

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع کارخانه‌ای ایران*

سمیه اعظمی^۱، ساجده جلیلیان^۲ و مریم احمدی^۳
تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۷

چکیده

در این مقاله مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس ۱۹ صنعت کارخانه‌ای ایران در کد دو رقمی ISIC به طور همزمان در طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۴ مطابق با دو رهیافت پسماند سولو و ساختاری برآورد می‌شود. بر اساس رهیافت پسماند سولو فرض نئوکلاسیکی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در ۹۵ درصد صنایع کارخانه‌ای تأیید می‌شود ضمن اینکه در ۸۴ درصد صنایع کارخانه‌ای قیمت به طور معنی داری بیش از هزینه نهایی است. بر اساس رهیافت ساختاری ۵۳ درصد صنایع کارخانه‌ای ایران به طور معنی داری بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس را تجربه می‌کنند ضمن اینکه در ۷۹ درصد صنایع قیمت بیش از هزینه نهایی است. مطابق با معیار سهم هزینه نهاده‌ها در درآمد به عنوان معیار تئوریک نسبت

* این مقاله برگرفته از پایان نامه های کارشناسی ارشد ساجده جلیلیان و مریم احمدی به راهنمایی دکتر سمیه اعظمی در دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه رازی است.

sazami_econ@yahoo.com

Sajedejalilian1368@gmail.com

ahmadi.1988m@gmail.com

۱. استادیار، دانشگاه رازی، دانشکده علوم اجتماعی و تربیتی، گروه اقتصاد(نویسنده مسئول)

۲. کارشناس ارشد، دانشگاه رازی، دانشکده علوم اجتماعی و تربیتی، گروه اقتصاد

۳. کارشناس ارشد، دانشگاه رازی، دانشکده علوم اجتماعی و تربیتی، گروه اقتصاد

بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ، رهیافت ساختاری این نسبت را در ۵۳ درصد موارد نزدیکتر به واقعیت برآورد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: رهیافت پسماند سولو، رهیافت ساختاری، صنایع کارخانه‌ای، مارک آپ، بازدهی نسبت به مقیاس.

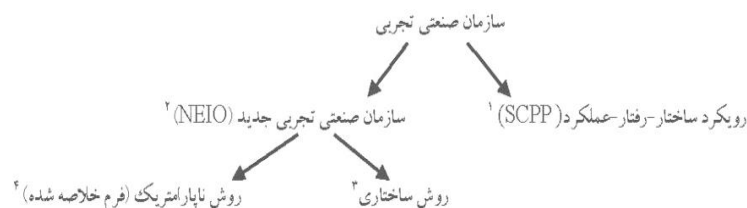
طبقه‌بندی JEL: D₂₄: L₀₀: L₁₁: L₁₃: L₆₀

۱. مقدمه

مارک - آپ^۱ و بازدهی نسبت به مقیاس^۲ به عنوان دو پارامتر مهم و تأثیرگذار در

سودآوری صنایع همواره مورد توجه اقتصاددانان صنعتی بوده است ($\frac{P-AC}{P} = 1 - \frac{MC}{P}$).

بازدهی نسبت به مقیاس و یا عکس کشش هزینه‌ای تولید به این مفهوم است که هر یک درصد افزایش در مخارج منجر به چند درصد افزایش در تولید می‌شود. مارک - آپ و یا نسبت قیمت به هزینه نهایی از معیارهای مهم سنجش قدرت بازاری در صنایع است. عمده نتایج مهم تئوری تولید نوکلاسیکی تحت فروض برابری قیمت با هزینه نهایی و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس استخراج شده‌اند. بهر حال، با فاصله گرفتن از فروض استاندارد، اعتبار نتایج نوکلاسیکی مورد تردید است. اساساً چگونه می‌توان دو فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و مارک - آپ برابر یک را مورد آزمون قرار داد؟ در میان اولین مقالاتی که فروض استاندارد نوکلاسیکی را به چالش کشید می‌توان به مقاله مشهور هال (۱۹۸۸)^۳ اشاره نمود. با مقالات هال (۱۹۹۰ و ۱۹۸۸)، ادبیات جدید و گسترده‌ای به تشخیص تجربی قدرت بازاری و وجود بازدهی غیر ثابت نسبت به مقیاس اختصاص یافت. مدل هال یک مدل فرم خلاصه شده است که مبتنی بر پسماند سولو و استخراج شده از تابع تولید در ساختار رقابت ناقص و تابع هزینه است.



نمودار ۱. تقسیم‌بندی مدل‌های سازمان صنعتی تجربی (چچ و ور، ۲۰۰۰)

1. Mark-up
2. Returns-to-Scale (RTS)
3. Hall
4. Church and Ware

دیگر مدل که به بررسی وجود قدرت بازاری در صنایع می پردازد مدل ساختاری است. مطابق با نمودار (۱) رهیافت ساختاری و ناپارامتریک دو رهیافت در زیر مجموعه سازمان صنعتی تجربی جدید است. رویکرد ساختار-رفتار-عملکرد و سازمان صنعتی تجربی جدید هر کدام به نوعی در صدد پاسخگویی به این سوال بودند آیا در صنایع و بازارها قدرت بازاری وجود دارد. سازمان صنعتی تجربی جدید در حقیقت جوابی به انتقادهای وارده به رویکرد ساختار-رفتار-عملکرد بود. در این مقاله با استفاده از دو رهیافت ناپارامتریک و ساختاری به طور همزمان مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس را برای ۱۹ صنعت کارخانه ای ایران در طول دوره ۸۶-۱۳۷۴ برآورد می کنیم. در رهیافت ناپارامتریک از روش پسماند سولو^۱ استفاده می شود. در رهیافت پسماند سولو مطابق با مدل کی^۲ (۲۰۰۲) معادلات پسماند اولیه و دوگانه سولو همزمان با توجه به داده های پانل و روش سیستم معادلات به ظاهر نامرتبط (SURE)^۳ برآورد می شود. در رهیافت ساختاری مطابق با مدل لویز و همکاران^۴ (۲۰۰۲) معادلات تقاضای محصول، قیمت (عرضه) و تقاضای نهاده در قالب یک سیستم معادلات همزمان، با توجه به داده های پانل و روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)^۵ غیرخطی برآورد می شود. سه ویژگی برجسته این تحقیق در مقایسه با مطالعات انجام شده در ایران در زمینه برآورد مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس تخمین همزمان این دو پارامتر و محاسبه خطای معیار و بنابراین معنی داری آماری این دو پارامتر است. همینطور بر اساس محاسبه سهم عوامل از درآمد دو روش پسماند سولو و ساختاری مقایسه می شوند. به لحاظ تئوریک یک منهای نسبت بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ میزان سودآوری را سنجش می کند و این نسبت بیانگر سهم عوامل از درآمد است. این مقاله به ترتیب زیر سازمان دهی می شود. بخش دوم به مبانی نظری این دو رهیافت و بخش سوم به پیشینه تحقیق اختصاص دارد. مدل تحقیق و روش برآورد در

-
1. Solow Residual Approach
 2. Kee
 3. Seemingly Unrelated Regression Equations
 4. Lopez et al.
 5. Generalized Method of Moments

بخش چهارم و داده‌ها و نتایج در بخش پنجم مطرح می‌شود. بخش ششم به بیان نتیجه‌گیری می‌پردازد.

۲. مبانی نظری

۲-۱- رهیافت پسماند سولو

در این قسمت به منظور تخمین همزمان مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس از مدل کی (۲۰۰۲) استفاده می‌شود. مزیت این مدل در مقایسه با سایر مدل‌های مطرح در رهیافت پسماند سولو این است که کی (۲۰۰۲) اختلاف بین نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل (TFP) اولیه^۱ و دوگانه^۲ را با نظر گرفتن بازدهی غیر ثابت و رقابت ناقص بدست می‌آورد. این مدل مانند سایر مدل‌ها در رهیافت پسماند سولو از تابع تولید و هزینه استفاده می‌کند. از تابع تولید در تصریح پسماند اولیه سولو و از تابع هزینه در تصریح پسماند دوگانه سولو استفاده می‌شود. با در نظر گرفتن تابع تولیدی $Q_t = A(t)F(K_t, L_t)$ و لگاریتم و سپس دیفرانسیل گرفتن از آن نسبت به زمان داریم:

$$\frac{\Delta Q_t}{Q_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \alpha_L \frac{\Delta L_t}{L_t} + \alpha_K \frac{\Delta K_t}{K_t} \quad (1)$$

α_K, α_L کشش تولید نسبت به نهاده K_t, L_t است. فرض می‌شود که تابع تولید F همگن از درجه S است. اندازه S بازدهی نسبت به مقیاس را سنجش می‌کند. با استفاده از قضیه اوایلر برای توابع همگن ($\alpha_L + \alpha_K = S$)، تعریف مارک آپ به صورت قیمت به هزینه نهایی ($\mu = \frac{P_t}{MC_t}$) و در نظر گرفتن $\alpha_L = \mu\theta_L$ به عنوان یکی از شروط بهینه‌یابی داریم:

$$\frac{\Delta(Q_t / K_t)}{Q_t / K_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \mu\theta_L \frac{\Delta(L_t / K_t)}{L_t / K_t} + (S - 1) \frac{\Delta K_t}{K_t} \quad (2)$$

1. Primal Total Factor Productivity
2. Dual Total Factor Productivity

که θ_L سهم نیروی کار در درآمد است. رابطه (۲) معادل رابطه معروف سولو $\frac{\Delta(Q_t/K_t)}{Q_t/K_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \theta_L \frac{\Delta(L_t/K_t)}{L_t/K_t}$ اما با نظر گرفتن بازدهی غیر ثابت و رقابت ناقص است. برای رسیدن به یک رابطه دو گانه، تابع هزینه عمومی به شکل $C(w_t, r_t, F(L_t, K_t))$ را در نظر گرفته می‌شود:

$$C(w_t, r_t, F(L_t, K_t)) = w_t L_t + r_t K_t \quad (۳)$$

آشکار است که هزینه نسبت به K_t و L_t همگن از درجه یک است. چون تابع تولید $F(K_t, L_t)$ همگن از درجه S است، تابع هزینه C همگن از درجه $\frac{1}{S}$ نسبت به $F(K_t, L_t)$ است. با توجه به همگنی C تابع هزینه ساده‌تر می‌شود:

$$\begin{aligned} C(w_t, r_t, F(L_t, K_t)) &= (F(L_t, K_t))^{\frac{1}{S}} G(w_t, r_t) \\ &= \left(\frac{Q_t}{A_t}\right)^{\frac{1}{S}} G(w_t, r_t) \end{aligned} \quad (۴)$$

مشتق رابطه (۴) نسبت به Q تابع هزینه نهایی (MC_t) را بدست می‌دهد. با لگاریتم‌گیری از تابع هزینه نهایی و سپس مشتق‌گیری از آن می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta MC_t}{MC_t} &= \left(\frac{1}{S} - 1\right) \frac{\Delta Y_t}{Y_t} - \frac{1}{S} \frac{\Delta A_t}{A_t} + \frac{w_t}{G_t} \cdot \frac{\partial G}{\partial w_t} \frac{\Delta w_t}{w_t} + \frac{r_t}{G_t} \cdot \frac{\partial G}{\partial r_t} \frac{\Delta r_t}{r_t} \\ &= \left(\frac{1}{S} - 1\right) \frac{Y_t^\circ}{Y_t} - \frac{1}{S} \frac{A_t^\circ}{A_t} + \frac{w_t L_t}{C_t} \cdot \frac{w_t^\circ}{w_t} + \frac{r_t K_t}{C_t} \cdot \frac{r_t^\circ}{r_t} \end{aligned} \quad (۵)$$

که $\frac{\partial G_t}{\partial w_t} \cdot \frac{w_t}{G_t} = \frac{w_t L_t}{G_t} \left(\frac{A_t}{Y_t}\right)^{\frac{1}{S}} = \frac{w_t L_t}{C_t}$ از تعریف $G(w_t, r_t)$ استخراج شده است. با استفاده از تابع هزینه نهایی و رابطه (۵) داریم:

$$\frac{\Delta\left(\frac{MC_t}{r_t}\right)}{\left(\frac{MC_t}{r_t}\right)} = \left(\frac{1}{S} - 1\right) \frac{\Delta Y_t}{Y_t} - \frac{1}{S} \frac{\Delta A_t}{A_t} + \frac{w_t L_t}{C_t} \frac{\Delta\left(\frac{w_t}{r_t}\right)}{\frac{w_t}{r_t}} \quad (۶)$$

با استفاده از تعریف $C_{Lt} = \frac{w_t L_t}{C_t}$ به عنوان سهم پرداختی نهاد L در کل هزینه، فرض ثابت بودن ضریب مارک آپ μ در طول زمان ($\frac{\Delta P_t}{P_t} = \frac{\Delta MC_t}{MC_t}$) و ضرب کردن هر دو طرف رابطه (۶) در $-S$ و مرتب کردن داریم:

$$\frac{\Delta(\frac{r_t}{P_t})}{(\frac{r_t}{P_t})} = \frac{\Delta A_t}{A_t} - SC_{Lt} \frac{\Delta(\frac{w_t}{r_t})}{(\frac{w_t}{r_t})} + (S-1) \frac{\Delta(\frac{P_t Q_t}{r_t})}{(\frac{P_t Q_t}{r_t})} \quad (۷)$$

با استفاده از رابطه $SC_L = \mu \theta_L$ به عنوان یکی از شروط بهینه‌یابی می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta(\frac{r_t}{P_t})}{(\frac{r_t}{P_t})} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \mu \theta_{Lt} \frac{\Delta(\frac{r_t}{w_t})}{(\frac{r_t}{w_t})} + (S-1) \frac{\Delta(\frac{P_t Q_t}{r_t})}{(\frac{P_t Q_t}{r_t})} \quad (۸)$$

رابطه (۲) معادله اولیه و رابطه (۸) معادله دوگانه سولو را نتیجه می‌دهد. با در نظر گرفتن همزمان روابط (۲) و (۸) و برابری ضرایب دو بدو معادلات، مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس برآورد می‌شود.

۲-۲. رهیافت ساختاری

رهیافت ساختاری با ماکزیمم کردن سود بنگاه و استخراج معادله عرضه شروع می‌شود. در این بخش از مدل لوپز و همکاران (۲۰۰۲) استفاده می‌شود. صنعتی با N بنگاه در نظر گرفته می‌شود که محصولات همگن Q را با استفاده از نهاد $X_r = (1, \dots, k)$ تولید می‌کند. تابع تقاضا برای محصول $Q = f(P, Z)$ است. Z بردار عوامل جابجا کننده تقاضا و P قیمت محصول است. سود بنگاه نمونه j را به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\pi_j = P q_j - C_j(q_j, w, t) \quad (۹)$$

که سود بنگاه نمونه C_j تابع هزینه بنگاه نمونه w بردار قیمت نهاده‌ها، q_j تولید بنگاه نمونه j و t موقعیت تکنولوژی است. با ماکزیم نمودن سود بنگاه نمونه j ، شرط مرتبه اول عبارتست از:

$$P = -\frac{S_j}{\eta}(1+\phi_j) + \frac{\partial C_j(q_j, w, t)}{\partial q_j} \quad (10)$$

که $S_j = \frac{q_j}{Q}$ سهم بازاری بنگاه نمونه j ، $\eta = \frac{\partial Q}{\partial P} \cdot \frac{1}{Q}$ شبه کشش قیمتی تقاضا ($\eta < 0$) و $\phi_j = \frac{d \sum_{i \neq j} q_i}{dq_j}$ تغییر حدسی بنگاه نمونه j است. با در نظر گرفتن تابع هزینه لئون تیف تعمیم

یافته به شکل $C_j(q_j, w) = q_j \sum_r \sum_s \alpha_{rs} w_r^{\frac{1}{\sigma}} w_s^{\frac{1}{\sigma}} + q_j t \sum_r \gamma_r w_r + q_j^2 \sum_r \beta_r w_r$ و ضرب کردن رابطه (۱۰) در S_j داریم:

$$P \cdot S_j = -\frac{S_j^2}{\eta}(1+\phi_j) + S_j \sum_r \sum_s \alpha_{rs} w_r^{\frac{1}{\sigma}} w_s^{\frac{1}{\sigma}} + S_j t \sum_r \gamma_r w_r + {}^2 S_j q_j \sum_r \beta_r w_r \quad (11)$$

رابطه (۱۱) برای N بنگاه صنعت جمع بسته می شود و آخرین جمله سمت راست در Q ضرب و تقسیم می شود:

$$P = -\frac{H(1+\Phi)}{\eta} + \sum_r \sum_s \alpha_{rs} w_r^{\frac{1}{\sigma}} w_s^{\frac{1}{\sigma}} + t \sum_r \gamma_r w_r + {}^2 H Q \sum_r \beta_r w_r \quad (12)$$

که $H = \sum_j S_j^2$ شاخص هرفیندال - هیرشمن تمرکز و $\Phi = \frac{\sum_j q_j^2 \phi_j}{\sum_j q_j^2}$ تغییر حدسی

وزنی صنعت است. رابطه (۱۲) معادله عرضه صنعت است. با استفاده از قضیه شفارد، تقاضای اشتقاقی بنگاه نمونه j از عامل r عبارتست از:

$$X_{\eta} = \frac{\partial C_j(q_j, w, t)}{\partial w_j} \quad r = 1, 2, \dots, k \quad (13)$$

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۱۹۱

با در نظر گرفتن تابع هزینه لئون تیف تعمیم یافته و تعریف $X_r = \sum_j X_{rj}$ به عنوان کل تقاضای صنعت از نهاده r معادله تقاضای نهاده به صورت رابطه (۱۴) استخراج می شود:

$$\frac{X_r}{Q} = \sum_s \alpha_{rs} \left(\frac{w_s}{w_r} \right)^{\frac{1}{\sigma}} + t \gamma_r + \beta_r QH \quad (14)$$

معادله تقاضای محصول به شکل شبه لگاریتمی و توسط رابطه (۱۵) تصریح می شود:

$$\ln Q = \gamma_0 + \eta P + \sum_m \gamma_m Z_m \quad (15)$$

که γ_0, γ_m و پارامتر هستند و η شبه کشش قیمتی تقاضاست. با تخمین همزمان معادلات (۱۴)، (۱۵) و (۱۶) پارامترهای سیستم قابل برآورد هستند. با توجه به رابطه (۱۲) و بر اساس تعریف شاخص لرنر $\frac{P-MC}{P}$ ، مارک آپ بر حسب شاخص لرنر به شکل زیر محاسبه می گردد:

$$M = \frac{1}{1-L} \quad (16)$$

M مارک - آپ و L شاخص لرنر است. شاخص لرنر با استفاده از رابطه $L = -\frac{(1+\Phi)H}{\eta P}$ محاسبه می شود. بازدهی نسبت به مقیاس نسبت هزینه متوسط به هزینه نهایی است. بنابراین:

$$RTS = \frac{A + HQB}{A + \frac{1}{2}HQB} \quad (17)$$

RTS بازدهی نسبت به مقیاس، $A = \sum_r \beta_r w_r$ و $B = \sum_r \sum_s \alpha_{rs} w_r^{\frac{1}{\sigma}} w_s^{\frac{1}{\sigma}} + t \sum_r \gamma_r w_r$ است.

۳. پیشینه تحقیق

سولو^۱ (۱۹۵۷) با در نظر گرفتن تابع تولیدی $Q_t = A(t)F(K_t, L_t)$ و فروض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و رقابت کامل نشان داد:

1. Solow

$$\frac{\Delta(Q_t / K_t)}{Q_t / K_t} - \theta_L \frac{\Delta(L_t / K_t)}{L_t / K_t} = \frac{\Delta A_t}{A_t} \quad (18)$$

Q تولید، K سرمایه، L نیروی کار، A تکنولوژی و α_L سهم نسبی نیروی کار است. وی سمت چپ رابطه (۱۸) را به منظور اندازه‌گیری نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل توصیه کرد. نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل اولیه که در ادبیات اقتصاد به باقیمانده سولو معروف است نرخ رشد تولید منهای متوسط نرخ رشد نهاده‌های وزن داده شده با درآمد است. هال (۱۹۹۰ و ۱۹۸۸) نشان داد که اگر فرض رقابت کامل نقض شود نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل (TFP) اولیه عبارت است از:

$$\frac{\Delta Q_t}{Q_t} - (1 - \alpha_L) \frac{\Delta K_t}{K_t} - \alpha_L \frac{\Delta L_t}{L_t} = (\mu - 1) \left(\frac{\Delta L_t}{L_t} - \frac{\Delta K_t}{K_t} \right) + \frac{\Delta A_t}{A_t} \quad (19)$$

راجر^۱ (۱۹۹۵) با تمرکز بر جنبه قیمت - هزینه تئوری تولید و به کار بردن تابع هزینه به عنوان معادل دوگانه تابع تولید نشان داد که وجود قدرت بازاری نه تنها نرخ رشد بهره‌وری عوامل دوگانه را برای تخمین رشد بهره‌وری واقعی ایجاد می‌کند، همچنین فاصله میان نرخ رشد بهره‌وری عوامل اولیه و دوگانه را توضیح می‌دهد. نرخ رشد بهره‌وری عوامل دوگانه به صورت متوسط وزنی نرخ رشد قیمت‌های نهاده (وزن داده شده با سهم درآمد) منهای نرخ رشد قیمت محصول تعریف می‌شود. به عبارت دیگر، در حالی که فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس باقی است راجر فرض رقابت کامل را کنار می‌گذارد و نشان می‌دهد که مارک - آپ بزرگتر از یک می‌تواند اختلاف میان معیارهای اولیه و دوگانه را توضیح دهد:

$$\alpha_L \frac{\Delta w_t}{w_t} + (1 - \alpha_L) \frac{\Delta r_t}{r_t} - \frac{\Delta P_t}{P_t} = -\left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \left(\frac{\Delta P_t}{P_t} - \frac{\Delta r_t}{r_t} \right) + \left(\frac{1}{\mu}\right) \frac{\Delta A_t}{A_t} \quad (20)$$

باسیو و فرنالد^۲ (۱۹۹۷) با استفاده از تکنیک هال و بسط مدل هال، مدلی را برای برآورد بازدهی نسبت به مقیاس ارائه می‌دهند. آنها با استفاده از داده‌های ۳۴ صنعت

1. Roeger

2. Basu & Fernald

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۱۹۳

امریکا نشان می‌دهند که یک صنعت نوعی (متوسط صنعت) بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و یا حتی بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس دارند. بر اساس این مطالعه، در صنایع کارخانه‌ای با دوام شواهدی از بازدهی‌های فزاینده و در صنایع کارخانه‌ای بی‌دوام شواهدی از بازدهی‌های کاهنده وجود دارد. بارتلزمن^۱ (۱۹۹۵) اختلاف نتایج دو مدل هال (۱۹۹۰ و ۱۹۸۸) و باسیو و فرنالد (۱۹۹۷) را این گونه بیان می‌کند که هال بر اساس رگرسیون معکوس، ابتدا معکوس بازدهی نسبت به مقیاس و بعد خود بازدهی نسبت به مقیاس را بدست می‌آورد که اساساً رگرسیون‌های معکوس قابل اعتماد نیستند و حتی استفاده از متغیرهای ابزاری ضرورتاً تورش را برطرف نمی‌کنند. کی (۲۰۰۲) روش دوگانه هال (۱۹۸۸) را استخراج می‌کند. برخلاف راجر (۱۹۹۵)، وی نشان می‌دهد که اگر سهم‌های عامل ثابت باقی بماند، رقابت ناقص به تنهایی اختلافات میان رشد بهره‌وری کل عوامل اولیه و دوگانه را توضیح نمی‌دهد. بازدهی ثابت نسبت به مقیاس دیگر عامل توضیح دهنده این اختلاف است. وی که بر روی داده‌های ۳۱ صنعت با کد سه رقمی بخش کارخانه‌ای سنگاپور در فاصله زمانی ۱۹۷۵-۱۹۹۲ کار می‌کند نتیجه‌گیری می‌کند که بیشتر صنایع کارخانه‌ای سنگاپور مارک آپ بزرگتر از یک و بازدهی نسبت به مقیاس کاهنده دارند. دوبرینسکی و همکاران^۲ (۲۰۰۴) با در نظر گرفتن مدل راجر (۱۹۹۵) مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس را برای ۲۲ صنعت کارخانه‌ای با کد دو رقمی بلغارستان و لهستان را در فاصله زمانی ۲۰۰۱-۱۹۹۴ برآورد می‌کنند. ابتدا با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس بازدهی نسبت به مقیاس را تخمین می‌زنند، سپس با استفاده از مدل راجر (۱۹۹۵) مارک آپ را برآورد می‌کنند. یکی از پیامدهای تجربی مهم این مطالعه این است که بنگاههای کوچک در اغلب بخش‌های کارخانه‌ای به طور متوسط تمایل به نمایش بازدهی‌های کاهنده نسبت به مقیاس دارند. بنگاههای کارخانه‌ای بزرگ و متوسط در نزدیکی بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس عمل می‌کنند. مارک - آپ

1. Bartelsman

2. Dobrinsky et al.

صنایع در هر دو کشور بزرگتر از یک برآورد شده است. آنها نشان می‌دهند همبستگی مثبت قوی میان بازدهی تولید نسبت به مقیاس و مارک آپ وجود دارد. رزیتیس و کالانتزی^۱ (۲۰۱۱) مارک آپ صنعت مواد غذایی و آشامیدنی یونان را در فاصله زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۴ را در سطح کدهای سه رقمی برآورد می‌کنند. بنابر روش هال - راجر، سه مدل برای بررسی شرایط رقابتی در این صنعت بکار برده می‌شود. اولین مدل (مدل هال - راجر) مارک - آپ را در کل صنعت در طول دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۴ برآورد می‌کند. دومین مدل (مدل داده‌های مقطعی هال - راجر) مارک - آپ را برای هر کدام از ۹ بخش در این صنعت در طول دوره ۲۰۰۷-۱۹۸۴ آزمون می‌کند. سومین مدل (مدل داده‌های سری زمانی هال - راجر) مارک - آپ را برای کل صنعت در هر دوره برآورد می‌کند. نتایج تجربی اشاره می‌کنند که کل صنعت مواد غذایی و آشامیدنی یونان مانند هر بخش این صنعت در فاصله زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۴ در شرایط غیر رقابتی عمل می‌کند. پولیمس^۲ (۲۰۱۴) مارک - آپ صنعت کارخانه‌ای و خدماتی یونان با کد دو رقمی را در فاصله زمانی ۲۰۰۷-۱۹۷۰ بر اساس مدل راجر (۱۹۹۵) برآورد می‌کنند. هر دو صنعت کارخانه‌ای و خدماتی در شرایط غیر رقابتی عمل می‌کنند.

پژویان و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از متدلوژی هال و راجر، با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس شاخص مارک آپ را برای ۱۳۱ صنعت فعال در کد چهارم ISIC^۳ محاسبه می‌کنند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در تمامی صنایع ایران قیمت بیش از هزینه نهایی بوده است. اما در برخی این نسبت بسیار بالا و در برخی اندک است. مقایسه نسبت‌های لرنر و شاخص مارک آپ در صنایع مختلف نشان می‌دهد که بر مبنای شاخص لرنر، در حدود ۵۰ درصد صنایع، شرایط انحصاری حاکم بوده و صنایع توانسته‌اند شکاف

1. Rezitis & Kalantzi

2. Polemis

3. International Standard Industrial Classification

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۱۹۵

معنی دار بین قیمت و هزینه نهایی ایجاد نمایند. در این مطالعه معنی داری آماری مارک آپ بررسی نشده است.

اما برآورد مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس بر اساس روش ساختاری ریشه در موضوع تأثیر تمرکز صنعت بر سوددهی صنعت در اقتصاد صنعتی دارد. مقاله معروف بن^۱ (۱۹۵۱) نقطه شروع مطالعات تأثیر تمرکز بر سوددهی است. بن عنوان نمود که بین تمرکز و سودآوری همبستگی مثبت وجود دارد. دمستز^۲ (۱۹۷۳) بیان کرد که همبستگی مثبت سودآوری و تمرکز به خاطر وجود بنگاههای برتر با داشتن بیشترین کارایی در تولید است. زیرا بنگاههای برتر با داشتن کمترین هزینه متوسط تولید، بیشترین سهم فروش را داشته و در نتیجه بیشترین سهم را در تعیین شاخص تمرکز دارند و از این طریق می توانند در عملکرد اقتصادی صنعت اثر مثبتی داشته باشند. کولینگ^۳ (۱۹۷۶)، کولینگ و واترسون^۴ (۱۹۷۶) و کلارک و دیویس^۵ (۱۹۸۲) به بررسی تئوریک ارتباط تمرکز (ساختار)، رفتار و سوددهی (عملکرد) پرداختند و بدین ترتیب یک چارچوب تئوری برای پارادایم ساختار- رفتار- عملکرد مطرح نمودند. با چالشی که دمستز (۱۹۷۳) مطرح نمود مطالعات زیادی در تلاش برای جدایی اثر قدرت بازاری^۶ از اثر کارایی هزینه^۷ تمرکز بودند (پلتزمن^۸ (۱۹۷۷)، روزنباوم^۹ (۱۹۹۴)). اثر قدرت بازاری بر این بحث استوار است که تمرکز بالاتر منجر به قیمت های بالاتر می شود چون با افزایش تمرکز رقابت کاهش پیدا می کند (تمرکز بالاتر تبانی قیمت را میان اعضای صنعت راحت تر می کند)، در حالی که اثر کارایی با این بحث مرتبط است که تمرکز بالاتر به خاطر صرفه های حاصل از مقیاس منجر به

-
1. Bain
 2. Demsetz
 3. Cowling
 4. Cowling & Waterson
 5. Clark & Davies
 6. Market Power Effect
 7. Cost-Efficiency Effect
 8. Peltzman
 9. Rosenbaum

کاهش هزینه نهایی می‌شود. لوپز^۱ (۱۹۸۴) و روزن‌بام (۱۹۹۴) به بررسی ارتباط تمرکز با رفتار و دیکسون^۲ (۱۹۹۴) به بررسی ارتباط تمرکز (شاخص تمرکز هیرفیندال - هیرشمن) با هزینه پرداختند. تا اینکه آزام^۳ (۱۹۹۷) با مطالعه در بازار انحصار چند جانبه خرید اثر قدرت بازاری تمرکز و اثر کارایی - هزینه تمرکز را بر حاشیه سود تعیین می‌کند. اما ایده و چارچوب فکری آزام در این تفکیک از اپلبام^۴ (۱۹۸۲) گرفته شده است. اپلبام در یک سیر مطالعاتی قرار می‌گیرد که از ایواتا^۵ (۱۹۷۴) شروع شده و مفهوم تغییرات حدسی را مطرح می‌کند. اپلبام (۱۹۸۲) با در نظر گرفتن معادلات تقاضای محصول، قیمت و تقاضای نهاده به سنجش درجه قدرت بازاری در بازار انحصار چند جانبه فروش می‌پردازد. در این مسیر ما می‌توانیم به مطالعات برسنهان^۶ (۱۹۸۲، ۱۹۸۹) اشاره کنیم که مطرح کننده روش سازمان صنعتی تجربی جدید در اقتصاد صنعتی تجربی است. در حقیقت دو روش مطالعاتی در سازمان صنعتی تجربی رویکرد ساختار - ساختار - عملکرد و روش سازمان صنعتی تجربی جدید است که روش سازمان صنعتی تجربی جدید در حقیقت جوابی به انتقادهای وارده به SCPP بود. بهر حال، لوپز و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از الگوی انحصار چند جانبه فروش اثر قدرت بازاری تمرکز و اثر کارایی - هزینه تمرکز را بر قیمت فروش تعیین می‌کنند. مدل به گونه ای طراحی شده است که کشش هزینه‌ای تولید و شاخص لرنر در سطح صنعت محاسبه می‌شوند.

خداداد کاشی و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی قدرت انحصاری بر اساس رویکرد تغییرات حدسی در ۱۳۱ صنعت فعال در کد چهار رقمی ISIC در طی سالهای ۹۰-۱۳۷۴ می‌پردازد. در این تحقیق از الگوی تعمیم یافته آزام و لوپز (۲۰۰۲) استفاده شده و معادلات عرضه و تقاضا با توجه به داده‌های پانل و روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای با اثرات ثابت برآورد

-
1. Lopez
 2. Dickson
 3. Azzam
 4. Appelbaum
 5. Iwata
 6. Bresnahan

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۱۹۷

شده است. نتایج پژوهش دلالت بر آن دارد که در ۸۸/۴ درصد صنایع، قیمت بیش از هزینه نهایی بوده است. شهیکی تاش و حجتی (۱۳۹۲) با انتخاب ۱۰ صنعت کارخانه‌ای ایران در کد چهار رقمی ISIC قدرت بازاری و کشش تغییرات حدسی در چهارچوب داده‌های تلفیقی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. نتایج بدست آمده حاکی از آن است صنایع مواد شیمیایی و فولاد دارای بیشترین قدرت بازاری و صنایع سیمان و مواد آشامیدنی دارای کمترین قدرت بازاری در میان ده صنعت بررسی شده می‌باشند. در هر دو مطالعه ذکر شده معنی‌داری آماری مارک آپ بررسی نشده است.

۴. مدل تحقیق و روش برآورد

مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در رهیافت باقیمانده سولو مطابق با رابطه (۲۱) برآورد می‌شود:

$$\frac{\Delta(Q_{it}/K_{it})}{Q_{it}/K_{it}} = \alpha_1 + \alpha_2 \theta_{it} L \frac{\Delta(L_{it}/K_{it})}{L_{it}/K_{it}} + \alpha_3 \frac{\Delta K_{it}}{K_{it}} + u_{it}$$

$$\frac{\Delta(\frac{r_{it}}{P_{it}})}{(\frac{r_{it}}{P_{it}})} = \beta_1 + \beta_2 \theta_{it} L \frac{\Delta(\frac{r_{it}}{w_{it}})}{(\frac{r_{it}}{w_{it}})} + \beta_3 \frac{\Delta(\frac{P_{it} Q_{it}}{r_{it}})}{(\frac{P_{it} Q_{it}}{r_{it}})} + u_{it} \quad (21)$$

در رابطه بالا اندیس i بیانگر صنعت مورد نظر و اندیس t زمان را نشان می‌دهد. در این معادله Q_{it} تولید، K_{it} سرمایه، L_{it} نیروی کار، P_{it} قیمت ستاده واحد فروش، r_{it} قیمت اجاره‌ای سرمایه، w_{it} دستمزد نیروی کار، θ_{it} سهم نیروی کار در درآمد است. β_2 (یا α_2) مارک آپ و $\beta_1 + \beta_2$ (یا $\alpha_1 + \alpha_2$) بازدهی نسبت به مقیاس است. داده‌های مربوط به تمامی متغیرهای معرفی شده از آمار و اطلاعات مربوط به کارگاههای صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر طی دوره زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶ در قالب سومین ویرایش طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (I.S.I.C, Rev.3) استخراج شده است. موجودی سرمایه بر اساس روش نهایی محاسبه می‌شود. در این

روش ابتدا مقدار موجودی سرمایه سال پایه بدست می آید و سپس با استفاده از رابطه کلان مقدار موجودی سرمایه در سال های بعد بدست می آید. قیمت اجاره ای سرمایه با استفاده از شاخص بهره وری سرمایه محاسبه می شود. برای محاسبه بهره وری سرمایه ابتدا سود بنگاه را بدست آورده و سپس با تقسیم سود بر فروش نرخ بازدهی سرمایه محاسبه می شود. در این پژوهش به منظور برآورد الگو، از روش تلفیقی اطلاعات مقطعی و سری زمانی استفاده شده است. در ادامه به منظور جلوگیری از تخمین رگرسیون ساختگی به دلیل غیر واقعی بودن نتایج این رگرسیون ها، لازم است آزمون های ریشه واحد متغیرها در معادلات رگرسیونی انجام شود. نتایج آزمون ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون فیشر (Fisher) نشان می دهد که متغیرها در سطح ایستاهستند (نتایج آزمون ریشه واحد در پیوست و توسط جدول (۱-پ) گزارش شده است). در رابطه (۲۱) که برگرفته از مدل پسماند سولو است و بر اساس آن مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس مدل پسماند سولو برآورد می شود، ضرایب دو بدو با یکدیگر برابر هستند. دو روش برای برآورد پارامترهای رابطه (۲۱) وجود دارد. یک روش آن است که چون ضرایب دو بدو با هم برابر هستند دو معادله را روی هم ریخت^۱ و بعد ضرایب را برآورد کرد. روش دیگر آن است که هر دو معادله را یک سیستم معادلات در نظر گرفت و بصورت مقید آن را برآورد کرد. از آنجا که متغیرهای وابسته در سمت راست ظاهر نمی شوند می توان آن را یک سیستم به ظاهر نامرتبط در نظر گرفت. بنابراین دو معادله رابطه (۲۱) در قالب روش SURE و بصورت مقید برآورد می شود. به منظور بررسی اینکه آیا روش SURE برای تخمین رابطه (۲۱) کارایی دارد از آزمون استقلال جملات پسماند استفاده می شود. براش - پاگان (۱۹۸۰) آزمونی را برای بررسی اینکه آیا ماتریس کوواریانس پسماندها قطری است یا خیر مطرح کردند. فرضیه صفر این آزمون قطری بودن ماتریس کوواریانس پسماندها (عدم وجود همبستگی جملات پسماند) است. در

1. Stacking Equations

صورت پذیرش فرضیه مقابل، روش تک معادله ای (OLS) برای برآورد پارامترهای رابطه (۲۱) کارایی ندارد و باید از روش SURE برای برآورد پارامترهای رابطه (۲۱) استفاده نمود. نتایج آزمون براش - پاگان (۱۹۸۰) در پیوست و توسط جدول (۲- پ) گزارش شده است. مقادیر احتمال دلالت بر آن دارد که فرضیه صفر مبنی بر استقلال جملات پسماند معادلات مدل رد می شود، لذا روش سیستم معادلات به ظاهر نامرتب برای برآورد ضرایب مدل کارایی دارد.

مدلی را که در رهیافت ساختاری برآورد می شود عبارتست از:

$$\begin{aligned}
 P &= -\frac{(1+\Phi)}{\eta} H + \alpha_{11} w_1 + \alpha_{12} w_r + \alpha_{13} w_f + \alpha_{14} (w_1 w_r)^{1/2} + \alpha_{15} (w_1 w_f)^{1/2} + \alpha_{16} (w_r w_f)^{1/2} \\
 &\quad + \beta_1 QHw_1 + \beta_2 QHw_r + \beta_3 QHw_f + u_1 \\
 \frac{X_1}{Q} &= \alpha_{11} + \alpha_{12} \left(\frac{w_r}{w_1}\right)^{1/2} + \alpha_{13} \left(\frac{w_f}{w_1}\right)^{1/2} + \beta_1 QH + u_1 \\
 \frac{X_r}{Q} &= \alpha_{21} + \alpha_{22} \left(\frac{w_1}{w_r}\right)^{1/2} + \alpha_{23} \left(\frac{w_f}{w_r}\right)^{1/2} + \beta_2 QH + u_r \\
 \frac{X_f}{Q} &= \alpha_{31} + \alpha_{32} \left(\frac{w_1}{w_f}\right)^{1/2} + \alpha_{33} \left(\frac{w_r}{w_f}\right)^{1/2} + \beta_3 QH + u_f \\
 \ln Q &= \delta_0 + \eta P + \delta_1 GNP + u_\delta
 \end{aligned} \tag{22}$$

P قیمت محصول، H شاخص هرفیندال - هیرشمن تمرکز، w_1 دستمزد، w_r قیمت انرژی، w_f قیمت مواد اولیه، Q تولید، X_1 تقاضای نیروی کار، X_r تقاضای انرژی و X_f تقاضای مواد خام و GNP تولید ناخالص داخلی است. η شبه کشش قیمتی تقاضا، Φ بیانگر رفتار بازار (تغییر حدسی وزنی صنعت) است. مقادیر قیمت و GNP با شاخص قیمت مصرف کننده (CPI) تعدیل شده اند. داده های مربوط به تمامی متغیرهای معرفی شده از آمار و اطلاعات مربوط به کارگاههای صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر طی دوره زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶ در قالب سومین ویرایش طبقه بندی استاندارد بین المللی فعالیت های صنعتی (I.S.I.C, Rev.3) استخراج شده است. ۵ معادله داریم که چون معادله قیمت نسبت به η غیرخطی است، سیستم را به روش غیرخطی تخمین می زنیم. با داشتن سیستم معادلات و برآورد نیز غیرخطی سه

روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای غیرخطی (NL3SLS)^۱، حداکثر درست نمایی با اطلاعات کامل (FIML)^۲ و گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) قابلیت استفاده را دارند که در این مقاله از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) استفاده می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار SHAZAM پارامترهای مدل (۲۲) را به روش غیرخطی برآورد می‌کنیم. قبل از برآورد مدل لازم است که آزمون پایایی بر روی متغیرها انجام گیرد (نتایج این آزمون در پیوست و توسط جدول (۳-پ) گزارش شده است). مقادیر احتمال بیانگر بنابراین همه متغیرها در سطح مانا هستند. نتایج آزمون براش - پاگان (۱۹۸۰) دلالت بر آن دارد که تخمین سیستمی برای برآورد ضرایب مدل کارایی دارد (مقادیر احتمال این آزمون در پیوست و توسط جدول (۴-پ) گزارش شده است).

۵. داده‌ها و نتایج تجربی

ابتدا مطابق با متدولوژی پسماند سولو مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس ۱۹ صنعت کارخانه‌ای ایران در کد دو رقمی ISIC در طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۴ بر اساس رابطه (۲۱) و با توجه به داده‌های پانل و روش رگرسیون به ظاهر نامرتبط (SURE) و لحاظ سه محدودیت خطی برابری دو به دو ضرایب دو معادله اولیه و دو گانه $\alpha_4 = \beta_4$ و $\alpha_5 = \beta_5$ (برآورد می‌شود. نتایج این برآورد در پیوست و توسط جدول (۵-پ) گزارش شده است).

-
1. Non-Linear Three Stage Least Square
 2. Full Information Maximum Likelihood

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۲۰۱

جدول ۱. تخمین همزمان مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس صنایع کارخانه‌ای ایران: روش پسماند سولو (مدل کی (۲۰۰۲))

خطای معیار	مارک آپ	خطای معیار	بازدهی نسبت به مقیاس	گروه صنایع	کد دو رقمی
۰/۷۰۱۷	۴/۰۵	۰/۰۵۲۹	۰/۴۷	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۵
۰/۲۲۷۶	۵/۶۴	۰/۰۳۳۳	۰/۹۹۹۶۲	تولید منسوجات	۱۷
۰/۴۲۱۱	۲/۹۵	۰/۰۹۴۵	۱/۰۰۲	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۱۹
۰/۴۰۶۰	۱۰/۱۹	۰/۰۳۱۲	۱/۰۰۰۶	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه - غیر از مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۲۰
۰/۱۷۸۷	۱۱	۰/۰۱۲۶	۱/۰۰۰۰۶	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱
۰/۳۳۷۹	۱/۹۴	۰/۲۸۰۵	۱/۰۰۹	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های چاپ شده	۲۲
۰/۰۰۱	۳/۷۳	۰/۰۰۰۳	۰/۹۹۹۹	صنایع تولید زغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۳
۰/۲۰۰۲	۳/۲۱	۰/۰۳۶۳	۰/۹۹۹۹	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۴
۰/۴۳۲۱	۲/۹۷	۰/۰۹۶۳	۱/۰۰۱	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵
۱۱/۴۶	۲/۵۷	۰/۱۹۲	۰/۹۸۵۷	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۶
۰/۱۰۵۱	۷/۷۴	۰/۰۰۳۳	۰/۹۹۹۵	تولید فلزات اساسی	۲۷
۰/۲۳۱۸	۲/۸۵	۰/۰۴۶	۰/۹۹۹	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۲۸
۰/۲۱۷۰	۲/۵۱	۰/۰۲۷۳	۰/۹۹۹۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹
۰/۷۸۳۸	۴/۵	۰/۰۹۲۱	۰/۹۵۴	تولید ماشین آلات و دستگاه های برقی طبقه‌بندی نشده جای دیگر	۳۱
۰/۹۵۶۵	۱/۸۷	۰/۴۸۶۰	۱/۰۰۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	۳۲
۰/۰۲۳۳	۳/۷۶	۰/۰۰۷۲	۱/۰۰۰۲	تولید ابزار پزشکی و ابزار آبتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳
۰/۰۶	۲/۴۳	۰/۰۲۷	۰/۹۹۵	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۳۴
۰/۱۵۱	۱۵/۵۴	۱/۸۷	۰/۹۴	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۳۵
۱/۶۷۴	۱/۵۳	۰/۰۱۸۸	۰/۹۹۳	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۳۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

بازدهی نسبت به مقیاس، خطای معیار بازدهی نسبت به مقیاس، مارک آپ و خطای معیار مارک آپ به ترتیب در ستون سوم، چهارم، پنجم و ششم جدول (۱) گزارش شده است. مطابق با مقادیر بازدهی نسبت به مقیاس و خطای معیار آن همه صنایع کارخانه ای ایران به جز صنعت مواد غذایی و آشامیدنی بطور معنی داری بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را تجربه می کنند. بنابراین، بر اساس رهیافت پسماند سولو فرض نئو کلاسیکی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در ۹۵ درصد صنایع کارخانه ای ایران صادق است و تنها صنعت مواد غذایی و آشامیدنی بطور معنی داری بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس دارد. به عبارت دیگر، بر اساس این رهیافت، کثرت هزینه ای صنایع کارخانه ای ایران نزدیک به یک است و این بدان مفهوم است که هر یک درصد افزایش در مخارج صنایع کارخانه ای ایران منجر به افزایش تقریباً یک درصدی در تولید می شود. مطابق با مقادیر مارک آپ و خطای معیار آن در همه صنایع کارخانه ای ایران به جز سه صنعت "تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی"، "تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر" و "تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی" قیمت بطور معنی داری بیش از هزینه نهایی است. بنابراین در ۸۴ درصد صنایع کارخانه ای ایران شکاف بین قیمت و هزینه نهایی اهمیت آماری دارد. دومین روش برای برآورد بازدهی نسبت به مقیاس و مارک آپ رهیافت ساختاری است که در این روش با در نظر گرفتن رابطه (۲۲) پارامترهای سیستم غیرخطی (NL) با روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) برآورد می شود. (نتایج برآورد غیر خطی رابطه (۲۲) در پیوست و توسط جدول (۵-پ) گزارش شده است). بازدهی نسبت به مقیاس و مارک آپ به ترتیب با روابط (۱۶) و (۱۷) محاسبه می شوند. خطای معیار بازدهی نسبت به مقیاس و مارک آپ بر اساس روش دلتا^۱ محاسبه شده اند. روش دلتا تکنیکی برای تقریب گشتاورهای توابع متغیرهای تصادفی است. این روش در اقتصادسنجی برای تخمین خطای استاندارد پارامترهای تبدیل شده بکار می رود. در پیوست در ارتباط با شیوه محاسبه خطای معیار پارامترهای تبدیل شده بر اساس تکنیک دلتا توضیح داده می شود.

1. Delta Method

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۲۰۳

جدول ۲. تخمین همزمان مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس صنایع کارخانه‌ای ایران: روش

ساختاری

خطای معیار	مارک- آپ	خطای معیار	بازدهی نسبت به مقیاس	گروه صنایع	کد دو رقمی
۰/۰۲۱۶	۱/۰۰۴	۰/۰۵۳	۰/۴۹	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۵
۰/۰۰۱۱	۱/۰۱	۰/۰۴۴	۱/۲۳	تولید منسوجات	۱۷
۰/۰۱۱	۱/۰۲۲	۰/۰۰۰۰۵۹	۲/۵۳	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۱۹
۰/۰۰۰۴	۱/۰۱	۰/۱۵۶	۱/۰۱۷	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه - غیر از مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۲۰
۰/۴۲	۲/۱۰	۰/۰۰۰۰۰۵	۱/۷۳	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۲۱
۰/۲۳	۶/۰۸	۰/۰۰۴۴	۰/۶۳	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های چاپ شده	۲۲
۰/۰۰۲	۱/۱	۰/۰۵۲	۱/۳۵	صنایع تولید زغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲۳
۰/۰۲۴	۱/۰۹	۰/۰۰۰۲۸	۱/۳۰	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲۴
۰/۰۰۸	۲/۲	۰/۰۰۰۰۰۴۲	۱/۱۹	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵
۰/۰۲	۱/۰۴۲	۰/۰۰۰۰۶۳	۱/۷۵	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۶
۰/۱۰۹	۱/۶۱	۰/۶۹	۱/۰۱	تولید فلزات اساسی	۲۷
۰/۰۱۱	۱/۰۸	۰/۰۰۰۰۰۱۴	۱/۵۹	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۲۸
۰/۰۰۰۰۴۵	۱/۰۲	۰/۱۵۴	-۰/۴۷	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۹
۰/۰۰۲۵	۱/۰۱	۰/۰۰۰۰۱	۲/۳۷	تولید ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده جای دیگر	۳۱
۰/۰۱۱	۱/۰۰۱	۱۰/۵	۵/۸	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۳۲
۰/۰۰۵۳	۱/۰۰۱	۴۱/۴	۱/۱۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳
۰/۰۰۰۳	۱/۰۰۶	۲۱/۲	۱/۱	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۳۴
۰/۰۰۱۲	۱/۱	۰/۱۲۹	-۰/۰۳	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۳۵
۰/۰۰۲	۱/۲۷	۰/۲۳۷	۳/۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۳۶

منبع: محاسبات تحقیق

مطابق با مقادیر بازدهی نسبت به مقیاس و خطای معیار آن در ۱۵ صنعت از ۱۹ صنعت مورد بررسی یعنی ۷۹ درصد صنایع کارخانه‌ای ایران بطور معنی‌داری بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس وجود دارد (مطالعات عبادی و موسوی (۲۰۰۶) و دشتی، یآوری و صباغ (۱۳۸۸) با استفاده از تابع هزینه ترانسلوگ وجود صرفه‌های حاصل از مقیاس در صنایع ایران را تأیید کرده‌اند) که از این تعداد در ۵ صنعت "تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه - غیر از مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری"، "تولید فلزات اساسی"، "تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی"، "تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت" و "تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر" بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس اهمیت آماری ندارد. دو صنعت "مواد غذایی و آشامیدنی" و "انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های چاپ شده" بطور معنی‌داری بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس را تجربه می‌کنند. مقادیر بازدهی نسبت به مقیاس برای دو صنعت "تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر" و "تولید سایر تجهیزات حمل و نقل" منفی برآورد شده است. به عبارت دیگر، بر اساس این رهیافت، کشش هزینه‌ای ۵۳ درصد از صنایع کارخانه‌ای ایران بطور معنی‌داری از یک کوچتر است و این بدان مفهوم است که هر یک درصد افزایش در مخارج این صنایع منجر به افزایش بیش از یک درصدی در تولید می‌شود. همچنین در ۱۵ صنعت از ۱۹ صنعت یعنی ۷۹ درصد صنایع کارخانه‌ای ایران بطور معنی‌داری قیمت بیش از هزینه نهایی است. در صنایع "مواد غذایی و آشامیدنی"، "تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی"، "تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت" و "تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر" اختلاف قیمت و هزینه نهایی معنی‌داری آماری ندارد. به منظور مقایسه نتایج تجربی هر دو روش از معیار نسبت بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ استفاده می‌شود. این معیار به لحاظ تئوریک معادل مجموع سهم عوامل از درآمد است.

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۲۰۵

جدول ۳. مقایسه بازدهی نسبت به مقیاس در دو روش پسماند سولو (مدل کی مارک آپ

(۲۰۰۲) و روش ساختاری

کد دو رقمی	گروه صنایع	بازدهی نسبت به مقیاس مارک آپ مدل پسماند سولو (۱)	بازدهی نسبت به مقیاس مارک آپ مدل ساختاری (۲)	بازدهی نسبت به مقیاس مارک آپ واقعی (۳)	(۳) - (۱)	(۳) - (۲)
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۰/۱۱۶۰	۰/۴۸۸	۰/۹۴۷	۰/۸۳۱	۰/۴۵۹
۱۷	تولید منسوجات	۰/۱۱۷۷	۱/۲۱۷	۰/۷۴۱	۰/۵۶۴	-۰/۴۶۹
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید نقش	۰/۳۳۹	۲/۴۷	۰/۵۵۷	۰/۲۱۸	-۱/۹۱۳
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه - غیر از مبلمان - ساخت کالای از نی و مواد حصیری	۰/۱۰	۱/۰۰۶	۰/۶۳۷	۰/۵۳۷	-۰/۳۶۹
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۰/۰۹	۰/۸۲۳	۰/۷۸۲	۰/۷۴	-۰/۰۴۱
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های چاپ شده	۰/۵۲	۰/۱۰۴	۲/۳۶۶	۱/۸۴۶	۲/۲۶۶
۲۳	صنایع تولید زغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۰/۲۶۸	۱/۲۳	۱/۶۶۴	۱/۳۹۶	۰/۴۳۴
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۰/۳۱۱	۱/۱۹	۰/۲۷۵	-۰/۰۳۶	-۰/۹۱۵
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۰/۳۳۷	۰/۵۴	۱/۰۰۷	۰/۶۷	۰/۴۶۷
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۰/۳۸۳	۱/۶۸	۰/۴۲۶	۰/۰۴۳	-۱/۲۵۴
۲۷	تولید فلزات اساسی	۰/۱۲۹	۰/۶۲۷	۰/۷۳۵	۰/۶۰۶	۰/۱۰۸
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۰/۳۵۰	۱/۴۷۲	۱/۰۹۳	۰/۷۴۳	-۰/۳۷۹
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۰/۳۹۸	-۰/۴۶	۰/۴۶۶	۰/۰۶۸	-
۳۱	تولید ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده جای دیگر	۰/۲۱۲	۲/۳۴۶	۰/۶۳۸	۰/۴۲۶	-۱/۷۰۸
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	۰/۵۴۵	۵/۷۹	۰/۴۲۹	-۰/۱۱۶	-۵/۳۶۱
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۰/۲۶۶	۱/۱۲۸	۰/۷۴۳	۰/۴۷۷	-۰/۳۸۵
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و یم تریلر	۰/۴۰۹	۱/۰۹۳	۰/۴۴۷	۰/۰۳۸	-۰/۶۴۶
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۰/۰۶	-۰/۰۲۷	۰/۳۵۱	-۰/۲۹۱	-
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۰/۶۴۹	۲/۸۳	۱/۴۸۵	۰/۸۳۶	-۱/۳۴۵

منبع: محاسبات تحقیق

مطابق با ستون ششم و هفتم جدول (۳) [بدون در نظر گرفتن دو کد ۲۹ و ۳۵ که بازدهی منفی برآورد شده] روش ساختاری در ۵۳ درصد موارد و روش پسماند سولو در ۴۷ درصد موارد نسبت بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ را نزدیک به واقعیت برآورد می‌کنند. همچنین بر اساس ستون ششم و هفتم جدول (۳) که به ترتیب مقادیر عمدتاً مثبت و منفی است روش باقیمانده سولو مارک آپ را بیش از حد و روش ساختاری کمتر از حد تخمین می‌زند.

۶. نتیجه‌گیری

در این مقاله مارک آپ و بازدهی نسبت به مقیاس برای ۱۹ صنعت کارخانه‌ای ایران در کد دو رقمی ISIC در طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۴ مطابق با دو متدولوژی برآورد می‌شود. در روش پسماند سولو فرض نئوکلاسیکی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در ۹۵ درصد صنایع کارخانه ایران پذیرفته می‌شود. همچنین در ۸۴ درصد صنایع کارخانه‌ای ایران شکاف بین قیمت و هزینه نهایی اهمیت آماری دارد. در روش ساختاری مطابق با مدل لویز و همکاران (۲۰۰۲) ۵۳ درصد صنایع کارخانه‌ای ایران بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس را تجربه می‌کنند، همچنین در ۷۹ درصد صنایع کارخانه‌ای ایران قیمت بطور معنی داری بیش از هزینه نهایی است. به منظور مقایسه نتایج تجربی هر دو روش از معیار نسبت بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ استفاده می‌شود. این نسبت به لحاظ تئوریکی معادل مجموع سهم عوامل از درآمد است. روش ساختاری در ۵۳ درصد موارد و روش پسماند سولو در ۴۷ درصد موارد نسبت بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ را نزدیک به واقعیت برآورد می‌کنند. مطابق با معیار نسبت بازدهی نسبت به مقیاس روش باقیمانده سولو مارک آپ را بیش از حد و روش ساختاری کمتر از حد تخمین می‌زند.

توجه به این نکته حایز اهمیت است که وجود شکاف بین قیمت و هزینه نهایی در صنایع ایران لزوماً دلالت بر اتخاذ سیاستها ضد تراست از سوی شورای رقابت ندارد. بهر حال، اگر وجود قدرت بازاری در صنایع ایران مبتنی بر کارایی برتر آنها (فرضیه کارایی دمستر) و موانع طبیعی موجود در بازار باشد و منشأ دولتی نداشته باشد می‌توان بر مقررات و

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۲۰۷

سیاست‌های رقابتی افزایش اندازه بازارها و رفع موانع ورود مصنوعی تأکید داشت و بر حذف امتیازهای ویژه‌ای که گروه‌های صنعتی از آنها برخوردار هستند کوشش شود. از طرفی دیگر، یافته‌های تحقیق دلالت بر وجود بازدهی صعودی در صنایع ایران دارد. به این ترتیب افزایش متناسب به کارگیری همه عوامل تولید، موجب می‌شود تولید به میزانی بیشتر از تغییر منابع تولید و صرفه اقتصادی فرایند تولید خواهد بود. لذا اتخاذ راهکارهایی که امکان افزایش اندازه واحدهای تولیدی را فراهم سازد توصیه می‌شود.

منابع و مأخذ

- Abayasiri-Silva, Kadura. (1999). Market Power in Australian Manufacturing Industry: A Confirmation of Hall's approach. General Paper, No. G. 132.
- Appelbaum, E., (1982). The Estimation of the Degree of Oligopoly Power. *Journal of Econometrics*, 19(2-3), 287-299.
- Azzam, A. M., (1997). Measuring Market Power and Cost-Efficiency Effects of Industrial Concentration. *The Journal of Industrial Economics*, 45(4), 377-386.
- Bartelsman, Eric. J., (1995). Of Empty Boxes: Returns to scale Revisited. *Econ. Letters*, 49, 59-67.
- Basu, S., J. G. Fernald. (1997). Returns to scale in U.S. Production: Estimates and Implications. *Journal of Political Economy*, 105(2), 249-283.
- Bresnahan, T., (1989). Empirical Studies of Industries with Market Power. In: R. Schmalensee and R. Willig (eds.), *Handbook of Industrial Organization*. North Holland, Amsterdam.
- Church, Jeffrey and Roger Ware (2000). *Industrial Organization: A Strategic Approach*. McGraw-Hill, 423-451.
- Clarke, R., and Davies, S. W. (1982). Market Structure and Price-Cost Margins. *Economica*, 49, 277-287.
- Clowing, K. (1976). On the Theoretical Specification of Industrial Structure-Performance Relationships. *European Economic Review*, 8, 1-14.
- Cowling, K., and Waterson, M. (1976). "Price-Cost Margins and Market Structure". *Economica*, 43, 267-274.
- Dashti, N., Yavari, K., and sabagh, M. (2009). Decomposing Total Factor Productivity Growth in Iran's Industrial Sector: an Econometric Approach. *Quarterly journal of Quantitative Economics*, 6(1), 101-128. (in Farsi).
- Demsetz, H. (1973). Industry Structure, Market Rivalry, and Public Policy. *Journal of Law & Economics*, 16, 1-9.
- Dickson, V. A. (1994). Aggregate Industry Cost Functions and the Herfindahl Index. *Southern Economic Journal*, 61, 445-452.
- Diewert, W. Ervin, Kevin, Fox. (2004). On the Estimation of returns to scale, technical progress and monopolistic markups. Research working paper.
- Dobrinsky, Rumen, Gabor, Korosi, Nikolay, Markov & Laszlo, Halpern. (2004). Firms' Price Markups and Returns to scale in Imperfect markets: Bulgaria and Hungary. Research working paper.

- Ebadi, J and Mosavi, S. (2006). Economies of Scale in Iranian Manufacturing Establishment. *Iranian Economic Review*, 15, 11, 143-170.
- Hall, Robert, E., (1988). The Relation between price and marginal cost in U.S. industry. *Journal of political Economy*, 96, 921-947.
- Hall, Robert, E., (1990). Invariance Properties of solow's productivity Residual. In *Growth/ Productivity/ unemployment*. Edited by Peter Diamond. Cambridge, mass: MIT Press.
- Kee, Hiau Looi. (2002). Mark ups, returns to scale, and productivity: A case study of Singapore's manufacturing sector. Policy research working paper No. 2857. The world Bank, Washington D.C.
- khodadad kasha, F., Shahyaki Tash, M., and Noraniazad S. (2015). Evaluation of Mark-up, Market power and Cost efficiency in Iran's Manufacturing Industries. *Quarterly Journal of Applied Economics studies in Iran*, 3(12), 59-90. (in Farsi).
- Lopez, R. A., A. M. Azzam and C. Lirón-España, (2002). Market Power and/or Efficiency: A Structural Approach. *Review of Industrial Organization*, 20(2): 115-126.
- Martins, J. O., Scar Petta & D. Pilat. (1996). Mark up ratios in manufacturing Industries, working Papers, No. 162, OECD.
- Oehlert, G. W., (1922). A Note on the Delta Method. *American Statistician*, 46(1), 27-29.
- Olson, D. O. and Y. -N. Shieh, 19889. Estimating Functional Forms in Cost-Prices. *European Economic Review*, 33(7), 1445-1461.
- Pajoyan, J., Khodadad Kashi, F., & Shahiki Tash, M. (2012). Assess the Gap between Price and Marginal Cost in the Industry of Iran (Cournot Approach). *Quarterly journal of Quantitative Economics*, 8(2), 95-121. (in Farsi).
- Peltzman, S. (1977). The Gains and Losses from Industrial Concentration. *Journal of Law & Economics*, 20, 229-263.
- -Polemis, M. L., (2014). Panel Data Estimation Techniques and Mark Up Ratios. *European Research Studies*, XVII(1), 69-84
- Rezitis, A. N., M. A., Kalantzi, (2011). Investigating Market Structure of the Greek Food and Beverages Manufacturing Industry: a Hall-Roeger Approach. Working Paper.
- Roeger, W., (1995). Can Imperfect competition Explain the Difference between Primal and Dual Productivity Measures? Estimates for U.S. Manufacturing. *Journal of Political Economy*, 103(2), 316-330.
- Rosenbaum, D. (1994). Efficiency v. Collusion: Evidence Cast in Cement. *Review of Industrial Organization*, 9, 379-392.
- Solow, R. M., (1957). Technical change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics & Statistics*, 39, 312-320.

پیوست

الف) جداول

جدول (۱- پ): نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای رهیافت پسماند سولو

رد	$\frac{(Y_{it} / K_{it})^{\circ}}{Y_{it} / K_{it}}$	$\frac{(r_{it} / P_{it})^{\circ}}{r_{it} / P_{it}}$	$\frac{(L_{it} / K_{it})^{\circ}}{L_{it} / K_{it}}$	$\frac{(r_{it} / w_{it})^{\circ}}{r_{it} / w_t}$	$\frac{K_{it}^{\circ}}{K_{it}}$	$\frac{(P_{it} Y_{it} / r_{it})^{\circ}}{P_{it} Y_{it} / r_{it}}$
۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۱۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰
۲۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۸
۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۷	۰/۰۰۹۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۱۶
۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۳۲	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۲
۳۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۶
۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۰
۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۳۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱۹

منبع: محاسبات تحقیق

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۲۱۱

جدول (۲-پ): نتایج آزمون استقلال جملات پسماند در معادلات رهیافت باقیمانده سولو

کد	Lagrange Multiplier test	P-value > Chi2	کد	Lagrange Multiplier test	P-value > Chi2
۱۵	۲۵۶/۴	۰/۰۰۰	۲۷	۴۰/۸۰	۰/۰۰۰
۱۷	۹۹/۸۳	۰/۰۰۰	۲۸	۵/۳۶	۰/۰۲
۱۹	۲۸/۰۳	۰/۰۰۰	۲۹	۱۳۸/۲۴	۰/۰۰۰
۲۰	۴۴/۱۷	۰/۰۰۰	۳۱	۶۳/۶۳	۰/۰۰۰
۲۱	۲۶/۸۳	۰/۰۰۰	۳۲	۵/۶۲	۰/۰۱۷
۲۲	۱۵/۳	۰/۰۰۰	۳۳	۱۱/۹	۰/۰۰۰۵۴
۲۳	۹/۶۷	۰/۰۰۱	۳۴	۲۳/۰۵	۰/۰۰۰
۲۴	۳۳/۸	۰/۰۴۸	۳۵	۴۳/۰۱	۰/۰۰۰
۲۵	۹/۸	۰/۰۰۱۶	۳۶	۲/۹	۰/۰۸۸
۲۶	۱۱۶/۲۸	۰/۰۰۰			

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۳-پ): نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای رهیافت ساختاری

کد دو رقمی	H	w ₁	w ₂	w ₃	P	Q
۱۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۱۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۷۴	۰/۰۷۵۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۴۰۳	۰/۰۱۰۷
۱۹	۰/۰۰۰	۰/۰۱۸۹	۰/۰۳۰۷	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۰	۰/۰۱۷۴	۰/۰۰۹۱	۰/۰۵۱۴	۰/۰۰۴۳	۰/۰۸۷۱	۰/۰۰۰۵
۲۱	۰/۰۰۰۴	۰/۰۷۵۰	۰/۰۰۳۱	۰/۰۶۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱۸
۲۲	۰/۰۳۷۱	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۷۷	۰/۰۳۰۸	۰/۰۱۵۰
۲۳	۰/۰۰۵۵	۰/۰۹۸۵	۰/۰۸۶۷	۰/۰۳۵۳	۰/۰۹۱۷	۰/۰۰۰
۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۲	۰/۰۴۷۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۵۹	۰/۰۰۱۴
۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۵۶	۰/۰۳۷۵	۰/۰۰۸۴	۰/۰۶۶۹
۲۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۲۹	۰/۰۸۸۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳۸۹
۲۷	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۳۹	۰/۰۶۱۷	۰/۰۱۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰
۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۰
۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۴۲۷	۰/۰۸۴۲
۳۲	۰/۰۲۲۳	۰/۰۰۰	۰/۰۴۸۹	۰/۰۰۰۲	۰/۰۳۴۷	۰/۰۰۷۸
۳۳	۰/۰۴۰۴	۰/۰۱۶۵	۰/۰۵۲۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۵۰
۳۴	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۲۱	۰/۰۱۰۳	۰/۰۶۳۱	۰/۰۷۹۰	۰/۰۸۵۴
۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۱۳۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۳۷
۳۶	۰/۰۰۵۳	۰/۰۳۲۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۴۸۵

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (۴-پ): نتایج آزمون استقلال جملات پسماند در معادلات رهیافت ساختاری

کد	Lagrange Multiplier test	P-value > Chi2	کد	Lagrange Multiplier test	P-value > Chi2
۱۵	۱۹۵/۸	۰/۰۰۰	۲۷	۴/۱۵۰	۰/۰۴۱۶۳
۱۷	۱۳/۷	۰/۰۰۰۲۱	۲۸	۴/۹۰۷	۰/۰۲۶۷۴
۱۹	۶/۳۱	۰/۰۱۲	۲۹	۷۷/۹۱	۰/۰۰۰
۲۰	۸/۴۱	۰/۰۰۳۷۲	۳۱	۲۱/۳۶	۰/۰۰۰
۲۱	۱۱/۴۳	۰/۰۰۰۷۲	۳۲	۴/۳۳	۰/۰۳۷۴۰
۲۲	۳۹/۷۶	۰/۰۰۰	۳۳	۲/۹۱۰	۰/۰۸۷۹۹
۲۳	۱۴۲/۳۲	۰/۰۰۰	۳۴	۷/۵۷	۰/۰۰۵۹۱
۲۴	۴/۱۸	۰/۰۴۰۷۶	۳۵	۲۹/۰۹	۰/۰۰۰
۲۵	۶/۶۶	۰/۰۰۹۸۵	۳۶	۴/۴۱	۰/۰۳۵۷۱
۲۶	۷۲/۸۲	۰/۰۰۰			

منبع: محاسبات تحقیق

تخمین همزمان مارک - آپ و باردهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۲۱۳

جدول ۵- پ: تخمین غیر خطی پارامترهای معادله (۳) به روش گستردهای تقسیم یافته												
	۱۵	۱۷	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶		
ϕ	-۰/۹۸	-۰/۸۷۳۰	-۰/۸۷۳۸	-۰/۸۷۳۵	۰/۰۰۰۳۶۶	۰/۰۰۰۳۶۶	۰/۰۰۰۳۶۶	۰/۰۰۰۳۶۶	۰/۰۰۰۳۶۶	۰/۰۰۰۳۶۶		
η	۰/۰۳۱	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)	(۰/۰۰۰۵۹۹۸)		
	-۰/۰۰۱۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴	-۰/۰۰۰۰۷۱۳۴		
α_{11}	۰/۰۰۱	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳۴)		
	-۰/۱۶	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱		
α_{12}	۳/۲	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)	(۳/۸۵۷)		
	-۰/۱۵	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰	۱۴/۵۰۰		
α_{13}	۰/۱۶	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)	(۰/۰۰۳۳۴۷)		
	-۰/۱۱	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷	۱۷/۵۷۷		
α_{14}	۱/۶	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)	(۱/۸۵۱۰)		
	۰/۴۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰	۳/۱۳۱۰		
α_{15}	۰/۲۴	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	۱/۵	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲		
α_{16}	۲/۱	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)	(۲/۸۰۴۶)		
	۰/۲۸	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶	۰/۱۵۱۲۶		
α_{17}	۰/۸۹	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	۰/۱۵	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹	۱۴/۱۱۹		
β_1	۰/۰۹۸	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	-۰/۰۰۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸		
β_2	۰/۰۰۵۹	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	-۰/۱۵	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸		
β_3	۰/۰۳۲	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	۰/۱۴۱۸۷	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸	۱۴/۰۲۸		
γ_1	خلاف شده	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
γ_2	خلاف شده	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
γ_3	خلاف شده	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
δ_1	۳/۶	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)	(۳/۹۵۵۳۴)		
	۰/۰۰۰۸۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
δ_2	۰/۰۰۱۶	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
δ_3	خلاف شده	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
δ_4	خلاف شده	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		
δ_5	خلاف شده	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰۰۰)		
	خلاف شده	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰		

ادامہ جدول (۵-۰)

[illegible]

ب) تکنیک دلتا

روش دلتا تکنیکی برای تقریب گشتاورهای توابع متغیرهای تصادفی است. این روش در اقتصادسنجی برای تخمین خطای استاندارد پارامترهای تبدیل شده بکار می‌رود. این تکنیک یک تابع از متغیر تصادفی را در حدود متوسط اش بسط می‌دهد که معمولاً این بسط با تقریب یک مرحله ای تیلور انجام می‌پذیرد و سپس واریانس آن را محاسبه می‌کند.

$$G(x) \cong G(\mu) - (x - \mu)G'(\mu)$$

X متغیر تصادفی با میانگین μ است. $G'(\cdot) = \frac{dG}{dx}$ است.

$$Var(G(X)) \cong Var(X) * [G'(\mu)]^2$$

اگر با برداری از متغیرها سر و کار داشته باشیم:

$$Var(G(X)) \cong G'(\mu)Var(X)[G'(\mu)]^T$$

که T عملگر ترانسپوز است. بطور مثال خطای معیار شاخص لرنر به صورت زیر محاسبه می‌شود. ابتدا فرمول شاخص لرنر را می‌نویسیم:

$$L = -(1 + \Phi)H/\eta P$$

سپس با استفاده از فرمول $Var(G(X))$ واریانس شاخص لرنر را محاسبه می‌کنیم:

$$Var(L) = [-\bar{H}/\hat{\eta}\bar{P}]^2 \quad (1)$$

$$+ \hat{\Phi})\bar{H}/(\hat{\eta}^2 \bar{P})] \begin{bmatrix} var(\hat{\Phi}) & cov(\hat{\Phi}, \hat{\eta}) \\ cov(\hat{\eta}, \hat{\Phi}) & var(\hat{\eta}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\bar{H}/\hat{\eta}\bar{P} \\ (1 + \hat{\Phi})\bar{H} \\ \hat{\eta}^2 \bar{P} \end{bmatrix}$$

خطای معیار شاخص لرنر جذر $Var(L)$ است. با توجه به فرمول $M = \frac{1}{1-L}$ بین خطای معیار شاخص لرنر و مارک آپ رابطه وجود دارد. با همین روش خطای معیار بازدهی نسبت به مقیاس را بدست می‌آوریم. ابتدا فرمول محاسباتی آن را بر اساس رابطه (۱۷) می‌نویسیم، سپس از آن نسبت به پارامترهای موجود در رابطه مشتق می‌گیریم و رابطه فوق را تشکیل می‌دهیم. واریانس ضرایب و کوواریانس میان ضرایب در خروجی نرم افزار قابل محاسبه است.