پیش‌بینی بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی با بکارگیری رگرسیون فازی

سمانه نگارچی[1*]، محمدرضا زارع مهرجردی[2]، ندا نگارچی[3]

۱- دانشجوی دکترا اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان(عضو انجمن پژوهشگران جوان)

۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- کارشناس ارشد ریاضی و مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

*نویسنده مسئول: negarchi@gmail.com

چکیده

امروزه دستیابی به رشد اقتصادی از راه ارتقای بهره‌وری، از مهم‌ترین هدف‌های اقتصادی کشورها بشمار می‌آید با توجه به نقش مهم بهره‌وری در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های آینده، باید مقادیر دقیقی از این شاخص در اختیار داشت. در این مطالعه به منظور اندازه‌گیری دقیق بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی، از روش ARDL برای تخمین تابع تولیدطی دوره زمانی۸۶-۱۳۵۶ استفاده شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید ، نشان دهنده صعودی بودن روند آن تا سال ۱۳۷۰ و از آن بعد روند نزولی ملایمی داشته است. همچنین در این مطالعه به بررسی دو روش ARIMA و رگرسیون فازی در راستای پیش‌بینی بهره‌وری کل عوامل تولید در این بخش پرداخته و با استفاده از معیارهای ارزیابی به کاراتر بودن روش رگرسیون فازی برای پیش‌بینی بهره‌وری دست یافته‌ایم.

کلمات کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی، ARDL، پیش‌بینی،ARIMA ، رگرسیون فازی.

مقدمه

اندازه‌گیری بهره‌وری فراهم آورنده اطلاعاتی است که امکان ارزیابی و قضاوت را پیرامون چگونگی حرکت به سوی هدف، وضع موجود را از نقطه‌ی عزیمت و شرایط قبلی ایجاد می‌کند. از نظر برنامه‌ریزان و مدیران، اندازه‌گیری بهره‌وری می‌تواند اطلاعات سودمندی جهت تسهیل امر تصمیم‌گیری ارائه کند. از طریق محاسبه و تحلیل شاخصهای بهره وری می توان میزان کارایی عملکرد بخشهای مختلف اقتصادی را در استفاده از منابع تولید بررسی کرد . بدین جهت محاسبه و تحلیل بهره وری در بخش کشاورزی یکی از این مسائلی است که پژوهش در مورد آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. شناخت سمت و سوی بهره‌وری در بخش کشاورزی ایران چه از لحاظ داشتن زیرساخت‌های ضعیف اقتصادی و چه از لحاظ رقابت شدید در صحنه‌ی جهانی برای کسب موقعیت اقتصادی بهتر، به ما کمک می‌کند؛ منابع و امکانات تولیدی خود را به سمتی سوق دهیم که بتوانیم سریعتر جایگاه مناسب خود را در مناسبات بین‌المللی به دست آوریم(اکبری ورنجکش،۱۳۸۲،۱۱۸).بدین ترتیب اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل دقیق بهره‌وری ضروری و در سالهای اخیر مورد توجه پژوهشگران مختلف قرار گرفته است. از این میان می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد:

امیرتیموری و خلیلیان(۱۳۸۶)، در مطالعه‌ای به بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران و چشم انداز آن در برنامه چهارم توسعه پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی در دوره مورد بررسی نوسانهای زیادی داشته و میانگین آن برابر ۲/۵ درصد بوده است. تهامی‌پور و شاه‌مرادی(۱۳۸۸)، نرخ رشد بهره وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی برای سالهای برنامه چهارم و برنامه‌های توسعه قبل اندازه‌گیری کرده‌اند و سپس سهم رشد بهره‌وری از رشد ارزش افزوده محاسبه گردیده است. نتایج نشان داده که میانگین سالانه نرخ رشد بهره وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی در طول سالهای ۸۲-۱۳۴۶ عدد ۳/۰۸- درصد می باشد. همچنین در طول دوره مذکور، سهم رشد بهره وری کل عوامل تولید از رشد ارزش افزوده منفی بوده است. پیراسته(۲۰۰۳)، نشان داد که نرخهای رشد سرمایه، نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیر معنیداری در نرخ رشد اقتصادی دارند. همچنین نتایج مربوط به محاسبه نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران نشان داد که در طول زمان شکاف بین مناطق فقیر و غنی افزایش پیدا کرده است. هاماتو(۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای تحت عنوان" کنترل محیطی و بهره‌وری صنایع تولیدی ژاپن" به منظور رشد بهره‌وری کل، از تکنیک تابع تولید استفاده کرد. نتایج نشان داد که رابطه مخارج کنترل آلودگی و مخارج تحقیقات، مثبت و رابطه مخارج کنترل آلودگی و متوسط عمر موجودی سرمایه، منفی است.

همچنان که مطالعات انجام شده نشان می‌دهد در زمینه پیش‌بینی بهره‌وری تا کنون مطالعه‌ای صورت نگرفته است.پس ما در این تحقیق به دنبال برآورد بهره‌وری بخش کشاورزی و پیش بینی آن هستیم. اهدافی که این تحقیق دنبال می‌کند به شرح زیر است:

۱- برآورد تابع تولید در بخش کشاورزی

۲- به دست آوردن مقادیر بهره‌وری عوامل کل با استفاده از شاخص های اندازه‌گیری معرفی شده

۳- بررسی و مقایسه عملکرد روشهای مختلف مدل های رگرسیونی در جهت انتخاب بهترین روش در راستای پیش‌بینی بهره‌وری کل.

مواد و روشها

بهره‌وری کل عوامل تولید، استفاده بهینه از عوامل تولید در تولید محصول یا محصولات را نشان می‌دهد. در این مطالعه نیز با استفاده از متغیرهای مختلف همانند موجودی سرمایه، نیروی کار و انرژی مصرفی در بخش کشاورزی به تخمین تابع تولید بخش کشاورزی پرداخته و مناسبترین تابع تولید منطبق با مبانی نظری به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$VA = \alpha L^{\beta_1} K^{\beta_2} E^{\beta_3} \quad (۱)$$

که پس از تبدیل به فرم لگاریتمی به صورت زیر در خواهد آمد:

$$LnVA = Ln\alpha + \beta_1 LnL + \beta_2 LnK + \beta_3 LnE \quad (۲)$$

که در آن VA ارزش افزوده، L نیروی کار، k موجودی سرمایه و E مصرف انرژی در بخش کشاورزی است.در این تحقیق به تخمین تابع تولید با بهره‌گیری از روش ARDL می‌پردازیم.

روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده(ARDL)

در این تحقیق به منظور تخمین تابع تولید و همچنین بررسی روابط درازمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده(ARDL) استفاده شده است. به علت وجود محدودیتهایی در استفاده از روشهای انگل-گرنجر[1]، یوهانسن-جوسیلیوس[2] و مدل تصحیح خطا[3](ECM)، برخی از مطالعات کوشیدند تا با غلبه بر نواقص روشهای فوق درصدد دستیابی به رهیافت بهتر برای تحلیل روابط درازمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها برآیند که از ان جمله می‌توان به مطالعه پسران و پسران(۱۹۹۷) اشاره کرد. رهیافت ارائه شده توسط این دو محقق، موسوم به روش ARDL است. در استفاده از این رهیافت به یکسان بودن درجه همجمعی متغیرها-که در روش انگل گرنجر ضروری است- نیازی نیست(یوسفی،۱۳۷۹). این روش روابط دراز مدت و کوتاه مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو را به طور همزمان تخمین می‌زند. تخمین‌های بدست آمده نااریب و کارا خواهد بود.

در روش ARDL برای تخمین رابطه درازمدت می‌توان از روش دو مرحله‌ای به نحو زیر استفاده کرد:

در مرحله اول وجود ارتباط درازمدت بین متغیرهای تحت بررسی آزمون می‌گردد. برای این منظور مدل پویای ARDL تخمین زده می‌شود. در این مدل اگر مجموع ضرایب برآورد شده مربوط به وقفه‌های متغیر وابسته

[1] . Engle-Granger test
[2] . Johanson-Joselius test
[3] . error correction model

کوچکتر از یک باشد، الگوی پویا به سمت تعادل دراز مدت گرایش می‌یابد. لذا برای آزمون همگرایی لازم است ازمون فرضیه زیر انجام گیرد:

$$H_0 : \sum_{i=1}^{m} \beta_i - 1 \geq 0 \qquad (۳)$$

$$H_1 : \sum_{i=1}^{m} \beta_i - 1 \leq 0$$

کمیت آماره tمورد نیاز برای انجام آزمون فوق به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{m} \hat{\beta}_i}{\sum_{i=1}^{m} s\hat{\beta}_i} \qquad (۴)$$

با مقایسه کمیت آماره t محاسباتی و کمیت بحرانی در سطح اطمینان مورد نظر، می‌توان به وجود یا نبود رابطه تعادلی درازمدت بین متغیرهای الگو پی برد.

در مرحله دوم، تخمین و تحلیل ضرایب دراز مدت و استنتاج در مورد ارزش آنها صورت می‌گیرد. تعداد وقفه‌های بهینه برای هریک از متغیرهای توضیح دهنده را می‌توان به کمک یکی از معیارهای آکاایک[1](AIC)، شوارتز-بیزین[2](SBC) و حنان-کوئین[3](HQC) تعیین کرد(نوفرستی،۱۳۷۹).

اندازه‌گیری بهره‌وری

برای اندازه‌گیری بهره‌وری از مدل کندریک استفاده شده است. این مدل یکی از مهمترین روشهای مستقیم اندازه‌گیری بهره‌وری است و مبتنی بر میانگین وزنی کار و سرمایه است. کندریک از یک تابع تولید ضمنی برای تخمین تغییرات در بهره‌وری استفاده نمود. شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید او به صورت زیر تعریف می‌شود(تهامی‌پور و شاهمرادی، ۱۳۸۶،۳):

در این تحقیق به منظور محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی علاوه بر نهاده نیروی کار، سرمایه، از نهاده انرژی مصرفی نیز استفاده می‌شود. برای محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بخش

$$TFP = \frac{V_t}{\alpha K_t + \beta L_t} \qquad (۵)$$

کشاورزی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$TFPA = \frac{VA_t}{\alpha K_t + \beta L_t + \gamma E_t} \qquad (۶)$$

[1] . Akaike information criterion
[2] . Schwarts Bayesian criterion
[3] . Hannan-Quinn criterion

که TFPA بهره‌وری کل عوامل تولید، VA_t ارزش افزوده، K_t سرمایه، L_t نیروی کار و E_t انرژی مصرفی در بخش کشاورزی است و α، β و γ ضرایب نهاده‌ها است که همان ضرایب تابع تولید است.

در این تحقیق، با استفاده از داده‌های بهره وری سالهای گذشته به دست آمده از شاخص معرفی شده، از مدلهای ARIMA و رگرسیون فازی امکانی در راستای پیش بینی بهره‌وری استفاده کرده و بعد از مقایسه، بهترین مدل انتخاب و به عنوان روش بهتر و کارآمدتر در راستای پیش‌بینی مقادیر آینده بهره‌وری معرفی می گردد.

ARIMA

مدل خودهمبسته میانگین متحرک[1] برای مدلسازی سری‌زمانی ایستا و مدل ARIMA برای مدلسازی سری‌های زمانی ناایستا کاربرد دارند. از جمله روش‌های تبدیل سری ناایستا به سری‌ایستا استفاده از روش تفاضل گیری ناایستا است. ساختار ریاضی مدل ARIMA(p,d,q) بصورت رابطه زیر است(گجراتی، ۱۳۷۷):

$$
\begin{aligned}
&B(L)(1-L)^d(Y_t-\alpha)=\theta(L)u_t \\
&B(L)=1-\beta_1 L-\beta_2 L^2-\ldots-\beta_P L^P \\
&\theta(L)=1-\theta_1 L-\theta_2 L^2-\ldots-\theta_q L^q \\
&t=1,2,\ldots,k
\end{aligned}
\qquad (۷)
$$

θ پارامترهای مدل میانگین متحرک، p مرتبه مربوط به مدل خودهمبسته، q مرتبه مربوط به مدل میانگین متحرک، d مرتبه مربوط به تفاضل و L عملگر پسرو، $\{Y_t\}$ بیانگر مقادیر مشاهده شده و α میانگین سری‌زمانی است.جمله خطای خالص u_t متغیری تصادفی با توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 فرض شده‌است. در حالت کلی مراحل مدلسازی در سری‌های زمانی براساس روند تکراری باکس و جنکینز شامل چهار مرحله شناسایی آزمایشی ساختار مدل، تخمین پارامترهای مجهول مدل، تشخیص دقت برازش مدل و پیش‌بینی با مدل انتخابی می‌باشد(باکس و جنکینز، ۱۹۷۶). معیار مورد استفاده در این تحقیق تست معیار آکائیک(AIC) است.

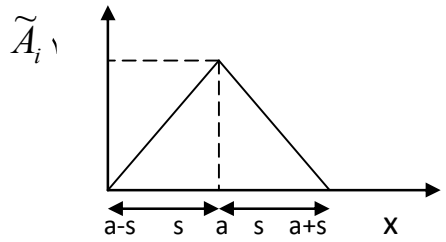
رگرسیون فازی

رگرسیون فازی نخستین بار توسط تاناکا و همکاران معرفی شد. آنها مدل رگرسیون خطی با ضرایب فازی را مورد توجه قرار دادند. هدف اصلی در مدل رگرسیون پیدا کردن مدل ریاضی مناسب و تعیین ضرایب مدل با هدف بهترین برازش نتایج مدل رگرسیون با مقادیر مشاهداتی می‌باشد. یکی ازروشهای رگرسیون فازی، روشهای معروف به رگرسیون امکانی است ضرایب مدل رگرسیون فازی در نظر گرفته شده‌است. صورت کلی مدل رگرسیون خطی با ضرایب فازی به صورت زیر است که در آن $\tilde{Y}$ متغیر وابسته فازی یا اصطلاحاً خروجی فازی می‌باشد.

[1] . Auto regressive moving average(ARMA)

$$\widetilde{Y} = \widetilde{A}_0 + \widetilde{A}_1 x_1 + \ldots + \widetilde{A}_n x_n \qquad (۸)$$

هدف این است که بر اساس یک مجموعه از داده‌های مشاهداتی ضرایب فازی معادله بگونه‌ای بدست آورده می‌شود که معادله مزبور بهترین برازش بر روی مقادیر مشاهداتی را داشته باشد. ضرایب فازی با در نظر گرفتن توابع مثلثی متقارن به صورت $\widetilde{A}_i = (a_i, s_i)_T \quad i = 0,1,2,\ldots,n$ تعریف می‌شود که ضرایب همراه به ترتیب مرکز و پهنای تابع عضویت را نشان می‌دهد. تابع عضویت عدد فازی متقارن به صورت زیر است (طاهری و ماشین‌چی، ۱۳۸۷):



$$\widetilde{A}(x) = \begin{cases} 1 - \dfrac{a-x}{s} & a - s \le x \le a \\ 1 - \dfrac{x-a}{s} & a < x \le a + s \end{cases} \qquad (۹)$$

شکل۱- تابع عضویت مثلثی متقارن ضرایب فازی

اگر اعداد فازی متقارن و x_iها اعداد حقیقی باشند آنگاه $\widetilde{Y}$ یک عدد فازی مثلثی متقارن بصورت $\widetilde{Y} = (f^c(\underline{x}), f^s(\underline{x}))_T$ خواهد بود که در آن:

$$\begin{cases} f^c(\underline{x}) = a_0 + a_1 x_1 + \ldots + a_n x_n \\ f^s(\underline{x}) = s_0 + s_1 |x_1| + \ldots + s_n |x_n| \end{cases} \qquad (۱۰)$$

به بیان دیگر

$$\mu(x) = \widetilde{Y}(y) = \begin{cases} 1 - \dfrac{f^c(\underline{x}) - y}{f^s(\underline{x})} & f^c(\underline{x}) - f^s(\underline{x}) \le y \le f^c(\underline{x}) \\ 1 - \dfrac{y - f^c(\underline{x})}{f^s(\underline{x})} & f^c(\underline{x}) < y \le f^c(\underline{x}) + f^s(\underline{x}) \end{cases} \qquad (۱۱)$$

برای اینکه بتوانیم بر پایه مجموعه‌ای از مشاهدات پارامترهای مدل رگرسیون فازی یعنی ضرایب فازی مدل را برآورد کنیم باید ملاک‌ها و معیارهایی در نظر بگیریم. نخست اینکه مقدار عضویت هر y_i در $\widetilde{Y}_j$(خروجی مدل به ازای $\underline{x}_j$)عدد بزرگی باشد. به عبارت دیگر خروجی فازی $\widetilde{Y}$ برای تمامی مقادیر $\widetilde{Y}_j$ (j=1,2,…,m) دارای درجه عضویتی دست‌کم به بزرگی h باشد یعنی $0 \le h \le 1$ $\widetilde{Y}_j(y_i) \ge h$. دوم اینکه ابهام(که برابر با

مجموع گسترشهای تکی و مربوط به هریک از پارامترهای فازی مدل است.) در پیش‌بینی براساس مدل حداقل باشد. یعنی ضرایب فازی $\widetilde{A}_i$ به گونه‌ای باشد که ابهام خروجی فازی مینیمم گردد. هرچه پهنای یک عدد فازی بیشتر باشد ابهام آن نیز بیشتر است. برای رسیدن به هدف فوق مجموع پهناهای خروجی‌های فازی $\widetilde{Y}_j$ مربوط به کلیه مجموعه داده‌ها را حداقل می‌کنیم. با توجه به رابطه‌های بالا به یک برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر دست پیدا می‌کنیم (آزاده، ۲۰۰۹، ۵۵۶۸) و (خاشعی و همکاران، ۲۰۰۸، ۷۷۳).

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = \sum_{j=1}^{m} 2\left[s_0 + \sum_{i=1}^{n} s_i \left| x_{ji} \right| \right] \\ s.t \quad & 1 - \frac{f^c(\underline{x}) - y}{f^s(\underline{x})} \geq h \Rightarrow (1-h) f^s(\underline{x}_j) - f^c(\underline{x}_j) \geq -y_j \\ & 1 - \frac{y - f^c(\underline{x})}{f^s(\underline{x})} \geq h \Rightarrow (1-h) f^s(\underline{x}_j) + f^c(\underline{x}_j) \geq y_j \\ & j = 1,2,\ldots,m \qquad s_i > 0 \end{aligned} \tag{۱۲}$$

که در آن x_{ji} بیانگر مشاهده jام برای متغیر iام است. برای هر مشاهده دو محدودیت وجود دارد. با استفاده از روشهای برنامه‌ریزی خطی تابع هدف z را با توجه به ۲m محدودیت تولید شده حداقل می‌کنیم. با حل مدل برنامه‌ریزی خطی فوق، ضرایب رگرسیون فازی بدست می‌آید. با قراردادن مقادیر بدست‌آمده برای ضرایب در معادله رگرسیون، مقدار متغیر خروجی به صورت فازی تعیین می‌شود. روش‌های مختلفی جهت غیرفازی سازی متغیر فازی و تبدیل آن به حالت قطعی وجود دارد که می‌توان به روش میانه حداکثر، روش مرکز مجموع‌ها و روش مرکز سطح اشاره کرد. در این مطالعه از روش مرکز سطح برای تبدیل یک عدد فازی به یک عدد کلاسیک بکار برده شده که به صورت رابطه زیر بیان می‌شود که A یک عدد کلاسیک است.

$$A = \frac{\int \mu(x).x.dx}{\int \mu(x).dx} \tag{۱۳}$$

به منظور ارزیابی کارایی حاصل از روشهای معرفی شده ، می‌توان از معیارهای مربوطه استفاده کرد. در این تحقیق از معیارهای خطای ریشه متوسط مربعات(RMSE) و ضریب تعیین(R^2)جهت این امر استفاده شده‌است. این آماره‌ها با روابط زیر محاسبه می‌شود:

$$R^2 = \left[\frac{\sum_{K=1}^{N} (X_K - \bar{X})(Y_K - \bar{Y})}{\sum_{K=1}^{N} (X_K - \bar{X})^2 \sum_{K=1}^{N} (Y_K - \bar{Y})^2} \right]^2 \tag{۱۴}$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{k=1}^{N} (X_K - Y_K)^2 / N} \tag{۱۵}$$

مدلی که دارای کمترین مقدارRMSE باشد مدل برتری نسبت به دیگر مدل‌هاست. همچنین مدلی که دارای بیشترین مقدار برای آماره R^2 باشد برتر از دیگر مدل‌هاست.

بحث و نتیجه

داده‌های مورد نیاز در این مطالعه در طی سالهای ۱۳۵۶-۱۳۸۶(به قیمت سال پایه ۱۳۷۶)، از سالنامه های کشور ایران ، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران وترازنامه انرژی وزارت نیرو دریافت شده است. در این مقاله از داده های سالانه طی دوره ۱۳۵۶-۱۳۸۱ برای تخمین مدلها و از داده های ۱۳۸۲-۱۳۸۶برای ارزیابی مدل های مورد نظر استفاده شده است.

در ابتدا پایایی متغیرها با آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته بررسی شد. نتایج نشان داد که متغیر LnE ایستا و متغیرهای LnVA و LnL و LnK با یک بار تفاضل گیری ایستا می‌شوند. بدین ترتیب امکان استفاده از روش ARDLفراهم خواهد بود. با استفاده از این تحلیل می‌توان روابط کوتاه‌مدت و دراز مدت بین متغیرهای مدل را همزمان بررسی کرد. نتایج حاصل از برآورد مدل پویای ARDL از طریق ضابطه شوارتز- بیزین تعیین شده است. فرضیه صفر عدم وجود رابطه بلندمدت با استفاده از آزمون F مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه F محاسباتی بیش از F پیشنهادی پسران و پسران می‌باشد، لذا یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل برقرار است. نتایج حاصل از برآورد رابطه بلند مدت به صورت زیر برآورد شده است:

$$Ln\ VA = ۲/۵۹۰٤ + ۱/۱۲۲۷\ Ln\ L + ۰/۳۰۲۰۵ Ln\ K + ۰/۷٦۰٦۸ Ln\ E \qquad (۱۶)$$

کششهای جزئی تولید برای نهاده‌های نیروی کار ، سرمایه و انرژی همان ضرایب متغیرها درتابع تولید بدست آمده است. با توجه به این که کششهای نهاده‌ها در طول تولید و در سالهای مختلف در تابع کاب-داگلاس ثابت است؛ می‌توان این گونه تفسیر کرد که به طور مثال با ۱٪ افزایش در انرژی مصرفی بخش کشاورزی، ارزش افزوده به میزان ۰/۷ ٪ افزایش می‌یابد. وجود همگرایی بین مجموعه‌ای از متغیرهای اقتصادی مبنای استفاده از مدلهای تصحیح خطا را فراهم می‌کند. الگوی تصحیح خطا در واقع نوسانهای کوتاه‌مدت متغیرها را به مقادیر بلندمدت آنها ارتباط می‌دهد. به منظور بررسی روابط کوتاه‌مدت بین ارزش افزوده و سایر متغیرهای مورد مطالعه از مدل تصحیح خطا استفاده گردید. نتایج نشان داد که ضریب جمله تصحیح خطا معنیدار و علامت آن مورد انتظار(منفی) است. مقدار این ضریب نشان می‌دهد که حدود ۴۹درصد انحرافات متغیر ارزش افزوده از مقدار تعادلی درازمدت پس از گذشت دو دوره تعدیل می‌شود. بعبارت دیگر برای تعدیل کامل نتایج حاصل از یک سیاست، ۲ سال زمان لازم خواهد بود. لذا می‌توان به تأثیرگذاری سیاستها در کوتاه مدت امیدوار بود.

برای بررسی پایداری ضرایب برآورد شده مدل بدست آمده، آزمون CUSUM[1] و CUSUMSQ[2] بکار برده شده است. نتایج این آزمون نشان می‌دهد که ضرایب مدل در فاصله اصمینان ۹۵٪ پایدار است.

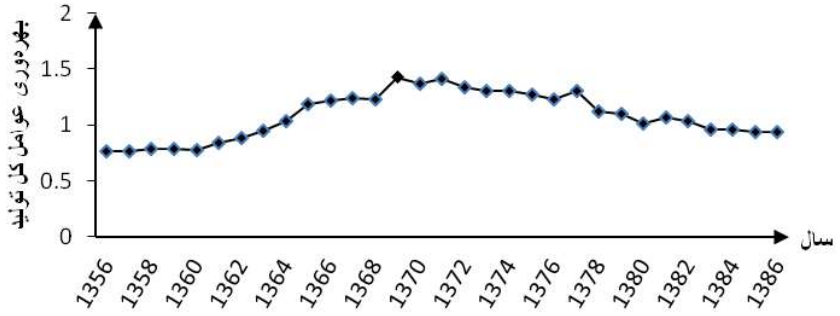
.

[1] . Cumulative Sum.

[2] . Cumulative Sum of Square.

سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی

حال با بکارگیری تابع تولید تخمین زده شده به محاسبه سطوح اولیه بهره‌وری در بخش کشاورزی با استفاده از شاخص ۵ پرداخته شده است. نتایج حاصل از محاسبه سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی در شکل(۲) ارائه شده است. مقایسه سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید نشان می‌دهد که برای دوره ۱۳۵۶–۱۳۶۸ با اینکه دوران جنگ و انقلاب در ایران بوده است، اما بخش کشاورزی تحت تاثیر این دو عامل عمده قرار نگرفته است و بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی از روند صعودی برخوردار بوده‌است. این روند افزایشی تا سال ۱۳۷۱ ادامه داشته است. اما از سال ۱۳۷۲ به بعد سیر نزولی داشته و این روند تا سال ۱۳۸۶ ادامه داشته است.



شکل۲–سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی

در این بخش به بررسی و مقایسه دو روش ARIMA و رگرسیون فازی پرداخته‌ایم. برای مدل سازی، داده‌های سال ۱۳۵۶ تا ۱۳۸۱ را بکار گرفته و برای آزمون و مقایسه این دو روش از داده‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ استفاده گردیده است. حال نتایج حاصل از این دو روش به صورت زیر است.

مدل میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته

در ابتدا با توجه به روند نمودار بهره‌وری کل عوامل تولید، به بررسی وجود شکست ساختاری در سال ۱۳۷۰ پرداخته‌ایم. برای این کار از آزمون چاو استفاده نمودیم. نتیجه حاصل از این آزمون، وجود شکست در سال ۱۳۷۰ را تائید می نماید. در گام بعدی، مانایی سری زمانی توسط آزمون ریشه واحد پرون به هنگام وجود شکست ساختاری بررسی شد. نتایج آزمون ریشه حاکی از آن است که متغیر مورد استفاده در سطح مانا نمی‌باشد؛ اما با یک بار تفاضل گیری مانا گردید((I(1)). پس از تعیین مرتبه مانایی(d)، با بهره‌گیری از روش پیشنهادی توسط پسران و پسران[1](۱۹۹۴) و با معیار آماره آکائیک ، تعداد جملات خودرگرسیو(P) و تعداد جملات میانگین متحرک(q) محاسبه شده‌اند. کمترین مقدار آماره آکائیک برابر ۲/۲۵– می‌باشد که مربوط به فرآیندی با تعداد جملات خود رگرسیو برابر ۱ و میانگین متحرک برابر با ۱ می‌باشد. برای اطمینان از صحت تشخیص صحیح درجات خودرگرسیو و میانگین متحرک مدل از توابع خود همبستگی(ACF) و خود همبستگی جزئی(PACF)

[1]. Pesaran, H. M. & B. Pesaran .

نیز استفاده گردید که صحت تشخیص فوق را تأیید کردند. مدل برازش شده ARIMA(1,1,1) در زیر مطرح شده‌است:

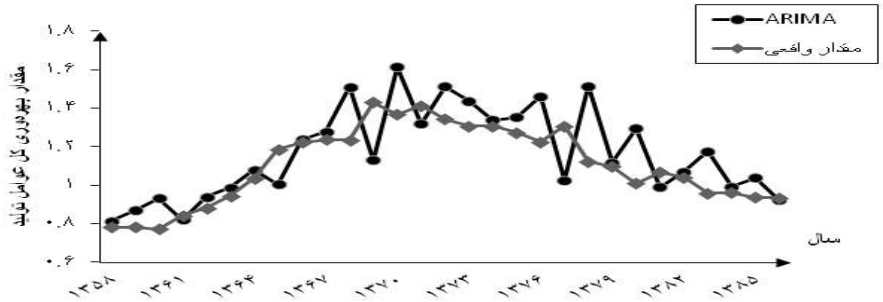
جدول۱- نتایج حاصل از برآورد فرآیند ARIMA(1,1,1) دوره ۸۱-۱۳۵۶

	متغیر	ضریب	انحراف معیار
C	عرض از مبدا	0.062579	0.007435
AR(1)	تفاضل مرتبه اول متغیربا یک وقفه	0.220386	0.245950*
MA(1)	جمله اخلال با یک وقفه	-0.932061	0.137977***
DT	متغیر مجازی روند	-0.003843	0.002754*
DU	متغیر مجازی شکست ۱۳۷۰	-0.066069	0.022307***
	Serial correlation (χ^2)=۰,۹۸۵۷[۰,۳۹۲]		F=۶,۴۸۸ [۰,۰۰]
	Heteroscedasticity (χ^2)=۰,۸۴۹۷[۰,۴۸۳]		R^2=۰,۵۷

***,* نمایانگر معنی‌دار بودن در سطح ۱و۱۵ درصد می‌باشد.

ماخذ:یافته‌های تحقیق

DT یک متغیر مجازی روند و DU یک متغیر مجازی که برای سالهای بعد از ۱۳۷۰ مقدار ۱ و برای سایر سالها صفر است. شکل (۳) مقادیر واقعی و مقادیر برازش شده مدل میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته را نشان می‌دهد.



شکل ۳- مقدار واقعی و مقدار برازش شده مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته

رگرسیون فازی

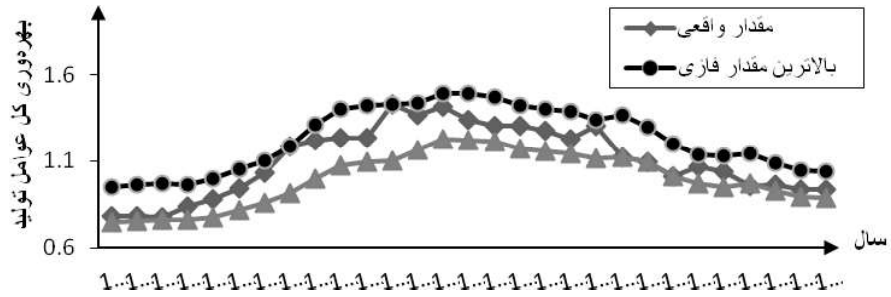
با توجه به مدل بدست آمده در روش ARIMA مدل رگرسیون فازی را بصورت زیر در نظر گرفته‌ایم.

$$\widetilde{TFP}_t = \widetilde{A}_0 + \widetilde{A}_1 TFP_{t-1} + \widetilde{A}_2 TFP_{t-2} \qquad (۱۷)$$

با استفاده از نرم‌افزار WinQSB برنامه به دست آمده را حل نموده و پارامترهای s_i و a_i به دست آمدند که معادله رگرسیون فازی زیر در نهایت حاصل شد.

$$\widetilde{TFP}_t = (۰,۱۷۳۰۰ و ۰) + (۰,۴۴۳۵ و ۰,۱۱۷۵) TFP_{t-1} + (۰,۴۴۳۵ و ۰,۰۱۵۲)\ TFP_{t-2} \qquad (۱۸)$$

همانطور که در شکل (۴) نشان داده شده است، مقادیر واقعی در فواصل فازی قرار گرفته است.



شکل۴- مقادیر واقعی و حد بالا و پایین مقادیر بدست آمده از رگرسیون فازی

با استفاده از مدل‌های ارائه شده، مقادیر سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی طی دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ پیش‌بینی شده‌است.

جدول۲- مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده بهره‌وری کل عوامل تولید کشاورزی

سال	*مقادیر واقعی*	*ARIMA*	*حد بالای رگرسیون فازی*	*حد پایین رگرسیون فازی*
۱۳۸۲	1.0395	1.0691	1.1322	0.9510
۱۳۸۳	0.9582	1.1751	1.1436	0.9669
۱۳۸۴	0.9597	0.9907	1.0858	0.9290
۱۳۸۵	0.9355	1.0366	1.0494	0.8947
1386	0.9326	0.9224	1.0365	0.8875

منبع: یافته‌های تحقیق

حال با استفاده از مقادیر بیان شده در جدول (۲) و دو آماره جذر میانگین مربعات خطا RMSE و ضریب تعیین R^2 به بررسی روشهای مختلف می پردازیم. برای استفاده از این معیارها، رابطه ۱۳ برای تبدیل یک عدد فازی به یک عدد کلاسیک، بکار برده شده است. جدول (۳) مقادیر مربوط به این دو آماره برای مدلهای مطرح شده را نشان می‌دهد.

جدول۳- مقایسه روش‌های ARIMA، رگرسیون فازی

معیار ها	رگرسیون فازی	ARIMA
RMSE	**۰,۰٤۸۱**	**۰,۱۰۸۸**
R^2	**۰,٤۷۷۷**	**۰,۱۰٤۸**

برای انتخاب بهترین روش از دو آماره ضریب تعیین و جذر میانگین مربعات خطا استفاده شده است. مقایسه مقادیر جدول (۳) نشان می‌دهد که مدل رگرسیون دارای کمترین مقدار برای آمارهRMSE می‌باشد. همچنین مقدار R^2 در این روش نسبت به دیگر روشها بیشتر است. بنابراین بهترین روش برای پیش‌بینی بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی، روش رگرسیون فازی می‌باشد.

نتیجه گیری

این تحقیق در ابتدا در راستای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی، تخمین تابع تولید با استفاده از روش ARDL انجام گرفته‌است. سپس با بکارگیری شاخص معرفی شده به تعیین بهره وری کل پرداخته شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید ، نشان دهنده صعودی بودن روند آن تا سال۱۳۶۹ است. اما از سال ۱۳۷۰ به بعد روند نزولی داشته و این روند تا سال ۱۳۸۶ ادامه داشته است. شاید این امر به این خاطر اتفاق افتاده است که در این سالها دولت بدنبال پایین نگه داشتن قیمت محصولات کشاورزی بوده است و این امر باعث شده است که ارزش افزوده بخش کشاورزی پایین‌تر نشان داده شود و همچنین باعث کاهش بهره‌وری سرمایه در این بخش نیز باشد. همچنین این تحقیق به منظور مقایسه عملکرد مدل ARIMA و رگرسیون فازی برای پیش‌بینی سطوح بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی انجام گرفته‌است. نتایج حاصله بیانگر آن است که مدل رگرسیون فازی توانایی انجام یک پیش‌بینی مناسب را داشته و در نتیجه می‌توان از مدل این به عنوان ابزاری دقیق‌تر برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی در کنار دیگر روشها بهره جست. مدل پیشنهادی، برای تصمیم‌گیرندگان بهترین و بدترین حالت ممکن را نیز فراهم می‌سازد و با فازی در نظر گرفتن خروجیها اولاً از فروض مربوط به جمله خطا رهایی می‌یابد. ثانیاً به داده‌های کمتری نیاز داشته و مدل مناسبی به منظور پیش‌بینی در شرایط داده‌های قابل حصول کم از لحاظ کمی و کیفی خواهد بود.

منابع

۱- اکبری، نعمت‌الله و مهدی رنجکش(۱۳۸۲)، بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران طی دوره ۷۵-۱۳۴۵ ، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه،شماره ۴۳، ص ۱۱۷-۱۴۲.

۲- امامی میبدی، علی(۱۳۷۹)، اصول اندازه‌گیری کارآیی و بهره‌وری، مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.

۳- امیرتیموری، سمیه و صادق خلیلیان (۱۳۸۶)، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران و چشم‌انداز آن در برنامه چهارم توسعه، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۵۹، ص ۳۷-۵۲.

۴- تهامی‌پور، مرتضی و منوچهر شاهمرادی(۱۳۸۸)، اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی و بررسی سهم آن از رشد ارزش افزوده بخش، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی.

۵- گجراتی،دامور (۱۳۷۷)، مبانی اقتصادسنجی، موسسه انتشارات و چاپ تهران، ویرایش دوم، دانشگاه تهران.

6- Azadeh A. , Khakestani M., and Saberi M., ۲۰۰۹. A flexible fuzzy regression algorithm for forecasting oil consumption estimation, Energy Policy ۳۷: ۵۵۶۷–۵۵۷۹.

7- Box P, and Jenkins G.M. ۱۹۷۶. Time Series Analysis , Forecasting and control, Holden-day Inc, San Francisco, CA.
8- Hamamoto, M. 2006. Environmental regulation and the productivity of Japanese manufacturing industries. Journal of Resource and Energy Economics. 604: 14-25.
9- Khashei M., Hejazi S. R. and Bijari M., ۲۰۰۸. A new hybrid artificial neural networks and fuzzy regression model for time series forecasting. Fuzzy Sets and Systems ۱۵۹ : ۷۶۹ – ۷۸۶.
10- Pirasteh, h. 2003. The contribution of agriculture to econpmic and productivity growth of Iranian economy. Journal Iraian Economic Review, University of Tehran, Faculty of Economic,8: 45-72.