

تحلیل روند و ماهیت تغییر تکنولوژی تولید چغندر قند در ایران

سیده شادی حسینی^۱، قادر دشتی^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۱/۰۵/۰۳ - تاریخ تصویب: ۹۲/۰۲/۰۷)

چکیده

در این مطالعه، روند و ماهیت تغییر تکنولوژی در تولید چغندر قند ایران با استفاده از رهیافت تئوری دوگان هزینه مطالعه شد. این رهیافت در برآورد ساختار تقاضای عوامل با وجود تغییرات قیمت نهاده‌ها و وضعیت تکنولوژی مفید شناخته شده است. پس از تخمین، از میان فرم‌های مختلف توابع انعطاف‌پذیر، با گزینش و برازش تابع هزینه ترانسلوگ به همراه سیستم معادلات سهم هزینه با استفاده از داده‌های دوره زمانی سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۸۸ به روش سیستم معادلات به ظاهر نامرتب (SURE) محاسبات لازم انجام گرفت. درصد تغییر تکنولوژی در دوره مورد مطالعه ۱/۶۵- درصد بوده است؛ یعنی با گذشت زمان هزینه واحدهای تولیدی کاهش یافته است. علاوه بر این تغییر تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از ماشین‌آلات و استفاده کمتر از زمین، نیروی کار و کود شیمیایی بوده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، تابع هزینه ترانسلوگ، تغییر تکنولوژی، سیستم معادلات به ظاهر نامرتب، چغندر قند

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت کشور و نیاز روزافزون به شکر، چغندر قند به عنوان محصولی صنعتی و استراتژیک در میان گیاهان زراعی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در سال ۱۳۶۰، میزان واردات شکر در کشور حدود ۱۱۱ هزار تن بوده که در سال ۱۳۸۸ به حدود ۸۷۷ هزار تن افزایش یافته است. افزایش ۷۹۰ درصدی واردات این کالا توجه ویژه برنامه‌ریزان و محققان را در زمینه افزایش تولید چغندر قند به منظور کاهش واردات مورد تأکید قرار می‌دهد (Abdollahiyan Nooghabi, 2009).

هرچند که چغندر قند با داشتن بالغ بر ۵۳ هزار هکتار سطح زیر کشت یکی از محصولات مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود، لیکن عملکرد پایین این محصول حکایت از شرایط نامطلوب و تکنولوژی نامناسب حاکم بر تولید آن دارد که این امر باعث تحمیل هزینه‌های بیشتری بر فرایند

تولید می‌شود. با اینکه روند عملکرد این محصول در دهه‌های اخیر سیر صعودی داشته و از میزان ۲۳/۶ تن در سال ۶۷ به ۳۳/۹ تن در سال ۸۷ رسیده است، هنوز با عملکرد جهانی (۵۳ تن) فاصله زیادی دارد (Fao, 2011). نظر به وجود مسائل و نارسایی‌های متعدد در عرصه تولید چغندر قند و عملکرد پایین این محصول، یافتن راه‌هایی برای بهره‌مندی از امکانات در دسترس برای نیل به ستاده بیشتر و راه‌های افزایش بهره‌وری بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است (Seyedan, 2005). در این بین، تغییرات تکنولوژی یکی از منابع رشد بهره‌وری به شمار می‌رود (Salami, 1997). معمولاً، افزایش تولید محصولات کشاورزی از طریق توسعه عوامل تولید و تغییرات عمده تکنولوژی صورت می‌گیرد. از آنجا که توسعه عوامل تولید همواره با محدودیت‌هایی مواجه بوده است، در شرایط کنونی تغییر تکنولوژی بهترین و عملی‌ترین روش به منظور افزایش

تولید است؛ بدین ترتیب افزایش تولید این محصول ضمن جلوگیری از مهاجرت روستاییان باعث افزایش درآمد سرانه نیز می‌شود (Seyedan, 2005). تکنولوژی را می‌توان به‌کارگیری دانش‌های نوین در پروسه تولید تعریف کرد (Chambers, 1998). تغییر تکنولوژی با بهبود بهره‌وری نهاده‌ها می‌تواند قدرت رقابت‌پذیری بخش کشاورزی را افزایش دهد (Clark and Youngblood, 1992). برای اینکه تکنولوژی جدید بتواند به شکل ابزاری تأثیرگذار در توسعه کشاورزی درآید باید با تغییرات شرایط عرضه نهاده‌ها و تقاضا برای تولیدات در اقتصاد سازگار باشد. طبق نظر هیکس، تغییر تکنولوژی واکنشی به تغییرات قیمت بازار است. تکنولوژی می‌تواند چنان توسعه پیدا کند که امکان جانشینی عوامل تقریباً فراوان (و ارزان) را به جای عوامل تقریباً کمیاب (و گران) در اقتصاد فراهم سازد (Koopahi, 1999).

با توجه به اهمیت استفاده از ایده‌های نوین و تکنولوژی‌های پیشرفته در فرایند توسعه اقتصادی، مطالعات متعددی در زمینه تغییر تکنولوژی صورت گرفته است. در این بین، تحقیقات صورت‌گرفته در خارج از کشور بسیار گسترده‌تر از مطالعات انجام‌شده در داخل کشور هستند. Hoque and Adelaja (1984) در مطالعه‌ای تغییرات ساختاری و تکنولوژی را در صنعت شیر ایالات متحده آمریکا با برآورد تابع هزینه ترانسلوگ، با استفاده از داده‌های ترکیبی برای دوره زمانی ۱۹۶۷-۱۹۸۱ بررسی کردند. بر اساس یافته‌های تحقیق در دوره مورد مطالعه درصد پیشرفت تکنولوژی از ۴ درصد در سال ۱۹۶۷ به ۸ درصد در سال ۱۹۸۱ رسیده است که این پیشرفت کاراندوز و انرژی‌بر بوده است. Clark and Youngblood (1992) برای برآورد اریب تغییرات تکنولوژی کشاورزی بخش مرکزی کانادا از روش دوگان هزینه و رهیافت سری زمانی بهره بردند. نتایج حاکی از وجود تغییر تکنولوژی خنثی در سال‌های ۱۹۳۵-۱۹۸۵ است. Rasmussen (2000) تغییر تکنولوژی و اقتصاد مقیاس را در کشاورزی دانمارک مطالعه کرده است. با داشتن آمار و اطلاعات سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۹۵ تابع هزینه ترانسلوگ چندمحصولی به همراه چهار معادله سهم هزینه به روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتب تکراری برآورد شد. نتایج تحقیق بیانگر وجود بازده نسبت به مقیاس صعودی در بخش زراعت و دامپروری و نبود صرفه‌های ناشی از مقیاس در پرورش خوک این کشور است؛ همچنین درصد

تغییر تکنولوژی سالانه برای بخش‌های زراعت، دامپروری و پرورش خوک به ترتیب ۴، ۱ و ۲/۲ درصد بوده است. Datta and Christoffersen (2005) در بررسی منابع کاهش هزینه در صنایع نساجی آمریکا، با به‌کارگیری چهارچوب هزینه دوگان برای دوره زمانی ۱۹۵۳-۲۰۰۱ دریافتند که میزان تغییر تکنولوژی در محدوده زمانی مورد نظر ۲/۴ درصد بوده است؛ ضمن اینکه تغییر تکنولوژی کاراندوز و سرمایه‌بر تشخیص داده شده است. Lachaal et al. (2005) با برآورد تابع هزینه ترانسلوگ به بررسی جانشینی عوامل تولید و تغییر تکنولوژی در بخش کشاورزی تونس پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که میزان تغییر تکنولوژی سالانه ۳/۸ درصد بوده است که این تکنولوژی کاراندوز و بهره‌گیرنده از نهاده‌های واسطه بوده است. Yigezu et al. (2006) در پژوهشی ساختار تولید، تغییرات تکنولوژی و اقتصاد مقیاس را برای صنایع چوب‌بری کانادا با استفاده از تابع هزینه ترانسلوگ در دوره زمانی ۱۹۶۵-۱۹۹۵ مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های پژوهش بیانگر آن بود که میزان تغییر تکنولوژی ۱/۲ درصد بوده است. Helvoigt and Adams (2009) با کاربرد مدل تولید مرزی به مطالعه رشد بهره‌وری، تغییر تکنولوژیکی و تغییر کارایی در صنعت چوب شمال غرب آمریکا در سال‌های ۱۹۶۸-۲۰۰۲ پرداختند. بر اساس یافته‌های تحقیق رشد بهره‌وری در این سی سال شایان توجه بوده و تغییر تکنولوژیکی بیشترین تأثیر را در این رشد داشته است. Dashti and Koopahi (2006) روند تغییر تکنولوژی در گاو‌داری‌های صنعتی ایران را با استفاده از داده‌های پانل و به کمک رهیافت ثنوری دوگان هزینه ارزیابی کردند. یافته‌های آنان نشان می‌دهد که میزان تغییر تکنولوژی در سال‌های ۱۳۶۹-۱۳۷۹، ۱/۳۷ درصد بوده است که این تغییر تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از خوراک دام و کاهش مصرف نیروی کار و انرژی بوده است. Yavari and Dashti (2009) روند و اریب تغییر تکنولوژی در صنعت سیمان ایران را با استفاده از رهیافت تابع هزینه دوگان مورد بررسی قرار دادند. مطابق یافته‌های تحقیق میزان تغییر تکنولوژی در دوره مورد مطالعه ۱/۱۲ درصد بوده است؛ یعنی با گذشت زمان میزان تغییر هزینه واحدهای تولیدی کاهش یافته است. علاوه بر این تغییر تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از انرژی و استفاده کمتر از عوامل نیروی کار، سرمایه و مواد بوده است. Shahabinejad and Akbari (2010)

تولید است؛ بدین ترتیب افزایش تولید این محصول ضمن جلوگیری از مهاجرت روستاییان باعث افزایش درآمد سرانه نیز می‌شود (Seyedan, 2005). تکنولوژی را می‌توان به‌کارگیری دانش‌های نوین در پروسه تولید تعریف کرد (Chambers, 1998). تغییر تکنولوژی با بهبود بهره‌وری نهاده‌ها می‌تواند قدرت رقابت‌پذیری بخش کشاورزی را افزایش دهد (Clark and Youngblood, 1992). برای اینکه تکنولوژی جدید بتواند به شکل ابزاری تأثیرگذار در توسعه کشاورزی درآید باید با تغییرات شرایط عرضه نهاده‌ها و تقاضا برای تولیدات در اقتصاد سازگار باشد. طبق نظر هیکس، تغییر تکنولوژی واکنشی به تغییرات قیمت بازار است. تکنولوژی می‌تواند چنان توسعه پیدا کند که امکان جانشینی عوامل تقریباً فراوان (و ارزان) را به جای عوامل تقریباً کمیاب (و گران) در اقتصاد فراهم سازد (Koopahi, 1999).

با توجه به اهمیت استفاده از ایده‌های نوین و تکنولوژی‌های پیشرفته در فرایند توسعه اقتصادی، مطالعات متعددی در زمینه تغییر تکنولوژی صورت گرفته است. در این بین، تحقیقات صورت‌گرفته در خارج از کشور بسیار گسترده‌تر از مطالعات انجام‌شده در داخل کشور هستند. Hoque and Adelaja (1984) در مطالعه‌ای تغییرات ساختاری و تکنولوژی را در صنعت شیر ایالات متحده آمریکا با برآورد تابع هزینه ترانسلوگ، با استفاده از داده‌های ترکیبی برای دوره زمانی ۱۹۶۷-۱۹۸۱ بررسی کردند. بر اساس یافته‌های تحقیق در دوره مورد مطالعه درصد پیشرفت تکنولوژی از ۴ درصد در سال ۱۹۶۷ به ۸ درصد در سال ۱۹۸۱ رسیده است که این پیشرفت کاراندوز و انرژی‌بر بوده است. Clark and Youngblood (1992) برای برآورد اریب تغییرات تکنولوژی کشاورزی بخش مرکزی کانادا از روش دوگان هزینه و رهیافت سری زمانی بهره بردند. نتایج حاکی از وجود تغییر تکنولوژی خنثی در سال‌های ۱۹۳۵-۱۹۸۵ است. Rasmussen (2000) تغییر تکنولوژی و اقتصاد مقیاس را در کشاورزی دانمارک مطالعه کرده است. با داشتن آمار و اطلاعات سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۹۵ تابع هزینه ترانسلوگ چندمحصولی به همراه چهار معادله سهم هزینه به روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتب تکراری برآورد شد. نتایج تحقیق بیانگر وجود بازده نسبت به مقیاس صعودی در بخش زراعت و دامپروری و نبود صرفه‌های ناشی از مقیاس در پرورش خوک این کشور است؛ همچنین درصد

چغندر قند ماهیت و میزان رشد آن از تابع هزینه بهره گرفته می‌شود. شکل عمومی تابع هزینه با در نظر گرفتن متغیر روند زمان (T) عبارت است از:

$$C = c(P_1, P_2, \dots, P_n, Q, T) \quad (1)$$

که در آن C هزینه کل تولید، P_i قیمت هر واحد نهاده نام بر کار گرفته شده در فرایند تولید، Q مقدار محصول تولید شده و T متغیر روند زمانی (نمادی از تکنولوژی) است (Datta and Christoffersen, 2005). بدین ترتیب معادلات سهم هزینه‌های نهاده‌ها با مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت نهاده‌ها و استفاده از اصل شفارد به صورت رابطه ۲ به دست می‌آید:

$$S_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{\partial C / C}{\partial P_i / P_i} = \frac{\partial C}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{C} = \frac{P_i \cdot X_i}{C} \quad (2)$$

در رابطه ۲، S_i سهم هزینه‌های نهاده نام است. در تابع هزینه برآورد شده باید مقدار تمامی سهم‌های هزینه‌های مثبت و مجموع آن‌ها برابر با یک باشد (Habteyonas, 2004).

(ε_T) به اعتقاد Datta, A. & Christoffersen (2004) با داشتن تابع هزینه، که در آن T نمادی از تکنولوژی است، تغییر تکنولوژی برابر میزان رشد هزینه کل نسبت به زمان است، در حالی که مقدار ستاده و قیمت سایر نهاده‌ها ثابت باشد:

$$\varepsilon_T = - \frac{\partial \ln C}{\partial T} \quad (3)$$

رابطه فوق نشانگر تغییر تکنولوژی است و نتیجه آن از سه جزء تشکیل شده است (Tadesse, 2005): الف) تغییر تکنولوژی خالص^۱ (PTC) که میزان کاهش در هزینه‌های کل را در زمانی نشان می‌دهد که مقیاس تولید و سهم هزینه‌های هریک از نهاده‌ها ثابت است. ب) تغییر تکنولوژی ناشی از افزایش مقیاس^۲ (SATC) که میزان کاهش در هزینه کل بر اثر تغییرات تکنولوژی بوده و توأم با تغییر در مقدار ستاده است. ج) تغییر تکنولوژی غیر خنثی یا اریب^۳ (IBTC) که میزان کاهش در هزینه کل به سبب کاهش در قیمت نهاده توأم با تغییرات تکنولوژی است. در صورت وجود پیشرفت فنی، اریب نهاده‌ای با استفاده

تغییرات بهره‌وری در کشاورزی هشت کشور در حال توسعه را برای سال‌های ۱۹۹۳-۲۰۰۷ بررسی کردند. نتایج نشان داد دلیل عمده رشد بهره‌وری در دوره زمانی مورد نظر تغییر تکنولوژیکی بوده است.

در مورد گرایش فزاینده به این قبیل تحقیقات به دو مورد اصلی زیر می‌توان اشاره کرد: نخست، در کشورهای پیشرفته افزایش مقدار عرضه محصولات کشاورزی نسبت به تقاضای این محصولات به کاهش قیمت‌ها و درآمدهای بخش کشاورزی و بروز مسائل نامطلوب در این بخش منجر شده است. این امر موجب شد که توجه اقتصاددانان کشاورزی به علل این رشد معطوف شود که تغییرات تکنولوژی یکی از علل و در واقع علت اصلی آن بود. دوم، کشورها با مشکلاتی همچون کمبود مواد غذایی و سوء تغذیه گسترده روبه‌رو بودند، در نتیجه تغییر تکنولوژی، که موتور اصلی رشد بهره‌وری به شمار می‌رفت، مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفت (Koopahi, 1999).

در ایران نیز تغییر تکنولوژی در تولید چغندر قند یکی از منابع اصلی رشد بهره‌وری محسوب می‌شود. در این میان، شناخت تکنولوژی حاکم بر تولید این محصول، جهت و میزان رشد آن برای کمک به اصلاح و تقویت وضعیت تولید محصول چغندر قند و ارائه تحلیل‌های مبتنی بر تئوری‌های اقتصادی شایان توجه و قابل تأمل به نظر می‌رسد. در همین راستا، هدف اصلی تحقیق حاضر نیز کنکاش درباره ابعاد مختلف تغییر تکنولوژی در تولید محصول چغندر قند ایران است.

مواد و روش‌ها

ارتباط بین ستاده و نهاده‌ها در فرایند تولید را تکنولوژی تولید می‌گویند که می‌توان این تکنولوژی را با تابع تولید نشان داد (Chambers, 1988). ساختار تولید و تغییر تکنولوژی در تولید محصول چغندر قند می‌تواند با به‌کارگیری تابع تولید یا تابع هزینه دوگان بررسی شود. برآورد مستقیم تابع تولید زمانی مناسب‌تر است که مقدار محصول به شکل درون‌زا مشخص شود، در حالی که برای مقدار برون‌زای تولید تابع هزینه ترجیح داده می‌شود (Kant and Nautiyal, 1997). تئوری دوگان این امکان را فراهم می‌سازد که تمامی اطلاعات مربوط به مقیاس و تقاضای نهاده‌ها به‌سهولت قابل محاسبه باشند (Sharafat, 1996). بر این اساس که برای شناخت تکنولوژی حاکم بر تولید

1. Pure Technological Change.
2. Scale Augmenting Technological Change.
3. Inpute Biased Technological Change

از رابطه ۵ به دست می‌آید (Yigezu et al., 2006):

$$IB_i = \frac{\partial \ln S_i}{\partial T} = \left(\frac{\partial S_i / S_i}{\partial T} \right) = \frac{1}{S_i} \cdot \left(\frac{\partial S_i}{\partial T} \right) \quad (4)$$

اگر $IB_i > 0$ باشد، تکنولوژی موجب به کارگیری بیشتر نهاده i می‌شود؛ به عبارت دیگر، تغییر تکنولوژی به کاربرنده نهاده i تلقی می‌شود و اگر $IB_i < 0$ باشد، موجب به کارگیری کمتر از نهاده i و تغییر تکنولوژی ذخیره‌کننده نهاده i می‌شود.

به استناد کاربرد وسیع توابع انعطاف‌پذیر ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته در مطالعات داخلی و خارجی، در مطالعه حاضر نیز تابع هزینه مناسب با توجه به معیارهای گزینش تابع برتر از میان این سه تابع انتخاب می‌شود. شکل کلی توابع مورد نظر متناسب با هدف مطالعه حاضر به قرار زیر است:

الف) تابع هزینه ترانسلوگ: رابطه ریاضی تابع هزینه ترانسلوگ را اولین بار Christensen et al. (1973) مطرح کرد:

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha + \sum_{i=1}^n \alpha_i (\ln P_i) + (1/2) \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} (\ln P_i) (\ln P_j) + \beta_q \cdot \ln Q + (1/2) \cdot \beta_{qq} \cdot (\ln Q)^2 + \\ & \sum_{i=1}^n \beta_{qi} (\ln Q) \cdot (\ln P_i) + \beta_t \cdot T + (1/2) \cdot \beta_{tt} \cdot T^2 + \sum_{i=1}^n \beta_{ti} \cdot (\ln P_i) \cdot T + \beta_{qt} \cdot (\ln Q) \cdot T \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_i \beta_{qi} &= 0 \\ \sum_i \gamma_{ij} &= \sum_j \gamma_{ij} = \sum_i \sum_j \gamma_{ij} = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

ب) تابع هزینه درجه دوم تعمیم‌یافته: تابع هزینه درجه دوم تعمیم‌یافته یکی دیگر از انواع توابع انعطاف‌پذیر است که Lau (1978) آن را معرفی کرد:

$$\begin{aligned} C = & \alpha + \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot P_i + (1/2) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \cdot P_i \cdot P_j + \beta_q \cdot Q + (1/2) \cdot \beta_{qq} \cdot (Q)^2 + \sum_{i=1}^n \beta_{iq} \cdot P_i \cdot Q + \alpha_t \cdot T + \\ & (1/2) \cdot \beta_{tt} \cdot T^2 + \sum_{i=1}^n \beta_{ti} \cdot P_i \cdot T + \beta_{tq} \cdot T \cdot Q \end{aligned} \quad (7)$$

همچنین بحث انعطاف‌پذیری آن را نخستین بار Diewert (1971) وارد متون اقتصادی کرد:

$$\begin{aligned} C = & \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot P_i^{(1/2)} + (1/2) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \cdot P_i^{(1/2)} \cdot P_j^{(1/2)} + \beta_q \cdot Q^{(1/2)} + (1/2) \cdot \beta_{qq} \cdot (Q)^2 + \\ & \sum_{i=1}^n \beta_{iq} \cdot P_i^{(1/2)} \cdot Q^{(1/2)} + \beta_t \cdot T^{(1/2)} + (1/2) \cdot \beta_{tt} \cdot T^2 + \sum_{i=1}^n \beta_{ti} \cdot P_i^{(1/2)} \cdot T^{(1/2)} + \beta_{tq} \cdot T^{(1/2)} \cdot Q^{(1/2)} \end{aligned} \quad (8)$$

محسوب می‌شوند. علاوه بر این، بر اساس نظر Thompson (1998) مطالعات تجربی راهنمای خوبی برای انتخاب الگوی برتر هستند. با تعیین فرم تابعی مناسب و بهره‌گیری از پارامترهای توابع مورد نظر تکنولوژی حاکم بر تولید چغندر قند، جهت و میزان رشد آن مورد ارزیابی و بحث واقع می‌شوند.

الگوی تجربی تحقیق حاضر متناسب با تابع هزینه ترانسلوگ به صورت رابطه ۹ بیان شده است:

در تابع هزینه فوق، C هزینه کل، P_i قیمت نهاده i ام، Q مقدار محصول و T روند زمانی (نمادی از تکنولوژی) است. \ln نماد لگاریتم طبیعی است. برای اینکه تابع تولید خوشرفتار باشد، باید تابع هزینه همگن از درجه یک در سطح ثابت تولید باشد. در این حالت، افزایش متناسب در قیمت همه نهاده‌ها موجب افزایش متناسبی در میزان هزینه می‌شود؛ بدین ترتیب محدودیت‌های زیر باید در بین پارامترها در تابع هزینه ترانسلوگ برقرار باشد:

ج) تابع هزینه لئونتیف تعمیم‌یافته: این فرم تابعی را اولین بار واسیلی لئونتیف به صورت تابع تولید ارائه کرد:

پس از برآورد توابع هزینه کل و معادلات سهم هزینه با بهره‌گیری از معیارهای اقتصادسنجی، تابع هزینه مناسب انتخاب می‌شود. انتخاب صحیح الگوهای اقتصادسنجی و تأثیر آن در نتایج به دست آمده، از مباحث مهم و بنیانی در تحقیقات تجربی است. به اعتقاد Gujarati (2007) تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، خوبی برازش، قدرت تعمیم‌دهی و پیش‌بینی از جمله معیارهای مهم در تعیین الگوی اقتصادسنجی برتر برای کارهای تجربی

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{TC}{PS}\right) &= \alpha + \beta_{PF} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{PM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) + \beta_Q \cdot \ln Q + \beta_T \cdot T \\ &+ (\gamma/2) \cdot \beta_{PFPF} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right)^{\gamma} + \beta_{PFPL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) + \beta_{PFPL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{PFPM} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) \\ &+ (\gamma/2) \cdot \beta_{PL\lambda PL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right)^{\gamma} + \beta_{PL\lambda PL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda PM} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) \\ &+ (\gamma/2) \cdot \beta_{PL\lambda\gamma PL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right)^{\gamma} + \beta_{PL\lambda\gamma PM} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) \\ &+ (\gamma/2) \cdot \beta_{PMPM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right)^{\gamma} \\ &+ (\gamma/2) \cdot \beta_{QQ} \cdot \ln Q^{\gamma} + \beta_{QPF} \cdot \ln Q \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) + \beta_{QPL\lambda} \cdot \ln Q \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) + \beta_{QPL\lambda\gamma} \cdot \ln Q \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{QPM} \cdot \ln Q \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) \\ &+ (\gamma/2) \cdot \beta_{TT} \cdot T^{\gamma} + \beta_{TPF} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) \cdot T + \beta_{TPL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) \cdot T + \beta_{TPL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) \cdot T + \beta_{TPM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) \cdot T + \beta_{TQ} \cdot T \cdot \ln Q \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{L\lambda} &= \beta_{PL\lambda} + \beta_{PFPL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda PL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda PL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda PM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) + \beta_{QPL\lambda} \cdot \ln Q + \beta_{TPL\lambda} \cdot T \\ S_F &= \beta_{PF} + \beta_{PFPF} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) + \beta_{PFPL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) + \beta_{PFPL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{PFPM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) + \beta_{QPF} \cdot \ln Q + \beta_{TPF} \cdot T \\ S_{L\lambda\gamma} &= \beta_{PL\lambda\gamma} + \beta_{PFPL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda\gamma PL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{PL\lambda\gamma PM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) + \beta_{QPL\lambda\gamma} \cdot \ln Q + \beta_{TPL\lambda\gamma} \cdot T \end{aligned}$$

قیمت تمامی نهاده‌ها بر قیمت نهاده بذر تقسیم شده و بنابراین قیمت تمامی نهاده‌ها نسبت به قیمت بذر نرمال شده‌اند؛ همچنین داده‌های ارزشی مورد استفاده در تحقیق بر حسب قیمت واقعی است که برای تبدیل داده‌های اسمی به واقعی از شاخص بهای تولیدکننده استفاده شده و سال ۱۳۸۳ به عنوان سال پایه انتخاب شده است؛ از این رو در این تحقیق همه داده‌هایی که به صورت ارزشی هستند به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ بودند و میزان رشدهای محاسبه‌شده نشان‌دهنده میزان رشد واقعی در تولید محصول مورد مطالعه هستند.

از آنجا که هدف اصلی این مطالعه دستیابی به میزان تغییر تکنولوژی در طول دوره مورد مطالعه است، با توجه به الگوی تجربی ترانسلوگ و رابطه ۳، میزان تغییر تکنولوژی به صورت زیر به دست می‌آید:

در الگوی فوق، TC هزینه کل تولید (ریال)، PF قیمت کود شیمیایی (ریال بر کیلوگرم)، شامل میانگین وزنی از قیمت‌های پرداختی برای انواع کود مصرف‌شده است، PL1 قیمت زمین (ریال بر هکتار) که مبلغ اجاره‌بها برای زمین به عنوان قیمت زمین در نظر گرفته شده است، PL2 قیمت نیروی کار (ریال بر نفر روز)، PM قیمت ماشین‌آلات (ریال بر هر بار استفاده از ماشین‌آلات) که از تقسیم هزینه ماشین‌آلات بر کل تعداد دفعات استفاده از ماشین‌آلات در طول دوره کشت به دست می‌آید (هزینه ماشین‌آلات برابر مجموع هزینه کاشت، داشت و برداشت ماشینی است)، PS قیمت بذر (ریال بر کیلوگرم)، همان مبلغ پرداختی کشاورزان برای هر کیلوگرم بذر است، Q مقدار محصول (چغندرقد) تولیدشده در هر هکتار بر حسب کیلوگرم است، T متغیر روند زمانی و نمادی از تکنولوژی است. در رابطه ۹،

$$\varepsilon_T = \beta_t + \beta_{it} \cdot T + \beta_{iPF} \cdot \ln\left(\frac{PF}{PS}\right) + \beta_{iPL\lambda} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda}{PS}\right) + \beta_{iPL\lambda\gamma} \cdot \ln\left(\frac{PL\lambda\gamma}{PS}\right) + \beta_{iPM} \cdot \ln\left(\frac{PM}{PS}\right) + \beta_{iQ} \cdot \ln Q \quad (۱۰)$$

جهاد کشاورزی استفاده شده است. سایر اطلاعات از بانک اطلاعات سری‌های زمانی بانک مرکزی و مرکز آمار ایران گردآوری شده‌اند. با لحاظ نهاده‌های مختلف، الگوی تجربی هزینه برای هر سه شکل تابعی یعنی ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته با استفاده از نرم‌افزار Shazam برآورد شده است.

نتایج و بحث

با توجه به ماهیت تحقیق و استفاده از داده‌های سری زمانی، نخست به بررسی پایایی متغیرها اقدام شد. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) بیانگر آن است که تمامی متغیرهای مورد نظر پس از تفاضل‌گیری پایا می‌شوند؛ همچنین آزمون مذکور برای جملات باقی‌مانده معادلات نشان‌دهنده پایابودن آن‌هاست؛ لذا می‌توان گفت که بحث رگرسیون کاذب منتفی است و نتایج حاصل از برآوردها قابل اعتمادند.

پس از برآورد توابع سه‌گانه مذکور در قسمت مواد و روش‌ها و تخمین پارامترها با بهره‌گیری از معیارهای اقتصادسنجی، تابع ترانسلوگ به عنوان تابع هزینه برتر انتخاب شد. در جدول ۱، الگوهای مختلف تابع هزینه از نظر درصد ضرایب معنی‌دار، مقادیر ضریب تعیین و آماره جاکر برا مقایسه شده است.

در هر حال، با داشتن آمار و اطلاعات مورد نیاز می‌توان در مورد سیستم توابع هزینه اقدام کرد. هرچند که پارامترهای تابع هزینه اصلی با روش حداقل مربعات معمولی قابل برآورد است اما معادلات سهم هزینه عوامل را شامل نمی‌شود. یک روش مناسب برای برآورد چنین سیستم‌هایی استفاده از روش برآورد معادلات به‌ظاهر نامرتب است. با توجه به اینکه در سیستم هزینه اشاره شده در بخش متدولوژی مجموع سهم هزینه‌ها یک است، می‌توان با حذف یکی از معادلات سهم هزینه برای برآورد ضرایب اقدام کرد؛ آنگاه می‌توان ضرایب معادله حذف‌شده را از روی ضرایب بقیه معادلات به دست آورد (Kant and Nautiyal, 1997) در نهایت، مطابق روالی که قبلاً ارائه شد، می‌توان اریب تغییر تکنولوژی را مورد بحث و ارزیابی قرار داد.

در تحقیق حاضر، به منظور انجام محاسبات و برآورد مدل‌ها نیاز به آمار و اطلاعات در زمینه میزان تولید چغندر قند، قیمت و مقدار انواع نهاده‌های به کار برده شده مثل کود شیمیایی، سم، بذر، زمین، نیروی کار، آب و ماشین‌آلات بود. از آنجا که تغییر تکنولوژی و تحول در ساختار تولید در طول زمان اتفاق می‌افتد، برای نیل به اهداف تحقیق حاضر از اطلاعات و داده‌های سری زمانی ۱۳۶۸-۱۳۸۸ استفاده شده است. بدین منظور از داده‌ها و اطلاعات مربوط به هزینه تولید محصولات زراعی وزارت

جدول ۱. مقایسه توابع مختلف هزینه چغندر قند از لحاظ معنی‌داری پارامترها و آزمون جاکر برا

تابع هزینه	تعداد کل ضرایب	تعداد ضرایب معنی‌دار معنی‌دار	JB آماره	R^2 آماره
ترانسلوگ	۲۸	۲۰	۰/۱۸	۰/۹۵
درجه دوم تعمیم‌یافته	۳۶	۲۳	۳۲/۲۲	۰/۶۶
لئونتیف تعمیم‌یافته	۲۸	۱۱	۶/۴۹	۰/۹۷

استفاده از متغیرهای توضیحی وارد شده در مدل تبیین می‌شود. نتیجه تخمین سیستم هزینه ترانسلوگ به همراه معادلات سهم هزینه برای تولید چغندر قند در جدول ۲ گزارش شده است و بقیه محاسبات و تحلیل‌ها برگرفته از این مدل است.

ملاحظه می‌شود که تابع ترانسلوگ بین تمامی توابع برآورد شده بیشترین درصد ضرایب معنی‌دار را داراست؛ همچنین آماره جاکر برا قابل قبول‌تر از مدل‌های دیگر است؛ ضمن اینکه مقدار ضریب تعیین نشان می‌دهد که حدود ۹۵ درصد تغییرات متغیر وابسته (هزینه کل) با

جدول ۲. ضرایب برآورد شده سیستم هزینه ترانسلوگ چغندر قند

پارامتر	ضریب	t آماره	پارامتر	ضریب	t آماره
α_i	۰/۹۹۶	۰/۹۶۲	$\beta_{PL\gamma PL\gamma}$	***۰/۱۵۴	۶/۱۶۳
β_{PF}	***۲/۹۹۹	۶/۴۰۹	$\beta_{PL\gamma PM}$	*-۰/۲۲	۱/۹۳۳
$\beta_{PL\lambda}$	***۰/۸۱۴	۴/۹۱۳	β_{PMPM}	***-۰/۰۵۹	-۲/۹۵۴
$\beta_{PL\gamma}$	***۳/۲۵۷	۳/۲۱۱	β_{QQ}	۰/۸۰۵	۰/۸۱۳
β_{PM}	-۶/۰۷	-۰/۵۸	β_{QPF}	-۰/۰۳۰	-۱/۲۲۰
β_Q	۰/۹۷۱	۰/۹۹۲	$\beta_{QPL\lambda}$	***-۰/۰۹۲	-۳/۳۶۵
β_T	*-۰/۴۰۹	-۱/۸۸۸	$\beta_{QPL\gamma}$	*۰/۱۱۰	۱/۹۱۲
β_{PFPF}	***۰/۰۲۶	۳/۲۰۸	β_{QPM}	**۰/۰۱۲	-۲/۴۸۶
$\beta_{PFPL\lambda}$	**۰/۰۰۹	-۲/۰۷۰	β_{TT}	*-۰/۰۰۰۸	-۱/۷۶۸
$\beta_{PFPL\gamma}$	-۰/۰۰۶	-۰/۶۱۱	β_{TPF}	***-۰/۲۰۰	-۴/۳۳۷
β_{PFPM}	-۰/۰۰۸	-۱/۱۴۷	$\beta_{TPL\lambda}$	*-۰/۰۰۰۳	-۱/۹۲
$\beta_{PL\lambda PL\lambda}$	***۰/۱۴۲	۲۲/۶۵۳	$\beta_{TPL\gamma}$	***-۰/۰۰۲	-۳/۷۳
$\beta_{PL\lambda PL\gamma}$	***-۰/۱۱۵	-۹/۶۹۳	β_{TPM}	***۰/۰۰۵	۵/۶۲
$\beta_{PL\lambda PM}$	***-۰/۰۲۸	-۳/۴۸۵	β_{TQ}	-۰/۰۰۶	-۰/۸۴

$D.W = ۱/۹$ $R^2 = ۰/۹۵$

***, **, *: به ترتیب معنی داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

تولید را کاهش داده است. در ارزیابی نتایج این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته در این زمینه همچون Hoque and Datta and (1984) Adelaja, (2000) Rasmussen, (2006) Yigezu et al. و Christoffersen, (2005) Lachal et al. (2005) ملاحظه می شود که همانند نتایج بیشتر پژوهش های انجام گرفته در بخش کشاورزی و غیر کشاورزی بهبود تکنولوژی میزان تغییر هزینه های بنگاه های اقتصادی را کاهش داده است.

میزان تغییر تکنولوژی در دوره زمانی مورد مطالعه و در سطح میانگین داده ها با توجه به رابطه ۱۰ و پارامترهای حاصل از تابع هزینه ترانسلوگ محاسبه شد. میزان تغییر تکنولوژی در فاصله زمانی ۱۳۶۸-۱۳۸۸ معادل -۱/۶۵ درصد است. هرچند که در طول سال های مختلف درصدهای تقریباً یکسانی وجود داشته لیکن علامت منفی بیانگر کاهش درصد هزینه در طول زمان است؛ بدین ترتیب ملاحظه می شود که بهبود تکنولوژی یعنی بهره گیری از روش های نوین تولید به منزله نمادهایی از تکنولوژی، درصد هزینه

جدول ۳. میزان تغییر تکنولوژی در تولید چغندر قند ایران

سال	نرخ تغییر	سال	میزان تغییر
۱۳۶۸	-۱/۶۴۵	۱۳۷۹	-۱/۶۵۵
۱۳۶۹	-۱/۶۴۴	۱۳۸۰	-۱/۶۵۴
۱۳۷۰	-۱/۶۴۴	۱۳۸۱	-۱/۶۵۶
۱۳۷۱	-۱/۶۴۷	۱۳۸۲	-۱/۶۵۶
۱۳۷۲	-۱/۶۴۷	۱۳۸۳	-۱/۶۵۷
۱۳۷۳	-۱/۶۴۸	۱۳۸۴	-۱/۶۵۹
۱۳۷۴	-۱/۶۵۰	۱۳۸۵	-۱/۶۶۰
۱۳۷۵	-۱/۶۵۱	۱۳۸۶	-۱/۶۶۰
۱۳۷۶	-۱/۶۵۲	۱۳۸۷	-۱/۶۶۰
۱۳۷۷	-۱/۶۵۴	۱۳۸۸	-۱/۶۶۱
۱۳۷۸	-۱/۶۵۵	میانگین دوره	-۱/۶۵۳

یعنی تغییر تکنولوژی علاقه‌مندند و افزایش تولید به واسطه به‌کارگیری زمین بیشتر را دنبال می‌کنند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در سال‌های اخیر، به دلیل نیل به اهداف کشاورزی پایدار تولیدکنندگان کمتر به تکنولوژی‌های زیست شیمیایی و استفاده از کودهای شیمیایی روی آورده‌اند و بیشتر به دنبال استفاده از تکنولوژی‌های مکانیزه و ماشین‌آلات بوده‌اند. بنابر نتایج این تحقیق نیز تغییر تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از ماشین‌آلات بوده است؛ به عبارت دیگر، در دو دهه اخیر تغییر تکنولوژی سرمایه‌بر و کاراندوز در تولید چغندر قند در ایران رخ داده است. نتایج مطالعه مؤید همسویی و سازگاری یافته‌های پژوهش است. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه پیشنهادهای زیر ارائه می‌شوند:

- از آنجا که ماشین‌آلات مهم‌ترین نهاد در این صنعت هستند و سهم هزینه‌ای بالایی از هزینه‌های کل عوامل تولید را به خود اختصاص داده‌اند، بنابراین ترغیب مدیران واحدهای تولیدی به افزایش بهره‌وری این عامل می‌تواند سهم و نقش مهمی در کاهش هزینه‌های تولید داشته باشد. برگزاری دوره‌های آموزشی و ارائه خدمات ترویجی می‌تواند زمینه توسعه مکانیزاسیون در کشت چغندر قند را فراهم سازد؛

- با توجه به ارباب نهاده‌ای که در جهت استفاده بیشتر از ماشین‌آلات است، لزوم انجام سیاست‌های تحقیقاتی در جهت طراحی و تولید ماشین‌آلات مناسب، که کارایی بیشتری در واحدهای تولیدی داشته باشند، ضروری است تا از این طریق بتوان به اقتصادی‌تر شدن فرایند تولید کمک کرد. ارائه تسهیلات و اعتبارات بانکی برای توسعه مکانیزاسیون می‌تواند تولیدکنندگان را برای رسیدن به هدف افزایش تولید، بدون افزایش زیاد هزینه یاری کند.

با توجه به رابطه ۱۰، از کل تغییر تکنولوژی تولید چغندر قند، ۱/۶۱- مربوط به تغییر تکنولوژی خالص، ۰/۰۶- ناشی از افزایش مقیاس و ۰/۰۲ مربوط به تغییر تکنولوژی ارباب بوده است.

نتایج حاصل از ارزیابی ارباب نهاده‌ها در جدول ۴ آمده است. با توجه به سهم هزینه نهاده‌های کود شیمیایی، زمین، نیروی کار و ماشین‌آلات و همچنین ضرایب حاصل از تابع هزینه ترانسلوگ، مقادیر ارباب نهاده‌ها با استفاده از رابطه ۴ به دست آمده است.

جدول ۴. میزان ارباب نهاده در تولید چغندر قند

ارباب نهاده	نهاده
-۰/۰۴۳	کود شیمیایی
-۰/۰۰۱۶	زمین
-۰/۰۱	نیروی کار
۰/۰۰۸۷	ماشین‌آلات

علامت مثبت مربوط به ارباب نهاده ماشین‌آلات نشان می‌دهد که با بهبود تکنولوژی میزان به‌کارگیری ماشین‌آلات و بهره‌مندی از مکانیزاسیون افزایش یافته است؛ بدین معنا که تغییر تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از ماشین‌آلات بوده است. از طرفی، علامت منفی ارباب نیروی کار مؤید این نکته است که وجود و بهره‌گیری از نیروی ماشینی موجب اتکای کمتر واحدهای تولیدی به نیروی کار می‌شود. علامت منفی ارباب نهاده کود شیمیایی نشان‌دهنده کاهش مقدار مصرف کود در طول زمان است که این امر گامی در راستای توسعه کشاورزی پایدار است. در نهایت، علامت منفی ارباب نهاده زمین نیز بیانگر آن است که استفاده از ماشین‌آلات پیشرفته میزان بهره‌وری در واحد سطح را افزایش داده است؛ از این رو تولیدکنندگان برای افزایش تولید تمایلی به افزایش سطح زیر کشت و مقدار زمین خود ندارند و بدین ترتیب آن‌ها عملاً به افزایش تولید از طریق بهبود بهره‌وری

REFERENCES

- Abdollahiyan Nooghabi, M. (2009). Analysis of the sugar beet crop production during the last few years. *Journal of sugar beet*, 22(2):197-198.
- Abrishami, H. (2007). *Principles of econometrics (Compilation: Gujarati, D.N.)*. Tehran University Press.
- Chambers, R.G. (1988). *Applied production analysis: a dual approach*. Cambridge University Press.

- Christensen, L.R., Jorgenson, D. & Lau, L. (1971). Conjugate duality and the transcendental logarithmic production function. *Econometrica*, 39, 225-256.
- Clark, J.S. & Youngblood, C.E. (1992). Estimating duality models with biased technical change: A time series approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 74, 353-360.
- Dashti, G.H. & Koopahi, M. (2006). Analyzing

- trend of technological change in the cattle industry in Iran, using panel data. *Journal of Agriculture Science*, 16(3), 57-65.
- Datta, A. & Christoffersen, S. (2005). Production costs, scale economies and technical change in U.S. textile and apparel industries. *Atlantic Economic Journal*, 33, 201-213.
- Diewert, W.E. (1971). An application to the shepherd duality theorem: A generalized Leontief production function. *Journal of Political Economics*, 79, 481-507.
- Habteyonas, M. (2004). Analysis of production structure of Canadian pulp and paper industry: 1961-1996. *American Association Meeting*, Denver, Colorado.
- Helvoigt, T. L. & Adams, D. M. (2009). A stochastic frontier analysis of Technical Progress, efficiency change and productivity growth in the Pacific Northwest sawmill industry. *Forest policy and economics*, 11: 280-287.
- Hoque, A. & Adelaja, A. (1984). Factor demand and returns to scale in milk production: Effect of price, substitution and technology. *Northeastern journal of agriculture and resource economics: (NJARE)*, 45, 238-244.
- Kant, S. & Nautiyal, J.C. (1997). Production structure, factor substitution, technical change and total factor productivity. *Can.J.Forest Research*, 27, 701-710.
- Koopahi, M. (1999). *Agricultural development : an international perspective (Compilation: Hayami, Y. & Ruttan, V.)*. Organization of research, training and agricultural extension.
- Lachal, L., Chebil, A. & Dhehibi, B. (2005). Measuring factor substitution and technological change in the Tunisian agricultural sector, 1971-2000. *Agricultural Economics Review*, 6(2), 28-38.
- Lau, L.J. (1978). *Application of profit functions, production economics: A dual approach to theory and application*. Amsterdam: North-Holland Publishing Co.
- Moradi, A. (2003). *Analyzing the efficiency of production factors in the agriculture sector of Iran and its impact on rural migration*. Master's thesis, Tarbiat Modares University, Iran.
- Rasmussen, S. (2000). *Technological change in economics of scale in Danish agriculture*. The Royal Veterinary and Agricultural University, KVL, Copenhagen.
- Salami, H. (1997). Concepts and measurement of productivity in agriculture. *Agricultural Economics and Development*, 18, 7-31.
- Shahabinejad, V. & Akbari, A. (2010). Measuring agriculture productivity growth in developing eight. *Journal of development and agriculture economics*, Vol. 2(9): 326-332.
- Sherafat, M.N. (1996). *Analyzing technological structure and estimating input demands*. Economic Affairs and Finance.
- Seyedan, S.M. (2005). Analyzing the technical efficiency of sugar beet farmers and factors effecting its decline: case study of Hamedan province. *Journal of Sugar Beet*, 21(2), 137-150.
- Tadesse, S. (2005). Consolidation, scale economies and technological change in Japanese banking. *William Ddavidson Institute*, Working paper number 747.
- Thompson, C.D. (1998). Choice of flexible functional form: review and appraisal. *Western Journal of Agricultural Economics*, 13, 160-183.
- Yavari, K. & Dashti, N. (2009). Analyzing the trend of technological change in cement industry of Iran. *Quarterly Economic Research*, 9(4), 137-157.
- Yigezu, Y.A., Foster, K.A. and Lantz, V. (2006). Production Structure, technological change and scale economies in the Saw and Planing Mills industry in New Brunswick, Canada. *American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Long Beach, California*.