فصلنامه پژوهشنامه بازرگاني، شماره ۳۸، بهار ۱۳۸۵، ۵۸ ـ ۲۷

پیش‌بینی تقاضای سیمان طی دوره ۹۰ـ۱۳۸۲

دکتر محسن مهرآرا*

مصرف سیمان / شبیه‌سازي تصادفي / الگوي شرطي و غیرشرطي / VAR / ایران

چکیده

در این مطالعه مصرف سیمان داخلی برای دوره ۹۰-۱۳۸۲ با استفاده از شبیه‌سازی‌های تصادفی و فاکتور جمع بصورت شرطی و غیرشرطی پیش‌بینی می‌شود. برای این منظور عملکرد پیش‌بینی انواع الگوهای فرم ساختاری و خلاصه شده را براساس معیارهای خطای پیش‌بینی و آماره‌های تشخیص با یکدیگر مقایسه نموده و الگوی مناسب را در میان هر یک از دو گروه الگوهای شرطی و غیرشرطی انتخاب می کنیم. نتایج حاصله حکایت از آن دارد که الگوهای فرم خلاصه شده VAR با اعمال محدودیت‌های هم انباشتگی شامل متغیرهای مصرف سیمان، تولید ناخالص داخلی، ارزش افزوده بخش ساختمان و قیمت نسبی سیمان از عملکرد پیش‌بینی مناسب‌تری نسبت به سایر الگوها برخوردار است. در دستگاه‌های VAR شرطی، متغیرهای تولید ناخالص داخلی و قیمت نسبی سیمان براساس آزمون‌های برون‌زایی ضعیف، الگو نمی‌شوند. در دستگاه شرطی مذکور، پیش‌بینی مصرف سیمان براساس سه سناریوی خوشبینانه (رشد اقتصادی ۸ درصد)، پایه (رشد اقتصادی ۵/۵ درصد) و بدبینانه (رشد اقتصادی ۴/۵ درصد) با حل دستگاه به روش شبیه‌سازی‌های تصادفی بدست می‌آیند. مطابق نتایج حاصله رشد پایدار مصرف سیمان در

* عضو هیأت علمی دانشگاه تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

سناریوی بدبینانه ۷/۴ درصد، پایه ۷/۷ درصد و خوش بینانه ۱۰/۳ درصد پیش‌بینی می‌شود. در الگوی غیرشرطی رشد پایدار مصرف سیمان در دوره پیش‌بینی نزدیک به سناریوی پایه در دستگاه شرطی است.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

صنعت سیمان بعنوان یکی از صنایع پایه، نقش اساسی در توسعه زیربناهای اقتصادی برعهده دارد. این صنعت در کشور ما همواره در حال توسعه بوده، به‌طوری‌که در حال حاضر ایران یازدهمین مصرف کننده و سیزدهمین صادرکننده عمده سیمان در جهان محسوب می‌شود[۱]. مصرف سیمان در هر کشور یکی از شاخص‌های توسعه بشمار آمده و بالا بودن سطح مصرف و مصرف سرانه، نشانگر رونق فعالیت‌های ساختمانی و عمرانی در کشور مزبور می‌باشد.

تقاضا برای سیمان تقاضای مشتق[۲] شده است. زیرا میزان مصرف آن در هر کشور بستگی به میزان احداث واحدهای مسکونی، پل‌ها، سدها، جاده‌ها، تونل‌ها، بنادر، بیمارستان‌ها و نظایر آن دارد؛ لذا تقاضا برای آن را بایستی از تقاضا برای محصولات نهایی مربوطه (به ویژه ارزش افزوده بخش ساختمان) استخراج کرد. در اقتصاد ایران بخش اعظمی‌از طرح های عمرانی، زیرمجموعه‌ای از فعالیت‌های بخش ساختمان محسوب می‌شوند. این بخش با بیش از ۲۰ درصد ارزش افزوده گروه صنایع و معادن از بیشترین سهم در مصرف سیمان کشور برخوردار است.[۳]

برای پیش‌بینی مصرف سیمان همانند پیش‌بینی هر متغیر اقتصادی دیگری دو رویکرد اساسی وجود دارد[٤]:

۱- الگوهای فرم ساختاری[٥]

۲- الگوهای فرم خلاصه شده[٦]

در رویکرد اول، الگوی ساختاری براساس تئوری اقتصادی تصریح شده و متغیرهای درون‌زا (از جمله مصرف داخلی سیمان) بصورت شرطی پیش‌بینی می‌شوند. در رویکرد

---

۱. پیک سیمان، سال یازدهم، شماره ۴۲، تابستان (۱۳۸۱).

2. Derived Demand.

۳. نمادگرهای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

4. Armstrong(2001).
5. Structural Form.
6. Reduced Form.

Archive of SID

www.SID.ir

دوم (فرم خلاصه شده) نیازی به تصریح تئوری اقتصادی نیست. برای استفاده از این رویکرد تنها بایستی بردار متغیرهای دستگاه را مشخص نمود و آن‌ها را به دو گروه متغیرهای درون‌زا و برون‌زا تفکیک کرد. تفکیک مذکور می‌تواند براساس تئوری اقتصادی، پیش فرض‌های محقق یا آزمون‌های برون‌زایی انجام شود. بعلاوه همواره می‌توان الگوهای فرم خلاصه شده و ساختاری را به دو گروه الگوهای تک معادله‌ای (مانند الگوهای خود همبسته با وقفه‌های توزیعی یا ARDL[1]) و سیستمی تقسیم نمود.

فرم‌های خلاصه شده که در آن‌ها پویایی‌ها به نحو صحیحی تصریح شده‌اند را می‌توان دستگاه‌های VAR[2] شرطی یا غیرشرطی (مبتنی بر رویکرد سری‌های زمانی چند متغیره[3]) نیز تفسیر کرد. به عبارت دیگر دستگاه های VAR، فرم خلاصه شده الگوهای ساختاری بحساب می‌آیند. به هنگام استفاده از دستگاه VAR عموماً محدودیت هایی نیز روی پارامترها (به‌طور مثال براساس روش های هم انباشتگی[4] یا بیزین[5]) برای بهبود عملکرد پیش‌بینی اعمال می‌گردد. در این مطالعه عملکرد الگوهای فرم ساختاری، الگوهای ARDL (تک معادله‌ای) و دستگاه‌های VAR شرطی و غیرشرطی (فرم‌های خلاصه شده) را برای پیش‌بینی مصرف سیمان مورد ارزیابی قرار داده و سپس براساس الگوی انتخاب شده، مصرف سیمان داخلی را طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲ (با استفاده از شبیه‌سازی‌های تصادفی[6] و فاکتور جمع[7]) پیش‌بینی می‌کنیم.

در بخش اول این تحقیق به ارائه مبانی نظری الگوهای فرم ساختاری و خلاصه شده می‌پردازیم. فرم ساختاری تقاضا برای سیمان در بخش ساختمانی را براساس تابع هزینه ترانسلوگ[8] استخراج می‌کنیم. بعلاوه در این بخش مبانی نظری دستگاههای VAR هم انباشته را مرور خواهیم کرد. در بخش دوم معیارها یا آماره‌های خطای پیش‌بینی را برای مقایسه عملکرد پیش‌بینی الگوهای رقیب و ارزیابی آن‌ها معرفی می‌کنیم. بخش سوم به

---

1. Auto Regressive Distributed Lag.
2. Vector Auto Regressive.
3. Multivariate Time Series.
4. Cointegration.
5. Bayesian.
6. Stochastic Simulation.
7. Add Factor.
8. Translog.

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل توصیفی مصرف سیمان و مهمترین عوامل تعیین کننده آن شامل تولید ناخالص داخلی غیرنفتی، ارزش افزوده بخش ساختمان و قیمت نسبی سیمان طی دوره ۸۱-۱۳۴۲ اختصاص یافته است. در بخش چهارم الگوهای رقیب شامل فرم‌های ساختاری و خلاصه شده را با اعمال فروض مختلف برون‌زایی و قیود متعدد روی پارامترهای آن براساس معیارهای خطای پیش‌بینی ارزیابی و مقایسه می‌نمائیم. سپس الگوهایی با کمترین خطای پیش‌بینی را در میان گروه الگوهای شرطی و همچنین گروه الگوهای غیرشرطی انتخاب نموده و براساس آن پیش‌بینی مصرف سیمان بصورت شرطی و غیرشرطی را برای دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲ بدست می‌آوریم. در بخش پنجم، مباحث مذکور خلاصه و از آن‌ها نتیجه‌گیری می‌شوند.

۱. معرفی الگوهای پیش‌بینی

در این تحقیق از دو گروه الگوهای فرم خلاصه شده و ساختاری برای پیش‌بینی مصرف سیمان استفاده می‌شود. فرم‌های خلاصه شده بصورت دستگاه های VAR شرطی و غیرشرطی بر اساس فروض مختلف بویژه در خصوص قیود مربوط به پارامترهای دستگاه تصریح می‌گردند. در تصریح الگوی ساختاری، تقاضا برای سیمان (مبتنی بر مبانی نظری مربوط) به عنوان تقاضای نهاده (مشتق شده) در بخش ساختمان استخراج می‌شود. برای این منظور از تابع هزینه ترانسلوگ که از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به دیگر فرم های تبعی برخوردار است برای استخراج معادلات تقاضا برای نهاده‌های تولید در بخش ساختمان (از جمله سیمان) استفاده شده است. در ادامه به تشریح این دو گروه الگوها می‌پردازیم.

۱-۱. الگوی ساختاری برای پیش‌بینی

سیمان به عنوان یک نهاده تولید در بنگاه‌ها (عمدتاً فعالیت‌های ساختمان‌سازی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین سیمان به عنوان یک کالای نهایی مورد مصرف خانوارها نیست بلکه بنگاه‌ها و تولیدکنندگان (به ویژه در بخش ساختمان) آن را برای تولید محصولات دیگر تقاضا می‌کنند. تقاضای سیمان مانند تقاضا برای هر نهاده تولیدی دیگری «تقاضای مشتق شده» به‌حساب می‌آید که فرم تبعی آن به لحاظ نظری بر اساس تابع تولید

Archive of SID

www.SID.ir

و ساختار هزینه بنگاه استخراج می‌شود. در این مطالعه از تابع هزینه ترانسلوگ[1] یا تابع لگاریتمی‌متعاملی[2] که می‌تواند به عنوان تقریبی از یک تابع تولید مانن CES (کشش جانشینی ثابت) محسوب شود بعنوان استفاده می‌گردد. تابع ترانسلوگ یکی از مفیدترین و رایج‌ترین توابع تولید در مطالعات تجربی است[3] که در آن بر خلاف CES کشش جانشینی عوامل، مقدار ثابتی نبوده و از انعطاف‌پذیرتری بیشتری نسبت به سایر توابع تولید یا هزینه برخوردار است. تابع هزینه ترانسلوگ در حالت کلی بصورت زیر تصریح می‌شود:

(۱)

$$\log C = \beta_0 + \sum_{i=1}^{M} \beta_i \log p_i + \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{M} \delta_{ij} \log p_i p_j + \beta_y \log y + \frac{1}{2} \beta_{yy} (\log y)^2 + \sum_{i=1}^{M} \beta_{yi} \log p_i \log y$$

که در آن C هزینه کل تولید، p_i قیمت نهاده i ام و y میزان تولید میباشند. چنانچه $\delta_{ij} = 0$ باشد تابع هزینه کاب ـ داگلاس بدست می‌آید.

با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس $(\beta_y = 1, \beta_{yi} = 0)$ و با اعمال قیود تقارن مربوط به مشتقات متقاطع قیمتی(یعنی $\delta_{ij} = \delta_{ji}$) سیستم توابع تقاضا برای نهاده ها برحسب سهم هر یک از نهاده‌ها در کل هزینه‌های تولید بر اساس لم شفارد[4] عبارت‌اند از:

$$S_1 = \frac{\partial \log c}{\partial \log p_1} = \beta_1 + \delta_{11} \log p_1 + \delta_{12} \log p_2 + \ldots + \delta_{1M} \log P_M \qquad (۲)$$

$$S_2 = \frac{\partial \log c}{\partial \log p_2} = \beta_2 + \delta_{12} \log p_1 + \delta_{22} \log p_2 + \ldots + \delta_{2M} \log P_M$$

.

.

.

$$S_M = \frac{\partial \log c}{\partial \log p_M} = \beta_M + \delta_{1M} \log p_1 + \delta_{2M} \log p_2 + \ldots + \delta_{MM} \log P_M$$

مجموع سهم هزینه‌ها برابر واحد می‌باشند لذا محدودیت‌های زیر به هنگام تخمین

---

1. Translog.
2. Transcendental.
3. Guilkey, Lovell, and Sickles (1983).
4. Shepherd's Lemma.

Archive of SID

www.SID.ir

لحاظ می‌گردد:

$$\beta_1 + \beta_2 + \ldots + \beta_M = 1, \sum_{i=1}^{M} \delta_{ij} = 0, \sum_{j=1}^{M} \delta_{ij} = 0 \qquad (۳)$$

سیستم توابع تقاضای مذکور برای چهار نهاده تولید در بخش ساختمان تصریح می‌شود. این چهار نهاده شامل نیروی کار، سرمایه (ماشین آلات ساختمانی)، سیمان و فولاد در بخش ساختمان می‌باشند. سایر نهاده‌ها با فرض تفکیک پذیری ضعیف از توابع تولید و هزینه حذف گردیده‌اند. باتوجه به محدودیت‌های (۳)، ماتریس کوواریانس جملات اخلال معادلات سهم منفرد (دارای دترمینان صفر) بوده و تخمین پارامترهای آن امکانپذیر نمی‌باشد. برای رفع مشکل منفرد بودن ماتریس کوواریانس، یکی از معادلات (در اینجا معادله سهم مربوط به ماشین آلات) حذف می‌شود. با اعمال دو قید آخر (۳) نیز کلیه قیمت‌ها بصورت نسبتی از قیمت ماشین آلات بدست می‌آیند. بدین ترتیب سیستم معادلات سهم بصورت زیر تصریح می‌شوند:

$$S_c = \beta_c + \delta_{cc}\left(\frac{P_C}{P_K}\right) + \delta_{CL}\left(\frac{P_L}{P_K}\right) + \delta_{CS}\left(\frac{P_S}{P_K}\right) \qquad (٤)$$

$$S_L = \beta_C + \delta_{CL}\left(\frac{P_C}{P_K}\right) + \delta_{LL}\left(\frac{P_L}{P_K}\right) + \delta_{LS}\left(\frac{P_S}{P_K}\right)$$

$$S_S = \beta_S + \delta_{CS}\left(\frac{P_C}{P_K}\right) + \delta_{LS}\left(\frac{P_L}{P_K}\right) + \delta_{SS}\left(\frac{P_S}{P_K}\right)$$

سیستم معادلات سهم، یک الگوی رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط بوده که به روش حداکثر درستنمایی قابل برآورد است. تعریف و منبع استخراج داده ها در ضمیمه (۱) توضیح داده می‌شود. براساس دستگاه معادلات فوق میزان مصرف سیمان در بخش ساختمان در دوره خارج نمونه پیش‌بینی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۱. VAR دستگاه‌های فرم خلاصه شده

الگوهای VAR، فرم خلاصه شده سیستم معادلات هم‌زمان محسوب می‌شوند. لذا در این الگوها نیازی به تصریح روابط ساختاری کوتاه‌مدت یا دانش ساختاری از روابط علی میان متغیرها الگو نمی‌باشد. به‌خصوص زمانی که اطلاعات دقیقی ازچگونگی کارکرد فرآیند دنیای واقعی یا عوامل تعیین‌کننده متغیرهای الگو وجود ندارد، توسل به‌الگوهای VAR اجتناب‌ناپذیر است. در این رویکرد از تئوری و دانش قبلی محقق تنها برای تعیین‌متغیرهایی که باید وارد الگو شود استفاده می‌گردد. الگوهای مذکور تمایزی میان متغیرهای درون‌زا وبرون‌زا قائل نمی‌شوند و کلیه متغیرها، متقارن در نظر گرفته می‌شوند. به همین دلیل عموماً آزمون‌های برون‌زایی براساس الگوهای VAR انجام شده است. همچنین استفاده از الگوهای سری‌زمانی به دلیل نیاز به متغیرهای کمتر نسبت به الگوهای اقتصادسنجی بسیار مفید می‌باشند. چنین‌الگوهایی به سادگی ساخته شده و در استفاده از آن‌ها نیازی به اطلاعات قبلی درخصوص روابط علی‌میان متغیرها وجود ندارد.

از اوایل دهه ۱۹۸۰ الگوهای VAR متعددی در ادبیات توسعه داده شده است که می‌توان آن‌ها رابه الگوهای VAR مقید و غیرمقید طبقه‌بندی کرد. الگوهای VARغیرمقید ساده‌ترین الگوهای‌خود رگرسیون‌برداری بودند که برای اولین بار توسط سیمز (۱۹۷۲ و ۱۹۸۰) معرفی شدند. این‌الگوها که فرم خلاصه شده سیستم معادلات همزمان پویا محسوب می‌شوند، هیچ نقشی برای‌تئوری اقتصادی (به صورت روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت) قائل نبودند.

توزیع مشترک مصرف سیمان داخلی و متغیرهای تعیین کننده آن را می‌توان با استفاده از یک الگوی VAR از درجه P به صورت زیر نمایش داد:

$$\Delta X_t = a + \pi\ X_{t-1} + \sum_{j=1}^{P} \Gamma_j\ \Delta X_{t-j} + AW_t + \varepsilon_t \qquad (۵)$$

که در آن $X_t : n\times 1$ بردار متغیرها در رابطه تعادلی بلندمدت شامل متغیرهای مصرف سیمان داخلی و عوامل تعیین‌کننده آن، $W_t : m\times 1$ بردار متغیرهای (ساکن) کوتاه‌مدت (شامل متغیرهای مجازی) و $a : n\times 1$ بردار جملات ثابت است؛ بردارجملات خطای ε_t

Archive of SID

www.SID.ir

نیز iid با توزیع نرمال بوده و دارای همبستگی‌های همزمان نیز با یکدیگر هستند. هم‌انباشتگی محدودیتی روی فرم خلاصه شده یا نمایش VAR در توزیع مشترک مصرف سیمان داخلی و متغیرهای تعیین‌کننده آن در دستگاه (۵) به حساب می‌آید. اگر تعداد روابط تعادلی بلندمدت میان متغیرهای الگو (مصرف سیمان داخلی و متغیرهای تعیین‌کننده آن) را r در نظر بگیریم ($0<r<n$) آنگاه ماتریس π در دستگاه (۵) دارای رتبه کاهش یافته $r(<n)$ خواهد بود. لذا می‌توان π را به حاصل ضرب $\pi = \alpha\beta'$ تفکیک کرد به‌طوری که α و β هر دو ماتریس‌های $n\times r$ با رتبه r هستند. ستون‌های β فضای هم‌انباشتگی برای ترکیبات ساکن متغیرهای X_{it} هستند. ردیف‌های ماتریس α، وزن‌هایی که این ترکیبات خطی با آن وزن‌ها وارد هر یک از معادلات در الگوی فرم خلاصه شده می‌شوند را مشخص می‌کنند. بدین ترتیب دستگاه (۵) به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$\Delta X_t = a + \alpha\beta' X_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \Gamma_j \Delta X_t + AW_t + \varepsilon_t \qquad (۶)$$

که در آن $\alpha : n\times r$ ماتریس ضرایب تعدیل یا بازخورد[1] و $\beta : n\times r$ ماتریس ضرایب بلندمدت یا بردارهای هم‌انباشته کننده هستند. بردار X_t به صورت ترکیبی از متغیرهای زیر در تصریحات مختلف مشخص می‌شود:

$$X_t \subseteq [cem, gdp, vadd, rprice, im, inv]$$

که در آن cem مصرف سیمان داخلی، gdp تولید ناخالص داخلی غیر نفتی، vadd ارزش افزوده بخش ساختمان، rprice قیمت نسبی سیمان، im واردات حقیقی و inv سرمایه‌گذاری ساختمان می‌باشند. متغیرهای کوتاه‌مدت بردار W نیز شامل متغیرهای مجازی انقلاب و تکانه نفتی ۱۳۵۳ هستند. بردارضرایب هم‌انباشته‌کننده[2] تنها با وضع R^2 محدودیت روی ماتریس β قابل شناسایی خواهند بود که از میان آن‌ها، r محدودیت را می‌توان با واحد قرار دادن ضریب یکی از پارامترها در هر رابطه محقق ساخت (یعنی $\beta_{ii}=1$ به ازای

1. Loading Matrix.

2. Cointegrating Vector.

Archive of SID

www.SID.ir

r,...., i=۱،۲). در ایـن مطالعـه انتظـار داریـم r= ۱ بـوده بـه‌طـوری‌کـه فقـط یـک بـردار هم‌انباشته‌کننده یا رابطه تعادلی بلندمدت وجود داشته باشد، بدین ترتیب با واحد قـرار دادن ضریب cem رابطه بلندمدت شناسایی می‌شود.

دردسـتگاه VAR هـم انباشـته‌کننـده مـی‌تـوان بـرون‌زایـی برخـی متغیرهـا را نسـبت بـه پارامترهای بلندمدت آزمون و الگوی شرطی را بـرای پـیش‌بینـی تصـریح نمـود. بـه منظـور سادگی در الگوی (۶)، a=0 و p=2 در نظر می‌گیریم و Γ_1 را با Γ نشان می‌دهیم. پارامترهـا و بردار متغیرهای X_t را بصورت زیر افراز می‌کنیم:

$$X_t = \begin{bmatrix} Y_t \\ \dots \\ Z_t \end{bmatrix}_{n\times 1} ; \Gamma = \begin{bmatrix} \Gamma_1 \\ \cdots \\ \Gamma_2 \end{bmatrix}_{n\times n} ; \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \dots \\ \alpha_2 \end{bmatrix}_{n\times r}$$

$$Y_t : n_1 \times 1; Z_t : n_2 \times 1; \Gamma_1 : n_1 \times n; \Gamma_2 : n_2 \times n; \alpha_1 : n_1 \times r; \alpha_2 : n_2 \times r$$

الگوی اصلی در حالت افراز شده به صورت زیر خواهد بود:

$$\Delta Y_t = -\alpha_1 \beta' X_{t-1} + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + u_{1t} \qquad (۷)$$

$$\Delta Z_t = -\alpha_2 \beta' X_{t-1} + \Gamma_2 \Delta X_{t-1} + u_{2t} \qquad (۸)$$

$$\Omega = \begin{bmatrix} \Omega_{11} & \Omega_{12} \\ \Omega_{21} & \Omega_{22} \end{bmatrix} \quad ; \quad u_t \sim IN(0, \Omega) \quad ; \quad u_t = \begin{bmatrix} u_{1t} \\ \dots \\ u_{2t} \end{bmatrix}$$

حال می‌توان u_{1t} را مشروط بر u_{2t} به صورت رابطه شرطی زیر نوشت:

$$u_{1t} = \Omega_{12}\Omega_{22}^{-1} u_{2t} + \varepsilon_t \qquad (۹)$$

که در آن:

$$\varepsilon_t \sim IN(0, \Omega_{\varepsilon\varepsilon})$$

$$\Omega_{\varepsilon\varepsilon} = \Omega_{11} - \Omega_{12}\Omega_{22}^{-1}$$

به علاوه ε_t مستقل از u_{2t} اسـت. بـا اسـتفاده از (۷) و(۸) و (۹) الگـوی شـرطی ΔY_t به‌صورت زیر به دست می‌آید:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\Delta Y_t = -F\beta' X_{t-1} + G\Delta X_{t-1} + \Lambda\Delta Z_t + \varepsilon_t \quad (۱۰)$$

که در آن:

$$\Lambda = \Omega_{12}\Omega_{22}^{-1}; F = \alpha_1 - \Omega_{12}\Omega_{22}^{-1}\alpha_2$$

$$G = \Gamma_1 - \Omega_{12}\Omega_{22}^{-1}\Gamma_2$$

شرط برون‌زایی ضعیف متغیرهای بردار Z_t نسبت به پارامترهای بلندمدت الگو (β) عبارت است از:

$$\alpha_2\beta' = 0 \quad (۱۱)$$

لذا $\alpha_2 = 0$ یک شرط لازم و کافی برای برون‌زایی ضعیف Z نسبت به پارامترهای β است. در این صورت جملات تصحیح خطا در الگو حاشیه‌ای ظاهر نخواهند شد. در واقع تحت شرایط مذکور ($\alpha_2=0$) الگوی حاشیه‌ای (یا تابع لگاریتم درستنمایی حاشیه‌ای) تنها شامل پارامترهای Γ_2 و Ω_{22} بوده، در حالی که الگوی شرطی(۱۰) (یا تابع لگاریتم درستنمایی شرطی) شامل F، β'، G، Λ و $\Omega_{\varepsilon\varepsilon}$ است. جوهانسن(۱۹۹۲) نشان می‌دهد که با فرض $\alpha_2=0$ این دو گروه پارامترها Variation Free هستند. یعنی برای تخمین پارامترهایβ نیازی به اطلاعات الگوی حاشیه‌ای (۸) نیست. الگوی شرطی و حاشیه‌ای (۱۰) و (۸) با فرض برون‌زایی ضعیف Z برای پارامترهای بردارهای هم انباشته‌کننده β به صورت زیر است:

$$\Delta Y_t = -F\beta X_{t-1} + G\Delta X_{t-1} + \Lambda\Delta Z_t + \varepsilon_t \quad (۱۲)$$

$$\Delta Z_t = \Gamma_2\Delta X_{t-1} + u_{2t} \quad (۱۳)$$

با فرض $\alpha_2=0$ تخمین حداکثر درستنمایی از پارامترهای (۱۰) را می‌توان تنها براساس همین معادله به دست آورد. تعیین رتبه هم‌انباشتگی و کلیه آزمون‌ها روی بردارهای هم انباشته‌کننده تنها براساس الگوی شرطی (۱۰) انجام می‌گیرد. هرچند الگوی حاشیه ای شامل متغیرهای ΔY_{t-1} نیز می‌گردد، اما این الگو برای پارامترهای تحت بررسی نامربوط است. ΔZ_{t-1}، Z_{t-1} و Z_t در (۱۰) نه تنها نسبت بهβ' بلکه نسبت به F، G، و $\Omega_{\varepsilon\varepsilon}$ نیز برون‌زای ضعیف می‌باشند. به علاوه فرض$\alpha_2=0$ مستلزم آن است که متغیرهایZ با یکدیگر هم

Archive of SID

www.SID.ir

انباشته نباشند. زیرا تنها تفاضل مرتبه اول متغیرها در (۱۳) ظاهر می‌شوند. بنابراین بردارهای هم انباشته‌کننده الزاماً باید متغیرهای Y را شامل گردد. بدین ترتیب می‌توان برون‌زایی ضعیف را برای هر یک از متغیرهای تعیین‌کننده مصرف سیمان داخلی آزمون نمود. همان‌طور که خواهیم دید متغیرهای تولید ناخالص داخلی غیر نفتی، قیمت نسبی سیمان و واردات در اکثر تصریحات برون‌زای ضعیف برای پارامترهای بلند مدت محسوب می‌شوند. بر این اساس دستگاه‌های VAR شرطی تصریح و برآورد شده و پیش‌بینی مصرف سیمان مشروط بر سناریوهای مختلف از متغیرهای برون‌زا بدست می‌آیند.

۲. معیارهای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی

در این مطالعه، الگوهای مختلفی برای پیش‌بینی مصرف سیمان استفاده می‌شود. عملکرد پیش‌بینی این الگوها بر اساس معیارهای مختلفی که در این بخش معرفی خواهند شد ارزیابی شده و بدین ترتیب الگوهای مناسب برای پیش‌بینی انتخاب می‌گردند. یکی از آماره‌هایی که بصورت سنتی بعنوان معیاری از دقت پیش‌بینی الگو مورد استفاده قرار گرفته است واریانس خطای پیش‌بینی است. برای ارزیابی الگوهای پیش‌بینی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر بایستی سه دوره را از یکدیگر متمایز ساخت (شکل ۱). دوره اول شامل فاصله زمانی بین T_1 تا T_2 است که برای تخمین الگو مورد استفاده قرار می‌گیرد. دوره دوم فاصله زمانی بین T_2 تا T_3 را در بر می‌گیرد. T_3 نشان‌دهنده مقطع زمانی کنونی (آخرین مشاهده قابل دسترس) است. علی رغم اینکه اطلاعات مربوط به متغیرها در این فاصله زمانی در دسترس می‌باشند اما از آن‌ها برای تخمین الگو استفاده نمی‌شود. فاصله زمانی مذکور که به دوره پیش‌بینی گذشته نگر[1] شهرت دارد برای مقایسه سری واقعی و سری پیش‌بینی و ارزیابی الگوی پیش‌بینی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این دوره، میزان نزدیکی سری پیش‌بینی با سری واقعی بررسی می‌شود. در دوره سوم (فاصله زمانی بعد از T_3) که دوره پیش‌بینی آینده نگر[2] نامیده می‌شود مقادیر واقعی متغیرهای درون‌زا در دسترس نبوده و بایستی براساس الگو پیش‌بینی شود. در واقع هدف الگو، پیش‌بینی متغیرهای درون‌زا در این

1. Expost Forecast Period.
2. Ex ante forecast period.

Archive of SID

www.SID.ir

دوره زمانی است. در این مطالعه، الگوهای پیش‌بینی مصرف سیمان ابتدا برای دوره ۷۵–۱۳۳۸ برآورد گردیده و سپس مصرف سیمان طی دوره ۸۱–۱۳۷۶ پیش شده است. با مقایسه مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده مصرف سیمان در دوره دوم، الگوهای پیش‌بینی با یکدیگر مقایسه می‌شوند.

آماره‌های مختلفی برای ارزیابی عملکرد الگوهای پیش‌بینی در دوره پیش‌بینی گذشته‌نگر مورد استفاده قرار گرفته است[1]. براساس این آماره‌ها میزان نزدیکی متغیر پیش‌بینی به سری واقعی اندازه‌گیری می‌شود.

دوره شبیه‌سازی گذشته‌نگر یا تاریخی	دوره پیش‌بینی گذشته‌نگر	دوره پیش‌بینی آینده‌نگر
دوره تخمین T_1	T_2	T_3 = زمان کنونی

شکل ۱ـ دوره‌های تخمین و پیش‌بینی

فرض کنید دوره اول (نمونه تخمین) فاصله زمانی $t = 1,\ldots,T$ و دوره دوم (پیش‌بینی گذشته نگر) فاصله زمانی $t= T+1,\ldots,T+h$ را در بر می‌گیرد. مقادیر واقعی وپیش‌بینی شده در زمان t (مربوط به دوره دوم) را به ترتیب با y_t و $\hat{y}_t$ نشان می‌دهیم. آماره‌های خطای پیش‌بینی که در این مطالعه برای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی مورد استفاده قرار خواهند گرفت عبارتند از:

جذر میانگین مربع خطای پیش‌بینی

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h}\left(\hat{y}_t - y_t\right)^2}$$

میانگین قدرمطلق خطای پیش‌بینی

$$MAE = \sum_{t=T+1}^{T+h}\left|\hat{y}_t - y_t\right| / h$$

1. Pindyck & Rubinfeld (1998).

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین قدرمطلق درصد خطای پیش‌بینی

$$MAPE = \sum_{t=T+1}^{T+h} \left| \frac{\hat{y}_t - y_t}{y_t^a} \right| / h$$

ضریب نابرابری تایل

$$TIC = \frac{\sum_{t=T+1}^{T+h} (\hat{y}_t - y_t)^2 / h}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+k} \hat{y}_t^2 \Big/ h} + \sqrt{\sum y_t^2 / h}}$$

دو معیار اول به مقیاس اندازه‌گیری متغیر وابسته، حساس هستند. لذا تنها الگوهایی که متغیر وابسته آن‌ها یکسان است را می‌توان براساس این دو معیار با یکدیگر مقایسه نمود. دو معیار دیگر به مقیاس اندازه‌گیری وابسته نیستند. ضریب نابرابری تایل، معیار اول (RMSE) را به گونه‌ای تعدیل می‌کند که همواره بین صفر و یک قرار گیرد. هر چه خطای پیش‌بینی کمتر باشد توانایی الگو برای پیش‌بینی مطابق این معیارها بیشتر است. مقدار صفر برای هر یک از آماره‌ها نشان‌دهنده برازش کامل است.

۳. روند مصرف سیمان و متغیرهای تعیین کننده آن در کشور

نرخ رشد مصرف سیمان داخلی و مهمترین عوامل تعیین کننده آن شامل GDP غیرنفتی، ارزش افزوده ساختمان، سرمایه‌گذاری بخش ساختمان، واردات حقیقی، قیمت اسمی‌سیمان و سطح عمومی‌قیمت‌ها طی دوره نمونه در جدول (۱) نشان داده شده است. متوسط نرخ رشد متغیرهای مذکور برای کل دوره ۸۱-۱۳۴۲ و برای دوره‌های قبل از انقلاب و بعد از انقلاب به تفکیک ارائه می‌شوند. همچنین از آنجایی که انتظار می‌رود دوره ۸۱-۱۳۷۵ شرایط کنونی اقتصاد را بنحو مطلوب تری نمایندگی کند لذا اطلاعات مربوط به این دوره نیز در جدول مذکور آمده است.

متوسط نرخ رشد مصرف سیمان در جهان طی دوره ۹۰-۱۹۸۱ برابر ۱/۸ درصد و طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۱ برابر ۳/۴ درصد می‌باشد[1]؛ اما در این دوره‌ها متوسط نرخ رشد مصرف سیمان در ایران به مراتب بیشتر از متوسط مصرف آن در جهان است. همان‌طور که

1. http://minerals.usags.gov/minerals/pubs/commodity/cement

Archive of SID
www.SID.ir

در جدول ملاحظه می‌گردد متوسط نرخ رشد مصرف سیمان طی دوره ۸۱-۱۳۴۲، ۷/۹ درصد بوده است. این نرخ برای دوره قبل از انقلاب ۱۷/۱ درصد و برای دوره بعد از انقلاب ۴/۶ درصد و برای دوره اخیر (۸۱-۱۳۷۵)، ۷/۲ درصد بوده است. در تمام این دوره‌ها، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی(غیر نفتی) کمتر از نرخ رشد مصرف سیمان می‌باشد؛ به‌طوری‌که سهم سیمان در مجموع فعالیت‌های اقتصادی کشور همواره افزایش یافته است. شکاف مشابهی بین نرخ رشد مصرف سیمان داخلی و ارزش افزوده بخش ساختمان قابل مشاهده است. در تمامی‌دوره‌ها نرخ رشد مصرف سیمان داخلی ۲/۲ تا ۳/۹ درصد بیشتر از نرخ رشد افزوده ساختمان بوده است. نتیجه مشابهی نیز از مقایسه نرخ رشد سرمایه‌گذاری بخش ساختمان با نرخ رشد مصرف سیمان داخلی بدست می‌آید. در واقع دو متغیر نرخ رشد ارزش افزوده بخش ساختمان و سرمایه‌گذاری بخش ساختمان به‌طور نزدیکی یکدیگر را طی دوره نمونه دنبال کرده‌اند. به همین دلیل نیز ما توجه خود را در این مطالعه تنها به متغیر نرخ رشد ارزش افزوده بخش ساختمان معطوف می‌سازیم.

جدول شماره ۱ـ مقایسه نرخ رشد مصرف و قیمت سیمان کشور
با برخی متغیرهای کلان تعیین کننده آن

دوره / متغیر	قبل از انقلاب	بعد از انقلاب	متوسط کل دوره ۱۳۸۱-۱۳۴۲	دوره ۱۳۸۱-۱۳۷۵
نرخ رشد مصرف سیمان داخلی (gcem)	۱۷/۱	٤/٦	۷/۹	۷/۲
(انحراف معیار)	(۱٦/٦)	(۷/۱)	(۱۳/٦)	(٤/۱)
نرخ رشد GDP غیرنفتی (ggdp)	۱۱/۱	۲/۸	٤/۹	٤/۲
(انحراف معیار)	(٦/۹)	(٥/٦)	(۷/۲)	(۰/۰۲)
نرخ رشد افزوده ساختمان (gvadd)	۱٤/٥	۱/۳	٤/۰	٥/۰
(انحراف معیار)	(۲۱/۰)	(۱٥/۷)	(۱۹/٤)	(۸/۷)
نرخ رشد سرمایه گذاری بخش ساختمان(ginv)	۱٤/۳	۰/٤	۳/٥	٥/٤
(انحراف معیار)	(۲۰/۸)	(۱٥/۳)	(۱۹/۳)	(۷/٥)
نرخ رشد واردات حقیقی (gim)	۱۹/۲	-۱/٤	٤/۰	۸/٤
(انحراف معیار)	(۲٤/٥)	(۲۰/٥)	(۲۳/۷)	(۱۲/۹)
نرخ رشد قیمت سیمان (gpcem)	۲/٥	۲۱/٦	۱۲/۸	۱۷/۷
(انحراف معیار)	(۱۱/۸)	(٥٥/۱)	(٤٥/۰)	(٦/۸)

Archive of SID

www.SID.ir

دوره / متغیر	قبل از انقلاب	بعد از انقلاب	متوسط کل دوره ۱۳۴۲-۱۳۸۱	دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۱
نرخ تورم براساس شاخص قیمتی GDP (gpgdp)	۹/۹	۲۰/۱	۱۶/۸	۱۸/۳
(انحراف معیار)	(۱۶/۰)	(۱۰/۷)	(۱۴/۳)	(۸/۹)

توضیحات: اعداد داخل پرانتز انحراف معیار می‌باشند.

بعلاوه انحراف معیار نرخ رشد برای مصرف سیمان داخلی کمتر از این انحراف معیار برای ارزش افزوده بخش ساختمان است. بعبارت دیگر نوسانات ارزش افزوده بخش ساختمان بمراتب بیشتر از مصرف سیمان داخلی بوده است. در میان متغیرهای الگو نرخ رشد GDP غیرنفتی کمترین نوسانات و نرخ رشد واردات حقیقی بیشتر نوسانات را طی دوره نمونه داشته‌اند. بنابراین بر خلاف انتظار ملاحظه می‌گردد که ارزش افزوده بخش ساختمان قادر نیست نوسانات کوتاه‌مدت مصرف سیمان را با دقت بالایی پیش‌بینی کند. رشد قیمت سیمان در کل دوره نمونه (بدون احتساب سال ۱۳۸۲) به‌طور متوسط کمتر از نرخ تورم عمومی‌در کشور بوده است به‌طوری که قیمت نسبی سیمان (نسبت قیمت سیمان به شاخص ضمنی GDP) علی رغم تحولات آن در طول دوره نمونه روندی نزولی داشته است (شکل ۱ ضمیمه). البته در دوره قبل از انقلاب نرخ رشد قیمت سیمان با سرعتی کمتر از نرخ تورم و پس از انقلاب با سرعتی نزدیک به تورم افزایش یافته که از طریق بهبود بهره‌وری یا کاهش حاشیه سود تولیدکنندگان جبران شده است. بعلاوه افزایش قابل ملاحظه قیمت سیمان در سال ۱۳۸۲ (برابر ۶۵ درصد) این شکاف تاریخی را تا اندازه‌ای کاهش داده است. لازم به ذکر است قیمت سیمان در ایران پایین‌تر از بسیاری از دیگر کشورهای دنیا می‌باشد. قیمت فروش سیمان فله در ایران در سال ۲۰۰۰ حدود ۲۰ دلار، ترکیه ۳۵ دلار و هندوستان ۳۱ دلار بوده است[1].

۱. پیک سیمان (۱۳۸۱)، شرکت سهامی عام سیمان فارس و خوزستان، سال یازدهم، شماره ۴۲، تابستان، ص ۶۲.

Archive of SID
www.SID.ir

۴. انتخاب الگوی مناسب برای پیش‌بینی مصرف سیمان طی دوره ۹۰-۱۳۸۲

در این بخش عملکرد الگوهای رقیب را در پیش‌بینی مصرف سیمان داخلی مورد ارزیابی قرار داده و با انتخاب الگوی مناسب، پیش‌بینی مصرف طی دوره ۹۰-۱۳۸۲ را بدست می‌آوریم. الگوهای پیش‌بینی را همان‌طور که قبلاً اشاره شد به دو گروه کلی الگوهای فرم ساختاری و خلاصه شده تفکیک می‌کنیم. الگوهای متعددی در هر یک از این دو گروه اصلی برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفته که نتایج برخی از آن‌ها در جدول (۳) خلاصه شده است. در الگوی ساختاری با استفاده از تابع هزینه ترسنلوگ، معادلات سهم استخراج شده و پارامترهای دستگاه حاصله با اعمال قیود تقارن و جمع‌پذیری به روش حداکثر درستنمایی با اطلاعات کامل (FIML) [1] مورد برآورد قرار می‌گیرد. الگوهای فرم خلاصه شده بصورت تک معادله‌ای و سیستمی تصریح شده‌اند. در الگوهای تک معادله‌ای (مانند الگوی ۲، ۳ و ۴) مصرف داخلی سیمان (cem) بعنوان تابعی از متغیرهای تولید ناخالص داخلی (gdp)، ارزش افزوده ساختمان (vadd)، قیمت نسبی سیمان (rprice) و روند (trend) با تصریحات مختلف در نظر گرفته می‌شود. در رویکرد تک معادله‌ای از متدولوژی ARDL پسران وشین (۱۹۹۸) برای تعیین طول وقفه‌ها و پویایی‌های الگو استفاده شده است. طول وقفه بهینه را در این الگوها براساس معیار بیزین شوارز (SBC) [2] انتخاب نموده‌ایم. الگوهای سیستمی(در فرم خلاصه شده) نیز بصورت دستگاه‌های خود رگرسیون برداری یا (VAR) شامل ترکیبی از متغیرهای cem، gdp، vadd، rprice و im (واردات حقیقی) با تصریحات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. دستگاه‌های VAR را می‌توان به دو گروه VAR مقید و غیرمقید تقسیم نمود. در واقع وجه تمایز اصلی میان دستگاه های VAR در این مطالعه، تنها بردار متغیرهایی نیستند که هر یک دربر می‌گیرند بلکه محدودیت‌های اعمال شده به هنگام برآورد پارامترهای آن‌ها نیز می‌باشند. دستگاههای VAR مقید براساس محدودیت‌های هم انباشتگی یا قیود برون‌زایی (ضعیف) برخی متغیرها برآورد می‌شوند. براساس قیود برون‌زایی، دستگاه‌های VAR را

1. Full Information Maximum Likelihood.
2. Schwarz Bayesian Criterion.

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان به دو گروه شرطی و غیرشرطی تفکیک نمود. در دستگاه‌های VAR شرطی (مانند الگوهای ۵ تا ۱۰) برخی متغیرهای دستگاه، الگو نشده و برون‌زا بحساب می‌آیند. براساس آزمون‌های برون‌زایی ضعیف یا تئوری اقتصادی یا پیش فرض‌های محقق می‌توان این متغیرها را مشخص نمود. پیش‌بینی‌های حاصل از این الگوها نیز پیش‌بینی‌های شرطی نامیده می‌شوند زیرا تنها مشروط بر سناریوهای مفروض در خصوص متغیرهای برون‌زا (یا الگو نشده) می‌توان متغیرهای درون‌زا را پیش‌بینی کرد. در الگوهای غیرشرطی (مانند ۱۱، ۱۲و ۱۳) کلیه متغیرها در دستگاه VAR الگو می‌شوند (درون‌زا هستند). پیش‌بینی‌های حاصل از این دستگاه‌ها غیرشرطی هستند. یعنی برای پیش‌بینی هر متغیر نیازی به اطلاعات مربوط به سایر متغیرها در دوره پیش‌بینی نیست. طول وقفه بهینه در کلیه دستگاه‌های VAR براساس معیار اطلاعات اکائیک (AIC)[1]، معیار بنزین شوارز (SBC)، معیار اطلاعات هانن کویین (HQIC)[2] و همچنین آزمون‌های تشخیصی مختلف (مانند آزمون‌های مربوط به عدم وجود خودهمبستگی پیاپی جملات اخلال) برابر p=3 تعیین می‌شود. بعلاوه در دستگاه‌های VAR هم انباشته کننده، تعداد روابط بلندمدت را براساس آزمون‌های تریس[3] و ماکزیمم مقدار ویژه[4] برابر r=1 انتخاب می‌کنیم.

جدول۳- مقایسه آماره‌های خطای پیش‌بینی برای الگوهای مختلف

شماره الگو	متغیرهای الگو شده (درون‌زا)	متغیرهای الگو نشده(برون‌زا)	نوع الگو	جذرمیانگین مربع خطا (RMSE)	ضریب نابرابری تایل (TIC)
۱	S_C, S_L, S_S	$\frac{P_C}{P_K}, \frac{P_L}{P_K}, \frac{P_S}{P_K}$	ساختاری (ترانسلوگ)	۱۶۲۱۶۰۰	۰/۰۸۳
۲	cem	gdp, trend	تک معادله ای ARDL	۹۸۰۵۷۷	۰/۰۵۱
۳	cem	vadd, trend	تک معادله‌ای ARDL	۹۶۵۸۷۶	۰/۰۴۷

1. Akaike Information Criterion.
2. Hannan-Quin Information Criterion.
3. Trace.
4. Maximum Eigen Value.

Archive of SID
www.SID.ir

شماره الگو	متغیرهای الگو شده (درون‌زا)	متغیرهای الگو نشده(برون‌زا)	نوع الگو	جذرمیانگین مربع خطا (RMSE)	ضریب نابرابری تایل (TIC)
٤	cem	vadd, rprice, trend	تک معادله‌ای ARDL	۸۸۰۹۸۷	۰/۰۳۹
٥	cem, vadd	gdp	VAR غیرمقید	۷۸۷٦۷۰	۰/۰۳۱
٦	cem, vadd	gdp, rprice	VAR غیرمقید	۷٥٤٥۰۹	۰/۰۲۸
۷	cem, vadd	gdp, rprice	VAR هم انباشته کننده (r=1)	٦۷٥۲۷۰	۰/۰۲۰
۸	cem, vadd	gdp	VAR هم‌انباشته کننده(r=1)	۷۹۳٤۹٥	۰/۰۳۲
۹	cem, vadd, rprice	gdp	VAR هم‌انباشته کننده(r=1)	۷٥۸۹۲٦	۰/۰۲۹
۱۰	cem, vadd gdp, rprice	im	VAR هم‌انباشته کننده (r=1)	۸٤۹۸۳۹	۰/۰۳٥
۱۱	cem, vadd gdp, rprice	-	VAR هم‌انباشته کننده (r=1)	۷۹۰۹٤۳	۰/۰۳۱
۱۲	cem, vadd, gdp	-	VAR غیر مقید	۸۲٦۸۲۹	۰/۰۳۲
۱۳	cem, vadd, rprice	-	VAR غیر مقید	۸٤۰۹۲٥	۰/۰۳٤

توضیحات: متغیرهای S_C, S_L, S_S به ترتیب سهم سیمان، نیروی کار وفولاد در بخش ساختمان و $P_c/P_k, P_l/P_k, P_s/P_k$ به ترتیب قیمت های نسبی سیمان، نیروی کار و فولاد (نسبت به قیمت سرمایه در این بخش) می‌باشند. متغیرهای cem، مصرف سیمان داخلی، vadd، ارزش افزوده ساختمانی، gdp، تولید ناخالص غیرنفتی، rprice قیمت سیمان نسبت به شاخص ضمنی gdp و im واردات حقیقی هستند. کلیه متغیرها به استثنای متغیرهای سهم لگاریتمی‌می‌باشند. بعلاوه در الگوهای ۱۰ تا ۱۳ ضرایب تعدیل در معادلات gdp و rprice معنی دار نبوده و برابر صفر قرار داده شده‌اند. بعبارت دیگر متغیرهای مذکور نسبت به پارامترهای بلندمدت برون‌زای ضعیف هستند .

Archive of SID

www.SID.ir

کلیه الگوهای مذکور برای دوره ۷۵-۱۳۴۲ برآورد و سپس با استفاده از آن‌ها مصرف سیمان طی دوره ۱۳۸۱-۱۳۷۶ پیش‌بینی شده است. با مقایسه سری پیش‌بینی و سری واقعی مصرف سیمان طی دوره پیش‌بینی گذشته نگر (یعنی ۸۱-۱۳۷۶) الگوهای پیش‌بینی مختلف در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می‌شوند. برای ارزیابی الگوهای پیش‌بینی از معیارهای جذر میانگین مربع خطا، میانگین قدرمطلق خطا، میانگین قدرمطلق درصد خطای پیش‌بینی، ضریب نابرابری تایل و نسبت‌های نابرابری می‌توان استفاده نمود؛ هرچند که در جدول (۳) برای سادگی مقایسه الگوها و صرفه‌جویی، تنها نتایج دو معیار جذر میانگین مربع خطا (RMSE)، ضریب نابرابری تایل ارائه می‌شود. بعلاوه از آنجایی که فروض برون‌زایی در الگوهای مختلف متفاوت است (به‌طور مثال gdp در برخی الگوها برون‌زا و در برخی درون‌زا می‌باشد) لذا برای قابل مقایسه کردن آن‌ها، پیش‌بینی‌ها براساس مدل استاتیک (یا پیش‌بینی‌های یک گام به جلو[1]) محاسبه شده‌اند.

حل دستگاه و پیش‌بینی متغیرها با استفاده از شبیه‌سازی یا پیش‌بینی‌های تصادفی[2] (در مقابل پیش‌بینی‌های قطعی[3]) انجام شده است. در این روش با لحاظ کردن بی‌اطمینانی‌های حاصل از باقیمانده‌های الگو و ضرایب برآورد شده، پیش‌بینی متغیرهای درون‌زا از حل دستگاه حاصل می‌شود. در پیش‌بینی‌های تصادفی توزیع احتمال متغیر درون‌زا در هر زمان مورد توجه قرار می‌گیرد. چنانچه الگو بصورت خطی و توزیع خطاها نرمال باشند آنگاه متغیرهای درون‌زا نیز دارای توزیع نرمال بوده و میانگین و انحراف معیار، شکل توزیع را به‌طور منحصر بفردی تعیین می‌کند. در این شرایط شبیه‌سازی‌های تصادفی و قطعی نتایج یکسانی حاصل می‌نمایند، زیرا میانگین توزیع متغیردرون‌زا (در هر زمان) برابر حل قطعی الگو (به ازای جملات اخلال صفر) خواهد بود. اما اگر الگو خطی نباشد، توزیع متغیرهای درون‌زا نرمال نیست. در این حالت کوانتیل‌های[4] توزیع بر اساس گشتاورهای مرتبه اول و دوم (میانگین و واریانس) آن بصورت منحصر بفردی تعیین نمی‌شود و دنباله های توزیع ممکن است تفاوت قابل توجهی نسبت به توزیع نرمال داشته باشند. تمامی‌الگوهای مورد بررسی در این تحقیق دارای تصریح لگاریتمی‌بوده و برحسب متغیرهای درون‌زا غیرخطی‌اند. لذا میانگین توزیع با حل قطعی آن متفاوت است. از آنجایی که در اکثر

1. One step ahead.
2. Stochastic Simulation.
3. Deterministic Simulation.
4. Quantile.

Archive of SID

www.SID.ir

الگوهای تحت بررسی، شبیه‌سازی‌های تصادفی نتایج رضایت‌بخش‌تری نسبت به حل قطعی الگو حاصل نموده‌اند لذا برای پیش‌بینی‌های آینده نگر (دوره ۱۳۹۰-۱۳۷۲) نیز از حل تصادفی الگوهای منتخب برای پیش‌بینی متغیرهای درونزا (از جمله مصرف سیمان داخلی) استفاده می‌شود. شبیه سازی توزیع متغیرهای درونزا براساس رویکرد مونت کارلو[1] انجام شده است. با تولید اعداد شبه تصادفی[2] و جایگزین کردن آن بجای جملات اخلال در هر تکرار، حل الگو بدست می‌آید. هر چند این روش تنها نتایج تقریبی حاصل می‌کند اما با افزایش تکرار می‌توان انتظار داشت که نتایج حاصله به مقدار واقعی آن‌ها نزدیک شوند. شبیه سازی تصادفی برای تمامی‌الگوها با استفاده از ۱۰۰۰ تکرار انجام شده است. بعلاوه الگو در هر دوره براساس الگوریتم تکرار گوس ـ سایدل[3] حل می‌شود.

به هنگام شبیه سازی دستگاه، فاکتور جمع نیز برای هموار کردن شیوه انتقال از دوره تخمین به دوره پیش‌بینی استفاده می‌شود. فاکتور جمع، انحراف میان مقادیر واقعی و برازش شده برای متغیرهای درونزا (مقادیر مصرف سیمان) در پایان دوره تخمین را در پیش‌بینی لحاظ می‌کند. زیرا اگر انحراف مذکور (یعنی $cem - \hat{cem}$ برای سال ۱۳۸۱) در دوره پیش‌بینی تداوم یابد سری پیش‌بینی مقادیر واقعی را بیش از حد یا کمتر از حد برآورد خواهد کرد. فاکتور جمع اریب سیستماتیک مذکور را حذف می‌کند. به‌طور مثال معادله i ام را در یک دستگاه معادلات بصورت زیر در نظر بگیرید:

$$f(y_i) = f_i(y, x)$$

که در آن y بردار متغیرهای درونزا و x بردار متغیرهای برونزا و y_i متغیر درونزای i ام در دستگاه می‌باشد. فاکتور جمع را به دو روش می‌توان در معادله لحاظ کرد. در روش اول فاکتور جمع(a) بعنوان یک متغیر برونزای اضافی بصورت عرض از مبدأ یا باقی‌مانده به انتهای معادله فوق اضافه می‌شود:

$$f(y_i) = f_i(y, x) + a$$

در روش دوم فاکتور جمع را به متغیر درونزا بصورت زیر اضافه می‌کنیم:

---

1. Monte Carlo.
2. Pseudo-random.
3. Gauss-Seidel.

Archive of SID

www.SID.ir

$$f(y_i - a) = f_i(y, x)$$

در این حالت علامت فاکتور جمع معکوس می‌شود. اگر متغیر درون‌زا در سمت چپ معادله بدون هیچ تبدیلی ظاهر شود آنگاه این دو روش معادل خواهند بود؛ اما از آنجایی که در الگوهای مورد استفاده در این مطالعه، متغیر درون‌زا (مصرف سیمان) بصورت لگاریتمی است این دو شیوه یکسان نیستند. در روش اول فاکتور جمع با جملات اخلال دارای مقیاس یکسان است ولی در روش دوم فاکتور جمع برحسب واحد متغیر درون‌زا خواهد بود. در این مطالعه فاکتور جمع را به روش اول در معادلات درون‌زا لحاظ می‌کنیم(یعنی بصورت یک جمله ثابت به معادله اضافه می‌گردد). بعلاوه فاکتور جمع در دوره پیش‌بینی برابر باقیمانده معادله مصرف سیمان در پایان دوره تخمین (سال ۱۳۸۱) در نظر گرفته می‌شود.

مقایسه الگوهای رقیب در جدول (۳) براساس آماره‌های پیش‌بینی مانند جذر میانگین مربع خطای پیش‌بینی (RMSE) حاکی از آن است که:

۱- الگوی ساختاری براساس تابع هزینه ترانسلوگ (و همچنین سایر الگوهای ساختاری که نتایج آن‌ها برای صرفه جویی ارائه نشده‌اند) قادر نیست رفتار مصرف سیمان را طی دوره پیش‌بینی گذشته نگر (۸۱-۱۳۷۵) به‌نحو رضایت‌بخشی پیش‌بینی کند. الگوهای فرم خلاصه شده توانایی بیشتری نسبت به الگوهای فرم ساختاری در پیش‌بینی مصرف سیمان داخلی در دوره پیش‌بینی گذشته‌نگر داشته‌اند. در تمامی‌موارد آماره‌های خطای پیش‌بینی برای الگوی ساختاری (الگوی اول) بمراتب بیشتر از سایر الگوها می‌باشد.

۲- الگوهای سیستمی‌عملکرد پیش‌بینی بهتری نسبت به الگوهای تک معادله‌ای دارند. از آنجایی که تعداد و ترکیب متغیرهای برون‌زا در هر الگو متفاوت است در تمامی‌موارد از پیش‌بینی‌های استاتیک (یک گام به جلو) برای دوره پیش‌بینی گذشته نگر استفاده می‌شود. لذا بنظر می‌رسد که دستگاه‌های سیستمی(VAR) از ساختار پویای غنی‌تری نسبت به معادلات فردی برخوردارند و تعامل میان متغیرهای الگو و تصریح صحیح آن‌ها اهمیت زیادی در کاهش خطای پیش‌بینی متغیرهای درون‌زا داشته است.

۳-اعمال قیود هم انباشتگی و برون‌زایی ضعیف، قدرت پیش‌بینی الگوها را در خارج از دوره تخمین افزایش می‌دهد. علی رغم استفاده از پیش‌بینی‌های استاتیک، عملکرد

Archive of SID

www.SID.ir

پیش‌بینی الگوهای شرطی مانند (۹)-(۵) رضایتبخش‌تر از الگوهای غیرشرطی است. در الگوهای شرطی مقادیر واقعی متغیرهای برون‌زا (rprice, gdp) در دوره جاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در الگوهای غیرشرطی از این اطلاعات استفاده نمی‌شوند. بعلاوه متغیرهای rprice, gdp در الگوهای (۱۳)- (۱۰)نسبت به عدم تعادل دستگاه (یا رابطه بلندمدت) به‌طور معنی داری تعدیل نشده و لذا برون‌زای ضعیف برای پارامترهای بلندمدت محسوب می‌شوند. با اعمال قیود صفر روی ضرایب تعدیل در معادلات مذکور خطای پیش‌بینی کاهش می‌یابد (نتایج تخمین ها قبل از اعمال قیود برای صرفه جویی ارائه نشده‌اند). لذا در سه الگوی مذکور قیود مربوط به صفر بودن ضرایب تعدیل در معادلات gdp و rprice اعمال شده‌اند.

در این مطالعه مصرف سیمان را براساس دو گروه الگوهای شرطی و غیرشرطی، پیش‌بینی می‌کنیم. هرچند عملکرد الگوهای شرطی در پیش‌بینی مطابق انتظار بهتر از الگوهای غیرشرطی است اما مزیت اصلی الگوهای غیرشرطی آن است که در پیش‌بینی‌های غیرشرطی کلیه متغیرها درون‌زا بوده و الزامی‌به سناریوسازی یا پیش‌بینی متغیرهای برون‌زا (الگو نشده) نیست. لذا در ادامه بهترین الگوی پیش‌بینی را در هر یک از دو گروه الگوهای شرطی (پیش‌بینی‌های شرطی) و الگوهای غیرشرطی(پیش‌بینی‌های غیرشرطی) انتخاب نموده و براساس آن‌ها پیش‌بینی مصرف سیمان را طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۸۲ بدست می‌آوریم.

۱-۴. پیش‌بینی‌های شرطی

با مقایسه آماره‌های خطای پیش‌بینی و آزمون‌های تشخیصی در میان الگوهای شرطی جدول (۳) در می‌یابیم که عملکرد پیش‌بینی الگوی هفتم شامل متغیرهای الگو شده vadd و cem و متغیرهای الگو نشده rprice و gdp در یک دستگاه VAR هم انباشته‌کننده (شرطی) رضایتبخش‌تر از سایر الگوها است. در این الگو ارزش افزوده بخش ساختمان به‌طور درون‌زا نسبت به عدم تعادل دستگاه بصورت معنی داری تعدیل می‌شود و لذا الگو نکردن آن خطای پیش‌بینی را افزایش می‌دهد. اما gdp و قیمت نسبی سیمان هیچ بازخورد معنی

Archive of SID

www.SID.ir

داری از عدم تعادل دستگاه (یا رابطه بلندمدت) دریافت نمی‌کنند و لذا نیازی به الگو کردن آن‌ها در داخل دستگاه به هنگام پیش‌بینی‌های شرطی نمی‌باشد. بدین ترتیب دستگاه (۷) را براساس کلیه اطلاعات در دسترس (۱۳۹۰-۱۳۸۱) مجدداً برآورد می‌کنیم. تخمین‌های حاصل از ضرایب بر مبنای آزمون‌های تشخیصی و همچنین آزمون‌های ثبات ضرایب پارامترهای کوتاه‌مدت مانند آزمون تجمعی باقیمانده‌های بازگشتی (CUSUM)[1] و همچنین آزمون مجموع تجمعی مربعات باقیمانده‌های بازگشتی (CUSUMSQ)[2] رضایتبخش می‌باشند (نتایج برای صرفه جویی ارائه نشده است).

دستگاه شرطی (۷) شامل دو متغیر الگو شده (تولید ناخالص داخلی و قیمت نسبی سیمان) است که براساس سناریوهای مختلف روی متغیرهای مذکور، مصرف سیمان داخلی پیش‌بینی می‌شود. سناریوهای موردنظر برای متغیرهای الگو نشده تا سال ۱۳۹۰ بصورت زیر مشخص شده‌اند:

سناریوی بدبینانه: نرخ رشد اقتصادی ۴/۵ درصد و ثابت ماندن قیمت نسبی سیمان (rprice) در سطح سال ۱۳۸۲

سناریوی پایه (ادامه موضع موجود): نرخ رشد اقتصادی ۵/۵ درصد و ثابت ماندن قیمت نسبی سیمان در سطح سال ۱۳۸۲

سناریوی خوش بینانه: نرخ رشد اقتصادی ۸ درصد (مطابق پیش‌بینی برنامه سوم) و ثابت ماندن قیمت نسبی سیمان در سطح سال ۱۳۸۲

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در هر سه سناریو قیمت نسبی سیمان در سطح سال ۱۳۸۲ ثابت در نظر گرفته شده است. بعبارت دیگر فرض کرده‌ایم که قیمت اسمی‌سیمان متناسب با سطح عمومی‌قیمت‌ها (شاخص ضمنی GDP) تا پایان دوره پیش‌بینی افزایش می‌یابد. پیش‌بینی‌های شرطی مصرف سیمان طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲ در هر یک از سه سناریوهای مذکور به همراه نرخ های رشد در جدول (۴) ارائه شده است. مطابق انتظار

1. Cumulated sum of the residuals.
2. CUSUM of squares.

Archive of SID

www.SID.ir

نرخ‌های رشد در تمامی‌سناریوها به سطوح پایداری در بلندمدت می‌رسد و در آن سطح ثابت باقی می‌ماند. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد مصرف سیمان در سناریوی پایه از ۲۹۴۲۶۳۴۵ تن در سال ۱۳۸۲ (اولین سال پیش‌بینی) با نرخ رشد ۷ درصد بتدریج افزایش یافته و در سال ۱۳۹۰ به ۵۳۵۳۷۹۹۱ تن با نرخ رشد۷/۷۲ درصد می‌رسد. در سناریوی بدبینانه میزان مصرف سیمان در اولین سال پیش‌بینی ۲۹۳۹۱۱۴۳ تن و نرخ رشد آن ۶/۸۷ درصد است اما در آخرین سال پیش‌بینی این مصرف به ۵۱۶۱۱۸۵۹ تن با نرخ رشد پایدار ۷/۴۰ درصد بالغ می‌گردد. در سناریوی خوشبینانه مصرف سیمان در اولین سال پیش‌بینی۲۹۸۲۶۵۸۶ تن با نرخ رشد ۸/۴۶ درصد بوده و در سال آخر به ۶۱۰۱۹۲۸۲ تن با نرخ رشد پایدار۱۰/۳۴درصد می‌رسد. در تمامی‌سناریوها، همانند دوره تاریخی نرخ رشد مصرف سیمان بیشتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی پیش‌بینی شده است. بعلاوه افزایش قابل ملاحظه قیمت سیمان در سال ۱۳۸۱ و فرض ثابت ماندن آن (نسبت به سطح عمومی‌قیمت‌ها) برای کل دوره پیش‌بینی، تنها مصرف سیمان را در همان سال‌های اول (به ویژه سال ۱۳۸۲) اندکی کند ساخته ولی تأثیری برنرخ رشد بلندمدت آن نداشته است.

جدول شماره ۴ـ پیش‌بینی‌های شرطی مصرف سیمان در سناریوهای مختلف طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲

سال	سناریوی پایه		سناریوی بدبینانه		سناریوی خوشبینانه	
	مصرف سیمان	نرخ رشد	مصرف سیمان	نرخ رشد	مصرف سیمان	نرخ رشد
1381	27500000	0.0885	27500000	0.0885	27500000	0.0885
1382	29426345	0.0700	29391143	0.0687	29826586	0.0846
1383	31532443	0.0715	31385944	0.0678	32295810	0.0827
1384	33914923	0.0755	33593845	0.0703	35030333	0.0846
1385	36509631	0.0765	36053772	0.0732	38341578	0.0945
1386	39455336	0.0806	38684288	0.0729	41758063	0.0891
1387	42549620	0.0784	41556026	0.0742	45822104	0.0973
1388	46009364	0.0813	44673305	0.0750	50470431	0.1014
1389	49696808	0.0801	48053529	0.0756	55299456	0.0956
1390	53537991	0.0772	51611859	0.0740	61019282	0.1034

توضیحات : نرخ رشد تولید ناخالص داخلی(غیرنفتی) در سناریوی پایه ۵،۵ درصد، در سناریوی بدبینانه ۴/۵ درصد و در سنادیوی خوشبینانه۸ درصد فرض شده است. بعلاوه قیمت نسبی سیمان در هر سه سناریو برابر مقدار آن در سال ۱۳۸۲ در نظر گرفته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۴. پیش‌بینی‌های غیرشرطی

در الگوهای شرطی، مصرف سیمان تنها مشروط به سناریوهای موردنظر برای متغیرهای الگو نشده (gdp و rprice) قابل پیش‌بینی است. اما هنوز می‌توان با الگو کردن این متغیرها و توسل به دستگاه VAR غیرشرطی، کلیه متغیرهای دستگاه را به‌طور غیرشرطی پیش‌بینی نمود. بدین ترتیب علاوه بر مصرف سیمان، کلیه متغیرهای تعیین کننده آن نیز در داخل دستگاه VAR پیش‌بینی می‌شود. برای این منظور ابتدا بایستی بهترین الگوی VAR غیرشرطی را با استفاده از آماره‌های خطای پیش‌بینی برای دوره پیش‌بینی گذشته‌نگر (۸۱-۱۳۷۵) انتخاب نمود و سپس آن را برای کل دوره برآورد کرد و پیش‌بینی‌های آینده نگر (دوره ۸۱-۱۳۴۲) را بدست آورد. براساس معیارهای خطای پیش‌بینی و همچنین آزمون‌های خطای تشخیص (از جمله آزمون‌های شکست ساختاری) الگوی غیرشرطی (۱۱) عملکرد رضایتبخش‌تری نسبت به سایر الگوهای رقیب دارد (برای صرفه‌جویی تنها نتایج سه دستگاه غیرشرطی (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) ارائه شده‌اند). الگوی انتخاب شده شامل چهار متغیر درون‌زای مصرف سیمان داخلی (cem)، ارزش افزوده بخش ساختمان (vadd)، تولید ناخالص داخلی (gdp) و قیمت نسبی سیمان (rprice)بوده که با اعمال محدودیت‌های هم انباشتگی برآورد شده است. لازم به ذکر است که برای الگوهای غیرشرطی نیز همچنان محدودیت‌های صفر روی ضرایب تعدیل برای معادلات gdp و rprice اعمال می‌شوند؛ به‌طوری‌که متغیرهای مذکور نسبت به عدم تعادل دستگاه واکنش نشان نمی‌دهند. همانند الگوهای شرطی از شبیه‌سازی‌های تصادفی و فاکتور جمع برای بهبود عملکرد پیش‌بینی متغیرهای درون‌زا استفاده شده است. با برآورد مجدد الگوی (۱۱) براساس کل اطلاعات نمونه (۸۱-۱۳۴۲) از آن برای پیش‌بینی غیرشرطی مصرف سیمان طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲ استفاده می‌شود. نتایج حاصل از پیش‌بینی‌های غیرشرطی مصرف داخلی سیمان و همچنین نرخ های رشد آن برای دوره مذکور در جدول (۵) ارائه شده‌اند. مطابق نتایج حاصله، مصرف سیمان در سال ۱۳۸۲،برابر ۲۹۴۲۰۴۷۰ تن و نرخ رشد آن ۶/۹ درصد پیش‌بینی می‌شود که در پایان دوره پیش‌بینی به ۵۴۶۹۲۹۰۰ تن با نرخ رشد پایدار ۸/۲ درصد می‌رسد. پیش‌بینی‌های مذکور که به پیش‌بینی‌های شرطی در سناریوی پایه نزدیکتر

Archive of SID

www.SID.ir

می‌باشند با فرض تداوم ساختار موجود و تعمیم الگوی رفتار متغیرها در گذشته به آینده بدست آمده است. در پیش‌بینی‌های غیرشرطی نیز نرخ رشد مصرف سیمان همواره بیشتر از نرخ رشد اقتصادی است (نرخ رشد، با فرض استمرار شرایط موجود حدود ۵/۷ درصد پیش‌بینی می‌شود).

جدول ۵ ـ پیش‌بینی‌های غیرشرطی مصرف سیمان طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲

سال	مصرف سیمان	نرخ رشد
1381	27500000	0.0885
1382	29420470	0.0698
1383	31608540	0.0743
1384	34102200	0.0788
1385	36864550	0.0810
1386	39879090	0.0817
1387	43150800	0.0820
1388	46695820	0.0821
1389	50535260	0.0822
1390	54692900	0.0822

جمع‌بندی و ملاحظات

در این مطالعه پیش‌بینی‌های مصرف سیمان طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۲ با ارزیابی و مقایسه الگوهای فرم ساختاری و خلاصه شده براساس معیارهای خطای پیش‌بینی و آزمون‌های تشخیصی بدست آمده است. از آنجایی که الگوها بر حسب متغیرهای درون‌زا، غیرخطی (لگاریتمی) هستند از شبیه‌سازی‌های تصادفی (مونت کارلو) برای حل آن‌ها استفاده می‌شود. بعلاوه فاکتور جمع برای جبران اثر جمله باقیمانده(خطا) در آخرین سال تخمین به معادلات الگو اضافه شده است. نتایج حاصله حکایت از آن دارد که عملکرد پیش‌بینی الگوهای ساختاری (که انعطاف‌پذیرترین آن‌ها معادلات سهم حاصل از تابع ترانسلوگ است) در مقایسه با الگوهای فرم خلاصه شده رضایتبخش نمی‌باشد. در الگوهای فرم خلاصه شده سه متغیر تولید ناخالص داخلی غیرنفتی، ارزش افزوده بخش ساختمان و قیمت نسبی سیمان به ترتیب بیشترین سهم را در کاهش خطای پیش‌بینی مصرف سیمان طی دوره

Archive of SID

www.SID.ir

۸۱-۱۳۷۵ (دوره پیش‌بینی گذشته نگر) ایفا کرده‌اند. بعلاوه متغیر واردات و دیگر متغیرهای مرتبط با تجارت خارجی نمی‌توانند کمکی به بهبود عملکرد پیش‌بینی الگو نمایند.

الگوهای فرم خلاصه شده (VAR) به دو صورت شرطی و غیرشرطی برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. از آنجایی که تولید ناخالص داخلی و قیمت نسبی سیمان برون‌زای ضعیف محسوب می‌شوند در الگوهای شرطی، متغیرهای مذکور (یا یکی از آنها) الگو نشده و دستگاه VAR، مشروط بر آن‌ها برآورد شده است. در این حالت پیش‌بینی مصرف سیمان مشروط بر سناریوهای مختلف از متغیرهای الگو نشده (برون‌زا) بدست می‌آید. در میان الگوهای شرطی، دستگاه VAR هم انباشته‌کننده شامل متغیرهای الگو شده مصرف سیمان، ارزش افزوده بخش ساختمان و متغیرهای الگو نشده تولید ناخالص داخلی و قیمت نسبی سیمان براساس معیارهای خطای پیش‌بینی و آزمون‌های تشخیصی، بهترین عملکرد را دارند. پیش‌بینی‌های حاصل از این دستگاه در سه سناریوی خوشبینانه (رشد اقتصادی ۸ درصد)، پایه (رشد اقتصادی ۵/۵ درصد) و بدبینانه (رشد اقتصادی ۴/۵ درصد) بدست آمده است. قیمت نسبی سیمان در هر سه سناریو مقدار ثابتی برابر سال ۱۳۸۲ در نظر گرفته می‌شود. مطابق نتایج حاصله، نرخ رشد پایدار مصرف سیمان در بلندمدت در سناریوی خوشبینانه۱۰/۳ درصد، پایه ۷/۷ درصد و بدبینانه ۷/۴ درصد می‌باشد. پیش‌بینی‌های حاصل از دستگاه VAR هم انباشته‌کننده غیرشرطی که در آن چهار متغیر مذکور درون‌زا و الگو می‌شوند نیز رشد مصرف سیمان داخلی را در وضعیت پایدار بلندمدت ۸/۲ درصد پیش‌بینی می‌کنند که نزدیک به پیش‌بینی‌های حاصل از سناریوی پایه در دستگاه شرطی است.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

پیش‌بینی مصرف سیمان طی برنامه سوم توسعه (خرداد۱۳۷۹)؛ شرکت سهامی‌عام سیمان فارس و خوزستان.

پیک سیمان (تابستان ۱۳۸۱)؛ شرکت سهامی‌عام سیمان فارس و خوزستان، سال یازدهم، شماره ۴۲.

Armstrong, J.S. (ed), (2001); *Principles of Forecasting: a Handbook for Researchers and Practitioners*, University of Pennsylvania, Wharton School, Philadelphia, Spring.

Doan, T., R. Litterman and C. Sims. (1984); "Forecasting and Conditional Projection Using Realistic Prior Distributions", *Econometric Reviews*, 3 (1), pp. 119-123.

Engle, R.E., and C.W.J. Granger, (1987); "Cointegration and Error-Correction: Representation, Estimation, and Testing", *Econometrica*, 55, pp. 251-76.

Guilkey, C. Lovell, J. and P.D. Sickles (1983); "The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in U.S Manufacturing", *Journal of Econometrics*, 1, pp. 81-114.

Gutierrez, E.R., (1999); *The cement industry in the Puerto Rican Market: sales and consumption forecasts*, Annual Report to Essroc San Juan.

Hamilton, J., (1994); *Time Series Analysis*, Princeton University Press, New Jersey.

Hendry, D.F., and G.E. Mizon (2002); *Forecasting in the Presence of Structural Breaks and Policy Regime Shifts*, in Nuffield Economics Research 2002-W12 in Nuffield Economics Research via WWW.

Johansen, S., (1995); *Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*, Oxford University Press, Oxford.

Johansen, S., and K. Juselius, (1992); "Testing Structural Hypotheses in Multivariate Cointegration Analysis of PPP and the UIP for UK", *Journal of Econometrics*, 53, pp. 211-44.

Archive of SID

www.SID.ir

Oxley, L. and M. McAleer (1999); *Practical Issues in Cointegration Analysis*, Basil Blackwell, Oxford.

Pesaran, M.H. and Y. Shin, (1999); "An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to Cointegration Analysis", in (ed) S. Strom, *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century*: The Ragnar Frisch Centennial Symposium, chapter 11, Cambridge University Press, Cambridge.

Pesaran, M.H., and R.P. Smith, (1998); "Structural Analysis of Cointegrating VARs", *Journal of Economic Surveys*, 12, pp. 471-506.

Pesaran, M.H., Shin, Y. and R.J. Smith, (2000); "Structural Analysis of Vector Error Correction Models with Exogenous I (1) Variables", *Journal of Econometrics*, 97, pp. 293-343.

Pindyck, S. P. and D. L. Rubinfeld, (1998); *Econometric Models and Economic Forecasts*, McGraw-Hill.

Sargent, T.J. and R.E. Lucas, (1978); "New Explanations of the Persistence of Inflation and Unemployment", in *After the Phillips Curve.* Available at: http://minerals.usags.gov/minerals/pubs/commodity/cement

Sargent, T.J., (1976); "A Classical Macroeconometric Model for the United States", *Journal of Political Economy*, 84, pp. 207–37.

Sims, C. (1982); "Policy Analysis with Econometric Models", *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 107-152

Sims, C., (1980); "Macroeconomics and Reality", *Econometrica*, 48, pp. 1-49.

Sims, C., (1986); "Are Forecasting Models Usable for Policy Analysis?" Federal Reserve Bank of Minneapolis, *Quarterly Review*, pp. 3-6.

Archive of SID

www.SID.ir

ضمیمه۱: شیوه جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات مربوط به متغیرهای تولید ناخالص داخلی(غیرنفتی)، شاخص ضمنی قیمت، ارزش افزوده بخش ساختمان و سرمایه‌گذاری در بخش ساختمان در الگوهای فرم خلاصه شده از حساب‌های ملی بانک مرکزی جمهوری اسلامی‌ایران طی سال‌های ۸۱-۱۳۴۲ استخراج شده‌اند. اطلاعات مصرف سیمان طی دوره مذکور نیز از سالنامه‌های آماری مرکز آمار ایران برای تولید داخلی و سالنامه‌های آماری گمرک برای واردات و همچنین شرکت سیمان فارس بدست آمده است. اطلاعات مصرف فولاد ساختمانی نیز از شرکت ملی فولاد، مؤسسه تحقیقات ساختمان و سالنامه‌های آماری گمرک بدست آمده است. شاخص قیمت فولاد ساختمانی با استفاده از داده‌های اداره شاخص‌های اقتصادی بانک مرکزی جمهوری اسلامی‌ایران برای شاخص قیمت تیرآهن، میلگرد و نبشی بصورت میانگین وزنی محاسبه شده‌اند. اطلاعات مربوط به شاخص قیمت سیمان از اداره شاخص‌های اقتصادی بانک مرکزی و همچنین شرکت سیمان فارس جمع‌آوری شده است. برای شاخص دستمزد نیروی کار از شاخص قیمت خدمات ساختمانی کل کشور که بصورت فصلی توسط اداره شاخص‌های اقتصادی بانک مرکزی منتشر می‌شود استفاده نموده‌ایم. شاخص قیمت خدمات عامل سرمایه (ماشین‌آلات ساختمانی) از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$C = P(r + \delta)$$

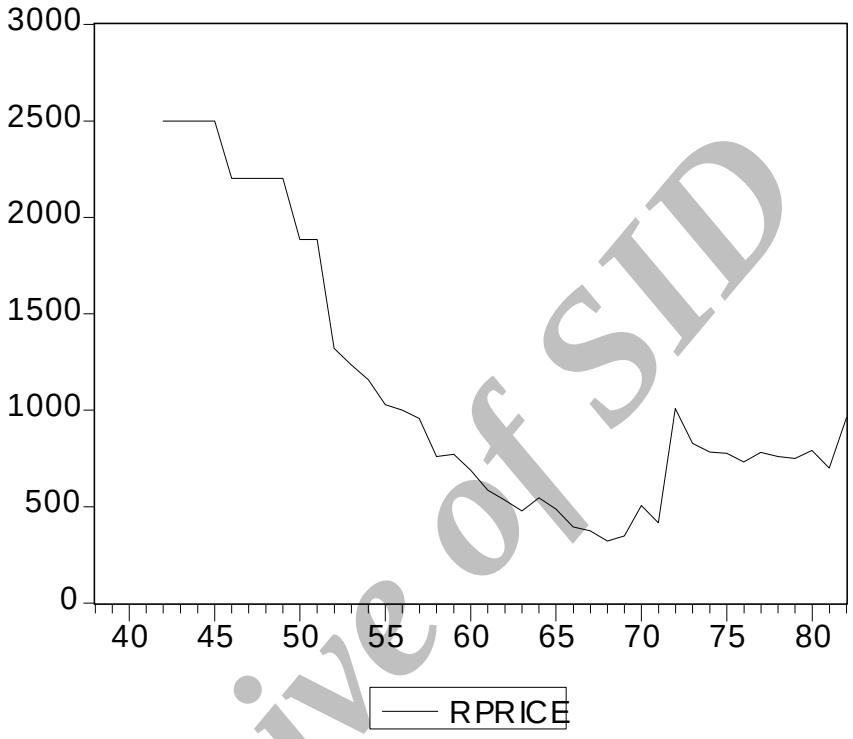
که در آن P شاخص قیمت ماشین‌آلات ساختمانی، r نرخ بهره اسمی‌مربوط به بانک‌های تخصصی برای اعطای تسهیلات و δ نرخ استهلاک است (از آنجایی که نرخ بهره اسمی‌در ایران به نرخ بهره واقعی در جامعه نزدیک می‌باشد لذا در محاسبه هزینه سرمایه از نرخ تورم انتظاری صرف‌نظر شده است). شاخص قیمت ماشین‌آلات ساختمانی با استفاده از شاخص قیمت کامیون، غلطک، بولدوزر، لودر، جرثقیل و لیفتراک (بصورت میانگین وزنی) محاسبه شده است. شاخص‌های قیمتی مذکور نیز از اداره شاخص‌های اقتصادی بانک مرکزی دریافت شده‌اند. نرخ استهلاک ماشین آلات ساختمانی معادل ۱۱ درصد منظور شده است. عمر مفید ماشین آلات ساختمانی براساس محاسبات بانک

Archive of SID

www.SID.ir

مرکزی (و دیگر کشورها) معادل ۹ سال برآورد می‌شود.

ضمیمه۲: نمودارها



شکل۱ـ قیمت نسبی سیمان(نسبت قیمت اسمی سیمان به شاخص ضمنی GDP)

Archive of SID

www.SID.ir