ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و تولید محصول گوجه‌فرنگی در شهرستان مرند

رشید نقدی‌بناب[1*]، باب‌اله حیاتی[2]، قادر دشتی[3]
*۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
ایمیل نویسنده مسئول: ra_naghdi@yahoo.com

مقدمه

کشاورزی یک فرآیند تبدیل انرژی است. در این فرآیند انرژی نورخورشید، فرآورده‌های سوخت‌های فسیلی و الکتریسیته، به غذا و الیاف موردنیاز انسان تبدیل می‌گردد. تأمین غذا و نیازهای جمعیت روزافزون جامعه بشری نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتری در زمینه انرژی به عنوان یک نهاده داشته است. بخش کشاورزی سهم عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی، اشتغال و تجارت خارجی بدون نفت را به خود اختصاص داده و به دلیل تامین نیازهای ضروری جامعه و افزایش رشد اقتصادی و نیز خوداتکایی کشور در مورد نیازهای غذایی از جایگاه خاصی برخوردار است. مقدار کافی انرژی و استفاده موثر و کارآمد از آن پیش نیاز برای بهبود تولید کشاورزی می‌باشد. برخی معتقدند که به دلیل فراوانی نفت در ایران، نیازی به مطالعه و بررسی در مورد مصرف انرژی به ویژه در بخش کشاورزی نیست. علت نادرست بودن این تفکر آن است که اولا ایران بخش عمده‌ای از سوخت و کودهای شیمیای مور نیاز خود را از طریق واردات تامین می‌کند و از سوی دیگر، مطالعه و تحقیق در این زمینه، میزان پیشرفت کشور را در بخش کشاورزی آشکار می‌سازد و از این طریق به راحتی می‌توان به مشکلات و کمبودهای این بخش پی برد. علاوه بر این، پیوستن به سازمان تجارت جهانی، مستلزم تولید ارزان است واین بدون شناخت و دانش کافی از راه‌ها وابزارهای کاهش انرژی میسر نخواهد بود (شیرمحمدی و همکاران، ۱۳۸۷). رشد مداوم جمعیت انسانی، عرضه محدود زمین‌های زراعی و میل به یک استاندارد کلی در بهبود زندگی منجر به افزایش مطالبات برای نهاده انرژی، به حداکثر رساندن عملکرد و یا به حداقل رساندن کار فشرده و یا هردو می‌شود. در صنعت کشاورزی استفاده بهینه از منابع انرژی در دسترس، بسیار مهم است. چون برای پاسخگویی به افزایش شدت رقابت، بهره‌وری و حفظ شیوه زندگی روستایی مهم است و مقدار انرژی مورد استفاده در تولید محصولات کشاورزی باید طوری پردازش و توزیع گردد که متناسب با جمعیت در حال رشد باشد.

بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۶، ۳/۸ درصد از کل مصرف نهایی انرژی را به خود اختصاص داده است در حالیکه متوسط مصرف نهایی انرژی جهانی در این سال ۲/۲ درصد و متوسط مصرف نهایی انرژی کشورهای در حال توسعه ۱/۸ درصد بود (رمضانی و زیبایی، ۱۳۹۰). با توجه به اینکه مصرف زیاد عوامل تولید مانند کود شیمیایی، سوخت و آب آبیاری موجب مصرف زیاد انرژی می‌شود که در جهت ناپایداری است، توجه خاص به میزان مصرف انرژی در تولید محصول گوجه‌فرنگی در منطقه مورد مطالعه اهمیت فراوانی دارد. با مصرف بهینه کودشیمیایی و سوخت که در گروه انرژی تجدیدناپذیر قرار دارند، می توان علاوه بر حفظ ذخایر آنها در جهت پایداری نیز حرکت کرد. آب آبیاری نیز که یکی از نهاده‌های مهم و کمیاب تولید محسوب می‌شود با مصرف بهینه آن می‌توان ذخایر آب را حفظ کرده و یا در تولید محصولات بیشتر و دیگرموارد مورد استفاده قرار داد.

شهرستان مرند یکی از مناطق مستعد کشاورزی در استان آذربایجان‌شرقی می‌باشد. شهرستان مرند با ۵۰ هزار هکتار اراضی کشاورزی مستعد و تولید سالانه ۴۰۰ هزار تن انواع محصولات کشاورزی یکی از قطب های کشاورزی استان به شمار می‌آید. استان آذربایجان‌شرقی با تولید ۶/۲ درصد از گوجه‌فرنگی کشور رتبه ششم کشور را در این زمینه به خود اختصاص داده است (رنگریز، ۱۳۸۶) و شهرستان مرند نیز با تولید بیش از نیمی از این محصول در استان رتبه نخست را دارا می‌باشد. متوسط میزان آب مورد نیاز در طی دوره رشد گوجه‌فرنگی از سوی کارشناسان ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ مترمکعب در هکتار اعلام شده است که به دلیل سیستم جوی و پشته، متوسط میزان مصرف آب در منطقه ۱۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار می‌باشد (راعی‌جدیدی و همکاران، ۱۳۸۹). در این راستا هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی اثر انرژی نهاده‌ها بر روی انرژی حاصل از تولید گوجه‌فرنگی در شهرستان مرند می‌باشد و محاسبه کارایی و بهره‌وری تولید گوجه‌فرنگی از اهداف فرعی این پژوهش می‌باشد.

پیشینه تحقیق

برای بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و تولید محصولات مختلف در دنیا تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که در زیر به برخی از آنها به تفکیک مطالعات داخلی و خارجی و از قدیم به جدید اشاره می‌شود:

محمدیان (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان «بررسی امکان بهینه کردن نهاده‌های مکانیزاسیون با استفاده از شاخص‌های انرژی در کشاورزی شهرستان مشهد»، سیر انرژی در تولید سه محصول چغندرقند، کلزا و گوجه‌فرنگی را بررسی کرد. در مورد کلزا، نسبت انرژی ۱/۰۳ و بهره خالص انرژی ۱۸۱۲/۳ مگاژول در هکتار به دست آمده است. ۵۷ درصد از کل انرژی نهاده، صرف آبیاری شده و نهاده‌های انسانی تنها ۰/۵ درصد از مجموع انرژی ورودی برای تولید این محصول را شامل می‌شود.

پاشایی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در گلخانه‌های استان کرمانشاه پرادخته اند. نتایج بدست آمده نشان داد که متوسط انرژی مصرفی برای تولید یک کیلوگرم گوجه فرنگی گلخانه‌ای ۰/۸۰۸۱ مگاژول بوده است. بدین ترتیب معلوم شد که در گلخانه‌های مورد مطالعه در استان کرمانشاه راندمان و کارایی انرژی پایین بوده و به صرفه نمی‌باشد. اما به دلیل اینکه قیمت نهاده‌های مصرفی انرژی در کشور پایین، و قیمت محصول گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای بالا است بنابراین کشت گوجه فرنگی گلخانه‌ای در استان کرمانشاه از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. نتایج همچنین موید آن است که می‌توان با تغییر مدیریت در کشت گلخانه‌ای و اصلاح روش‌های کشت و تغییر در رقم بذر گوجه‌فرنگی، مصرف انرژی را کاهش داد.

راعی‌جدیدی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی میزان کارایی و بهره وری انرژی در تولید گوجه فرنگی در شهرستان مرند پرداختند. هدف این مطالعه تعیین میزان انرژی ورودی و خروجی در تولید گوجه‌فرنگی در سطوح مختلف کشت گوجه فرنگی می‌باشد. داده‌های مورد نیاز از طریق مراجعه حضوری و تکمیل ۱۴۰ پرسش‌نامه از گوجه فرنگی‌کاران روستاهای شهرستان مرند به دست آمد. نتایج نشان داد که میزان انرژی مورد نیاز برای تولید گوجه‌فرنگی در منطقه ۶۵/۲ گیگاژول در هکتار است که از این میزان حدود ۵۱ درصد سهم کودهای شیمیایی و ۲۱ درصد سهم آب مورد نیاز برای آبیاری می‌باشد. کارایی انرژی و بهره‌وری انرژی به ترتیب ۰/۶ و ۰/۷۴ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که مزارع متوسط در نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی موفق‌تر بودند.

رمضانی و زیبایی (۱۳۹۰) به بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط کشت زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس در سال ۱۳۸۸ پرداختند. هدف این مطالعه بررسی رابطه میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات می‌باشد. داده‌ها به شیوه مصاحبه جمع‌آوری گردید و با استفاده از برآورد تابع کاب-داگلاس نتیجه گرفته شد که در محصولات خیار و گوجه، اثر انرژی نهاده‌های مصرفی از قبیل نیروی انسانی، ماشین‌آلات و آب آبیاری بر عملکرد، معنی‌دار و مثبت است. در محصول خربزه اثر انرژی نهاده‌های مصرفی نیروی انسانی، مواد شیمیایی و آب آبیاری بر عملکرد معنی‌دار و مثبت و اثر انرژی نهاده کود منفی است. در محصولات گوجه و خربزه بیشترین اثر انرژی نهاده‌های مصرفی مربوط به نهاده نیروی کار و در محصول خیار مربوط به نهاده آب آبیاری است. همچنین نتایج نشان داد که اثر انرژی غیر مستقیم در افزایش تولید بیشتر از انرژی مستقیم و اثر انرژی تجدید نشونده بر عملکرد بیشتر از تجدید شونده است.

اوزکان و همکاران[1] (۲۰۰۴) با تجزیه و تحلیل انرژی ستاده – نهاده برای تولید سبزیجات گلخانه‌ای در آنتالیای ترکیه، با مطالعه روی چهار محصول گوجه‌فرنگی، خیار، بادمجان و فلفل دریافتند که تولید خیار با ۱۳۴/۷۷ گیگاژول بر هکتار، بیشترین مصرف انرژی، و پس از آن گوجه‌فرنگی با ۱۲۷/۳۲ گیگاژول بر هکتار، رتبه دوم مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. نسبت انرژی برای تولید گوجه‌فرنگی، فلفل، خیار و بادمجان گلخانه‌ای به ترتیب برابر با ۱/۲۶، ۰/۹۹، ۰/۷۶ و ۰/۶۱ به دست آمد. این امر نشان دهنده این مطلب بود که مصرف شدیدتر نهاده‌ها برای تولید سبزیجات گلخانه‌ای، با افزایش در مقدار محصول نهایی همراه نمی‌باشد. ادامه مصرف بی‌رویه نهاده‌ها ممکن است به بروز مشکلاتی همچون گرمایش جهانی و آلودگی ناشی از سموم منجر شود. این محققان توصیه کردند که برای جلوگیری از این مشکلات، راهکارهای جدیدی برای وا داشتن تولیدکنندگان به روش‌های کارامدتر مصرف انرژی برای افزایش محصول بدون نابودی منابع طبیعی اتخاذ گردد.

آدم و همکاران[2] (۲۰۰۶) به بررسی الگوی استفاده از انرژی و رابطه بین انرژیِ نهاده‌ها و ستاده‌های تولید گوجه‌فرنگی در استان آنتالیای ترکیه پرداختند. داده های مقطعی که با استفاده از پرسش‌نامه جمع‌آوری شده است، به منظور بررسی بهره‌وری در مزارع مختلف مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد که مزارع کوچک بهره‌ورتر از مزارع بزرگ در نسبت ستاده به نهاده می‌باشند و نیز نتایج تجربی نشان داد که صنعت گلخانه‌ای ترکیه به شدت به سوخت‌های فسیلی وابسته است.

هاتیرلی و همکاران[3] (۲۰۰۶) در تحقیقی دیگر در بررسی ارتباط میان نهاده‌ها و ستاده در تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای دریافتند که بیشترین انرژی مصرف شده، به ترتیب مربوط به گازوئیل (۳۴/۳۵ درصد)، کود (۲۷/۵۹ درصد)، برق (۱۶/۰۱ درصد)، سموم و مواد شیمیایی (۱۰/۱۹ درصد) و نیروی انسانی (۸/۶۴ درصد) می‌باشد. در گلخانه مورد مطالعه، متوسط تولید محصول و مصرف انرژی به ترتیب حدود ۱۶۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و ۱۰۶۷۱۶/۲ مگاژول در هکتار به دست آمد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که نسبت انرژی و انرژی ویژه به ترتیب برابر با ۱/۲ و ۱۲۳۸۰/۳ مگاژول بر تن می‌باشد. نتایج حاکی از این بود که از نظر نسبت انرژی، گلخانه‌های کوچکتر از گلخانه‌های بزرگتر بازدهی بیشتری داشتند. با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس، محصول گوجه‌فرنگی به عنوان یک متغیر درونی، تابعی از متغیرهای بیرونی کود، سموم و مواد شیمیایی، ماشین‌آلات، نیروی انسانی، آب آبیاری و انرژی بذر در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از برآورد تابع نشان داد که تمامی متغیرهای بیرونی به جز انرژی بذر، از نظر آماری معنی دار بوده و بر میزان محصول تاثیرگذار هستند. از این میان، نهاده‌ی نیروی انسانی با کشش

---

[1] Ozkan
[2] Adem
[3] Hatirli

۰/۵۶ بیشترین تاثیر را بر محصول داشت. پس از آن نیز نهاده‌ی کود با کشش ۰/۲۴ دومین نهاده‌ی تاثیرگذار شناخته شد. این پژوهش نشان داد که صنعت گلخانه‌داری ترکیه به شدت متکی به سوخت‌های فسیلی می‌باشد.

اسنگون و همکاران[۴] (۲۰۰۷) با تحلیل اقتصادی مصرف انرژی در تولید گوجه‌فرنگی در استان توکات ترکیه به این نتیجه رسیدند که میزان انرژی مصرف شده برای کشت گوجه‌فرنگی ۹۶۹۵/۳۶ مگاژول بر هکتار می‌باشد که ۲۴ درصد آن مربوط به گازوییل و ۳۸ درصد مربوط به کودها و ماشین‌آلات می‌باشد. نسبت انرژی برابر ۰/۸۰ و بهره‌وری انرژی نیز ۱/۰۰ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. در حدود ۷۶ درصد از کل انرژی نهاده نیز تجدیدناپذیر بوده، در حالی که فقط ۲۲ درصد تجدید پذیر بوده است.

اوزکان و همکاران (۲۰۱۱) به برسی نهاده و ستاده و روابط بین آنها در محصولات زمستانه گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در استان آنتالیای ترکیه با استفاده ار تابع تولید کاب داگلاس پرداختند. هدف این مطالعه تعیین میزان مصرف انرژی‌ها در تولیدات گلخانه‌ای می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که تولید محصول گوجه‌فرنگی باید با استفاده از منابع انرژی غیرمستقیم بهینه سازی شود و نیز استفاده بیش از حد از مواد شمیایی اثر معکوس بر عملکرد گذاشته و نیز موجب تخریب منابع طبیعی و ضرر به سلامتی انسان می‌شود. این مطالعه پیشنهاد کرد روش‌های بهینه سازی مصرف انرژی به کشاورزان آموزش داده شود.

فرضیه‌های تحقیق

۱. بین مقدار انرژی حاصل از کود شیمیایی و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.
۲. بین مقدار انرژی حاصل از آب آبیاری و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.
۳. بین مقدار انرژی حاصل از نیروی‌کار و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.
۴. بین مقدار انرژی حاصل از بذر گوجه‌فرنگی و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.
۵. بین مقدار انرژی حاصل از سوخت و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.
۶. بین مقدار انرژی حاصل از ماشین‌آلات و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.
۷. بین مقدار انرژی حاصل از سموم شیمیایی و مقدار انرژی حاصل از محصول گوجه‌فرنگی ارتباط وجود دارد.

[4] Esengun

روش‌شناسی

جامعه مورد مطالعه کشاورزان شهرستان مرند می‌باشد که در سال ۹۱-۱۳۹۰ اقدام به کشت گوجه‌فرنگی کرده‌اند. برای جمع‌آوری آمار و اطلاعات از ابزار پرسشنامه استفاده شده، روش نمونه‌گیری، طبقه‌بندی تصادفی دو مرحله‌ای با انتساب متناسب بود که طبقات مورد نظر همان دهستان‌های شهرستان مرند بوده، در مرحله اول از بین روستاهای این طبقات (دهستان‌ها) چند روستا به صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس در مرحله دوم در هر کدام از روستاهای انتخاب شده بر حسب تعداد بهره‌برداران با تعدادی از آنها مصاحبه حضوری انجام گرفت و پرسشنامه‌های مورد نظر تکمیل و اطلاعات اولیه جهت برآورد توابع عملکرد جمع آوری و تجزیه و تحلیل شدند. به منظور تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران به صورت رابطه (۱) استفاده گردید(سرمد و همکاران، ۱۳۸۵)

$$n = \frac{Nt^2 * s^2}{Nd^2 + t^2 s^2} = \frac{2400 \times (1.96)^2 \times 0.08}{2400 \times (0.05)^2 + (1.96)^2 \times 0.08} = 130 \qquad (۱)$$

که در رابطه (۱): n: حجم نمونه مورد نیاز، N: حجم کل جامعه، t: آماره t استیودنت در سطح احتمال ۵ درصد (۱/۹۶) ، s^2: واریانس صفت مورد مطالعه در جامعه که در تحقیق حاضر واریانس مقدار عملکرد مدنظر است، d: دقت احتمالی مطلوب (نصف فاصله حدود اطمینان). به منظور مشخص نمودن واریانس صفت جامعه مورد مطالعه (واریانس مقدار عملکرد)، تعداد ۳۰ نفر از کشاورزان خارج از نمونه آماری به صورت تصادفی انتخاب و پیش‌آزمون شد.

مقدار انرژی سوخت با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شده است:

$$E_p = Q_i \times E_i \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، E_p: انرژی سوخت بر حسب مگاژول بر هکتار، Q_i: مقدار سوخت مصرف شده بر حسب لیتر بر هکتار، E_i: انرژی معادل هر لیتر سوخت بر حسب مگاژول از جدول ۱ است (چمسینگ و همکاران[5]، ۲۰۰۶).

برای محاسبه انرژی ماشین‌ها، ابزار و ادوات از رابطه (۳) استفاده شده است:

$$ME = E \frac{G}{T} Q_h \qquad (۳)$$

[5] Chamsing

که در رابطه (۳): ME: انرژی ماشین‌آلات بر حسب مگاژول بر هکتار، E: معادل انرژی تولید ماشین‌آلات که برابر عدد ثابت ۶۲/۷ مگاژول است. G: وزن ماشین‌آلات بر حسب کیلوگرم، T: عمر مفید ماشین‌آلات بر حسب ساعت و Q_h: میزان کل ساعات کار ماشین‌آلات در یک فصل زراعی در هکتار است (محمدی و امید، ۲۰۱۰).

انرژی مصرفی در آب مورد نیاز گیاهان هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم محاسبه می‌گردد. در نوع مستقیم، انرژی لازم جهت بالا آوردن و تحت فشار قرار دادن آب مورد نیاز در هکتار می‌باشد. انرژی مستقیم آب آبیاری از رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$DE = \frac{\gamma g H Q}{\varepsilon_p \varepsilon_q} \quad (۴)$$

که در رابطه (۴): DE: انرژی مستقیم بر حسب ژول بر هکتار، γ: چگالی آب (۱۰۰۰کیلوگرم بر مترمکعب)، g: شتاب گرانش (متر بر مجذور ثانیه)، Q: میزان کل آب مور نیاز محصول در یک فصل زراعی بر حسب مترمکعب در هکتار، H: هد دینامیکی چاه، ε_p: بازدهی پمپ (تابع ارتفاع عمودی بالابر، سرعت و جریان آب) معمولا برابر ۰/۷ – ۰/۹ و ε_q: بازدهی کل تبدیل انرژی و توان (برای پمپ‌های برقی معمولا برابر ۰/۱۸–۰/۲ در نظر گرفته می‌شود) می‌باشد (مندل و همکاران[6]، ۲۰۰۲).

مقدار انرژی بذر ارز رابطه (۵) بدست می‌آید:

$$E_s = W_i \times E_i \quad (۵)$$

که در رابطه (۵): ES: انرژی بذربر حسب مگاژول بر هکتار، W_i: وزن بذر مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، E_i: انرژی معادل در هرگیلوگرم بذر بر حسب مگاژول می‌باشد (کیتانی[7]، ۱۹۹۸).

به منظور تعیین میزان انرژی مصرفی انواع کود بایستی درصد عنصر خالص را در انرژی ساخت هر واحد ضرب نمود، چرا که انرژی عمده تهیه کود مربوط به این بخش است. جمع انرژی مصرفی شامل تولید، بسته‌بندی، حمل و نقل می‌باشد. انرژی حاصل از انواع کود به صورت رابطه (۶) محاسبه شده است:

$$E_f = W_t \times E_i \quad (۶)$$

که در رابطه (۶): E_f: انرژی کود در هکتار بر حسب مگاژول، W_t: وزن کود مصرفی در هکتار بر حسب کیلوگرم، E_i: انرژی معادل هر کیلوگرم کود بر حسب مگاژول می‌باشد (میرینی و همکاران[8]، ۲۰۰۱).

---

[6] Mandal
[7] Kitani

برای تعیین میزان انرژی مصرفی سموم از رابطه (۷) استفاده شده است:

$$E_p = W_p \times E_i \quad (۷)$$

که در رابطه (۷): EP: انرژی سم مصرفی در هکتاربر حسب مگاژول، W_p: مقدار سم مصرف شده در هکتاربر حسب لیتر، E_i: انرژی معادل در هر لیتر سم بر حسب مگاژول است (اوزکان و همکاران، ۲۰۰۳).

جهت محاسبه انرژی مصرفی نیروی انسانی، با توجه به اطلاعات موجود در پرسش‌نامه، تعداد کارگر مورنیاز برای هر عملیات، همچنین زمان انجام هر عملیات توسط هر کارگر مشخص می‌شود، سپس از طریق منابع و جداول، هم‌ارز انرژی نیروی انسانی را در تعداد نفرات ضرب نموده و انرژی مصرفی بر حسب ساعت محاسبه می‌شود. سپس تعداد ساعات کاری هر نفر را نیز حساب کرده و در نهایت انرژی مصرفی برای نیروی انسانی محاسبه شود:

$$E_l = W_l \times E_i \quad (۸)$$

که در رابطه (۸): E_l: انرژی کارگری در هکتار بر حسب مگاژول، W_l: تعداد کارگر در هکتار بر حسب نفر، E_i: انرژی موجود به ازای هر کارگر بر حسب مگاژول است (مندل و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۱: معادل انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها

نهاده	واحد	انرژی معادل (مگاژول)	منبع
نیروی کار	ساعت بر روز	۱/۹۶	یلدیز و همکاران[9] (۱۹۹۳)
ماشین آلات	ساعت	۶۲/۷	سینق[10] (۲۰۰۲)
سوخت دیزل	لیتر	۵۶/۳۱	سینق (۲۰۰۲)
نیتروژن	کیلوگرم	۶۶/۴۱	شرستا[11] (۱۹۹۸)
فسفات	کیلوگرم	۱۲/۴۴	شرستا (۱۹۹۸)
پتاسیم	کیلوگرم	۱۱/۱۵	شرستا (۱۹۹۸)
کود آلی	کیلوگرم	۰/۳	سینق (۲۰۰۲)
سموم شیمیایی	کیلوگرم	۱۲۰	سینق (۲۰۰۲)
آب آبیاری	مترمکعب	۱/۰۲	آکاروگلا[12] (۱۹۹۸)
بذر گوجه‌فرنگی	کیلوگرم	۱	سینق (۲۰۰۲)
گوجه‌فرنگی	کیلوگرم	۰/۸	سینق (۲۰۰۲)

[8] Mrini
[9] Yaldiz
[10] Singh
[11] Shrestha
[12] Acaroglu

تولید عبارت است از عمل تبدیل نهاده‌های تولید به کالاها و خدماتی است که برای مصرف یا سرمایه‌گذاری مورد نیاز است. تابع تولید یک مفهوم کاملا فیزیکی است و بطور ساده رابطه بین ستاده و نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد. این تابع بیانگر حداکثر محصولی است که از ترکیبات مختلف نهاده‌های تولید به دست می‌آید (بخشوده و اکبری، ۱۳۷۵). در یک تقسیم بندی توابع تولید به توابع تولید انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر تقسیم می‌شوند. توابع انعطاف‌ناپذیر به دلیل نداشتن پارامترهای کافی محدودیت‌هایی را بر ساختار اعمال می‌کنند ولی توابع انعطاف‌پذیر به تعداد کافی پارامتر دارند که هیچ‌گونه محدودیت‌هایی را بر ساختار اعمال نمی‌کنند و از این نظر بر توابع انعطاف‌ناپذیر مزیت دارند. علاوه بر این، فرم‌های انعطاف‌پذیر امکان انعکاس اختلاف در شرایط تولید و مدیریت را نیز بهتر فراهم می‌کند و از لحاظ نظری می‌تواند به مناسب‌ترین صورت روابط تولیدی را مورد بررسی قرار دهند(حسین‌زاد و سلامی، ۱۳۸۳). پرکاربردترین توابع شامل، دو فرم از توابع انعطاف ناپذیر کاب-داگلاس و ترانسندنتال و سه فرم از توابع انعطاف پذیر ترانسلوگ، لئونتیف تعمیم یافته و درجه دوم تعمیم یافته است. هر پنج فرم تابعی را بایستی تخمین زده شود و بر اساس آماره‌های اقتصادسنجی مناسب‌ترین آن را انتخاب گردد.به عنوان نمونه فرم تجربی تابع درجه دوم تعمیم یافته به صورت رابطه (۹) است. در این مدل متغیرها به صورت زیر تعریف می‌شوند: Y_i: انرژی حاصل از عملکرد گوجه‌فرنگی، EP : معادل انرژی حاصل از سوخت، ME: انرژی حاصل از ماشین‌آلات، DE: معادل انرژی حاصل از آب، ES: معادل انرژی حاصل از بذر، EF: انرژی حاصل از کود (دامی و شیمیایی)، EP1: معادل انرژی حاصل از سموم شیمیایی، EL: معادل انرژی حاصل از نیروی کار که همگی بر حسب مگاژول بر هکتار، u_i اجزائ اخلال مدل و β ها پارامترهای الگو می‌باشند که بایستی برآورد شوند.

$$
\begin{aligned}
Y_i = {} & \beta_0 + \beta_1 EP + \beta_2 ME + \beta_3 DE + \beta_4 ES + \beta_5 Ef + \beta_6 Ep1 \\
& + \beta_7 El + \frac{1}{2}\beta_8 (EP)^2 + \frac{1}{2}\beta_9 (ME)^2 + \frac{1}{2}\beta_{10} (DE)^2 \\
& + \frac{1}{2}\beta_{11} (ES)^2 + \frac{1}{2}\beta_{12} (Ef)^2 + \frac{1}{2}\beta_{13} (EP_1)^2 + \frac{1}{2}\beta_{14} (El)^2 \\
& + \beta_{15} (EP)(ME) + \beta_{16} (EP)(DE) + \beta_{17} (EP)(ES) \\
& + \beta_{18} (EP)(Ef) + \beta_{19} (EP)(EP_1) + B_{20} (EP)(El) \\
& + \beta_{21} (ME)(DE) + \beta_{22} (ME)(ES) + \beta_{23} (ME)(Ef) \\
& + \beta_{24} (ME)(EP_1) + \beta_{25} (ME)(El) + \beta_{26} (DE)(ES) \\
& + \beta_{27} (DE)(Ef) + \beta_{28} (DE)(EP_1) + \beta_{29} (DE)(El) \\
& + \beta_{30} (ES)(Ef) + \beta_{31} (ES)(EP_1) + \beta_{32} (ES)(El) \\
& + \beta_{33} (Ef)(EP_1) + \beta_{34} (Ef)(El) + \beta_{35} (EP_1)(El) + u_i
\end{aligned}
\qquad (۹)
$$

کشش عوامل تولید سوخت، ماشین‌آلات، آب، بذر، کود شیمیایی، سم و نیروی‌کار در تولید گوجه‌فرنگی بر اساس انرژی برای الگوی فوق به صورت رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_p = [\beta_i + \beta_{ii} x_i + \sum_{j=2}^{n} \beta_{ij} x_j][\frac{x_i}{Y_i}] \quad (۱۰)$$

که در رابطه فوق E_P: کشش عملکرد، β_i: پارامترهای الگو، Y_i: عملکرد و X_i: نهاده‌های مورد استفاده در تابع درجه دوم تعمیم یافته می‌باشند.

برای بررسی اثر انرژی‌های مستقیم (انسان، دیزل و برق) و غیرمستقیم (کود دامی، مواد شیمیایی و ماشین‌آلات) روی گوجه‌فرنگی از تابع کاب – داگلاس، به فرم تجربی زیر استفاده شد.

$$Ln\, Y_i = \delta_0 + \delta_1 Ln\, DE + \delta_2 Ln\, IDE + u_i \quad (۱۱)$$

در رابطه (۱۱): Y_i: معادل انرژی عملکرد گوجه‌فرنگی بر حسب مگاژول بر هکتار، DE: معادل انرژی نهاده‌های مستقیم بر حسب مگاژول بر هکتار و IDE: معادل انرژی نهاده‌های که بطور غیر مستقیم در تولید انرژی تاثیر دارند بر حسب مگاژول بر هکتار می‌باشند. Ln نماد لگاریتم طبیعی، u_i اجزائ اخلال مدل و δها پارامترهای الگو می‌باشد که بایستی برآورد شوند.

برای بررسی اثر انرژی‌های تجدید شونده (نیروی کار، کود آلی، بذر و آب) و تجدید نشونده (سوخت، ماشین‌آلات، سموم شیمیایی و کود شیمیایی: کود اوره، فسفات و پتاس) از الگوهای تجربی تابع کاب-داگلاس، استفاده شد.

$$Ln\, Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 Ln RE + \alpha_2 Ln\, NRE + u_i \quad (۱۲)$$

در رابطه(۱۲): Y_i: معادل انرژی کل حاصل از محصول گوجه‌فرنگی، RE: معادل انرژهای تجدید شونده، NRE: معادل انرژی‌های تجدید نشونده بر حسب مگاژول بر هکتار که در تولید گوجه‌فرنگی مورد استفاده قرار گرفته است(همگی بر حسب مگاژول بر هکتار)، Ln: نماد لگاریتم طبیعی، u_i اجزائ اخلال مدل و αها پارامترهای الگو می‌باشد که بایستی برآورد گردند.

برای محاسبه کارایی، بهره‌وری و بهره‌ی خالص انرژی در تولید گوجه‌فرنگی به ترتیب از روابط (۱۳)،

(۱۴) و (۱۵) استفاده می‌شود (محمدی و امید، ۲۰۱۰).

$$\text{کارایی انرژی} = \frac{\text{انرژی ستاده} \left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{هکتار}}\right)}{\text{انرژی نهاده} \left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{هکتار}}\right)} \quad (۱۳)$$

$$\text{بهره‌وری انرژی} = \frac{\text{مقدار ستاده} \left(\frac{\text{کیلوگرم}}{\text{هکتار}}\right)}{\text{انرژی نهاده} \left(\frac{\text{مگاژول}}{\text{هکتار}}\right)} \quad (۱۴)$$

انرژی نهاده – انرژی ستاده = بهره‌ی خالص انرژی (۱۵)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج محاسبه انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده‌های گوجه‌فرنگی

پس از تکمیل و استخراج پرسش‌نامه‌ها مقادیر نهاده‌ها و معادل انرژی آنها بر اساس جدول ۱ و روابط (۲) تا (۸) در مزارع گوجه‌فرنگی مورد مطالعه تعیین گشت که در جدول ۲ نتایج آنها قابل مشاهده است.

جدول ۲: نتایج میزان نهاده و انرژی ورودی محصول گوجه‌فرنگی در شهرستان مرند در سال زراعی ۹۱–۱۳۹۰ در یک هکتار

نهاده	مقدار	انرژی معادل (مگاژول)	درصد از انرژی کل
۱- سوخت	۷۳/۸۲ (لیتر)	۴۱۷۵/۱۱	۷/۷۹
۲- ماشین‌آلات	۱۴/۷۰ (ساعت)	۹۲۱/۹۳	۱/۷۲
۳- آب‌آبیاری	۱۲۰۳۱/۵۹ (مترمکعب)	۱۲۲۷۲/۲۲	۲۳/۰۰
۴- بذر	۰/۲۷ (کیلوگرم)	۰/۲۷	۰/۰۰۵
۵- انواع کود			
کود دامی	۱۴۳۲۶/۹۲ (کیلوگرم)	۴۲۹۸/۵۴	۸/۰۵
اوره	۳۷۱/۵۳ (کیلوگرم)	۲۴۶۷۳/۹۳	۴۶/۲۵
فسفات	۳۰۸/۳۳ (کیلوگرم)	۳۸۳۶/۳۸	۷/۱۹
پتاس	۹۴/۰۳ (کیلوگرم)	۱۰۴۹/۰۰	۱/۹۶
۶- سموم شیمیایی	۲/۴۳ (لیتر)	۲۹۱/۸۴	۰/۵۴
۷- نیروی کار	۹۳۸/۷۵ (ساعت)	۱۸۳۹/۹۶	۳/۴۴
مجموع		۵۳۳۴۱/۲۱	۱۰۰

بر اساس جدول ۲ تولید گوجه‌فرنگی، به طور متوسط ۵۳ گیگاژول انرژی ورودی داشته که از این میزان، کود اوره با ۴۶/۲۵ درصد از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. پس از کود شیمیایی، آب‌آبیاری و کوددامی به ترتیب با ۲۳/۰۰ و ۸/۰۵ درصد، در رتبه‌های بعدی قرار دارند. کمترین انرژی ورودی نیز مربوط به بذر با ۰/۰۰۵ درصد از انرژی کل است.

نتایج محاسبه انرژی معادل ستاده برای محصول گوجه‌فرنگی

میزان تولید گوجه‌فرنگی در جدول ۳ نشان داده شده است. همچنین با توجه به اینکه انرژی معادل هر کیلوگرم گوجه‌فرنگی برابر ۰/۸ مگاژول می‌باشد، مقادیر انرژی ستاده بدست آمد.

جدول ۳: نتایج انرژی ستاده‌ی محصول گوجه‌فرنگی شهرستان مرند در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰

ستاده	مقدار (کیلوگرم بر هکتار)	انرژی معادل (مگاژول بر هکتار)
گوجه‌فرنگی	۴۴۴۲۳/۰۸	۳۵۵۳۸/۴۶

متوسط انرژی کل حاصل از گوجه‌فرنگی تقریبا برابر ۳۵ گیگاژول است، و باتوجه به اینکه حدود ۵۳ گیگاژول برای این مقدار تولید مصرف می‌شود، بیلان انرژی منفی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

نتایج برآورد توابع عملکرد گوجه‌فرنگی

ابتدا تمامی توابع عملکرد کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته گندم‌آبی برآورد گردید[13]. یکی از مشکلات داده‌های مقطعی ناهمسانی واریانس است که این مسئله با استفاده از آزمون واریانس ناهمسانی وایت مورد بررسی قرار گرفت. این آزمون در همه توابع مورد آزمون قرار گرفت و در توابعی که دچار ناهمسانی واریانس بودند برای رفع این مشکل از روش پیشنهادی وایت (۱۹۸۰) به شکل ماتریس سازگار واریانس ناهمسانی استفاده شده است. برای کشف هم‌خطی شدید بین متغیرهای توزیعی از ضریب همبستگی در هر یک از مدل‌ها استفاده شد و متغیرهایی که هم‌خطی شدید داشتند از مدل حذف گردیده است. البته برخی متغیرها به دلیل سطح معنی داری کم و عدم تاثیرگذاری بر نتایج از مدل‌های ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته حذف گردیده‌اند. مقایسه ضرایب برآورد شده در پنج الگوی مختلف نشان می‌دهد هر فرم تابعی به تعداد کافی پارامتر معنی دار داشته و مقدار آماره دوربین واتسون نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی بین اجزای اخلال

[13] به دلیل محدودیت صفحات از ذکر فرم‌های تجربی و نتایج همه مدل‌ها خودداری شده است

مدل‌ها می‌باشد. همچنین آماره F در هر یک از مدل‌ها بیانگر معنی‌داری کل رگرسیون از لحاظ آماری می‌باشد.

برای دست‌یابی به بهترین مدل و کاهش خطای تصریح سعی شد از بین الگوهای برآورد شده برترین آنها انتخاب شود. این انتخاب با توجه به آزمون نرمالیته بودن توزیع جملات اخلال، تعداد پارامترهای معنی‌دار و منطقی و مطابقت علائم و کشش‌ها با انتظارات در الگوهای برآورد شده صورت گرفته است. بر اساس آزمون نرمالیته بودن مشخص است که دو تابع درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته داری توزیع نرمال می‌باشند، اما با توجه به مقادیر و علائم کشش‌ها تابع درجه دوم تعمیم یافته که مطابقت بیشتری با انتظارات داشته، به عنوان تابع مناسب برای توضیح عملکرد گوجه‌فرنگی انتخاب شد که نتایج ان در جدول ۴ آمده است. لذا کشش‌ها بر اساس رابطه (۱۰) مورد محاسبه قرار گرفته که نتایج آن در جدول۵ آمده است.

جدول ۴: نتایج برآورد اثر انرژی‌های مصرفی روی عملکرد گوجه‌فرنگی براساس تابع عملکرد درجه دوم تعمیم یافته

پارامترها	ضرایب	آماره t	پارامترها	ضرایب	آماره t
β_0	-۳۷۶۸۸/۵۷*	-۱/۸۷	β_{18}	-۰/۰۰۰۰۰۱۶	-۰/۰۵
β_1	۱۲/۲۸***	۳/۵۷	β_{19}	-۰/۰۱۷***	-۳/۲۸
β_2	-۳۸/۷۰**	-۲/۲۵	β_{21}	۰/۰۰۱۸	۱/۴۹
β_3	-۱/۲۳	-۰/۸۰	β_{24}	۰/۰۷۴***	۲/۷۱
β_4	۳۹۹۳۹۲/۵***	۳/۷۳	β_{26}	۵/۱۵	۱/۰۴
β_5	-۰/۰۵	-۰/۱۷	β_{27}	-۰/۰۰۰۰۲۱**	-۲/۱۵
β_6	-۸۷/۱۳***	-۳/۰۸	β_{28}	۰/۰۰۲۳*	۱/۷۷
β_7	۲۰/۳۲**	۲/۴۹	β_{29}	۰/۰۰۰۸۷	۱/۵۲
β_{10}	-۰/۰۰۰۰۴	-۰/۷۶	β_{30}	۱/۱۲	۱/۱۴
β_{11}	-۱۰۴۹۴۴۵***	-۲/۷۷	β_{31}	۲۵۲/۸۷***	۳/۵۰
β_{12}	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۰/۷۲	β_{32}	-۱۳۱/۱۷***	-۳/۱۴
β_{13}	۰/۰۳۲	۱/۸۴	β_{33}	-۰/۰۰۰۵۱**	-۲/۲۴

β_{15}	-۰/۰۰۰۸	-۰/۶۷	β_{34}	۰/۰۰۰۱۰	۰/۸۷
β_{16}	-۰/۰۰۰۴۴*	-۱/۸۱			
آماره‌ها	F = ۵/۵۰ ***	D.W. = ۱/۷۱		$\bar{R}^2$ = ۰/۴۷	R^2 = ۰/۵۸

علائم ***، **، *به ترتیب سطح احتمال معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

جدول ۵: کشش های تابع عملکرد گوجه فرنگی بر اساس تابه درجه دوم تعمیم یافته

متغیر	سوخت	ماشین‌آلات	آب آبیاری	بذر	انواع کود	سموم شیمیایی	نیروی کار
کشش	-۲/۹۴	۰/۰۴۳	-۰/۰۲۵	۵/۵۰	۱/۱۵	۵/۷۱	-۳/۶۸

بر اساس نتایج جدول ۵کشش عامل سوخت منفی بوده که نشان دهنده این است که از این عامل تولید بیش از نیاز مصرف شده و در ناحیه سوم تولیدی قرار دارد. مقدار کشش آن نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در میانگین انرژی نهاده سوخت موجب ۲/۹۴ درصد کاهش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود. کشش ماشین‌آلات مثبت بوده و ناحیه دوم تولید را نشان می‌دهد، یعنی از این عامل تولید به صورت اقتصادی استفاده صورت می‌گیرد. مقدار کشش آن نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در میانگین انرژی نهاده ماشین‌آلات موجب ۰/۰۴۳ درصد افزایش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود. عامل آب داری کشش منفی بوده و در ناحیه سوم تولید قرار دارد و به دلیل سیستم جوی پشته‌ای که در منطقه هست استفاده بیش از نیاز از آن صورت می‌گیرد. کشش عملکرد این نهاده نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در میانگین انرژی نهاده آب‌آبیاری موجب ۰/۰۲۵ درصد کاهش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود. عامل بذر درای کشش مثبت بوده و در ناحیه دوم تولیدی قرار دارد. کشش عملکرد این نهاده بیانگر این است که یک درصد تغییر در میانگین انرژی بذر موجب ۵/۵۰ درصد افزایش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود. عامل کود دارای کشش مثبت بوده و نشان دهنده ناحیه دوم تولید می‌باشد. و مقدار کشش انواع کود نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در میانگین انرژی نهاده انواع کود موجب ۱/۱۵ درصد افزایش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود. عامل سموم شیمیایی دارای بیشترین کشش مثبت بوده و نشان دهنده ناحیه دوم تولید می‌باشد. چون از انواع سموم برای از بین بردن آفات و علف‌های هرز استفاده می‌شود موجب بالا رفت عملکرد محصول می‌شود. با توجه به کشش عملکرد، یک درصد تغییر در میانگین انرژی سموم شیمیایی موجب ۵/۷۱ درصد افزایش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود. عامل نیروی کار دارای کشش منفی بوده و در ناحیه سوم تولیدی قرار دارد. و به دلیل اینکه در تولید محصول گوجه‌فرنگی بیشتر از نیروی کار به جای ماشین‌آلات استفاده می‌شود از این عامل تولید بیش از نیاز استفاده می‌شود. مقدار کشش عملکرد نیروی کار نشان می‌دهد که یک درصد تغییر در انرژی نیروی‌کار موجب ۳/۶۸ درصد کاهش در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود.

نتایج اثر انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم روی عملکرد گوجه‌فرنگی

بر اساس نتایج جدول ۶ اثر انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم بر روی تابع عملکرد گوجه‌فرنگی مثبت و معنی‌دار بوده است. اثر انرژی‌های مستقیم بیشتر از انرژی‌های غیرمستقیم روی عملکرد گوجه‌فرنگی می‌باشد، بطوریکه یک درصد تغییر در میانگین انرژی‌های مستقیم و غیرمستقیم به ترتیب موجب ۰/۷۵ و ۰/۰۷ درصد در انرژی حاصل از گوجه‌فرنگی می‌شود.

جدول ۶: نتایج اثر انرژی‌های مستقیم و غیر مستقیم روی عملکرد گوجه‌فرنگی بر اساس تابع عملکرد کاب-داگلاس

پارامترها	ضرایب	آماره T		سطح احتمال
δ_0	۲/۰۹۱***	۵/۴۲		۰/۰۰۰۰
δ_1	۰/۷۵۴***	۱۸/۳۴		۰/۰۰۰۰
δ_2	۰/۰۷۷***	۴/۶۶		۰/۰۰۰۰
آماره‌ها	F = ۲۲۷/۵٤ ***	D.W. = ۱/۷۷	$\bar{R}^2$ = ۰/۷۷	R2 = ۰/۷۸

علائم ***، **، *به ترتیب سطح احتمال معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

نتایج اثر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر روی عملکرد گوجه‌فرنگی

بر اساس نتایج جدول ۷ اثر انرژی‌های تجدیدشونده و تجدیدنشونده بر روی تابع عملکرد گوجه‌فرنگی مثبت و معنی‌دار بوده است. اثر انرژی‌های تجدیدشونده بر روی عملکرد بیشتر از اثر انرژی‌های تجدیدنشونده می‌باشد، بطوریکه یک درصد تغییر در میانگین انرژی‌های تجدیدشونده و نشونده به ترتیب موجب ۰/۶۴ و ۰/۱۳ درصد تغییر در انرژی حاصل از محصول می‌شود.

جدول ۷: نتایج اثر انرژی‌های تجدیدشونده و تجدیدنشونده روی عملکرد گوجه‌فرنگی براساس تابع کاب-داگلاس

پارامترها	ضرایب	آماره T	سطح احتمال
α_0	۲/۷۸*	۸/۳۴	۰/۰۰۰۰

α_1	۰/۶۴*	۱۹/۱۷	۰/۰۰۰۰
α_2	۰/۱۳*	۷/۸۲	۰/۰۰۰۰
آماره‌ها	*** ۲۵۲/۳۰ = F	D.W. = ۱/۷۶	$\bar{R}^2$ = ۰/۷۸	R^2 = ۰/۷۹

علائم ***، **، *به ترتیب سطح احتمال معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

کارایی انرژی در محصول گوجه‌فرنگی با توجه به رابطه (۱۱)، ۰/۶۵ بدست آمد:

(۱۶) ۰/۶۵ =کارایی انرژی

کارایی انرژی کمتر از یک، به معنی ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی در منطقه می‌باشد. این عدم کارایی ناشی از کشت سنتی (جوی و پشته) گوجه‌فرنگی، عدم مدیریت صحیح نهاده‌ها بخصوص آب می‌باشد.

بهره‌وری انرژی نیز به صورت رابطه (۱۷) به دست آمد:

(۱۷) ۰/۸۲ = بهره‌وری انرژی

مقدار بهره‌وری انرژی به معنی این است که هر واحد انرژی به طور متوسط فقط ۰/۸۲ کیلوگرم محصول تولید می‌کند.

بهره‌ی خالص انرژی نیز به صورت زیر محاسبه شد:

(۱۸) ۱۸۴۳۶/۲- = بهره‌ی خالص انرژی

بهره‌ی خالص انرژی منفی بوده که نشان دهنده‌ی عدم کارایی کشت گوجه‌فرنگی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

در مطالعه‌ای که اسنگان و همکاران(۲۰۰۷)، در استان توکات ترکیه انجام دادند میزان کارایی انرژی در تولید گوجه‌فرنگی را ۰/۸ محاسبه کردند. همچنین نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی در تحقیق اوزکان و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گوجه‌فرنگی در منطقه آنتالیای تر کیه به ترتیب ۰/۸ و ۰/۹۹ کیلوگرم بر مگاژول به دست آمد. در ایران نیز مطالعه پاشایی و همکاران(۱۳۸۷)، در تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای نشان داد که نسبت انرژی و بهره‌وری انرژی برابر با ۰/۹۹ و ۱/۲ کیلوگرم بر مگاژول می‌باشد. همچنین راعی‌جدیدی و همکاران(۱۳۸۹) در مطالعه‌ای نسبت انرژی و

بهره‌وری انرژی را در تولدی گوجه‌فرنگی برابر ۰/۶ و ۰/۷۴ بدست آورند که نسبت انرژی تقریبا در همه مطالعات کمتر از یک بوده که به معنی ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی از نقطه نظر انرژی می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری

در مورد محصول گوجه‌فرنگی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تولید این محصول به طور متوسط ۵۳۳۴۱/۲۱ مگاژول انرژی ورودی داشته که از این میزان، کود اوره با متوسط ۴۶/۲۵ درصد از کل انرژی ورودی، بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. متوسط انرژی خروجی نیز برابر ۳۵۵۳۸/۴۶ مگاژول در هکتار بدست آمد. کارایی انرژی در مورد گوجه‌فرنگی کمتر از یک بوده و به معنی ناکارآمدی کشت گوجه‌فرنگی از نظر انرژی می‌باشد، بهره‌وری انرژی نیز ۰/۸۲ بدست آمد که نشان می‌دهد هر واحد انرژی به طور متوسط ۰/۸۲کیلوگرم محصول تولید می‌کند.

بیشترین کشش مربوط به نهاده‌ی سموم شیمیایی می‌باشد و بذر و نیروی‌کار بعد از سموم شیمیایی دارای بیشترین کشش است. نهاده‌های سوخت، آب‌آبیاری و نیروی کار نیز در ناحیه سوم تولید به کار گرفته می‌شوند.

با توجه به اینکه سوخت جزء انرژی‌های تجدیدناپذیر می‌باشد و کشش آن منفی است، باید در مصرف آنها تجدید نظر صورت گیرد و با آموزش‌های لازم در جهت استفاده صحیح از ماشین‌آلات و تعمیرات به موقع آنها، ضمن حفظ این ماده برای نسل‌های آینده، از آلودگی محیط زیست که در جهت ناپایداری است نیز جلوگیری به عمل آید.

در مورد نهاده آب و با توجه به اینکه این نهاده با ارزش که در منطقه مورد مطالعه نیز با کمبود آن مواجه هستیم در ناحیه سوم تولیدی قرار دارد باید راهکارهایی جهت کاهش مصرف آن و استفاده بهینه از آن صورت گیرد و با اصلاح سیستم کشت مناسب جهت کاهش میزان آب مصرفی اقدام صورت گیرد.

با توجه به اینکه نیروی کار در ناحیه سوم تولید قرار دارد، شاید تک کشتی بودن محصول گوجه‌فرنگی یکی از دلایل آن باشد، چون کشاورز بیشتر وقت خود را در سر مزرعه گوجه‌فرنگی بوده و زمانی را که می‌تواند برای محصولات مختلف بگذارد تنها برای یک محصول می‌گذارد و همچنین از ماشین‌آلات کمتری برای کاشت و داشت این محصول استفاده می‌شود و با مکانیزاسیون مناسب می‌توان از نیروی‌کار کمتر استفاده کرد.

در مورد سموم شیمیایی که بیشترین کشش را به خود اختصاص داده است، موجب بالا رفتن عملکرد محصول در واحد سطح می‌شود، اما با توجه به اینکه این نهاده موجب خسارت به محیط زیست و برخی از سموم موجب سمی شدن خود محصول می‌شوند، استفاده به موقع و مبارزه‌های بیولوژیکی و مکانیکی نسبت به شیمیایی در اولویت قرار گرفت.

منابع

۱- بخشوده، م. و اکبری، ا. ۱۳۷۵. اصول اقتصاد و تولید محصولات کشاورزی. کرمان، دانشگاه شهید باهنر. انتشارات دانشگاه شهید باهنر.

۲- پاشایی، ف. رحمتی، م. و پاشایی، پ. ۱۳۸۷. بررسی و تعیین میزان مصرف انرژی برای تولید گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در گلخانه‌های استان کرمانشاه. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون.

۳- حسین‌زاد، ج. و سلامی، ح. ۱۳۸۳. انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال دوازدهم، شماره ۴۸.

۴- راعی‌جدیدی، م. همایونی‌فر، م. صبوحی صابونی، م. و خردمند، و. ۱۳۸۹. بررسی میزان کارایی و بهره‌وری انرژی در تولید گوجه فرنگی (مطالعه موردی: شهرستان مرند). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد۲۴، شماره ۳، صفحات ۳۷۰-۳۶۳.

۵- رمضانی، ه. و زیبایی، م. ۱۳۹۰. بررسی ارتباط میان انرژی نهاده‌های مصرفی و عملکرد محصولات گوجه، خیار و خربزه تحت شرایط زیر پلاستیک در شهرستان فیروزآباد فارس. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۵، شماره ۱، صفحات ۶۵-۵۸.

۶- رنگریز، م. ۱۳۸۶. سایت صنعت کشاورزی و بررسی وضعیت گوجه فرنگی در کشور، قابل دسترس در سایت http://hsfarda-co.persianblog.ir/page/10.

۷- سرمد، ز. بازرگان، ع. و حجازی، ا. ۱۳۸۵. روش‌های تحقیق در علوم رفتاری. چاپ سیزدهم. انتشارات آگاه تهران.

۸- شیرمحمدی، م.، آهنگ‌نژاد، س.، بهروزی‌لار، م.، محتسبی، س. و رفیعی، ش. ۱۳۸۷. ضریب انرژی برای تولید گندم آبی: ضریب انرژی مستقیم و غیرمستقیم برای کاشت و داشت (کوددهی و آبیاری). مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد.

۹- محمدیان، ص. ۱۳۸۶. بررسی امکان بهینه کردن نهاده‌های مکانیزاسیون با استفاده از شاخص‌های انرژی در کشاورزی شهرستان مشهد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

10- Acaroglu M. 1998. Energy from biomass and applications, University of Selcuk, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Textbook.

11- Adem, H.S., Ozkan, B. and Fert Cemal. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy 31: 427-438.

12- Chamsing A., Salokhe v., and Sigh G. 2006. Energy Consumption Analysis for Selected Crops in Different Regions of Thailand. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, 8: 118-136.

13- Esengun, K., Erdal, G. Gunduz, O. and Erdal H. 2007. An economic analysis

14- Hatirli, S.A., Ozkan, B. and Fert, C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. Renewable Energy, 31: 427-438.

15- Kitani O. 1998. CIGR, Handbook of agricultural engineering volume 5, Energy & Biomass Engineering. ASAE publication.

16- Mandal K.G., Saha K.P., Ghosh P.K., and Hati K.M. 2002. Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. Biomass Bioenergy, 23 (5):337–45.

17- Mohammadi A., Omid M. 2010. Economical analysis and relation between energy inputs and yield of greenhouse cucumber production in Iran. Applied Energy, 87:191-196.
18- Mrini M., Senhaji F., and Pimentel D. 2001. Energy analysis of sugar beet production under traditional and intensive farming systems and impacts on sustainable agriculture in Moroco. Journal of Sustainable Agriculture. 20 (4): 5 – 28.
19- Ozkan, B., Ceylan, R. and Kizilay, H. 2011. Energy inputs and crop yield relationships in greenhouse winter crop tomato production. Renewable Energy 36: 3217-3221.
20- Ozkan, B. Kurklu, A. and Akcaoz, H. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of turkey. Biomass and bioenergy, 26: 89-95.
21- Ozkan B., Akcaoz H., and Karadcniz F. 2003. Energy requiremcnt and economic analysis of citrus production in Turkey, Energy Conversion and Management, 44: 46-56.
22- Shrestha, D.S. 1998. Energy use efficiency indicator for agriculture, http://www.usaskca/ agriculture/caedac
23- /PDF/mcrae.PDF.
24- Singh, J. M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Germany: master of since Thesis, Sustainable energy System and Management, International of Management, University of Flensburg Germany
25- Yaldiz, O., Ozturk, H.H. and Zeren, Y. 1993. Bascetomcelik an energy usage in production of field crops in Turkey, In5th International congress on mechanization and energy use in agriculture, 11-14 October, Kusadasi, Turkey.