	۷۲/۶۰	۳۱	۳۳/۸۶	۵۱	۱۰۰	۷۱	۵۱/۱۲
۱۲	۹۷/۴۶	۳۲	۱۰۰	۵۲	۴۳/۳۹	۷۲	۲۳/۱۳
۱۳	۶۳/۵۱	۳۳	۱۰۰	۵۳	۱۰۰	۷۳	۶۰/۴۵
۱۴	۱۰۰	۳۴	۱۰۰	۵۴	۱۰۰	۷۴	۱۰۰
۱۵	۱۰۰	۳۵	۴۶/۶۲	۵۵	۳۶/۶۲	۷۵	۱۰۰
۱۶	۴۸/۲۲	۳۶	۱۰۰	۵۶	۴۲/۰۹	۷۶	۱۰۰
۱۷	۶۱/۱۷	۳۷	۵۱/۶۹	۵۷	۵۸	۷۷	۴۰/۲۷
۱۸	۱۰۰	۳۸	۴۸/۲۴	۵۸	۷۶/۹۷	۷۸	۴۴/۷۲
۱۹	۱۰۰	۳۹	۴۱/۲۳	۵۹	۱۰۰	۷۹	۳۴/۱۵
۲۰	۱۰۰	۴۰	۴۶/۹۵	۶۰	۵۷/۱۶	۸۰	۱۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۰. کارایی باغ‌داران انار در حالت افزایش ۵۰ درصدی تولید

باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)	باغ	کارایی (درصد)
۱	۸۶/۷۴	۲۱	۱۰۰	۴۱	۱۰۰	۶۱	۷۷/۱۶
۲	۸۶/۹۰	۲۲	۱۰۰	۴۲	۶۴/۴۱	۶۲	۱۰۰
۳	۵۵/۶۶	۲۳	۱۰۰	۴۳	۳۵/۶۱	۶۳	۶۴/۹۷
۴	۵۵/۶۵	۲۴	۱۰۰	۴۴	۱۰۰	۶۴	۱۰۰
۵	۵۲/۸۰	۲۵	۵۶/۶۳	۴۵	۱۰۰	۶۵	۷۳/۳۳
۶	۴۹/۰۶	۲۶	۶۷/۹۱	۴۶	۶۵	۶۶	۷۰/۰۹
۷	۱۰۰	۲۷	۶۱/۷۴	۴۷	۸۵/۲۹	۶۷	۵۲/۲۱
۸	۶۱/۹۸	۲۸	۶۱/۲۹	۴۸	۴۷/۷۹	۶۸	۷۲/۶۸
۹	۴۸/۰۱	۲۹	۱۰۰	۴۹	۶۵/۲۰	۶۹	۱۰۰
۱۰	۱۰۰	۳۰	۵۹/۷۵	۵۰	۱۰۰	۷۰	۶۹/۳۴
۱۱	۷۲/۶۰	۳۱	۳۳/۸۶	۵۱	۱۰۰	۷۱	۵۳/۶۰
۱۲	۸۵/۱۹	۳۲	۸۵/۹۲	۵۲	۴۳/۳۹	۷۲	۱۰/۶۷
۱۳	۶۳/۵۱	۳۳	۱۰۰	۵۳	۱۰۰	۷۳	۵۷/۶۲
۱۴	۱۰۰	۳۴	۱۰۰	۵۴	۸۳/۳۳	۷۴	۸۳/۵۱
۱۵	۱۰۰	۳۵	۴۶/۶۲	۵۵	۳۶/۶۲	۷۵	۱۰۰
۱۶	۴۸/۲۲	۳۶	۸۹/۸۶	۵۶	۴۲/۰۹	۷۶	۸۲/۸۵
۱۷	۶۱/۱۷	۳۷	۵۱/۶۹	۵۷	۵۸	۷۷	۴۰/۲۷
۱۸	۱۰۰	۳۸	۴۸/۲۴	۵۸	۷۶/۹۷	۷۸	۴۴/۷۲
۱۹	۱۰۰	۳۹	۲۷/۳۵	۵۹	۱۰۰	۷۹	۳۴/۱۵
۲۰	۱۰۰	۴۰	۴۶/۹۵	۶۰	۵۷/۱۶	۸۰	۹۶/۵۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۱۱. ویژگی‌های کمی کارایی سناریوها

سناریو	میانگین کارایی	حداکثر	حداقل
حالت پایه	۷۲/۴۲	۱۰۰	۱۰/۶۷
افزایش اشتغال	۷۲/۴۶	۱۰۰	۱۰/۶۷
کاهش ۵۰٪ مصرف آب	۷۲/۲۲	۱۰۰	۱۰/۶۷
افزایش ۵۰٪ استفاده از ماشین‌آلات	۷۴/۷۰	۱۰۰	۱۵/۳۸
کاهش ۵۰٪ استفاده از ماشین‌آلات	۷۰/۲۱	۱۰۰	۸/۳۴
کاهش ۵۰٪ مصرف کود شیمیایی	۷۵/۱۵	۱۰۰	۲۳/۱۳
افزایش ۵۰٪ تولید	۷۲/۶۲	۱۰۰	۱۰/۶۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

است. نهاده سم در بین سایر نهاده‌ها کم‌ترین مقدار انرژی را داشت، که دلیل آن پایین بودن دفعات سم‌پاشی در روستا بود. نسبت انرژی برای تولید این محصول ۱/۹۸ به دست آمد که این رقم نشان می‌دهد به ازای مصرف یک واحد انرژی در حدود ۱/۹۸ واحد انرژی تولید شده است. شاخص بهره‌وری انرژی ۰/۴۲ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد و هرچه این نسبت بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی می‌باشد. شدت انرژی ۲/۴۱ مگاژول بر کیلوگرم و شاخص افزوده خالص انرژی ۶۶۳۱/۳۵ مگاژول بر هکتار و مثبت به دست آمد. هم-چنین نتایج تحلیل داده‌ها نشان داد که در حالت کاهش استفاده از ماشین‌آلات تنها ۱۶ باغ انار کارا است و میانگین کارایی در این حالت پایین‌ترین مقدار را داشت. و همین‌طور با کاهش مصرف کودهای شیمیایی باغ‌های بیش‌تری کارا می‌شوند یا به سمت کارایی میل می‌کنند.

پیشنهاد می‌شود که از کودهای شیمیایی در باغات انار کمتر استفاده شود و همچنین چون بکار بردن ماشین‌آلات در این باغات باعث افزایش کارایی می‌شود، می‌توان در کارهایی که انجام آن‌ها بوسیله‌ی ماشین‌آلات امکان‌پذیر است با بکار بردن ماشین‌های کشاورزی هم در وقت صرفه‌جویی کرد و هم میزان کارایی را بالا برد.

با توجه به جدول ۱۱ می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش مصرف کود شیمیایی و یا بهینه مصرف کردن آن می‌توان باغات بیش‌تری را کارا کرد و از آلودگی هرچه بیش‌تر محیط‌زیست نیز جلوگیری کرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج ارزیابی میزان مصرف انرژی در تولید میوه انار در روستای دوغ‌آباد، شهرستان مه‌ولات، نشان می‌دهد میزان عملکرد انار در این روستا پایین است، که علت پایین بودن آن را می‌توان پایین بودن میزان انرژی ورودی یا بهینه نبودن میزان انرژی مصرفی در تولید این محصول دانست. کارایی انرژی تولید انار در این روستا پایین به دست آمد که برای بهبود آن باید به-دنبال راه‌کارهایی جهت افزایش عملکرد محصول بود و یا این که در مصرف انرژی‌های ورودی صرفه‌جویی کرد. در بین نهاده‌های مصرفی، نهاده سوخت دیزل به عنوان پرمصرف‌ترین نهاده انرژی در تولید به دست آمد، که دلیل بالا بودن مصرف این نهاده فرسودگی ماشین‌ها می‌تواند باشد. پس از سوخت دومین نهاده پرمصرف کود شیمیایی ازته بود که دومین سهم انرژی مصرفی را در تولید انار داشت. انجام نشدن نمونه‌برداری از خاک و برگ برای تعیین مقدار مصرف بهینه‌ی کود شیمیایی و استفاده بی-رویه از آن باعث افزایش سهم این نهاده در انرژی کل شده

منابع

- اسماعیل پورتروجنی، م.، عمادی، ب.، خجسته پور، م. و کوثری-مقدم، آ. ۱۳۹۳. تأثیر اندازه و موقعیت باغ بر شاخص‌های انرژی و اقتصادی تولید انار در شهرستان بهشهر. دهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران.
- اسفنجاری کناری، ر.، شعبان‌زاده، م.، جانسوز، پ. و امید، آ. ۱۳۹۴. بررسی کارایی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران. مهندسی بیوسیستم ایران، (۲): ۱۳۴-۱۲۵.
- ایمان‌مهر، ع. ۱۳۹۷. بررسی کارایی مصرف انرژی در تولید و عملکرد بادرنجبویه. یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران، ۱۲-۱۴ شهریور ۱۳۹۷، همدان.
- بابایی، م.، رستگاری پور، ف. و صوحی صابونی، م. ۱۳۹۱. بررسی کارایی گلخانه‌های خیار با کاربرد رهیافت تحلیل پوششی بازه‌ای. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۶(۲): ۱۱۷-۱۲۵.
- خیبری، س.، بهروز، الف. ح. و شهیدی، ص. ۱۳۹۴. مقایسه کارایی زمین‌های کشاورزی در دو حالت سنتی و بعد از اجرای طرح یک‌پارچه‌سازی اراضی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس تحقیق در عملیات، ۳۱ اردیبهشت-۱ خرداد، مشهد.
- داورپناه، س.، تهرانی‌فر، ع.، داوری‌نژاد، غ. ح.، آبادیا، خ. و خراسانی، ر. ۱۳۹۷. اثر اسید هیومیک روی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی انار رقم اردستانی. مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۱۸ (۱): ۶۹-۸۱.
- طغرایی سمیرمی، م.، عارف‌نژاد، م. و سبحانی، م. ۱۳۹۰. کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تجزیه و تحلیل کارایی عملکرد منابع انسانی. مجموعه مقالات سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، ۳۰-۲۹ تیر، فیروزکوه.
- عبدشاهی، ع.، تاکی، م.، گلابی، م. ر. و حداد، م. ۱۳۹۲. بررسی کارایی انرژی محصول گندم به روش تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی دشت مهیار شهرستان شهرضا). مجله اقتصاد کشاورزی، ۷ (۴): ۵۷-۷۴.
- فتحی، ر.، امجدپور، ف.، کوچک‌زاده، الف. و عزیزپناه، الف. ۱۳۹۷. الگو و کارایی مصرف انرژی تولید گندم به کمک رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها، مطالعه موردی: شهرستان چرداول، استان ایلام. نشریه زراعت دیم ایران، (۱): ۳۳-۴۶.
- قادرزاده، ح. و پیرمحمدیانی، ز. ۱۳۹۸. بررسی کارایی انرژی در تولید سیب‌زمینی استان همدان. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۲ (۲): ۱۶۷-۲۰۲.
- گزارشات آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی، ۱۳۹۷.
- محمدی، ح. و مهری، م. ۱۳۹۴. بررسی کارایی استفاده از انرژی در تولید محصول پسته در استان یزد. مطالعات اقتصاد انرژی، (۴۶): ۱۳۴-۱۱۳.
- یعقوبی، ح.، الماسی، م.، باخدا، ح.، یعقوبی، ح. و یعقوبی، ع. ۱۳۹۲. بررسی و تعیین شاخص‌های انرژی و اقتصادی باغات پرتقال (مطالعه موردی: شهرستان ساری). مهندسی زیست سامانه، ۲(۳).
- کاظمی، ح. و زارع، س. ۱۳۹۳. ارزیابی و مقایسه جریان انرژی در مزارع گندم شهرستان‌های گرگان و مرودشت. تحقیقات غلات، (۳): ۲۲۷-۲۱۱.
- Akcaoz, H., Ozcatalbas, O. and Kizilay, H. 2009. Analysis of energy use for pomegranate production in Turkey. Journal of Food, Agriculture and

- HG. 2014. Optimization of energy required and Greenhouse Gas Emissions analysis for Orange Producers using data envelopment analysis approach. *Journal of Cleaner Production*, (65): 311-317.
- Ozalp, A., Yilmaz, S., Ertekin, C. and Yilmaz, I. 2018. Energy analysis and Emissions of greenhouse gases of pomegranate production in Antalya province of Turkey. *Journal of Erwerbs-Obstbau*, 60: 321-329.
- Qasemi-Kordkheili, P., Kazemi, N., Hemati, A. and Taki, M. 2013. Energy consumption, input-output relationship and economic analysis for nectarine production in Sari region, Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5 (2): 125-131.
- Rafiee, Sh., Mousavi avval, S. H. and Mohammadi, A. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Journal of Energy*, 35: 3301-3306.
- Royan, M., Khojastehpour, M., Emadi, B. and Ghasemi-Mobtakr, H. 2012. Investigation of energy inputs for peach production using sensitivity analysis in Iran. *Journal of Energy Conversion and Management*, 64: 441-446.
- Tabatabaie, S. M. H., Rafiee, S., Keyhani, A. and Heidari, M. D. 2013. Energy use pattern and sensitivity analysis of energy inputs and input costs for pear production in Iran. *Journal of Renewable Energy*, 51: 7-12.
- Environment, 7 (2): 475-480.
- Ali, Q., T.I Khan, M. and N.I Khan, M. 2017. Impact of energy efficiency improvement on greenhouse gas in off-season tomato farming: Evidence from Punjab, Pakistan. *Journal of Advances in Energy Research*, 5 (3): 207-217.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. and Seiford, L. M. 1994. *Data envelopment analysis: theory, methodology and applications*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Canakci, M. 2010. Energy use pattern and economic analyses of pomegranate cultivation in Turkey. *Journal of Agricultural Research*, 5 (7): 491-499.
- Gianpietro, M., Cerretelli, G. and Pimentel, D. 1992. Energy analysis of agricultural ecosystems management: human return and sustainability. *Journal of Agriculture Ecosystems and Environment*, 38: 219-244.
- Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M. and Lin, B. J. 2013. Data envelopment analysis 1978–2010: A citationbased literature survey. *Journal of Omega*, 41 (1), 3-15.
- Loghmanpour Zarini, R., Yaghoubi, H. and Akram, A. 2013. Energy use in citrus production of Mazandaran province in Iran. *Journal of African Crop Science*, 21 (1): 61-65.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S. S., Mousavi Avval, S. H. and Rafiee, SH. 2011. Energy efficiency Improvement and input cost saving in kiwi fruit production using data envelopment analysis approach. *Journal of Renewable Energy*, 36 (9): 2573-2579.
- Nabavi Pelesaraei, A., Abdi, R., Rafiee, SH., Mobtakr,

Energy consumption pattern and its performance review the pomegranate orchards case study: dough abad village, mahvelat city

Tina Mortazavi nia¹ and Fatemeh Rastegaripour^{2*}

Submitted: 16 August 2020

Accepted: 27 September 2020

Abstract

In this study, the amount of energy consumption and its efficiency for pomegranate fruit production in areas of Mahwalat city of Khorasan-Razavi, was investigated by data envelopment analysis approach. The information required for the study was completed by completing 80 garden among pomegranate orchard farmers in 2017. According to the data collected from the field study on how to perform agricultural operations on this crop, the amounts of input and output energies were calculated and their efficiency was evaluated. The results showed that the energy of two inputs of fuel and nitrogen fertilizer with 44.15 and 29.64%, respectively, were the most consumed energy inputs in production. The average production of pomegranate in Dughabad village was 7043.75 kg / ha and the total energy consumption in pomegranate orchards was 13383 MJ / ha. The results also showed that with decreasing the use of chemical fertilizers and increasing the use of machinery in pomegranate orchards, the average efficiency increases. Therefore, it is recommended to use less chemical fertilizers in pomegranate orchards. It is also suggested to increase the use of agricultural machinery to save time and increase efficiency.

Keywords: Energy, Performance, Pomegranate, Mahvelat city, Consumption Pattern

1 - Master's student , Department of Agricultural Economics, University of Torbat Heydarieh

2 - Assistant professor, Department of Agricultural Economics, University of Torbat Heydarieh

(*- Corresponding Author Email: f.rastegaripour@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/rdsj.2020.244078.1868