

## برآورد توابع تقاضا برای نهاده‌های ساختمانی: مورد ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۴/۵/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۴/۱۱/۹

دکتر محسن مهرآرا<sup>۱</sup>

علیرضا عبدي<sup>۲</sup>

### چکیده

این مطالعه به تخمین توابع تقاضای نهاده‌های ساختمانی و برآورد کشش‌های قیمتی درآمدی و جانشینی (موری‌شیمان و آلن-اوزاوا) نهاده‌های مذکور و همچنین بررسی ساختار تولید و هزینه در بخش ساختمان ایران پرداخته است. در تابع تولید ساختمان، چهار نهاده نیروی کار، سرمایه (ماشین‌آلات ساختمانی)، سیمان و فولاد لحاظ شده و سایر نهاده‌ها با فرض تفکیک‌پذیری ضعیف، از توابع تولید و هزینه حذف گردیده‌اند. روش مورد استفاده در این مطالعه روش هزینه بوده و برای این منظور تابع هزینه ترانسلوگ مورد استفاده قرار گرفته است. معادلات سهم هزینه برای هر یک از این چهار نهاده به همراه تابع هزینه به روش رگرسیون‌های نامرتب‌تکراری (ISUR) برآورد گردیده‌اند.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهند که تابع هزینه در بخش ساختمان خصوصیات خوش رفتاری را - بجز خصوصیت همگنی - برآورد می‌کند. کشش‌های جانشینی و قیمتی برآورد شده کمتر از واحد بوده و متضمن مکمل بودن سیمان و فولاد و جانشینی نیروی کار و سرمایه در ساختمان سازی می‌باشند. علاوه بر این، بررسی ساختار تولید در بخش ساختمان نشان داد که تابع تولید در این بخش از خصوصیات هموتتیک بودن و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برخوردار نمی‌باشد؛ بلکه دارای بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است. محاسبه شاخص انحراف مقیاس اقتصادی نسبت به عوامل تولید دلالت بر آن دارد که تغییر مقیاس در بخش ساختمان نسبت به سیمان و سرمایه، نهاده بر و نسبت به فولاد و نیروی کار، نهاده اندوز می‌باشد.

کلید واژه: بخش ساختمان، عوامل تولید، رگرسیون‌های نامرتب‌تبط، کشش جانشینی

JEL: C31,C51,D24

mail:mmehrara@ut.ac.ir

Email:alirezaabdy@yahoo.com

۱. عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تلفن: ۸۸۶۳۳۷۴۴ - ۰۲۱ - ۸۸۶۳۲۴۷۲ - ۸۸۶۳۳۷۴۴

۲. پژوهشگر، تلفن: ۲۲۲۲۵۰۷۱ - ۰۲۱ - ۲۲۲۲۱۵۳۸

## مقدمه

کوزنتس<sup>۱</sup> یکی از مهمترین موارد تشکیل سرمایه را احداث ساختمان - به مفهوم عام - می‌داند. فقدان سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بالا سري اقتصادي از دلایل پایین بودن نرخ تمرکز سرمایه در کشورهای در حال توسعه به حساب می‌آید. پروژه‌های بالا سري اقتصادي (احداث سد و تامین نیرو، شبکه‌های آبرسانی، حمل و نقل، ارتباطات و غیره) در این کشورها موجب افزایش سرمایه‌گذاری و نرخ تمرکز سرمایه می‌گردد.<sup>۲</sup>

در اقتصاد ایران بخش اعظم طرح‌های عمرانی زیر مجموعه ای از فعالیتهای بخش ساختمان محسوب می‌شوند. لذا این بخش دارای جایگاه ویژه ای در رشد و توسعه اقتصادي می‌باشد. علاوه بر این بخش ساختمان سهم قابل ملاحظه‌ای در اشتغال عوامل تولید (خصوصاً نیروی کار) و مالاً در تولید ناخالص ملي داشته و دارای اثرات تعدیل کننده ای در اقتصاد جوامع امروزي می‌باشد. بدین جهت مطالعه عناصر و عوامل مربوط به این بخش برای به دست آوردن آگاهی لازم در جهت دادن به کیفیت و کمیت تولید و توزیع آن بسیار ضروري به نظر می‌رسد. لذا در این تحقیق به تخمین توابع تقاضا برای نهاده‌های ساختمانی شامل سیمان، فولاد، نیروی کار و سرمایه و برآورد کشش‌های قیمتی و جانشینی عوامل تولید می‌پردازیم. به علاوه ساختار هزینه و تولید در بخش ساختمان را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

روش مورد استفاده در این تحقیق روش هزینه است. با توجه به اینکه توابع کاب- داگلاس<sup>۳</sup> و CES<sup>۴</sup> دارای کشش‌های جانشینی به ترتیب برابر واحد و ثابت هستند، از انعطاف پذیری کمی برخوردارند. لذا در این تحقیق از تابع هزینه ترانسلوگ<sup>۵</sup> به صورت بسط مرتبه دوم سري تیلور که هیچ گونه محدودیتی در خصوص هموتتیک<sup>۶</sup> و همگنی آن اعمال نمی‌شود، استفاده می‌گردد. به علاوه در تابع هزینه ترانسلوگ کشش مقیاس و قیمتی همراه با محصول و سهم هزینه‌ها تغییر می‌کند.

روش تحقیق بدین گونه است که ابتدا سهم‌های هزینه هر یک از چهار نهاده نیروی‌کار سرمایه، فولاد و سیمان به صورت سیستمی مبتنی بر روش هزینه و لم شفارد<sup>۷</sup> استخراج می‌شوند. سپس معادلات سهم به همراه تابع هزینه بخش ساختمان با استفاده از آمارهای مربوط برای دوره ۱۳۸۲-۱۳۵۳ برآورد و کشش‌های قیمتی و جانشینی عوامل محاسبه

1.Kuznets

۲. قره باغیان (۱۳۷۰، ص ۸۰)

3.Cubb- Douglas

4.Constant Elasticity Substitution

5. Translog

6. Homothetic

7.Shephard's Lemma

می‌گردند. برای برآورد پارامترها از روش رگرسیون‌های ظاهراً نامرتبب تکراری<sup>۱</sup> استفاده می‌شود.

در بخش دوم مبانی نظری تحقیق ارائه شده است. در این بخش، توابع تقاضای نهاده (بر حسب معادلات سهم) را استخراج کرده و کشش‌های جانشینی موری شیمای<sup>۲</sup> و آلن-آزوا<sup>۳</sup> و مباحث مختلف نظری در زمینه توابع تقاضای غیر مستقیم (مشروط) نهاده‌ها را مرور می‌کنیم. بخش سوم به مرور ادبیات تجربی و سابقه موضوع تحقیق در داخل و خارج از کشور اختصاص دارد. در بخش چهارم تابع هزینه و معادلات سهم عوامل (تقاضا) با استفاده از روش *SUR* برآورد شده و سپس به بررسی ساختار تولید و هزینه در بخش ساختمان و همچنین محاسبه کشش‌های قیمتی و جانشینی عوامل تولید می‌پردازیم. در بخش آخر نیز از مباحث مذکور نتیجه‌گیری می‌کنیم.

## ۲. مبانی نظری

توابع تقاضای سیمان، فولاد، نیروی کار و سرمایه (ماشین آلات ساختمانی) در بخش ساختمان ضرورتاً یک تقاضای مشتق شده<sup>۴</sup> است و از تقاضا برای ساختمان ناشی می‌شود. در علم اقتصاد دو روش برای به دست آوردن توابع تقاضای نهاده وجود دارد. اولین روش استخراج توابع تقاضای مستقیم نهاده‌ها با مشتق‌گیری از تابع سود نسبت به قیمت هر نهاده می‌باشد. روش دوم مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به قیمت هر نهاده و بدست آوردن تابع تقاضای غیرمستقیم (مشروط) نهاده است. در این تحقیق از روش دوم برای به دست آوردن توابع تقاضای فولاد، سیمان، نیروی کار و سرمایه استفاده می‌شود. زیرا در روش اول به قیمت محصول برای برآورد پارامترها نیاز داریم؛ در حالی که در کشور، آمارهای قابل اتکایی برای قیمت ساختمان وجود ندارد. علاوه بر این در اکثر قریب به اتفاق مطالعات مشابه (تقاضای نهاده) از روش دوم استفاده شده است. در روش مذکور ابتدا یک تابع تولید برای بخش ساختمان انتخاب و تابع هزینه همزاد آن تعیین می‌شود؛ سپس با مشتق‌گیری از این تابع هزینه نسبت به قیمت هر یک از چهار نهاده تابع تقاضای آن نهاده به دست می‌آید. تابع تولید بنگاه را به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

$$Y = f(X) \quad (1)$$

که در آن  $Y$  میزان تولید (به طور مثال حجم فعالیت‌های ساختمانی) و  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  بردار عوامل و نهاده‌های تولیدی مانند سیمان، فولاد و ... می‌باشد. با

1. ISUR (Iterative Seemingly Unrelated Regression)

2. Morishima Substitution Elasticity

3. Allen-Uzawa Elasticity Of Partial Substitution

4. Derived Demand

حداقل کردن هزینه تولید در سطح مشخصی از  $Y$  تابع تقاضای نهاد  $i$  ام به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$x_i = x_i(Y, W) \quad (2)$$

که در آن  $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$  بردار قیمت نسبی نهاده‌ها یا عوامل تولید  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  می‌باشند (قیمت نهاده‌ها ثابت فرض می‌شود). بدین ترتیب تابع هزینه کل تولید در هر سطح داده شده از محصول برای بنگاه ماکزیم کنند سود، به صورت زیر خواهد بود:

$$C = \sum w_i x_i(Y, W) = C(Y, W) \quad (3)$$

شماره نشان داده است که هر گاه از تابع هزینه بنگاه نسبت به قیمت هر یک از نهاده‌ها مشتق بگیریم، تابع تقاضای مشروط آن نهاد به دست می‌آید:

$$x_i(W, Y) = \frac{\partial C(W, Y)}{\partial W_i} \quad (4)$$

که در آن  $W$  بردار قیمت نهاده‌ها،  $Y$  سطح محصول (داده شده)،  $x_i$  تقاضای نهاد  $i$  ام  $W_i$  قیمت نهاد  $i$  ام و  $C(W, Y)$  تابع هزینه می‌باشد. این دسته توابع تقاضا را توابع تقاضای مشروط یا غیر مستقیم می‌گویند چون تقاضا برای نهاده‌ها، مشروط به تحقق سطح خاصی از تولید است.

خصوصیات منحنی تقاضای نهاد معمولاً با استفاده از کششها تشریح می‌شوند. کشش تقاضا به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\partial x_i}{\partial W_j} \cdot \frac{W_j}{x_i} \quad (5)$$

وقتی  $i = j$ ،  $\varepsilon_{ij}$  کشش خودی تقاضا و وقتی  $i \neq j$ ،  $\varepsilon_{ij}$  کشش متقاطع تقاضا نامیده می‌شود.

### کشش جانشینی آلن- آزاوا 1

یک راه مناسب برای تعیین قابلیت جانشینی عوامل مختلف تولید، استفاده از کشش جانشینی آلن ( $AES$ ) است. این کشش تغییرات درصدی در نسبت دو عامل تولید را- که ناشی از یک درصد تغییر در قیمت‌های نسبی آنهاست اندازه‌گیری می‌کند. اگر کشش جانشینی بین دو عامل مثبت باشد، به آنها عوامل جانشین (یا جانشین  $AES$ ) و اگر این کشش منفی باشد به آنها عوامل مکمل گفته می‌شود. آزاوا نشان داده است که کششهای آلن ( $AES$ ) می‌توانند از این فرمول محاسبه شوند:

$$AES_{ij} = \frac{C \cdot (\partial^2 C / \partial W_i \partial W_j)}{(\partial C / \partial W_i)(\partial C / \partial W_j)} \quad (6)$$

به عنوان مثال اگر سه عامل تولید نیروی کار، انرژی و سرمایه را در نظر بگیریم، در سطح ثابتی از محصول، زمانی دو عامل انرژی و سرمایه جایگزین هستند که افزایش در قیمت انرژی موجب جایگزین شدن سرمایه به جای آن شود. اما از آنجا که معنای دقیق *AES* بیانگر جایگزینی نسبی بین دو عامل در مقایسه با اثرات جانشینی سایر عوامل است در این صورت افزایش قیمت انرژی ممکن است با جایگزینی بزرگتری در نیروی کار (با کاهش در تولید محصول) و کاهش در استفاده از سرمایه و انرژی به همراه هم مواجه باشد و کاهش خالص در استفاده از سرمایه ایجاد شود. بنابراین اگر جانشینی بین سرمایه و انرژی به طور نسبی کوچکتر از جانشینی بین ترکیب آنها با نیروی کار باشد، سرمایه و انرژی مکمل *AES* (و یا مکمل خالص) هستند. از سوی دیگر اگر جانشینی بین سرمایه و انرژی بزرگتر از جانشینی ترکیب شان؟ نسبت به نیروی کار باشد، پس سرمایه و نیروی کار جانشین های *AES* (و یا جانشین های خالص) هستند.

### کشش جانشینی موری شیما<sup>1</sup>

بلکوربی و راسل<sup>2</sup> بیان کرده اند که کششهای جانشینی آلن، هیچ اطلاعاتی در باره درجه انحنای تولید یکسان و سهم نسبی هزینه‌ها نشان نداده و نمی توان آن را به عنوان نرخ نهایی جانشینی<sup>3</sup> تلقی کرد. موری شیما<sup>4</sup> معیار دیگری از جانشینی عوامل ارائه می‌دهد که تحت عنوان کشش جانشینی موری شیما شناخته می‌شود. این کشش از طریق مشتق لگاریتم نسبت نهاده‌ها به لگاریتم نرخ نهایی جایگزینی یا نسبت قیمت نهاده‌ها (با فرض ثابت بودن تولید) به دست می‌آید. این کشش، همچنین، انحنای منحنی تولید یکسان و اثرات تغییر در قیمت نسبی را روی سهم نسبی هزینه بیان می‌کند.

مطابق کار چمبرز<sup>5</sup> و بلکوربی و راسل، کشش جانشینی موری شیما، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MSE_{ij} = \frac{\partial \ln(x_i / x_j)}{\partial \ln(W_j / W_i)} \quad (7)$$

مقدار مثبت (منفی) این کشش نشانگر جانشینی (مکملی) می‌باشد. همچنین کشش جانشینی موری شیما، اطلاعات جامعی در باره سهم نسبی عوامل (از هزینه) در پاسخ به تغییر در

1. Morishima Substitution Elasticity

2. Blackorby and Russell(1989)

3. Marginal Rate of Substitution

4. Morishima(1967)

5. Chambers (1988)

قیمت عوامل بدست می‌دهد. مطابق کار هانگ<sup>1</sup> این معیار می‌تواند به صورت زیر محاسبه شود

$$\omega_{ij} = 1 - MSE_{ij} \quad (8)$$

اگر کشش جانشینی موریشیما کوچکتر (بزرگتر) از یک باشد سهم نسبی هزینه صعودی (نزولی) است.

کشش جانشینی در حالت بیشتر از دو نهاده توسط آلن به صورت زیر محاسبه شده است:

$$\sigma_{kr} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{x_k x_r} (f^{-1})_{rk} \quad (9)$$

که در آن  $(f^{-1})_{rk}$ ، امین عنصر معکوس ماتریس هشین حاشیه ای می‌باشد.

### تابع هزینه ترانسلوگ

تابع CES که بسط طبیعی تابع کاب- داگلاس است، اجازه می‌دهد کشش جانشینی در بعضی موارد غیر از واحد باشد. اما نقطه ضعف CES در ثابت بودن کشش مقیاس می‌باشد که در این صورت منحنی هزینه متوسط بنگاه پیوسته افزایشی، کاهش یا افقی است که با U شکل بودن منحنی هزینه متوسط بلند مدت تناقض دارد. لذا در اغلب مطالعات تجربی از تابع هزینه ترانسلوگ به فرم لگاریتمی استفاده شده است که در آن کششهای جانشینی نهاده‌ها با سطح محصول و سهم نهاده‌ها تغییر می‌کند. استفاده از این فرم، هم از جنبه نظری و هم از جنبه کاربردی و اقتصادسنجی بر سایر فرم‌ها ترجیح دارد<sup>2</sup>.

تابع هزینه ترانسلوگ اولین بار در سال ۱۹۷۱ توسط کریستین سن، جورجسون و لائو<sup>3</sup> معرفی گردید. اگر چه تابع هزینه به کار گرفته شده توسط آنها نسبتاً ساده و محدود بود، اما از آن پس به کارگیری این تابع برای بررسی رفتار تولیدکننده در بنگاههای چند نهاده‌ای و چند محصولی نیز متداول گردید. تابع هزینه ترانسلوگ در غالب مطالعات به صورت بسط مرتبه دوم سری تیلور و در معدودی از آنها با به کارگیری بسط ناقص مرتبه سوم سری تیلور مورد استفاده قرار گرفته است. در این مقاله نیز از بسط مرتبه دوم این تابع استفاده می‌کنیم. فرم عمومی و خلاصه شده تابع هزینه ترانسلوگ بر اساس بسط دوم سری تیلور به صورت زیر است.

1. Hung(1991)

2. Christensen, L. & W. Green(1986)

3. Christensen, L. & D.W. Jorgenson, L.J. Lau(1971)

$$\ln C(W, Y) = \alpha_0 + \alpha_y \ln Y + \frac{1}{\rho} \alpha_{yy} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln W_i + \frac{1}{\rho} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln W_i \ln W_j + \frac{1}{\rho} \sum_{i=1}^n \alpha_{yi} \ln W_i \ln Y \quad (10)$$

در این تابع  $W_i$  قیمت نهاده  $i$ ام و  $Y$  سطح تولید می‌باشد. استفاده از تابع مذکور منوط به برقراری شرایطی تحت عنوان قیود خوش رفتاری<sup>۱</sup> می‌باشد. در زیر به قیود مذکور اشاره شده است:

(الف) همگن بودن تابع هزینه نسبت به قیمت عوامل: این فرض بیانگر آن است که تغییر متناسب در قیمت عوامل تولید، هزینه را با همان نسبت تغییر خواهد داد

(ب) فرض تقارن: با فرض اینکه تابع ترانسلوگ دو بار قابلیت مشتق پذیری داشته و ماتریس هشین آن نسبت به قیمت عوامل متقارن باشد، با توجه به قضیه یانگ محدودیت تقارن به صورت زیر برقرار خواهد بود:

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad (11)$$

$$i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, n$$

(ج) فرض غیر منفی بودن مشتق تابع هزینه نسبت به قیمت عوامل: این فرض بدان مفهوم است که با افزایش قیمت نهاده‌ها هزینه نیز افزایش می‌یابد.

(د) شرط مقعر بودن تابع هزینه نسبت به قیمت عوامل: مطابق این شرط ماتریس  $\frac{\partial^2 C}{\partial W_i \partial W_j}$  در همسایگی نهاده‌ها نیمه معین منفی می‌باشد. به عبارت دیگر شیب تابع تقاضای نهاده‌ها نسبت به قیمت عوامل منفی است.

فرض می‌کنیم که تابع هزینه نسبت به قیمت عوامل دو بار مشتق پذیر است، آنگاه براساس نظریه شفارد (۱۹۵۳)، توابع تقاضای عوامل تولید به صورت معادله (۴) و همچنین تابع سهم هزینه هر یک از عوامل تولید به صورت زیر خواهد بود:

$$S_i = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \frac{W_i x_i}{C} \quad (12)$$

### ۳. مروری بر تحقیقات گذشته

از زمان معرفی تابع تولید لگاریتمی متعالی<sup>۲</sup> در سال ۱۹۷۱ توسط کریستنسن، جورگنسن و لائو تاکنون، استفاده از روش تابع هزینه برای تحلیل ساختار تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی مورد توجه فراوان قرار گرفته است. اما تعدد و تنوع مطالعاتی که با استفاده از مدل‌های مذکور در خصوص ساختار تولید و هزینه انجام شده، ما را از مرور یا حتی ذکر تمامی آنها باز می‌دارد. لذا در اینجا سعی شده تنها به مواردی که هر یک از جنبه‌های خاص به این تحقیق مرتبط می‌شوند، اشاره گردد.

1. Well- Behaved Restriction

2. Transcendental

برنت و وود<sup>1</sup> (۱۹۷۵) در مقاله ای تحت عنوان تکنولوژی، قیمت ها و تقاضای مشتقه برای انرژی، به مطالعه ساختار هزینه تعدادی از کارخانه ها در آمریکا می پردازند. آنها در این مطالعه با استفاده از داده های سری زمانی برای دوره ۷۱-۱۹۴۷ و به کارگیری روش  $3SLS$ <sup>2</sup> تابع هزینه ای به صورت ترانسلوگ شامل چهار نهاد نیروی انسانی، سرمایه انرژی و مواد اولیه با اعمال فروض همگن خطی و جدایی پذیری برآورد می کنند. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که سرمایه و نیروی کار، مواد اولیه و سرمایه، انرژی و نیروی کار، مواد اولیه و نیروی کار و بالاخره انرژی و مواد اولیه جانشین یکدیگر بوده، در حالی که انرژی و سرمایه مکمل هم می باشند.

فیلد و دیگران<sup>3</sup> (۱۹۸۰) در مطالعه ای تحت عنوان جانشینی سرمایه و انرژی در کارخانه های آمریکا به برآورد تابع هزینه ترانسلوگ، شامل قیمت نهاده های سرمایه فیزیکی ( $K$ )، سرمایه در گردش<sup>4</sup> ( $W$ )، نیروی کار ( $L$ ) و انرژی ( $E$ ) با استفاده از روش  $IZEF$ <sup>5</sup> برای ده صنعت می پردازند. آنها به علت عدم دسترسی به داده های مواد خام به ناچار این نهاد را در الگو در نظر نمی گیرند. نتایج حاصله دلالت بر مکملی دو نهاد انرژی و سرمایه فیزیکی دارند. کششهای جانشینی برای چهار بخش صنایع غذایی، چوب، شیمیایی و فلزات اساسی، در سطح معنی داری بالا و برای سه بخش صنایع حمل و نقل، لاستیک سازی و شیشه، در سطح معنی داری پایین برآورد می شوند. هرچند علامت کشش جانشینی برای سه بخش باقیمانده مثبت می باشد لیکن به دلیل خطای استاندارد بسیار بالا نمی توان گفت این دو نهاد، جانشین یکدیگرند. در اغلب موارد سرمایه در گردش و انرژی جانشین یکدیگر می باشند.

نلسن و وهار<sup>6</sup> (۱۹۸۳) با استفاده از متدولوژی ترانسلوگ، تابع هزینه ای را برای پنجاه نیروگاه بخاری تولید برق در دوره زمانی ۷۸-۱۹۵۰ به روش  $IZEF$  برآورد می کنند. آنها همچنان در این مطالعه به محاسبه شاخص هایی همچون بهره وری کل ( $TFP$ )<sup>7</sup>، کششهای جانشینی و کشش هزینه می پردازند. از طرفی با تقسیم بندی دوره مورد بررسی به پنج زیر دوره (چهار زیر دوره شش ساله و یک زیر دوره پنج ساله)، تأثیر صرفه های ناشی از مقیاس و تغییر تکنیکی را بر رشد بهره وری مورد بررسی قرار می دهند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که شاخص رشد بهره وری کل ( $TFP$ ) در طی دوره مورد بررسی افزایش داشته است. برآورد کششهای جانشینی دلالت بر آن دارد که دو عامل سوخت و سرمایه تا سال ۱۹۷۳ رابطه جانشینی داشته و از سال ۱۹۷۳ به بعد این رابطه معکوس می شود؛ به طوری

1. Berndt & Wood(1975)

2. Iterative Three Stage Least Squares Method

3. Field & Others(1980)

4. Working Capital

5. Iterative Zellner Efficient Method

6. Nelson & Wohar

7. Total Factor Productivity



که متوسط کشش جانشینی بین سوخت و سرمایه در طول سالهای ۱۹۵۰-۷۳ برابر ۰/۴۲۸، طی دوره ۱۹۷۸-۱۹۷۴ برابر ۰/۷۱- و بالاخره در سال ۱۹۷۸ به ۰/۷۷- رسیده است.

مطالعه ارکیلا<sup>۱</sup> (۱۹۹۰) تحت عنوان "اطلاعات اقتصادی درباره صنعت فولاد" به برآورد تابع هزینه ترانسلوگ برای یکی از شرکت های بزرگ تولید فولاد به نام آگوما<sup>۲</sup> با استفاده از نهاده‌های نیروی کار، سنگ آهن، کک و خدمات سرمایه برای سالهای ۸۰-۱۹۵۵ با استفاده از روش *IZEF* می پردازد. تخمین کششهای جانشینی نشان می‌دهد که نیروی انسانی و سنگ آهن و همچنین نیروی انسانی و کک جانشین یکدیگرند ولی تقاضا برای آنها بی کشش است. از طرفی در این میان افزایش قیمت سنگ آهن بیشترین تأثیر را بر هزینه کل دارد زیرا بزرگترین سهم را در هزینه داشته و کشش تقاضای آن کم است. علی‌رغم اینکه تصور می‌شود تغییرات تکنولوژی در جهت استفاده بیشتر از سرمایه است. مطالعه فوق آن را تأیید نمی‌کند.

"تجزیه و تحلیل تغییرات تکنولوژی، جانشینی عوامل و مقیاس اقتصادی در صنایع هند" عنوان تحقیقی است که توسط مورتی و دیگران<sup>۳</sup> (۱۹۹۱) در مدرسه عالی اقتصادی دهلی انجام شده است. محققان در این مقاله به برآورد تابع هزینه ترانسلوگ برای صنایع سیمان، الکترونیک و ... در هندوستان بر اساس داده های سری زمانی ۸۳-۱۹۶۰ و نهاده‌های تولید شامل نیروی کار، سرمایه، مواد اولیه و انرژی می‌پردازند. نتایج حاصله نشان می‌دهد که با افزایش میزان تولید، هزینه متوسط کاهش می‌یابد؛ پس بهتر است کارخانه ها در مقیاس های بزرگ طراحی شوند. برآورد کششهای جانشینی در این صنایع بیانگر این موضوع است که: دو نهاده سرمایه و انرژی در صنایع نساجی و سیمان جانشین یکدیگر و در صنایع فولاد و برق مکمل هم هستند. از سوی دیگر دو نهاده کار و سرمایه در صنعت الکترونیسته جانشین و در سایر صنایع مکمل یکدیگرند. بالاخره دو نهاده سرمایه و مواد اولیه در تمامی صنایع بجز صنعت نساجی جانشین هم هستند. تغییرات تکنولوژی در صنعت نساجی به سمت استفاده هر چه بیشتر از سرمایه و انرژی و در صنایع فولاد و سیمان در جهت افزایش به کارگیری مواد اولیه و انباشت سرمایه می‌باشد. اثر تغییرات تکنولوژی بر عامل توزیع درآمد نشان می‌دهد که در صنایع فولاد و سیمان، تغییرات تکنولوژی موجب افزایش درآمد کارگران شده است. آدسوجی آدلایا<sup>۴</sup> (۱۹۹۲) در مطالعه ای تحت عنوان «بهره وری مواد اولیه در صنایع غذایی» به بررسی صنایع غذایی ایالت نیوجرسی آمریکا برای سالهای ۸۴-۱۹۶۴ می پردازد. برای این منظور از متدولوژی تابع ترانسلوگ شامل چهار نهاده نیروی کار، سرمایه، مواد اولیه و

1. Erkila(1990)

2. Algoma

3. Murty & Others(1991)

1. Adelaya(1992)

سوخت (و همچنین زمان) استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میزان استفاده از مواد اولیه طی سالهای مورد مطالعه کاهش و قیمت مواد، ارزش محصول و تولید واقعی افزایش یافته است. بهره‌وری مواد اولیه در تمام بخشها بجز صنایع آشامیدنی افزایش نشان می‌دهد. کاهش جایگزینی بیانگر مکمل بودن مواد اولیه و سرمایه، جانشینی مواد اولیه و نیروی کار و نیروی کار و سرمایه می‌باشد. افزایش قیمت مواد در کوتاه مدت سبب رشد بهره‌وری مواد و در نتیجه منجر به جایگزینی نهاده‌ها گردیده است و این مشابه زمانی است که با افزایش در نرخ دستمزد، ایجاد مقررات سخت یا کاهش قیمت غذا در این صنایع روبرو هستیم. پس در واقع افزایش قیمت مواد در کوتاه مدت سبب جایگزینی نهاده‌ها و در بلند مدت سبب به کارگیری تکنولوژی‌های ذخیره‌کننده مواد و کاهش ضایعات می‌گردد. البته این نکته را نباید از نظر دور داشت که به دلیل ناهمگنی زیر بخشهای تولید مواد غذایی در قابلیت جایگزینی نهاده‌ها و استفاده از تکنولوژی مواد اندوز رشد بهره‌وری نیز در این بخشها یکسان نمی‌باشد.

در مطالعه تسکراس و زاگراس<sup>1</sup> (۱۹۹۸) تحت عنوان «یک تابع هزینه برای صنعت غیرفلزی یونان» با استفاده از تابع هزینه ترانسلوگ که از بسط ناقص مرتبه سوم سری تیلور<sup>2</sup> حاصل گردیده، تابع هزینه بلندمدت برای صنعت غیرفلزی در یونان (سیمان و ...) برآورد می‌شود. متغیرهای به کار رفته در الگو شامل قیمت نهاده‌های نیروی کار، انرژی مواد خام، سرمایه، حجم تولید و متغیر زمان برای سالهای ۹۰-۱۹۶۰ می‌باشد. شاخص بازدهی نسبت به مقیاس در تمام دوره مورد مطالعه کمتر از واحد بوده که بیانگر وجود زیان‌های ناشی از مقیاس در این صنایع می‌باشد. با محاسبه شاخص انحراف صرفه‌های مقیاس نسبت به عامل تولید<sup>3</sup>  $(GD_i)$ ، این نتیجه حاصل می‌گردد که افزایش در محصول تولیدی سبب استفاده بیشتر از مواد اولیه به اندازه ۰/۶۱، افزایش در استفاده از انرژی به اندازه ۰/۳۷۲، کاهش در استفاده از سرمایه به اندازه ۰/۰۶۴۲ و عدم تغییر در سطح اشتغال گردیده است. شاخص انحراف پیشرفت تکنیکی نسبت به عامل<sup>4</sup>  $(Ib_i)$  نیز بیانگر این مسأله است که تکنولوژی پذیرفته شده به وسیله واحدهای صنعتی منجر به کاهش در سهم هزینه سرمایه در یک نرخ سالانه حدوداً ۶٪، افزایش در سهم هزینه مواد به میزان ۳/۲۵٪ افزایش در سهم هزینه نیروی کار و انرژی هر کدام به ترتیب به اندازه ۰/۲۵٪ و ۰/۱٪ گردیده است. نهایتاً با اندازه‌گیری شاخص انحراف بازدهی به مقیاس اقتصادی نسبت به پیشرفت تکنیکی<sup>5</sup>  $(TS_c)$  این مسأله روشن می‌گردد که تغییرات تکنیکی سبب افزایش اندازه کارایی تولید در کارخانه‌های مورد مطالعه شده است.

2. Tsekouras & Zagouras(1998)

3. Truncated third-Order Taylor Series Expansion

4. The Bias of Economies of Scale with Respect to Factor i

5. The Bias of Technical Progress with Respect to Factor i

1. The Bias of Returns to Scale with Respect to Technical Progress

در مطالعه دیگری تحت عنوان «تخمین تابع هزینه ترانسلوگ برای صنعت سیمان و کاربردهای آن» که توسط احمد برهانی (۱۳۷۵) انجام شده است، با استفاده از اطلاعات ۱۳ کارخانه طی دوره ۱۳۶۹-۷۳ به بررسی ساختار هزینه صنعت سیمان کشور پرداخته می‌شود. از آنجایی که هزینه متوسط بنگاه‌ها در مقیاس‌های مختلف تولید متفاوت می‌باشد، محاسبه شاخص بازدهی نسبت به مقیاس برای متوسط داده‌های ۱۳ کارخانه مورد بررسی، حاکی از عدم وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در صنعت سیمان است. در محاسبه شاخص کارایی تخصیصی عوامل تولید نیز به دلیل مساوی نبودن قیمت و هزینه نهایی برای سال‌های موجود، عدم کارایی تخصیصی در این کارخانه‌ها تأیید شده است. در مورد کشتش قیمتی، تمامی داده‌ها بجز نهاده برق تأییدکننده قانون تقاضا می‌باشند. کشتش جانشینی نیز بیانگر جانشینی نهاده‌های نیروی کار و سرمایه، مواد اولیه و سرمایه، سوخت و سرمایه، سوخت و انرژی، سوخت و نیروی کار، مواد اولیه و نیروی کار و بالاخره مکملی انرژی و سرمایه و انرژی و مواد اولیه می‌باشد.

مطالعه دیگری که در زمینه مورد بحث انجام شده، پایان‌نامه کارشناسی ارشد عباس درفشانی (۱۳۷۶) تحت عنوان «بررسی صنعت سیمان کشور» است. در مطالعه مذکور سه واحد تولیدی با ظرفیت‌های مختلف (پایین، متوسط و بالا) در صنعت سیمان انتخاب و ضمن برآورد توابع تولید آنها، به تحلیل کارایی نهاده‌ها در هر یک از ظرفیت‌ها پرداخته شده و نتایج به دست آمده حاکی از آن است که: متوسط کشتش تولیدی نیروی کار در هر سه حالت (ظرفیت‌های متفاوت) بیش از سایر نهاده‌ها و همواره مثبت بوده و نهاده نیروی کار در هر سه حالت بیش از سایر نهاده‌ها مصرف شده و تأثیر مثبتی بر تولید داشته است. متوسط کشتش تولیدی سرمایه در دو حالت (ظرفیت بالا و پایین) منفی و در این واحدها اغلب در سال‌هایی که بازدهی تولید بیش از حد کاهش یافته، کشتش تولیدی سرمایه منفی شده است. به عبارت دیگر تولید نهایی سرمایه منفی بوده و کاهش استفاده از این عامل ضرورت دارد. کشتش تولیدی سوخت طی دوره مورد بررسی در هر سه حالت اغلب منفی بوده که احتمالاً به دلیل استفاده بیش از حد و غیر بهینه از این عامل بوده و در مقایسه ظرفیت‌های مختلف، ظرفیت تولید پایین دارای متوسط کشتش تولیدی منفی در نهاده‌های سرمایه و سوخت می‌باشد. ولی در ظرفیت تولیدی متوسط به نحو کاراتری عمل شده و از نهاده‌ها بجز سوخت که منفی و رقمی نزدیک به صفر می‌باشد، در ناحیه دوم تولید استفاده شده است.

#### ۴. برآورد الگو

همان‌طور که در بخش دوم بحث شد در این مطالعه از تابع هزینه ترانسلوگ شامل چهار نهاده فولاد، سیمان، سرمایه و نیروی کار استفاده می‌شود. سهم هزینه هر یک از عوامل تولید در بخش ساختمان نیز مطابق لم سفارد به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \frac{\partial C}{\partial W_i} \times \frac{W_i}{C} = \frac{W_i x_i}{C} = S_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^4 \alpha_{ij} \ln W_j + \alpha_{yi} \ln Y + \alpha_{it} T$$

$i, j = S, C, K, L$

(13)

$$S_L = \alpha_L + \alpha_{LL} \ln W_L + \alpha_{LK} \ln W_K + \alpha_{LC} \ln W_C + \alpha_{LS} \ln W_S + \alpha_{LY} \ln Y + \alpha_{LT} T$$

$$S_K = \alpha_K + \alpha_{KL} \ln W_L + \alpha_{KK} \ln W_K + \alpha_{KC} \ln W_C + \alpha_{KS} \ln W_S + \alpha_{KY} \ln Y + \alpha_{KT} T$$

$$S_C = \alpha_C + \alpha_{CL} \ln W_L + \alpha_{CK} \ln W_K + \alpha_{CC} \ln W_C + \alpha_{CS} \ln W_S + \alpha_{CY} \ln Y + \alpha_{CT} T$$

$$S_S = \alpha_S + \alpha_{SL} \ln W_L + \alpha_{SK} \ln W_K + \alpha_{SC} \ln W_C + \alpha_{SS} \ln W_S + \alpha_{SY} \ln Y + \alpha_{ST} T \quad (۱۴)$$

که در آن اندیس S نشان دهنده فولاد، C سیمان، K سرمایه و L نیروی کار می‌باشد. T نیز متغیر روند برای اندازه گیری اثرات تغییر فنی و سهم نهاده‌ها در طول زمان است (در خصوص نحوه جمع آوری اطلاعات به ضمیمه ۱ مراجعه شود). دستگاه مذکور شکل عمومی و غیر مقید معادلات سهم است، چرا که محدودیتهای همگنی و تقارن بر الگو تحمیل نشده است. ولی اگر فرض شود تابع هزینه همگن بوده و ماتریس هشین آن نسبت به قیمت عوامل متقارن است، این فروض یک سری محدودیت‌ها را به الگو تحمیل می‌کند و تعداد پارامترها را کاهش می‌دهد. برای آزمون این محدودیت‌ها چون چهار معادله سهم به طور همزمان قابل برآورد نیستند لذا یکی از توابع سهم (تابع سهم سرمایه) را حذف و پارامترهای معادله چهارم با استفاده از محدودیت‌های بین معادله ای محاسبه می‌شود. به علاوه در این تحقیق چون هدف بررسی ساختار تولید و هزینه نیز می‌باشد، لذا تابع هزینه را نیز همراه با سه معادله به روش SUR تخمین می‌زنیم.

نتایج آزمون‌های همگنی و تقارن در جدول (۱) ارائه شده است. آماره آزمون استفاده شده در این روش آماره کای-دو (والد<sup>۱</sup>) می‌باشد. همان طور که در جدول مذکور مشاهده می‌شود، آماره آزمون کای-دو محاسبه شده برای محدودیت تقارن برابر ۰/۸۵ و سطح اهمیت نهایی متعلق به آن ۰/۸۳ می‌باشد که نشان دهنده قبول فرضیه  $H_0$  در سطوح اهمیت مرسوم است. یعنی فرض متقارن بودن ماتریس هشین تابع هزینه مورد تایید قرار می‌گیرد.

جدول (۱). آزمون محدودیت‌های تقارن و همگنی

نوع محدودیت	فرضیه $H_0$	مقدار آماره آزمون $\chi^2$	سطح اهمیت نهایی (p-value)
تقارن	$\alpha_{LC} = \alpha_{CL}, \alpha_{LS} = \alpha_{SL}, \alpha_{CS} = \alpha_{SC}$	۰/۸۵۲	۰/۸۳۶
همگنی	$\alpha_L + \alpha_K + \alpha_C + \alpha_S = 1$ $\alpha_{LK} + \alpha_{LC} + \alpha_{LS} + \alpha_{LL} = 0$ $\alpha_{KK} + \alpha_{KL} + \alpha_{KC} + \alpha_{KS} = 0$ $\alpha_{CL} + \alpha_{CK} + \alpha_{CC} + \alpha_{CS} = 0$	۱۹/۸۹	۰/۰۰۰

$$\alpha_{SS} + \alpha_{SL} + \alpha_{SK} + \alpha_{SC} = 0$$

$$1. \text{Wald} \quad \alpha_{LT} + \alpha_{KT} + \alpha_{CT} + \alpha_{ST} = 0$$

$$\alpha_{LY} + \alpha_{KY} + \alpha_{CY} + \alpha_{SY} = 0$$

--	--	--	--

برای آزمون محدودیت‌های همگنی چون به طور همزمان به تخمین هر چهار معادله سهم نیاز بود و این معادلات قابل تخمین به وسیله روش  $SUR$  نبودند لذا ابتدا معادلات را به روش حداقل مربعات وزنی برآورد کرده و سپس محدودیت‌های همگنی با استفاده از آماره والد به طور همزمان مورد آزمون قرار گرفتند. همان طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود آماره کای-دو محاسبه شده برای این آزمون  $19/89$  و سطح اهمیت نهایی مربوط به آن  $0/005$  به دست آمده است که این نتایج حاکی از رد این محدودیت‌ها در هر سطح معنی‌داری می‌باشد. به عبارت دیگر فرضیه همگنی تابع هزینه را نمی‌توان پذیرفت. علی‌رغم رد فرضیه همگنی، با توجه به نظریه اقتصادی، این محدودیت‌ها را در الگو اعمال کرده و آن را به روش  $SUR$  برآورد می‌کنیم. نتایج حاصله نشان می‌دهد در حدود ۷۵ درصد ضرایب در سطح اهمیت ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند. ضمناً سایر قیود خوش رفتاری شامل مقعر بودن تابع هزینه و صعودی بودن آن نسبت به قیمت عوامل برقرار می‌باشد (نتایج برای صرفه جویی ارائه نشده است)؛

محدودیت دیگری که در ادامه مورد بررسی قرار می‌دهیم خصوصیت هموتتیک بودن تابع تولید است. در این ارتباط اگر تابع هزینه برآورد شده به صورت حاصل ضرب  $C = F(Y).H(W)$  قابل تفکیک باشد، تابع تولید از خصوصیت هموتتیک بودن برخوردار است. در این رابطه  $F(Y)$  یک تابع پیوسته و غیر نزولی از  $Y$  است.  $H(W)$  که آن را اصطلاحاً تابع هزینه واحد گویند یک تابع غیر منفی، همگن خطی، غیر نزولی و مقعر نسبت به قیمت عوامل می‌باشد. در مدل حاضر اگر تمام پارامترهای  $\alpha_{iy}, i = S, C, L, K$  تفاوت معنی‌داری از صفر نداشته باشند، می‌توان گفت تابع هزینه به شکل فوق بوده و تکنولوژی تولید هموتتیک است. مقدار عددی آماره آزمون مشترک مربوط به صفر بودن تمامی ضرایب مذکور نیز برابر  $\chi^2(4) = 17/31$  (با سطح اهمیت نهایی  $0/0006$ ) بوده که دلالت بر رد فرضیه هموتتیک بودن تابع تولید دارد. هموتتیک نبودن بدین معناست که تغییر مقیاس تولید در نسبت یا سهم استفاده از عوامل تولید اریب ایجاد خواهد کرد؛ به عبارتی اگر مقیاس تولید تغییر کند، نسبت به کارگیری عوامل نیز تغییر می‌کند. و اصطلاحاً تولید کننده با اریب تغییر مقیاس مواجه خواهد شد. در این مطالعه جهت اندازه‌گیری این اریب از معیار آنتل<sup>۲</sup> به صورت زیر استفاده شده است:

1 .Lopes, Romane. (1980)

1 .Antel, J.M. (1984)

$$N_i = \frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln Y} = \frac{\partial S_i}{\partial \ln Y} \times \frac{1}{S_i}$$

15)

$$N_i = \alpha_{Yi} \times \frac{1}{S_i}$$

که در اینجا  $N_i$  میزان اریب ناشی از غیر هموتتیکی برای عامل  $i$  ام است و نشان می‌دهد اگر سطح تولید در نتیجه تغییر قیمت تمام عوامل به یک نسبت، به میزان یک درصد تغییر کند، سهم هزینه آن عامل چند درصد تغییر می‌کند. اگر  $N_i > 0$  باشد، تغییر مقیاس در جهت استفاده بیشتر از نهاده  $i$  ام و اگر  $N_i < 0$  باشد، تغییر مقیاس در جهت استفاده کمتر از عامل  $i$  ام است؛ چنانچه  $N_i = 0$  باشد تغییر مقیاس خنثی است و نسبت به کارگیری عوامل را تغییر نمی‌دهد. این نسبت برای عوامل تولید بخش ساختمان به صورت زیر محاسبه شدند<sup>۱</sup>:

$$N_L = \alpha_{LY} \times \frac{1}{S_L} = -0.25$$

$$N_K = \alpha_{KY} \times \frac{1}{S_K} = 1$$

$$N_C = \alpha_{CY} \times \frac{1}{S_C} = 0.18$$

$$N_S = \alpha_{SY} \times \frac{1}{S_S} = -0.1$$

نتایج نشان می‌دهد که با تغییر مقیاس تولید (افزایش سطح تولید) تولید کنندگان ساختمان از نیروی کار و فولاد کمتر و از سرمایه و سیمان بیشتری استفاده می‌کنند. البته باید توجه داشت که جایگزینی سرمایه نسبت به سیمان بیشتر می‌باشد.

همچنین باید دقت کرد که بحث جایگزینی نسبی متفاوت از جانشینی است. وقتی صحبت از جانشینی می‌شود، حرکت بر روی یک منحنی تولید یکسان مد نظر است و در این جابه جایی اگر از یک عامل بیشتر استفاده کنیم، حتماً باید از عامل دیگر کمتر استفاده کنیم؛ به علاوه بحث جانشینی نتیجه تغییر قیمت نسبی عوامل تولید است. اما وقتی صحبت از جایگزینی نسبی می‌شود، همه عوامل به یک نسبت تغییر می‌کنند، اما قیمت نسبی ثابت است. همچنین حرکت از روی یک منحنی تولید یکسان بر روی منحنی تولید یکسان دیگر می‌باشد، که در این جابه جایی ممکن است به طور مطلق از هر دو عامل استفاده بیشتر یا کمتر به عمل آید. اما آنچه مسلم است حتماً به طور نسبی یکی از عوامل بیشتر و دیگری کمتر به کار گرفته می‌شود.

یکی دیگر از فرضیه‌های دیگری که جهت شناخت ساختار تولید و هزینه مورد بررسی قرار می‌دهیم، فرضیه بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید است. تکنولوژی تولید دارای بازده ثابت نسبت به مقیاس است اگر و فقط اگر تابع هزینه به صورت  $C(W, Y) = Y.C(W)$  قابل تجزیه باشد. شرط فوق در الگوی تخمین زده شده فقط در صورتی برقرار است که

۲. برای محاسبه معیار مربوطه از میانگین سهم هزینه عوامل در طول دوره مطالعه استفاده شده است.

پارامترهای  $\alpha_{iY}, \alpha_{YY}, \alpha_{TY}$  همه برابر صفر و مضافاً پارامتر  $\alpha_Y$  نیز برابر یک باشد. مقدار عددی آماره آزمون مشترک مربوط به شش محدودیت مذکور برابر  $\chi^2(6) = 71/63$  (با سطح اهمیت نهایی؟  $0/000$ ) بوده که نشان از رد فرضیه صفر مبنی بر بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تولید دارد.

خصوصیت دیگری که در مورد ساختار تابع تولید و هزینه مورد بررسی قرار می‌دهیم شکل کاب - داگلاس بودن تابع تولید است. اگر تابع تولید به شکل کاب- داگلاس باشد تابع هزینه نیز کاب- داگلاس خواهد بود و عکس این مطلب نیز صادق است. لازمه برقراری این ویژگی در الگوی برآورد شده این است که پارامترهای  $\alpha_{ij}$  و  $\alpha_{iY}$  و  $\alpha_{YY}$  از نظر آماری برابر صفر باشند. مقدار عددی آماره آزمون برای هفت محدودیت مذکور برابر  $\chi^2(7) = 126/64$  (با سطح اهمیت نهایی؟  $0/000$ ) بوده که نتیجه آزمون مطابق انتظار شکل کاب- داگلاس بودن تابع تولید (هزینه) را رد می‌کند.

### محاسبه کششها

باید گفت که تفسیر تک تک ضرایب مدلهای ترانسلوگ به علت کثرت ضرایب بسیار پیچیده و غیر مفید هستند. از ضرایب مذکور عموماً برای محاسبه کششها استفاده می‌شود. در این قسمت ابتدا به محاسبه کششهای جزئی خودی و جانشینی آلن-آزوا<sup>1</sup> می‌پردازیم. همان طور که در بخش دوم بیان شد، این کشش تغییرات درصدی در نسبت دو عامل تولید که ناشی از یک درصد تغییر در قیمت‌های نسبی آنهاست را اندازه گیری می‌کند و برای گروه‌بندی هر جفت از نهاده‌ها از لحاظ جانشینی و مکملی به کار برده می‌شود. کششهای جانشینی متقاطع آلن، درجه جانشینی بین دو نهاده را نشان می‌دهند. این نوع کششها برای تابع هزینه ترانسلوگ به صورت زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$AES_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{S_i S_j} + 1 \quad (16)$$

$$AES_{ii} = \frac{\alpha_{ii} + S_i^2 - S_i}{S_i^2}$$

با توجه به نتایج حاصل از برآزش مدل اصلی و روابط بالا، کششهای جانشینی آلن برای نهاده‌های ساختمانی، مطابق جدول (۴) می‌باشد<sup>2</sup>. همان طور که از نتایج جدول (۴) پیداست، همه کششهای جزئی خودی آلن، علامت مورد انتظار (منفی) را دارند. به عبارت دیگر، رابطه معکوس بین قیمت و مقدار تقاضا در آنها نشان داده می‌شود. همچنین نتایج کششهای جانشینی نشان می‌دهند که سرمایه با نیروی کار، سیمان با نیروی کار و سرمایه با فولاد، نهاده‌های

### 1. Allen Partial Elasticity of Substitution

۱. برای محاسبه کششها از متوسط سهم هزینه نهاده‌ها استفاده شده است.

جانشین (کشش جانشینی بزرگتر از صفر)، سرمایه با سیمان و سیمان با فولاد نهاده‌های مکمل (کشش جانشینی کوچکتر از صفر) می‌باشند. با استفاده از مقادیر عددی کشش‌های جانشینی ارائه شده در جدول می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که رابطه جانشینی بین سیمان و نیروی کار و همچنین رابطه مکملی بین سیمان و سرمایه به طور نسبی قویتر از بقیه می‌باشند. به عبارت دیگر کاهش قیمت سیمان باعث افزایش مصرف سیمان و لذا کاهش اشتغال و افزایش استفاده از سرمایه می‌شود. از آنجا که مقدار عددی این کششها بزرگتر از یک (۲/۶ و ۹/۴۷-) می‌باشد، این موضوع روند یاد شده را تشدید می‌کند. همچنین از رابطه جانشینی میان فولاد و سرمایه می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش قیمت فولاد، مصرف فولاد افزایش و به دنبال آن استفاده از سرمایه کاهش یافته و اشتغال افزایش می‌یابد. در کل می‌توان گفت که در بخش ساختمان ایران، رابطه مستقیم بین قیمت سیمان و اشتغال و همچنین رابطه عکس بین قیمت فولاد و اشتغال وجود دارد. همچنین می‌توان گفت که به طور نسبی ساختمانهای بتونی سرمایه بر و ساختمان های آهنی کاربرترند.

جدول (۲). کششهای جزئی خودی و جانشینی آن

S	C	K	L		
-۰/۱	۲/۶	۰/۵۸	-۰/۳۳	L	نیروی کار
۰/۳	-۹/۴۷	-۴/۰۵		K	ماشین آلات
-۰/۱۹	-۱۱/۸			C	سیمان
-۰/۱۶				S	فولاد

کششهای قیمتی تقاضا نیز که درصد تغییرات مقدار تقاضا را به درصد تغییرات قیمت خود نهاده (کشش قیمت خودی) یا قیمت سایر نهاده‌ها (کشش قیمتی متقاطع) اندازه‌گیری می‌کنند، برای تابع هزینه ترانسلوگ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ii} &= AES_{ii} \times S_i \\ \varepsilon_{ij} &= AES_{ij} \times S_j \end{aligned} \quad (17)$$

این کششها برای تابع برآورد شده در این مطالعه به صورت جدول (۵) محاسبه شده‌اند. نتایج به دست آمده از محاسبه کششهای قیمتی خودی و متقاطع تقاضا نشان دهنده این است که همه کششهای قیمتی خودی دارای علامت صحیح و مورد انتظار منفی می‌باشند. مقدار کشش قیمتی سیمان، از لحاظ قدر مطلق بیش از بقیه نهاده‌ها می‌باشد. نهاده‌های سرمایه، نیروی کار و فولاد از این لحاظ در رده‌های بعدی قرار دارند. همچنین قدر مطلق مقدار عددی کششهای قیمتی خودی همه نهاده‌ها کمتر از یک بوده و لذا می‌توان گفت که امکان واکنش تقاضا نسبت به تغییرات قیمت و جانشینی بین نهاده‌ها بسیار محدود است. کششهای متقاطع محاسبه شده



برای نهاده‌ها هم نتایج بدست آمده از نظر جانشینی و مکملی نهاده‌ها در قسمت قبل را تایید می‌کنند. توجه کنید که کشش‌های متقاطع به دست آمده در این روش ناخالص می‌باشند.

جدول (۳). کشش‌های قیمتی خودی و متقاطع تقاضا

		L	K	C	S
نیروی کار	L	-۰/۱۸	۰/۰۳	۰/۱۸	-۰/۰۳۱
ماشین آلات	K	۰/۳۲	-۰/۲۴	-۰/۶۶	۰/۰۹۳
سیمان	C	۱/۴۵	-۰/۵۶	-۰/۸۲	-۰/۰۶
فولاد	S	-۰/۰۵۶	۰/۰۱۸	-۰/۰۱۳	-۰/۰۴

همان طور که قبلاً گفته شد، یک معیار دیگر جهت اندازه گیری جانشینی بین نهاده‌ها یا تغییر سهم نسبی عوامل در پاسخ به تغییر در قیمت عوامل، کشش جانشینی موری شیما ( $MSE$ ) می‌باشد. مطابق کار بلکوری و راسل کشش جانشینی موریشیما برای تابع ترانسلوگ به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$MSE_{ij} = \varepsilon_{ij} - \varepsilon_{jj} \quad (18)$$

$i \neq j$

که در آن  $\varepsilon_{ij}$  کشش قیمتی متقاطع تقاضای دو نهاده  $i, j$  و  $\varepsilon_{ii}$  کشش قیمتی خودی نهاده  $i$  می‌باشد. جدول شماره (۶)، مقادیر کشش‌های جانشینی موری شیما را برای مدل برآورد شده در این تحقیق نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد کشش نسبت عوامل نیروی کار و سیمان بزرگتر از یک بوده و جانشینی قوی بین این دو عامل را نشان می‌دهد. این موضوع را از روی کشش‌های آن نیز می‌توان مشاهده کرد. بقیه کشش‌های جانشینی موری شیما، کوچکتر از یک بوده و اکثر آنها دارای علامت مثبت (به غیر از کشش سیمان و سرمایه) می‌باشند. به عبارت دیگر رابطه میان نهاده‌ها اکثراً به صورت جانشینی می‌باشد. تفسیر دیگر کشش جانشینی موری شیما بدین ترتیب است که برای مثال اگر نسبت قیمت‌های سرمایه به نیروی کار به اندازه یک در صد رشد داشته باشد، تقاضا برای نسبت نهاده‌های نیروی کار به سرمایه به اندازه ۰/۲۷ درصد رشد خواهد داشت.

جدول (۴). کشش‌های جانشینی موری شیما ( $MSE$ ) و تغییرات سهم نسبی هزینه هر عامل تولیدی

		L	K	C	S
نیروی کار	L		۰/۲۷(۰/۶۳)	۱(۰)	۰/۰۰۹(۰/۹۹)
ماشین آلات	K	۰/۵۶(۰/۴۴)		۰/۱۶(۰/۸۴)	۰/۱۳(۰/۸۷)
سیمان	C	-۰/۶۳(۱/۶۳)	-۰/۳۲(۱/۳۲)		-۰/۰۲(۱/۰۲)

فولاد	S	۰/۱۲(۰/۸۸)	۰/۲۵(۰/۷۵)	۰/۸۱(۰/۱۹)	
-------	---	------------	------------	------------	--

توضیحات: اعداد جدول مقادیر MES و اعداد داخل پرانتز تغییرات سهم نسبی (MES-۱) را نشان می‌دهند.

می‌توان تغییرات سهم نسبی هزینه هر عامل تولیدی را از کل هزینه تولید در قبال تغییرات قیمت نهاده مورد نظر از طریق رابطه مقابل به دست آورد:

$$\omega_{ij} = 1 - MES_{ij} \quad (19)$$

اثر تغییر قیمت عوامل روی سهم نسبی هزینه نیز در جدول شماره (۶) آورده شده است. در جدول مذکور، کشش بزرگ و مثبت سیمان و ماشین آلات (۱/۳۲)، بیانگر یک افزایش معنی‌دار در سهم هزینه سیمان نسبت به ماشین آلات، در قبال افزایش قیمت نسبی سیمان به ماشین آلات می‌باشد. از طرف دیگر کشش منفی سیمان و نیروی کار بیانگر یک کاهش معنی‌دار در سهم هزینه سیمان نسبت به نیروی کار در قبال افزایش نسبی قیمت سیمان به نیروی کار است.

کشش مقیاس که درصد تغییر محصول نسبت به درصد تغییر در کل نهاده‌ها را نشان می‌دهد. در این مطالعه از عکس کشش هزینه به صورت زیر محاسبه شده است:

$$\varepsilon = (\varepsilon_{CY})^{-1} = (\partial \ln C / \partial \ln Y)^{-1} = (\alpha_Y + \alpha_{YY} \ln Y + \sum_{i=1}^r \alpha_{iY} \ln W_i)^{-1} \quad (20)$$

میانگین مقادیر عددی محاسبه شده برای کشش هزینه در طول دوره ۱۳۵۳-۸۲ برابر ۰/۴۴ به دست آمده است که نشان دهنده آن است که تولید در بخش ساختمان دارای بازده فزاینده نسبت به مقیاس می‌باشد (کشش مقیاس برابر عکس کشش هزینه یعنی ۲/۷ می‌باشد). تغییرات تکنیکی (کاهش در هزینه در نتیجه تغییرات فنی) از طریق تابع هزینه به صورت زیر محاسبه شده است:

$$\varepsilon_i = -(\partial \ln C / \partial T) = -[\alpha_T + \alpha_{TT} T + \alpha_{YT} \ln Y + \sum_{i=L, K, C, S} \alpha_{iT} \ln W_i] \quad (21)$$

نتیجه محاسبه شده برای تغییرات تکنیکی نشان می‌دهد که به طور متوسط نرخ تغییر تکنولوژیکی در طول دوره مطالعه برابر ۰/۰۱۸ بوده که از نظر اندازه، رقم اندکی است و بیان می‌کند که پیشرفت تکنولوژی نقش قابل توجهی در هزینه این بخش نداشته است. به عبارت دیگر این رقم بیان‌کننده این است که به طور متوسط در طول دوره مورد بررسی به دلیل پیشرفت تکنولوژیکی ۱/۸٪ از هزینه تولید کاسته شده است. با این حال نرخ تغییرات تکنولوژیکی در طول دوره مورد بررسی در حال افزایش بوده که پیشرفت تکنولوژیکی را در طول زمان نشان می‌دهد (نتایج هر سال برای صرفه جویی ارائه نشده است).

شاخص انحراف مقیاس اقتصادی نسبت به عوامل تولید به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$Gd_i = \frac{\partial S_i}{\partial \ln Y} \quad (22)$$

با فرض ثابت ماندن قیمت نهاده‌ها یا نسبت قیمت آنها، تغییر در مقیاس تولید ممکن است نیاز به یک یا چند نهاده را به همراه افزایش (کاهش) سهم نهاده‌ها افزایش (کاهش) دهد. در صورتی که تغییر مقیاس تولید به افزایش سهم هزینه یک نهاده و در نتیجه به افزایش میزان استفاده از آن عامل منجر شود، گفته می‌شود که تغییر در مقیاس تولید سبب تمرکز در استفاده از آن نهاده شده و یا نسبت به این عامل تولید، "نهاده بر"<sup>1</sup> است. این در صورتی است که  $Gd_i > 0$  باشد. در صورتی که تغییر در مقیاس تولید به کاهش سهم هزینه یک نهاده و در نتیجه به کاهش میزان استفاده از آن عامل منجر شود گفته می‌شود که تغییر در مقیاس تولید نسبت به این عامل تولید، "نهاده اندوز"<sup>2</sup> شده است و این هنگامی است که  $Gd_i < 0$  باشد. در صورتی که  $Gd_i = 0$  گردد، به این مفهوم است که تغییر در مقیاس تولید نا اریب بوده و تاثیری بر میزان مصرف نهاده  $i$  و یا تمرکز استفاده از عامل  $i$  ندارد.

شاخص مذکور، برای سهم هر یک از چهار نهاده بخش ساختمان به صورت جدول (۷) محاسبه شده است. همان طور که نتایج جدول مذکور نشان می‌دهد، شاخص انحراف مقیاس اقتصادی برای نهاده‌های نیروی کار و فولاد منفی و برای نهاده‌های سیمان و سرمایه مثبت می‌باشد. لذا تغییر مقیاس تولید سبب تمرکز در استفاده از نهاده‌های سرمایه و سیمان شده و برعکس نسبت به نهاده‌های نیروی کار و فولاد نهاده اندوز است.

جدول (۵). محاسبه شاخص انحراف مقیاس اقتصادی و سهم عامل  $i$

شاخص	فولاد	سیمان	سرمایه	نیروی کار
$Gd_i$	-۰/۰۳۲	۰/۰۱۳	۰/۰۶	-۰/۰۱۴
$Ib_i$	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	-۰/۰۰۳	-۰/۰۱۵

شاخص انحراف سهم عامل  $i$  نسبت به تغییرات تکنیکی نیز به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Ib_i = \frac{\partial S_i}{\partial T} \quad (23)$$

چنانکه این شاخص مثبت (منفی) باشد، بیانگر آن است که تغییرات تکنیکی سبب افزایش (کاهش) سهم عامل  $i$  و در نتیجه استفاده بیشتر (کمتر) از این عامل گردیده است. این شاخص برای هر کدام از عوامل تولید بخش ساختمان در جدول (۷) محاسبه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهند که در بخش ساختمان تغییرات تکنیکی سبب کاهش سهم نیروی کار و سرمایه و برعکس افزایش سهم هزینه سیمان و فولاد شده است.

1. Factor- Using

2. Factor- Saving

## ۵. نتیجه گیری و پیشنهادات:

- ۱- نتایج به دست آمده از محاسبه کششها مؤید فرضیه اول بیان شده در این تحقیق مبنی بر پایین بودن کششهای قیمتی عوامل تولید در بخش ساختمان می‌باشند. به عبارت دیگر حساسیت تقاضای نهاده‌های ساختمانی نسبت به تغییرات قیمت‌ها پایین (کم کشش) می‌باشد. بنابراین هر چند با تغییر الگوهای ساخت، امکان جانشینی بین نهاده‌ها وجود دارد، ولی انتخاب نوع ساخت همچنان که پیش بینی می‌شد، جدای از قیمت نهاده‌های ساختمانی بستگی به سلیقه، فرهنگ، شرایط آب و هوایی و جغرافیایی و در بعضی موارد قوانین و مقررات شهر داریها و سایر ارگانه‌های ذیربط دارد.
- ۲- فرضیه دوم تحقیق مبنی بر جانشینی میان نهاده‌های سیمان و فولاد در بخش ساختمان با توجه به شواهد حاصل از کششهای جانشینی آلن (۰/۱-)، کششهای متقاطع تقاضا (۰/۰۶-) و (۰/۱۳-) و کششهای جانشینی موری شیما (۰/۰۲-) پذیرفته نمی‌شود بنابراین سیمان و فولاد در بخش ساختمان مکمل یکدیگر هستند. به عبارت دیگر با افزایش (کاهش) قیمت یکی از این دو عامل، تقاضای عامل دیگر کاهش (افزایش) خواهد یافت.
- ۳- فرضیه سوم تحقیق مبنی بر مکمل بودن نیروی کار و سرمایه (ماشین آلات ساختمانی) با توجه به علامت مثبت کششهای جانشینی این دو نهاده غیر قابل پذیرش می‌باشد. ولی اندازه کم این کشش (۰/۰۳ و ۰/۰۷ و ۰/۲۷) نشان دهنده انعطاف کم در جانشین سازی دو نهاده مذکور از نظر فنی می‌باشد.
- ۴- نتایج حاصل از آزمون فرضیه چهارم مبنی بر تقارن و همگنی تابع هزینه نشان می‌دهد که محدودیت تقارن در سطوح اهمیت متعارف پذیرفته شده در حالی که محدودیت همگنی تابع هزینه رد می‌شود. به علاوه سایر محدودیت‌های خوش رفتاری تابع هزینه (شامل تعذر تابع هزینه و صعودی بودن آن نسبت به قیمت عوامل) پذیرفته می‌شود.
- ۵- کششهای جزئی متقاطع آلن برای هر جفت از نهاده‌ها، نشانگر رابطه جانشینی مابین نهاده‌های نیروی کار و سرمایه، نیروی کار و سیمان و سرمایه و فولاد و همچنین رابطه مکملی ما بین نهاده‌های نیروی کار با فولاد، سیمان با سرمایه و سیمان با فولاد می‌باشند.
- ۶- مقدار کشش جانشینی موری شیما برای نیروی کار و سیمان، بزرگتر از یک بوده و جانشینی قوی مابین آنها را نشان می‌دهد. از طرف دیگر منفی بودن این کشش برای سیمان و فولاد، دلیل مستحکم تری برای مکمل بودن این نهاده‌ها می‌باشد.
- ۷- آزمون هموتتیک بودن تابع هزینه در بخش ساختمان نشان داد که تابع هزینه دارای ساختار هموتتیک نبوده و بنابراین ترکیب بهینه عوامل تولید، تحت تاثیر مقیاس فعالیتها قرار دارد.
- ۹- در بررسی کشش هزینه مشخص شد که به طور متوسط در طول دوره مورد بررسی با افزایش یک درصد در مقدار تولید، هزینه تولید به میزان ۴۴٪ افزایش خواهد یافت. به

عبارت دیگر با افزایش میزان محصول، هزینه متوسط کمتر شده و بدین ترتیب مقیاس بزرگ تولید در مقایسه با واحدهای تولیدی کوچکتر، از لحاظ هزینه و کارایی در امر تولید، از مزیت نسبی برخوردار می‌باشند (وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس تولید).

۱۰- محاسبه شاخص انحراف مقیاس اقتصادی نسبت به عوامل تولید نشان دادند که تغییر مقیاس تولید، اثر مستقیم در سهم نهاده سیمان و سرمایه و اثر معکوس بر سهم نهاده‌های فولاد و نیروی کار دارد. به عبارت دیگر تغییر مقیاس در بخش ساختمان نسبت به سیمان و سرمایه نهاده بر و نسبت به فولاد و نیروی کار نهاده اندوز می‌باشد.

۱۱- بررسی شاخص انحراف سهم عامل  $z$  نسبت به تغییرات تکنیکی در بخش ساختمان، نشان داد که تغییرات فنی در این بخش موجب کاهش سهم هزینه سرمایه و نیروی کار و افزایش سهم هزینه سیمان و فولاد شده است.

از آنجا که دو نهاده سیمان و نیروی کار، جانشین قوی برای یکدیگر هستند، لذا کاهش قیمت سیمان موجب کاهش استفاده از نیروی انسانی (اشتغال) و افزایش به کارگیری ماشین آلات ساختمانی (سیمان و ماشین آلات ساختمانی مکمل هستند) به جای نیروی کار می‌شود. به نظر می‌رسد که تحلیل مذکور همراه با مکانیزه شدن ساختمان سازی به کاهش اشتغال در این بخش بیانجامد.

دلایل پایین بودن دیگر کشش‌های جانشینی در ساخت ابنیه، سنتی بودن تکنولوژی ساخت می‌باشد. عمده ترین سازندگان ابنیه بخصوص در بخش مسکن در کشور ما معماران و بناهای جزء هستند که روشهای سنتی را در ساختمان سازی به کار می‌برند. این گروه سرمایه کافی و دانش فنی لازم را برای به کار بستن روشهای مدرن ندارند. در نتیجه بویژه در مورد ساخت جاده، سد، فرودگاه و سایر تاسیسات زیر بنایی، کشش‌های جانشینی پایین بوده که این نشان از انعطاف پذیری پایین فنی جهت جانشینی نهاده‌ها (بویژه نیروی کار و سرمایه) می‌باشد.

در مورد سیمان و ماشین آلات، پایین بودن کشش‌های جانشینی، علاوه بر موارد فوق به سهم اندک هزینه این دو نهاده نیز مربوط می‌شود. طی سالهای ۸۲-۱۳۵۳ متوسط سهم هزینه سیمان معادل ۷ درصد و سهم هزینه ماشین آلات معادل ۶ درصد بوده که در مقابل سهم هزینه نیروی کار و فولاد (به ترتیب ۵۶ و ۳۱ درصد) بسیار ناچیز بوده است. لذا سازندگان ساختمان، انتخاب نوع ساخت را چندان وابسته به قیمت این دو نهاده ننموده اند. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهند که شرایط فرهنگی و اجتماعی در انتخاب نوع مسکن بسیار حائز اهمیت می‌باشد و دولت برای تغییر الگوی ساخت باید در جهت تغییر ارزشهای رایج جامعه در این زمینه تلاش کند. لذا تقویت ظرفیت‌های نهادی و اجرایی دولت برای تدوین قواعد و نظارت

---

قدرتمند بر الگویی ساخت به جای انتظار تاثیر قیمت‌های نسبی می‌باید مورد توجه سیاست‌گذاران بخش مسکن قرار گیرد.

## فهرست منابع

۱. بافنده، حبیب ا... (۱۳۷۵)، تخمین تابع هزینه مجتمع مس سرچشمه کرمان پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.
۲. برهانی، احمد (۱۳۷۵)، تخمین تابع هزینه ترانسلوگ برای صنعت سیمان و کاربردهای آن؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۳. خیام باشی، بیژن (۱۳۶۶)، تخمین اقتصاد سنجی توابع تولید برای صنعت سیمان؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.
۴. درفشانی، عباس (۱۳۷۴)، بررسی صنعت سیمان کشور؛ پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی.
۵. دشتی، نادر (۱۳۸۲)، بررسی کارایی انرژی در صنعت سیمان کشور؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس
۶. زارع، محمد تقی (۱۳۷۳)، برآورد کثشهای قیمتی و جانشینی فولاد و سیمان در بخش ساختمان؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
۷. عسکری، حسین (۱۳۷۸)، تخمین اقتصاد سنجی تابع هزینه صنعت سیمان در کشور و کاربردهای آن؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، موسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه.
۸. کاظمی، لایلا (۱۳۸۱)، برآورد تابع هزینه مطالعه موردی: کارخانه سیمان فارس؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.
9. Adelaja, A.o. (1992) "Material Productivity in Food Manufacturing"; American Journal of Agricultural Economics, Vol. 74, p.p. 177-185.
10. Antel, J.M. (1984) "the Structure of US Agricultural Technology"; 1920-1973, Agr. Econ. P.P. 411-421.
11. Berndt, E.R. & David, O. Wood. (1975) "The Review of Economics and Statistics"; Vol.56, p.p. 259-268.
12. Blackorby, C., D. Primont & R.R. Russell (1977) "On Testing Separability Restriction with Flexible Functional Forms"; Journal of Econometrics. No. 5, p.p. 195-209.
13. Blackorby, C. & Russell, R. Robert (1975) "The Morishima Elasticity of Substitution"; Discussion Paper, No.75-1, Economics University of California, San Diego.
14. Chambers, R.G. (1988) "Applied Production Analysis: A Dual Approach"; Cambridge University Press, New York.
15. Christensen, L.R., D.W. Jorgenson & L.J. Lau (1973) "Transcendental Logarithmic Production Frontiers"; The Review of Economics and Statistics, Vol.55, No.1, p.p. 28-45.

- 16.Christensen, L.& W. Green(1986), "Economies of Scale in U.S Electric Power Generation"; Journal of Political Economy, 84, p.p.655-676.
- 17.Erkila, J. (1990) "Economic Information about Iron making"; Journal of Applied Economics, Vol.27, p.p. 1335-1353.
- 18.Field, B.C. & C. Grebenstein (1980) "Capital-Energy Substitution in U.S. Manufacturing"; The Review of Economics and Statistics"; Vol.62, p.p. 207-212.
- 19.Frank Fuller, A. Ali Koc, Haydar Sengul & Ahmet Bayanaer (1999) "Farm-Level Feed Demand in Turkey"; Working Paper, Iowa State University.
- 20.Greene, W.H. (1993) "Econometrics analysis";2nd ed., Macmillan, New York
- 21.Lopes, Romane, the Structure of Production and Derived Demand for Inputs in Canadian agre amerj.Agr. G. Can.
- 22.Mundra, K. & Russell, R. (2004) "Dual Elasticities of Substitution", Working Paper.
- 23.Nelson, R.A.& M.E. Wohar (1983) "Regulation, Scale Economies and Productivity in Steam Electric Generation"; Journal of International Economics Review, Vol.24, p p. 57-59.
- 24.Stevenson, R. (1980) "Measuring Technological Bias"; The American Economic Review, Vol.70, p.p. 163-173.
- 25.Tsekouras, K.D.& N.G. Zagouras (1998) " A Cost Function of Greek Non-Ferrous Metal Industry"; International Journal Production Economics, Vol. 56-57, p.p. 621-640.
- 26.Uzawa, H. (1962) "Production Function with Constant Elasticities of Substitution"; the Review of Economics and Statistics, Vol. 70, No. 1, p.p. 67-75.
- 27.Varian, Hall R. (1992) "Microeconomics Analysis"; Third Edition, Norton.
- 28.Yanikkaya, H. (2004) "Import Demand for the United states: A Translog Cost Function Analysis.";Akdeniz Dergisi (7),P.P. 145-155.
- 29.Zellner, A. (1962) "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Tests for Aggregation Bias"; Journal of American Statical Associations, Vol. 57, p.p. 348-368.