تحقیقات اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی ایران، دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص (۳۳۴-۳۲۷)

برآورد تابع تقاضای حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی ایران

مطهره بخشایش[۱]، سعید یزدانی[۲]*

۱. کارشناس ارشد دانشکدهٔ اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران

۲. استاد دانشکدهٔ اقتصاد و توسعهٔ کشاورزی، دانشگاه تهران

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

چکیده

امروزه نهادهٔ انرژی در کنار نهادهٔ 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، مطالعهٔ 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 هزینهٔ ترانسلوگ استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، نهاده‌های برق- نفت گاز و برق- سرمایهٔ جانشین‌اند و دو نهادهٔ 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 ارزان‌تربودن و پاک‌تربودن 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 تأمین‌کنندهٔ مادهٔ اولیهٔ سایر بخش‌ها، روزبه‌روز به وابستگی بیشتر این بخش به منابع انرژی افزوده می‌شود. انرژی در بخش کشاورزی به‌عنوان نهادهٔ واسطه و نهایی استفاده می‌شود. ازاین‌رو، امروزه علاوه‌بر نهادهٔ 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 (sharzeei & Haghighi, 1995). بحران انرژی در غرب در سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۷۴ و ۱۹۷۹-۱۹۸۰ که نتیجهٔ افزایش قیمت انرژی و انتقال منحنی عرضهٔ کل اقتصاد به سمت چپ بود، نمونهٔ کاملاً روشنی از تأثیرگذاری انرژی بر اقتصاد است (Zonnour, 1997).

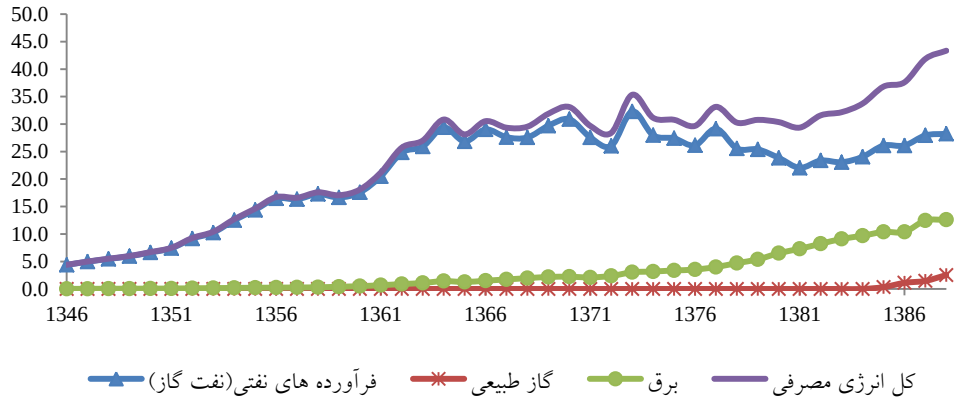
بررسی روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی نشان می‌دهد مهم‌ترین و عمده‌ترین حامل انرژی مورد استفاده در بخش کشاورزی در چهل سال گذشته نفت گاز بود، درحالی که با گذشت زمان سهم آن به‌تدریج کاهش یافت و انرژی برق جایگزین آن شد. براساس آمار ارائه‌شده از سوی معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو در سال ۱۳۸۸، ۶۵ درصد

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۲۶۳۲۲۰۵۸۰۷ Email: syazdani@ut.ac.ir

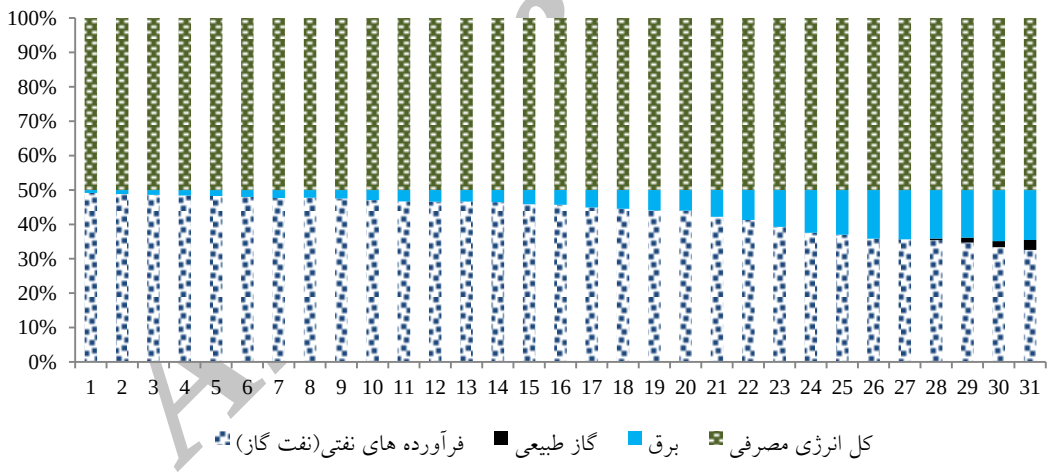
Archive of SID
www.SID.ir

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 توسعهٔ این بخش هستند. درنتیجه، در مطالعهٔ حاضر توابع تقاضای حامل‌های انرژی ذکرشده در بالا به‌عنوان نهاده‌های انرژی در بخش کشاورزی محاسبه و ارزیابی می‌شوند.

با استفاده از آمار منتشرشده در ترازنامهٔ وزارت نیرو، روند مصرف انرژی در بخش کشاورزی به تفکیک نوع حامل‌های مصرفی و همچنین سهم مصرف هریک در چهل سال گذشته به‌ترتیب در نمودارهای ۱ و ۲ نمایش داده می‌شود.



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

از نظر تاریخی، اولین‌بار 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 توسعهٔ این مورد فعالیت داشتند، اما Shephard (1953) با به‌وجودآوردن رابطهٔ 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.

بیشتر مطالعات اولیه درمورد توابع عرضهٔ محصولات زراعی، بر پایهٔ الگوهای تک‌معادله‌ای و با فرض انتظارات ایستا درمورد 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 عرضهٔ محصولات کشاورزی و سیستم توابع تقاضا برای عوامل تولید کشاورزی انجام گرفت.

www.SID.ir

از جملهٔ این مطالعات می‌توان به مطالعات Kiani & Neamati (1997) و Zonour (1997) اشاره کرد که با به‌کاربردن تابع هزینهٔ ترانسلوگ و بهره‌گیری از روابط دوگانگی بین توابع تولید و هزینه، توابع تقاضای نهاده‌های گندم را به‌ترتیب به صورت تک‌معادله‌ای و سیستمی برآورد کردند و کشش‌های جانشینی آن‌ها را بررسی کردند و از معدود مطالعاتی است که به برآورد تقاضای انرژی به‌عنوان نهاده‌ای تولیدی با استفاده از این رهیافت پرداخت. sharzeei & Haghighi (1995) نیز به محاسبهٔ تقاضای نهاده‌های مصرفی در بخش تولیدی صنعت پرداختند و رابطهٔ بین نهادهٔ 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 به‌صورت 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، Field & et al. (1980)، Dahl & Erdogan (2000) و Gulden Boluk (2010) به‌ترتیب تقاضای انرژی ده 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 درنظر گرفته شدند. در برخی از این مطالعات، نهاده‌های دیگری مانند نهاده‌های واسطه‌ای و نهاده‌های فیزیکی نیز به مدل اضافه شد.

همان‌طورکه مشاهده می‌شود، تنها مطالعه‌ای که به بررسی تقاضای انرژی در بخش کشاورزی پرداخت، بدون بهره‌گیری از رهیافت هزینه و به‌صورت 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 آنجاکه دو صورت عمدهٔ انرژی مصرفی در بخش به‌صورت برق و نفت گاز است، تقاضای هریک 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 هزینهٔ بخش کشاورزی و به دست‌آوردن توابع تقاضای انرژی مصرفی در بخش، از داده‌های سری زمانی قیمت و مقدار نهاده‌های نیروی کار، سرمایه، برق، نفت گاز و ارزش افزودهٔ 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 نهادهٔ نیروی کار از مرکز آمار ایران و داده‌های ارزش افزودهٔ بخش کشاورزی، مقدار سرمایه و دستمزد نیروی کار از بانک مرکزی گردآوری شد. از آنجاکه آماری با عنوان قیمت سرمایه به‌صورت مدون وجود ندارد، این داده با استفاده از داده‌های سری زمانی استهلاک سرمایه‌های ثابت، تشکیل سرمایهٔ ثابت ناخالص به قیمت جاری و ثابت ۱۳۷۶ و نرخ سود مورد انتظار در بخش کشاورزی، منتشرشده از سوی بانک مرکزی محاسبه شد.

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

$$D=\delta.\sum_{j=1}^{20} I_{t-j} \qquad \delta=\frac{D}{\sum_{j=1}^{20} I_{t-j}}=DR \quad (۱)$$

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

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

$$P_k=P\times\left[r+\frac{\delta\left(۱-zt\right)}{\left[۱-t\right]}\right] \quad (۲)$$

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. به‌دلیل اینکه در بخش کشاورزی نرخ مالیات صفر است، فرمول بالا به‌صورت زیر تغییر می‌کند:

$$P_k=P\times\left[r+\delta\right] \quad (۳)$$

شاخص قیمت سرمایه از تقسیم تشکیل سرمایهٔ 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 به‌جای تابع تولید به‌منظور برآورد

Archive of SID

www.SID.ir

پارامترهای تولید، مزایایی دارد. از جمله این مزایا انعطاف‌پذیری بالا، برآورد آسان‌تر پارامترها به‌دلیل 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 هزینهٔ ترانسلوگ به‌دلیل 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 هزینهٔ بخش کشاورزی با استفاده از تابع ترانسلوگ، معادلهٔ ۴ با پنج نهادهٔ بالا به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

(۴)

$$\ln C = \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln p_i + p_Y \ln Y + \frac{1}{2}\sum_i\sum_j \beta_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_i \beta_Y \ln p_i \ln Y + \frac{1}{2}\beta_{YY}(\ln Y)^2$$

که در آن i و j نهادهٔ سرمایه، نیروی کار، برق و نفت گاز و Pi قیمت نهادهٔ iام است.

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

$$\sum_i \alpha_i = 1 \qquad (۵)$$

$$\sum_i \beta_{iY} = 0,\ \beta_{ij} = \beta_{ji}\ ,\ \sum_i \beta_{ij} = \sum_j \beta_{ji} = 0 \qquad (۶)$$

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

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

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial C}{\partial P_i}.\frac{P_i}{C} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{n} \delta_{ij} \ln P_j; \qquad (۷)$$

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

سپس با به‌کارگیری تئوری Shephard (1953) که حداقل‌سازی هزینهٔ مقدار تقاضا را برای iامین نهاده نشان می‌دهد $\{X_i = \frac{\partial C}{\partial P_i};\quad i = (E, L, M, K)\}$، می‌توانیم معادلهٔ تقاضای نهاده را به‌صورت سهم نهادهٔ مشابه معادلهٔ ۷ به‌دست آوریم:

$$S_i = x_i \frac{P_i}{C} = \alpha_i + \beta_{iY} \ln Y + \sum_j \beta_{ij} \ln P_j \qquad (۸)$$

S_i سهم هزینهٔ iامین نهاده مانند سهم هزینهٔ برق از کل هزینه‌هاست.

کشش‌های جانشینی، حساسیت متغیری را نسبت به تغییرات متغیر دیگر نشان می‌دهد. در بیشتر مطالعات تجربی، به‌دست‌آوردن 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:

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

$$\sigma_{ij} = \frac{C.C_{ij}}{C_i.C_j} \qquad (۹)$$

که در آن کشش‌های جزئی با توجه به مرتبهٔ نهاده‌های تولیدی متفاوت‌اند؛ به‌عبارت دیگر، برای تابع هزینهٔ ترانسلوگ:

(۱-۱۰)

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

$$\sigma_{ij} = \frac{\beta_{ij} + S_i^2 + S_j}{S_i^2}, \quad i = K, L, E, O \qquad (۲-۱۰)$$

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

$$\eta_{ij} = S_i \sigma_{ij} \text{ و } \eta_{ii} = S_i \sigma_{ii} \qquad (۱۱)$$

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 به‌کار 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 (Mehrara & Abdi, 2005).

هرچند کشش جانشینی آلن به‌طور گسترده به‌کار رفت، از آنجاکه به‌صراحت جانشینی میان نهاده‌ها را توضیح نمی‌دهد و هیچ‌گونه اطلاعاتی در زمینهٔ 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

Archive of SID

www.SID.ir

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:

$$\sigma_{ij}^{M} = \sigma_{ji} - \sigma_{ii} \qquad (۱۲)$$

چنانچه این کشش بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از صفر باشد، سهم نسبی iامین عامل با افزایش قیمت آن افزایش (کاهش) می‌یابد. دو نهادهٔ 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 متقارن‌بودن 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 وایت برای تعیین وجود ناهمسانی واریانس در جزء اخلال، آزمون تجزیهٔ واریانس به‌منظور تعیین رابطهٔ همخطی و همچنین آمارهٔ دوربین واتسون به‌منظور بررسی وجود خودهمبستگی در جزء اخلال صورت گرفت. برای بررسی معناداری آماری متغیرها از آزمون t استفاده شد.

نتایج و بحث

در ادامه، نتایج برآورد تابع هزینهٔ ترانسلوگ و معادله‌های سهم هزینهٔ نهاده‌ها با استفاده از روش حداکثر درستنمایی غیر خطی محدودشده ارائه می‌شود. تابع هزینهٔ رابطهٔ ۳ نسبت به قیمت نهادهٔ نیروی کار همگن شد و معادلهٔ سهم هزینهٔ مربوط به این نهاده از مجموعهٔ 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.

جدول ۱. نتایج تخمین تابع هزینهٔ ترانسلوگ

نام متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آمارهٔ 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
آمارهٔ دوربین واتسون		۰/۳۴	
ضریب تعیین R^2		۰/۸۴	
آمارهٔ ژارکوبرا		۳/۸۶	

*** معنی‌داری ضرایب در سطح ۵ درصد**

**** معنی‌داری ضرایب در سطح ۱۰ درصد**

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

از آنجاکه تفسیر تک‌تک ضرایب بسیار پیچیده و غیر مفید بود و از ضرایب مذکور به‌طور عمومی برای محاسبهٔ کشش‌ها استفاده می‌شود، فقط به ارائهٔ نتایج برآورد کشش‌های خودی و جانشینی آلن، کشش قیمتی و متقاطع تقاضا و کشش‌های جانشینی موریشیما پرداخته می‌شود.

با توجه به نتایج برازش مدل اصلی و روابطی که در بخش سوم ارائه شد، کشش‌های جانشینی آلن برای نهاده‌های بخش کشاورزی مطابق جدول ۲ است. همان‌طورکه از نتایج جدول پیداست، تمام کشش‌های جزئی خودی آلن (قطر اصلی ماتریس)، علامت مورد انتظار (منفی) را دارند؛ به‌عبارت دیگر، رابطهٔ معکوس بین قیمت و مقدار تقاضا در آن‌ها نشان داده می‌شود. همچنین، نتایج کشش‌های جانشینی نشان می‌دهد، برق و نفت گاز، و برق و سرمایهٔ نهاده‌های جانشین (کشش جانشینی بزرگ‌تر از صفر) و نفت گاز و سرمایهٔ نهاده‌های مکمل (کشش 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؛ به‌عبارت دیگر، با کاهش قیمت برق، مصرف برق افزایش و میزان مصرف نفت گاز و سرمایه همزمان کاهش می‌یابد، به‌طور کل می‌توان گفت در بخش کشاورزی میان قیمت برق و مصرف نفت گاز و سرمایه رابطهٔ مستقیم و میان قیمت نفت گاز (سرمایه) و مصرف سرمایه (مصرف نفت گاز) رابطهٔ معکوس وجود دارد.

کشش‌های قیمتی تقاضا نیز که درصد تغییرات مقدار تقاضا را نسبت به درصد تغییرات قیمت خود نهاده (کشش قیمت خودی) یا قیمت سایر نهاده‌ها (کشش قیمتی متقاطع) اندازه‌گیری می‌کنند در جدول ۳ گزارش می‌شود. نتایج نشان می‌دهد تمام کشش‌های قیمتی خودی دارای علامت صحیح و مورد انتظار (منفی) است. مقدار کشش قیمتی نفت گاز از لحاظ قدر مطلق بیش از بقیهٔ نهاده‌هاست. نهاده‌های برق و سرمایه در رتبه‌های بعدی قرار دارند. همچنین، قدر مطلق عددی کشش‌های 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. کشش‌های متقاطع محاسبه‌شده برای نهاده‌ها هم نتایج به‌دست‌آمده از نظر جانشینی و مکملی نهاده‌ها را در قسمت قبل تأیید می‌کنند.

جدول ۲. کشش‌های جزئی خودی و جانشینی آلن

	برق (E)	سرمایه (R)	نفت گاز (O)
برق (E)	-۱۷۴/۱۳	۰/۹۸	۵/۴۸
سرمایه (R)	---	-۰/۰۶	-۸/۶۲
نفت گاز (O)	---	---	-۳۵۱/۳۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع تقاضا

	برق (E)	سرمایه (R)	نفت گاز (O)
برق (E)	-۰/۹۳	۰/۰۱	۰/۰۳
سرمایه (R)	۰/۹۸	-۰/۰۶	-۸/۴۳
نفت گاز (O)	۵/۳۵	-۰/۱۱	-۴/۳۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

معیار آخر برای اندازه‌گیری جانشینی میان نهاده‌ها، کشش جانشینی موریشیماست. جدول ۴ مقادیر کشش‌های جانشینی موریشیما را برای مدل برآوردشده در این تحقیق نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود کشش 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 کشش‌های جانشینی آلن نیز مشاهده کرد. منفی‌بودن کشش میان نهاده‌های نفت گاز و سرمایه نیز مؤید رابطهٔ مکملی میان آن‌هاست. تفسیر دیگری از ضرایب کشش جانشینی موریشیما به این‌ترتیب است که برای مثال اگر نسبت قیمت‌های نفت گاز به برق به اندازهٔ یک درصد رشد داشته باشد، تقاضا برای نسبت نهاده‌های برق به نفت گاز به اندازهٔ ۶/۷۱ درصد رشد دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. کشش‌های جانشینی موریشیما

	برق (E)	سرمایه (R)	نفت گاز (O)
برق (E)	---	-۰/۱۸	۱/۰۶
سرمایه (R)	۱	---	-۱/۰۱
نفت گاز (O)	۶/۷۱	-۶/۳۷	---

مأخذ: یافته‌های تحقیق

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 سالهٔ این اقلام نشان می‌دهد به‌تدریج برق جایگزین نفت گاز شد، به‌گونه‌ای‌که 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 به‌طور مستقیم و به‌تبع آن بر برق تأثیر بگذارد. همچنین، با توجه به بالابودن قیمت نفت گاز در مقایسه با برق از یک‌سو و پاک‌بودن انرژی برق از سوی دیگر، پیشنهاد می‌شود با اتخاذ سیاست‌های قیمتی، تولیدکنندگان به جایگزینی انرژی برق به‌جای 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 درنظرگرفتن رابطهٔ جانشینی میان نهاده‌های برق و نفت گاز و رابطهٔ مکملی میان دو نهادهٔ سرمایه و نفت گاز و همچنین با توجه به کمبودها و کاستی‌هایی که به لحاظ سرمایه در بخش وجود دارد، می‌توان با جایگزین‌کردن برق به‌جای نفت گاز به‌تدریج و در بلندمدت سهم سرمایه را در هزینه‌های بخش نیز کاهش داد.

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). "Covex sets and functions." Princeton university, Lecture notes.

Field B C andGrebenstein 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 intercountrytranslog 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 economies*, 23: 1077-1086.

Hotelling H. (1932). "Edgeworths taxation paradox and the nature of supply and

Archive of SID

www.SID.ir

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) "Simultanous 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.

Sharzeei GH and Haghighi 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)

Archive of SID

www.SID.ir