

برآورد تابع تقاضای حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی ایران

مطهره بخشایش^۱، سعید یزدانی^{۲*}

۱. کارشناس ارشد دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

۲. استاد دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۳۱ - تاریخ تصویب: ۹۳/۴/۱۶)

چکیده

امروزه نهاده انرژی در کنار نهاده نیروی کار و سرمایه نقش مهمی در تولید کشاورزی ایفا می‌کند. انرژی نهاده‌ای مورد نیاز برای فعالیت ماشین‌آلات و ادوات کشاورزی است. بحث حائز اهمیت در این زمینه مربوط به میزان واکنش تقاضای انرژی به تغییرات قیمت حامل‌های انرژی و سایر نهاده‌های تولیدی است. از این‌رو، مطالعه حاضر به تخمین توابع تقاضای نهاده‌های انرژی در بخش کشاورزی شامل برق و نفت گاز و برآورد کشش‌های قیمتی و جانشینی (آلن و موریشیما) میان نهاده‌های مصرفی پرداخت. برای این منظور، از تابع هزینه ترانسلوگ استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، نهاده‌های برق-نفت گاز و برق-سرمایه جانشین‌اند و دو نهاده نفت گاز و سرمایه مکمل یکدیگرند و به‌طور کلی نفت گاز در مقایسه با برق نسبت به تغییرات قیمت -نفت گاز و برق- حساسیت بیشتری نشان می‌دهد؛ بنابراین، توصیه می‌شود با توجه به ارزان‌تر بودن و پاک‌تر بودن انرژی الکتریکی، سیاست‌ها در راستای افزایش تقاضای برق و کاهش مصرف نفت گاز باشد و برای این منظور بهتر است سیاست‌های قیمتی به‌گونه‌ای اتخاذ شوند تا نفت گاز به‌طور مستقیم و به‌تبع آن برق از آن تأثیر بگیرند.

واژه‌های کلیدی: برق، ترانسلوگ، تقاضای انرژی بخش کشاورزی، کشش جانشینی، نفت گاز.

مقدمه

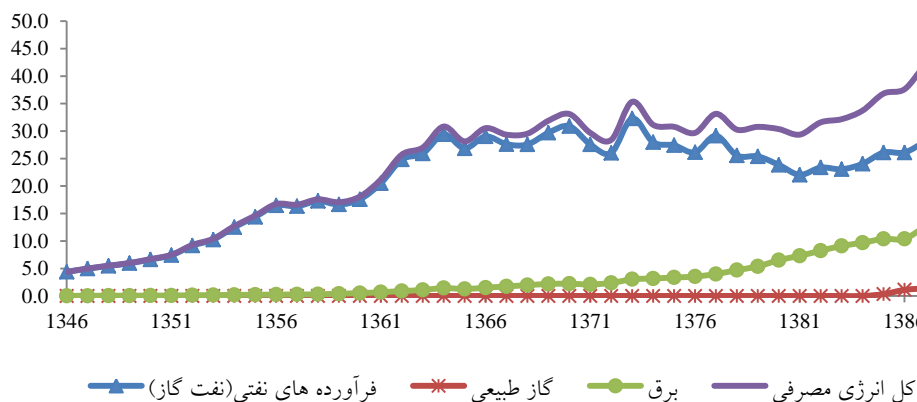
امروزه انرژی نه تنها از نهاده‌های مهم تولیدی در بخش کشاورزی به‌شمار می‌رود، بلکه می‌توان از این نهاده به‌عنوان پلی برای حرکت از کشاورزی سنتی به سوی کشاورزی صنعتی نیز نام برد. همچنین، با توجه به اهمیت روزافزون امنیت غذایی در کشورها و نقش و اهمیت هرچه بیشتر بخش کشاورزی به‌عنوان تأمین‌کننده ماده اولیه سایر بخش‌ها، روزبه‌روز به وابستگی بیشتر این بخش به منابع انرژی افزوده می‌شود. انرژی در بخش کشاورزی به‌عنوان نهاده واسطه و نهایی استفاده می‌شود. از این‌رو، امروزه علاوه بر نهاده کار و سرمایه، انرژی نیز به‌عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در بحث‌های کلان مطرح است و تولید تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی تلقی می‌شود. همچنین،

فرض بر این است که بین میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه‌ای مستقیم وجود دارد (Sharzei & Haghghi, 1995). بحران انرژی در غرب در سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۷۴ و ۱۹۷۹-۱۹۸۰ که نتیجه افزایش قیمت انرژی و انتقال منحنی عرضه کل اقتصاد به سمت چپ بود، نمونه کاملاً روشنی از تأثیرگذاری انرژی بر اقتصاد است (Zonnour, 1997).

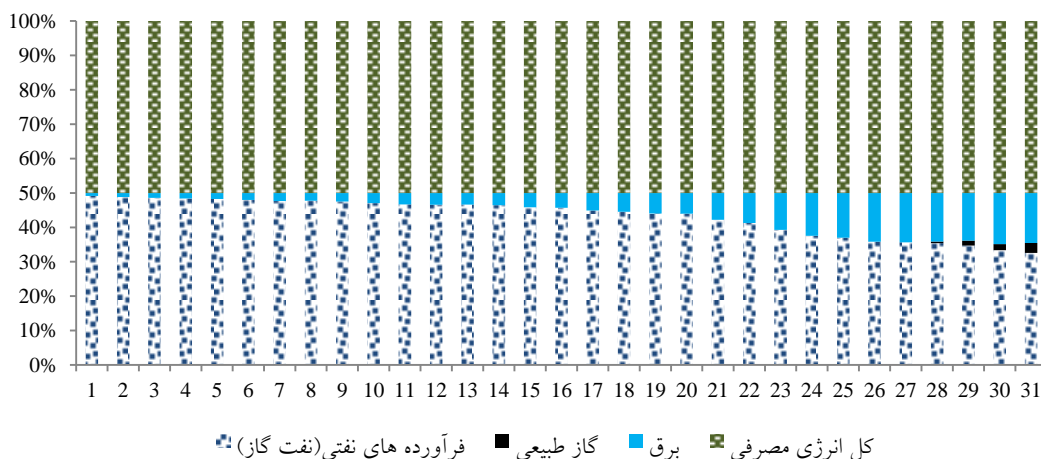
بررسی روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی نشان می‌دهد مهم‌ترین و عمده‌ترین حامل انرژی مورد استفاده در بخش کشاورزی در چهل سال گذشته نفت گاز بود، درحالی که با گذشت زمان سهم آن به‌تدریج کاهش یافت و انرژی برق جایگزین آن شد. براساس آمار ارائه‌شده از سوی معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو در سال ۱۳۸۸، ۶۵ درصد

انرژی ذکرشده در بالا به‌عنوان نهاده‌های انرژی در بخش کشاورزی محاسبه و ارزیابی می‌شوند. با استفاده از آمار منتشرشده در ترازنامه وزارت نیرو، روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک نوع حامل‌های مصرفی و همچنین سهم مصرف هر یک در چهل سال گذشته به‌ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ نمایش داده می‌شود.

مصرف انرژی در بخش کشاورزی مربوط به فرآورده‌های نفتی، ۵ درصد مربوط به گاز طبیعی و ۳۰ درصد مربوط به برق است. از این میزان مصرف فرآورده‌های نفتی، بیش از ۹۸ درصد مربوط به مصرف نفت گاز است؛ بنابراین، نفت گاز و برق پارامترهای تعیین‌کننده در رشد و توسعه این بخش هستند. در نتیجه، در مطالعه حاضر توابع تقاضای حامل‌های



شکل ۱. روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک نوع حامل انرژی در سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۸



شکل ۲. سهم حامل‌های انرژی مصرفی در بخش کشاورزی در سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۸۸

بیشتر مطالعات اولیه در مورد توابع عرضه محصولات زراعی، بر پایه الگوهای تک‌معادله‌ای و با فرض انتظارات ایستا در مورد قیمت انجام گرفت؛ برای مثال، می‌توان به کارهای Nerlove & Addison (1958) اشاره کرد، اما در سال‌های اخیر، تئوری دوگانگی، تحولات بزرگی در این زمینه به‌وجود آورد، به‌طوری‌که با استفاده از این تئوری بررسی‌های متعددی روی سیستم توابع عرضه محصولات کشاورزی و سیستم توابع تقاضا برای عوامل تولید کشاورزی انجام گرفت.

از نظر تاریخی، اولین بار Hotelling (1932) به بررسی ویژگی‌های تابع هزینه پرداخت، سپس Samuelson (1947) آن را گسترش داد و مفهوم «مرز بهای عوامل» را ابداع کرد. هرچند اقتصاددانان دیگری مانند Ray (1982) در توسعه این مورد فعالیت داشتند، اما Shephard (1953) با به‌وجودآوردن رابطه دوگانگی بین توابع هزینه و تولید، انقلابی در تحقیقات اقتصادی به‌وجود آورد، وی این رابطه‌ها را براساس خواص مجموعه‌های محدب بررسی کرد که Fenchel (1951) ابداع کرده بود.

دست‌آوردن توابع تقاضای انرژی مصرفی در بخش، از داده‌های سری زمانی قیمت و مقدار نهاده‌های نیروی کار، سرمایه، برق، نفت گاز و ارزش افزوده بخش کشاورزی در سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۸۷ استفاده شد و تمام داده‌ها براساس سال پایه (۱۳۷۶) تعدیل شد. داده‌های مربوط به نهاده‌های برق و نفت گاز از ترازنامه‌های انرژی منتشرشده توسط وزارت نیرو، داده‌های مربوط به مقدار نهاده نیروی کار از مرکز آمار ایران و داده‌های ارزش افزوده بخش کشاورزی، مقدار سرمایه و دستمزد نیروی کار از بانک مرکزی گردآوری شد. از آنجا که آماری با عنوان قیمت سرمایه به صورت مدون وجود ندارد، این داده با استفاده از داده‌های سری زمانی استهلاک سرمایه‌های ثابت، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به قیمت جاری و ثابت ۱۳۷۶ و نرخ سود مورد انتظار در بخش کشاورزی، منتشرشده از سوی بانک مرکزی محاسبه شد.

برای محاسبه قیمت سرمایه در بخش کشاورزی ابتدا با استفاده از فرمول ۱ میزان استهلاک در بخش محاسبه می‌شود (Tahamipour, 2007):

$$D = \delta \cdot \sum_{j=1}^{20} I_{t-j} \quad \delta = \frac{D}{\sum_{j=1}^{20} I_{t-j}} = DR \quad (1)$$

که در آن D میزان استهلاک سرمایه‌های ثابت و I تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به قیمت پایه است. δ میزان استهلاک یا DR است.

حال به روشی که یورگنسون ارائه داد، قیمت واقعی سرمایه محاسبه می‌شود. براین اساس، قیمت سرمایه عبارتست از (Gulden Boluk, 2010):

$$P_k = P \times \left[r + \frac{\delta(1-zt)}{1-t} \right] \quad (2)$$

که در آن P_k قیمت واقعی سرمایه، P شاخص قیمت سرمایه، r نرخ سود بانکی، δ میزان استهلاک واقعی، z ارزش فعلی میزان استهلاک دفتری و t نرخ مالیات است. به دلیل اینکه در بخش کشاورزی نرخ مالیات صفر است، فرمول بالا به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$P_k = P \times [r + \delta] \quad (3)$$

شاخص قیمت سرمایه از تقسیم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص اسمی به ثابت محاسبه می‌شود.

تئوری دوگان نشان می‌دهد ساختار تولید یک صنعت می‌تواند با استفاده از تابع تولید و تابع هزینه مطالعه شود. استفاده از تابع هزینه به جای تابع تولید به منظور برآورد

از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعات Kiani & Neamati (1997) و Zonour (1997) اشاره کرد که با به‌کاربردن تابع هزینه ترانسلوگ و بهره‌گیری از روابط دوگانگی بین توابع تولید و هزینه، توابع تقاضای نهاده‌های گندم را به ترتیب به صورت تک‌معادله‌ای و سیستمی برآورد کردند و کشش‌های جانشینی آن‌ها را بررسی کردند و از محدود مطالعاتی است که به برآورد تقاضای انرژی به‌عنوان نهاده‌های تولیدی با استفاده از این رهیافت پرداخت. sharzei & Haghghi (1995) نیز به محاسبه تقاضای نهاده‌های مصرفی در بخش تولیدی صنعت پرداختند و رابطه بین نهاده انرژی را با سایر نهاده‌های مصرفی بررسی کردند. در بخش کشاورزی، می‌توان به Bagherzade & Amirtamouri (2009) اشاره کرد که با استفاده از تابع کاب داگلاس و به صورت مستقیم به برآورد تقاضای انرژی پرداختند و آن را متأثر از درآمد و قیمت دانستند.

در میان مطالعات خارجی، بیشتر تقاضای انرژی با استفاده از رهیافت تابع هزینه و اصل دوگانگی برآورد شد؛ برای مثال، Dahl & Erdogan (1980)، Field & et al. (2000) و Gulden Boluk (2010) به ترتیب تقاضای انرژی در صنعت مجزا را در آمریکا، کل اقتصاد ترکیه و بخش تولیدی ترکیه محاسبه و روابط جانشینی آن را با سایر نهاده‌ها بررسی کردند. در بیشتر مطالعات در این عرصه، نهاده‌های سرمایه، انرژی و نیروی کار عوامل تولید در نظر گرفته شدند. در برخی از این مطالعات، نهاده‌های دیگری مانند نهاده‌های واسطه‌ای و نهاده‌های فیزیکی نیز به مدل اضافه شد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، تنها مطالعه‌ای که به بررسی تقاضای انرژی در بخش کشاورزی پرداخت، بدون بهره‌گیری از رهیافت هزینه و به صورت مستقیم آن را برآورد کرد، درحالی‌که تجربه نشان می‌دهد تابع هزینه و اصل دوگانگی در این زمینه بسیار پرکاربرد و مفید واقع شد؛ بنابراین، در این مطالعه با استفاده از این رهیافت به برآورد تقاضای انرژی در بخش کشاورزی پرداخته می‌شود و با توجه به آمارهای موجود، از آنجا که دو صورت عمده انرژی مصرفی در بخش به صورت برق و نفت گاز است، تقاضای هر یک به تفکیک برآورد شد و با کمک انواع کشش‌های جانشینی، روابط میان این دو نهاده و سایر نهاده‌های مصرفی در بخش شامل سرمایه و نیروی کار بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، برای برآورد تابع هزینه بخش کشاورزی و به

$$S_i = x_i \frac{P_i}{C} = \alpha_i + \beta_{iY} \ln Y + \sum_j \beta_{ij} \ln P_j \quad (8)$$

S_i سهم هزینه تأمین نهاده مانند سهم هزینه برق از کل هزینه‌هاست.

کشش‌های جانشینی، حساسیت متغیری را نسبت به تغییرات متغیر دیگر نشان می‌دهد. در بیشتر مطالعات تجربی، به دست آوردن ضرایب کشش‌های جانشینی از هدف‌های عمده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

کشش‌های جانشینی خودی و متقاطع آلن AES: Allen (elasticity of substitution) که در زیر فرموله شد:

$$C_{ij} = \frac{\partial^2 C}{\partial P_i \partial P_j}, \quad C_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}$$

$$\sigma_{ij} = \frac{C_i C_{ij}}{C_j C_i} \quad (9)$$

که در آن کشش‌های جزئی با توجه به مرتبه نهاده‌های تولیدی متفاوت‌اند؛ به عبارت دیگر، برای تابع هزینه ترانسلوگ:

$$\sigma_{ij} = \frac{\beta_{ij} + S_i S_j}{S_i S_j}, \quad (i \neq j) \quad i, j = K, L, E, O$$

$$\sigma_{ij} = \frac{\beta_{ij} + S_i^r + S_j}{S_i^r}, \quad i = K, L, E, O \quad (10-2)$$

همان‌طور که توسط آلن نشان داده شد، کشش‌های خودی و متقاطع تقاضا برای عوامل تولید (η_{ij} , η_{ji}) با کشش‌های خودی و متقاطع آلن (AES) ارتباط دارند:

$$\eta_{ij} = S_i \sigma_{ij} \eta_{ji} = S_i \sigma_{ji} \quad (11)$$

کشش‌های جزئی خودی و جانشینی آلن تغییرات درصدی را در نسبت دو عامل تولید اندازه‌گیری می‌کند که ناشی از یک درصد تغییر در قیمت‌های نسبی آن‌هاست و برای گروه‌بندی هر جفت از نهاده‌ها از لحاظ جانشینی و مکملی به کار برده می‌شود. اگر کشش جانشینی بین دو عامل مثبت باشد، به آن‌ها عوامل جانشین و اگر این کشش منفی باشد به آن‌ها عوامل مکمل گفته می‌شود (Mehrra & Abdi, 2005).

هرچند کشش جانشینی آلن به‌طور گسترده به کار رفت، از آنجاکه به‌صراحت جانشینی میان نهاده‌ها را توضیح نمی‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعاتی در زمینه سهم نسبی عوامل ارائه نمی‌دهد، نمی‌توان آن را به‌صورت میزان نهایی جانشینی تفسیر کرد.

بنابراین، شاخص دیگری از جانشینی با عنوان کشش جانشینی موریشیما (MES: Morishima elasticity of

پارامترهای تولید، مزایایی دارد. از جمله این مزایا انعطاف‌پذیری بالا، برآورد آسان‌تر پارامترها به دلیل استفاده از قیمت عوامل تولید- نه مقدار آن‌ها- و احتمال ضعیف وجود همخطی است (stear, 1985). به‌منظور برآورد تابع، از میان شکل‌های تابعی عمومی انعطاف‌پذیر، شکل تابع ترانسلوگ برای تابع هزینه انتخاب شد. تابع هزینه ترانسلوگ به دلیل انعطاف‌پذیری بالا، غیر منفی، غیر کاهنده در قیمت نهاده‌ها و محصول، همگن خطی و تقعر در قیمت نهاده‌ها به‌طور گسترده برای مدل‌سازی تابع تقاضای برق و انرژی استفاده شد (Moroney Griffen & Gregory, 1976; Sterner, 1998; Harvey & Marshall, 1991; & Trapani, 1981).

برای تخمین تابع هزینه بخش کشاورزی با استفاده از تابع ترانسلوگ، معادله ۴ با پنج نهاده بالا به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\ln C = \alpha + \sum_i \alpha_i \ln p_i + p_Y \ln Y + \frac{1}{\gamma} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_i \beta_{iY} \ln p_i \ln Y + \frac{1}{\gamma} \beta_{YY} (\ln Y)^2$$

که در آن i و j نهاده سرمایه، نیروی کار، برق و نفت گاز و قیمت نهاده نام است.

به‌منظور همگن‌بودن تابع هزینه در قیمت نهاده‌ها، لازم است محدودیت‌های زیر روی شاخص‌ها اعمال شوند:

$$\sum_i \alpha_i = 1 \quad (5)$$

$$\sum_i \beta_{iY} = 0, \quad \beta_{ij} = \beta_{ji}, \quad \sum_i \beta_{ij} = \sum_j \beta_{ji} = 0 \quad (6)$$

$$i, j = (E, L, M, K)$$

این محدودیت‌ها در خلال تحلیل اعمال می‌شوند. مشتق جزئی از تابع هزینه ترانسلوگ- که در معادله ۴ نشان داده شد- نسبت به قیمت تأمین نهاده، تقاضای مشتق‌یافته آن نهاده را نشان می‌دهد و به‌صورت معادله ۶ نمایش داده می‌شود:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial C}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{C} = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \delta_{ij} \ln P_j; \quad (7)$$

$$i, j = E, L, M, K$$

سپس با به‌کارگیری تئوری Shephard (1953) که حداقل‌سازی هزینه مقدار تقاضا را برای تأمین نهاده نشان می‌دهد

$$\{X_i = \frac{\partial C}{\partial P_i}; \quad i = (E, L, M, K)\}$$

نهاده را به‌صورت سهم نهاده مشابه معادله ۷ به‌دست آوریم:

وایت برای تعیین وجود ناهمسانی واریانس در جزء اخلاص، آزمون تجزیه واریانس به‌منظور تعیین رابطه همخطی و همچنین آماره دوربین واتسون به‌منظور بررسی وجود خودهمبستگی در جزء اخلاص صورت گرفت. برای بررسی معناداری آماری متغیرها از آزمون t استفاده شد.

نتایج و بحث

در ادامه، نتایج برآورد تابع هزینه ترانسلوگ و معادله‌های سهم هزینه نهاده‌ها با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی غیر خطی محدودشده ارائه می‌شود. تابع هزینه رابطه ۳ نسبت به قیمت نهاده نیروی کار همگن شد و معادله سهم هزینه مربوط به این نهاده از مجموعه معادله‌های سهم حذف شد. نتایج این برآورد در جدول ۱ در بخش ضمیمه گزارش می‌شود. با توجه به ضریب تعیین ۸۴ درصدی تابع مذکور، می‌توان گفت قدرت برازش مدل مناسب است.

(substitution) شناخته شد که به‌صورت مشتق لگاریتمیک مقدار نسبی عوامل نسبت به قیمت نسبی آن‌ها تعریف می‌شود؛ به‌عبارت دیگر، کشش جانشینی موریشیما درصد تغییرات در نسبت میان دو عامل تولیدی را در واکنش به تغییر در قیمت نسبی آن‌ها اندازه‌گیری می‌کند. Chambers (1988) این کشش را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$\sigma_{ij}^M = \sigma_{ji} - \sigma_{ii} \quad (12)$$

چنانچه این کشش بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از صفر باشد، سهم نسبی تأمین عامل با افزایش قیمت آن افزایش (کاهش) می‌یابد. دو نهاده جانشین از نوع موریشیما هستند، چنانچه MES میان آن دو مثبت باشد (Blackorby & Russell, 1989).

معادله‌های مدل شامل رابطه‌های ۴، ۵ و ۶ و محدودیت متقارن بودن ضرایب متقاطع ($\beta_{ij} = \beta_{ji}$) با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی غیر خطی محدود شد و با استفاده از نرم‌افزار Shazam برآورد شد. آزمون بروش پاگان، گلچسر و

جدول ۱. نتایج تخمین تابع هزینه ترانسلوگ

نام متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۰/۳۰۵۱۳*	۰/۰۲	۱۵/۲۶
Y	۰/۰۲۹۷*	۰/۰۱۱۳	۲/۶۳
E	۰/۰۱۲۲**	۰/۰۰۵۹۶	۲/۰۵
R	۰/۹۰۳۲۹*	۰/۰۰۸۸۴	۱۰۲/۱۴
O	۰/۰۴۸۴*	۰/۰۰۴۷۸	۱۰/۱۳
EO	۰/۰۰۰۲۷۶	۰/۰۰۶۳۷	۰/۰۴
ER	-۰/۰۱۵۶	۰/۰۱۳۱	-۱/۱۹
EY	-۰/۰۰۰۳۹۱	۰/۰۰۰۴۹۴	-۰/۷۹
EE	۰/۰۰۸۷۳**	۰/۰۰۴۸۴	۱/۸۰
RO	-۰/۱۰۸۵۸*	۰/۰۱۱۳	-۹/۶۰
RY	۰/۰۰۴۲۴**	۰/۰۰۱۸۴	۲/۳۰
RR	۰/۰۸۳۵*	۰/۰۰۹۶۱	۸/۶۹
OY	-۰/۰۰۲۷۹**	۰/۰۰۱۱۵	-۲/۴۲
OO	۰/۰۵۴۴*	۰/۰۰۵۵۶	۹/۷۸
YY	-۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۱۶۱	-۰/۹۳
آماره دوربین واتسون		۰/۳۴	
ضریب تعیین R ²		۰/۸۴	
آماره ژارکوبرا		۳/۸۶	

* معنی‌داری ضرایب در سطح ۵ درصد
 ** معنی‌داری ضرایب در سطح ۱۰ درصد
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

گاز و سرمایه همزمان کاهش می‌یابد، به‌طور کل می‌توان گفت در بخش کشاورزی میان قیمت برق و مصرف نفت گاز و سرمایه رابطه مستقیم و میان قیمت نفت گاز (سرمایه) و مصرف سرمایه (مصرف نفت گاز) رابطه معکوس وجود دارد. کسش‌های قیمتی تقاضا نیز که درصد تغییرات مقدار تقاضا را نسبت به درصد تغییرات قیمت خود نهاده (کسش قیمت خودی) یا قیمت سایر نهاده‌ها (کسش قیمتی متقاطع) اندازه‌گیری می‌کنند در جدول ۳ گزارش می‌شود. نتایج نشان می‌دهد تمام کسش‌های قیمتی خودی دارای علامت صحیح و مورد انتظار (منفی) است. مقدار کسش قیمتی نفت گاز از لحاظ قدر مطلق بیش از بقیه نهاده‌هاست. نهاده‌های برق و سرمایه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین، قدر مطلق عددی کسش‌های قیمتی خودی نهاده‌های برق و سرمایه کمتر از یک بود؛ بنابراین، می‌توان گفت امکان واکنش تقاضا نسبت به تغییرات قیمت و جانشینی بین نهاده‌ها بسیار محدود است. کسش‌های متقاطع محاسبه‌شده برای نهاده‌ها هم نتایج به‌دست‌آمده از نظر جانشینی و مکملی نهاده‌ها را در قسمت قبل تأیید می‌کنند.

از آنجاکه تفسیر تک‌تک ضرایب بسیار پیچیده و غیر مفید بود و از ضرایب مذکور به‌طور عمومی برای محاسبه کسش‌ها استفاده می‌شود، فقط به ارائه نتایج برآورد کسش‌های خودی و جانشینی آلن، کسش قیمتی و متقاطع تقاضا و کسش‌های جانشینی موریشیما پرداخته می‌شود. با توجه به نتایج برازش مدل اصلی و روابطی که در بخش سوم ارائه شد، کسش‌های جانشینی آلن برای نهاده‌های بخش کشاورزی مطابق جدول ۲ است. همان‌طور که از نتایج جدول پیداست، تمام کسش‌های جزئی خودی آلن (قطر اصلی ماتریس)، علامت مورد انتظار (منفی) را دارند؛ به عبارت دیگر، رابطه معکوس بین قیمت و مقدار تقاضا در آن‌ها نشان داده می‌شود. همچنین، نتایج کسش‌های جانشینی نشان می‌دهد، برق و نفت گاز، و برق و سرمایه نهاده‌های جانشین (کسش جانشینی بزرگ‌تر از صفر) و نفت گاز و سرمایه نهاده‌های مکمل (کسش جانشینی کوچک‌تر از صفر) هستند. این نتایج بیانگر آن است که در صورت جایگزینی نفت گاز با انرژی برق، میزان مصرف سرمایه نیز کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر، با کاهش قیمت برق، مصرف برق افزایش و میزان مصرف نفت

جدول ۲. کسش‌های جزئی خودی و جانشینی آلن

برق (E)	سرمایه (R)	نفت گاز (O)
برق (E)	۰/۹۸	۵/۴۸
سرمایه (R)	---	-۸/۶۲
نفت گاز (O)	---	-۳۵۱/۳۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. کسش‌های قیمتی خودی و متقاطع تقاضا

برق (E)	سرمایه (R)	نفت گاز (O)
برق (E)	۰/۰۱	۰/۰۳
سرمایه (R)	-۰/۰۶	-۸/۴۳
نفت گاز (O)	-۰/۱۱	-۴/۳۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

منفی‌بودن کسش میان نهاده‌های نفت گاز و سرمایه نیز مؤید رابطه مکملی میان آن‌هاست. تفسیر دیگری از ضرایب کسش جانشینی موریشیما به این ترتیب است که برای مثال اگر نسبت قیمت‌های نفت گاز به برق به اندازه یک درصد رشد داشته باشد، تقاضا برای نسبت نهاده‌های برق به نفت گاز به اندازه ۶/۷۱ درصد رشد دارد.

معیار آخر برای اندازه‌گیری جانشینی میان نهاده‌ها، کسش جانشینی موریشیماست. جدول ۴ مقادیر کسش‌های جانشینی موریشیما را برای مدل برآوردشده در این تحقیق نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود کسش نسبت عوامل برق - سرمایه و برق - نفت گاز بزرگ‌تر از یک بود که جانشینی قوی بین هر جفت از نهاده‌ها را نشان می‌دهد. این موضوع را می‌توان از روی کسش‌های جانشینی آلن نیز مشاهده کرد.

جدول ۴. کشش‌های جانشینی موریشیما

برق (E)	سرمایه (R)	نفت گاز (O)
برق (E)	-۰/۱۸	۱/۰۶
سرمایه (R)	---	-۱/۰۱
نفت گاز (O)	-۶/۳۷	---

مأخذ: یافته‌های تحقیق

تأثیر بگذارد. همچنین، با توجه به بالا بودن قیمت نفت گاز در مقایسه با برق از یک سو و پاک بودن انرژی برق از سوی دیگر، پیشنهاد می‌شود با اتخاذ سیاست‌های قیمتی، تولیدکنندگان به جایگزینی انرژی برق به جای نفت گاز ترغیب شوند. البته سطح زیرساخت‌ها و تجهیزات موجود در بخش کشاورزی نیز باید مد نظر قرار گیرد و هرگونه جهت‌دهی به تقاضا در امر تأمین انرژی، با توجه به امکانات و پتانسیل‌های بخش صورت گیرد و بسترهای لازم در این زمینه فراهم شود. همچنین، با در نظر گرفتن رابطه جانشینی میان نهاده‌های برق و نفت گاز و رابطه مکملی میان دو نهاده سرمایه و نفت گاز و همچنین با توجه به کمبودها و کاستی‌هایی که به لحاظ سرمایه در بخش وجود دارد، می‌توان با جایگزین کردن برق به جای نفت گاز به تدریج و در بلندمدت سهم سرمایه را در هزینه‌های بخش نیز کاهش داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

براساس آنچه در بخش مقدمه اشاره شد، بیش از ۹۵ درصد انرژی مصرفی در بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۸ مربوط به نیروی الکتریکی و نفت گاز بود. بررسی آمار چهل ساله این اقلام نشان می‌دهد به تدریج برق جایگزین نفت گاز شد، به گونه‌ای که در پانزده سال اخیر سهم نفت گاز در تأمین انرژی مورد نیاز بخش از ۹۰ درصد به ۶۵ درصد کاهش یافت و از این میزان حدود ۸۶ درصد آن توسط انرژی برق جایگزین شد.

بررسی کشش‌های جانشینی میان نهاده‌های برق و نفت گاز و همچنین کشش‌های خودقیمتی نشانگر قابلیت جانشینی قوی میان آن دو و حساسیت بالای نفت گاز نسبت به تغییرات قیمت است؛ بنابراین، توصیه می‌شود برای تشویق تقاضای یکی و کاهش تقاضای دیگری، از سیاست‌های قیمتی به گونه‌ای استفاده شود که بر نفت گاز به طور مستقیم و به تبع آن بر برق

REFERENCES

- Bagherzade A and Amirtamouri S. (2009) "Estimate demand energy function in agricultural sector of Iran." National Seventh Conference in December 2009.
- Balance Sheet of Energy (1964-2009) Office of Electricity and Energy metropolitan planning. Electricity and Energy Department of Energy Department. (In Farsi)
- Blackorby C and Russell R R. (1989) "Will the real elasticity of substitution please stand up? A comparison of the Allen/Uzawa and Morishimaelasticities." *The American economic review*, 779 4: 882-888.
- Chambers R G. (1988) "Applied production analysis" A dual approach. Cambridge university press, Cambridge, MA.
- Dahl, C., Erdogan, M., (2000). "Energy and interfactor substitution in Turkey." *OPEC Review* 24 (1), 1-22.
- Fenchel W. (1951). "Convex sets and functions." Princeton university, Lecture notes.
- Field B C and Grebenstein C. 1980 Capital-Energy substitution in U.S. manufacturing. *The review of economics and statistics*, 62: 207-212.
- Griffen J M and Gregory P R. (1976) "An intercountry translog model of energy substitution response." *The American economic review*, 66: 845-857.
- Gulden Boluk A A K. (2010) "Electricity demand of manufacturing sector in Turkey: A translog cost approach." *Energy economics*, 32: 609-615.
- Harvey A C and Marshall P. (1991) "Inter-fuel substitution, technical change and the demand for energy in the UK economy." *Applied economics*, 23: 1077-1086.
- Hotelling H. (1932). "Edgeworths taxation paradox and the nature of supply and

- demand functions.” *The Journal of Political Economy*, Vol. 40, No.5.
- Jahani M and Asghari A. (2005) “Determination of mathematical structure of wheat cost function in the Arasbaran region.” *Journal of Agricultural Science*. No: 2.
- Kiani H K and Neamati M. (1997) “Simultaneous estimate of cost function and wheat inputs demand functions using seemingly unrelated regression.” *Journal of Agricultural Economic and Development*, 5 (75): 18-70. (In Farsi)
- Mehrara M and Abdi A. (2005) “Estimate of demand functions for construction inputs: the case study of Iran.” *Journal of Economic Research*. 5 (4). (In Farsi)
- Moroney J R and Trapani J M. (1981). “Factor demand and substitution in mineral-intensive industries.” *The Bell journal of economics*, 12: 272-284.
- Nerlove M and Addison A. (1958) “Statistical estimation of long run elasticities of supply of selected agricultural commodities.” *Journal of farm economics* 38: 496-509. And demand, *Journal of farm economics* 40: 861-80.
- Ray S C. (1982) “A translog cost function analysis of U.S. agriculture, 1939-77.” *American journal of agriculture Economics*, 64: 490-98.
- Samuelson P. (1947) “Foundation of economic analysis.” Cambridge, Mass., Harvard university press.
- Shephard R. (1953). “Theory of cost and production functions.” Princeton, N. J., Princeton university press.
- Sterner T. (1989) “Factor demand and substitution in a developing country: energy use in Mexican manufacturing.” *Scandinavian journal of economics*, 91: 723-739.
- Sharzei GH and Haghghi M H. (1995) “Assessing the relationship between energy and the other inputs in the production process of Iran Industry.” (In Farsi)
- Tahamipour M. (2007) “Estimate time-series of capital stock in agriculture sector during 1959-2004.” *Journal of Agricultural Economic and Development*. No:61. (In Farsi)
- Zonnour H. (1997) “Structure of cost function and wheat supply in Iran.” *Journal of Agricultural Economic and Development*, 5 (74): 20-45. (In Farsi)