



Semnan University

Journal of Econometric Modelling

Journal homepage: <https://jem.semnan.ac.ir/?lang=en>



Research Article

Analysis of the Effects of Economic Variables on the Price of Cement and Forecasting its Price Trend

Seyed Saleh Akbar Mousavi (Corresponding Author)

Assistant Professor at Institute for Trade Studies and Research

salehmousavi68@gmail.com

Tayyebeh Rahnemoon Piruj

PhD in Economics and researcher at Institute for Trade Studies and Research

tayyebehpiruj@yahoo.com

Mansour Asgari

Associate Professor at Institute for Trade Studies and Research ma.asgari@gmail.com

PAPER INFO

Paper history:

Received: 03. 09. 2023

Revised: 18. 10. 2023

Accepted: 30. 10. 2023

JEL Classification:

C32, L61, E37

Keywords:

Price Forecasting,

Cement,

VAR Model

ABSTRACT

The present study aims to identify the variables affecting the price of cement and provide in- and out-of-sample forecasts using monthly data from 2019:03 to 2023:02 and a vector autoregression (VAR) model. In this regard, according to the results of the Johansen-Juselius cointegration test, the long-term relationship between the variables was confirmed. Then, the long-term and short-term models were estimated, and the error correction coefficient was -0.0858. In the next stage, based on the results of impulse response functions, exchange rate and construction input price index shocks (respectively with a positive effect of 8 and 6.8 percent in the standard form) have been more effective than other model variables on the fluctuations of cement price. The results of variance decomposition also showed that the construction input price index, energy cost, and exchange rate are important in explaining the price of cement. Finally, we estimated in-sample and out-of-sample forecasts. Based on the forecast evaluation criteria, our founding research model can accurately predict the price trend of cement.

© 2023 Published by Semnan University Press. All rights reserved.

تجزیه و تحلیل اثرات متغیرهای اقتصادی بر قیمت سیمان و پیش‌بینی روند قیمتی آن^۱

سید صالح اکبر موسوی (نویسنده مسئول)

استادیار موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

salehmousavi68@gmail.com

طیبه رهنمون پیروج

دکتری اقتصاد و پژوهشگر موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

tayyebehpiruj@yahoo.com

منصور عسگری

دانشیار موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

ma.asgari@gmail.com

نوع مقاله: علمی- پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۸

چکیده

هدف مطالعه حاضر، شناسایی متغیرهای اثرگذار بر قیمت سیمان و ارائه پیش‌بینی‌های درون و برون نمونه‌ای با استفاده از داده‌های ماهانه ۱۲:۱۴۰۱-۱۳۹۸ و مدل خودرگرسیون برداری (VAR) است. در همین راستا، طبق نتایج آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون- جوسیلیوس، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها تأیید شد. سپس روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت (VECM) برآورد و ضریب جمله تصحیح خطا برابر ۰/۰۸۵۸- تخمین زده شد. در مرحله بعدی، بر اساس نتایج توابع واکنش آنی، شوک‌های نرخ ارز و شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی (به ترتیب با تأثیر مثبت ۸ و ۶/۸ درصدی به شکل استاندارد)، بیش از سایر متغیرها بر نوسانات قیمت سیمان مؤثر بوده‌اند. نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که متغیرهای شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی، هزینه انرژی و نرخ ارز، در توضیح قیمت سیمان مؤثر هستند. در نهایت، دو پیش‌بینی درون و برون نمونه‌ای برآورد شد که مطابق نتایج معیارهای ارزیابی پیش‌بینی، مدل تحقیق توانسته پیش‌بینی‌هایی خوبی را از روند قیمتی سیمان ارائه دهد.

طبقه‌بندی *JEL*: E37, L61, C32

کلید واژه‌ها: پیش‌بینی قیمت، سیمان، مدل VAR

^۱ مقاله حاضر مستخرج از گزارش پژوهشی در موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی است.

۱. مقدمه

صنعت سیمان و فولاد، دو صنعت کلیدی در توسعه اقتصادی هستند. در این بین، سیمان یکی از پرکاربردترین و پرمصرفترین مصالح ساختمانی در اجرای تمامی پروژه‌های عمرانی و تأسیساتی است. به طوری که در ایران نیز، سهم صنعت سیمان از GDP و سهم آن از اشتغال پایدار کشور به ترتیب ۲ و ۵ درصد بوده؛ که نشان‌دهنده اهمیت این صنعت در وضعیت اقتصاد کلان کشور است. از طرفی، افزایش تولید و مصرف آن در طی زمان، به رشد اقتصادی کشورها گره خورده است. به طوری که بین روند رشد اقتصادی کشورها و سرانه مصرف سیمان همبستگی بالایی وجود دارد. در بین کشورهای تولیدکننده سیمان در دنیا، کشور چین با تولید حدود ۲/۱ میلیارد تن سیمان در سال ۲۰۲۲، رتبه اول تولید سیمان در دنیا را به خود اختصاص داده و کشورهای هند، ویتنام و آمریکا نیز در رده‌های بعدی هستند. ایران نیز با تولید بیش از ۶۰ میلیون تن سیمان در سال مذکور، جایگاه مناسبی را در این صنعت جهانی در اختیار دارد.

علاوه بر تولید سیمان در کشور و دنیا، قیمت آن نیز بسیار حائز اهمیت است. به طوری که افزایش قیمت سیمان به عنوان یکی از مصالح ساختمانی پرکاربرد در فعالیت‌های عمرانی، می‌تواند هزینه‌های تولید این گونه فعالیت‌ها را تا حد زیادی افزایش دهد. با توجه به اینکه قیمت مصالح ساختمانی همواره ثابت نبوده و در بازه‌های زمانی بسیار کوتاهی نوسان می‌کند، لذا پیمانکاران قادر به پیش‌بینی قیمت آتی مصالح ساختمانی و هزینه پروژه ساختمانی به روش دقیق نیستند. به همین دلیل اختلافات زیادی بین مالکان و پیمانکاران پروژه‌ها رخ می‌دهد. تا جایی که پیمانکاری که در ابتدا پیشنهاد معقول ارائه داده، در نهایت قادر به برآوردن پیش‌نیازها و جزئیات تخصصی پروژه نیست (آلپار^۱، ۲۰۰۳).

همچنین این امکان نیز وجود دارد که افزایش در قیمت مصالح ساختمانی، ضمن بالا بردن هزینه‌های ساخت‌وساز، توجیه‌پذیری انجام آن‌ها را نیز دچار ابهام کند. به طوری که طرح‌هایی که در ابتدا توجیه اقتصادی برای اجرای آن‌ها وجود داشت، بعد از افزایش قیمت مصالح ساختمانی، توجیه‌پذیری خود را از دست بدهند. یا در صورت توجیه‌پذیری، میزان سودآوری پروژه‌های عمرانی کاهش یابد. برای جلوگیری از این امر، نیاز به مدلی است که بتواند تغییرات قیمت مصالح

1. Alpar

به ویژه سیمان را با دقت قابل قبولی پیش‌بینی کند. چرا که پیش‌بینی قیمت مصالح و تغییرات آن، در زمان آماده‌سازی مناقصات و اجرای پروژه ضروری است. از طرفی، ارائه پیش‌بینی‌های دقیق نیز مستلزم انتخاب دقیق متغیرهای اثرگذار بر قیمت مصالح به ویژه سیمان به عنوان بارزترین آن‌ها است.

از این رو، مطالعه حاضر با استفاده از داده‌های ماهانه و به‌روز دوره زمانی ۱۳۹۸:۱ تا ۱۴۰۱:۱۲ و بررسی دقیق ادبیات موضوع و در نظر گرفتن شرایط اقتصاد ایران، مدلی را که شامل متغیرهای مؤثر بر قیمت سیمان بوده، طراحی و با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری (VAR^۱) برآورد کرده است. علاوه بر این، با استفاده از نتایج به دست آمده از برآورد مدل، پیش‌بینی‌های درون-نمونه‌ای برای دوره ۱۳۹۸:۳ تا ۱۴۰۱:۱۲ و برون‌نمونه‌ای برای افق زمانی ۱۰ ماهه ۱۴۰۲:۱۲-۱۴۰۲:۳ ارائه شده است.

در همین راستا، این تحقیق در شش بخش سازمان‌دهی شده است. در ادامه، در بخش دوم مبانی نظری تحقیق که شامل معرفی متغیرهای اثرگذار بر قیمت سیمان است، مرور می‌شود. در بخش سوم، به برخی از مهم‌ترین مطالعات تجربی خارجی و داخلی اشاره شده است. در بخش بعدی، مدل تحقیق و روش برآورد آن توضیح داده می‌شود. در بخش پنجم، یافته‌های تحقیق ارائه شده و نتایج به صورت دقیق مورد تحلیل و ارزیابی قرار می‌گیرد. در نهایت در بخش پایانی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه خواهد شد.

۲. مبانی نظری

سیمان به عنوان یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین مصالح ساختمانی شناخته می‌شود. به‌طوری‌که، عملکرد صنعت ساختمان که از جمله شاخص‌های کلیدی تعیین‌کننده رشد اقتصادهای بزرگ جهان است (بدیاکو^۲ و همکاران، ۲۰۱۶)؛ بیش از سایر مصالح ساختمانی، به سیمان وابسته است و تغییر در قیمت آن، قیمت نهایی ساختمان را دچار نوسان خواهد کرد. از این رو، بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مصالح ساختمانی به ویژه سیمان در رأس آن‌ها، حائز اهمیت است. بر این اساس، در ادامه برخی از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر قیمت سیمان که در ادبیات موضوع مطرح شده، معرفی می‌شوند.

1. Vector Autoregressive

2. Bediako

۱) تولید

بر اساس قانون تقاضا، قیمت و مقدار تقاضای هر کالا و خدماتی، ارتباط تنگاتنگ و منفی با هم دارند. به طوری که با افزایش تولید از هر کالایی، انتظار بر این است که قیمت آن در بازار کاهش یابد و برعکس. بنابراین می توان میزان تولید سیمان را به عنوان یکی از عوامل مهم و مؤثر در قیمت آن ذکر کرد. در همین راستا، ادموند و شیلارانی^۱ (۲۰۱۲) معتقد هستند که اگر عرضه سیمان از کارخانه های تولیدکننده بیشتر باشد، قیمت آن کاهش و اگر عرضه محدود شود، قیمت سیمان افزایش خواهد یافت.

نکته قابل توجه در خصوص تولید سیمان در کشور، مدیریت غالب دولتی و شبه دولتی بر واحدهای تولیدکننده سیمان است. این موضوع به لحاظ شرایط فعلی مالکیت و مدیریت این شرکتها، باعث شده که همواره در تصمیم گیری در ارتباط با قیمت، میزان تولید، چگونگی صادرات و ...، به طور مستقیم و غیرمستقیم در چارچوب سیاست های اتخاذ شده دولت انجام پذیرد؛ که لزوماً متضمن برنامه ریزی بر مبنای افزایش بهره وری کار و سرمایه برای مجموعه صنعت سیمان ایران نیست. کنترل دولت بر این صنعت و تصویب قوانینی در حوزه توزیع سیمان می تواند موجب خروج سود این صنعت از دست سرمایه گذاران، به حوزه واسطه گری گردد (عباسی و حاجی پور، ۱۳۹۳).

۲) صادرات

برای کشورهایی که جایگاه مناسبی در زمینه تولید سیمان در دنیا دارند، صادرات سیمان می توان یکی از متغیرهای مؤثر بر قیمت آن در بازار داخلی باشد؛ و بر عکس، کشورهایی که ظرفیت چندانی برای تولید این محصول ندارند، واردکننده آن بوده و به تبع، واردات بر قیمت سیمان در این کشورها مؤثر خواهد بود. با توجه به اینکه تولید سیمان در ایران در سطح قابل قبولی بوده، بنابراین صادرات این محصول می تواند قیمت آن را در بازار داخلی تحت تأثیر قرار دهد. این امر از دو مسیر امکان پذیر است: ۱) با افزایش صادرات سیمان، از میزان کل سیمان تولیدی موجود کاسته شده و سیمان کمتری برای مصارف داخل کشور باقی می ماند. این امر منجر به کاهش میزان عرضه به بازار شده و در نهایت موجب افزایش قیمت آن می شود. ۲) با توجه به اینکه صادرات سیمان در قبال دریافت ارز از کشور خارجی صورت می گیرد و نرخ ارز نیز همواره نوسانات رو به بالای زیادی در ایران داشته؛ لذا تولیدکننده

1. Edmond and Sheelarani

ترغیب می‌شود تا محصول خود را در بازار خارجی به فروش برساند تا بتواند وجه آن را به شکل ارزی وارد کشور کرده و از نوسان ارزی نیز سود ببرد. در نتیجه، حالت دوم نیز منجر به کاهش عرضه سیمان در داخل کشور شده و موجبات افزایش قیمت آن را فراهم می‌آورد. اما با توجه به نقش استراتژیک سیمان جهت ساخت زیربنای اقتصادی و مشکلات موجود در حمل‌ونقل آن (به دلیل حجیم بودن این کالا)، سهم تجارت جهانی سیمان نسبت به تولید آن بسیار اندک بوده و در کشورهای مختلف به طور میانگین به حدود ۴ تا ۵ درصد می‌رسد.

۳) نرخ ارز

در خصوص تأثیر نرخ ارز بر قیمت سیمان، نظرات متفاوتی در ادبیات موضوع مطرح است. در این بین، کشورهایی که واردکننده سیمان هستند، طبیعتاً نوسانات ارزی بر قیمت سیمان در این کشورها به طور مستقیم اثرگذار خواهد بود. به عنوان مثال، ماکوجو^۱ (۱۹۹۵) مشاهده کرد که کاهش ارزش پول ملی نیجریه در چند سال گذشته، بر سرمایه‌گذاری در تولید سیمان این کشور تأثیر منفی گذاشته است. اوده^۲ (۱۹۹۱) نیز استدلال می‌کند که در سال‌های اخیر، افزایش نرخ ارز به طور مستقیم بر قیمت مصالح ساختمانی در نیجریه (با توجه به این واقعیت که بیش از ۵۰ درصد از مواد از خارج وارد شده است)، تأثیرگذار بوده است. اوگامادو^۳ (۱۹۹۳) ادعا می‌کند که کاهش ارزش پول محلی، یکی از عواملی است که هزینه ساخت‌وساز را بالا می‌برد. آدموروتی^۴ (۱۹۹۷) نیز عقیده دارد که واردات مصالح ساختمانی باعث کاهش ذخایر خارجی، کاهش بهره‌وری داخلی، افزایش هزینه ساخت‌وساز و از بین برنده تمایل به خود اتکایی است.

اما برای کشورهایی نظیر ایران که از توان بالایی در تولید سیمان برخوردار هستند، قاعدتاً قیمت سیمان متأثر از نوسانات نرخ ارز به شکل مستقیم ذکر شده در بالا قرار نمی‌گیرد. اما تأثیرپذیری قیمت سیمان از نرخ ارز، از کانال‌های دیگری نیز (به شکل غیرمستقیم) امکان‌پذیر است. زمانی که نرخ ارز افزایش می‌یابد به دلیل آثار تورمی که به دنبال خواهد داشت منجر به افزایش قیمت اغلب کالاها خواهد شد، که سیمان هم از این امر بی‌نصیب نخواهد ماند. همچنین تولید سیمان وابسته به مقدار زیادی نهاده فنی خارجی در قالب ماشین‌آلات و قطعات یدکی است. زمانی که نرخ ارز افزایش یابد یا پول کشور دچار کاهش ارزش شود، تولیدکنندگان سیمان به راحتی دلسرد

1. Makoju

2. Udeh

3. Ughamadu

4. Ademoroti

شده (آولادیپو و اونی^۱، ۲۰۱۲) و امر تولید برایشان توجیه پذیر نخواهد بود. این امر می تواند منجر به کاهش ظرفیت تولید سیمان شده و قیمت آن را در بازار افزایش دهد.

۴) قیمت مواد اولیه

متغیر مؤثر دیگری را که می توان برای قیمت سیمان ذکر کرد، قیمت مواد اولیه آن است. در این بین، سنگ آهک جزء اصلی ترین ماده معدنی و اولیه برای تولید سیمان بوده و سهم آن در تولید سیمان، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد است. به طوری که ولیومانی و نامپوتیری^۲ (۲۰۱۸)، قیمت سنگ آهک را عامل مؤثری در قیمت سیمان می داند. زمانی که استخراج سنگ آهک از معادن دچار مشکل شود، یا قیمت آن بالاتر رود، طبیعتاً به شکل مستقیم تأثیر خود را بر قیمت سیمان خواهد گذاشت.

۵) قیمت انرژی

صنعت سیمان جزء صنایع انرژی بر بوده و برای تولید هر تن سیمان انرژی زیادی مصرف می شود. به طوری که حدود ۳ درصد مصرف انرژی کل کشور و ۱۴ درصد مصرف صنایع را به خود اختصاص داده است. در نتیجه، قیمت انرژی نیز به عنوان یکی از نهادهای تولید سیمان، چه به منظور استفاده مستقیم در فرایند تولید آن و چه به لحاظ اثرات آن بر هزینه حمل و نقل، بر قیمت آن مؤثر است.

انرژی هایی نظیر برق، گاز و آب، برای تولید سیمان ضروری هستند. عدم تأمین هر یک از آن، منجر به توقف تولید سیمان خواهد شد. همچنین افزایش در نرخ مصوب این حامل های انرژی از سوی دولت، می تواند برخی کارخانه های تولید سیمان را تا مرز تعطیلی سوق دهد. در این بین، آنچه که رخ می دهد این است که افزایش در قیمت نهاده ها، منجر به افزایش در قیمت محصول (سیمان) خواهد شد و یا اینکه به طور کلی، کارخانه را از مدار تولید خارج خواهد کرد. که در این صورت، از ظرفیت تولید سیمان در کشور کاسته خواهد شد. بنابراین، پیامد این دو تغییر، چیزی جز افزایش قیمت سیمان در بازار نخواهد بود.

در مطالعه ای که از سوی اسلامی اندارگلی و همکاران در سال ۱۳۹۰ انجام شده، این نتیجه به دست آمده است که بعد از صنعت آجر، صنعت سیمان دومین صنعتی بوده که بیشترین تغییرات

1. Oladipo and Oni

2. Velumani and Nampoothiri

قیمتی را به واسطه افزایش در قیمت حامل‌های انرژی، به صورت مستقیم و غیرمستقیم تجربه کرده است. همچنین، بدیاکو و همکاران (۲۰۱۶)، تغییرات سالانه و صعودی هزینه سیمان پرتلند در کشور غنا را به هزینه ارز خارجی و انرژی نسبت دادند. وینداپو و کتل^۱ (۲۰۱۲) و آکانی^۲ و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعات خود، هزینه انرژی را بر قیمت مصالح ساختمانی مؤثر دانستند.

۶) نرخ بهره

متغیر دیگری که در ادبیات موضوع به عنوان متغیر اثرگذار بر قیمت مصالح ساختمانی عنوان شده، نرخ بهره است. به‌طوری‌که اولادیو و اونی (۲۰۱۲) در مطالعه خود، ثابت کردند که نرخ بهره بر قیمت مصالح ساختمانی مؤثر است. بدیاکو و همکاران (۲۰۱۶) متغیر نرخ بهره را به عنوان یک متغیر مهم بر قیمت سیمان، در مدل خود وارد کردند. این محققین معتقدند که افزایش نرخ بهره در هر اقتصادی، منجر به کاهش تقاضای پول از سوی مؤسسات مالی، برای پروژه‌های مختلف عمرانی از جمله ساخت‌وساز می‌شود. همچنین نواندو^۳ (۲۰۱۶) معتقد است زمانی که نرخ بهره بالاست، دسترسی به منابع مالی ارزان قیمت فراهم نیست. در نتیجه این امر یک مانعی بر سر راه تولید به شمار می‌رود.

افزایش نرخ بهره، باعث پرهزینه‌تر شدن وام‌هایی می‌شود که برای ساخت‌وساز گرفته شده‌اند. همین امر باعث کاهش سودآوری پروژه‌های عمرانی، توقف آن‌ها و در نهایت کاهش تقاضا برای مصالح ساختمانی خواهد شد.

۷) تورم (شاخص قیمت تولیدکننده)^۴

متغیرهایی کلان اقتصادی مانند نرخ تورم، نرخ بهره و نرخ ارز، از جمله شاخص‌هایی هستند که عملکرد کالاها و خدمات را نشان می‌دهند (آگالگا و آنتوی^۵، ۲۰۱۳). تورم بر حسب شاخص‌های مختلفی محاسبه می‌شود که یکی از آن‌ها تورم بر حسب شاخص قیمت تولیدکننده (PPI^۶) است. افزایش شاخص مذکور، نشان‌دهنده افزایش در قیمت کالاهای تولید داخل خواهد بود. این شاخص به مراتب بهتر از تورم بر مبنای شاخص قیمت مصرف‌کننده، می‌تواند تغییرات قیمتی

1. Windapo and Cattell

2. Akanni

3. Nwandu

۴. شاخص قیمت تولیدکننده، نمایانگر روند تغییرات میانگین قیمت کالاها و خدمات تولید شده در داخل کشور است (سامانه ملی تعاریف و مفاهیم آماری مرکز آمار ایران، ۱۴۰۲).

5. Agalega and Antwi

6. Producer Price Index

کالاها و خدمات تولید شده را نشان دهد.

۸) افزایش ساخت و ساز و گسترش شهرنشینی

افزایش تولید و سرمایه‌گذاری در زمینه صنعت ساختمان، موجب افزایش مصرف سیمان در کشور خواهد شد. به عبارت دیگر، در این حالت تقاضا برای سیمان افزایش می‌یابد. به عنوان مثال، در این زمینه می‌توان از طرح مسکن مهر یاد کرد. این طرح عظیم که در اغلب مناطق شهری کشور انجام شد و هم‌اکنون نیز پروژه دیگری در همین راستا در حال انجام است، منجر به افزایش ساخت و سازها شده و به تبع آن، تقاضا برای مصالح ساختمانی افزایش می‌یابد. طبق قانون تقاضا، زمانی که تقاضای سایر عوامل مؤثر افزایش یابد، قیمت محصول بیشتر خواهد شد. همچنین احداث و گسترش خطوط مترو در کلان‌شهرهای کشور طی دهه‌های اخیر، یکی دیگر از پروژه‌های عمرانی سنگین در کشور بوده که نیاز بیشتری به مصالح ساختمانی، به ویژه سیمان و فولاد داشته است. اسپاماچر و ساتای^۱ (۱۹۹۹) بیان می‌کنند که افزایش ساخت و سازها و موقعیت‌هایی برای زندگی (گسترش شهرنشینی)، نقش عمده‌ای در اقتصاد تولید سیمان ایفا می‌کند. بدیاکو و همکاران (۲۰۱۶) نیز به این موضوع اشاره دارند که افزایش رویدادهای عمومی و تجاری، می‌تواند منجر به رشد خوبی در صنعت ساخت و ساز شده و افزایش تقاضا برای سیمان و سایر مصالح ساختمانی را در پی داشته باشد. همچنین تیری^۲ (۲۰۱۳) نیز معتقد است که رشد بخش ساخت و ساز، رشد صنایع تولیدکننده مصالح ساختمانی نظیر سیمان و فولاد را به همراه دارد.

۹) هزینه‌های حمل و نقل

می‌توان هزینه حمل و نقل را به عنوان یکی دیگر از متغیرهای مؤثر بر قیمت سیمان یاد کرد. به علت سنگینی و حجم بالای این محصول، هزینه‌های حمل و نقل آن بسیار بالا بوده و حمل و نقل بخش عمده‌ای از هزینه‌های سیمان را به خود اختصاص می‌دهد (عباسی و حاجی‌پور، ۱۳۹۳). به طوری که، تیری (۲۰۱۳) در مطالعه خود اشاره کرد که مصالح ساختمانی در کنیا، به دلیل هزینه‌های حمل و نقل و واردات گران‌تر هستند. دانسو و اوبنگ-اهنکور^۳ (۲۰۱۸) نیز هزینه‌های حمل و نقل را به عنوان یکی از متغیرهای مؤثر بر افزایش قیمت مصالح ساختمانی در غنا دانستند.

1. Schumacher and Sathaye

2. Theuri

3. Danso and Obeng-Ahenkora

تأثیرگذاری این متغیر را می‌توان بدین شکل توضیح داد که معادنی که مواد اولیه تولید سیمان (سنگ آهک) از آن‌ها استخراج می‌شود در بیرون از شهرها واقع شدند، اما کارخانه‌های تولیدکننده سیمان، عمدتاً در نزدیکی حومه شهرها احداث شدند. همچنین این نکته را هم باید در نظر داشت که برخی از شهرهای کشور نیز با اینکه کارخانه تولید سیمان دارند، اما فاصله آن‌ها با منطقه‌ای که معدن در آن واقع شده، بسیار دور است. لذا چنین کارخانه‌هایی برای استمرار تولید خود، ناچار هستند که مواد اولیه را از شهر میزبان معدن به محل فعالیت خود در یک شهر دیگر، از طریق حمل‌ونقل زمینی انتقال دهند. بنابراین در چنین مواردی، هزینه‌های حمل‌ونقل می‌تواند به عنوان یکی از متغیرهایی به شمار رود که در بهای تمام شده محصول سیمان مؤثر خواهد بود. همچنین، عمده هزینه‌های توزیع سیمان شامل دستمزد رانندگان، دستمزد کارگران و قیمت سوخت است؛ که افزایش آن‌ها منجر به افزایش در هزینه حمل‌ونقل و به تبع آن افزایش قیمت سیمان در بازار خواهد شد.

۱۰ سایر عوامل مؤثر

به جز متغیرهای اصلی که در بالا معرفی شدند، متغیرهای دیگری نظیر عرضه و تقاضای پول (آولادیو و اونی، ۲۰۱۲)، تغییرات در سیاست‌ها و قوانین دولت (آکانی و همکاران، ۲۰۱۴)، سیاست‌های کلان ملی و بازار بین‌المللی (هان و جیان‌هوا^۱، ۲۰۱۳) و مسائل مربوط به شرایط بازار (راجاپرابها^۲ و همکاران، ۲۰۱۶) و ... در ادبیات موضوع، به عنوان متغیرهای مؤثر بر قیمت مصالح ساختمانی در مدل‌سازی به کار رفتند.

همچنین سیمان از جمله محصولاتی است که تاکنون جانشین اساسی و مقرون‌به‌صرفه برای آن شناسایی نشده و تنها می‌توان از صنایع پایین‌دستی آن همانند بتن برای بخش‌های عمده‌ای از محل‌های مصرف سیمان نام برد. لذا با توجه به کم بودن جانشین‌های سیمان، افزایش قیمت سیمان (در چارچوب افزایش بهای تمام شده و هزینه‌های توزیع و فروش) با توجه به کم بودن کشش قیمتی تقاضا برای آن، قبل از تأثیر بر میزان تقاضا، بر نوع سیمان مصرفی اثرگذار خواهد بود (عباسی و حاجی‌پور، ۱۳۹۳).

¹. Huan and Jianhua

². Rajaprabha

۲-۱. صنعت سیمان در ایران

در ایران، کارخانه‌های مختلفی به تولید سیمان اشتغال دارند و ضمن پوشش دادن نیاز داخل کشور، در حوزه صادرات سیمان نیز فعال هستند. در حال حاضر ۷۶ کارخانه سیمان در کشور وجود دارد (انجمن صنفی کارفرمایان سیمان، ۱۴۰۲) که سهام بیش از ۵۰ درصد این کارخانه‌ها در بورس اوراق بهادار تهران معامله شده و تولید اکثریت این شرکت‌ها نیز در بورس کالا به فروش می‌رسد. در این بین، شرکت سیمان فارس و خوزستان با بیش از نیم قرن فعالیت، به عنوان شرکت مادر تخصصی، بزرگ‌ترین گروه تولیدکننده سیمان در کشور و منطقه، دارای تعداد زیادی شرکت زیرمجموعه است. در این بین، بخش عمده‌ای از توان تولیدی سیمان در انحصار بنگاه‌های تابع و وابسته دولت یا نهادهای عمومی غیردولتی است. به طوری که بر اساس شاخص‌های تمرکز بازار، شرایط انحصاری در این صنعت وجود دارد که به نفع چند شرکت بزرگ است.

در طی سال‌های مختلف، طرح‌های توسعه‌ای جهت افزایش ظرفیت سیمان تولیدی کشور اجرا شده؛ اما با توجه به تأخیر چشمگیر در راه‌اندازی این طرح‌ها و نیز تعمیرات برنامه‌ریزی نشده کارخانه‌ها، میزان عرضه سیمان، همواره دارای نوساناتی بوده است. همین امر باعث می‌شود که در ماه‌های خرداد تا مهر هر سال که دوران اوج مصرف سیمان در کشور است، سمت عرضه نتواند بازار را به تعادل برساند؛ در نتیجه به دلیل وجود انحصار و حضور واسطه‌گران متعدد، بازار غیررسمی در این صنعت ایجاد می‌شود. از این رو، عدم شفافیت در قیمت این محصول، همواره مورد بحث بوده است. در خرداد سال ۱۴۰۰، خرید و فروش این محصول استراتژیک با هدف ایجاد شفافیت، در بورس کالا امکان‌پذیر شد. بعد از این تاریخ، بخش قابل توجهی از سیمان تولید شده در کشور از این طریق عرضه می‌شود که این موضوع می‌تواند بر بازار سیمان در بلندمدت مؤثر باشد.

در این بین، صنعت سیمان نیز همانند صنایع دیگر با چالش‌هایی متعددی روبرو است. یکی از این چالش‌ها، استقرار نامتوازن کارخانه‌های سیمان در کشور است. در همین راستا، بررسی استان‌های عمده تولیدکننده و استان‌های اصلی جذب‌کننده سیمان نشان می‌دهد که پراکندگی کارخانه‌های تولید سیمان از توزیع متوازی برخوردار نیست. به عبارت دیگر، کانون‌های عمده تولید و عمده مصرف بر یکدیگر منطبق نیستند.

همچنین کاهش بودجه عمرانی و محدودیت‌های به وجود آمده در صادرات، باعث شده تا ایران

نتواند از بخش عمده‌ای از ظرفیت تولید خود استفاده نماید. از سوی دیگر، استمرار رکود در بخش مسکن و فعالیت‌های عمرانی سبب ایجاد رقابت بین عرضه‌کنندگان سیمان در کشور شده است. قطعی برق و افزایش قیمت حامل‌های انرژی در سال‌های اخیر، یکی دیگر از چالش‌هایی است که صنعت سیمان با آن مواجه است. همه این عوامل موجب می‌شود تا قیمت سیمان روند باثباتی را نداشته باشد. از این رو، هر ساله با افزایش قیمت نهاده‌های تولید سیمان، انجمن صنفی سیمان تلاش‌های خود را برای مذاکره با نهادهای متولی قیمت‌گذاری سیمان شروع می‌کند.

۳. مطالعات تجربی

در این بخش مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع با جزئیات بیشتری مرور شده است.

۳-۱. مطالعات خارجی

اوبا^۱ (۲۰۱۹) در مطالعه خود، با استفاده از تخمین یک رگرسیون چند متغیره، ضمن مطالعه عوامل مؤثر بر قیمت سیمان در نیجریه، مدلی را طراحی کرد تا قیمت آتی سیمان را طی دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ پیش‌بینی کند. برای تحقق هدف مذکور، از داده‌های ژانویه ۲۰۱۴ تا جولای ۲۰۱۹ به شکل ماهانه استفاده کرد. علاوه بر این، پرسش‌نامه‌هایی برای برخی از خرده‌فروشان داخلی سیمان در نیجریه ارسال کرد تا قیمت واقعی سیمان بین دوره‌های مشابه به دست آید. طبق نتایج به دست آمده، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت سیمان در نیجریه عبارت‌اند از: نرخ تورم، نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی. به علاوه، نتایج آزمون‌ها و عوامل همبستگی، خوبی برازش مدل را تأیید کرد.

ریچارت^۲ و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به دنبال شناسایی دقیق‌ترین روش برای پیش‌بینی قیمت خرید سیمان برای خرده‌فروشی مصالح ساختمانی در برزیل بودند. در این مطالعه از مدل‌های مختلف خودرگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA^۳) و ترکیبات پیش‌بینی آن‌ها استفاده شد. همچنین ارزیابی دوره‌های اوج قیمت سیمان با استفاده از نمودارهای کنترل پسماند صورت گرفت. نتیجه مطالعه مذکور، ارائه یک روش ترکیبی پیش‌بینی بر اساس معیار اطلاعات آکائیک^۴ و یک ابزار نظارت بر قیمت با استفاده از نمودارهای کنترل باقیمانده‌ها بوده است.

1. Oba

2. Reichert

3. Autoregressive Integrated Moving Average

4. Akaike

آفولابی و آبیمبولا^۱ (۲۰۲۲) در پژوهشی، با استفاده از کاربرد یادگیری ماشین، به پیش‌بینی قیمت سیمان در نیجریه پرداختند. محققین در مطالعه مذکور، از داده‌های نرخ ارز، نرخ بهره بانکی، قیمت بنزین، قیمت گازوئیل و قیمت سیمان طی بازه زمانی ژانویه ۲۰۰۴ تا آوریل ۲۰۲۰ به صورت ماهانه، در سیستم مبتنی بر وب استفاده کردند. هدف این مطالعه، ایجاد یک پلتفرم مبتنی بر وب بود تا بتواند از الگوریتم‌های یادگیری ماشین بر روی داده‌های متغیرهای فوق، برای پیش‌بینی قیمت‌های آتی محصولات سیمانی بهره‌بردار. در این مطالعه، از زبان برنامه‌نویسی پایتون جهت آموزش سیستم برای ساخت یک مدل یادگیری ماشین قابل اعتماد استفاده شد. نتایج نشان داد که پلتفرم یادگیری ماشین مبتنی بر وب توانست قیمت سیمان را پیش‌بینی کند. بر اساس نتایج به دست آمده، قیمت سیمان هر دو سال یک‌بار ۲۵۰ نایرا افزایش می‌یابد. علاوه بر این، هنگامی که قیمت بنزین ۲۰ نایرا، نرخ بهره ۱ درصد، قیمت گازوئیل ۵۰ نایرا و نرخ ارز ۲۵ نایرا افزایش می‌یابد، قیمت سیمان ۲۵۰ نایرا افزایش خواهد یافت.

لیو^۲ و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به پیش‌بینی قیمت بتن به عنوان یکی از مصالح ساختمانی اساسی که بخش مهمی از هزینه‌های مختلف ساخت‌وساز به آن مربوط است، پرداختند. بدین منظور، از داده‌های قیمت بتن طی بازه زمانی ۲۰۱۳/۱۰/۲۳ تا ۲۰۲۱/۰۱/۲۰ به شکل روزانه استفاده کردند. در ابتدا یک سری خودرگرسیون تک متغیره بر اساس میانگین قیمت روزانه بتن در شهرهای بزرگ چین ساخته شد. سپس از مدل ترکیبی شبکه عصبی کانولوشن (CNN^۳) و شبکه حافظه کوتاه‌مدت بلندمدت (LSTM^۴)، جهت پیش‌بینی دقیق روند تغییرات قیمت بتن در ۱۰ روز قبل بهره‌گرفته شد. نتایج نشان‌دهنده قدرت بالای مدل ترکیبی در پیش‌بینی قیمت بتن در شهرهای چین بوده است. به طوری که بر اساس معیارهای ارزیابی مختلف، دقت پیش‌بینی بالای ۹۷ درصد برآورد شده است.

۳-۲. مطالعات داخلی

اصغرزاده و محمدی (۱۳۸۴) در مطالعه خود، ضمن بررسی روند قیمت‌گذاری در صنعت سیمان در ایران، به برآورد نقش تولیدکنندگان در قیمت‌گذاری این محصول پرداختند. بدین منظور، از

1. Afolabi and Abimbola

2. Liu

3. Convolutional Neural Network

4. Long Short-Term Memory Network

داده‌های سالانه ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ و روش حداقل مربعات معمولی (OLS)^۱ استفاده کردند. همچنین به منظور بررسی نقش تولیدکنندگان در قیمت‌گذاری سیمان، یک متغیر مجازی به همین منظور در مدل تعریف شد. نتایج برآورد نشان داد میزان تولید سیمان ارتباط مثبت و مستقیمی با قیمت آن دارد. به عبارت دیگر، با افزایش تولید، قیمت سیمان نیز افزایش می‌یابد. همچنین تأثیر نقش تولیدکنندگان در افزایش قیمت اسمی این کالا، مثبت و معنی‌دار بوده است. فریدونی ناغانی (۱۳۸۸) در مطالعه خود به پیش‌بینی قیمت سیمان در ایران پرداخت. در این راستا، او از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)^۲ و همچنین روش خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) و نیز داده‌های دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۴۷ قیمت سیمان استفاده کرد. نتایج برآورد و مقایسه مدل‌های مختلف نشان داد که شبکه‌های عصبی مصنوعی پس انتشار خطا با نرون‌های ورودی، معادل وقفه متغیرهای مورد نظر و دو نرون در لایه مخفی، بهتر از سایر شبکه‌های عصبی و روش‌های سری زمانی، می‌تواند قیمت سیمان را پیش‌بینی کند.

اصل روستا و آزاد (۱۳۹۸) در مطالعه خود در قالب یک مطالعه توصیفی-پیمایشی، ضمن مطالعه استراتژی قیمت‌گذاری صنعت سیمان، و مروری بر ادبیات موضوع، عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری در این صنعت را شناسایی کرده‌اند. جامعه آماری مطالعه مذکور، فعالان مرتبط در صنعت سیمان ایران بود. اطلاعات مورد نیاز پژوهش از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شد و با روش معادلات ساختاری، فرضیات تحقیق مورد آزمون قرار گرفت. مطابق نتایج، عوامل سازمانی، بازار و محیط، بر قیمت‌گذاری سیمان مؤثر بوده‌اند.

ملکی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش خود، سناریوهای آینده صنعت سیمان را در میان‌مدت شناسایی کردند. بدین منظور، محققین از رویکرد کیفی و سناریونویسی، جهت تحلیل موضوع بهره بردند. در همین راستا، نمونه آماری از جامعه خبرگان صنعت سیمان با روش نمونه‌گیری قضاوتی انتخاب شد. در گام اول، با مرور ادبیات موضوع و نیز مصاحبه با خبرگان صنعت سیمان، پیشران‌های عام و خاص شناسایی و سپس با به کارگیری غربال تئوریک و استنتاج‌محور، پیشران‌های نهایی انتخاب شدند. در ادامه پیشران‌های باقیمانده با تکنیک ساختاری دیمتل^۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با توجه به بیشترین اثر خالص، دو پیشران قیمت‌گذاری و تقاضای بازار برای شکل‌دهی سناریوها در نظر گرفته شد. همچنین برای توسعه سناریوها، رویکرد آزمون و گزینش

1. Ordinary Least Squares (OLS)

2. Artificial Neural Network (ANN)

3. Dematel

فرضیات راهبردی فردی استفاده گردید. در نهایت چهار سناریو تدوین شد که سناریوی مرهمی بر زخم^۱ با استفاده از تکنیک اولویت ترتیبی، به عنوان محتمل‌ترین سناریو انتخاب شد. با توجه به اینکه مطالعه‌ای با هدف پیش‌بینی قیمت سیمان با استفاده از متغیرهای کلان اقتصادی، در مطالعات داخلی انجام نشده؛ لذا تحقیق حاضر از این حیث دارای نوآوری است. همچنین بر اساس مطالعات انجام شده داخلی و خارجی و نظرات کارشناسی گروه تحقیق، متغیرهای مهم و تأثیرگذار بر قیمت سیمان شناسایی شده و مدلی برای پیش‌بینی قیمت سیمان طراحی و برآورد شده است؛ که این مورد نیز، از دیگر نوآوری‌های این مطالعه است. علاوه بر این، استفاده از داده‌های به‌روز و ماهانه از منابع معتبر، منجر به ارائه پیش‌بینی‌های دقیق‌تری شده که این موضوع، از مزیت‌های دیگر این تحقیق به شمار می‌رود.

۴. روش‌شناسی تحقیق

هدف اصلی مطالعه حاضر، پیش‌بینی قیمت سیمان خاکستری تیپ ۲ پاکتی در افق زمانی ۱۰ ماهه، از خرداد تا اسفند ۱۴۰۲ در ایران است. بدین منظور، با توجه به مبانی نظری مطرح شده در بخش دوم، مدل پیشنهادی زیر که شامل متغیرهای مهم و تأثیرگذار^۲ بر قیمت سیمان است، به صورت زیر معرفی می‌شود:

$$PC_t = \alpha + \beta_1 CP_t + \beta_2 EX_t + \beta_3 EN_t + \beta_4 ICI_t + \beta_5 ABP_t + u_t \quad (1)$$

در ادامه تعریف عملیاتی هر یک از متغیرهای مدل بیان می‌شود:

قیمت سیمان (PC): این متغیر نشان‌دهنده قیمت یک پاکت سیمان خاکستری تیپ ۲ بر حسب ریال است. داده‌های متغیر مذکور از سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان (۱۴۰۱) اخذ شده است.

تولید سیمان (CP): این متغیر بیانگر میزان تولید کل سیمان بر حسب هزار تن بوده^۳ و داده‌های

۱. در این سناریو به دلیل عوامل متعدد، تقاضا برای مسکن و پروژه‌های ساخت‌وساز به شدت کاهش می‌یابد. از سوی دیگر نرخ ارز به علت تشدید محدودیت‌های بین‌المللی فزاینده بوده و هزینه‌های این صنعت به شدت افزایش می‌یابد. تنها امتیازی که می‌تواند تا حدی مرهمی بر زخم این صنعت باشد، آزادسازی قیمت‌ها است که آن هم تا حدودی خنثی عمل خواهد کرد.

۲. همه متغیرهای رابطه ۱ به صورت لگاریتمی هستند.

۳. به دلیل محدودیت در دسترسی به داده‌های تولید سیمان به تفکیک برای انواع آن به صورت ماهانه، از داده‌های تولید کل سیمان در کشور استفاده شده است. از طرفی، با توجه به مصرف بیشتر سیمان خاکستری تیپ ۲، طبیعتاً بخش اعظمی از

آن از انجمن صنفی کارفرمایان سیمان (۱۴۰۲) اخذ شده است. نرخ ارز غیررسمی (EX): این متغیر نشان‌دهنده نرخ برابری دلار/ریال غیررسمی بازار آزاد بوده و داده‌های آن از بانک مرکزی ایران (۱۴۰۲) استخراج شده است. هزینه انرژی (ENE): این متغیر نشان‌دهنده هزینه برق مصرفی در صنعت سیمان است که داده‌های آن توسط نویسندگان محاسبه شده است. برای محاسبه این متغیر، ابتدا داده‌های تجمعی مصرف برق بخش صنعت، از پایگاه داده وزارت نیرو (۱۴۰۲) جمع‌آوری و سپس به صورت دو ماه یکبار محاسبه شده است.^۱ با فرض اینکه مصرف در طی دو ماه متوالی یکسان است، داده‌های دو ماهه به شکل یکسان بین دو ماه متوالی تقسیم شده و بدین صورت داده‌های ماهانه مصرف برق بخش صنعت محاسبه شده است. سپس با توجه به اینکه سهم مصرف برق در صنعت سیمان به کل صنعت، حدود ۷/۶ درصد برآورد شده^۲ (روزنامه دنیای اقتصاد، ۱۴۰۰)؛ داده‌های ماهانه مصرف برق به این عدد ضرب شده و بدین ترتیب مصرف تقریبی برق در صنعت سیمان به دست آمده است. در نهایت، با ضرب تعرفه‌های برق منتشر شده از سوی وزارت نیرو برای بخش صنعتی کشور و نیز در نظر گرفتن ۲۰ درصد افزایش برای سه ماه تابستان، در میزان مصرف محاسبه شده، هزینه انرژی برق مصرفی صنعت سیمان بر حسب میلیارد ریال به دست آمده است.

شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی مسکونی (ICI): این شاخص میزان تغییرات قیمتی نهاده‌های ساختمانی را در طول یک فصل (مانند میزان تغییرات قیمت مصالح و مواد لازم در تولید و ساخت‌وساز ساختمان‌های مسکونی) نشان می‌دهد و براساس سال پایه ۱۳۹۰ است. مقدار این شاخص به صورت کلی و ۱۵ زیرگروه مربوطه آن در دسترس بوده که با توجه به موضوع این مقاله، از زیرگروه سیمان، بتن، شن و ماسه استفاده شده است. داده‌های متغیر مذکور، از مرکز آمار ایران (۱۴۰۲) اخذ شده است.

مساحت زیربنای تعیین شده در پروانه‌های ساختمانی (ABP): این متغیر نشان‌دهنده مجموع مساحت زیربنای پروانه‌های ساختمانی اعطا شده از سوی شهرداری‌های کشور، جهت احداث

تولید سیمان نیز به این نوع اختصاص خواهد یافت. بدیهی است که در صورت دسترسی به داده‌های تولید مربوط به سیمان خاکستری تیپ ۲، دقت نتایج بدست آمده افزایش خواهد یافت.

^۱ به دلیل صدور صورتحساب مشترکین به صورت دوره دو ماهه، این اطلاعات هر دو ماه یکبار موجود است.

^۲ این عدد برای سال ۱۳۹۹ برآورد شده، که در مطالعه حاضر برای کل دوره در نظر گرفته شده است.

ساختمان و افزایش بنا، بر اساس سه نوع متقاضی بخش خصوصی، تعاونی و دولتی است.^۱ داده‌های این متغیر از نشریات مرکز آمار ایران (۱۴۰۲) استخراج شده است.

مطالعه حاضر به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی و از نظر تجزیه و تحلیل، از نوع تحقیقات تحلیلی است. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز به روش اسنادی و کتابخانه‌ای، از پایگاه داده‌های داخلی و سازمان‌های مرتبط استخراج شده است. نمونه آماری تحقیق حاضر، سیمان خاکستری تیپ ۲ پاکتی^۲ (سیمان پرتلند اصلاح شده) است که نسبت به سایر انواع سیمان، بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. داده‌های تحقیق به صورت ماهانه برای دوره زمانی ۱۲:۱۴۰۱-۱۳۹۸:۱ بوده (۴۸ مشاهده) و افق زمانی پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای از ۱۴۰۲:۳ تا ۱۴۰۲:۱۲ (۱۰ ماه) است. به منظور جمع‌بندی و خلاصه‌سازی داده‌ها از نرم‌افزار Excel 2021 و جهت برآورد مدل تحقیق به روش خودرگرسیون برداری (VAR)، از نرم‌افزار EViews 13 استفاده شده است. دلیل انتخاب مدل VAR برای پیش‌بینی قیمت سیمان در مطالعه حاضر این است که در این مدل، امکان به‌کارگیری و بررسی تأثیر همزمان چند متغیر بر متغیر وابسته وجود دارد. از این رو، این مدل‌ها نسبت به مدل‌هایی نظیر شبکه‌های عصبی، فازی و الگوریتم ژنتیک، دارای مزیت هستند؛ چراکه مدل‌های مذکور، تک متغیره بوده و مدل‌سازی آن‌ها صرفاً بر اساس رفتار یک سری زمانی انجام می‌شود.

برای برآورد مدل تحقیق (رابطه ۱)، از الگوی خودرگرسیون برداری (VAR) که یکی از معروف‌ترین مدل‌های سری‌زمانی است، استفاده می‌شود. واژه خودرگرسیون به خاطر وجود وقفه‌هایی از متغیر وابسته در سمت راست معادلات و واژه برداری به خاطر وجود برداری از یک یا چند متغیر بوده و به همین خاطر است که به این نام شناخته می‌شوند. مدل مذکور برای اولین بار توسط سیمز^۳ (۱۹۸۰) مطرح شد. به اعتقاد وی، در سیستم معادلات همزمان نوع متغیرها به صورت همزمان تعیین می‌شود و تصمیم‌گیری درخصوص درون‌زا و برون‌زا بودن متغیرها صحیح نیست. به همین خاطر وی مدل‌های خودرگرسیون برداری VAR را پیشنهاد کرد. این مدل‌ها به دلایل زیر،

^۱ این متغیر، به عنوان پراکسی برای نشان دادن تقاضا برای سیمان است. لازم به ذکر است که متغیر مساحت زیربنای تعیین شده در پروانه‌های ساختمانی، بهتر از متغیر تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده است. چرا که هر چه مساحت زیربنا بیشتر باشد، تقاضا برای سیمان هم بیشتر خواهد بود؛ که این مورد، در متغیر تعداد پروانه‌های صادر شده صادق نیست.

^۲ این نوع از سیمان، در بتن‌ریزی‌های حجیم، در محیط و مکان‌های خاکی و آبی که غلظت یون سولفات در حد متوسط است، و نیز برای بتن‌ریزی در مناطق گرم به کار می‌رود.

^۳ Sims

به سیستم معادلات همزمان ترجیح داده می‌شود:

(۱) نقش زمان در این مدل‌ها بیشتر به چشم می‌آید. بنابراین مدل‌های VAR در نشان دادن ساختار پویای مدل بهتر از معادلات همزمان عمل می‌کند.

(۲) در سیستم معادلات همزمان می‌بایست قیدهایی را اضافه یا کم کرد تا سیستم معادلات قابل شناسایی باشد. درحالی‌که در مدل‌های VAR نوع اعمال قیدها متفاوت است.

(۳) تقسیم‌بندی متغیرها به درون‌زا و از پیش تعیین شده (برون‌زا و درون‌زای وقفه‌دار) مطرح نیست.

(۴) به سادگی می‌توان با روش OLS آن‌ها را تخمین زد.

(۵) می‌توان به کمک نتایج حاصل از برآورد این مدل‌ها به پیش‌بینی مقادیر آینده پرداخت. پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی توسط این مدل‌ها، دقیق‌تر از سایر مدل‌ها است. به همین خاطر مورد استقبال محققین قرار گرفته است.

برای برآورد مدل VAR، ابتدا باید وقفه بهینه مدل را با استفاده از معیارهای اطلاعاتی تعیین کرد. سپس هم‌انباشتگی متغیرها را بررسی کرده و مدل تصحیح خطای برداری^۱ VECM را تخمین زد. در نهایت نیز، با استفاده از نتایج به دست آمده از توابع واکنش آنی و تجزیه واریانس، به تفسیر نتایج و نحوه و میزان اثرگذاری متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته مدل پرداخت. همچنین می‌توان پیش‌بینی‌های درون و برون‌نمونه‌ای را با استفاده از خروجی مدل VAR انجام داد (حقیقت و اکبر موسوی، ۱۳۹۵).

۵. یافته‌های تحقیق

در این بخش، نتایج تحقیق ارائه می‌شود. ابتدا آزمون ریشه‌واحد برای بررسی ایستایی متغیرها انجام شده و مرتبه ایستایی آن‌ها تعیین می‌شود. در ادامه، وقفه بهینه مدل تعیین شده و سپس با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون-جوسیلیوس، تعداد بردارهای هم‌انباشتگی مدل تعیین می‌شود. در قسمت سوم، نتایج برآورد بلندمدت و کوتاه‌مدت (مدل VECM) گزارش می‌شود. در قسمت چهارم این بخش، نمودارهای توابع واکنش آنی برای متغیرهای تحقیق بررسی خواهد شد. سپس با استفاده از تجزیه واریانس، سهم هر یک از متغیرها در تغییرات متغیر وابسته بررسی می‌شود. در نهایت، در قسمت ششم و پایانی این بخش، پیش‌بینی درون و برون‌نمونه‌ای بر اساس نتایج تخمین مدل،

1. Vector Error Correction Model (VECM)

صورت گرفته است.

۵-۱. آزمون ریشه واحد

با توجه به اهمیت بررسی ایستایی متغیرها پیش از تخمین هر مدل به منظور جلوگیری از برآورد مدل کاذب، در این قسمت از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده شده، که نتایج آن در جدول ۱ زیر ارائه شده است.

جدول (۱): آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)

متغیرها	سطح	تفاضل مرتبه اول
قیمت سیمان (PC)	۳/۴۷۳۸ (۰/۹۹۹۸)	-۲/۳۷۹۸ (۰/۰۱۸۳)***
تولید سیمان (CP)	۰/۰۷۸۶ (۰/۷۰۲۷)	-۷/۸۷۹۳ (۰/۰۰۰۰)***
نرخ ارز غیررسمی (EX)	۱/۷۷۸۵ (۰/۹۸۰۴)	-۳/۵۳۴۲ (۰/۰۰۰۷)***
هزینه انرژی (ENE)	۰/۷۱۴۶ (۰/۸۶۶۱)	-۶/۲۶۲۶ (۰/۰۰۰۰)***
شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی (ICI)	۲/۱۷۸۱ (۰/۹۹۲۰)	-۱/۶۰۵۰ (۰/۱۰۱۴)*
مساحت زیربنا (ABP)	۰/۵۷۲۹ (۰/۸۳۵۸)	-۲/۳۴۶۰ (۰/۰۱۹۹)***

منبع: یافته‌های تحقیق

*** سطح معنی داری ۱٪ و * سطح معنی داری ۱۰٪ را نشان می‌دهد.

در جدول فوق، آماره آزمون به همراه مقدار ارزش احتمال آن (در داخل پرانتز) برای تمامی متغیرهای تحقیق ارائه شده است. مطابق نتایج، تمامی متغیرهای مدل در سطح ایستا نبودند. بنابراین آزمون ریشه واحد برای تفاضل مرتبه اول متغیرهای نامانا انجام شد. نتایج نشان داد که تمامی متغیرها با یکبار تفاضل گیری ایستا شدند و به عبارتی $I(1)$ هستند.

۵-۲. تعیین وقفه بهینه مدل

در این مطالعه، با توجه به نتایج آزمون ریشه واحد، از آزمون هم‌انباشتگی برای تعیین تعداد بردارهای هم‌انباشتگی استفاده می‌شود. اما قبل از آن، ابتدا بایستی تعداد وقفه بهینه مدل VAR با استفاده از معیارهای اطلاعاتی آکائیک، شوارتز و هنان کوئین جهت انجام آزمون هم‌انباشتگی

مشخص شود. نتایج معیارهای اطلاعات برای حداکثر ۲ وقفه پیشنهادی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول (۲): تعداد وقفه بهینه مدل VAR

تعداد وقفه	آکائیک (AIC)	شوارتز (SC)	هنان کوئین (HQ)
۰	-۵/۲۹۴۳	-۵/۰۵۳۵	-۵/۲۰۴۵
۱	-۱۴/۹۷۱۳	-۱۳/۲۸۵۱	-۱۴/۳۴۲۷
۲	-۱۷/۵۴۷۵	-۱۴/۴۱۶۰*	-۱۶/۳۸۰۱*
۳	-۱۸/۵۸۶۶*	-۱۳/۶۷۹۸	-۱۵/۸۸۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

* تعداد وقفه بهینه

در مطالعه حاضر، با توجه به تعداد ۴۸ داده که کمتر از ۱۰۰ است، معیار اطلاعاتی شوارتز تعیین‌کننده وقفه بهینه مدل بوده؛ که حداکثر ۲ وقفه بهینه را نشان داده است. پس از تعیین وقفه بهینه، آزمون هم‌انباشتگی برای بررسی وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل انجام شده است. در این تحقیق، از آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون - جوسیلیوس استفاده شده؛ چراکه این آزمون، توان یافتن تعداد بیش از یک بردار هم‌انباشتگی از بین متغیرهای مدل را دارد و از این رو، نسبت به سایر آزمون‌ها دارای مزیت است. به علاوه، تخمین زنده‌ها در آزمون مذکور دارای کارایی مجانبی هستند (عبدی، ۱۳۹۰). در این آزمون، دو آماره اثر و آماره حداکثر مقادیر ویژه محاسبه می‌شود که نتایج آنها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول (۳): نتایج آزمون اثر و آزمون حداکثر مقادیر ویژه

آزمون حداکثر مقادیر ویژه			آزمون اثر			فرضیه صفر
ارزش احتمال	مقدار بحرانی	آماره	ارزش احتمال	مقدار بحرانی	آماره	
۰/۰۰۰	۴۰/۰۷۷	۶۷/۲۸۱	۰/۰۰۰	۹۵/۷۵۳	۱۶۹/۲۲	صفر بردار هم‌انباشتگی*
۰/۰۰۰	۳۳/۸۷۶	۴۶/۹۷۳	۰/۰۰۰	۶۹/۸۱۸	۱۰۱/۹۳	حداکثر یک بردار هم‌انباشتگی*
۰/۰۱۴	۲۷/۵۸۴	۳۱/۵۰۵	۰/۰۰۹	۴۷/۸۵۶	۵۴/۹۶۴	حداکثر دو بردار هم‌انباشتگی*
۰/۳۳۳	۲۱/۱۳۱	۱۴/۴۰۰	۰/۲۲۴	۲۹/۷۹۷	۲۳/۴۵۸	حداکثر سه بردار هم‌انباشتگی
۰/۳۱۵	۱۴/۲۶۴	۸/۶۶۱	۰/۳۶۰	۱۵/۴۹۴	۹/۰۵۸	حداکثر چهار بردار هم‌انباشتگی
۰/۵۲۹	۳/۸۴۱	۰/۳۹۶	۰/۵۲۹	۳/۸۴۱	۰/۳۹۶	حداکثر پنج بردار هم‌انباشتگی

منبع: یافته‌های تحقیق

* نشان‌دهنده رد فرضیه صفر

بر اساس هر دو آماره اثر و آماره حداکثر مقادیر ویژه، وجود حداکثر ۳ بردار هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل تأیید می‌شود. حال می‌توان رابطه بلندمدت بین متغیرها را بدون ترس از برآورد یک رگرسیون کاذب، تخمین زد.

۳-۵. تخمین رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت

در این قسمت، رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل، بر اساس بردار نرمال شده نسبت به متغیر درون‌زای اول با یک وقفه (($PC(-1)$) برآورد شده است. در انتخاب بردار بلندمدت بین متغیرهای مدل باید توجه کرد که بردار نرمال شده نسبت به متغیر درون‌زای اول، باید از نظر علامت ضرایب با تئوری‌های اقتصادی متناسب بوده و ضرایب آن نیز معنی‌دار باشد. بر این اساس، نتایج تخمین رابطه بلندمدت در جدول ۴ زیر ارائه شده است.

جدول (۴): برآورد بردار هم‌انباشتگی (رابطه بلندمدت)

متغیرها	ضریب	انحراف معیار	آماره t
قیمت سیمان (PC)	۱/۰۰۰۰		
تولید سیمان (CP)	۱/۸۶۰۹	۰/۳۹۳۵	۴/۷۲۸۳
نرخ ارز غیررسمی (EX)	۱/۷۲۸۵	۰/۲۳۶۱	۷/۳۲۰۴
هزینه انرژی (ENE)	-۳/۶۰۵۶	۰/۴۴۲۵	-۸/۱۴۷۷
شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی (ICI)	-۰/۸۷۸۶	۰/۱۵۰۷	-۵/۸۲۸۳
مساحت زیربنا (ABP)	-۱/۵۲۹۵	۰/۳۳۳۴	-۴/۵۸۶۸
عرض از مبدأ (C)	۵/۳۶۶۱		

منبع: یافته‌های تحقیق

رابطه هم‌انباشتگی نسبت به متغیر $PC(-1)$ نرمال شده است.

بر اساس نتایج جدول فوق، بردار هم‌انباشتگی (رابطه بلندمدت) به صورت زیر است:

$$PC_{(-1)} = -5.366 - 1.860CP_{(-1)} - 1.728EX_{(-1)} + 3.605ENE_{(-1)} \\ + 0.878ICI_{(-1)} + 1.529ABP_{(-1)}$$

با توجه به آن که تمامی متغیرها به جز متغیر قیمت سیمان با یک وقفه (($PC(-1)$) به سمت راست تساوی رابطه هم‌انباشتگی منتقل شده؛ لذا علامت ضرایب مثبت به منفی و منفی نیز به

مثبت تبدیل شده است. با توجه به رابطه فوق، به جز متغیر نرخ ارز، که معنی‌دار بوده ولی علامت آن مورد انتظار نیست؛ تمامی متغیرهای دیگر مدل علامت مورد انتظار را داشته و معنی‌دار نیز هستند^۱. بر این اساس، کاهش در تولید سیمان و افزایش در متغیرهای هزینه انرژی، شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی و مساحت زیربنای ساخت‌وسازها، می‌تواند منجر به افزایش قیمت سیمان در بلندمدت شود و برعکس.

بر اساس نتایج تخمین رابطه کوتاه‌مدت و مدل VECM، مقدار ضریب جمله تصحیح خطای ECM برابر -0.0858 برآورد شده که معنی‌دار نیز است. این ضریب، بیانگر سرعت تصحیح خطای کوتاه‌مدت به سمت مقدار تعادلی و بلندمدت است. یعنی در هر دوره زمانی حدود $8/5$ درصد از عدم تعادل‌ها تصحیح شده و بعد از ۱۲ دوره، مقادیر متغیرها به طور کامل به مقادیر بلندمدت همگرا می‌شود.

۴-۵. توابع واکنش آنی (IRF^۲)

به‌خاطر اینکه تفسیر ضرایب برآوردی الگوی VAR به خصوص زمانی که ضریب یک متغیر تغییر علامت بدهد؛ مشکل خواهد بود. به همین دلیل، جهت تفسیر نتایج از توابع عکس‌العمل آنی استفاده می‌شود. این معیار، پویایی اثرات متقابل بین متغیرها را توسط توابع واکنش نشان می‌دهد. به‌طوری‌که تغییرات مشخص یک سری را روی سری‌های دیگر ترسیم می‌کند. یادآوری این نکته ضروری است که شوک‌ها در یک دوره اتفاق می‌افتند و در دوره بعد، مقدار شوک صفر است؛ اما اثرات آن‌ها تا چند دوره متغیرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لازم به ذکر است که جهت مقایسه صحیح تأثیر شوک متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته، از حالت تکانه‌های تعمیم‌یافته پسران و شین^۳ (۱۹۹۸) استفاده شده است. در این حالت، تأثیر شوک‌ها به شکل استاندارد شده تفسیر می‌شود. این شوک‌ها در نمودار ۱ نشان داده شده است.

قسمت الف نمودار ۱ نشان می‌دهد زمانی که یک شوک به متغیر تولید سیمان وارد می‌شود، بعد از دوره دوم، قیمت سیمان را به شکل استاندارد حدود ۱ درصد افزایش می‌دهد؛ که این برخلاف تئوری تقاضا است. اما چون شوک، اثر چندانی نداشته، به سرعت اثر آن در دوره‌های بعدی از بین می‌رود. از دوره هفتم به بعد، مجدداً شوک ایجاد شده در مقدار تولید سیمان، تأثیر مثبت اما اندکی را بر قیمت آن دارد. در کل می‌تواند گفت شوک ایجاد شده در مقدار تولید سیمان، تأثیر چندانی

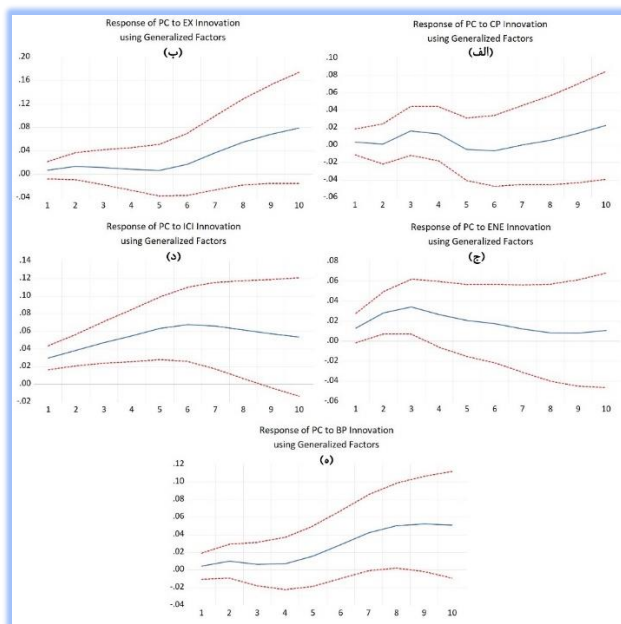
^۱. در اینجا تمامی متغیرهای تفسیر شده دارای یک وقفه هستند.

2. Impulse Response Function

3. Pesaran and Shin

بر قیمت آن نداشته و تقریباً خنثی بوده است. تولید سیمان در ایران روند باثباتی نداشته و همواره نوسانی بوده است. این امر سبب می‌شود تا تولید سیمان نتواند علامت‌دهی صحیحی را بر قیمت آن (مطابق با قانون تقاضا) داشته باشد. چرا که افزایش یا کاهش در تولید، برای چند دوره متوالی پایدار نیست. از طرفی، حضور واسطه‌گرانی که جهت کسب سود در بازار حضور دارند، منجر به این می‌شود که علی‌رغم افزایش در تولید در برخی دوره‌ها، کاهش در قیمت سیمان در بازار مشاهده نشود. چرا که این واسطه‌گران، خریداران عمده سیمان چه از کارخانه‌ها و چه از طریق بورس کالا هستند؛ و سیمان خریداری شده را در انبارها ذخیره کرده و سپس با قیمت‌هایی نزدیک به دو برابر قیمت کارخانه، در بازار به دست مصرف‌کننده نهایی می‌رسانند. بنابراین نوسانی بودن روند تولید، توأم با حضور واسطه‌گران در این صنعت، باعث اختلال در شکل‌گیری سازوکار صحیح تأثیرگذاری مقدار تولید بر قیمت سیمان شده است. همچنین اختلاف تولیدکنندگان با مراجع قیمت‌گذاری نظیر وزارت صمت، افزایش در هزینه‌های تولید نظیر هزینه انرژی، هزینه حمل‌ونقل و هزینه دستمزد، باعث شده تا علی‌رغم افزایش در تولید، قیمت آن در بازار کاهش نیابد.

نمودار (۱): واکنش متغیر قیمت سیمان به شوک وارده به متغیرهای تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

در قسمت ب نمودار ۱، تأثیر شوک وارده به متغیر نرخ ارز نشان داده شده است. یک شوک در نرخ ارز، تا دوره پنجم منجر به تغییر چندانی در قیمت سیمان نمی‌شود. دلیل این امر نیز آن است که به دلیل قیمت‌گذاری دستوری و دخالت در بازارها، سعی می‌شود اثرات افزایش در نرخ ارز در قیمت کالاها پدیدار نشود. اما بعد از دوره پنجم، اثرات شوک ارزی در قیمت سیمان نمایان شده و این افزایش در قیمت به صورت مداوم بیشتر هم می‌شود. به طوری که تا دوره دهم، یک شوک در نرخ ارز تا ۸ درصد به شکل استاندارد، منجر به افزایش در قیمت سیمان می‌شود. از سوی دیگر، شوک ایجاد شده در نرخ ارز میرا نبوده و بعد از طی ده دوره، اثر آن از بین نرفته است.

در قسمت ج نمودار فوق، یک شوک در هزینه انرژی صنعت سیمان، بلافاصله اثر خود را بر قیمت سیمان خواهد گذاشت. به طوری که در دوره سوم، اثر شوک به ماکزیمم رسیده و به شکل استاندارد می‌تواند قیمت سیمان در بازار را ۳/۵ درصد افزایش دهد. بعد از دوره سوم اثر شوک تخلیه و قیمت سیمان متعادل‌تر شده و به قیمت قبلی نزدیک‌تر می‌شود. به عبارت دیگر، شوک ایجاد شده طی دوره میرا بوده و اثر آن به صفر نزدیک‌تر می‌شود. همان‌طور که در طی سال‌های اخیر نیز مشاهده شد، قطعی برق در صنعت سیمان، به سرعت منجر به افزایش قیمت آن در بازار می‌شود. سپس با عبور از ماه‌های گرم سال، مصرف برق متعادل‌تر شده و به تبع آن، قیمت سیمان نیز روند کاهشی به خود می‌گیرد.

در قسمت د نمودار ۱، تأثیر شوک وارده به متغیر شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی مسکونی (زیرگروه سیمان، بتن، شن و ماسه) و واکنش متغیر قیمت سیمان رسم شده است. اثر این شوک از همان دوره اول، بر قیمت سیمان مشاهده می‌شود. یک شوک در این متغیر قادر است تا دوره ششم، یک نوسان رو به بالا به اندازه ۶/۸ درصد به شکل استاندارد را در قیمت سیمان داشته باشد. بعد از اینکه اثر شوک در دوره ششم به اوج خود رسید، اندکی از اثرگذاری آن کاسته می‌شود. اما در طی ده دوره اثر شوک از بین نرفته است. به عبارت دیگر، اثر شوک میرا نبوده است.

قسمت ه نمودار ۱، به تأثیرگذاری شوک متغیر مساحت زیربنای تعیین شده در پروانه‌های ساختمانی بر قیمت سیمان اختصاص دارد. بر اساس نمودار فوق، بروز یک شوک در متغیر افزایش مساحت زیربنا، تا دوره چهارم تأثیر محسوسی بر قیمت سیمان ندارد. اما بعد از دوره چهارم، تأثیرگذاری شوک بیشتر شده و در دوره نهم به اوج خود می‌رسد. به طوری که در دوره نهم، شوک

ایجاد شده می‌تواند به شکل استاندارد، ۵/۲ درصد قیمت سیمان را افزایش دهد. همچنین شوک ایجاد شده میرا نبوده و اثر آن برای دوره‌های آتی باقی می‌ماند. با توجه به اینکه ساخت‌وسازها و در کل فعالیت‌های عمرانی امری زمان‌بر است، لذا مدت زمانی طول می‌کشد تا تأثیر گسترش ساخت‌وسازها بتواند به شکل معنی‌داری در جامعه نمود پیدا کرده و منجر به افزایش در تقاضا برای سیمان و در نتیجه تغییر قیمت آن شود. بعد از چند وقفه، در صورتی که تولید متناسب با افزایش در تقاضایی که برای ساخت‌وساز شکل گرفته تغییر نکند، حضور واسطه‌گران پررنگ‌تر می‌شود. در نتیجه، قیمت‌های انواع سیمان در بازار افزایش خواهد یافت.

۵-۵. تجزیه واریانس

در این قسمت، نتایج تجزیه واریانس مدل VAR تخمینی در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول (۵): نتایج آنالیز واریانس

دوره	انحراف معیار	ABP	ICI	ENE	EX	CP	PC
۱	۰/۰۵۰۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰۰
۲	۰/۰۷۳۴	۰/۰۲۰۹	۲/۴۶۵۶	۸/۸۳۶۷	۱/۲۸۹۱	۰/۰۸۱۷۱	۸۷/۳۰۵۸
۳	۰/۰۹۳۵	۰/۲۰۲۷	۸/۹۶۶۱	۱۰/۳۹۶۴	۰/۸۳۵۳	۱/۹۹۷۲	۷۷/۶۰۲۰
۴	۰/۱۱۲۰	۰/۳۷۴۱	۱۵/۱۳۲۷	۸/۳۵۵۷	۰/۵۸۵۶	۲/۱۲۳۸	۷۳/۴۲۷۸
۵	۰/۱۳۱۱	۰/۸۴۰۱	۱۸/۹۱۵۳	۶/۹۱۷۳	۰/۴۵۰۴	۱/۹۸۷۹	۷۰/۸۸۸۷
۶	۰/۱۵۲۳	۱/۹۷۹۰	۲۰/۳۳۲۴	۵/۵۰۳۵	۰/۹۹۳۷	۲/۰۰۷۲	۶۹/۱۸۳۹
۷	۰/۱۷۴۵	۳/۱۲۸۷	۲۰/۲۵۵۲	۴/۲۲۴۴	۳/۸۱۴۶	۱/۵۹۵۴	۶۶/۹۸۱۴
۸	۰/۱۹۷۱	۳/۵۹۶۶	۱۹/۴۸۲۲	۳/۳۱۲۲	۸/۹۶۹۸	۱/۲۵۲۴	۶۳/۳۸۶۶
۹	۰/۲۱۹۷	۳/۴۶۰۶	۱۸/۳۵۹۱	۲/۶۶۷۳	۱۴/۷۸۵۶	۱/۱۷۳۶	۵۹/۵۵۳۶
۱۰	۰/۲۴۲۶	۳/۰۴۰۷	۱۶/۸۴۳۵	۲/۱۸۷۸	۲۰/۱۳۱۲	۱/۵۱۳۳	۵۶/۲۸۳۳
میانگین		۱/۶۶۴۳	۱۴/۰۷۵۲	۵/۲۴۰۱	۵/۱۸۵۵	۱/۳۷۳۲	۷۲/۴۶۱۳

منبع: یافته‌های تحقیق

تجزیه واریانس به این معنی است که چقدر از شوک‌های ایجاد شده ناشی از عوامل مختلف است. به عبارت دیگر، تجزیه واریانس سهم هر یک از عوامل را در تغییر متغیر وابسته اندازه‌گیری کرده و تفکیک می‌کند. بر اساس جدول فوق، در دوره اول خود متغیر وابسته قیمت سیمان (PC)، ۱۰٪ تغییرات را توضیح می‌دهد. سپس در دوره دوم، بعد از قیمت خود سیمان، متغیرهای هزینه انرژی (ENE) و شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی مسکونی (ICI)، بیشتر از سایر متغیرها توانسته‌اند

تغییرات متغیر وابسته را توضیح دهند. اما با توجه به اینکه اعداد جدول تجزیه واریانس در دوره‌های مختلف متفاوت است، لذا از میانگین هر متغیر طی ده دوره زمانی، برای تفسیر استفاده می‌شود. بر این اساس، میانگین اعداد ده دوره مربوط به تجزیه واریانس متغیرها نشان می‌دهد که ابتدا قیمت خود سیمان (PC)، و سپس به ترتیب متغیرهای شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی مسکونی (ICI)، هزینه انرژی (ENE)، نرخ ارز (EX)، مساحت زیرینا (ABP) و تولید سیمان (CP) توانسته‌اند تغییرات متغیر وابسته قیمت سیمان را در دوره مورد بررسی توضیح دهند. در پایان بحث در خصوص نتایج تخمین، آزمون‌های تشخیص مدل شامل آزمون‌های نرمال بودن، عدم وجود خودهمبستگی سریالی و ناهمسانی واریانس برای باقیمانده‌های مدل VAR و VECM انجام شده و نتایج آن‌ها در جدول ۶ گزارش شده است.

جدول (۶): آزمون‌های تشخیص بعد از برآورد مدل VAR و VECM

مدل VECM		مدل VAR		نوع آزمون ^۱	
ارزش احتمال	آماره آزمون	ارزش احتمال	آماره آزمون		
۰/۱۰۹۵	۱۸/۲۰۸۹	۰/۵۳۸۶	۱۰/۸۸۷۲	آزمون نرمال بودن	
۰/۱۰۶۱	۱/۳۹۱۶	۰/۱۶۱۹	۱/۶۰۴۹	وقفه اول	آزمون خودهمبستگی
۰/۱۳۶۳	۱/۵۰۶۷	۰/۹۸۶۲	۰/۳۷۷۵	وقفه دوم	
۰/۱۷۷۱	۵۷۶/۵۰۳۳	۰/۳۶۶۳	۵۱۴/۲۴۸۴	آزمون ناهمسانی واریانس	

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق جدول فوق، نتایج آزمون‌های تشخیص، خوبی برازش هر دو مدل را تأیید می‌کنند.

۵-۶. پیش‌بینی

بعد از تخمین هر مدل سری زمانی، می‌توان دو نوع پیش‌بینی درون^۲ و برون^۳ نمونه‌ای انجام داد. هدف از پیش‌بینی درون نمونه‌ای، مشاهده خوبی برازش مدل تخمینی نسبت به داده‌های واقعی متغیر وابسته است. در این حالت، افق زمانی تخمین همان افق پیش‌بینی خواهد بود. بر این اساس، در نمودار ۲ پیش‌بینی انجام شده درون نمونه‌ای قیمت سیمان در افق زمانی ۱:۱۲:۱۴۰۱-۱۳۹۸:۳ به همراه روند قیمت سیمان ترسیم شده است. بر اساس این نمودار، قیمت سیمان

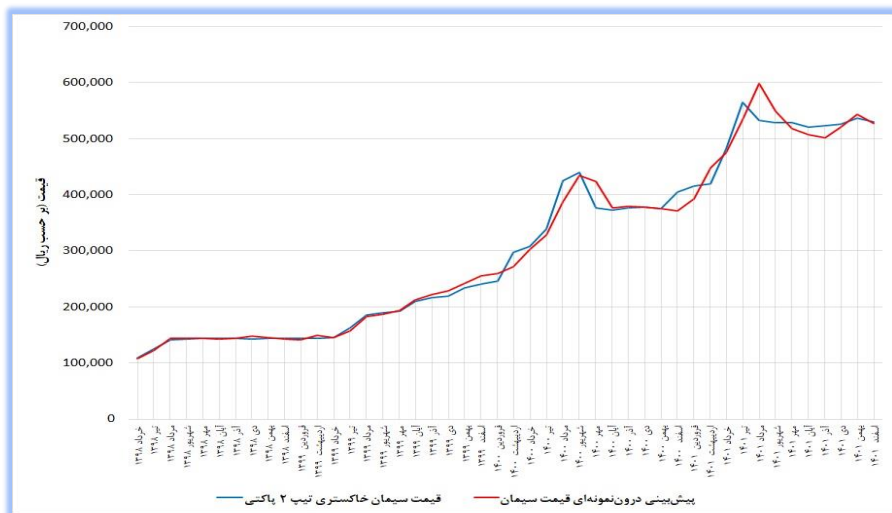
۱. با توجه به اینکه فرضیه صفر آزمون‌های جدول مبنی بر تأیید فروض بوده، و همچنین مقادیر ارزش احتمال به دست آمده تمامی آن‌ها بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است، لذا فرضیه صفر در همه آزمون‌ها رد نمی‌شود.

2. In-Sample Prediction

3. Out-of-Sample Forecasting

چندین نوسان رو به بالا را در طی دوره مورد مطالعه تجربه کرده، که دلایلی متفاوتی برای آن متصور است. اولین شوک قیمتی در تیرماه ۱۳۹۸ اتفاق افتاده که به واسطه همین شوک، قیمت سیمان خاکستری تیپ ۲ پاکتی از ۱۰۹۱۵۳ ریال در خرداد ۱۳۹۸، به ۱۲۵۶۸۷ ریال در تیر ماه و سپس به ۱۴۱۱۴۲ ریال در مرداد همان سال رسید. این تغییر در قیمت سیمان به دنبال افزایش قیمت رسمی بوده که از سوی وزارت صمت، به دنبال افزایش در هزینه‌های تولید از قبیل افزایش هزینه دستمزد و هزینه حمل‌ونقل انجام شد. از مرداد ۱۳۹۸ تا تیرماه ۱۳۹۹، روند قیمتی سیمان مذکور در بازار کاملاً باثبات و در کانال ۱۴۰۰۰ تومانی بوده است.

نمودار (۲): پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای قیمت سیمان (۱۳۹۸:۳-۱۴۰۱:۱۲)^۱



منبع: یافته‌های تحقیق

شوک دوم از تیرماه ۱۳۹۹ شروع شده و تا شهریور ۱۴۰۰ ادامه یافته است. در این دوره، قیمت سیمان با رشد ۱۷۰ درصدی از ۱۶۲۸۷۹ ریال در تیر ۱۳۹۹ به ۴۳۹۳۷۳ ریال در شهریور ۱۴۰۰ رسید. افزایش هزینه‌های تولید، هزینه حمل‌ونقل، افزایش دستمزد کارگران، گران شدن قطعات یدکی، گران شدن پاکت سیمان و ... تولیدکنندگان سیمان را مجاب کرد تا درخواست‌های مکرر مبنی بر افزایش قیمت سیمان به وزارت صمت ارسال کنند. قطعی پی‌درپی برق در تابستان

^۱. دو ماه اول دوره به دلیل وجود دو وقفه بهینه حذف شده است.

۱۴۰۰ نیز، باعث کاهش ظرفیت تولید کارخانه‌های سیمان شد؛ به طوری که برخی از آن‌ها تا مرز تعطیلی پیش رفتند. در نتیجه، قیمت سیمان به واسطه کاهش تولید نیز، روند افزایشی خود را تا انتهای شهریور همان سال ادامه داد.

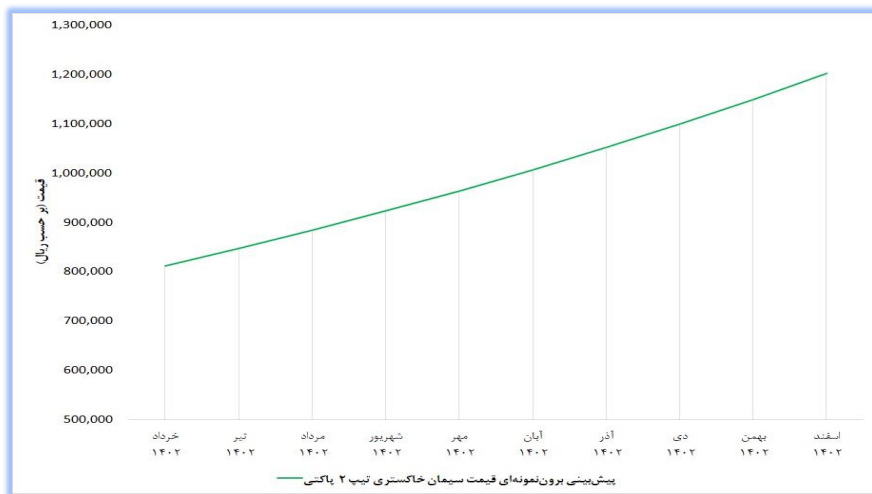
اما افزایش قیمت شدید سیمان در این دوره، به نقش واسطه‌گران و سوداگران در این صنعت برمی‌گردد. واسطه‌گران با ایجاد اختلال در فرآیند توزیع سیمان در بازار، فضای سوداگری را فراهم کرده و به دنبال کسب سود هستند. به طوری که در برخی موارد حتی سیمان نایاب هم می‌شود. همچنین این افراد از جابه‌جایی‌های صورت گرفته در ماه‌های آخر دولت دوازدهم تا شروع کار دولت جدید و وزیر محترم صمت، نهایت استفاده را برای برهم زدن نظام تولید و توزیع سیمان کردند.

بعد از شروع به کار دولت جدید، وزارت صمت تصمیم گرفت تا سیمان را در بورس کالا (با هدف حذف حضور واسطه‌گران در این صنعت و ایجاد شفافیت در تولید و عرضه سیمان در بازار) عرضه بکند. با اتمام قطعی برق، شروع فصل سرد و کاهش ساخت‌وساز و استفاده از سیمان و تداوم عرضه سیمان در بورس کالا، موجب شد تا قیمت این محصول از مهر ۱۴۰۰ تا بهمن همان سال، حدود ۱۴/۵ درصد کاهش در قیمت را تجربه کند.

موج سوم افزایش در قیمت سیمان در طی دوره مورد مطالعه از بهمن ۱۴۰۰ شروع شد و تا تیر ماه ۱۴۰۱ ادامه داشت. در این دوره نیز قیمت سیمان افزایش ۵۰ درصدی را تجربه کرد. به طوری که قیمت سیمان خاکستری تیپ ۲ پاکتی در تیر ماه ۱۴۰۱، به قیمت ۵۶۵۳۰۳ ریال رسید. می‌توان گفت آغاز طرح نهضت ملی مسکن دولت سیزدهم، می‌تواند دلیل خوبی برای افزایش ساخت‌وسازها و به تبع مصرف سیمان در کشور باشد. در این بین، قطعاً حضور واسطه‌گران نیز پررنگ‌تر خواهد بود. بعد از آن تا انتهای دوره (اسفند ۱۴۰۱) روند قیمتی سیمان باثبات بوده است.

بنابراین، مدل برازش شده و پیش‌بینی درون نمونه‌ای برآمده از آن، به خوبی توانسته هر سه شوک ایجاد شده در دوره (۱۲:۱۴۰۱-۱:۱۳۹۸) را پیش‌بینی کند. بنابراین با در نظر داشتن این موضوع، پیش‌بینی برون نمونه‌ای با هدف پیش‌بینی روند آتی قیمت سیمان انجام شده است. از این رو، افق پیش‌بینی برون نمونه‌ای با توجه به حجم نمونه، ۱۰ دوره (ماه) برای دوره ۳:۱۴۰۲ تا ۱۲:۱۴۰۲ انتخاب شده و در نمودار ۳، ارائه شده است.

نمودار (۳): پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای قیمت سیمان (۱۴۰۲:۳-۱۴۰۲:۱۲)



منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق نمودار، قیمت سیمان در طی سال ۱۴۰۲، با یک شیب ملایم، به شکل صعودی پیش‌بینی شده است. بر این اساس، قیمت سیمان در خرداد ۱۴۰۲ برابر ۸۱۱۲۶۴ ریال و در اسفند همان سال، ۱۲۰۱۵۱۹ ریال پیش‌بینی شده که رشدی معادل ۴۸ درصد برای قیمت آن متصور است. همان‌طور که پیش‌تر نیز ذکر شد، قیمت سیمان هر ساله به دلایل مختلفی از جمله درخواست افزایش قیمت از سوی تولیدکنندگان به تبع افزایش هزینه‌های تولید، افزایش می‌یابد. لذا پیش‌بینی افزایش ۴۸ درصدی در قیمت سیمان طی سال ۱۴۰۲، محتمل به نظر می‌رسد. از طرفی، به دلیل استفاده از متغیرهای توضیحی منعکس‌کننده شرایط بازار در این مطالعه، قیمت‌های پیش‌بینی شده تطابق بیشتری با قیمت‌های بازاری سیمان دارد. قیمت‌های پیش‌بینی‌شده در جدول ۷ آمده است.

جدول (۷): پیش‌بینی قیمت سیمان خاکستری تیپ ۲ پاکتی (قیمت بر حسب ریال)

پیش‌بینی قیمت سیمان	ماه	پیش‌بینی قیمت سیمان	ماه
۱۰۰۶۹۱۸	آبان ۱۴۰۲	۸۱۱۲۶۴	خرداد ۱۴۰۲
۱۰۵۱۹۸۷	آذر ۱۴۰۲	۸۴۶۹۳۶	تیر ۱۴۰۲
۱۰۹۹۳۵۲	دی ۱۴۰۲	۸۸۴۱۸۷	مرداد ۱۴۰۲
۱۱۴۹۱۴۵	بهمن ۱۴۰۲	۹۲۳۱۶۱	شهریور ۱۴۰۲
۱۲۰۱۵۱۹	اسفند ۱۴۰۲	۹۶۴۰۲۰	مهر ۱۴۰۲

منبع: یافته‌های تحقیق

در پایان، نتایج معیارهای ارزیابی دقت پیش‌بینی درون و برون‌نمونه‌ای در جدول ۸ ارائه شده، که حاکی از دقت مناسب پیش‌بینی مدل بوده است. دقت پیش‌بینی مدل در حالت برون‌نمونه‌ای، بیشتر و بهتر از حالت درون‌نمونه‌ای آن است.

جدول (۸): آمارهای ارزیابی دقت پیش‌بینی‌ها

ضریب نابرابری تایل (Theil ^۴)	میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE ^۳)	میانگین قدرمطلق خطا (MAE ^۲)	ریشه دوم میانگین مجذور خطا (RMSE ^۱)	نوع پیش‌بینی
۰/۱۴۹۳	۲۵/۸۰۱۷	۴/۳۴۹۱	۴/۳۸۴۶	درون‌نمونه‌ای
۰/۱۰۶۰	۱۹/۱۵۸۹	۳/۲۶۰۷	۳/۲۶۴۳	برون‌نمونه‌ای

منبع: یافته‌های تحقیق

لازم به ذکر است که پیش‌بینی‌های صورت گرفته به شرط نوسانات متعارف در متغیرهای مدل انجام شده است. در صورت ایجاد شوک‌های ناگهانی و پیش‌بینی نشده، طبیعتاً نتیجه متفاوت خواهد بود.

۶. نتیجه‌گیری

تغییرات قیمت سیمان به عنوان پرکاربردترین مصالح ساختمانی، می‌تواند هزینه پروژه‌های

1. Root Mean Squared Error

2. Mean Absolute Error

3. Mean Absolute Percentage Error

4. Theil Inequality Coefficient

عمرانی را تحت تأثیر خود قرار دهد. افزایش در قیمت سیمان، حتی ممکن است توجیه پذیری انجام طرح‌های عمرانی را دچار مشکل کند. بنابراین، پیش‌بینی روند قیمتی این محصول، می‌تواند پیمانکاران، تولیدکنندگان و سیاست‌گذاران را در جهت اتخاذ تصمیمات صحیح کمک کند. از این رو، در مطالعه حاضر به پیش‌بینی قیمت سیمان خاکستری تیپ ۲ در طی دوره زمانی ۱۰ ماهه ۱۴۰۲:۳ تا ۱۴۰۲:۱۲ با استفاده از مدل‌سازی خودرگرسیون برداری (VAR) پرداخته شد.

بر این اساس، روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرهای تحقیق تخمین زده شد که تمام متغیرهای تحقیق معنی‌دار بودند و به جز متغیر نرخ ارز، سایر متغیرها در بلندمدت علامت مورد انتظار را نیز داشتند. ضریب جمله تصحیح خطای ECM نیز برابر ۰/۰۸۵۸- برآورد شد؛ که نشان می‌دهد در هر دوره زمانی، حدود ۸/۵ درصد از عدم تعادل‌های مربوط به دوره قبل، تصحیح می‌شود. همچنین جهت بررسی دقیق‌تر موضوع، به استخراج شوک‌ها با استفاده از توابع واکنش آنی پرداخته شد. در این بین، شوک ایجاد شده در نرخ ارز و شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی مسکونی به ترتیب با ۸ و ۶/۸ درصد به شکل استاندارد، بیش از سایر متغیرهای مدل بر نوسانات قیمت سیمان مؤثر بوده است. در ادامه، بر اساس تحلیل‌های تجزیه واریانس و میانگین اعداد مربوط به ده دوره آن، ابتدا خود متغیر قیمت سیمان (۷۲/۴۶)، سپس متغیر شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی مسکونی (۱۴/۰۷)، هزینه انرژی (۵/۲۴)، نرخ ارز غیررسمی (۵/۱۸) به ترتیب بیشترین تأثیر را بر قیمت سیمان در طی دوره مورد مطالعه داشته‌اند. اثر متغیرهای مساحت زیربنا و تولید سیمان نیز در حدود ۱/۵ درصد بوده که نسبت به بقیه متغیرها، کمتر است.

در نهایت به منظور بررسی و ارزیابی توان مدل‌ها، دو پیش‌بینی درون و برون نمونه‌ای برای قیمت سیمان صورت گرفت. پیش‌بینی‌های درون نمونه‌ای نشان داد که مدل‌های تحقیق به خوبی توانسته شوک‌های ایجاد شده در طی دوره زمانی ۱۳۹۸:۳-۱۴۰۱:۱۲ را پیش‌بینی کند. همچنین پیش‌بینی شد که قیمت سیمان خاکستری تیپ ۲ پاکتی، با رشد ۴۸ درصدی از خرداد ۱۴۰۲، به رقم ۱۲۰۱۵۱۹ ریال در انتهای اسفند همان سال برسد.

با توجه به نتایج به دست آمده مبنی بر متغیرهای شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی، هزینه انرژی و نرخ ارز غیررسمی جزء مهم‌ترین عوامل اثرگذار در تغییرات قیمت سیمان هستند؛ توصیه می‌شود مسئولین وزارت صمت با نظارت دقیق بر بازار مصالح ساختمانی، شناسایی و نظارت بر فعالیت توزیع‌کنندگان عمده این گروه کالایی به ویژه سیمان، از بین بردن فضای رانتی که باعث

بروز فعالیت‌های واسطه‌گری در این صنعت می‌شود، نظارت بر فروش سیمان در بورس کالا و طراحی سازوکار توزیع مناسب که بتواند مصالح ساختمانی را به شکل صحیح به دست مصرف‌کننده نهایی برساند؛ مانع از تغییرات شدید در شاخص قیمت نهاده‌های ساختمانی شوند. چرا که تغییر این شاخص (گروه سیمان، بتن، شن و ماسه)، در نوسان قیمت این گروه کالایی تجلی خواهد یافت.

همچنین هزینه انرژی، یکی دیگر از متغیرهای مهم و تأثیرگذار بر قیمت سیمان است، لذا توصیه می‌شود وزارت نیرو با تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز این صنعت، مانع از کاهش ظرفیت کارخانه‌های تولید سیمان شود. چراکه قطعی برق در تابستان ۱۴۰۰، حتی باعث شده بود برخی از کارخانه‌ها تا مرز تعطیلی پیش بروند. همچنین اعمال تعرفه برق پایین برای صنایع مادر کشور از جمله سیمان، می‌تواند هزینه انرژی این صنعت را کاهش داده؛ که همین امر نیز در کاهش بهای تمام شده تولید نمود پیدا خواهد کرد. همچنین اعطای یارانه انرژی به این صنعت، می‌تواند در کاهش قیمت سیمان از این طریق مفید واقع شود.

نوسانات نرخ ارز در ایران همواره نقش مهمی (چه به شکل مستقیم و چه غیرمستقیم) در افزایش قیمت کالاها و خدمات داشته است. توصیه می‌شود مسئولین بانک مرکزی با اتخاذ سیاست‌های مناسب پولی و ارزی، کنترل بیشتری بر نرخ ارز در کشور داشته باشند.

منابع

- Abbasi, M., & Hajipour, S. (2014). Comprehensive analysis of the cement industry. *Navid mehr publications*, Tehran, Iran. (In Persian)
- Abdi, H. (2012). The Effect of Government Infrastructure Investments on Economic Growth in Iran. Master's thesis, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian)
- Ademoroti, A. (1997), Indigenous participation in Nigeria infrastructural development, *The Professional Builder*, 32(1): 11-15.
- Afolabi, A. O. & Abimbola, O. (2022), Application of machine learning in cement price prediction through a web-based system, *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 12(5): 5214.
- Agalega, E. & Antwi, S. (2013), The impact of macroeconomic variables on gross domestic product: empirical evidence from Ghana, *International Business Research*, 6(5): 108.
- Akanni, P. O., Oke, A. E. & Omotilewa, O. J. (2014), Implications of rising cost of

building materials in Lagos State Nigeria, *SAGE Open*, 4(4): 1-7.

Alpar. R. (2003), The application is very variable statistical approach 1 (second edition1), Ankara: Nobel publications.

Asghar Zadeh, A., & Mohammadi, R. (2005). The process of pricing in the cement industry and estimating the role of producers in the pricing of this product. *Commercial Surveys*, (13), 62-67. (In Persian)

Asl Roustaa, H., & Azad, N. (2019). Factors affecting pricing in the cement industry. *Journal of Research in Management and Accounting*, (27), 119-132. (In Persian)

Bediako, M., Amankwah, E. O. & Adobor, D. (2016), The impact of macroeconomic indicators on cement prices in Ghana, *Journal of Scientific Research & Reports*, 9(7): 1-6.

Cement Industry Employers Association. (2023). Statistics of cement companies and cement production in the country, *Tehran, Iran*. (In Persian)

Central Bank of the Islamic Republic of Iran. (2023). Economic research and policy department, economic time series database, *Time series of unofficial exchange rates*, Tehran, Iran. (In Persian)

Consumers and producers Protection Organization. (2022). The monthly price time series of cement, *Ministry of Industry, Mine and Trade*, Tehran, Iran. (In Persian)

Danso, H. & Obeng-Ahenkora, N. K. (2018), Major determinants of prices increase of building materials on Ghanaian construction market, *Open Journal of Civil Engineering*, 8(2): 142-154.

Donya-e-eqtasad Newspaper. (2021). Cement industry's share of electricity consumption. No. 5188, Tehran, Iran. (In Persian)

Edmond, G. F. & SheelaRani, D. S. (2012), Effects and factors relating to cement price fluctuation in Chennai, *International Journal of Management (IJM)*, 3(1): 1-5.

Eslami Andargoli, M., Sadeghi, H., & Mohammadi Khabbazan, M. (2013). The effect of correcting energy carrier prices on the Iran's economic sectors using input – output table. *Journal of Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 13(2), 85-106. (In Persian)

Feridooni Naghani, A. (2009). Price forecasting of cement in Iran, approach of artificial neural networks in comparison with ARIMA. *Master's thesis*, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (In Persian)

Haghighat, J., & Akbar Mousavi, S. S. (2017). *Applied econometrics with JMulti and EViews 9 softwares*, Nooreelm publications, Tehran, Iran. (In Persian)

- Huan, Z. & Jianhua, Z. (2013), Analysis of factors to cause the price change of building materials, *Adv Mater Res*, 683: 668-671.
- Liu, Q., Huang, M. & Lee, W. S. (2022), A look-ahead method for forecasting the concrete price, *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 10(5): 1859-1871.
- Makoju, J. O. (1995), Cement production in Nigeria and options for meeting national demand, *Construction in Nigeria*, 10(4): 27.
- Maleki, M. H., Mirzaie, M., & Rahimian Asl, M. M. (2022). Scenario planning of the cement industry in Iran with a mixed approach. *Journal of Improvement Management*, 16(3), 60-88. (In Persian)
- Ministry of Energy. (2023). Monthly report of water and electricity industry statistics. *Deputy Research and Human Resources*, Tehran, Iran. (In Persian)
- Nwandu, E. (2016), Impact of rising interest rate on the performances of the Nigerian manufacturing sector, *European Journal of Business and Management*, 8(10): 125-134.
- Oba, K. M. (2019), A multiple linear regression model to predict the price of cement in Nigeria, *International Journal of Economics and Management Engineering*, 13(12): 1480-1485.
- Oladipo, F. O. & Oni, O. J. (2012), A review of selected macroeconomic factors impacting building material prices in developing countries—A case of Nigeria, *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 5(2): 131-137.
- Pesaran, M. H. & Shin, Y. (1998), Impulse Response Analysis in Linear Multivariate Models, *Economics Letters*, 58: 17-29.
- Rajaprabha, R., Velumani, P. & Jayanthi, B. (2016), Factors affecting the cost of building material in construction projects, *International Journal of Science and Engineering Research*, 4(4): 1-6.
- Reichert, B., Souza, A. M., Silva, W. V. D. & Veiga, C. P. D. (2021), Retail purchase price forecast for building materials: evidence from Brazil, *International Journal of Business Forecasting and Marketing Intelligence*, 7(1): 1-12.
- Schumacher, K. & Sathaye, J. (1999), India's cement Industry: productivity, energy efficiency and carbon emissions, Ernest Orlando Lawrence Berkeley national laboratory, Environmental energy technologies division, LBNL-41842.
- Sims, C. (1980), Macroeconomics and Reality, *Econometrica*, 48: 1-48.
- Statistical Centre of Iran. (2023). *Permits issued by the country's municipalities*. Statistical publications, Tehran, Iran. (In Persian)
- Statistical Centre of Iran. (2023). *Residential building inputs price index*, Statistical

data and information, Tehran, Iran. (In Persian)

Theuri, J. W. (2013), Determinants of housing supply in Kenya (Doctoral dissertation), School of Built Environment, University of Nairobi, Kenya.

Udeh, C. (1991), Contract administration in Nigeria proceedings of the international conference on quantity surveying and developing world, held at ABU Zaria, Nigeria.

Ughamadu, F. (1993), Building materials and construction costs in Nigeria, *Construction in Nigeria*, 10(2): 30-32.

Velumani, P. & Nampoothiri, N. V. (2018), Predicting india's cement price: a comparison of regression analysis, trend analysis, and artificial neural network, *Int J Civ Eng Technol (IJCIET)*, 9(9): 1907-1915.

Windapo, A. & Cattell, K. (2012), Examining the trends in building material prices: built environment stakeholders' perspectives, *Manage Construct Res Pract*, 1: 187-201.