

## برآورد تابع تولید محصولات مشخص کشاورزی در ایران با استفاده از روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته

مریم اسکندرزاده، دکتر عبدالرحمن راسخ<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۰۲

### چکیده

یکی از موضوع‌های بسیار مهم در علم اقتصاد برآورد تابع تولید است. اما یکی از نارسایی‌هایی که در برآورد تابع تولید وجود دارد این است که سطح نهاده‌های محصول مشخص به طور عمومی قابل دسترس نیستند. هدف از انجام این بررسی برآورد سهم نهاده‌ها در سطح محصولات در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۴ با استفاده از روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته است. این روش در شرایطی که به دلیل نداشتن اطلاعات کافی در مورد متغیرها نمی‌توان از روش‌های استاندارد برای برآورد مشخصه‌ها استفاده کرد، کاربرد دارد. در این بررسی برای برآورد تابع تولید محصولات غلات و حبوبات در سطح استان‌ها در شرایطی از این روش استفاده شده است، که سهم نهاده زمین به تفکیک محصول و استان معلوم باشد اما برای دیگر نهاده‌ها سهم آنها تنها به تفکیک استان مشخص می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که کشش‌ها در سطح محصولات غلات و حبوبات در طول زمان تغییر می‌کنند و تنها در سطح محصولات غلات کشش نهاده ماشین‌ها در دو سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ثابت و برابر ۰/۰۷۳ است. با توجه به میانگین سهم نهاده‌ها در طی این ده سال در محصول غلات نهاده نیروی کار، و در سطح حبوبات نهاده ماشین‌ها نسبت به نهاده‌های دیگر سهم بیشتری به خود اختصاص داده‌اند.

طبقه‌بندی JEL : C51

واژه‌های کلیدی: آنتروپی، ماکسیمم آنتروپی تعمیم یافته، تابع تولید، کشش

<sup>۱</sup> به ترتیب کارشناس ارشد آمار دانشگاه آزاد واحد اندیمشک، استاد آمار دانشکده علوم کامپیوتر و ریاضی دانشگاه چمران اهواز

## مقدمه

تابع تولید همچون وسیله‌ای مهم برای تجزیه و تحلیل فرایند تولید در روش‌های متداول احیا کننده سبک‌های قدیمی (نئوکلاسیک) به کار گرفته شده است. در واقع تابع تولید همچون یک رابطه بین بیشینه محصول (خروجی) که برابر با اصول فنی ممکن و نهاده‌های در دسترس مورد نیاز برای تولید این محصول است، تعریف می‌شود (هوئیت و مسانجی، ۲۰۰۶). مسائل اقتصادی در مواردی دارای شرایط ضعیف هستند (شمار مشخصه‌هایی که باید برآورد شوند بیش از شمار مشاهده‌ها هستند). شرایط ضعیف هنگامی رخ می‌دهند که مقدار اطلاعات نمونه برای برآورد مدل مطلوب ناکافی باشند. به عبارت دیگر هنگامی که شمار مشخصه‌های نامعلوم (مجهول) بیش از مشاهدات باشند به آن مسئله، مسئله با شرایط ضعیف گفته می‌شود. (لینس و میلر، ۲۰۰۱، ۱۹۹۸) خوشبختانه روش بیشینه آنروپی تعمیم یافته برای حل این گونه مسائل مناسب است. از جمله موارد استفاده از روش بیشینه آنروپی تعمیم یافته می‌توان به نبود اطلاعات اولیه کافی و یا وجود شرایط ضعیف درباره مسئله مورد بررسی اشاره کرد. (گولان، ۲۰۰۸)

## روش تحقیق

مفهوم آنروپی نخستین بار توسط شانون (۱۹۴۸) فرمول‌بندی شده بود، با این ادعا که مقدار اطلاعات دریافت شده توسط یک پیشامد  $E_i$  با احتمال  $p_i$  برابر است با  $-\ln p_i$  و برای یک مجموعه از  $n$  پیشامد  $E_1, E_2, \dots, E_n$  با احتمال‌های  $p_1, p_2, \dots, p_n$  آنروپی همچون مقدار اطلاعات پیش‌بینی شده به صورت  $-\sum p_i \ln p_i$  تعریف شده است. با روبروشدن با پرسش‌های اساسی در مورد استنباط از داده‌های ناکافی و محدود شده، جینس (۱۹۵۷a, ۱۹۵۷b) اصول بیشینه آنروپی تعمیم یافته را ارائه داد که بر پایه معیار آنروپی شانون است. کاربردهای پرشماری از این روش در حل مسائل وجود دارد که عبارتند از: فرزیر (۲۰۰۰) این روش را برای برآورد تابع تقاضای گوشت خانوارها در ایالات متحده آمریکا به کار گرفت. ژانگ و فن (۲۰۰۱) روش بیشینه آنروپی تعمیم یافته را برای برآورد تابع تولید و به دست آوردن سهم نهاده‌ها به طور همزمان در چین پیشنهاد کردند. گولان و همکاران (۱۹۹۶) روش بیشینه آنروپی تعمیم یافته را برای بسیاری از مسائل اقتصادی که دارای شرایط ضعیف هستند با مشخصه‌ای کردن دوباره مقدار واقعی مجهول‌ها در عبارت‌هایی از احتمال‌ها پیشنهاد کردند. دیدگاه اصلی این روش تبدیل همه مقادیر واقعی مشخصه‌ها به صورت احتمالی آن‌ها

## برآورد تابع تولید محصولات... ۱۰۷

است. در ادامه با استفاده از روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته به برآورد همزمان تابع تولید محصولات مشخص کشاورزی و سهم نهاده‌ها در سطح محصولات با استفاده از نرم افزار GAMS پرداخته می‌شود.

یکی از مسائل مهم و با اهمیت در برآورد تابع تولید کشاورزی گزینش صورت تابعی مناسب است. در این بررسی از یک تابع کاب-داگلاس استفاده شده، این تابع تولید برای محصولات کشاورزی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\ln(y_{ikt}) = \alpha_{1kt} \ln(A_{ikt}) + \sum_{j=2}^4 \alpha_{jkt} \ln(f_{ijkt} x_{ijt}) + c_{kt} + d_{ik} + \varepsilon_{ikt} \quad (1)$$

که در آن  $\sum_{k=1}^2 f_{ijkt} = 1$ . در این مدل ۱۴ و ۱۲ نشان دهنده ۱۴ استان،  $k = 1, 2$  به ترتیب اشاره به محصولات غلات و حبوبات و  $t$  نشان دهنده سال است. همچنین  $j = 2, 3, 4$  به ترتیب نشان دهنده نهاده‌های نیروی کار، کود شیمیایی و ماشین‌ها هستند. مشخصه  $f_{ijkt}$  سهم نهاده  $j$  ام در محصول  $k$  ام برای استان  $i$  ام در زمان  $t$  است.  $y_{ikt}$  ارزش تولید محصول  $k$  ام در زمان  $t$  برای استان  $i$  ام است که بر مبنای قیمت ثابت اندازه‌گیری شده‌اند.  $A_{ikt}$  سطح زیر کشت محصول  $k$  ام در زمان  $t$  برای استان  $i$  ام است.  $x_{ijt}$  کل نهاده  $j$  ام استفاده شده توسط استان  $i$  ام در زمان  $t$  است که معلوم است.  $\alpha_{jkt}$  کشش تولید نسبت به نهاده  $j$  ام برای محصول  $k$  ام در زمان  $t$  است.  $c_{kt}$ ،  $d_{ik}$  عرض از مبدأهای زمان مشخص و استان مشخص برای محصول  $k$  ام است.  $\varepsilon_{ikt}$  خطای تصادفی است. سهم نهاده زمین در سطح هر محصول برای هر استان و در هر سال معلوم است ولی نهاده‌های غیر زمین استفاده شده تنها در سطح استان‌ها قابل دسترسی است، ولی در سطح محصول معین قابل دسترسی نیست. بنابراین مشخصه‌های موجود در تابع تولید نمی‌توانند توسط روش‌های اقتصادسنجی استاندارد برآورد شوند، زیرا به واسطه مجهول بودن سهم نهاده‌ها (غیراز زمین) پاسخ‌های چندگانه‌ای وجود دارد. روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته یکی از روش‌هایی است که می‌تواند این نارسایی را حل کند. برای برآورد کردن تابع تولید (۱) با استفاده از روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته باید همه ضرایب مجهول و عبارت خطا در فرمول (۱) را به عبارت-هایی از احتمال‌های مناسب تبدیل کنیم. به عنوان مثال برای مشخصه‌های مجهول  $f_{ijkt}$  و  $\alpha_{jkt}$  در آغاز یک مجموعه از نقاط گسسته که فضای تکیه‌گاه نامیده می‌شوند ( $D$ ) و در فواصل یکنواخت

و متقارن حول صفر هستند، و سپس یک بردار از وزن‌های مجهول متناظر با آن‌ها را با بعد  $D \geq 2$  به صورت زیر تعریف می‌کنیم.

$$Z_{jkt}^{\alpha} = (Z_{jkt1}^{\alpha}, Z_{jkt2}^{\alpha}, \dots, Z_{jktD}^{\alpha})$$

$$P_{jkt}^{\alpha} = (P_{jkt1}^{\alpha}, P_{jkt2}^{\alpha}, \dots, P_{jktD}^{\alpha})$$

$$Z_{ijkt}^f = (Z_{ijkt1}^f, Z_{ijkt2}^f, \dots, Z_{ijktD}^f)$$

$$P_{ijkt}^f = (P_{ijkt1}^f, P_{ijkt2}^f, \dots, P_{ijktD}^f)$$

به طوری که  $\sum_d P_{jkt}^{\alpha} = 1$  و  $\sum_d P_{ijkt}^f = 1$  (جمع احتمالات برابر یک می‌باشد) و داریم:

$$\sum_d (P_{jkt}^{\alpha} Z_{jkt}^{\alpha}) = \alpha_{jkt} \quad j, k, t \quad (2)$$

$$\sum_d (P_{ijkt}^f Z_{ijkt}^f) = f_{ijkt} \quad i, j, k, t \quad (3)$$

مجموع عرض از مبدأها و عبارت خطا را به صورت میانگین وزنی از ثابت‌های معلوم همچون زیر در نظر می‌گیریم:

$$c_{kt} + d_{ik} + \varepsilon_{ikt} = \sum_{l=1}^m Z_{kl} W_{ikt} \quad (4)$$

که  $\{Z_{kl}\}$  فضای مشخصه متناظر با  $W_{ikt}$  و  $m$  عضوهای موجود در فضای مشخصه است. وزن‌های  $W_{ikt}$  همچون احتمال‌هایی که باید برآورد شوند، رفتار می‌کنند و در ویژگی‌های احتمال صدق می‌کنند. (گولان و همکاران، ۱۹۹۶)

$$\sum_{l=1}^m W_{ikt} = 1 \quad (5)$$

روش بیشینه آنروپی تعمیم یافته می‌تواند همچون بیشینه کردن مجموع آنروپی، با توجه به مشخصه‌های کشش، توزیع خطا و سهم نهاده‌ها به صورت زیر در نظر گرفته شود:

بر آورد تابع تولید محصولات... ۱۰۹

$$\begin{aligned}
 \max_{p_{jkt}^{\alpha}, p_{ijkt}^f, w_{itkl}} H = & \quad (6) \\
 & - \sum_j \sum_k \sum_t \sum_d p_{jkt}^{\alpha} \ln(p_{jkt}^{\alpha}) \\
 & - \sum_i \sum_{j \neq 1} \sum_k \sum_t \sum_d p_{ijkt}^f \ln(p_{ijkt}^f) \\
 & - \sum_i \sum_t \sum_k \sum_l w_{itkl} \ln(w_{itkl})
 \end{aligned}$$

$H$  معیار آنترופی شانون (۱۹۴۸) در رابطه با این مسئله تولید است که نسبت به محدودیت‌های

زیر بیشینه می‌شود:  
محدودیت‌های اضافی

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{d=1}^D p_{ijkt}^f z_{ijkt}^f = \sum_d p_{jkt}^{\alpha} = \sum_d p_{ijkt}^f = \sum_l w_{itkl} = 1$$

محدودیت سازگاری داده‌ها

$$\ln(y_{ikt}) = \sum_{d=1}^D p_{1kt}^{\alpha} z_{1kt}^{\alpha} \ln(A_{ikt}) + \sum_{j=2}^4 \sum_{d=1}^D \left[ \left( p_{jkt}^{\alpha} z_{jkt}^{\alpha} \right) \ln \left( p_{ijkt}^f z_{ijkt}^f x_{ijt} \right) \right] + \sum_{l=1}^m z_{kl} w_{itkl}$$

برای هر  $i, k, t$ . با استفاده از ضرایب لاگرانژ و شرایط مرتبه اول، می‌توان برآورد نقطه‌ای ضرایب کشش و سهم نهاده‌ها را به صورت زیر به دست آورد:

$$\alpha_{jkt} = \sum_d p_{jkt}^{\alpha} z_{jkt}^{\alpha} \quad f_{ijkt} = \sum_d p_{ijkt}^f z_{ijkt}^f$$

### توضیح داده‌ها و منابع

محصولات کشاورزی مورد نظر در این بررسی شامل «غلات (گندم، جو و برنج) و حبوبات (نخود و عدس)» و نهاده‌ها شامل «زمین، نیروی کار، کود شیمیایی و ماشین‌ها» هستند. مجموعه داده‌های بخش کشاورزی برای چهارده استان (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، ایلام، تهران، خراسان، خوزستان، زنجان، فارس، کردستان، کرمانشاه، گیلان، لرستان و مازندران) در سال‌های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴ گردآوری شده‌اند (به دلیل نداشتن اطلاعات لازم از دیگر استان‌ها، این بررسی به استان‌های یاد شده محدود شد). داده‌های مورد نیاز شامل محصولات کشاورزی و نهاده‌های مورد استفاده برای هر استان از بخش‌های مختلف سالنامه‌های آماری و آمارنامه‌های کشاورزی مرکز آمار ایران به دست آمده‌اند. به دلیل تغییر در تقسیمات کشوری در طول دوره

بررسی، گردآوری داده‌ها بنابر تقسیمات کشوری در سال ۱۳۷۵ انجام گرفته است، در زیر به چگونگی گردآوری داده‌های مورد نیاز می‌پردازیم.

### محصولات

ارزش تولید هر یک از محصولات غله‌ای شامل گندم، جو و برنج و حبوبات شامل نخود و عدس برای استان‌های مورد نظر در سال‌های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴ در سالنامه‌های آماری ثبت شده‌اند. با توجه به اینکه در بسیاری از مسائل اقتصادی می‌توان میزان هر متغیر مانند مصرف، سرمایه‌گذاری، ارزش افزوده بخش کشاورزی، صادرات و غیره را در آغاز به قیمت همان سال یا قیمت‌های جاری محاسبه کرد و به منظور حذف تاثیر افزایش قیمت از آن متغیر با تقسیم کردن آنها به یک شاخص قیمت مناسب، میزان آن متغیر را به قیمت سال پایه به دست آورد. ما نیز به منظور حذف تأثیر قیمت در این بررسی، ارزش تولید هر یک از این محصولات را نسبت به یک سال پایه به دست می‌آوریم (زنجانی، ۱۳۷۸).

### نیروی کار

نهاده نیروی کار در واقع شمار افراد شاغل در بخش کشاورزی را شامل می‌شود. اطلاعات موجود نیروی شاغلی که در سال‌های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴ در هر استان مشغول به کشاورزی بوده‌اند در سالنامه‌های مرکز آمار ایران قابل دسترسی است.

### زمین

زمین یکی دیگر از نهاده‌های مهم کشاورزی در تعیین تابع تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. اطلاعات مربوط به سطح زیر کشت هر محصول (به هکتار) برای هر یک از استان‌های مورد نظر در بخش‌های مختلف سالنامه‌های مرکز آمار ایران و آمارنامه‌های کشاورزی قابل دسترسی است. زمین تنها نهاده‌ای است که سهم آن در سطح هر محصول به طور معمول مشخص و معلوم است.

### کودشیمیایی

کودهای شیمیایی رایج در ایران که در بخش کشاورزی بیشتر از آنها استفاده می‌شوند عبارتند از: اوره، سوپر فسفات تریپل و فسفات آمونیوم. انواع کودشیمیایی استفاده شده به تفکیک استان‌ها در سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ در سالنامه‌های آمار کشاورزی ایران قابل دسترسی است. اما میزان کودشیمیایی که توسط هر استان در هر سال استفاده شده را باید بر پایه وزن‌های استاندارد به

## برآورد تابع تولید محصولات... ۱۱۱

دست آورد. این وزن‌های استاندارد توسط تبدیل وزن‌های واقعی به استانداردهای زیر، به دست می‌آیند. سوپر فسفات تریپل ( $P_2O_5$ ، ۴۷٪)، اوره (۴۶٪ نیتروژن) و فسفات آمونیوم (۴۷٪ ازت). (علی اکبر سالار دینی، ۱۳۸۴).

### ماشین‌آلات

نهاده ماشین‌ها اشاره به توان کل مکانیکی ماشین‌های (اسب بخار) استفاده شده در بخش کشاورزی دارد. اطلاعات موجود در بخش‌های مختلف سالنامه‌های آماری مرکز آمار ایران و سالنامه‌های آمار کشاورزی ایران قابل دسترسی است.

### نتایج و بحث

برای برآورد تابع تولید (۱) و سهم نهاده‌ها به طور همزمان، از نرم افزار GAMS استفاده شد و برنامه‌ای برای برآورد کشش و سهم نهاده‌ها با استفاده از روش بیشینه آنترپوی تعمیم یافته نوشته شد. باندهای تکیه گاه مشخصه‌های کشش و سهم‌ها به ترتیب [۱۰ و -۱۰] و [۱ و ۰/۲] و شمار نقاط تکیه گاه‌ها  $D=5$  گزینش شد به دلیل نداشتن اطلاعات درباره توزیع عرض از مبدأ و عبارت خطا تکیه گاه  $Z_{kl} = [-6 و 6]$  که متقارن حول مبدأ با شمار نقاط  $=3$  زاست را در نظر گرفتیم. میزان کشش نهاده‌ها در سطح محصولات غلات و حبوبات در سال‌های بررسی در جدول (۱) نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود کشش‌ها در سطح محصولات غلات و حبوبات در طول زمان تغییر می‌کنند. تنها در سطح محصولات غلات کشش نهاده ماشین‌ها در دو سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ ثابت و برابر ۰/۰۷۳ است.

جدول (۱) کشش نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۴

سال	غلات				حبوبات			
	کودشیمیایی	نیروی کار	ماشین‌ها	زمین	کودشیمیایی	نیروی کار	ماشین‌ها	زمین
۱۳۷۵	۰/۳۲۴	۰/۰۰۸	۰/۰۲۶	۰/۳۵۲	۰/۰۰۸	۰/۰۶۸	۰/۳۱۱	۰/۳۷۳
۱۳۷۶	۰/۲۷۵	۰/۱۰۴	۰/۰۱۲	۰/۲۵۸	۰/۲۲۶	-۰/۱۸۹	۰/۲۴۱	۰/۳۳۲
۱۳۷۷	۰/۲۳۶	۰/۱۶۲	۰/۰۱۳	۰/۴۶۸	۰/۱۲۵	۰/۰۱۰	۰/۲۱۷	۰/۳۱۰
۱۳۷۸	۰/۲۹۵	۰/۱۲۰	۰/۰۱۹	۰/۳۰۵	۰/۲۱۷	-۰/۱۷۲	۰/۲۳۰	۰/۳۷۴
۱۳۷۹	۰/۲۹۹	۰/۰۹۳	۰/۰۷۳	۰/۳۸۳	۰/۳۴۱	-۰/۲۴۲	۰/۰۹۹	۰/۴۲۷

ادامه جدول (۱) کشت نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۴

حبوبات				غلات				سال
زمین	ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	زمین	ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	
۰/۴۵۱	۰/۱۶۳	-۰/۰۵۲	۰/۱۸۰	۰/۴۵۳	۰/۰۷۳	۰/۱۳۹	۰/۲۷۷	۱۳۸۰
۰/۴۲۴	۰/۳۱۱	۰/۰۲۲	۰/۱۰۴	۰/۴۵۱	۰/۰۴	۰/۱۴۷	۰/۲۷۵	۱۳۸۱
۰/۴۷۸	۰/۱۳۶	۰/۰۶۶	۰/۱۳۷	۰/۴۱۲	۰/۰۶۸	۰/۲۲۰	۰/۱۹۲	۱۳۸۲
۰/۴۶۴	-۰/۰۱۰	-۰/۰۳۴	۰/۲۹۳	۰/۳۱۲	۰/۰۸۸	۰/۱۳۱	۰/۲۴۲	۱۳۸۳
۰/۴۶۷	۰/۰۶۷	۰/۰۲۲	۰/۲۰۱	۰/۳۳۹	۰/۰۶۹	۰/۱۰۷	۰/۲۹۷	۱۳۸۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که پیشتر اشاره شد روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته هنگامی که اطلاعات اولیه کمی درباره مسئله داریم نیز کارا است. در تابع تولید محصولات کشاورزی مورد نظر نیز، اطلاعاتی درباره سهم هر نهاده (غیر از زمین) در سطح محصولات در دسترس نیست و با استفاده از این روش می‌توان سهم هر نهاده را در سطح هر محصول برآورد کرد. جدول (۲) سهم نهاده‌ها در سطح هر یک از محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ را نشان می‌دهد. با توجه به میانگین سهم نهاده‌ها در این ده سال، در محصول غلات نهاده نیروی کار، و در سطح حبوبات نهاده ماشین‌ها نسبت به نهاده‌های دیگر سهم بیشتری به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در مقایسه این دو محصول، میانگین سهم نهاده کودشیمیایی در این ده سال در سطح محصول حبوبات نسبت به غلات بیشتر بوده است.

جدول (۲) سهم نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۴

حبوبات			غلات			سال
ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	
۰/۳۱۹	۰/۳۰۴	۰/۳۰۰	۰/۲۸۱	۰/۲۹۶	۰/۳۰۳	۱۳۷۵
۰/۳۰۴	۰/۲۹۶	۰/۳۰۱	۰/۲۹۶	۰/۳۰۴	۰/۲۹۹	۱۳۷۶
۰/۳۰۸	۰/۲۹۷	۰/۲۹۹	۰/۲۹۲	۰/۳۰۳	۰/۳۰۱	۱۳۷۷
۰/۳۰۴	۰/۲۹۶	۰/۳۰۰	۰/۲۹۶	۰/۳۰۴	۰/۳۰۰	۱۳۷۸



برآورد تابع تولید محصولات... ۱۱۳

ادامه جدول (۲) سهم نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۸۴

حبوبات			غلات			سال
ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	
۰/۳۰۳	۰/۲۹۴	۰/۳۰۴	۰/۲۹۷	۰/۳۰۶	۰/۲۹۶	۱۳۷۹
۰/۳۰۷	۰/۲۹۶	۰/۳۰۳	۰/۲۹۳	۰/۳۰۴	۰/۲۹۷	۱۳۸۰
۰/۳۱۰	۰/۲۹۸	۰/۳۰۰	۰/۲۹۰	۰/۳۰۲	۰/۳۰۰	۱۳۸۱
۰/۳۰۴	۰/۳۰۰	۰/۳۰۲	۰/۲۹۶	۰/۳۰۰	۰/۲۹۸	۱۳۸۲
۰/۳۰۰	۰/۲۹۸	۰/۳۰۳	۰/۳۰۰	۰/۳۰۲	۰/۲۹۷	۱۳۸۳
۰/۳۰۳	۰/۳۰۰	۰/۳۰۳	۰/۲۹۷	۰/۳۰۰	۰/۲۹۷	۱۳۸۴
۰/۳۰۶	۰/۲۹۷	۰/۳۰۱	۰/۲۹۳	۰/۳۰۲	۰/۲۹۸	میانگین سهم نهاده

مأخذ: یافته‌های تحقیق

میانگین سهم هر یک از نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ به تفکیک استان‌ها در جدول (۳) ارائه شده است. مروری بر نتایج این جدول نشان می‌دهد که در سطح محصول غلات میانگین سهم نهاده کودشیمیایی در استان خوزستان، نهاده نیروی کار در استان آذربایجان شرقی و نهاده ماشین‌ها در استان فارس بیشترین میزان را در بردارند، اما میانگین سهم نهاده‌ها در دوره بررسی در سطح محصول حبوبات برای نهاده کودشیمیایی در استان آذربایجان غربی، نهاده نیروی کار در استان کردستان و در آخر میانگین سهم نهاده ماشین‌ها برای استان لرستان نسبت به دیگر استان‌ها بیشترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول (۳) میانگین سهم نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴ به تفکیک استان

حبوبات			غلات			استان
ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	
۰/۳۰۸	۰/۲۸۱	۰/۳۱۳	۰/۲۹۲	۰/۳۱۹	۰/۲۸۵	آذربایجان شرقی
۰/۳۰۵	۰/۲۸۸	۰/۳۱۷	۰/۲۹۵	۰/۳۱۲	۰/۲۸۴	آذربایجان غربی
۰/۲۸۶	۰/۳۱۴	۰/۲۸۶	۰/۳۱۴	۰/۲۸۶	۰/۳۱۴	اصفهان

ادامه جدول (۳) میانگین سهم نهاده‌ها در سطح محصول‌ها در سال‌های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴ به تفکیک استان

حبوبات			غلات			استان
ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	ماشین‌ها	نیروی کار	کودشیمیایی	
۰/۳۰۶	۰/۲۹۸	۰/۲۸۸	۰/۲۹۴	۰/۳۰۲	۰/۳۱۱	ایلام
۰/۳۰۶	۰/۲۹۸	۰/۳۰۲	۰/۲۹۴	۰/۳۰۰	۰/۲۹۷	تهران
۰/۲۹۲	۰/۳۰۶	۰/۳۰۸	۰/۲۷۸	۰/۲۸۵	۰/۲۹۰	خراسان
۰/۲۶۳	۰/۳۲۷	۰/۲۶۱	۰/۳۳۳	۰/۲۷۲	۰/۳۴۲	خوزستان
۰/۲۴۴	۰/۲۹۵	۰/۳۰۲	۰/۲۹۶	۰/۳۰۵	۰/۲۹۸	زنجان
۰/۲۹۶	۰/۳۰۸	۰/۲۹۷	۰/۳۷۳	۰/۲۹۲	۰/۳۱۳	فارس
۰/۳۰۶	۰/۳۵۴	۰/۳۰۶	۰/۲۹۴	۰/۳۱۱	۰/۲۹۴	کردستان
۰/۳۰۷	۰/۲۸۵	۰/۳۰۹	۰/۲۹۳	۰/۳۱۵	۰/۲۹۰	کرمانشاه
۰/۳۰۸	۰/۲۸۵	۰/۳۰۲	۰/۲۹۲	۰/۳۱۵	۰/۲۹۸	گیلان
۰/۳۱۰	۰/۲۹۰	۰/۳۱۱	۰/۲۸۹	۰/۳۰۹	۰/۲۸۹	لرستان
۰/۲۸۸	۰/۳۰۹	۰/۲۷۰	۰/۳۱۲	۰/۲۹۰	۰/۳۲۹	مازندران

مأخذ: یافته‌های تحقیق

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته در حالتی که مسئله دارای شرایط ضعیف (مشخصه‌های مجهول بیشتر از مشاهده‌ها) باشد به کار گرفته می‌شود. اغلب مسائل اقتصادی دارای شرایط ضعیف هستند که روش بیشینه آنتروپی تعمیم یافته این نارسایی را برطرف می‌کند. در این بررسی از روش GME برای برآورد تابع تولید محصول‌های مشخص کشاورزی استفاده شد، کشت و سهم نهاده‌ها که اطلاعات اولیه در مورد آنها نداریم برآورد شده است. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان این طور بیان کرد که کشت‌ها در طول زمان تغییر می‌کنند. بدین معنی که طی این سال‌ها نهاده نیروی کار و ماشین‌ها نقش موثرتری در تولید محصول غلات دارند و در واقع کاهش کشت نهاده زمین برای این محصولات را این طور توجیه کرد که با افزایش جمعیت میزان سطح زیر کشت برای محصولات کاهش می‌یابد لذا پیشنهاد می‌شود، با به کار گرفتن نهاده‌های غیر زمین مانند ماشین‌های مناسب و نیروی کار ماهر در بخش کشاورزی می‌توان در میزان تولید غلات تاثیر مثبتی ایجاد کرد.

## منابع

- زنجانی ح. (۱۳۷۸). تحلیل جمعیت شناختی، چاپ دوم، انتشارات سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها، تهران.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز آمار ایران (۱۳۸۵-۱۳۷۵). نتایج تفصیلی سرشماری عمومی کشاورزی، دفتر انتشارات و اطلاع رسانی مرکز آمار ایران.
- سالاردینی، ع. (۱۳۸۴). حاصلخیزی خاک، چاپ هفتم، انتشارات دانشگاه تهران.
- مرکز آمار ایران (مرداد ۱۳۸۶). قیمت فروش محصولات و هزینه خدمات کشاورزی در مناطق روستایی کشور، چاپ اول، انتشارات امور بین الملل و روابط عمومی،
- معاونت برنامه ریزی و بودجه اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی (۱۳۸۵-۱۳۷۵). آمارنامه کشاورزی، انتشارات وزارت کشاورزی، چاپ معراج.
- مرکز آمار ایران (۱۳۸۵-۱۳۷۵). سالنامه های آماری کشور، دفتر انتشارات و اطلاع رسانی، دفتر روابط عمومی.
- Fraser, I. (2000) An application of Maximum Entropy Estimation: The Demand for Meat in the United Kingdom, *Applied Economics* 32, 45-59
- Golan, A., Judge, G. and Miller, D. (1996) *Maximum Entropy Econometric: Robust Estimation with Limited Data*. John Wiley, New York.
- Golan, A. (2008) *Information and Entropy Econometrics- A Review and Synthesis*, Department of Economics, American University, NW Washington, USA, 1-145
- Howitt, R.E. and Msangi, S. (2006) Estimating Dissaggregate Production Function: An Application to Northern Mexico, *Working paper, Department of Agricultural and Resource Economics*, University of California.
- Jaynes, E.T. (1957b) Information Theory and Statistics Methods, II, *Physics Review*, 108: 171-190
- Jaynes, E. T. (1957a) Information Theory and Statistical Mechanics, *Physics Review*, 106: 620-630.
- Lence, H.L. and Miller, D. (2001) Estimating of Multi-Output Production Function with Incomplete Data: A Generalized Maximum Entropy Approach, *European Review of Agricultural Economics*, 25:188-209.
- Lence, H.L. and Miller, D. (1998) Recovering Output-Specific Inputs from Aggregate Input Data: A Generalized Cross-Entropy Approach, *American Journal of Agricultural Economics*, 80:852-867.

- Shannon, C. (1948) A Mathematical Theory of Communications, *Bell System Technical Journal*, 27: 379-423.
- Zhang, X. and Fan, S. (2001) Estimating crop-specific production technologies in Chinese Agriculture: A Generalized Maximum Entropy Approach, *Journal of Agricultural Economics*, 83: 378-388.

