

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.

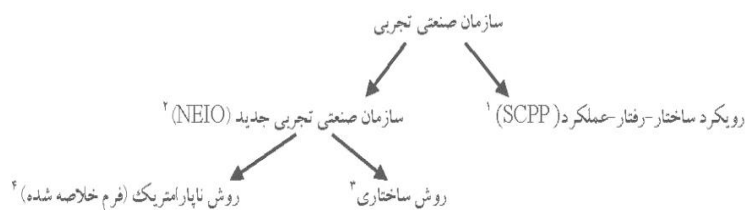
طبقه‌بندی JEL: D₂₄: L₀₀: L₁₁: L₁₃: L₆₀

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 نئوکلاسیکی 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 نئوکلاسیکی 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 نئوکلاسیکی 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 می‌پردازد 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 کارخانه‌ای ایران در طول دوره ۸۶-۱۳۷۴ برآورد می‌کنیم. در رهیافت ناپارامتریک از روش پسماند سولو^۱ استفاده می‌شود. در رهیافت پسماند سولو مطابق با مدل کی^۲ (۲۰۰۲) معادلات پسماند اولیه و دوگانه سولو همزمان با توجه به داده‌های پانل و روش سیستم معادلات به ظاهر نامرتبط (SURE)^۳ برآورد می‌شود. 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 داده‌های پانل و روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)^۵ غیرخطی برآورد می‌شود. 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 معنی‌داری آماری این دو پارامتر است. همین‌طور بر اساس محاسبه سهم عوامل از درآمد دو روش پسماند سولو و ساختاری مقایسه می‌شوند. به لحاظ تئوریک یک منهای نسبت بازدهی نسبت به مقیاس به مارک آپ میزان سودآوری را سنجش می‌کند و این نسبت بیانگر سهم عوامل از درآمد است. این مقاله به ترتیب زیر سازمان‌دهی می‌شود. 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 اویلر 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 $\frac{\partial G}{\partial w_t} \cdot \frac{w_t}{G_t} = \frac{w_t L_t}{G_t} \left(\frac{A_t}{Y_t}\right)^{\frac{1}{S}} = \frac{w_t L_t}{C_t}$ از تعریف $G(w_t, r_t)$ استخراج شده است.

با استفاده از تابع هزینه نهایی و رابطه (۵) داریم:

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

تخمین همزمان مارک - آپ و بازدهی نسبت به مقیاس در صنایع ... □ ۱۸۹

با استفاده از تعریف $C_{L,t} = \frac{w_t L_t}{C_t}$ 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:

$$\frac{\Delta\left(\frac{r_t}{P_t}\right)}{\left(\frac{r_t}{P_t}\right)} = \frac{\Delta A_t}{A_t} - SC_{L,t} \frac{\Delta\left(\frac{w_t}{r_t}\right)}{\left(\frac{w_t}{r_t}\right)} + (S-1) \frac{\Delta\left(\frac{P_t Q_t}{r_t}\right)}{\left(\frac{P_t Q_t}{r_t}\right)} \quad (7)$$

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

$$\frac{\Delta\left(\frac{r_t}{P_t}\right)}{\left(\frac{r_t}{P_t}\right)} = \frac{\Delta A_t}{A_t} + \mu\theta_{L,t} \frac{\Delta\left(\frac{r_t}{w_t}\right)}{\left(\frac{r_t}{w_t}\right)} + (S-1) \frac{\Delta\left(\frac{P_t Q_t}{r_t}\right)}{\left(\frac{P_t Q_t}{r_t}\right)} \quad (8)$$

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 لویز 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:

$$\pi_j = P q_j - C_j(q_j, w, t) \quad (9)$$

که سود بنگاه نمونه C_j تابع هزینه بنگاه نمونه z و w بردار قیمت نهاده‌ها، q_j تولید بنگاه نمونه z و t موقعیت تکنولوژی است. با ماکزیم نمودن سود بنگاه نمونه z ، 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 z ، $\eta = \frac{\partial Q}{\partial P} \cdot \frac{1}{Q}$ شبه کشش قیمتی تقاضا ($\eta < 0$) و $\phi_j = \frac{d \sum_{i \neq j} q_i}{dq_j}$ تغییر حدسی بنگاه نمونه z 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:

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

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

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

که $H = \sum_j^N S_j^2$ شاخص هرفیندال - هیرشمن تمرکز و $\Phi = \frac{\sum_j^N q_j \phi_j}{\sum_j^N q_j}$ تغییر حدسی وزنی صنعت است. رابطه (۱۲) معادله عرضه صنعت است. با استفاده از قضیه شفارد،

تقاضای اشتقاقی بنگاه نمونه z از عامل r عبارتست از:

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

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:

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

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:

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

RTS بازدهی نسبت به مقیاس، $A = \sum_r \beta_r w_r$ و $B = \sum_r \sum_s \alpha_{rs} w_r^{\frac{1}{\gamma_r}} w_s^{\frac{1}{\gamma_s}} + t \sum_r \gamma_r w_r$ 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 فرنالده^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 ۱۹۹۲-۱۹۷۵ 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. بنا بر 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 معنی‌داری 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 می‌توانند 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، روزنباوم^۹ (۱۹۹۴)). اثر قدرت بازاری بر این بحث استوار است که تمرکز بالاتر منجر به قیمت‌های بالاتر می‌شود چون با افزایش تمرکز رقابت کاهش پیدا می‌کند (تمرکز بالاتر تباری قیمت را میان اعضای صنعت راحت‌تر می‌کند)، در حالی که اثر کارایی با این بحث مرتبط است که تمرکز بالاتر به خاطر صرفه‌های 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. لویز^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، لویز 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 لویز (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:

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

$$\frac{\Delta\left(\frac{r_{it}}{P_{it}}\right)}{\left(\frac{r_{it}}{P_{it}}\right)} = \beta_1 + \beta_2 \theta_{it} L \frac{\Delta\left(\frac{r_{it}}{w_{it}}\right)}{\left(\frac{r_{it}}{w_{it}}\right)} + \beta_3 \frac{\Delta\left(\frac{P_{it} Q_{it}}{r_{it}}\right)}{\left(\frac{P_{it} Q_{it}}{r_{it}}\right)} + u_{it}$$
(۲۱)

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_1 (یا α_1) مارک آپ و β_2 (یا α_2) $1 + \beta_2$ (یا $1 + \alpha_2$) 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 می‌آید و سپس با استفاده از رابطه کلان مقدار موجودی سرمایه در سال‌های بعد بدست می‌آید. قیمت اجاره ای سرمایه با استفاده از شاخص بهره وری سرمایه محاسبه می‌شود. برای محاسبه بهره وری سرمایه ابتدا سود بنگاه را بدست آورده و سپس با تقسیم سود بر فروش نرخ بازدهی سرمایه محاسبه می‌شود. 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 رگرسیون‌ها، لازم است آزمون‌های ریشه واحد متغیرها در معادلات رگرسیونی انجام شود. نتایج آزمون ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون فیشر (Fisher) نشان می‌دهد که متغیرها در سطح ایستا هستند (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 می‌شود، 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 نمی‌شوند می‌توان آن را یک سیستم به ظاهر نامرتب در نظر گرفت. بنابراین دو معادله رابطه (۲۱) در قالب روش SURE و بصورت مقید برآورد می‌شود. به منظور بررسی اینکه آیا روش SURE برای تخمین رابطه (۲۱) کارایی دارد از آزمون استقلال جملات پسماند استفاده می‌شود. 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:

$$\begin{aligned}
 P &= -\frac{(1+\Phi)}{\eta}H + \alpha_{11}w_1 + \alpha_{12}w_2 + \alpha_{13}w_3 + \alpha_{14}(w_1w_2)^{\eta} + \alpha_{15}(w_1w_3)^{\eta} + \alpha_{16}(w_2w_3)^{\eta} \\
 &\quad + \beta_1QHw_1 + \beta_2QHw_2 + \beta_3QHw_3 + u_1 \\
 \frac{X_1}{Q} &= \alpha_{21} + \alpha_{22}\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{\eta} + \alpha_{23}\left(\frac{w_1}{w_3}\right)^{\eta} + \beta_4QH + u_2 \\
 \frac{X_2}{Q} &= \alpha_{31} + \alpha_{32}\left(\frac{w_2}{w_1}\right)^{\eta} + \alpha_{33}\left(\frac{w_2}{w_3}\right)^{\eta} + \beta_5QH + u_3 \quad (22) \\
 \frac{X_3}{Q} &= \alpha_{41} + \alpha_{42}\left(\frac{w_3}{w_1}\right)^{\eta} + \alpha_{43}\left(\frac{w_3}{w_2}\right)^{\eta} + \beta_6QH + u_4 \\
 \ln Q &= \delta_0 + \eta P + \delta_1 GNP + u_5
 \end{aligned}$$

P قیمت محصول، H شاخص هرفیندال - هیرشمن تمرکز، w_1 دستمزد، w_2 قیمت انرژی، w_3 قیمت مواد اولیه، Q تولید، X_1 تقاضای نیروی کار، X_2 تقاضای انرژی و X_3 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 درست‌نمایی 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 $\alpha_1 = \beta_1$ ، $\alpha_2 = \beta_2$ و $\alpha_3 = \beta_3$ (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))

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

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

کد دو رقمی	گروه صنایع	بازدهی نسبت به مقیاس	خطای معیار	مارک-آپ	خطای معیار
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۰/۴۹	۰/۰۵۳	۱/۰۰۴	۰/۰۲۱۶
۱۷	تولید منسوجات	۱/۲۳	۰/۰۴۴	۱/۰۱	۰/۰۰۱۱
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۲/۵۳	۰/۰۰۰۰۵۹	۱/۰۲۲	۰/۰۱۱
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه - غیر از مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۱/۰۱۷	۰/۱۵۶	۱/۰۱	۰/۰۰۰۴
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۱/۸۳	۰/۰۰۰۰۰۵	۲/۱۰	۰/۴۲
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های چاپ شده	۰/۶۳	۰/۰۰۴۴	۶/۰۸	۰/۲۳
۲۳	صنایع تولید زغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۱/۳۵	۰/۰۵۲	۱/۱	۰/۰۰۲
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۱/۳۰	۰/۰۰۰۲۸	۱/۰۹	۰/۰۲۴
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱/۱۹	۰/۰۰۰۰۴۲	۲/۲	۰/۰۰۸
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۱/۷۵	۰/۰۰۰۰۶۳	۱/۰۴۲	۰/۰۲
۲۷	تولید فلزات اساسی	۱/۰۱	۰/۶۹	۱/۶۱	۰/۱۰۹
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات و تجهیزات	۱/۵۹	۰/۰۰۰۰۱۴	۱/۰۸	۰/۰۱۱
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	-۰/۴۷	۰/۱۵۴	۱/۰۲	۰/۰۰۰۰۴۵
۳۱	تولید ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده جای دیگر	۲/۳۷	۰/۰۰۰۰۱	۱/۰۱	۰/۰۰۲۵
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	۵/۸	۱۰/۵	۱/۰۰۱	۰/۰۱۱
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۱/۱۳	۴۱/۴	۱/۰۰۱	۰/۰۰۵۳
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۱/۱	۲۱/۲	۱/۰۰۶	۰/۰۰۰۳
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	-۰/۰۳	۰/۱۲۹	۱/۱	۰/۰۰۱۲
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۳/۶	۰/۲۳۷	۱/۲۷	۰/۰۰۲

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 ماشین‌آلات 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، کسش هزینه‌ای ۵۳ درصد از صنایع کارخانه‌ای ایران بطور معنی‌داری از یک کوچکت‌تر 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	دباجی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و براق 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 کالا 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 بیم 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 تئوریک 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	$\frac{(Y_{it}/K_{it})^\circ}{Y_{it}/K_{it}}$	$\frac{(r_{it}/P_{it})^\circ}{r_{it}/P_{it}}$	$\frac{(L_{it}/K_{it})^\circ}{L_{it}/K_{it}}$	$\frac{(r_{it}/w_{it})^\circ}{r_{it}/w_{it}}$	$\frac{K_{it}^\circ}{K_{it}}$	$\frac{(P_{it}Y_{it}/r_{it})^\circ}{P_{it}Y_{it}/r_{it}}$
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	۰/۰
۲۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	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	۰/۰۰۲
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	۰/۰۰۰۴۲	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	۰/۰۰۳۷
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

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	-۰/۸۸	-۰/۸۷۲۰	-۰/۵۳۳۸	-۰/۵۳۳۸	۲/۶۵۰	۰/۰۰۰۳۶۶	۱/۰۵۹	۷/۹۱۷	-۰/۹۱۵۸	-۰/۸۹۷۷
	(۰/۰۰۰۵۹۹)	(۰/۰۰۰۵۹۹)	(۰/۰۰۰۵۹۹)	(۰/۰۰۰۵۹۹)	(۰/۰۰۰۵۹۹)	(۰/۰۰۰۳۶۶)	(۰/۰۰۰۳۶۶)	(۰/۰۰۰۳۶۶)	(۰/۰۰۰۳۶۶)	(۰/۰۰۰۳۶۶)
η	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳	-۰/۰۰۰۷۳۳
	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)	(۰/۰۰۰۱۹۵۳)
α_{11}	-۱/۲	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱	۱۹/۱۵۱
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
α_{12}	۳/۲	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷	۳/۲۸۵۷
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
α_{13}	۱/۶	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰	۲/۸۵۱۰
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
α_{14}	۱/۲۴	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲	۱۴/۸۰۲
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
α_{15}	۲/۸	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹	۲/۸۰۲۹۹
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
α_{16}	۰/۸۹	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴	۰/۰۰۰۰۲۵۴
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
β_1	۱/۵	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹	۱/۸۱۱۹
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
β_2	۰/۰۹۸	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳	۰/۰۰۰۱۶۹۳
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
β_3	۰/۰۵۹	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳	۰/۰۰۰۵۱۵۳
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
β_4	۰/۰۳۲	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳	۰/۰۰۰۱۹۵۳
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
γ_1	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
γ_2	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
γ_3	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
δ_1	۴۰	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲	۱۵/۸۲۲
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
δ_2	۳/۶	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷	۰/۰۰۰۶۵۵۷
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
δ_3	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱	۰/۰۰۰۳۱۶۹۱
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
δ_4	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
δ_5	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)
δ_6	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده	خلاف شده
	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)	(۰/۰۰۰۰۰۰)

ب) تکنیک دلنا

روش دلنا 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:

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

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

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.