

## تعیین ارزش اقتصادی آب در روش تابع تولید، با بکارگیری مدل‌های کلاسیک و آنتروپی (مطالعه موردی: محصول گندم در شهرستان مشهد)

نرگس خواجه روشنائی<sup>۱</sup> - محمود دانشور کاخکی<sup>۲\*</sup> - غلامرضا محتشمی برزادران<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۶

### چکیده

اصلاح نظام قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی، یکی از کارآمدترین ابزارهای مدیریت تقاضا است که به تنظیم الگوی مصرف آب در این بخش می‌انجامد. با اصلاح تعرفه‌های آب در بخش کشاورزی، می‌توان امیدوار بود که مقدار تقاضای آب کاهش یافته و زمینه صرفه‌جویی و ذخیره‌سازی آن فراهم گردد. مطالعه حاضر در این راستا، به منظور تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی، از روش تابع تولید در محصول گندم و در شهرستان مشهد استفاده نمود. در این روش به منظور برآورد ضرایب توابع تولید، دو مدل کلاسیک و آنتروپی حداکثر تعمیم یافته مورد استفاده قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که روش آنتروپی قادر به برآورد دقیق ضرایب توابع نبوده و نمی‌توان از نتایج آن در محاسبه ارزش اقتصادی آب استفاده نمود. در حالیکه در روش کلاسیک، تابع ترانسلوگ از بین اشکال مختلف توابع، به عنوان بهترین فرم تابع در تولید محصول گندم، انتخاب و ارزش اقتصادی آب معادل ۱۸۷۰ ریال محاسبه شد.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش اقتصادی آب، روش کلاسیک، روش آنتروپی حداکثر تعمیم یافته، گندم، مشهد

### مقدمه

تعیین یک قیمت پذیرفتنی و منطقی برای آب، دست کم این امتیاز را خواهد داشت که مصرف‌کنندگان، این نهاده گران‌بها را کالایی رایگان تلقی نکرده و در مصرف آن صرفه‌جویی کنند. امروزه نیاز به توسعه در راستای رسیدن به خودبسندگی و لزوم بهره‌برداری مطلوب از آب، به علت محدودیت منابع آبی در کشور، حقایقی انکار ناپذیرند که باید بیش از پیش به آنها توجه شود. در بخش کشاورزی، از نظر سهم بالای آب تخصیص یافته به این بخش نسبت به دیگر بخش‌ها (حدود ۹۰ درصد)، با کارایی بهتر در مصرف آب و نرخ‌گذاری معقول، می‌توان تولید کشت آبی بیشتر و بهتری را شاهد بود. به عبارت دیگر، قیمت‌گذاری بهینه برای این نهاده با ارزش و ایجاد زمینه‌های پذیرش آن میان کشاورزان و قانون‌گذاران و اجرای درست آن، بازدهی تولیدات کشاورزی را افزایش داده و در استفاده کارآتر از آب مؤثر واقع می‌شود. در حال حاضر هر ساله تعرفه‌های آب در بخش‌های مختلف

کشاورزی، صنعت و شهری توسط وزارت نیرو به شرکت‌های آب منطقه‌ای ابلاغ می‌گردد. این تعرفه‌ها بر اساس هزینه‌های کارشناسی شده و پاره‌ای از مسائل منطقه‌ای (نظیر وضعیت بحرانی بودن منابع) بررسی و تعیین می‌گردند. اما از آنجایی که عمدتاً در بررسی جریان نرخ‌گذاری آب کشاورزی، روش‌های نرخ‌گذاری بر اساس ملاحظات مالی بوده نه بر اساس ملاحظات اقتصادی، در محاسبه این تعرفه‌ها، تنها هزینه‌های مالی استخراج و تهیه آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴). از این رو همواره در مطالعات مختلف، تلاش گردیده تا ارزش اقتصادی آب با استفاده از روش‌های اقتصادی برآورد گردد. یکی از رایج‌ترین و ساده‌ترین روش‌های اقتصادی که تاکنون جهت برآورد ارزش اقتصادی آب، مورد استفاده قرار گرفته، روش تابع تولید است. این روش در مطالعات متعددی مانند حسین‌زاد و همکاران (۱۳۸۶)، حسین‌زاد و سلامی (۱۳۸۳)، سلامی و محمدی‌نژاد (۱۳۸۱)، صمدی نژاد و سلامی (۱۳۸۰) و هانگ و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۸) برای تعیین ارزش اقتصادی آب بکار گرفته شده است.

برآورد دقیق و مناسب روابط بین متغیرهای وابسته و مستقل، از جمله مسائل بسیار مهم و اساسی در برآورد توابع تولید است که بایستی مورد توجه محققان قرار گیرد چرا که مقادیر و ارزش‌های نهایی نهاده‌ها به شدت متأثر از شکل تابع انتخاب شده توسط محقق

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: daneshvar@um.ac.ir)

\* - نویسنده مسئول:

۳- دانشیار گروه آمار دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد

هستند (۱۰).

علیرغم اهمیت انتخاب یک شکل مناسب برای توابع، بسیاری از محققان بدون توجه به آن، اقدام به انتخاب و برآورد یک شکل خاص و رایج در توابع تولید محصولات کشاورزی کرده و به سایر اشکال توابع بی توجه هستند. اهمیت انتخاب شکل مناسب یک تابع، زمانی دوچندان می شود که ضرایب و کشش های مورد استفاده در آن، مبنای سیاستگذاری ها و برنامه ریزی های دولتی قرار گیرد (۲).

برآورد اشکال مختلف توابع، بالاخص توابع تولید انعطاف پذیر در روش سنتی کلاسیک، با توجه به همخطی های بسیار رایج در برآورد این ضرایب، عمدتاً منجر به حذف بسیاری از متغیرهای ایجاد کننده همخطی می شود. این مسئله و تصریح نامناسب این توابع در نتیجه حذف متغیرها، محققان را بر آن داشته تا با انتخاب روشی دیگر در برآورد ضرایب، ضمن رفع مشکل همخطی و تصریح نامناسب توابع انعطاف پذیر، اقدام به برآورد ضرایب آنها نمایند. یکی از این روش ها، روش آنتروپی حداکثر تعمیم یافته است که توسط برخی از محققان مانند هانگ و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۸)، جهت برآورد ضرایب توابع تولید انعطاف پذیر استفاده شده است.

در مطالعه حاضر، به منظور برآورد ارزش اقتصادی آب در محصول گندم، رایج ترین توابع تولید کشاورزی در روش کلاسیک، تعیین و با استفاده از آزمون های اقتصادسنجی و فروض کلاسیک، بهترین فرم تابع تولید انتخاب شده است. پس از آن، ضرایب توابع انعطاف پذیر مجدداً در روش آنتروپی، برآورد و در نهایت ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب در شهرستان مشهد محاسبه شده است (انتخاب شهرستان مشهد به عنوان منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، به دلیل کسری شدید مخازن آب زیرزمینی دشت مشهد و بحرانی شدن آب در این منطقه بوده است).

## مواد و روش ها

### برآورد تابع تولید در روش کلاسیک

طبق تعریف تابع تولید، چنانچه بازار محصول و عوامل تولید رقابتی باشند، ارزش اقتصادی هر نهاده از حاصل ضرب تولید نهایی آن در قیمت هر واحد محصول بدست می آید. در این باره ارزش اقتصادی نهاده در تولید محصول، به صورت زیر محاسبه می شود.

$$MP_w \times P_y = P_w \quad \text{و} \quad MP_w = \frac{\partial y}{\partial w} \quad (1)$$

که در آن،  $MP_w$  تولید نهایی نهاده،  $P_y$  قیمت محصول و  $P_w$

ارزش اقتصادی نهاده است.

با توجه به اینکه در رابطه فوق، ارزش یا قیمت بدست آمده، تابعی از تولید نهایی نهاده و تولید نهایی، مشتق تابع تولید است، پس ارزش اقتصادی نهاده از تابع تولید اولیه نیز تأثیر می پذیرد و هر نوع تغییر در

شکل و فرم تابع تولید، که بر پارامترهای برآورد شده اثر بگذارد، بر ارزش اقتصادی محاسبه شده برای نهاده نیز اثر خواهد گذاشت. در این باره تلاش در انتخاب فرم درست تابع امری ضروری برای تعیین ارزش واقعی هر نهاده و از جمله آب است.

به طور کلی توابعی که برای بیان روابط بین متغیر وابسته و مستقل به کار می روند، به دو گروه توابع انعطاف پذیر و انعطاف ناپذیر تقسیم می شوند. توابع نوع اول، محدودیت هایی را بر پارامترهای الگو اعمال می کنند بطوریکه اطلاعات و آمار گردآوری شده نمی توانند به صورت آزاد رفتار عوامل اقتصادی (تولیدکنندگان) را بازگو کنند (۹).

توابع نوع دوم از این جهت محدودیتی را اعمال نکرده و در نتیجه به صورت مناسبتری رفتار واقعی عوامل اقتصادی را تصویر می کنند (۳). در مطالعه حاضر، از میان توابع انعطاف ناپذیر، توابع کاب

داگلاس، خطی و ترانسندنتال و از میان توابع انعطاف پذیر نیز، سه فرم تابعی ترانسلوگ، درجه دوم و لئونتیف تعمیم یافته که در کارهای علمی، بیشتر مورد توجه محققان بخش کشاورزی قرار گرفته (۱۶)، انتخاب می شوند. پس از برآورد این توابع، بهترین فرم تابع، با استفاده

از آزمون ها و معیارهای اقتصادسنجی شناسایی می گردد. بر این اساس، علاوه بر معیارهای رایج و شناخته شده اقتصادسنجی نظیر ضریب تعیین ( $R^2$ )، ضریب معنی داری کل رگرسیون (F)، ضریب معنی داری در هر یک از ضرایب (t)، فروض کلاسیک مانند واریانس ناهمسانی، خود همبستگی و همخطی، از دو معیار دیگر نیز برای شناسایی فرم مناسب تابع، بهره گرفته می شود. این دو معیار عبارتند از معیار خطای تصریح تابع و معیار نرمال بودن جملات خطا، که به ترتیب با آزمون رمزی و آزمون جارگ و برا تعیین می شوند (۷).

### برآورد ضرایب تابع تولید در روش حداکثر آنتروپی

#### تعمیم یافته (GME)

با توجه به اهمیت برآورد ارزش اقتصادی آب برای سیاستگذاران، حضور تمامی متغیرهای تأثیرگذار در تابع تولید (بدون هراس از وجود همخطی) امری مهم تلقی می شود. از این رو در مطالعه حاضر، از روشی دیگر برای برآورد توابع تولید با عنوان آنتروپی حداکثر تعمیم یافته (GME) استفاده می گردد.

در روش GME ضرایب توابع تولید، از طریق بهینه کردن تابع هدف نسبت به محدودیت های داده ای و عددی بدست می آیند. محدودیت داده ای در این روش، اولین مجموعه از محدودیت ها است که به منظور ایجاد سازگاری بین نتایج برآورد شده و داده های مشاهده

۱- اشکال و خصوصیات این توابع، به تفصیل در مقاله حسین زاد و سلامی (۱۳۸۱)

آورده شده است

بهبودسازی نسبت به محدودیت‌ها برآورد گردند. پس از محاسبه احتمالات مربوط به هر یک از مقادیر حمایتی، میانگین ضرایب قابل محاسبه هستند. جهت برآورد مجموعه‌ای منحصر به فرد از احتمالات، تابع هدف در فرآیند GME با استفاده از مفهومی به نام آنتروپی تعریف می‌شود (۱۵). آنتروپی یک توزیع احتمال، به صورت  $-\sum_m p_m \ln p_m$  بیان شده که در آن،  $p_m$  احتمال مربوط به یک مقدار حمایتی  $m$  است. بر اساس ادبیات موضوع، تفسیر استاندارد آنتروپی، معیاری از عدم حتمیت در توزیع ضرایب و جملات خطا بوده که با افزایش عدم حتمیت در مورد یک پارامتر، توزیع احتمال آن پارامتر، شباهت بیشتر و نزدیکتری به توزیع یکنواخت پیدا می‌کند (۱۱). اصل آنتروپی حداکثر که توسط جینز (۱۹۵۷) توسعه یافته، توزیعی را انتخاب می‌کند که مقادیر حداکثر آنتروپی را با قید روی محدودیت‌ها بدست آورد. بر این اساس در ذیل، به تابع هدف و محدودیت‌های داده‌ای و عددی مورد نیاز در روش GME اشاره می‌گردد.

تابع هدف

$$\max H(p_c^m, p_{a_i}^m, p_{z_{if}}^m, p_{e_n}^m) = -\sum_{n=1}^N \sum_m p_{e_n}^m \times \log p_{e_n}^m - \sum_m p_c^m \times \log p_c^m - \sum_i \sum_m p_{a_i}^m \times \log p_{a_i}^m - \sum_i \sum_m p_{z_{if}}^m \times \log p_{z_{if}}^m$$

Subject to

$$y_n = c + \sum a_i x_{in} + \sum \sum z_{if} x_{ifn} + e_n$$

محدودیت‌های سازگار با داده‌ها:

$$z_{if} = \sum_m p_{z_{if}}^m \times \bar{z}_{if}^m, \quad a_i = \sum_m p_{a_i}^m \times \bar{a}_i^m, \quad c = \sum_m p_c^m \times \bar{c}^m$$

محدودیت‌های عددی ۱:

$$e_n = \sum_m p_{e_n}^m \times \bar{e}_n^m$$

$$\sum_m p_{e_n}^m = 1, \quad \sum_m p_{z_{if}}^m = 1, \quad \sum_m p_{a_i}^m = 1, \quad \sum_m p_c^m = 1$$

محدودیت‌های عددی ۲:

$$(\sum_n \sum_m p_{e_n}^m \bar{e}_n^m) / N$$

محدودیت‌های عددی ۳:

از ضرایب قابل محاسبه در فرآیند GME (شامل  $\alpha_i, c, z_{if}$  و  $e_n$ ) ، علامت "-" روی پارامترها بیان‌گر مقادیر حمایتی هر یک از ضرایب و  $N$  تعداد کل مشاهدات می‌باشند. در تابع هدف نیز  $p_{a_i}^m, p_c^m, p_{z_{if}}^m$  و  $p_{e_n}^m$  به ترتیب احتمال ضریب ثابت عرضه از مبدأ، احتمالات ضرایب خطی درجه اول در فرم تابعی مورد نظر برای نهاد، احتمالات ضرایب متقابل در فرم تابعی مورد نظر برای نهاد  $i$  و  $i$ ام و احتمالات جملات اختلال برای هر مشاهده در هر یک از مقادیر حمایتی  $m$  می‌باشند.

در استفاده از روش GME، قبل از هر چیز بایستی با استفاده از

شده بر اساس مدل، تحمیل می‌شود. محدودیت‌های عددی نیز، در ارتباط با توزیع احتمال گسسته هر یک از ضرایب و جملات خطا هستند که شامل مثبت بودن احتمالات و برابر یک بودن مجموع احتمالات هر یک از ضرایب و جملات خطا می‌باشند. پارامتری کردن نهایی ضرایب و جملات خطا بر اساس احتمالات برآورد شده و مقادیر حمایتی و همچنین، صفر بودن میانگین مورد انتظار برای جملات خطا در فرآیند GME نیز از جمله محدودیت‌های عددی در این روش هستند.

میانگین ضرایب در مدل، به جای برآورد مستقیم ضرایب (نظیر روش OLS)، از طریق یک توزیع احتمال برای هر ضریب و جمله خطا، برآورد می‌شود. این توزیع احتمال برای یک ضریب نامعلوم، از طریق انتخاب چند مقدار محتمل و اختصاص یک احتمال اولیه به هر یک از آنها، مشخص می‌گردد. این مقادیر محتمل، در ادبیات موضوع، با عنوان مقادیر حمایتی<sup>۱</sup> شناخته شده و برگرفته از تئوری‌های اقتصادی یا مطالعات گذشته هستند. احتمالات مربوط به این مقادیر، نامعلوم بوده و بایستی در فرآیند GME از طریق حداکثر کردن معیار

در روابط محدودیت‌ها،  $c$  ضریب ثابت،  $\alpha_i$  ضریب خطی نهاد  $i$

ام و  $z_{if}$  ضرایب متقابل و درجه دو هستند که روابط بین نهاده‌های  $i$

و  $i$ ام را نشان می‌دهند.  $y_n$  و  $x_{in}$  به ترتیب میزان تولید محصول و

نهاد  $i$ ام برای هر یک از کشاورزان نمونه می‌باشد.  $e_n$  متغیر جزء

خطا بوده که برای هر یک از کشاورزان نشان داده شده و بیانگر

تفاوت در شرایط عمومی تأثیرگذار بر سطح تولید است.  $m$  شاخصی از

مقادیر حمایتی،  $p$  احتمالات نامعلوم مقادیر حمایتی مربوط به هر یک

1- Support values

ضرایب، بالاترین دقت و صحت را در برآورد آنها خواهد داشت. از این رو تعداد مقادیر حمایتی مورد استفاده در مطالعه حاضر برای هر یک از ضرایب توابع و جملات خطا برابر عدد ۵ انتخاب شده است.

### معیار آنتروپی نرمال شده $S(\hat{p})$

معیار آنتروپی نرمال شده  $S(\hat{p})$ ، آماره‌ای است که برای سنجش خوبی برازش در یک مدل آنتروپی به کار می‌رود. این معیار به صورت نسبت تغییرات توضیح داده نشده در توزیع احتمال ضرایب، پس از تخمین مدل با روش GME، به صورت زیر تعریف می‌شود (۱۳).

$$S(\hat{p}) = \frac{[-\sum_m p_c^m \times \text{Log } p_c^m - \sum_i \sum_m p_{a_i}^m \times \text{Log } p_{a_i}^m - \sum_i \sum_i \sum_m p_{z_i}^m \times \text{Log } p_{z_i}^m]}{[K \times \text{Log}(M)]} \quad (2)$$

قرار گرفت. پس از برآورد این توابع، به منظور انتخاب بهترین شکل تابع تولید گندم، از فروض کلاسیک و آزمون‌های اقتصادسنجی استفاده شد که نتایج این فروض و آزمون‌ها برای تمامی توابع برآورد شده، در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج این جدول، تابع انعطاف پذیر ترانسلوگ، با بیشترین درصد معنی‌داری ضرایب،  $R^2$  و F بالا، بهترین تصریح تابع در آزمون رمزی، نرمال بودن جملات اخلال در آزمون جارگ و برا و پذیرش کلیه فروض کلاسیک، به عنوان تابع برتر انتخاب گردید.

پس از انتخاب تابع تولید ترانسلوگ به عنوان تابع برتر در تولید گندم، به منظور تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید این محصول، ضرایب این تابع مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نهایی این ضرایب (پس از حذف متغیرهای بی‌معنی و ایجاد کننده همخطی در تابع) در جدول ۲ نشان داده شده است.

در نهایت، با استفاده از ضرایب بدست آمده از تابع ترانسلوگ و محاسبه میانگین سایر متغیرها در محصول گندم، ارزش اقتصادی هر متر مکعب آب در منطقه مورد مطالعه، معادل ۱۸۷۰ ریال تعیین شد. کشش تولیدی آب نیز بیش از یک و معادل ۱/۶ محاسبه گردید. بدین مفهوم که با افزایش مصرف آب به میزان یک درصد، عملکرد محصول گندم، بیش از یک درصد افزایش خواهد یافت. کشش پذیری بالای این نهاد، با توجه به شرایط خشکسالی در سال مورد مطالعه (۸۶-۸۷)، کمبود آب در منطقه و نیاز شدید کشاورزان به این نهاد، امری دور از انتظار نیست.

نتایج بدست آمده از مطالعات قبلی و تئوری‌های موجود، محدوده جواب‌های ممکن را برای هر پارامتر، تحت عنوان بردار حمایت آن پارامتر تعریف نمود. بدین منظور در مطالعه حاضر، از نتایج مطالعات حسین‌زاد و سلامی (۱۳۸۳)، سلامی و محمدی‌نژاد (۱۳۸۱)، هانگ و همکاران (۲۰۰۶ و ۲۰۰۸) برای بردار حمایت پارامترها و از قانون ۳ سیگما در هر یک از توابع،  $\pm 3$  برابر انحراف معیار متغیر وابسته (عملکرد محصول)، به عنوان دامنه بردار حمایت باقیمانده‌ها استفاده شده است.

جاج و میلر (۱۹۹۶) با استفاده از آزمون‌های شبیه‌سازی نشان دادند که انتخاب ۵ مقدار حمایتی و یا بیشتر از آن برای هر یک از

در تعریف این معیار،  $K$  تعداد کل ضرایب در تابع تولید و  $K \text{Log}(M)$  حداکثر مقداری است که تابع آنتروپی به خود اختصاص می‌دهد.

معیار  $S(\hat{p})$  در بازه صفر و یک قرار دارد و  $1 - S(\hat{p})$  مشابه معیار  $R^2$  در تخمین مدل‌های OLS بوده و مقادیر نزدیک به یک را نشانگر خوبی مدل برآورد شده با روش GME می‌داند. با فرض اینکه  $S(\hat{p}) = a$  باشد، برآورد GME، عدم حتمیت پارامترها را تا  $1 - a$  کاهش می‌دهد. بنابراین هر چه مقدار این معیار،  $S(\hat{p})$ ، کوچکتر باشد، برآوردهای GME با اطمینان بالاتری پذیرفته می‌شوند (۱۳).

آمار و اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه، از طریق نمونه‌گیری تصادفی، از گندمکاران شهرستان مشهد و با طراحی و گردآوری پرسشنامه در سال زراعی ۸۶-۸۷ جمع‌آوری شده است. بر این اساس، ۱۰۲ کشاورز گندمکار به عنوان نمونه انتخابی در تحقیق، مورد استفاده قرار گرفته و از بسته‌های نرم‌افزاری GAMS و Microfit برای انجام محاسبات و تجزیه و تحلیل داده‌ها بهره گرفته شده است.

### نتایج و بحث

#### روش کلاسیک، برآورد توابع تولید

در این مطالعه، به منظور تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید گندم، شش تابع تولید خطی ساده، کاب داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته مورد استفاده

(جدول ۱) - مقایسه انواع توابع تولید گندم از نظر خصوصیات و ویژگی‌های آزمون شده

تابع	خطی ساده	کاب داکلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم یافته	لئونیتف تعمیم یافته
درصد معنی داری	۵۰	۳۳	۳۶	۸۱	۷۵	۷۳
ضرایب	(۳ از ۶)	(۲ از ۶)	(۴ از ۱۱)	(۱۳ از ۱۶)	(۱۲ از ۱۶)	(۱۴ از ۱۹)
مقدار LM در آزمون فرم تابعی (رمزی)	۱۲۵/۲(۰/۰۰)	۴/۷(۰/۰۳۳)	۱۲/۹(۰/۰۰۱)	۳/۳(۰/۰۷۳)*	۸/۹(۰/۰۰۴)	۱۱/۳(۰/۰۰۱)
مقدار LM در آزمون نرمالیتی (جارگ و برا)	۶۰/۷(۰/۰۰۰)	۲/۹(۰/۰۲۲)*	۰/۰۳(۰/۰۹۸)*	۰/۰۶(۰/۰۸۸)*	۱۶/۴(۰/۰۰۰)	۱۶۵/۷(۰/۰۰۰)
$R^2$	۰/۹۲	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸
F	۲۲۳(۰/۰۰۰)*	۵۰۲(۰/۰۰۰)*	۵۶۲(۰/۰۰۰)*	۷۴۰(۰/۰۰۰)*	۴۱۱(۰/۰۰۰)*	۳۰۷(۰/۰۰۰)*
D.W	۲/۳	۲/۶	۲/۶	*۱/۹	*۱/۷	۱/۵
مقدار LM در آزمون واریانس ناهمسانی	۴۸/۴(۰/۰۰۰)	۱۳/۶(۰/۰۰۰)	۹/۴(۰/۰۰۳)	۰/۰۰۴(۰/۰۹۵)*	۲۱/۸(۰/۰۰۰)	۱۸/۲(۰/۰۰۱)

ماخذ: نتایج مطالعه، مقادیر داخل پرانتزها (،) حداقل سطح معنی داری آماره LM هستند، به جز آماره F \*پذیرش فرضیه صفر (تصریح مناسب تابع در آزمون رمزی، نرمال بودن جملات اخلاص در آزمون جارگ و برا، معنی داری کل رگرسیون در آزمون F، عدم خود همبستگی در آزمون دوربین واتسون، وجود واریانس همسانی در آزمون واریانس ناهمسانی)

(جدول ۲) - ضرایب تابع تولید برتر (ترانسلوگ) در محصول گندم

پارامترها	ضرایب تابع	انحراف معیار
ضریب ثابت	۱۷/۷۳	۱۶/۸
نیروی کار	۵/۶۸*	۱/۷
ماشین آلات	-۱۰/۲۳*	۲/۱۶
کود شیمیایی	-۸/۲۴*	۲/۶۸
بذر مصرفی	-۴/۶۲*	۱/۴۷
آب	۹/۲*	۲/۹۶
مربع نیروی کار	-۰/۱۵*	۰/۰۴
مربع ماشین آلات		
مربع کود شیمیایی	-۰/۵*	۰/۱
مربع بذر مصرفی		
مربع آب	-۰/۱۴	۰/۱۲
نیروی کار- ماشین آلات	-۰/۱۳*	۰/۰۵
نیروی کار- کود شیمیایی		
نیروی کار- بذر	-۰/۴۳*	۰/۱۴
نیروی کار- آب		
ماشین آلات- کود شیمیایی		
ماشین آلات- بذر	۰/۲۶***	۰/۱۶
ماشین آلات- آب	۰/۸۸*	۰/۱۸
کود شیمیایی- بذر	۱/۳۹*	۰/۲۲
کود شیمیایی- آب	-۰/۱۷	۰/۱۴
بذر- آب	-۰/۴۶**	۰/۲۱
$R^2$	۰/۹۸	
D.W	۱/۹	

ماخذ: نتایج مطالعه \*معنی داری در سطح ۱درصد  
\*\*معنی داری در سطح ۵ درصد \*\*\*معنی داری در سطح ۱۰ درصد

### برآورد ضرایب توابع انعطاف‌پذیر با استفاده از

### روش آنتروپی (GME)

جدول ۳ نتایج برآورد ضرایب را در روش GME برای سه تابع

انعطاف‌پذیر نشان داده است. با توجه به مقادیر معیار  $S(p)$  در برآورد

ضرایب هر یک از توابع، مشاهده می‌شود که مقدار این معیار در برآورد

ضرایب هر سه تابع، بسیار بزرگ و نزدیک به یک هستند. این مسئله

کشاورزی به تدریج، با کاهش موانع پیشروی آنها، اصلاح گردند تا فاصله تعرفه‌های موجود با ارزش حقیقی آب کاهش یافته و زمینه صرفه‌جویی و ذخیره سازی این نهاده فراهم گردد.

با توجه به برتری روش کلاسیک نسبت به روش آنتروپی حداکثر تعمیم یافته (GME) در مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود زمانی که تعداد مشاهدات، برای استفاده در روش کلاسیک مناسب است، از این روش برای برآورد ضرایب توابع استفاده شده و مشکلات مربوط به همخطی نیز در همین روش مرتفع گردد. چراکه هر چند روش GME در برخی از مطالعات برای برآورد ضرایب توابع تولید، به عنوان روشی برتر استفاده شده است اما نتایج مطالعه حاضر حاکی از این است که استفاده از این روش در منطقه مورد مطالعه، مناسب نمی‌باشد.

نشان می‌دهد که برآورد ضرایب توابع مورد نظر در روش GME در هر یک از این اشکال، غیرقابل اعتماد بوده و در نتیجه قابل استفاده و استناد نخواهد بود. بر این اساس، در مطالعه حاضر مقادیر نهایی، کشش‌ها و ارزش‌های اقتصادی آب، تنها در روش کلاسیک برآورد شده و مورد استناد قرار گرفته‌اند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بر اساس نتایج بدست آمده از برآورد توابع تولید ترانسلوگ و درجه دوم تعمیم یافته، قیمت هر متر مکعب آب در بخش کشاورزی، ۱۸۷۰ ریال برآورد گردید. این ارزش، در مقایسه با بالاترین قیمت مبادله‌ای آب محلی در دشت مشهد (۳۹۰ ریال)، تفاوت قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. بر این اساس پیشنهاد می‌گردد تعرفه‌های آب

(جدول ۳) - ضرایب توابع تولید انعطاف پذیر گندم در حضور کلیه متغیرها، با استفاده از روش GME

تابع	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم یافته	لئونیتف تعمیم یافته
ضریب ثابت	-۰/۰۸۲	-۰/۰۱۱	-۰/۵۷۹
نیروی کار	-۰/۱۸۱	۰/۰۱۷	۰/۰۲۶
ماشین آلات	-۰/۳۲۳	۰/۰۲۲	-۰/۳۱۲
کود شیمیایی	-۰/۲۳۷	۰/۰۰۱	-۰/۱۰۷
بذر مصرفی	-۰/۳۰۶	۰/۰۱۹	-۰/۲۱۸
آب	۰/۱۳۶	۰/۰۲۵	-۰/۱۹۳
مربع نیروی کار	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	-۰/۰۵
مربع ماشین آلات	-۰/۰۱۴	۰/۰۰۹	-۰/۱۳۱
مربع کود شیمیایی	-۰/۰۰۳	-۰/۰۵۱	-۰/۳۷
مربع بذر مصرفی	-۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۱۶۸
مربع آب	۰/۲۶۵	۰/۱۲۸	۱/۳۶۱
نیروی کار- ماشین آلات	۰/۰۲۴	۰/۰۰۷	-۰/۰۹۹
نیروی کار- کودشیمیایی	-۰/۰۰۹	۰/۰۱۴	۰/۰۹۶
نیروی کار- بذر	-۰/۰۴۲	۰/۰۱۶	-۰/۰۱۳
نیروی کار- آب	۰/۱۳۴	۰/۰۳۱	۰/۱۵۸
ماشین آلات- کود شیمیایی	-۰/۰۱۳	-۰/۰۰۱	۰/۲۵۹
ماشین آلات- بذر	-۰/۰۲۴	-۰/۰۰۳	-۰/۱۱۷
ماشین آلات- آب	۰/۱۸۳	۰/۰۰۷	۰/۴۲۵
کود شیمیایی- بذر	۰/۰۲۷	۰/۰۰۶	۰/۴۲۴
کود شیمیایی- آب	۰/۱۰۸	-۰/۰۱۵	-۰/۳۰۱
بذر- آب	۰/۱۵۷	-۰/۰۶۵	-۰/۸۱۷
$S(\hat{\beta})\%$	۹۹/۹۹۶	۹۹/۹۹۶	۹۹/۹۹۹
$1 - S(\hat{\beta})\%$	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۰۶

مأخذ: نتایج مطالعه  $S(\hat{\beta})$  معیار آنتروپی نرمال شده

### منابع

- حسین زاد ج، سلامی ح، و صدر ک. ۱۳۸۶. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی با استفاده از توابع تولید انعطاف پذیر مطالعه موردی: دشت مراغه - بناب. مجله دانش کشاورزی، ۱۷(۲): ۱-۱۴.
- حسین زاد ج، و سلامی ح. ۱۳۸۳. انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی مطالعه موردی تولید گندم. مجله

- اقتصاد کشاورزی و توسعه ۴۸: ۵۳-۸۴.
- ۳- سلامی ح.، و محمدی نژاد ا. ۱۳۸۱. تعیین ارزش اقتصادی آب با استفاده از توابع تولید انعطاف پذیر مطالعه موردی دشت ساوه. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۳(۱۶): ۸۵-۹۶.
- ۴- صدرک. ۱۳۸۰. نقش نهاد بازار و بخش عمومی در مدیریت و توسعه پایدار بخش آب. گزارش شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران، دفتر اقتصاد آب، تهران.
- ۵- صمدی نژاد ا.، و سلامی، ح. ۱۳۸۰. ارزش اقتصادی آب کشاورزی مطالعه موردی دشت مرکزی ساوه. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- ۶- ضیائی گ. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر سرمایه گذاری عمومی در زیرساخت های کشاورزی بر رشد بهره وری بخش کشاورزی ایران. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۷- گجراتی د. ۱۳۷۲. مبانی اقتصادسنجی. ترجمه حمید ابریشمی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد ۱ و ۲.
- 8- Birol E., Karousakis K., and Koundouri P. 2006. Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application. *Science of the Total Environment* 365:105-122.
- 9- Chambers R.G. 1988. *Applied production analysis: A dual approach*. Cambridge University Press.
- 10- Chalfant J.A. 1984. Comparison of alternative functional forms with application to agricultural input data. *American Journal of Agricultural Economics*, 66: 216-220.
- 11- Golan A., Judge, G.G., and Miller, D. 1996. *Maximum Entropy Econometrics: Robust Estimation with Limited Data*. New York: John Wiley and Sons.
- 12- Huang Q., Rozelle S., and Howitt R. 2006. Irrigation water pricing policy in China. Selected paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting. July 23-26, Long beach, California.
- 13- Huang Q., Rozelle S., and Howitt R. 2008. The efficient use of data in estimating production technology: Trading off precision and heterogeneity. Working papers, Department of applied economics, University of Minnesota.
- 14- Jaynes E. T. 1957. Information theory and statistical mechanics. *Physics Review*, 106: 620-30.
- 15- Shannon, C. E. 1948. A Mathematical theory of communication. *Journal of the Bell System Technical*, 27: 379-423.
- 16- Varian H. 1992. *Microeconomic Analysis*. Norton and Company, Inc.
- 17- Shumway C.R., and Lim H. 1993. Functional form and U.S. agricultural production elasticity. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 18: 266-276.