Archive of SID

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۵، ص ۵۳۶-۵۲۴

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 2, Fall - Winter 2016, p. 524-536

بررسی الگوی مصرف انرژی محصول گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی

مهدی شعبان زاده[۱*] - رضا اسفنجاری کناری[۲] - اعظم رضائی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

در حالی‌که جمعیت جهان در حال افزایش است، تولیدات کشاورزی همچنان بر پایه‌ی استفاده از منابع محدود و تجدیدناپذیر می‌باشند. علاوه بر بحث کمیابی، بهره‌برداری پیوسته و بدون وقفه از نهاده‌ها در درازمدت، سبب گسترش آلودگی، افت حاصلخیزی خاک و در نهایت سبب کاهش ظرفیت تولید در بخش کشاورزی می‌گردد. با این رویکرد در مطالعه حاضر میزان مصرف انرژی و شاخص‌های انرژی در تولید گوجه فرنگی استان خراسان رضوی محاسبه و سپس کارایی انرژی واحدهای مورد بررسی با استفاده از روش مرزی تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. اطلاعات مورد نیاز در مطالعه از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل۱۵۶ پرسشنامه به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای و با استفاده از فرمول کوکران از گوجه‌فرنگی‌کاران استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۱جمع‌آوری شده است. نتایج مطالعه نشان داد که تولید گوجه‌فرنگی در واحدهای تحت بررسی، به‌طور متوسط به $43/2\ GJha^{-1}$ انرژی ورودی نیاز دارد که از این میزان، آب آبیاری با سهم ۳۰ درصد از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. متوسط انرژی خروجی از سیستم نیز برابر با $35/3\ GJha^{-1}$ به‌دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری انرژی و کارآیی مصرف انرژی در واحدهای تحت بررسی به‌ترتیب $0/68\ MJkg^{-1}$ و ۰/۸۲ می‌باشند. همچنین نتایج بیان‌گر آن است که اگرچه درصد قابل توجهی از واحدهای تحت بررسی ناکارا هستند، با این وجود زارعانی که دارای سطح زیرکشت بالاتر هستند، از الگوی مصرف انرژی مناسب‌تری برخوردار بوده و کارآیی فنی این واحدها نسبت به سایر واحدها بالاتر است. لذا با توجه به نتایج، ضعف اصلی در ارتباط با مصرف انرژی و کارآیی فنی واحدهای تولید گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی استفاده نامناسب از نهاده‌ها به علت ضعف مدیریتی، ناآشنایی با روش‌های صحیح استفاده و ترکیب نهاده‌های تولیدی و همچنین کوچک بودن سطوح زیرکشت این محصول برای بهره‌برداران مختلف است.

واژه‌های کلیدی: انرژی تجدید شونده، بهره‌وری انرژی، گوجه فرنگی، نسبت انرژی

مقدمه

جمعیت جهان در حال افزایش است و تولیدات کشاورزی بر پایه‌ی استفاده از سوخت‌های فسیلی و دیگر منابع محدود و تجدیدناپذیر می‌باشند (Davani and Hasanzadeh, 2010). احتمال زیادی وجود دارد که با بهره‌برداری پیوسته و بدون وقفه از این نهاده‌ها در بلندمدت، ظرفیت تولید در بخش کشاورزی کاهش یابد و افزایش تولید مواد غذایی که در چند دهه‌ی گذشته مشاهده شده است، ادامه نیابد. استفاده از سوخت‌های فسیلی اگرچه برای بشر مزایای فراوانی داشته اما نگرانی‌هایی نیز در مورد مشکلات زیست محیطی ناشی از عملیات کشاورزی، همچون آلودگی، جنگل‌زدایی، افت حاصلخیزی خاک بدلیل فرسایش و بهره‌برداری بی‌رویه از خاک و همچنین نگرانی‌هایی در مورد کشاورزی فشرده به‌وجود آورده است (Jami al-Ahmadi, 2005). از عوامل اصلی افزایش مصرف انرژی می‌توان به افزایش جمعیت، محدودیت زمین‌های قابل کشت، ارزان بودن سوخت و کود و افزایش سطح زندگی بشر اشاره نمود (Kennedy, 2001). توجه به منابع طبیعی محدود و اثرات سوء ناشی از عدم استفاده مناسب از منابع مختلف انرژی روی سلامتی انسان و محیط زیست، بررسی الگوهای مصرف انرژی و گردش انرژی در بخش کشاورزی را ضروری ساخته است (Hatiril, 2005). بررسی نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم‌های مختلف کشاورزی که البته به نوع محصول و نوع مواد به‌کار گرفته شده در تولید محصول بستگی دارد، می‌تواند با مشخص ساختن نواقص موجود نقش اساسی را در پایداری تولید، بهینه‌سازی اقتصادی سامانه، حفظ ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ایفا نماید (Ozkan *et*

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد کشاورزی و توسعه، دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: shabanzadeh.mehdi@gmail.com)
۲- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
۳- کارشناس ارشد رشته اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

www.SID.ir

Archive of SID

al., 2004). لذا با توجه به اهمیت الگوی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، مطالعه حاضر قصد دارد تا الگوی مصرف انرژی تولید محصول گوجه فرنگی را مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد. با توجه به آن که این محصول، به‌عنوان ماده اولیه برای صنایع فرآوری گوجه‌فرنگی است و کاشت این محصول به‌عنوان یک منبع درآمدی و اشتغال مهم برای بسیاری از خانواده‌های روستایی می‌باشد. در ادامه به برخی از مطالعات داخلی و خارجی که در زمینه میزان مصرف انرژی در تولید گوجه‌فرنگی و تعیین کارآیی آن انجام شده است اشاره می‌شود. پاشایی و همکاران (۲۰۰۷)، میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌های استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه فوق نشان داد که در گلخانه‌های مورد مطالعه متوسط انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم گوجه‌فرنگی $MJha^{-1}$ ۰/۸۱ بوده است. همچنین در مطالعه فوق متوسط بهره‌وری انرژی، متوسط افزوده خالص انرژی و کارآیی انرژی نیز به‌ترتیب $kgMj^{-1}$ ۱/۳۳، $MJha^{-1}$ ۱۲۲۵- و ۰/۹۹ به‌دست آمد. جدیدی و همکاران (۲۰۱۲)، الگوی مصرف انرژی تولید گوجه‌فرنگی شهرستان مرند را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه فوق نشان داد که تولید گوجه‌فرنگی در واحدهای تحت بررسی، به‌طور متوسط به $MJha^{-1}$ ۶۵۲۳۹ انرژی ورودی نیاز دارد که از این میزان، انواع کودها با سهم ۵۰/۹۸ درصد از کل انرژی ورودی و آب آبیاری با متوسط سهم ۲۰/۶۷ درصد از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در مطالعه فوق نسبت کارآیی و همچنین بهره‌وری مصرف انرژی به‌ترتیب ۰/۵۹ و $kgMj^{-1}$ ۰/۷۴ محاسبه شده است. اوزکان و همکاران (۲۰۰۴)، نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی در تولید گوجه‌فرنگی منطقه آنتالیای ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه فوق کارآیی انرژی و بهره‌وری انرژی به‌ترتیب ۰/۸ و $kgMj^{-1}$ ۰/۹۹ محاسبه شد. اسنگان و همکاران (۲۰۰۷)، مصرف انرژی در تولید گوجه‌فرنگی استان توکات ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار انرژی مصرفی در تولید گوجه‌فرنگی $MJha^{-1}$ ۹۶۹۵۷ است که از این مقدار حدوداً ۴۲ درصد مربوط به سوخت دیزل و ۳۸ درصد مربوط به کود شیمیایی و ماشین‌آلات است. واردر و ستین (۲۰۰۸)، مصرف انرژی در تولید گوجه‌فرنگی منطقه جنوب مارمارای ترکیه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه فوق نشان داد که کل انرژی ورودی و خروجی برای تولید گوجه‌فرنگی، به‌ترتیب برابر با $GJha^{-1}$ ۴۵/۵۳ و $GJha^{-1}$ ۳۶/۳ است که از این میزان، ۳۴/۸۲ درصد مربوط به انرژی سوخت است. همچنین میزان کارآیی و بهره‌وری انرژی در مطالعه فوق به‌ترتیب برابر با ۰/۸ و $kgMj^{-1}$ ۰/۹۹ برآورد شده است. علاوه بر مطالعات اشاره شده، جهت تعیین الگوی مصرف انرژی برای محصولات مختلف نیز تاکنون مطالعات گوناگونی صورت گرفته که از میان مطالعات داخلی می‌توان به مطالعات شعبانی و همکاران (۲۰۱۰)، در مورد تعیین کارایی تولید گل میخک در گلخانه‌های استان مرکزی، موسوی و رفیعی (۲۰۱۱)، در مورد الگوی مصرف انرژی و رابطه بین انرژی نهاده‌ها و مقدار عملکرد محصول سویا در استان گلستان، لقمان پور زرینی (۲۰۱۴) در مورد مصرف انرژی و بررسی اقتصادی آن برای محصول هلو در استان مازندران و در میان مطالعات خارجی به مطالعات کاناکی و اکینسی (۲۰۰۶)، در مورد بررسی الگوی مصرف انرژی برای تولید سبزی و صیفی گلخانه‌ای، خان و همکاران (۲۰۰۹)، در مورد تحلیل کارآیی اقتصادی مصرف انرژی برای پنبه و برنج در کشور چین، ابراهیم و ابراهیم (۲۰۱۲)، در مورد بررسی الگوی مصرف انرژی برای تولید برنج در نیجریه اشاره نمود. بررسی مطالعات فوق بیان‌گر آن است که الگوی مصرف انرژی و کارآیی فنی واحدها در برخی از مطالعات برای محصول گوجه فرنگی و سایر محصولات کشاورزی مناسب و در برخی دیگر از موارد نامناسب بوده است. لذا مقایسه الگوی مصرف انرژی و کارآیی فنی واحدها در واحدهای با الگوی مصرف انرژی و کارآیی فنی مطلوب با واحدهای با الگوی مصرف انرژی و کارآیی فنی نامناسب، بیان‌گر این موضوع است که علت اصلی تفاوت در دو گروه به دو عامل مهم وابسته بوده و با آن ارتباط تنگاتنگ دارد. اولین موضوع نحوه استفاده از نهاده‌هاست. به‌طوری‌که در برخی موارد کمیابی و عدم دسترسی به منابع کافی و گاهی اوقات نیز عدم دانش کافی جهت استفاده و ترکیب مناسب نهاده‌ها، به الگوی مصرف انرژی نامناسب و کارآیی فنی پایین واحدها منجر شده است. همچنین عامل دوم، عامل مقیاس و اندازه واحدهاست. لذا در برخی موارد نیز بزرگ بودن واحدها می‌تواند در جهت بازدارندگی برای مصرف انرژی و همچنین کارآیی مناسب واحدها عمل نماید.

با توجه به مطالب بیان شده، هدف اصلی مطالعه حاضر تعیین میزان انرژی ورودی و خروجی، کارآیی مصرف انرژی و بررسی ارتباط بین انرژی نهاده‌ها و عملکرد محصول گوجه‌فرنگی در استان خراسان رضوی است. آمار و اطلاعات سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ نشان می‌دهد در استان خراسان رضوی ۱۴۴۲۹ هکتار گوجه فرنگی کشت شده است. این استان با تولید ۵۸۵ تن گوجه فرنگی جایگاه چهارم کشور از حیث تولید و سطح زیر کشت گوجه فرنگی را در اختیار دارد. انتخاب استان خراسان رضوی در مطالعه حاضر از آن جهت با اهمیت است که این استان علاوه بر سطح زیرکشت بالای این محصول از مهمترین استان‌های کشور در زمینه صنایع تبدیلی کشاورزی در تولید رب گوجه فرنگی است. بنابراین سالانه شمار زیادی از خانوارها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از کشت و تولید محصول گوجه فرنگی امرار معاش می‌کنند. لذا استفاده بهینه و کارآمد از منابع انرژی در این استان اهمیت ویژه‌ای دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

روش جمع‌آوری اطلاعات

کلیه اطلاعات مورد نیاز در مطالعه حاضر به صورت پیمایشی و از طریق نمونه‌گیری و تکمیل پرسشنامه از کشاورزان پانزده شهرستان عمده کشت محصول گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی جمع‌آوری شده است.[1] بر این اساس جهت دستیابی به نمونه‌ای مطلوب، که بتواند خصوصیات و ویژگی‌های کشاورزان فوق را متناسب با اهداف مطالعه بیان نماید از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای استفاده شده و بر این اساس با توجه به آن که حجم کل جامعه آماری در منطقه مورد مطالعه مشخص نبوده است لذا فرمول Cochran (1963) به منظور تعیین حجم نمونه به صورت رابطه (۱) تعریف گردیده است:

$$n = \frac{t^2\ s^2}{d^2} = \frac{(1.96)^2 (0.32)^2}{(0.05)^2} \approx 156 \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، n حجم مطلوب نمونه، s^2 واریانس نمونه و آماره t در سطح اطمینان ۹۵ درصد در نظر گرفته شده است. همچنین d (۰/۰۵) در رابطه مذکور دقت احتمالی مطلوب می‌باشد. بر این اساس در مطالعه حاضر، ابتدا با تعیین سطح زیرکشت محصول به‌عنوان صفت مورد مطالعه، تعدادی پرسشنامه از کشاورزان مورد مطالعه تکمیل گردید. سپس با توجه به حجم و واریانس نمونه پیش مطالعه و با به‌کارگیری رابطه (۱)، حجم نمونه مطلوب در مطالعه حاضر ۱۵۶ تعیین گردید. نکته حائز اهمیت آن است که در این مطالعه کشاورزان نمونه به‌طور مساوی از شهرستان‌های مذکور انتخاب نشده‌اند، بلکه به تناسب میزان سطح زیرکشت، تعداد نمونه‌ها در شهرستان‌ها متفاوت بوده است. به‌عنوان مثال از میان شهرستان‌های انتخاب شده، چون شهرستان مشهد بیشترین سطح زیرکشت را در بین شهرستان‌های فوق به خود اختصاص داده، لذا بیشترین تعداد نمونه از این شهرستان انتخاب شده است. برای آزمون قابلیت اعتماد یا پایایی پرسشنامه‌ی طراحی شده نیز از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد. با توجه به آن که آلفای کرونباخ در مطالعه حاضر ۰/۹۵۶ محاسبه شده، مشخص است که پرسشنامه مطالعه حاضر از پایایی و قابلیت اعتماد بالایی برخوردار است.

بررسی مطالعات صورت گرفته در زمینه تحلیل الگوی مصرف انرژی نشان می‌دهد که، اگرچه در همه مطالعات جهت محاسبه شاخص‌های انرژی از معیارهای یکسانی استفاده شده اما در اکثر مطالعات، جهت محاسبه کارآیی از روش ناپارامتریک و به خصوص روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. لذا این مطالعه از روش پارامتریک تحلیل مرزی تصادفی[2](SFA) برای بررسی کارآیی انرژی استفاده می‌نماید. برتری مدل پارامتری این است که در کنار سنجش میزان عدم کارآیی تأثیر عوامل تصادفی را نیز در نظر می‌گیرد. مشخصه اصلی این مدل ترکیبی بودن جزء خطای آن است که نشان می‌دهد بخشی از انحراف نقاط مشاهده شده از تابع مرزی ناشی از عدم کارایی انرژی و بخش دیگر ناشی از عوامل تصادفی است (Esfanjari Kenari and Zibaei, 2012) ویژگی این مدل نسبت به مدل‌های معمول اقتصادسنجی در این است که در برازش تابع، نقاط متوسط را در نظر نمی‌گیرد بلکه نقاط مرزی یا سرحدی را مورد توجه قرار می‌دهد. همچنین، این روش با در نظر گرفتن عوامل تصادفی و روابط بین عوامل تولید و محصولات تعریف بهتری از عدم کارآیی ارائه می‌دهد. در ادامه جهت رسیدن به اهداف مورد نظر در مطالعه، ابتدا شاخص‌های انرژی معرفی و سپس تکنیک مرزی تصادفی به‌عنوان معیار تحلیل کارآیی در مطالعه حاضر مورد بررسی قرار می‌گیرد. در نهایت نیز به روش جمع‌آوری اطلاعات در مطالعه حاضر اشاره می‌گردد.

شاخص‌های انرژی

شاخص‌های انرژی شامل چهار شاخص عمده کارآیی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص می‌باشند. شاخص کارآیی مصرف انرژی نشان‌دهنده آن است که به ازای هر $MJha^{-1}$ انرژی مصرفی به منظور تولید، چه میزان انرژی برداشت شده است. هرچه این نسبت بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده آن است که کارآیی انرژی بالاتر است. شاخص بهره‌وری انرژی نیز بیان‌گر آن است که به ازای هر $MJha^{-1}$ انرژی مصرفی نهاده، چند kg ستاده حاصل می‌شود (Sengar and Kothari, 2008). همچنین شاخص انرژی ویژه به‌صورت نسبت مجموع انرژی‌های ورودی به عملکرد محصول تعریف می‌گردد. لذا هرچه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد بیانگر هدر رفت بیشتر انرژی است و در نهایت شاخص انرژی خالص بیان‌گر خالص انرژی خروجی می‌باشد (Chauhan *et al.*, 2006).

نهاده‌های انرژی را می‌توان از دو دیدگاه تقسیم‌بندی نمود. در دیدگاه اول نهاده‌های انرژی به دو دسته تقسیم می‌شوند، نهاده‌هایی که انرژی مستقیم[3] (DE) و نهاده‌هایی که انرژی غیر مستقیم[4] (IDE) ایجاد می‌کنند. انرژی مستقیم شامل انرژی‌های حاصل از نیروی انسانی، آبیاری، سوخت و الکتریسیته و انرژی غیر مستقیم شامل انرژی بذر، ماشین آلات، کود و مواد شیمیایی می‌باشند (Yilmaz *et*

۱- پانزده شهرستان مورد مطالعه، در مطالعه حاضر شامل بجستان، برداسکن، بینالود، تربت‌جام، جغتای، چناران، خلیل‌آباد، درگز، زاوه، فریمان، قوچان، کاشمر، گناباد، مشهد و نیشابور می‌باشد.

2- Stochastic frontier analysis
3- Direct energy
4- Indirect energy

www.SID.ir

Archive of SID

.(*al.,* 2004

جدول ۱- هم‌ارز انرژی نهاده‌های مختلف

Table 1- Energy equivalent of different inputs

خروجی /ورودی **Input/output**	انرژی معادل **Energy equivalent (MJ ha^{-1})**	منبع **Reference**
گوجه فرنگی Tomato	0.8	Esengun *et al.* (2007)
نیروی انسانی Human labor (h)	1.96	Zangeneh *et al.* (2010)
ماشین آلات Machinery (h)	64.8	Singh *et al.* (2010)
سوخت دیزلی Diesel fuel(L)	56.31	Singh *et a*l. (2010)
آب آبیاری Water for irrigation (m3)	1.02	Zangeneh *et al.* (2010)
بذر Seed	1	Singh *et al.* (2010)
نیتروژن Nitrogen(kg)	66.14	Zangeneh *et al.* (2010)
فسفات Phosphate (kg)	12.44	Zangeneh *et al.* (2010)
پتاسیم Potassium (kg)	11.15	Zangeneh *et al.* (2010)
کود دامی Animal manure (kg)	0.30	Singh *et al.* (2010)

از دیدگاه دوم نیز نهاده‌های انرژی به دو دسته تقسیم می‌شوند، نهاده‌هایی که انرژی تجدیدپذیر[1] (RE) دارند به این مفهوم که دوباره بازسازی می‌شوند. این نهاده‌ها عبارتند از نیروی انسانی، کودآلی، بذر و آب. نهاده‌هایی که انرژی تجدیدناپذیر[2] (NRE) دارند، این نهاده‌ها معمولاً قابل بازسازی نیستند و عبارتند از سوخت دیزل، انرژی الکتریسیته، کودهای شیمیایی، مواد شیمیایی و ماشین‌آلات (Banaeian *et al.,* 2011). با توجه به مطالب عنوان شده نهاده‌هایی که در مطالعه حاضر در تولید محصول گوجه فرنگی مورد استفاده قرار گرفتند شامل سوخت دیزل، کودآلی، بذر، آب آبیاری، نیروی کار، ماشین‌آلات و کود شیمیایی می‌باشند. انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده از مطالعه پاشایی و همکاران (۲۰۰۷)، زنگنه و همکاران (۲۰۱۰)، سینگ و همکاران (۲۰۱۰) و چاوهان و همکاران (۲۰۰۶) جمع‌آوری شده است. جهت محاسبه انرژی نهاده‌ها و ستاده، مقدار نهاده در هکتار و همچنین سطح ستاده در ضرایب انرژی معادل ضرب می‌گردند (جدول ۱).

به منظور بررسی ارتباط بین انرژی نهاده‌ها و عملکرد محصولات به‌طور معمول از تابع تولید کاب داگلاس[3] استفاده می‌گردد. تابع تولید کاب داگلاس را می‌توان به شکل رابطه (۲) در نظر گرفت.

$$\ln Y_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n} \alpha_j \ln X_{ij} + e_i \quad i = 1,2,...,n \qquad (۲)$$

در این رابطه Y_i سطح عملکرد i امین بهره‌بردار و X_{ij} بردار انرژی نهاده‌های مصرف شده در تولید، α_j ضرایب نهاده‌ها که توسط مدل برآورد می‌شود و e_i مقدار خطا می‌باشد. براساس الگوی فوق همچنین می‌توان اثر انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را بر روی عملکرد بهره‌برداران به‌ترتیب براساس روابط (۳) و (۴) بررسی نمود.

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln DE + \beta_2 \ln IDE + e_i \qquad (۳)$$

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln RE + \alpha_2 \ln NRE + e_i \qquad (۴)$$

در دو الگوی فوق β و α ضرایب مربوط به نهاده‌ها هستند که توسط مدل برآورد می‌شوند.

در مطالعات مربوط به کارآیی باید شکل تابع تولید به نحو مناسبی انتخاب گردد. به‌طوری‌که دارای انطباق و سازگاری بیشتری با داده‌های مورد بررسی باشد. لذا در مطالعه حاضر در کنار تابع تولید کاب داگلاس، تابع تولید ترانسلوگ[4] نیز مطرح و لذا از میان این دو، فرم مناسب انتخاب می‌گردد. شکل کلی تابع تولید ترانسلوگ به صورت رابطه (۵) است. در صورتی که در رابطه فوق مقادیر β_{js} برابر با صفر باشد، تابع تولید ترانسلوگ به تابع تولید کاب داگلاس تبدیل می‌گردد.

$$LnY_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^{4} \beta_j LnX_{ji} + \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{4}\sum_{s=1}^{4} \beta_{js} LnX_{ji} X_{si} \qquad (۵)$$

1- Renewable energy

2- Non-renewable energy

3- Cobb–douglas production function

4- Translog production function

www.SID.ir

Archive of SID

در رابطه فوق همانند تابع تولید کاب داگلاس، Y_i نشان‌دهنده میزان تولید مزرعه iام است. X_{ji} میزان معادل انرژی j امین نهاده‌های استفاده شده در مزرعه iام است. Ln نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی است.

روش مرزی تصادفی

تابع تولید مرزی تصادفی، برای اولین بار توسط میوسن و واندن برک (۱۹۷۷) برای تخمین کارآیی فنی ارائه گردید. برتری این مدل نسبت به سایر مدل‌های محاسبه کارآیی در این است که مقدار خطای آن ترکیبی از دو جزء عدم کارآیی و سایر خطاهای آماری می‌باشد. به عبارت دیگر در این مدل بخشی از انحراف نقاط مشاهده‌شده از تابع مرزی ناشی از عدم کارایی و بخشی دیگر از آن نیز مربوط به عوامل تصادفی و خارج از کنترل مدیر است. در مدل مذکور تأثیر این دو جزء، به تفکیک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

$$Y_i = f(X_{ij}, \beta_0)\exp(\varepsilon_i) \qquad (۶)$$

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} X_{ij} + \varepsilon_i \qquad (۷)$$

در رابطه (۶)، Y_i تولید واحد iام، X_i بردار $m \times 1$ مقدار نهاده‌های تولید iام، β بردار $m \times 1$ از پارامترهای مجهول و ε_i جمله پسماند یا خطا است. در توابع مرزی تصادفی، جمله پسماند از دو جزء تشکیل شده است. این دو جزء مستقل از یکدیگرند. از این رو مدل خطای مرکب[1] نیز نامیده می‌شود.

$$\varepsilon_i = V_i - U_i \qquad (۸)$$

در رابطه (۸)، V_i جزء متفاوتی است که بیانگر تغییرات تصادفی تولید، متأثر از عواملی که خارج از کنترل مدیر واحدهاست. این جزء دارای توزیع نرمال، با میانگین صفر و واریانس σ_v^2 است $V_i \sim N(0,\sigma_v^2)$. U_i مربوط به عدم کارایی فنی واحدها است که عوامل مدیریتی را شامل می‌شود و دارای توزیع نرمال یک‌طرفه با میانگین صفر و واریانس σ_u^2 است $U_i \sim N(0,\sigma_u^2)$. برای واحدهایی که میزان تولید آن‌ها بر روی تابع تولید مرزی قرار دارد، U_i برابر با صفر و برای واحدهایی که تولید آن‌ها زیر منحنی تولید مرزی است، U_i بزرگتر از صفر است. بنابراین U_i بیان‌گر مازاد تولید مرزی از تولید واقعی در سطح معین از مصرف نهاده‌هاست. اجزاء مربوط به واریانس جمله خطای تابع تولید مرزی را می‌توان به رابطه (۹) نوشت.

$$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2 \qquad (۹)$$

1-Composed error model

بتیس و همکاران (۲۰۰۴)، به منظور محاسبه کارآیی فنی، پارامتر γ را ارائه نمودند که به صورت رابطه (۱۰) قابل محاسبه است.

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma^2} = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \qquad (۱۰)$$

در رابطه (۱۰)، در واقع پارامتر γ معنی‌دار بودن جزء عدم کارایی و اثر آن در مدل را ارزیابی می‌کند. این پارامتر در یک فرآیند حداکثرسازی تکراری برآورد گردیده و مقداری بین صفر و یک را اختیار می‌کند. اگر $\gamma = 0$ باشد $\sigma_u^2 = 0$، یعنی U_i در مدل وجود نداشته باشد، تمام تغییرات تولید و اختلافات بین واحدهای تولیدی مربوط به عوامل خارج از کنترل مدیر است. در این حالت روش حداقل مربعات معمولی به روش حداکثر درست‌نمایی ترجیح داده می‌شود. در شرایطی که بخشی از جمله پسماند مربوط به عوامل مدیریتی است، روش حداکثر درست‌نمایی را می‌توان به‌کار برد.

نتایج و بحث

با توجه به مباحث مطرح شده و انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده در تولید محصول گوجه فرنگی و همچنین میزان مصرف انرژی، معادل انرژی نهاده‌های مصرف شده برای تولید گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی طی یک دوره کشت محاسبه شده است. با توجه به آن که در اکثر مطالعات مربوط به الگوی مصرف انرژی، مقادیر انرژی ورودی و خروجی به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است، لذا در ادامه به منظور ارائه مطالب مهم‌تر تنها نتایج کلی حاصل از الگوی تولید و مصرف انرژی تولید محصول گوجه فرنگی ارائه و مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج نشان داد کل انرژی نهاده‌های مصرفی در تولید گوجه فرنگی برای یک دوره کشت و کل انرژی محصول تولیدی برای یک دوره کشت به‌ترتیب برابر با ۴۳۲۰۷ $MJha^{-1}$ و ۳۵۳۳۱ $MJha^{-1}$ است. همچنین نتایج بیان‌گر آن است که در استان خراسان رضوی به‌طور متوسط از سوخت دیزل به مقدار ۱۵۲ $litha^{-1}$، نیروی انسانی و ماشین‌آلات نیز به‌ترتیب به میزان ۹۸۷ hha^{-1} و ۴۴/۶ hha^{-1} طی یک دوره کشت استفاده شده است. کود فسفاته با متوسط ۴۹۹ kg در هکتار بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. متوسط میزان آب مورد نیاز نیز برای آبیاری ۱۲۵۹۶ m^3ha^{-1} محاسبه گردید.

در ادامه با توجه به انرژی نهاده‌های مصرفی و انرژی محصول تولیدی در تولید محصول گوجه فرنگی برای یک دوره کشت و همچنین عملکرد محصول، انرژی نهاده‌های مستقیم و غیرمستقیم، انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و شاخص‌های انرژی محاسبه شده است. با توجه به جدول ۲ کل انرژی نهاده‌های مصرفی می‌تواند به انرژی مستقیم (۵۳/۹ درصد)، انرژی غیر مستقیم (۴۶/۱درصد)، انرژی تجدیدپذیر (۵۰/۵ درصد) و انرژی تجدیدناپذیر

www.SID.ir

Archive of SID

(۴۹/۵درصد) تقسیم‌بندی شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، سهم انرژی مستقیم بیشتر از غیر مستقیم و سهم انرژی تجدیدپذیر بیشتر از انرژی تجدیدناپذیر است. همچنین همان گونه که از نتایج جدول فوق مشخص است کارایی مصرف انرژی ۰/۸۲ می‌باشد. این نسبت بیان‌گر این است که کشت گوجه‌فرنگی از نظر مصرف انرژی از کارآیی نسبتاً بالایی در منطقه برخودار نبوده است. لذا باید با افزایش عملکرد محصول و کاهش در مصرف انرژی نهاده‌ها، کارایی انرژی را افزایش یابد. مقایسه نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر مطالعات انجام شده نیز نشان می‌دهد که کارآیی انرژی تقریباً در همه مطالعات کمتر از یک بوده که به معنی ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی از نقطه نظر انرژی می‌باشد. همچنین شاخص بهره‌وری انرژی گلخانه‌ها، $kgMJ^{-1}$ ۰/۶۸ می‌باشد. در واقع این شاخص بیان می‌کند که به ازای هر $MJha^{-1}$ انرژی مصرفی، kg ۰/۶۸ محصول حاصل شده است. هرچه این نسبت بزرگتر باشد، نشانگر بهره‌وری بالاتر انرژی مصرفی می‌باشد. مقدار انرژی خالص نیز، $MJha^{-1}$ ۷۸۷۵- می‌باشد. این نسبت بیانگر خالص انرژی خروجی از مزرعه است و عملکرد سیستم را در خصوص مصرف انرژی نشان می‌دهد. منفی بودن این نسبت بیان می‌کند که به اندازه‌ای که انرژی وارد زمین کشاورزی شده، انرژی خارج نشده و در نتیجه عدم کارایی مصرف انرژی وجود دارد. همچنین در مطالعه حاضر نسبت انرژی ویژه برابر با $MJkg^{-1}$ ۱/۴۷ محاسبه شده است. نسبت فوق از نسبت کل انرژی مصرفی به مقدار محصول حاصل شده است. شاخص فوق هر چقدر بزرگ‌تر باشد نشان‌دهنده هدر رفت بیشتر انرژی است.

جهت بررسی رابطه میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصول از تابع تولید کاب داگلاس استفاده شده است.[۱] در تابع تولید فوق تولید محصول گوجه فرنگی تابعی از سوخت فسیلی، کودهای شیمیایی، سموم، نیروی کار، ماشین‌آلات، آب آبیاری و انرژی الکتریسیته در نظر گرفته شده است. تابع فوق با تکنیک حداقل مربعات معمولی[۲](OLS) برآورد شده است. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کاب داگلاس در جدول ۳ گزارش شده است.

براساس نتایج جدول فوق اثر انرژی نهاده‌های مصرفی آب آبیاری، کود حیوانی، کود شیمیایی پتاس، نیروی کار و سوخت دیزل بر تولید خیار گلخانه‌ای مثبت می‌باشد. همان گونه که از نتایج جدول ۳ مشخص است برای محصول گوجه فرنگی اثر انرژی نهاده مصرفی آب آبیاری، بذر و نیروی کار در سطح ۱ درصد و اثر انرژی نهاده‌های کود شیمیایی پتاس و سوخت دیزل در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول۲–انرژی نهاده‌های مستقیم و غیرمستقیم، انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و شاخص‌های انرژی

Table 2.Direct and indirect energy inputs, renewable and non-renewable energy and energy Indicators

نوع انرژی Type of energy	مقدار انرژی Energy value	درصد (%)
انرژی مستقیم Direct energy ($MJha^{-1}$)	23291	53.9
انرژی غیر مستقیم Indirect energy ($MJha^{-1}$)	19915	46.1
انرژی تجدیدپذیر Renewable energy ($MJha^{-1}$)	21817	50.5
انرژی تجدید ناپذیر Non- Renewable energy ($MJha^{-1}$)	21389	49.5
کل انرژی نهاده Total energy inputs ($MJha^{-1}$)	43206	
عملکرد محصول Yield ($MJha^{-1}$)	59331	
عملکرد محصول Yield ($kgha^{-1}$)	49442	
کارایی مصرف انرژی Energy ratio	0.82	
بهره‌وری انرژی Energy productivity ($kgMJ^{-1}$)	0.68	
انرژی خالص Pureenergy($MJ\ kg^{-1}$)	-7875	
انرژی ویژه Specific energy($MJkg^{-1}$)	1.47	

همچنین نتایج نشان‌دهنده آن است که از میان انرژی نهاده‌های مصرفی بالاترین اثر مربوط به دو نهاده نیروی کار و بذر و کمترین اثر مربوط به دو نهاده سوخت دیزل و کود پتاس است. همچنین با توجه به آن که گاما نزدیک به یک بوده و از لحاظ آماری نیز معنی‌دار است، لذا مشخص است که اختلاف میان واحدهای تولیدی به عوامل مدیریتی، استفاده ناکارآمد از تکنولوژی و عوامل تولیدی مربوط است. این نتایج در ادامه و با محاسبه کارآیی فنی بیشتر مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۱- جهت انتخاب میان تابع تولید کاب داگلاس و ترانسلوگ از آزمون LR استفاده شده و بر این اساس، تابع تولید کاب داگلاس انتخاب شده است.

2- Ordinary least square (OLS)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج حاصل از بررسی اثر انرژی نهاده‌های مصرفی بر عملکرد محصول گوجه‌فرنگی

Table 3- The result of examining the effect of inputs energy on tomato yield

متغیرهای مستقل Dependent variables	ضرایب Coefficient	معنی‌داری P value
جزء ثابت intercept	11.26	0.00*
آب آبیاری Water for irrigation	0.16	0.04**
بذر Seeds	0.24	0.04**
کود حیوانی Manure	0.19	0.61ns
کود ازت Nitrogen	0.13	0.56 ns
کود پتاس Potassium	0.04	0.00*
کود فسفات Phosphorus	0.08	0.68 ns
نیروی کار Human labor	0.24	0.04**
سوخت دیزل Diesel fuel	0.03	0.00*
σ^2	0.22	0.00*
γ	0.92	0.00*

ns، *، ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد را نشان می‌دهند.

ns, * and** show no significant and significant difference at probability levels of %1and %5, respectively.

در ادامه با تفکیک نهاده‌های انرژی به نهاده‌هایی که انرژی مستقیم و نهاده‌هایی که انرژی غیر مستقیم ایجاد می‌کنند و همچنین نهاده‌هایی که انرژی تجدیدپذیر و نهاده‌هایی که انرژی تجدیدناپذیردارند، اثر هر یک از دو گروه از نهاده‌های فوق بر عملکرد محصول مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از بررسی فوق در جدول ۴ گزارش شده است. بررسی نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیر مستقیم بر عملکرد محصول گوجه فرنگی مثبت و به‌ترتیب برابر ۰/۳۱ و ۰/۶۲ می‌باشد که اولی در سطح احتمال پنج درصد و دومی در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی‌دار می‌باشند. مقایسه اثر انرژی نهاده‌های مستقیم و غیرمستقیم نیز نشان می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های مستقیم بر عملکرد محصول گوجه فرنگی بیشتر از اثر انرژی نهاده‌های غیر مستقیم است.

مطالعه هاتریلی و همکاران (۲۰۰۶) روی تولیدات گوجه گلخانه‌ای در ایالت آنتالیای ترکیه تأثیر بیشتر انرژی‌های غیر مستقیم در افزایش تولید را نشان داد. بررسی نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر بر عملکرد محصول گوجه فرنگی مثبت و به‌ترتیب برابر با ۰/۷۳ و ۰/۲۶ است که البته اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر در سطح ۱ درصد و اثر انرژی نهاده‌های تجدید ناپذیر در سطح پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

جدول ٤- نتایج حاصل از برآورد اثر انرژی نهاده‌های مستقیم، غیرمستقیم، تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر برعملکرد محصول گوجه فرنگی

Table 4- The estimating result of effect of direct, indirect, renewable and non- renewable input energy on tomato yield

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln DE + \beta_2 \ln IDE + e_i$$

متغیرهای مستقل Dependent variables	ضرایب Coefficient	معنی‌داری P value
جزء ثابت Intercept	0.59	0.61ns
انرژی مستقیم Direct energy	0.31	0.04**
انرژی غیر مستقیم Indirect energy	0.62	0.00*
معیارهای خوبی برازش Goodness of fit criterias	R^2=0.63	F=19.76

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 \ln RE + \alpha_2 \ln NRE + e_i$$

جزء ثابت intercept	0.38	0.03**
انرژی تجدیدپذیر Renewable energy	0.73	0.01*
انرژی تجدیدناپذیر non- renewable energy	0.26	0.05**
معیارهای خوبی برازش Goodness of fit criterias	R^2=0.67	F=33.01

ns، *، ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد را نشان می‌دهند.

ns, * and** show no significant and significant difference at probability levels of %1and %5, respectively.

مقایسه اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر نیز نشـان

www.SID.ir

Archive of SID

می‌دهد که اثر انرژی نهاده‌های تجدیدپذیر بر عملکرد محصول گوجه فرنگی بیشتر از اثر انرژی نهاده‌های تجدیدناپذیر است.

همان‌گونه که در قسمت‌های پیشین اشاره شده است جهت محاسبه کارآیی انرژی در واحدهای مورد بررسی، از مدل مرزی تصادفی استفاده شده است. دو جدول ۵ و ۶ نتایج حاصل را نشان می‌دهند. در جدول ۵ نتایج حاصل از آزمون‌های مربوط به انتخاب فرم تابعی مناسب گزارش شده و در جدول ۶ نیز نتایج حاصل از برآورد فرم تابعی مناسب گزارش شده است. با توجه به جدول ۵، مقدار تابع درست‌نمایی در فرض H_0 (که نشان‌دهنده برتری تابع کاب داگلاس نسبت به ترانسلوگ است) کمتر از مقدار بحرانی کای- دو می‌باشد. بر این اساس فرض H_0 رد نشده است و نشان می‌دهد که تابع کاب داگلاس انطباق و سازگاری بیشتری با داده‌ها دارد، به عبارت دیگر، تابع کاب داگلاس نسبت به تابع ترانسلوگ برتری دارد. از این جهت محاسبه کارآیی تمامی تجزیه و تحلیل‌ها و محاسبات براساس فرم تابع کاب داگلاس انجام شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که براساس آزمون حداکثر درست‌نمایی، تابع تولید مرزی تصادفی چارچوب مناسبی برای تخمین تابع تولید و کارآیی فنی انرژی به شمار می‌رود.

همچنین با توجه به نتایج جدول ۶ از ۱۵۶ مزرعه مورد مطالعه، تعداد ۴۸ مزرعه دارای کارآیی فنی ۴۰-۰ درصد، ۵۹ مزرعه دارای کارآیی فنی ۶۰-۴۰ درصد، ۳۷ مزرعه دارای کارآیی فنی ۸۰-۶۰ و تعداد ۱۲ مزرعه دارای کارآیی فنی ۱۰۰-۸۰ می‌باشند. میانگین و واریانس کارآیی فنی نیز به‌ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۱۱ محاسبه شده است. این مقدار نزدیک به مطالعه (Karami, 2012) می‌باشد که الگوی مصرف انرژی تولید گوجه فرنگی گلخانه‌ای در استان فارس را مورد بررسی قرار داده است. در این تحقیق کارآیی مصرف انرژی ۵۰ درصد به‌دست آمده است. حداقل و حداکثر کارآیی فنی در این مزارع نیز به‌ترتیب برابر ۰/۲۳ و ۰/۹۸ می‌باشد. با توجه نتایج فوق و همچنین با توجه به نتایج مربوط به میانگین و واریانس می‌توان گفت که میان واحدهای کارا و ناکارا فاصله زیادی وجود دارد. همچنین نتایج بیان‌گر آن است که بیش از نیمی از مزارع مورد مطالعه کارآیی کمتر از ۵۰ درصد داشته‌اند به عبارت دیگر کارآیی فنی بیش از نیمی از مزارع پایین است و با توجه به اینکه میانگین کارآیی فنی مزارع در استان خراسان رضوی ۰/۵۷ می‌باشد بیان‌گر این امر است که با توجه به امکانات و سطح انرژی موجود، ۵۷ درصد از میزان محصولی که می‌توانست تولید شود، تولید شده است. بنابراین با بهبود کارآیی فنی می‌توان میزان تولید گوجه فرنگی را با توجه به همین امکانات و سطح انرژی نهاده‌های موجود حداکثر به میزان ۴۳ درصد افزایش داد. افزون برآن با افزایش کارآیی فنی مزارع استان نه تنها باعث افزایش تولید گوجه فرنگی می‌شود بلکه باعث بهبود شاخص‌های کارآیی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی خالص و انرژی ویژه می‌شود.

در ادامه در جدول ۷ ارتباط سطح زیر کشت با مصرف انرژی، شاخص‌های انرژی و کارآیی فنی واحدها مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نتایج جدول فوق مشخص است که کشاورزانی که دارای سطح زیرکشت بالاتر هستند از الگوی مصرف انرژی مناسب‌تری برخوردار بوده و کارآیی فنی این واحدها نسبت به سایر واحدها بالاتر است. به‌عنوان مثال در جدول فوق کارآیی فنی واحدهای با وسعت کمتر از ۰/۵ هکتار ۰/۵۲ بوده است.

جدول ۵- آزمون نسبت حداکثر درست‌نمایی تعمیم یافته برای انتخاب مدل مناسب

Table 5- The Generalized likelihood ratio (LR) test for select model

فرضیه صفر H_0	آماره χ^2 Statistic	درجه آزادی($\chi^2_{0.10}$)df	نتیجه آزمون Result of test	انتخاب مدل Select model
فرم کاب داگلاس(۱) Cobb-Doglas form $\mu=\gamma=0$	6.83	2.7(1)	عدم پذیرش Reject H_0	مرزی تصادفی Stochastic frontier
فرم ترانسلوگ(۲) Translog form $\mu=\gamma=0$	28.4	2.7(1)	عدم پذیرش Reject H0	مرزی تصادفی Stochastic frontier
فرم (۱) در مقابل فرم(۲) (1) in front of (2)	11.36	15.98(10)	پذیرش Accept H_0	کاب داگلاس Cobb-Doglas

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- تعداد و درصد انواع کارایی مزارع

Table 6- Number and percent of farm efficiency types

کارآیی فنی Technical efficiency		
درصد کارآیی Efficiency (%)	تعداد Number	درصد (%)
0-40	48	30.8
40-60	59	37.8
60-80	37	23.7
80-100	12	7.7
میانگین Average		0.57
انحراف معیار SD		0.11
حداکثر Max		0.98
حداقل Min		0.23

با این وجود همان گونه که از نتایج جدول فوق مشخص است با افزایش وسعت مزارع به ۱–۰/۵ و همچنین بالای ۱ هکتار کارآیی فنی واحدها به‌ترتیب به ۰/۵۵ و ۰/۶۳ گزارش شده است. لذا تلفیق این نتایج با نتایج حاصل از قسمت قبل گویای این مطلب است که ضعف اصلی در ارتباط با مصرف انرژی و کارآیی فنی واحدهای تولید گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی استفاده نامناسب از نهاده‌ها به علت ضعف مدیریتی و یا به عبارت دیگر ناآشنایی با روش‌های صحیح استفاده و ترکیب نهاده‌های تولیدی و همچنین کوچک مقیاس بودن سطوح زیرکشت این محصول برای بهره‌برداران مختلف است.

جدول ۷- کارایی مزارع و شاخص‌های انرژی براساس سطح زیرکشت

Table 7- Farm efficiency and energy index based on cultivated area

	اندازه مزرعه (هکتار)			میانگین
	بالای ۱	بین ۰/۵ تا ۱	زیر ۰/۵	
کارآیی فنی Technical efficiency	0.52	0.55	0.63	0.57
کارآیی مصرف انرژی Energy ratio	0.77	0.79	0.86	0.82
بهره‌وری انرژی Energy productivity ($kgMJ^{-1}$)	0.66	0.68	0.70	0.68
انرژی خالص Pure Energy($MJ\ kg^{-1}$)	-8246	-7598	-6456	-7875
انرژی ویژه Specific energy($MJkg^{-1}$)	1.24	1.39	1.56	1.47

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج مطالعه حاضر بیان‌گر ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی از نظر میزان مصرف انرژی می‌باشد. نتایج نشان داد از آن‌جایی‌که کشاورزان سیستم کشت جوی و پشته را به‌طور صحیح اجرا نمی‌کنند، میزان مصرف آب غیر کارا است. همچنین میزان مصرف کود در تولید گوجه‌فرنگی در منطقه مورد مطالعه کارا نیست. دلیل اصلی این موضوع می‌تواند مصرف نکردن کودهای شیمیایی بر طبق آزمایش‌های خاک باشد. اگر کشاورزان از کودهای شیمیایی بیشتر از مقدار توصیه شده استفاده کنند، موجب افزایش هزینه‌های تولید و مشکلات زیست‌محیطی شده و سلامت انسان‌ها را نیز به خطر می‌اندازد. همچنین نتایج نشان داد که میزان مصرف سوخت نیز غیر کارا است که بخشی از آن به دلیل اندازه کوچک مزارع کشت گوجه‌فرنگی و پراکندگی قطعات کشت شده می‌باشد. استفاده فراوان از نیروی کار در تولید گوجه‌فرنگی موجب هدر رفتن زمان زیادی از زارعین می‌شود که می‌توانند به فعالیت‌های سودآور دیگری بپردازند. به هر حال، استفاده فراوان از نهاده‌ها به منظور کسب حداکثر سود می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های تولید و افزایش انرژی‌های مصرفی نیز شود. استفاده از تمامی نهاده‌های تولیدی زمانی سودمند است که سیستم کارا باشد. با توجه به یافته‌ها مدیریت بهتر مصرف نهاده‌های تولیدی در کنار بزرگ شدن قطعات زمین‌های کشاورزی می‌تواند کارآیی انرژی را در منطقه بهبود ببخشد. لذا جهت بهبود شاخص‌های انرژی در کشت گوجه‌فرنگی، تعیین مقدار مناسب کود (به‌ویژه فسفات) جهت کشت گوجه‌فرنگی، برگزاری کلاس‌های

www.SID.ir

Archive of SID

آموزشی و چاپ بروشور برای کشاورزان جهت اجرای روش‌های صحیح در مصرف نهاده‌ها و استفاده از ماشین‌ها، اصلاح سیستم کشت جهت کاهش میزان آب مصرفی و استفاده از واریته‌های جدید بذر گوجه‌فرنگی در منطقه، جهت افزایش نسبت انرژی پیشنهاد می‌گردد. با توجه به نتایج لازم است تا در تحقیق دیگری اثر ارقام مختلف بذر گوجه‌فرنگی به روی عملکرد محصول (انرژی خروجی در واحد سطح) مورد مطالعه قرار گیرد زیرا ممکن است برخی از ارقام بذر گوجه فرنگی عملکرد بیشتری در واحد سطح داشته باشند. همچنین پیشنهاد می‌گردد که مطالعه‌ای در مورد اثر تغییرات انرژی نهاده‌های مصرفی به روی مقدار انرژی خروجی و شاخص‌های بهره‌وری انرژی، نسبت انرژی و افزوده خالص انرژی انجام پذیرد تا مشخص گردد که با دامنه وسیع تغییرات انرژی هر یک از نهاده‌های مصرفی، مقدار انرژی خروجی چه تغییری خواهند داشت.

References

1. Banaeian, N., M. Omid, and H. Ahmadi. 2011. Application of data envelopment analysis to evaluate efficiency of commercial greenhouse strawberry. Engineering and technology 3 (3): 185-193. (In Farsi).
2. Battese, G. E., D. S. P. Rao, and C. O'Donnell. 2004. A metafrontier production functions for estimation of technical efficiencies and technology gaps for firms operating under different technologies. Journal of Productivity Analysis 21: 91-103.
3. Canakci, M., and I. Akinci. 2006. Energy use pattern analysis of greenhouse vegetable production. Energy 31: 1243-1256.
4. Chauhan, N. S., P. K. Mohapatra, and K. P. Pandey. 2006. Improving energy productivity in paddy production through benchmarking- an application of data envelopment analysis. Energy conversation management 47: 1063-1085.
5. Cetin, B., and A.Vardar. 2008. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. Renewable energy 33: 428-433.
6. Cochran, W. G. 1963. Sampling techniques. John Wiley and Sons, Inc. New York.
7. Davani, D., and A. Hasanzadeh. 2010. Energy flow in dryland wheat fields of the Boshehr province and its impact on the environment. 6th national conference of agricultural machinery and mechanization, University of Tehran, Tehran. (In Farsi).
8. Ebrahim, H. Y., and H. I. Ebrahim. 2012. Energy use analysis for rice production in Nasarawa state, Nigeria. Tropical and subtropical agro ecosystems 15: 649-655.
9. Esengun, K., G. Erdal, O. Gunduz, and H. Erdal. 2007. An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. Renewable energy 32: 1873-1881.
10. Esfanjari Kenari, R., and M. Zibaei. 2012. Evaluation of technical efficiency and technology gap in the laying hen farms of Iran. Journal of agricultural economics and development 4: 252-260. (In Farsi).
11. Halirli, S. A. 2005. An econometricanalysis of energy input-output in Turkish agriculture. Renewable and sustainable energy reviews 9: 608-623.
12. Hatirli, S. A., B. Ozkan, and C. Fert. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renew energy 31: 427-38.
13. 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. Agricultural engineering 58: 119-130. (In Farsi).
14. Jami al-Ahmadi, M., B. Kamkar, and A. MahdaviDamghani. 2005. Agriculture, fertilizers and environment, first edition, Mashhad. (In Farsi).
15. Khan, M. A., S. Khan, and S. Mushtaq. 2009. Energy and economic efficiency analysis of rice and cotton production in China. Sarhad journal of agriculture 25 (2): 291-300.
16. Kennedy, S. 2001. Energy use in American agriculture. Sustainable energy term paper. Available from: www.web.mit.edu‹energylab‹proceeding.
17. Loghmanpour Zarini, R. 2014. Energy consumption and economic analysis for peach production in Mazandaran province of Iran. The experiment 20 (5): 1427-1435. (In Farsi).
18. Meeusen, W., and J. VandenBroeck. 1977. Efficiency estimation from Cobb- Douglas production functions with composed error. International economic reviews 18: 435-449.
19. Mousavi, H., and Sh. Rafiee. 2011. The functional relationship between energy inputs and yield value of

www.SID.ir

Archive of SID

soybean production in Iran. International journal of green energy 8 (3): 398-410. (In Farsi).
20. Ozkan, B., H. Akcaoz, and F. Karadeniz. 2004. Energy requirement and economic analysis of citrus production in Turkey. Energy conversion management 45: 1821-1830.
21. Pashaei, F., M. Rahmati, and P. Pashaei. 2007. Review and determine the energy consumption for the production of greenhouse tomatoes in Kermanshah province. 5th national conference of agricultural machinery and mechanization, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. (In Farsi).
22. Sengar, S. H., and S. Kothari. 2008. Economic evaluation of greenhouse for cultivation of rose nursery. African journal of Agricultural Research 3 (6): 435-439.
23. Shabani, Z., Sh. Rafiee, and H. Mohebi. 2010. Examining mechanization indices rose in greenhouse cultivation. 5th national conference of agricultural machinery and mechanization, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. (In Farsi).
24. Singh, H., D. Mishra, and N. M. Nahar. 2010. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in arid zone India – Part I. Energy convers manage 43 (16): 2275-2286.
25. Yilmaz, I., H. Akcoaz, and B. Ozkan. 2004. An analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. Renewable Energy 30: 145-155.
26. Zangeneh, M., M. Omid, and A. Akram. 2010. A comparative study on energy use and cost analysis of potato production under different farming technologies in Hamadan province of Iran. Energy 35: 2927-2933. (In Farsi).

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 2, Fall - Winter 2016, p. 524-536

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۵، ص ۵۳۶-۵۲۴

Investigating the energy pattern of tomato production in Khorasan Razavi province

M. Shabanzadeh[1*]- R. Esfanjari Kenari[2]- A. Rezaei[3]

Received: 26-07-2014
Accepted: 04-01-2015

Introduction

While the world's population is growing, agricultural production is still based on the use of limited and non-renewable resources. In addition to the scarcity of resources, their continuous using over the long term, causes the widespread pollution, loss of soil fertility and low agricultural production capacity, eventually. The main causes of the increase in energy consumption include the increase of world population, limited arable land, low price of fuel and fertilizer and noted increased levels of human life. Attention to limited resources and adverse effects resulting from the appropriate use of different energy sources on human health and the environment, has been required examining the energy consumption patterns and the flows of energy in the agricultural sector. Checking the share of input and output energy in different agricultural ecosystems, with attention to the type of product and the type of materials used in production, can help to identifying defects and play a fundamental role in the sustainable production, optimization of economic system, maintaining reserves of fossil fuels and mitigate air pollution. With this approach, in this present study energy consumption and energy indices for tomato production in Khorasan Razavi were studied.

Materials and Methods

The energy efficiency of units was analyzed using the stochastic frontier technique (SFA). Energy inputs from two perspectives have also been divided. In the first view of energy inputs, including inputs that have a direct energy (DE) and indirect energy (IDE). The second approach as well includes inputs that have renewable energy (RE) and non renewable energy (NRE).The data for this study was collected through interviews and completing 156 questionnaires using two-stage random sampling from tomato producer of Khorasan Razavi province in 2012.

Results and Discussion

The results showed that the energy consumption for tomato production in Khorasan razavi province of Iran were 43.2 GJ ha^{-1}. Water for Irrigation was attributed the greatest share of energy inputs (30%). The average amount of diesel fuel consumption was 152 lha^{-1}, Human resources and machinery were 987 h ha^{-1} and 44.6 h ha^{-1} respectively. The average amount of water needed for irrigation was 12596 m^3 ha^{-1}. Average energy output of the system was determined to be 35.3 $GJha^{-1}$. The share of different forms of energy inputs such as direct energy was 53.9%, indirect energy was46.1renewable energy was 50.5, and renewable energy was49.5%. According to the results, the share of indirect energy was higher than direct energy and the share of renewable energy was higher than renewable energy. Also the result of the study revealed that energy productivity and efficiency in the investigated units were 0.68 and $0.82MJha^{-1}$, respectively. The results show that the Cobb-Douglas function to calculate the efficiency has more consistency and adaptation with the data. In other words, Cobb-Douglas function is superior to the translog function. Average of technical efficiency was calculated 57%.

Conclusions

The results indicated that although a significant percentage of the investigated farms are inefficient, farmers with higher acreage have favorable energy consumption and technical efficiency of these farms was higher than that the other ones. Considering the obtained results, the main drawback associated with the technical efficiency of energy use and production of tomato in Khorasan Razavi is inappropriate use of inputs due to

1- Ph.D. Student of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran
2- Assistant Professor of Agricultural Economics, Agriculture College, Guilan University
3- M.Sc. of Agricultural Economics, Agriculture College, Zabol University
(*- Corresponding Author Email: shabanzadeh.mehdi@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

mismanagement, lack of information and also the small size of the farms. Based on the results the better management in the use of inputs and the enlargement of the size of agricultural land can improve energy efficiency in the region. Also, for improving the measures of energy flows in growing tomatoes, determining the appropriate amount of fertilizer (particularly phosphates) to grow tomatoes, conducting classes and printing the brochures for farmers to implement correct procedures in the use of inputs and the use of machines, correction of the system to reduce water consumption and cultivation of new varieties of tomato seeds in the region are recommended.

Keywords: Energy productivity, Energy ratio, Renewable energy, Tomato

www.SID.ir