

پیش‌بینی قیمت سنگ آهن بر اساس مدل‌های آماری

مهدی استادرحیمی^۱، محسن سلیمان دهکردی^۱، مراد علی منظری توکلی^۱، محمد آقاجانلو^۲، احمد رضا صیادی^۳

^۱ سیرجان، مجتمع سنگ آهن سیرجان

^۲ تهران، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران - تهران

^۳ تهران، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

پیش‌بینی قیمت مواد اولیه به ویژه سنگ آهن یکی از مهمترین فعالیتهای راهبردی در زنجیره فولاد است و برای این منظور از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. در این پژوهش از سه مدل آماری تحلیل روند، رگرسیون و میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه (ARIMA) جهت پیش‌بینی قیمت سنگ آهن استفاده شد و برای اعتبار سنجی مدل‌ها، از قیمت سنگ آهن در سال ۲۰۲۱ استفاده شد. بررسی قیمت سنگ آهن از سال ۲۰۰۶ الی ۲۰۲۰ نشان داد که روند تغییرات قیمت ایستا نبوده و به دلیل تکانه‌های اقتصادی، تغییرات شدیدی داشته است که باعث گردیده پیش‌بینی‌های تحلیل روند با اشتباه همراه شود. نتایج نشان داد مدل ARIMA نسبت به سایر مدل‌های بررسی شده از دقت مناسب‌تری برخوردار بوده است.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی قیمت، سنگ آهن، مدل ARIMA، رگرسیون، تحلیل روند

^۱ mahdiostadrahimi@yahoo.com

مقدمه

آهن یکی از پرکاربردترین فلزات در جهان محسوب می شود. صنایع خودرو سازی و ساخت و ساز به عنوان اصلی ترین بخش های مصرف کننده فولاد بر تقاضا و قیمت سنگ آهن تاثیر گذارند. قیمت جهانی سنگ آهن بر اساس میزان عرضه و تقاضای آن تعیین می شود. پارامترهای متعددی همچون قیمت فولاد، شاخص تولید ناخالص داخلی، قیمت نفت خام، قیمت آلومینیوم، قیمت طلا، نرخ بهره، نرخ تورم، ارزش دلار، ارزش سهام و میزان تولید آهن و فولاد بر قیمت جهانی سنگ آهن مؤثر می باشد [۱]. از پارامترهای مهم در بخش سرمایه گذاری پیش بینی قیمت می باشد که با توجه به پارامترهای متعددی که بر قیمت سنگ آهن تاثیر می گذارد، پیش بینی قیمت آن با کمترین خطا مشکل است. روش های متعددی برای پیش بینی قیمت وجود دارد مانند روش های آماری و روش های مبتنی بر هوش مصنوعی نظیر شبکه های عصبی مصنوعی که هر یک دارای مزایا و معایبی نسبی می باشند [۲].

در این مقاله با توجه به تغییرات قیمت جهانی سنگ آهن در سال های مختلف از روش های مختلفی جهت پیش بینی قیمت سنگ آهن استفاده شده است.

روش تحقیق

جمع آوری اطلاعات

جهت بررسی و تحلیل آماری قیمت سنگ آهن نیاز بود که قیمت جهانی سنگ آهن در سال های گذشته و به تفکیک ماه جمع آوری شود. بر این اساس قیمت سنگ آهن با عیار ۶۲٪ در سال های ۲۰۰۶ الی ۲۰۲۱ از سایتهای معتبر استخراج شد.

روش های پیش بینی قیمت

از سه روش جهت بررسی و مقایسه روش های پیش بینی قیمت استفاده شد که عبارت اند از:

الف) تحلیل روند

بر آورد روند^۱ یا تخمین روند یک روش آماری برای کمک به تفسیر داده ها است. وقتی یک سری از اندازه گیری های یک فرایند به عنوان یک سری زمانی رفتار می کنند، تخمین گرایش را می توان برای تهیه و داوری تفسیرها نسبت به گرایش های موجود در داده ها توسط نسبت دادن اندازه گیری ها به زمان هایی که در آن ها رخ داده اند، مورد استفاده قرار داد [۳]. برای این منظور از نرم افزار مینی تب نسخه ۱۸ استفاده شد.

¹ trend estimation

ب) رگرسیون

رگرسیون یک فرایند آماری برای تخمین روابط بین متغیرها می باشد. این روش شامل تکنیک های زیادی برای مدل سازی و تحلیل متغیرهای خاص با تمرکز بر رابطه بین متغیر وابسته و یک یا چند متغیر مستقل می باشد [۴]. در این روش زمان به عنوان متغیر مستقل و قیمت سنگ آهن متغیر وابسته در نظر گرفته شد که با استفاده از نرم افزار اکسل و مینی تب این کار صورت گرفت.

ج) میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه^۱

در آمار و اقتصاد سنجی به ویژه در تحلیل سری های زمانی، می توان از میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه (ARIMA) استفاده نمود. باید دقت نمود که مدل آریما زمانی در توصیف پیش بینی سری زمانی بکار میرود که هم پایا و هم تبدیل پذیر باشد. منظور از سری زمانی پایا (ایستا) این است که مشخصه های آماری آن (مثل میانگین و واریانس) در طی زمان ثابت باشد [۵]. مدل آریما به شکل $ARIMA(p,d,q)$ نشان داده می شود که در آن پارامترهای p ، d و q عدد صحیح غیر منفی می باشند. p بالاترین مرتبه چند جمله ای خود برگشتی^۲، d درجه تفاضل گیری^۳ (تعداد دفعاتی که داده ها مقدار گذشته را کم کرده اند) و q بالاترین مرتبه چند جمله ای میانگین متحرک^۴ است [۶]. برای ایستایی کردن سری از تبدیل باکس - کاکس^۵ استفاده شد. لازم به ذکر است این تبدیلات برای سری های مثبت قابل انجام است [۷]. پس از ایستایی کردن مدل از تابع خود همبستگی و خود همبستگی جزئی با استفاده از نرم افزار مینی تب ۱۸ جهت تعیین مقدار p و q استفاده گردید.

نتایج و بحث**روند تغییرات**

در شکل (۱) تغییرات قیمت سنگ آهن در ماه های مختلف مربوط به سالهای ۲۰۲۰-۲۰۰۶ میلادی نشان داده شده است. مشاهده می شود روند تغییرات نسبت به ماه، فصل و سال معنادار و ایستا نیست و در گذر زمان تحت تاثیر تکانه های اقتصادی، تغییرات شدیدی داشته است.

1 autoregressive integrated moving average (ARIMA)

2 autoregressive model

3 degree of differencing

4 moving-average model

5 Box-Cox

نتایج مدل‌های پیش‌بینی

الف) تحلیل روند (مدل نمایی)

مناسب‌ترین مدل در نظر گرفت شده برای روش تحلیل روند، مدل نمایی بود که در شکل (۲) نشان داده شده است. اگر چه نوسانات قیمت در سالهای مختلف نوسانات شدید داشت ولی مطابق رابطه (۱) تغییرات کلی قیمت در این سال‌ها روند نزولی داشته است.

$$P = 118.535 \times 0.997725^t \quad (۱)$$

t: زمان از ابتدای سال ۲۰۰۶ (ماه) P: قیمت سنگ آهن (دلار بر تن)

ب) رگرسیون

برای این منظور از رگرسیون غیر خطی استفاده شد و مناسب‌ترین رابطه با کمترین خطا رابطه (۲) بود. مطابق رابطه (۲) میانگین مجذور مربع خطا برای ۱۸۰ داده بررسی شده (از سال ۲۰۰۶ الی ۲۰۲۰) ۲۹ دلار بر تن بود که نمودار بدست آمده در شکل (۳) نشان داده شده است.

$$P = -0.0000000113031 \times t^5 + 0.00000576335 \times t^4 - 0.000835268 \times t^3 + 0.0202865 \times t^2 + 2.02986 \times t + 65.8804 \quad (۲)$$

ج) مدل ARIMA

با توجه به نایب بودن نمودار سری زمانی، از فرایند تفاضلی کردن و تبدیلات پایدار کردن واریانس جهت ایستار کردن سری استفاده شد و مقادیر p، d و q با استفاده از نمودارهای مربوطه تعیین شد. بر اساس تحلیل‌ها صورت گرفته مشخص گردید بهترین پیش‌بینی قیمت در حالت ARIMA (1,1,1) صورت می‌گیرد که در جدول (۱) نتایج نشان داده شده است. میانگین مجذور خطا با توجه به داده‌های بررسی شده کمتر از ۳۰۰ شد.

اعتبار سنجی

برای بررسی و تعیین مناسب‌ترین مدل نیاز بود اعتبار سنجی صورت گیرد. برای این منظور از قیمت‌های سنگ آهن در سال ۲۰۲۱ استفاده شد [۳]. نتایج نشان داد میانگین مربع خطا (MSE) در بین مدل‌ها بررسی شده، ARIMA کمترین مقدار و پس از آن روش رگرسیون بود. همچنین روش تحلیل روند از خطای بالای برخوردار بود و به نظر قابل قبول نیست. لازم به ذکر است مجذور میانگین مربع خطا (RMSE) در روش ARIMA حدود ۱۷/۳ شد. نتایج در جدول (۲) آمده است.

نتیجه گیری

بررسی تغییرات قیمت سنگ آهن در سال های مختلف نشان داد که در بازه های زمانی به دلیل شوکهای بازار قیمت سنگ آهن دچار افت و خیزهای شدیدی شده و از روند معمول خارج گردیده است که منجر شد روش تحلیل روند که جهت پیش بینی قیمت سنگ آهن استفاده شد نادرست باشد. از جمله روش های آماری دیگری که برای پیش بینی قیمت سنگ آهن در این پژوهش استفاده شد، روش رگرسیون و ARIMA بود که به نظر روش ARIMA نتایج نسبتاً مطلوب تری داده است. هر چند در ماه مه ۲۰۲۱ مدل های پیش بینی به دلیل افزایش تقاضا برای سنگ آهن و افزایش شدید قیمت، با خطای بالای همراه بود. البته می توان با توجه به تکانه های اقتصادی و دسته بندی داده ها نتایج با دقت بالاتری بدست آورد.

مراجع

- [۱] محمد رضا مقدم، مسعود منجزی، امیر حسین مهر دانش، "ارزیابی عوامل موثر بر قیمت سنگ آهن با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی"، سومین کنفرانس معادن روباز ایران، ۱۳۹۴.
- [۲] بابک جدیدی، "مروری بر روش های سری زمانی (ARIMA) و روش شبکه های عصبی در پیش بینی های اقتصادی"، اولین همایش بین المللی اقتصاد سنجی، روشها و کاربردها، ۱۳۹۱.
- [3] D. G. Altman, "[Practical Statistics for Medical Research](#)", London: Chapman and Hall, 1991, pp. 212-220.
- [۴] حجت رضایی پزند، ابوالقاسم بزرگ نیا (ترجمه)، "تحلیل رگرسیون غیر خطی و کاربردهای آن"، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.
- [۵] حسین ممبینی، مرتضی هاشم پور و شهلا روشندل، "پیشنهاد مدلی برای پیش بینی قیمت مسکن بر اساس روش آریمما"، مطالعه موردی شهر تهران. فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، ۱۳۹۴، ۴، ۱۴، ۱۵-۲۸.
- [6] R. H. Shumway, D. S. Stoffer, "Time Series Regression and ARIMA Models", Springer, 2000, pp. 89- 212
- [۷] حسینعلی نیرومند و ابوالقاسم بزرگ نیا (ترجمه)، "مقدمهای بر تحلیل سریهای زمانی"، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، ۱۳۸۱.

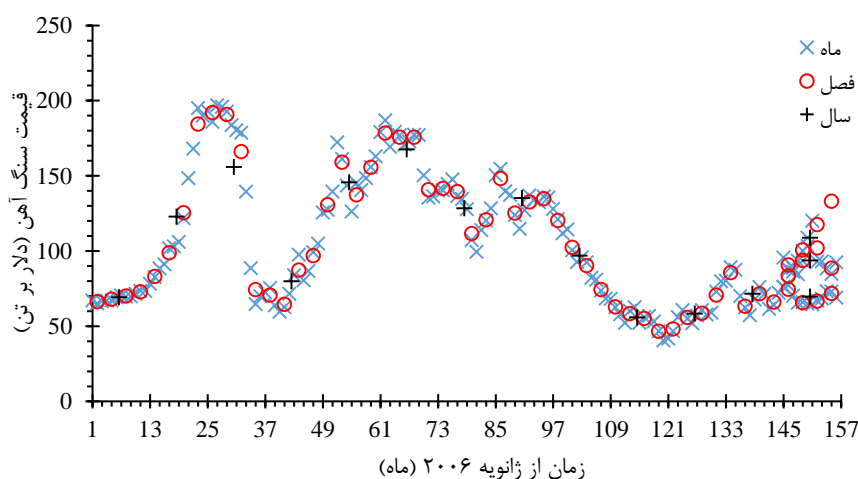
جدول ۱- برآورد نهایی پارامترها برای مدل ARIMA

Type	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
AR 1	0.084	0.199	0.42	0.673
MA 1	-0.313	0.189	-1.66	0.099
Constant	0.509	0.991	0.51	0.608

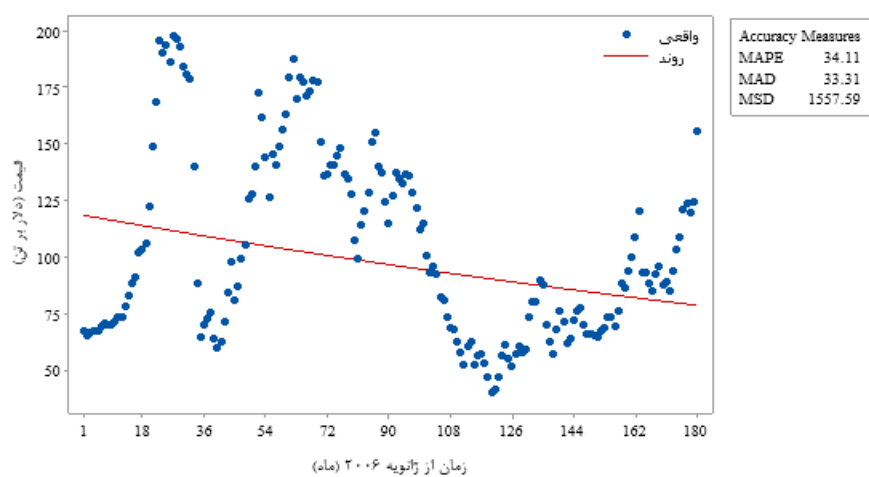
AR: مدل تصادفی خود همبسته؛ MA: مدل میانگین متحرک

جدول ۲- مقایسه اعتبار مدل های بررسی شده.

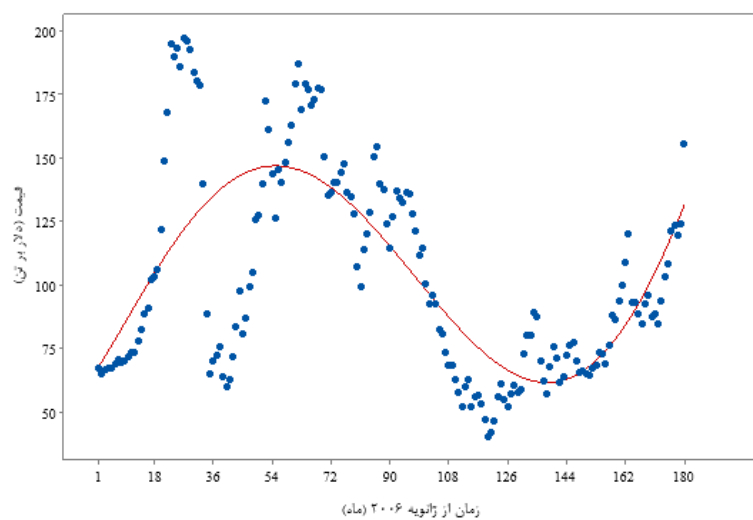
ردیف	بازه زمانی (ماه میلادی)	قیمت سنگ آهن (دلار بر تن)	روند	مدل های بررسی شده (دلار بر تن)	ARIMA
۱	ژانویه ۲۰۲۱	۱۶۹/۶۳	۷۸/۴۹	۱۳۴/۸۸	۱۶۷/۴۵
۲	فوریه ۲۰۲۱	۱۶۳/۸۰	۷۸/۳۱	۱۳۸/۲۳	۱۶۸/۹۷
۳	مارس ۲۰۲۱	۱۶۸/۱۸	۷۸/۱۳	۱۴۱/۶۴	۱۶۹/۱۷
۴	آوریل ۲۰۲۱	۱۷۹/۹۳	۷۷/۹۵	۱۴۵/۱۰	۱۷۰/۱۷
۵	مه ۲۰۲۱	۲۰۷/۷۲	۷۷/۷۸	۱۴۸/۶۲	۱۷۰/۷۲
		مجموع مربع خطا (SSE)	۵۰۹۸۷/۰۴	۷۲۶۵/۴۵	۱۴۹۵/۶۵
		میانگین مربع خطا (MSE)	۱۰۱۹۷/۴۱	۱۴۵۳/۰۹	۲۹۹/۱۳
		مجدور میانگین مربع خطا (RMSE)	۱۰۰/۹۸	۳۸/۱۲	۱۷/۳۰



شکل ۱- تغییرات قیمت سنگ آهن از سال ۲۰۲۰ الی ۲۰۲۱ میلادی.



شکل ۲- مدل نمایی با توجه به تغییرات قیمت سنگ آهن.



شکل ۳- مدل رگرسیون با توجه به تغییرات قیمت سنگ آهن.

