بررسی نسبت شکاف فناوری انرژی محصولات عمده زراعی شهرستان ساری

رضا اسفنجاری کناری[۱*]، محمود احمدپور برازجانی[۲] و احمدعلی کیخا[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرفته: ۱۳۹۶/۱۰/۱۸

چکیده

مقایسه الگوی مصرف انرژی گیاهان زراعی با همدیگر یکی از روش‌هایی است که می‌تواند در اولویت‌بندی کشت گیاهان گوناگون زراعی در هر منطقه بکار گرفته شود. بدین منظور، هدف این مطالعه مقایسه محصولات عمده زراعی شهرستان ساری از نظر جنبه‌های گوناگون الگوی مصرف انرژی، در سال۱۳۹۳ می‌باشد. در این مطالعه از سه مدل تابع تولید مرزی تصادفی گروهی، تابع تولید مرزی تصادفی ترکیبی و تابع مرزی پوششی تصادفی برای محاسبه شاخص‌های کارآیی انرژی و نسبت شکاف فناوریکی انرژی استفاده شد. داده‌های لازم از جهاد کشاورزی استان مازندران گرفته شد. نتایج مطالعه نشان دادند که در صورت پرشدن شکاف بین سایر واحدها و واحدهای کارای محصولات مورد بررسی، بدون تغییر سطح فناوری می‌توان به طور میانگین مقدار تولید انرژی برای محصولات سویا، کلزا، یونجه، جو، گندم و شلتوک را به ترتیب ۱۹، ۲۳، ۳۵، ۳۳، ۳۹ و ۲۸ درصد افزایش داد. هم‌چنین، نتایج نشان دادند که بالاترین نسبت شکاف فناوری انرژی برای محصولات مورد مطالعه مربوط به سویا (۰/۸۱) و کلزا (۰/۶۷) می‌باشد. در مجموع، نتایج نشان دادند که تولید سویا و کلزا در منطقه مورد مطالعه به لحاظ استفاده پایدار از انرژی کارآمدتر از سایر محصولات می‌باشد. لذا، پیشنهاد می‌شود اهداف زیست محیطی بویژه نسبت شکاف فناوری انرژی بمنظور استفاده پایدارتر از انرژی مصرفی کمینه به عنوان یکی از اهداف در بهینه‌سازی الگوی کشت مورد توجه بیش‌تر پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار گیرد.

طبقه‌بندی JEL: C61

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، نسبت شکاف فناوری انرژی، الگوی مصرف انرژی.

[۱]- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

[۲]- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه زابل.

[۳]- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه زابل.

*- نویسنده مسئول مقاله: esfanjari@guilan.ac.ir

پیشگفتار

تولیدات کشاورزی بر پایه استفاده از سوخت‌های فسیلی و دیگر منابع محدود و تجدیدناپذیر می‌باشند (هاتریل[1] و همکاران، ۲۰۰۶). ترس روزافزونی وجود دارد که بهره‌برداری پیوسته و بدون وقفه از این نهاده‌ها در بلندمدت، ظرفیت تولید در بخش کشاورزی را کاهش دهد و افزایش تولید مواد غذایی که در چند دهه گذشته مشاهده شده است، ادامه نیابد (اسفنجاری کناری و همکاران، ۱۳۹۴). استفاده از منابع محدود و تجدیدناپذیر اگر چه 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 به وجود آورده است (شعبان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). یکی از راهکارهای تحقق توسعه پایدار در کشاورزی بررسی جریان انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها در تولید محصول می‌باشد. مطالعه جریان انرژی می‌تواند ابعاد ناشناخته‌ای از روند تولید محصول را که در سایر روش‌های مدیریتی اعم از روش‌های رایج مطالعه مکانیزاسیون و یا روش‌های اقتصادی مورد توجه قرار نمی‌گیرند را روشن سازد (شعبان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). بررسی نسبت انرژی خروجی و ورودی در اکوسیستم‌های گوناگون کشاورزی که البته، به نوع محصول و نوع مواد بکار گرفته شده در تولید محصول بستگی دارد، می‌تواند با مشخص ساختن نواقص موجود نقش اساسی را در پایداری تولید، بهینه‌سازی اقتصادی، حفظ ذخایر سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ایفا نماید (اوزکان و همکاران[2]، ۲۰۰۹). تجزیه و تحلیل انرژی‌های ورودی و خروجی در سیستم‌های تولید بمنظور طراحی الگوهای بهینه کشت، بدون بررسی کارایی و بهره‌وری مصرف انرژی بصورت علمی امکان‌پذیر نمی‌باشد (شعبان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). بدین منظور این مطالعه قصد دارد کارایی مصرف انرژی و نسبت شکاف فناوریکی انرژی در تولید محصولات زراعی را با استفاده از مدل فرامرزی[3] مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد. هر چند بر اساس داده‌های نویسندگان این مقاله، تاکنون از مفهوم تابع فرامرزی برای تخمین کارآیی فنی انرژی و نسبت شکاف فناوری انرژی استفاده نشده است و این مطالعه نخستین مطالعه در این زمینه است، اما در زمینه محاسبه کارآیی فنی انرژی محصولات با استفاده از روش‌های پارامتریک (تابع تولید مرزی تصادفی) و ناپارامتریک (روش تحلیل پوششی داده‌ها) مطالعات زیادی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است.

در ادامه به برخی از مطالعات داخلی و خارجی که در زمینه مقدار مصرف انرژی در تولید محصولات کشاورزی و تعیین کارایی آن انجام شده است، اشاره می‌شود. شعبان زاده و همکاران

[1]- Hatirli et al.
[2] -Ozkan et al.
[3] -Metafrontier

(۱۳۹۵) در مورد بررسی الگوی مصرف انرژی محصول گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی، اسفنجاری کناری و همکاران (۱۳۹۴) در مورد بررسی کارایی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران، زمانی و همکاران (۱۳۹۳) در مورد تعین الگوی کشت با تاکید بر مصرف بهینه انرژی در شهرستان سقز استان کردستان، رضایی شیرمرد و همکاران (۱۳۹۲) تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی در مزارع ذرت دو اقلیم متفاوت استان آذربایجان غربی، لقمان‌پور زرینی[۱] (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[۲](۲۰۰۶)، در مورد بررسی الگوی مصرف انرژی برای تولید سبزی و صیفی گلخانه‌ای کشور ترکیه، خان[۳] و همکاران (۲۰۰۹)، در مورد تحلیل کارایی اقتصادی مصرف انرژی برای پنبه و برنج در کشور چین، ابراهیم و ابراهیم[۴] (۲۰۱۲)، در مورد بررسی الگوی مصرف انرژی برای تولید برنج در نیجریه نیز اشاره کرد.

بررسی مطالعات بالا بیان‌گر آن است که نخست: در تمامی مطالعاتی که کارآیی فنی انرژی محصولات را مورد بررسی قرار دادند از مدل پارامتریک(SFA[۵]) و یا مدل ناپارامتریک(DEA[۶]) استفاده شد. فرض اساسی مدل‌های یاد شده این بوده است که فناوری تولید در تمام مزارع مورد مطالعه یکسان است. در حالی‌که در مطالعات اخیر، فرض یکسان بودن فناوری‌های تولید و هم‌چنین، یکنواختی در مرزهای تولید، کنار گذاشته شده است (اسفنجاری کناری و زیبایی، ۱۳۹۱). دوم: الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی واحدها در برخی از محصولات کشاورزی (برنج و هلو) مناسب و در برخی دیگر از محصولات کشاورزی (خیار، گوجه، فلفل و بادنجان) نامناسب بوده است. لذا، مقایسه الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی انرژی در واحدهای با الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی انرژی مطلوب با واحدهای با الگوی مصرف انرژی و کارایی فنی انرژی نامناسب، بیان‌گر این موضوع است که علت اصلی تفاوت در دو گروه به نحوه استفاده از نهاده‌ها مربوط است. به گونه‌ای که در برخی موارد کمیابی و عدم دسترسی به منابع کافی و گاهی اوقات نیز عدم دانش کافی برای استفاده و ترکیب مناسب نهاده‌ها، به الگوی مصرف انرژی نامناسب و کارایی فنی پایین واحدها منجر شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] -Loghmanpour Zarini
[2] -Canakci and Akinci
[3] -Khan et al.
[4] -Ebrahim and Ebrahim
[5] -Stochastic Frontier Analysis
[6] -Data Envelopment Analysis

با توجه به مطالب بیان شده، هدف اصلی این مطالعه بررسی کارایی مصرف انرژی و نسبت شکاف فناوری انرژی محصولات (شلتوک، کلزا، گندم، جو، یونجه و سویا[۱]) با استفاده از مدل فرامرزی در شهرستان ساری است. انتخاب شهرستان ساری در این مطالعه به این دلیل با اهمیت است که این شهرستان دارای سطح زیرکشت بالای محصولات عمده زراعی استان است. به گونه‌ای که این شهرستان با تولید ۲۶/۵۲ درصد از کلزای استان در جایگاه نخست و با تولید ۱۵/۳۲ درصد از گندم، ۱۱/۱۵ درصد از جو و ۹/۴۵ درصد از شلتوک استان در جایگاه سوم تولیدکنندگان این محصولات قرار گرفته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۳). بنابراین، سالانه شمار زیادی از خانوارها به گونه مستقیم و غیرمستقیم از کشت و تولید محصولات امرار معاش می‌کنند. لذا استفاده بهینه و کارآمد از منابع انرژی در این شهرستان اهمیتی ویژه دارد.

روش پژوهش

در مکانیزاسیون کشاورزی چهار شاخص مهم انرژی وجود دارد که امکان شناخت جامع از وضعیت انرژی در کشاورزی را مهیا می‌سازند. با مطالعه شاخص‌های انرژی می‌توان مراحل گوناگون تولید محصول و مقایسه بازدهی انرژی در تولید محصولات گوناگون را با روش‌های متفاوت در مناطق گوناگون بررسی کرد (شعبان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به این‌که این شاخص‌ها بارها در مطالعات پیشین مورد استفاده قرار گرفته و توضیح داده شده است بمنظور پرداختن به دیگر مطالب، به کوتاهی به این شاخص‌ها اشاره می‌شود.

شاخص‌های انرژی شامل چهار شاخص عمده کارایی مصرف انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص می‌باشند. شاخص کارایی مصرف انرژی نشان دهنده آن است که به ازای هر مگاژول بر هکتار ($MJha^{-1}$) انرژی مصرفی بمنظور تولید، چه میزان انرژی برداشت شده است. هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، نشان دهنده آن است که کارایی انرژی بالاتر است. شاخص بهره‌وری انرژی نیز بیان‌گر آن است که به ازای هر مگاژول بر هکتار انرژی مصرفی نهاده، چند کیلوگرم ستاده بدست می‌آید (سنگار و کوتاری[۲]، ۲۰۰۸). هم‌چنین، شاخص انرژی ویژه به صورت نسبت مجموع انرژی‌های ورودی به عملکرد محصول تعریف می‌شود. لذا، هر چه مقدار این شاخص بزرگ‌تر باشد، بیانگر هدر رفت بیش‌تر انرژی است. در نهایت، شاخص انرژی خالص بیان‌گر خالص انرژی خروجی می‌باشد (چوهان و همکاران[۳]، ۲۰۰۶).

---

[۱]– این محصولات در مجموع بیش از ۸۷ درصد سطح زیر کشت محصولات زراعی شهرستان ساری را به خود اختصاص داده‌اند.

[2] -Sengar and Kothari

[3] -Chauhan *et al.*

روش فرامرزی

در مطالعات مربوط به کارایی باید شکل تابع تولید به گونه‌ای مناسب انتخاب شود. به گونه‌ای که دارای انطباق و سازگاری بیش‌تری با داده‌های مورد بررسی باشد. لذا، در این مطالعه در کنار تابع تولید کاب داگلاس، تابع تولید ترانسلوگ نیز مطرح شد و فرم مناسب انتخاب شد. شکل کلی تابع تولید ترانسلوگ به صورت معادله (۱) است. در صورتی که در معادله بالا مقادیر $_{js}$ برابر با صفر باشد، تابع تولید ترانسلوگ به تابع تولید کاب داگلاس تبدیل می‌گردد (کوئیلی و همکاران[1]، ۱۹۹۸).

$$LnY_i = \ _0 + \sum_{j=1}^{4} \ _j LnX_{ji} + \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{4}\sum_{s=1}^{4} \ _{js} LnX_{ji}X_{si} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا همانند تابع تولید کاب داگلاس، Y_i نشان‌دهنده مقدار معادل انرژی تولیدات مزرعه iام است. X_{ij} مقدار معادل انرژی j امین نهاده‌های استفاده شده در مزرعه iام است. Ln نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی است.

برای مقایسه بین تابع تولید ترانسلوگ با تابع کاب- داگلاس از آزمون نسبت درست‌نمایی تعمیم‌یافته[2] (GLRTS) استفاده شد. که به صورت معادله (۲) نشان داده می‌شود (کوئیلی و همکاران، ۱۹۹۸).

$$LR = -2\left[\ln(L(H_0)/L(H_1))\right] = -2\left[\ln(L(H_0)) - \ln(L(H_1))\right] \qquad (۲)$$

با فرض اینکه k محصول وجود داشته باشد که دارای سطح فناوری انرژی متفاوت باشند آنگاه می‌توان با فرمول (۳) تعداد k تابع مرزی تصادفی برای هر محصول برآورد کرد(کوئیلی و همکاران، ۱۹۹۸).

$$Y_{it(k)} = f(X_{it(k)}, \ _{(k)})e^{V_{it(k)} - U_{it(k)}} \qquad i = 1,2,...,N_k \qquad (۳)$$

که در آن $Y_{it(k)}$ میزان معادل انرژی تولید شده مزرعه iام در زمان tام و محصول kام است. $X_{it(k)}$ بردار مقدار معادل انرژی نهاده‌های بکار رفته توسط مزرعه iام در زمان tام و محصول kام است. $_{(k)}$ بردار پارامترهای مجهول است که باید برای kمحصول تخمین زده شود. $V_{it(k)}$ پسماندهای آماری است که مستقل از هم بوده و توزیع تصادفی دارند. جزء $U_{it(k)}$ یک متغیر تصادفی غیر منفی بوده و دارای توزیع مستقل است و ناکارایی انرژی را اندازه می‌گیرد

[1] -Coelli *et al.*
[2] -Generalized Likelihood Ratio Test Statistic

(بتیس و همکاران[1]، ۲۰۰۴). کارایی انرژی مزرعه iام در زمان tام و برای محصول kام بر حسب رابطه (۴) بدست می‌آید که بر اساس آن می‌توان کارآیی انرژی هر محصول را نسبت به مرز همان گروه (که مزرعه در آن قرار گرفته است)، بررسی کرد (بتیس و همکاران، ۲۰۰۴).

$$TE_{it}^{k} = \frac{Y_{it}}{e^{Xi\ +V_{it(k)}}} = e^{-U_{it(k)}} \qquad (۴)$$

اما برای بررسی کارآیی انرژی هر محصول نسبت به کل محصولات (که همه محصولات با تکنولوژی ناهمسان در آن هستند)، باید از تابع فرامرزی استفاده کرد (بتیس و رائو[2]، ۲۰۰۴).

بر اساس مدل‌های پیشنهادی (بتیس و همکاران، ۲۰۰۴) یک تابع تولید پوششی مرزی (فرامرزی) به شکل معادله (۵) است(بتیس و همکاران، ۲۰۰۴):

$$Y_{it}^{*} = f(X_{it},\ ^{*})e^{X_{it}\ ^{*}} \qquad i = 1,2,...,N_k \qquad t = 1,2,...,T \qquad (۵)$$

که در آن Y_{it}^{*} ستانده معادل انرژی تولیدی نسبت به تابع تولید پوششی مرزی و * پارامترهای مجهول تابع تولید پوششی است که باید برآورد شود. برای تمامی مقادیر k (همان محصولات با فناوری‌های ناهمسان) $X_{it}\ ^{*} \geq X_{it\ (k)}$ خواهد بود و دلالت بر بالاتر بودن تابع پوششی مرزی بر کلیه توابع گروهی (توابع مرزی مربوط به محصولات) دارد.

ضرایب تابع مرزی پوششی تصادفی توسط دو روش کمینه کردن مجموع قدرمطلق انحرافات و مجموع مربعات انحرافات بین تابع فرامرزی و توابع مرزی گروهی قابل برآورد است (بتیس و همکاران، ۲۰۰۴). افراد گوناگونی نتایج مشابه‌ای از این دو روش را گزارش کرده‌اند (بتیس و همکاران، ۲۰۰۴ ; اودونل و همکاران[3]، ۲۰۱۰). در این مطالعه از روش کمینه کردن مجموع قدرمطلق انحرافات استفاده شد. روش مجموع قدر مطلق انحرافات منجر به حل مدل برنامه‌ریزی خطی زیر می‌شود (بتیس و همکاران، ۲۰۰۴).

$$\min \sum_{i=1}^{N} \left[\ln f(X_{it},\ ^{*}) - \ln(X_{it},\ _{(k)})\right]$$
$$s.t:$$
$$\ln f(X_{it},\ ^{*}) \geq \ln f(X_{it},\ _{(k)}) \qquad (۶)$$

که در آن $_{(k)}$ بردار ضرایب برآوردشده مربوط به تابع مرزی تصادفی محصول kام است.

براساس توابع (۳) و (۵) که به ترتیب نشان‌دهنده توابع مرزی گروهی و تابع پوششی مرزی

[1] -Battese et al.
[2] -Battese & Rao,
[3]- O'donnell et al.

است می‌توان رابطه (۷) را استخراج کرد که سمت راست آن از سه قسمت تشکیل شده است (اودونل و همکاران[1]، ۲۰۰۸).

$$Y_{it} = e^{-U_{it(k)}} \times \frac{e^{X_{ij\ (k)}}}{e^{X_{it}^{\ *}}} \times e^{X_{it}^{\ *} + V_{it(k)}} \qquad (۷)$$

بخش نخست سمت راست رابطه (۷) همان رابطه (۳) بوده و بیانگر کارایی انرژی مزرعه iام در زمان tام برای محصول kام است. قسمت دوم سمت راست رابطه (۷) نشان‌دهنده نسبت شکاف فناوری انرژی[2] (ETGR) است.

$$ETGR = \frac{e^{X_{it\ (k)}}}{e^{X_{it}^{\ *}}} \qquad (۸)$$

هر چقدر نسبت شکاف تکنولوژی انرژی بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده کاهش شکاف بین تابع مرزی گروهی و فرامرزی است، یعنی نسبت‌های بالاتر این شاخص نشان دهنده وضعیت بهتر الگوی مصرف انرژی می‌باشد. قسمت سوم سمت راست رابطه (۷) نشان‌دهنده کارایی انرژی مزرعه iام در زمان tام نسبت به تابع پوششی است که اگر با TE_{it}^{*} نشان داده شود آنگاه بر اساس روابط (۴) و (۷) می‌توان رابطه (۹) را بدست آورد.

$$TE_{it}^{*} = TE_{it}^{k} \times TGR_{it} \qquad (۹)$$

روی هم رفته، محاسبه کارایی انرژی و نسبت شکاف فناوری انرژی در سه مرحله انجام می‌شود که به شرح زیر می‌باشد.

مرحله نخست: برآورد تابع تولید مرزی تصادفی ادغامی[3] برای داده‌های ترکیبی (کل محصولات) که با استفاده از نرم‌افزار FRONTIER 4.1 (کوئیلی، ۱۹۹۸) و بر اساس تابع (۳) و بدون در نظر گرفتن k (گروهها) برآورد می‌شود.

مرحله دوم: برآورد تابع تولید مرزی تصادفی گروهی[4] برای داده‌های گروهی که شبیه به مرحله اول است، با این تفاوت که تابع (۳) با در نظر گرفتن k برآورد شده است.

مرحله سوم: برآورد ضرایب تابع مرزی پوششی تصادفی[5] و محاسبه نسبت شکاف فناوری انرژی می‌باشد که با استفاده از نرم‌افزار SHAZAM و با استفاده ماتریس داده‌ها و ضرایب بدست آمده از مرحله دوم اقدام به تخمین ضرایت تابع مرزی پوششی تصادفی می‌شود. و در ادامه بر اساس کارایی

[1]-O'Donnell et al.
[2]- Energy Technology Gap Ratio
[3]- Pooled Stochastic Frontier Production Function
[4] -Group Stochastic Frontier Production Function
[5] -Metafrontier Stochastic Frontier Function

انرژی محاسبه‌شده در مرحله دوم و ضرایب بدست‌آمده از مرحله سوم کارایی انرژی واحدها نسبت به تابع فرامرزی تخمین زده شد.

منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌گیری

شهرستان ساری با وسعتی در حدود ۳۲۴۸/۴ کیلومتر مربع بر اساس آخرین تقسیمات کشوری دارای ۵ بخش، ۳ شهر و ۱۳ دهستان می‌باشد. (معاونت برنامه‌ریزی استانداری، ۱۳۹۰). شهرستان ساری ۱۲/۶۶ درصد از وسعت استان مازندران را تشکیل می‌دهد و ۱۶/۹۷ درصد از اراضی این شهرستان دارای کاربری زراعی است. سطح زیر کشت محصولات سالانه زراعی ۵۵۱۳۷ هکتار و معادل ۳۵۵۳۷۶ تن تولید می‌باشد (شکل ۱).

سطح زیر کشت (و میزان تولید) محصولات شلتوک، کلزا، گندم، جو، یونجه و سویا در این شهرستان به ترتیب برابر است با ۲۳۴۲۹ هکتار (۱۲۰۲۰۳ تن)، ۷۵۰۰ هکتار (۱۳۳۶۳ تن)، ۱۱۲۵۲ هکتار (۲۶۲۸۱ تن)، ۶۱۸۶ هکتار (۷۰۴۵ تن)، ۴۰ هکتار (۲۴۰ تن) و ۹۵ هکتار (۱۲۵ تن). شهرستان ساری با تولید ۱۵/۳۲ درصد از گندم، ۱۱/۱۵ درصد از جو و ۹/۴۵ درصد از شلتوک استان در جایگاه سوم و با تولید ۲۶/۵۲ درصد از کلزا استان در جایگاه نخست تولیدکنندگان این محصولات قرار گرفته است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰). داده‌های مورد استفاده مطالعه از یک نمونه ۱۳۴ واحدی از آمارگیری کشاورزی که به وسیله جهاد کشاورزی استان مازندران در سال ۱۳۹۳ انجام گرفته است، بدست آمد.

نتایج و بحث

با توجه به مباحث مطرح شده معادل انرژی نهاده‌های مصرف شده برای تولید محصولات عمده زراعی در شهرستان ساری طی یک دوره کشت محاسبه شده است. با توجه به آن که در بیش‌تر مطالعات مربوط به الگوی مصرف انرژی، مقادیر انرژی ورودی و خروجی مکرر و به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است، لذا در ادامه بمنظور ارایه مطالب مهم‌تر تنها نتایج کلی بدست آمده از شاخص‌های الگوی مصرف انرژی تولید محصولات ارایه و مورد بررسی قرار گرفته است.

بررسی الگوی مصرف انرژی محصولات مورد مطالعه

نهاده‌هایی که در تولید محصولات مورد مطالعه مورد استفاده قرار گرفته‌اند شامل بذر، آب آبیاری، نیروی کار، ماشین آلات و کودها و سموم شیمیایی بود. انرژی معادل نهاده‌ها و ستاده از

مطالعه زمانی و همکاران (۱۳۹۳)، زاهدی و همکاران (۱۳۹۳)، زنگنه و همکاران۱(۲۰۱۰)، سینگ و همکاران۲ (۲۰۱۰) و چوهان و همکاران(۲۰۰۶) گردآوری شد. برای محاسبه انرژی نهاده‌ها و ستاده‌ها، مقدار نهاده و سطح ستاده در هکتار در ضرایب انرژی معادل ضرب شدند.

با توجه به جدول ۱ سویا با کارایی انرژی معادل ۵/۴۱ دارای بالاترین و گندم با کارایی انرژی معادل ۲/۷۵ دارای کم‌ترین کارایی انرژی در بین محصولات مورد مطالعه می‌باشد. به بیان دیگر، سویا بیش‌تر از ۵ برابر انرژی مصرفی خود انرژی تولید می‌کند بعد از سویا محصولات کلزا (۳/۹۰)، جو (۳/۸۰)، شلتوک (۳/۱۳) ، یونجه (۳/۱۳) و گندم (۱/۷۵) به ترتیب در رده‌های بعدی قرار دارند. سویا با بهره‌وری انرژی ۰/۱۷ Kg/MJ در میان سایر محصولات بهترین رتبه را به خود اختصاص داده است. این بدان معنی است که به ازای هر واحد مصرف انرژی در مزارع سویا ۰/۱۷ واحد عملکرد بدست می‌آید. میانگین بهره‌وری انرژی محصولات مورد بررسی پایین و معادل ۰/۱۱ کیلوگرم بر مگاژول است. برای بهبود این شاخص در یک فرآیند هم می‌توان انرژی مصرفی در تولید را کاهش داد و هم عملکرد محصول را بهبود بخشید و یا از مقدار ضایعات کاست.

انرژی ویژه عکس بهره‌وری انرژی است لذا، مقادیر کم‌تر آن نشان می‌دهد که انرژی کم‌تری به ازای تولید هر واحد عملکرد مصرف می‌شود. بنابراین، سویا با کم‌ترین مقدار انرژی ویژه (۵/۷۳ MJ/Kg) کم‌ترین مقدار مصرف انرژی به ازای هر کیلوگرم عملکرد را دارا است. پس از سویا به ترتیب محصولات کلزا (۶/۹۲)، یونجه (۷/۲۳)، جو (۱۱/۶۳)، شلتوک(۱۳/۰۴) و گندم (۱۵/۲۰) دارای کمترین میزان انرژی ویژه هستند. مقادیر شاخص‌های انرژی برخی محصولات مورد مطالعه (شلتوک، یونجه، جو، گندم نسبت به محصول سویا و کلزا) نامطلوب می‌باشد. مقادیر میانگین کارایی انرژی، بهره‌وری انرژی، انرژی ویژه و انرژی خالص محصولات مورد مطالعه به ترتیب برابر است با ۳/۶۶، ۰/۱۱ Kg/MJ، ۹/۹۶ MJ/Kg، و ۳۳۹۵۴۰۶۴ MJ/h هستند. بنابراین، با توجه به این نتایج می‌توان گفت که بیش‌تر مزارع مورد بررسی از نظر مقدار مصرف، راندمان و کارایی انرژی پایین دارند. دلایل اصلی ایجاد چنین وضعیتی می‌تواند ارزان بودن قیمت نهاده‌های مصرفی، مصرف بی‌رویه و خارج از اصول کودهای شیمیایی، سوء مدیریت در مصرف سایر نهاده‌های انرژی در مزارع و هم‌چنین، الگوی کشت نامناسب منطقه باشد.

تخمین تابع تولید فرامرزی محصولات عمده زراعی شهرستان ساری

نتایج حاصل از تخمین توابع تولید مرزی تصادفی برای دو فرم کاب- داگلاس و ترانسلوگ مربوط به محصولات عمده زراعی شهرستان ساری (شامل محصولات شلتوک، کلزا، گندم، جو،

[1]- Zangeneh et al.
[2]- Singh et al.

یونجه و سویا) در جداول ۲ تا ۷ و نتایج برآورد تابع تولید مرزی تصادفی برای داده‌های ترکیبی در جدول ۸ درج شده است.

با محاسبه آماره LR و مقایسه آن با مقدار بحرانی جدول، فرضیه $\gamma = 0$ بررسی شد و به ترتیب برای محصولات شلتوک، کلزا، گندم، جو، یونجه و سویا در جداول ۲ تا ۷ آورده شده است. هم‌چنین، آزمون فرضیه‌ها تابع تولید مرزی برای مدل ترکیبی و مقایسه آن در مقابل مدل جداگانه نیز در جدول ۸ ارایه شده است. از این آزمون می‌توان نتیجه گرفت که در تمام مدل‌ها فرضیه صفر یعنی نبود آثار ناکارایی در سطح ۱۰ درصد و بالاتر رد می‌شود و روش بیش‌ترین درست‌نمایی به روش کم‌ترین مربعات معمولی ترجیح دارد. این مطلب نشان می‌دهد که بخشی از اختلاف تولید تأثیرپذیر از عوامل مدیریتی است.

ضریب گاما در تمامی محصولات مورد بررسی در سطح معنی‌داری یک درصد معنی‌دار شده است. برآورد پارامتر γ به وسیله روش بیش‌ترین درست‌نمایی برای شلتوک برابر با ۰/۹۶، کلزا برابر با ۰/۸۸ و برای گندم، جو، یونجه و سویا برابر با ۰/۹۹ است. این نتایج با مفهوم بزرگتر از صفر بودن γ کاملا سازگاری دارد. هم‌چنین، نزدیک بودن مقدار گاما به عدد یک نشان همگرایی بالای مدل مرزی تصادفی به مدل مرزی قطعی است. بدین مفهوم که سهم خطاهای تصادفی در تابع تولید و نقش این نوع خطاها در تفسیر تغییرات تولید با توجه به متغیرهای موجود در مدل پایین است.

با توجه به جداول ۲ تا ۷ مقدار تابع درست‌نمایی در فرض‌های H_0 و H_1 که به ترتیب مربوط به مقدار درست‌نمایی توابع کاب-داگلاس و ترانسلوگ است، برای تمام محصولات بیش از مقدار بحرانی کای-دو می‌باشد. بر این اساس فرض H_0 در همه محصولات رد شده است و نشان می‌دهد که تابع ترانسلوگ دارای انطباق و سازگاری بیش‌تری با داده‌های مورد بررسی است. از این رو، تمامی تجزیه و تحلیل‌ها و محاسبات بر اساس فرم تابع ترانسلوگ انجام شد.

پس از تخمین تابع مرزی برای محصولات گوناگون، فرض یکسان بودن مرزهای تولید آزمون شد. با توجه به جدول ۸ فرض یکسان بودن توابع مرزی گروهی رد شد. بر اساس این آزمون می‌توان نتیجه گرفت که داده‌های مورد بررسی نباید ترکیب و با هم تخمین زده شوند و باید به صورت جداگانه برآورد گردند. از این رو با استفاده از نتایج و ضرایب برآوردشده از توابع مرزی تصادفی جداگانه اقدام به محاسبه ضرایب تابع مرزی پوششی شده است.

نسبت شکاف تکنولوژیکی انرژی محصولات مورد مطالعه

نتایج مربوط به میانگین انواع کارایی فنی و نسبت شکاف فناوری محصولات مورد بررسی در جدول ۹ درج شده است که در آن TE^K نشان‌دهنده کارایی فنی انرژی ناشی از توابع مرزی

تصادفی جداگانه برای محصولات است. TE نشان‌دهنده کارایی فنی انرژی ناشی از توابع مرزی تصادفی ادغامی است. TE^* نشان‌دهنده کارایی فنی انرژی زارعین در مقایسه با تابع مرزی پوششی بوده و TGR نسبت شکاف فناوری انرژی مزارع را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که در جدول ۹ بیشینه نسبت شکاف تکنولوژی همه محصولات مورد مطالعه برابر یک است می‌توان نتیجه گرفت که توابع مرزی تصادفی تمام محصولات بر تابع مرزی پوششی تصادفی مماس هستند.

با توجه به جدول ۹، نتایج نشان می‌دهد که میانگین TE، میانگین TE^K و میانگین TE^* برای مزارع سویا به ترتیب ۶۶، ۸۱ و ۶۶ درصد می‌باشد و برای مزارع جو به ترتیب ۶۲، ۷۷ و ۵۱ درصد است. میانگین کارایی فنی انرژی حاصل از تابع تولید مرزی گروهی(TE^K) بیانگر این است که سویا کاران با به کار بردن میزان مجموع انرژی‌های مصرفی در تولید سویا به طور میانگین حدود ۸۱ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که به طور بلقوه می‌توانستند تولید کنند. و جوکاران کاران با به کار بردن میزان مجموع انرژی‌های مصرفی در تولید جو به طور میانگین حدود ۷۷ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که به طور بلقوه می‌توانستند تولید کنند. به بیان دیگر، مزارع تولیدی سویا و جو با پر کردن شکاف فنی خود با بهترین واحد تولیدی این محصولات می‌توانند تولید خود را به طور میانگین به ترتیب ۱۹ و ۲۳ درصد افزایش دهند.

میانگین TE، میانگین TE^K و میانگین TE^* برای محصول یونجه به ترتیب ۵۸، ۶۵ و۳۲ درصد و برای محصول جو به ترتیب ۶۲، ۶۷ و ۳۳ درصد است. میانگین کارایی فنی انرژی ناشی از تابع تولید مرزی گروهی بیانگر این است که واحدهای تولید یونجه و جو با بکار بردن مقدار مشخصی از انرژی‌های مصرفی در تولید به ترتیب حدود ۶۵ و ۶۷ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که به طور بلقوه می‌توانستند تولید کنند. این نتایج نشان دهنده آن است که امکان کاهش مصرف انرژی با در نظر گرفتن سطح ثابتی از عملکرد وجود دارد و یا امکان افزایش تولید محصول یونجه و جو به ترتیب به مقدار ۳۵ و ۳۳ درصد امکان‌پذیر است.

میانگین TE، میانگین TE^K و میانگین TE^* بدست آمده برای محصول گندم به ترتیب ۴۳، ۶۱ و ۲۱ درصد و برای محصول شلتوک به ترتیب ۵۵، ۷۲ و ۳۰ درصد می‌باشد. بنابراین، مزارع تولیدی گندم بر اساس میانگین کارایی فنی انرژی حاصل از تابع تولید مرزی گروهی(TE^K) قادرند با بکار بردن مقدار مشخصی از نهاده‌های تولید به طور میانگین حدود ۶۱ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که به طور بلقوه می‌توانستند تولید کنند. و شلتوک‌کاران با بکار بردن مقدار مجموع انرژی‌های مصرفی در تولید شلتوک به طور میانگین حدود ۷۲ درصد مقدار محصولی را تولید می‌کنند که به طور بلقوه می‌توانستند تولید کنند. به بیان دیگر، امکان کاهش مصرف انرژی با در نظر گرفتن سطح ثابتی از عملکرد وجود دارد.

میانگین کارایی فنی ناشی از تابع مرزی گروهی غیر قابل مقایسه هستند، اما بیان می‌کنند که در صورت پرشدن شکاف بین دیگر واحدها و واحدهای کارای گروه‌های مورد بررسی، بدون تغییر سطح فناوری می‌توان به طور میانگین مقدار تولید انرژی را در محصولات مورد بررسی به ترتیب ۱۹، ۲۳، ۳۵، ۳۳، ۳۹ و ۲۸ درصد افزایش داد. مزارع تولیدی سویا و کلزا به ترتیب دارای میانگین نسبت شکاف فناوری ۸۱ و۶۷ درصد می‌باشند که بیانگر نزدیکی سطح فناوری بکار رفته در این دو محصول، با فناوری برآورد شده برای تابع مرزی پوششی تصادفی است. به تعبیر دیگر واحدها در این دو گروه به طور میانگین ۸۱ و ۶۷ درصد محصولی را تولید می‌کنند که با بهره‌گیری از فناوری برتر (فرامرزی) می‌توانستند تولید کنند. نسبت شکاف فناوری انرژی در محصولات گوناگون قابل مقایسه است. در واقع، هرچه این نسبت کوچکتر باشد فاصله بیشتر آن‌ها تا فناوری برتر را نشان می‌دهد. بنابراین، محصولات مورد مطالعه را بر اساس عملکرد تکنیکی انرژی را می‌توان با توجه به شکل ۲ به این ترتیب مرتب نمود: سویا، کلزا، یونجه، جو، شلتوک و گندم. این شاخص همان گونه که اشاره شد بین مقدار ۰ و ۱ می‌باشد و مقادیر بالاتر و نزدیک‌تر به ۱ این شاخص بیانگر وضعیت بهتر کارآیی الگوی مصرف انرژی محصول می‌باشد. در واقع، با این شاخص قادر خواهیم بود الگوی مصرف انرژی محصولات گوناگون را در یک الگوی کشت و یا در سطح یک منطقه مورد بررسی قرار داد و سطح زیر کشت محصولاتی که مقادیر بالاتر این شاخص را دارند را بمنظور استفاده پایدارتر از انرژی مصرفی در تولید محصولات در بلند مدت به تدریج افزایش داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

استفاده فراوان از نهاده‌ها بمنظور کسب بیش‌ترین سود می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های تولید و افزایش بی‌رویه انرژی های مصرفی شود که روی سلامتی انسان و محیط زیست اثر منفی دارد. استفاده از تمامی نهاده‌های تولیدی زمانی سودمند است که سیستم کارا باشد. با توجه به یافته‌ها، مدیریت بهتر مصرف نهاده‌های تولیدی با استفاده از خدمات آموزشی و ترویجی مناسب می‌تواند کارایی انرژی محصولات را در منطقه بهبود ببخشد.

با توجه به میانگین کارایی فنی انرژی حاصل از تابع تولید مرزی تصادفی محصولات مورد مطالعه، مسئولان می‌توانند با فراهم کردن خدمات توسعه‌ای و ترویجی از راه گسترش روش‌های اعمال شده در واحدهای کارا و ارتقای دانش مدیریت و تجربه در میان واحدها و آموزش روش استفاده بهینه از نهاده‌ها از راه واحدهای نمونه به طور میانگین مقدار تولید را در محصولات شلتوک، کلزا، گندم، جو، یونجه و سویا به ترتیب تا ۱۹، ۲۳، ۳۵، ۳۳، ۳۹ و ۲۸ درصد افزایش داد.

با توجه به اینکه نسبت شکاف فناوری انرژی در محصولات گوناگون قابل مقایسه است پیشنهاد می‌شود تا تمهیداتی اندیشیده شود تا سطح زیر کشت محصولاتی که دارای نسبت شکاف فناوری انرژی بالاتری هستند بمنظور استفاده پایدارتر از انرژی مصرفی در تولید محصولات، در بلند مدت و به تدریج افزایش یابد.

با توجه به نسبت شکاف فناوری انرژی متفاوت محصولات، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی بمنظور استفاده پایدارتر از انرژی مصرفی، شاخص نسبت شکاف فناوری انرژی دست‌کم به عنوان یکی از اهداف یا آرمان‌ها در مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مربوط به الگوی کشت لحاظ گردد.

منابع

- اسفنجاری کناری، ر.، شعبان‌زاده، م.، جانسوز، پ و امیدی، ا. (۱۳۹۴). بررسی الگوی مصرف انرژی در گلخانه‌های تولید خیار استان تهران، مهندسی بیوسیستم ایران، ۲ (۴۶): ۱۳۴-۱۲۵.

- اسفنجاری کناری، ر. و زیبایی، م. (۱۳۹۱). بررسی کارآیی فنی و شکاف فناوری واحدهای پرورش مرغ تخم گذار ایران. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۴ (۲۶): ۲۵۲-۲۶۰.

- رضایی شیرمرد، ش.، منصور، س.، صالحی، م. ع. و رسولی آذر، س. (۱۳۹۲). تجزیه و تحلیل الگوی مصرف انرژی در مزارع ذرت دو اقلیم متفاوت (شمال و جنوب) استان آذربایجان غربی. ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲(۳): ۲۳-۳۶.

- زاهدی، م.، عشقی زاده، ح. ر. و مندنی، ف. (۱۳۹۳). ارزیابی کارآیی مصرف انرژی و شاخصهای اقتصادی در نظام تولید گلرنگ در استان اصفهان. مجله کشاورزی بوم شناختی، ۴ (۲): ۴۵-۵۳.

- زمانی، الف.، قادر زاده، ح. و مرتضوی، س. الف. (۱۳۹۳). تعیین الگوی کشت با تاکید بر مصرف بهینهی انرژی و کشاورزی پایدار "مطالعه موردی شهرستان سقز استان کردستان". دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۱ (۲۴): ۴۳-۳۱.

- شعبان زاده، م.، اسفنجاری کناری، ر. و رضائی، الف. ۱۳۹۵. بررسی الگوی مصرف انرژی محصول گوجه فرنگی در استان خراسان رضوی. ماشین‌های کشاورزی، (۶) ۱: ۱۱-۲۴.

Refrences

- Battese, G.E., Rao, D.S.P. & O'Donnell, C. (2004). A metafrontier production function for estimation of technical efficiencies and technology Gaps for Firms Operating under Different Technologies. *Productiviity Analysis*, 21: 91–103.

- Battese, J. & P. Rao, D. S. (2004). Technology gap, efficiency and stochastic metafrontier function. *International Journal of Business & Economic*, 1: 87-93.

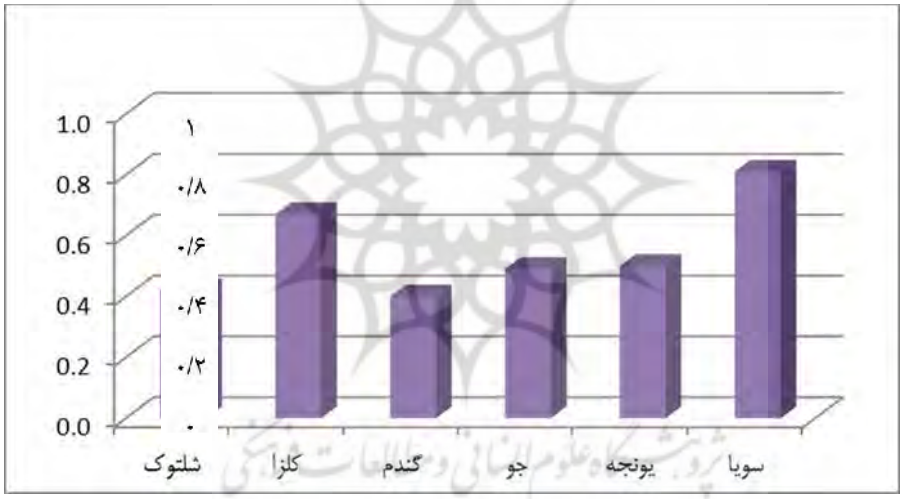
- Canakci, M. & Akinci, I. (2006). Energy use pattern analysis of greenhouse vegetable production. *Energy*, 31:1243-1256.

- Chauhan, N.S., Mohapatra, P.K. & Pandey, K.P. (2006). Improving energy productivity in paddy production through benchmarking – an application of data envelopment analysis. *Energy Converse Manage*, 47, 1063–1085.
- Coelli, T., Prasada Rao, D. & Battese, G. E. (1998). An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer academic publishers: 1 – 341.
- Ebrahim, H.Y., & Ebrahim, H.I. (2012). Energy Use Analysis for Rice Production in Nasarawa State, Nigeria. *Tropical and Subtropical Agro Ecosystems*, 15: 649 – 655.
- Hatirli, S.A., Ozkan, B. & Fert, C. (2006). Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production, *Renew Energy*, 31: 27-38.
- Khan, M.A., Khan, S. & Mushtaq, S. (2009). Energy and Economic Efficiency Analysis of Rice and Cotton Production in China. *Sarhad Journal of Agriculture*, 25(2): 291-300.
- Loghmanpour Zarini, R. (2014). Energy Consumption and Economic Analysis for Peach Production in Mazandaran Province of Iran. *The Experiment*, 20(5): 1427-1435.
- O'donnell, C.J., Rao, D. & Battese, G. (2008). Metafrontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratio. *Empirical Economics*, 34: 231-255.
- Ozkan, B., Akcaoz, H. & Fert, C. (2009). Energy input-output analysis in Turkish agriculture. *Renewable Energy*, 29: 39-51.
- Sengar, S.H., & Kothari, S. (2008). Economic evaluation of greenhouse for cultivation of rose nursery. *African Journal of Agricultural Research*, 3(6): 435-439.
- Singh, H., Mishra, D. & Nahar, N.M. (2010). Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India – Part I. *Energy Convers Manage*, 43(16), 2275–2286.
- Zangeneh, M., Omid, M. & Akram, A. (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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست‌ها

شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان ساری.



شکل ۲- مقایسه نسبت شکاف فناوریکی انرژی محصولات مورد مطالعه.

جدول ۱- شاخص‌های الگوی مصرف انرژی محصولات مورد مطالعه.

شاخص انرژی / محصولات	کارایی انرژی	بهره‌وری انرژی Kg/MJ	انرژی ویژه MJ/Kg	انرژی خالص MJ/h
سویا	۵/۴۱	۰/۱۷	۵/۷۳	۳۷۲۳۰/۲۰
کلزا	۳/۹۰	۰/۱۵	۶/۹۲	۳۵۳۹۵/۹۱
گندم	۲/۷۵	۰/۰۶	۱۵/۲۰	۲۰۴۷۱/۹۸
جو	۳/۸۰	۰/۰۹	۱۱/۶۳	۱۴۰۶۸/۴۶
یونجه	۳/۰۰	۰/۱۳	۷/۲۳	۳۳۷۰۵/۲۸
شلتوک	۳/۱۳	۰/۰۸	۱۳/۰۴	۳۳۵۸۳/۴۵
میانگین	۳/۶۶	۰/۱۱	۹/۹۶	۲۹۰۷۵/۸۸

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول ۲- آزمون فرضیه‌ها برای مدل‌های تابع تولید مرزی شلتوک.

فرضیه صفر	آماره i^2 محاسباتی	درجه آزادی ($i^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $¥ = 0$	۱۴/۸۳۶	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $¥ = 0$	۳۰/۶۱۴	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۵۳/۲۳۲	۲۲/۳۰۷ (۱۵)	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ

مأخذ: محاسبات پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳- آزمون فرضیه‌ها برای مدل‌های تابع تولید مرزی کلزا.

فرضیه صفر	آماره χ^2 محاسباتی	درجه آزادی($\chi^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $\gamma = 0$	۰/۶۱۸	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $\gamma = 0$	۵/۹۹۶	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۳۶/۵۷۶	(۱۵) ۲۲/۳۰۷	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول ۴- آزمون فرضیه‌ها برای مدل‌های تابع تولید مرزی گندم.

فرضیه صفر	آماره χ^2 محاسباتی	درجه آزادی ($\chi^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $\gamma = 0$	۲۱/۶۰۴	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $\gamma = 0$	۷۱/۰۹۶	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۸۸/۸۷۴	(۱۵) ۲۲/۳۰۷	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ

مأخذ: محاسبات پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۵- آزمون فرضیه‌ها برای مدل‌های تابع تولید مرزی جو.

فرضیه صفر	آماره i^2 محاسباتی	درجه آزادی ($i^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $¥ = 0$	۵۰/۸۸۴	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $¥ = 0$	۱۱۰/۲۴۰	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۴۴/۵۸۰	۲۲/۳۰۷ (۱۵)	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول ۶- آزمون فرضیه‌ها برای مدل‌های تابع تولید مرزی یونجه.

فرضیه صفر	آماره i^2 محاسباتی	درجه آزادی ($i^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $¥ = 0$	۲۷/۱۵۲	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $¥ = 0$	۲۸/۰۴۵	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۲۲/۳۴۶	۲۲/۳۰۷ (۱۵)	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ

مأخذ: محاسبات پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۷- آزمون فرضیه‌ها برای مدل‌های تابع تولید مرزی سویا.

فرضیه صفر	آماره χ^2 محاسباتی	درجه آزادی ($\chi^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $\gamma = 0$	۳۱/۵۷۷	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $\gamma = 0$	۲۴/۴۸۴	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۷۲/۵۸۶	۲۲/۳۰۷ (۱۵)	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول ۸- آزمون فرضیه‌ها تابع تولید مرزی برای مدل ترکیبی.

فرضیه صفر	آماره χ^2 محاسباتی	درجه آزادی ($\chi^2_{0.10}$)	نتیجه آزمون	انتخاب مدل
(۱) فرم کاب داگلاس $\gamma = 0$	۱۵۹/۲۳۰	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
(۲) فرم ترانسلوگ $\gamma = 0$	۲۸۳/۹۶۳	۲/۷ (۱)	پذیرفته نشدن	مرزی تصادفی
فرم کاب داگلاس در مقابل فرم ترانسلوگ	۳۱۲/۲۷۶	۲۲/۳۰۷ (۱۵)	پذیرفته نشدن	ترانسلوگ
مدل ترکیبی در مقابل مدل جداگانه				
LR مدل ترکیبی در مقابل جمع LR مدل شش گروه	۴۳۶/۸۲	۲۸/۴۱۲ (۲۰)	پذیرفته نشدن	فرامرزی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۹- خلاصه نتایج مربوط به کارآیی ونسبت شکاف فناوری انرژی محصولات مورد مطالعه.

پارامترهای تخمینی / محصول		شلتوک	کلزا	گندم	جو	یونجه	سویا
TE (ترکیبی)	میانگین	۰/۵۵	۰/۶۲	۰/۴۳	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۶۶
	بیشینه	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۱
	کمینه	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۵	۰/۲۴
	انحراف معیار	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۲
TE^K (به تفکیک گروهها)	میانگین	۰/۷۲	۰/۷۷	۰/۶۱	۰/۶۷	۰/۶۵	۰/۸۱
	بیشینه	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۸
	کمینه	۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۸
	انحراف معیار	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۳۳	۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۳
TE^* (نسبت به تابع فرامرزی)	میانگین	۰/۳۰	۰/۵۱	۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۳۲	۰/۶۶
	بیشینه	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۶۶	۰/۹۹	۰/۸۳	۰/۹۳
	کمینه	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۲۰
	انحراف معیار	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۸
TGR (نسبت شکاف فناوری)	میانگین	۰/۴۲	۰/۶۷	۰/۴۰	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۸۱
	بیشینه	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
	کمینه	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۳۲
	انحراف معیار	۰/۲۱	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۷

مأخذ: محاسبات پژوهش