

پیش‌بینی سهم ارزش افزوده‌ی بخش نفت از تولید ناخالص داخلی به‌روش ماشین بردار تصمیم بهبود یافته توسط الگوریتم ژنتیک

میثم جعفری اسکندری*، میلاد روحی^۱ • دانشگاه پیام نور تهران |

چکیده

اطلاعات مقاله

تحولات اخیر حوزه‌ی نفت نشان می‌دهد که دوره‌ی تولید بدون دردسر نفت خام به پایان رسیده است. شرایط حاکم بر جهان و تغییرات رخ داده سبب تغییرات قیمت نفت خام شده است. پیش‌بینی عرضه و تقاضای نفت خام می‌تواند کمک شایانی برای برنامه‌ریزی تولید، استخراج نفت و قیمت‌گذاری آن باشند. نفت از جمله کالاهای نادری است که سنگ بنای انجام بیشتر فعالیت‌های اقتصادی و بسیاری از علوم کاربردی است. در دنیای صنعتی امروز، تولید و مصرف نفت و فرآورده‌های آن؛ چه به صورت کالاهای واسطه و چه به صورت کالاهای نهایی به یک ضرورت و نیاز اساسی تبدیل شده است. بدین ترتیب تغییرات غیرمتعارف در قیمت این کالا نه تنها در بازارهای بین‌المللی سبب افزایش قیمت تولید سایر کالاها و خدمات شده؛ بلکه بعضاً سبب تغییر مزیت‌های تولیدی در بازارهای داخلی و بین‌المللی نیز می‌شود. در این مقاله یک مدل پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین برای پیش‌بینی سهم ارزش افزوده‌ی بخش نفت در تولید ناخالص ارائه شده است. نتیجه نشان می‌دهد که این مدل برای پیش‌بینی سهم ارزش افزوده‌ی بخش نفت در تولید ناخالص داخلی مفید بوده، دقت پیش‌بینی بسیار زیاد خواهد بود و این مدل می‌تواند در پیش‌بینی رشد اقتصادی کشور که بسیار به بخش نفت وابسته است تأثیرگذار باشد.

واژگان کلیدی:

ارزش افزوده‌ی نفت، تولید ناخالص داخلی، روش ماشین بردار تصمیم بهبود یافته، الگوریتم ژنتیک

مقدمه

عمده‌ترین بخش تقاضای انرژی جهان توسط سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود که مهم‌ترین آنها نفت خام است [۱]. بر اساس آمارهای بانک مرکزی ج.ا.توزیع جغرافیایی صادرات نفت خام ایران در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۵۷ به شکل جدول ۱- خواهد بود.

نفت باشد و ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. با توجه به اینکه ایران یکی از صادرکنندگان عمده‌ی نفت است و نفت خام بیشترین صادرات را داراست، این نیاز که در کشورمان نیز احساس می‌شود، سبب شده در این زمینه کارهای متعددی انجام گیرد. با وجود روند روبه‌رشد و توسعه‌ی انرژی هسته‌ای در سطح جهان، هنوز

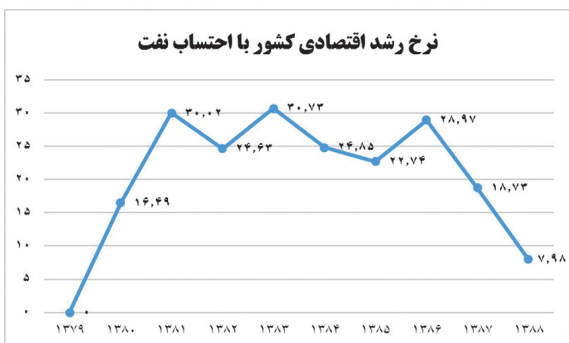
مطالعه‌ی بازار نفت و بررسی تقاضای نفت کشورهای عمده‌ی واردکننده‌ی نفت، نیازی عمده برای هدایت و راهبرد بازاریابی نفت در کشورهای صادرکننده نفت خام است. به طوری که تخمین تابع تقاضای کشورهای واردکننده‌ی نفت و بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای آنها می‌تواند عامل مهمی در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری کشورهای صادرکننده برای فروش

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (meisam_jafari@pnu.ac.ir)

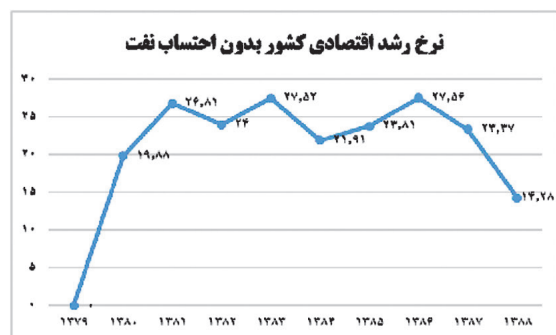
۱۱ توزیع جغرافیایی صادرات نفت خام ایران (درصد)

| سال | اروپا | ژاپن | آسیا و خاور دور | آفریقا | سایر مناطق |
|------|-------|------|-----------------|--------|------------|
| ۱۳۵۷ | ۴۶/۸ | ۱۸ | ۶/۹ | ۶/۷ | ۲۱/۶ |
| ۱۳۵۸ | ۳۹/۴ | ۲۴/۶ | ۱۰/۶ | ۱ | ۲۴/۴ |
| ۱۳۵۹ | ۳۶/۴ | ۱۱/۵ | ۳۳/۶ | ۰ | ۱۸/۵ |
| ۱۳۶۰ | ۴۳/۱ | ۱۸ | ۲۳ | ۰ | ۱۵/۹ |
| ۱۳۶۱ | ۵۰/۸ | ۱۴/۶ | ۲۴/۳ | ۰ | ۱۰/۳ |
| ۱۳۶۲ | ۴۸/۴ | ۲۰/۲ | ۲۱/۷ | ۰/۱ | ۹/۶ |
| ۱۳۶۳ | ۴۹/۳ | ۱۶/۷ | ۲۲/۵ | ۱/۴ | ۱۰/۱ |
| ۱۳۶۴ | ۵۳/۸ | ۱۴/۶ | ۲۰/۹ | ۰/۸ | ۹/۹ |
| ۱۳۶۵ | ۵۱/۶ | ۱۷/۲ | ۱۸/۱ | ۰ | ۱۳/۱ |
| ۱۳۶۶ | ۲۸/۹ | ۱۱/۹ | ۲۲/۲ | ۰/۱ | ۳۶/۹ |
| ۱۳۶۷ | ۳۹/۴ | ۱۲/۴ | ۲۰/۲ | ۰/۹ | ۲۷/۱ |
| ۱۳۶۸ | ۶۰/۵ | ۱۸ | ۱۵/۴ | ۰ | ۶/۱ |
| ۱۳۶۹ | ۵۰/۸ | ۲۰/۲ | ۱۸/۱ | ۰/۴ | ۱۰/۵ |
| ۱۳۷۰ | ۳۸/۵ | ۱۷/۷ | ۱۶ | ۰ | ۲۷/۸ |
| ۱۳۷۱ | ۳۷/۷ | ۱۶/۶ | ۱۶/۸ | ۰ | ۲۸/۹ |
| ۱۳۷۲ | ۳۱/۱ | ۱۹/۱ | ۲۱/۸ | ۰/۱ | ۲۷/۹ |
| ۱۳۷۳ | ۳۳/۱ | ۲۰/۴ | ۲۱/۲ | ۰ | ۲۵/۳ |
| ۱۳۷۴ | ۴۶/۷ | ۱۶/۱ | ۲۳/۵ | ۷/۶ | ۶/۱ |
| ۱۳۷۵ | ۴۹/۵ | ۲۰ | ۲۷/۶ | ۰ | ۲/۹ |
| ۱۳۷۶ | ۵۱/۴ | ۱۹/۱ | ۲۶/۹ | ۰ | ۲/۶ |
| ۱۳۷۷ | ۴۹/۸ | ۱۸/۷ | ۲۷/۸ | ۰ | ۳/۷ |
| ۱۳۷۸ | ۳۳/۶ | ۲۴/۷ | ۲۶/۱ | ۰ | ۱۵/۶ |
| ۱۳۷۹ | ۳۱/۴ | ۲۱/۹ | ۳۹/۶ | ۷/۱ | ۰ |
| ۱۳۸۰ | ۱۴ | ۲۳/۷ | ۴۱/۸ | ۶/۹ | ۱۳/۶ |
| ۱۳۸۱ | ۱۱/۱ | ۲۵/۹ | ۳۵/۱ | ۷/۲ | ۲۰/۷ |
| ۱۳۸۲ | ۱۰/۵ | ۲۴/۹ | ۳۳/۸ | ۶/۶ | ۲۴/۲ |
| ۱۳۸۳ | ۲۵/۸ | ۲۰/۶ | ۳۵/۸ | ۷/۴ | ۱۰/۴ |
| ۱۳۸۴ | ۳۳/۵ | ۲۰ | ۳۹/۴ | ۷/۱ | ۰ |
| ۱۳۸۵ | ۳۸/۴ | ۱۶/۴ | ۳۸/۸ | ۶/۱ | ۰/۳ |
| ۱۳۸۶ | ۳۲/۴ | ۱۸/۶ | ۴۳/۳ | ۵/۷ | ۰ |
| ۱۳۸۷ | ۲۹/۳ | ۱۷/۶ | ۴۷/۲ | ۵/۹ | ۰ |
| ۱۳۸۸ | ۲۶/۹ | ۱۶/۴ | ۵۱/۴ | ۵/۳ | ۰ |

۱- نرخ رشد اقتصادی کشور با احتساب نفت



۱ | نرخ رشد اقتصادی کشور با احتساب نفت در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۸



۲ | نرخ رشد اقتصادی کشور بدون احتساب نفت در فاصله‌ی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۸

بدان معنی است که در آن سال حتی با محاسبه‌ی ارزش افزوده‌ی بخش نفت خام شاهد رشد تک‌رقمی هستیم. در حالی که اگر ارزش افزوده‌ی نفت خام را کنار بگذاریم رشدی ۱۴/۲۸ درصدی داریم و این نشان‌دهنده‌ی آنست که رشد ارزش افزوده‌ی سایر بخش‌ها به‌غیر از نفت خام به‌طور میانگین روندی مثبت داشته است. البته این سخن به‌معنی زیاد بودن تولید واقعی در اقتصاد داخل نیست؛ چراکه امکان دارد این افزایش نرخ رشد به‌دلیل رشد شاخص قیمتی باشد نه تولید حقیقی [۴].

هدف اصلی این تحقیق پیش‌بینی سهم درصد ارزش افزوده‌ی بخش نفت از تولید ناخالص داخلی ایران در سال‌های آتی است. با توجه به اتکای کشور به نفت این پیش‌بینی می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی، نرخ رشد اقتصادی و برنامه‌ریزی و بودجه‌ی سالانه مؤثر باشد.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

در ۱۳۸۹ جواهری و رضایی در مقاله‌ای با عنوان بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای نفت کشورهای در حال توسعه (مطالعه‌ی موردی

با توجه به شکل ۱- می‌توان فهمید که نرخ رشد اقتصادی سال ۱۳۷۹ صفر است. با توجه به این شکل روند سینوسی در نرخ رشد مشاهده می‌شود. این به‌معنای افت‌وخیز روند تولید در اقتصاد ایران است که متأثر از نرخ تورم و سیاست‌های دولتی و تنها سالی که شاهد نرخ رشد یک رقمی (به‌قیمت جاری) هستیم سال ۱۳۸۸ می‌باشد. حال باید همین روش مطالعه را برای تولید ناخالص داخلی بدون نفت ادامه داد که نتایج آن در شکل ۲- آمده است [۴].

در این بخش نیز مشاهده می‌شود که روند تولید ناخالص داخلی کشور از سال ۱۳۷۹ روندی صعودی داشته که البته نمی‌توان تمام آنرا به حساب تولید واقعی گذاشت؛ چراکه روند نرخ تورم سهم به‌سزایی در آن دارد و همین مسأله ما را ناچار می‌کند برای بررسی بیشتر به روند نرخ رشد آن دقت نماییم. همان‌طور که در شکل ۲- مشاهده می‌شود روند نرخ رشد تولید ناخالص بدون احتساب نفت نیز مانند تولید با احتساب نفت دچار نوسانات شدید است که سبب شده حرکت نمودار نوسانی (سینوسی) باشد و بدین معناست که حرکت تابع شرایط مختلف اقتصادی و سیاسی است. دو تفاوت مهم میان این روند و تولید با احتساب نفت خام وجود دارد:

■ **اختلاف نرخ رشد سال‌های مختلف با احتساب نفت خام**
بیش از تولید ناخالص داخلی بدون نفت است. این بدان معنی است که تکانه‌های نفتی و سیاست‌های مؤثر بر تولید نفت خام بیش از سایر متغیرها بر تولید اثرگذارند و همین مسأله به‌معنای اتکای رشد اقتصادی تنها به یک کالا؛ یعنی نفت است. به‌طوری که اختلاف بیشترین و کمترین نرخ رشد حدود ۲۲/۷۵ درصد است که این اختلاف نشان‌دهنده‌ی واریانس زیاد نرخ رشد با احتساب نفت است؛ در حالی که همین مقدار اختلاف برای تولید ناخالص داخلی بدون احتساب نفت خام حدود ۱۳/۲۸ درصد نشان‌دهنده‌ی نوسان کمتر در بخش تولید بدون نفت است. پس تولید نفت به‌عنوان متغیری اثرگذار در اقتصاد ایران و سیاست‌های ناشی از آن عامل اصلی نوسانات نرخ رشد اقتصادی است.

■ **در بخش تولید بدون نفت شاهد نرخ رشد تک‌رقمی نبوده‌ایم.** به بیان دیگر در سال ۱۳۸۸ که با احتساب نفت خام شاهد رشد تک‌رقمی ۷/۹۸ درصدی هستیم در ارزش تولید ناخالص داخلی بدون نفت، رقم ۱۴/۲۸ درصدی داریم. این

هندوستان) و پیش‌بینی کوتاه‌مدت فروش نفت ایران به این کشور (دوره‌ی زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۰)، فروش نفت خام ایران به هندوستان را پیش‌بینی و بررسی کردند. در این مقاله تقاضای نفت هند به عنوان یکی از خریداران عمده‌ی نفت خام ایران و کشوری در حال توسعه بررسی شده است.

یزدانی راه تابع تقاضا را برای کشورهای عضو اوپک در فاصله‌ی سال‌های ۱۹۸۷-۱۹۶۷ برآورد کرد. نتیجه‌ی تحقیق وی حاکی از وجود رابطه‌ی منفی بین قیمت نفت اوپک و تقاضا در این کشورها و همچنین رابطه‌ی مثبت بین نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و تقاضای نفت است [۱].

در ۲۰۱۲ گوا و همکاران با استفاده از مدل‌سازی به‌روش ماشین بردار تصمیم با بهبود متغیرهای مدل توسط الگوریتم ژنتیک قیمت نفت خام را پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد که پیش‌بینی به‌روش بردار تصمیم بهبود یافته نسبت به روش پیش‌بینی سنتی مدل به‌صورت دستی دقت بیشتری دارد.

۳- مدل ماشین بردار تصمیم

ماشین بردار تصمیم یا SVM روشی است برای کلاسه‌بندی داده‌ها. اولین مقاله در این زمینه در ۱۹۹۲ توسط واپنیک^۲ ارائه شد. ابتدا SVM را برای ساده‌ترین حالت یعنی تشخیص دو کلاس که به‌صورت خطی قابل جداسازی هستند شرح می‌دهیم [۳]:

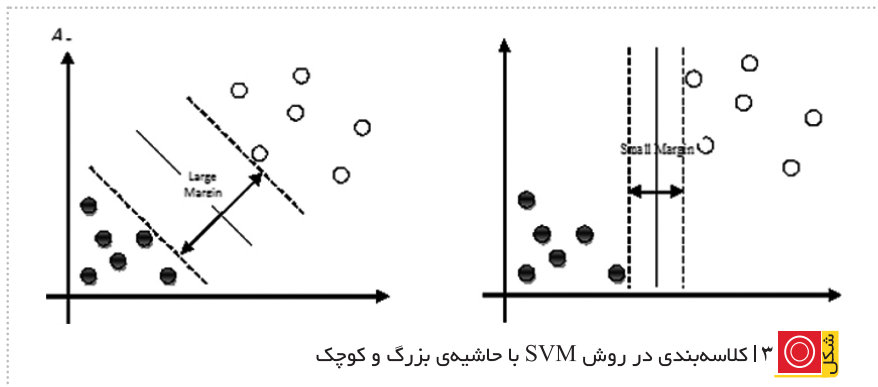
رویکرد اصلی SVM به‌گونه‌ای است که سعی می‌کند در مرحله‌ی آموزش طوری مرز تصمیم‌گیری^۳ (که بی‌نهایت حالت دارد) را بیابد

که حداقل فاصله‌ی آن با هر یک از دو دسته، بیشینه شود. مثلاً خط توپُر جداکننده در شکل ۳- با حاشیه‌ی^۴ بزرگ مناسب‌تر بوده و شرایط نویزی را بهتر تحمل می‌کند.

اگرچه ممکن است زمان آموزش SVM کند باشد اما امکان Over fitting شدن آن کمتر از سایر روش‌ها (نظیر شبکه‌ی عصبی) است. SVM علاوه بر کلاسه‌بندی، برای تخمین عددی^۵ نیز کاربرد دارد. SVM در کاربردهایی مثل تشخیص اعداد دست‌نویس، تشخیص اشیاء و شناسایی گفتار به‌خوبی جواب داده است.

۵- مدل

مدل پیش‌بینی استفاده شده در این مقاله ماشین بردار تصمیم است که متغیرهای مدل با استفاده از الگوریتم



۳ | کلاسه‌بندی در روش SVM با حاشیه‌ی بزرگ و کوچک

۴- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم‌های ژنتیک (GA)، بهینه‌سازی عمومی تطبیقی روش جستجو بر اساس قیاس مستقیم داروین در انتخاب طبیعی و ژنتیک در سیستم‌های بیولوژیکی است که جایگزینی امیدوار به روش‌های مرسوم اکتشافی خواهد بود. GA با مجموعه‌ای از راه‌حل‌های کاندیدا که جمعیت نامیده می‌شوند سر و کار دارد. بر اساس اصل داروینی بقای اصلح، GA پس از یک‌سری محاسبات تکرارشونده راه‌حل بهینه را به‌دست می‌آورد. GA

ژنتیک بهینه‌سازی می‌شوند. الگوریتم مورد استفاده، روش SVM است. روش ماشین بردار تصمیم به دو صورت مبتنی بر طبقه‌بندی و مبتنی بر پیش‌بینی است. در این مقاله پیش‌بینی با روش‌های SVR مبتنی بر رگرسیون انجام می‌شود. علت این موضوع پیوسته بودن متغیر هدف (سهام ارزش افزوده‌ی نفت خام از تولید ناخالص داخلی) است که شامل زیرمجموعه‌ای از مدل‌های پیش‌بینی SVM/SVR می‌باشد که شامل مدل‌های مختلف

مدل‌سازی با انتخاب عددی خاص مدل می‌تواند روی داده‌های آموزشی فراگرفته شود. با استفاده از روش ژنتیک الگوریتم و با رویکرد کاهش خطای مدل در مقایسه با داده‌های آزمایشی، می‌توان این متغیرها را به‌طور بهینه انتخاب کرد. به عبارتی طرح کروموزوم، تابع تناسب و نوع معماری سیستم برای انتخاب ویژگی مبتنی بر GA و بهینه‌سازی متغیرهاست. الگوریتم کلی که در تمامی قسمت‌ها تقریباً با اندکی تغییر برای مدل‌سازی استفاده شده به صورت شکل ۴- است [۵].

۷- روش مدل‌سازی طبقه‌بندی بردار تصمیم

روش مدل‌سازی طبقه‌بندی بردار تصمیم^۶ روشی مبتنی بر طبقه‌بندی برای پیش‌بینی اهداف گسسته یا استفاده از عدد صحیح است. از این مدل می‌توان برای پیش‌بینی مشتریان بد و خوب با تفکیک هدف استفاده کرد.

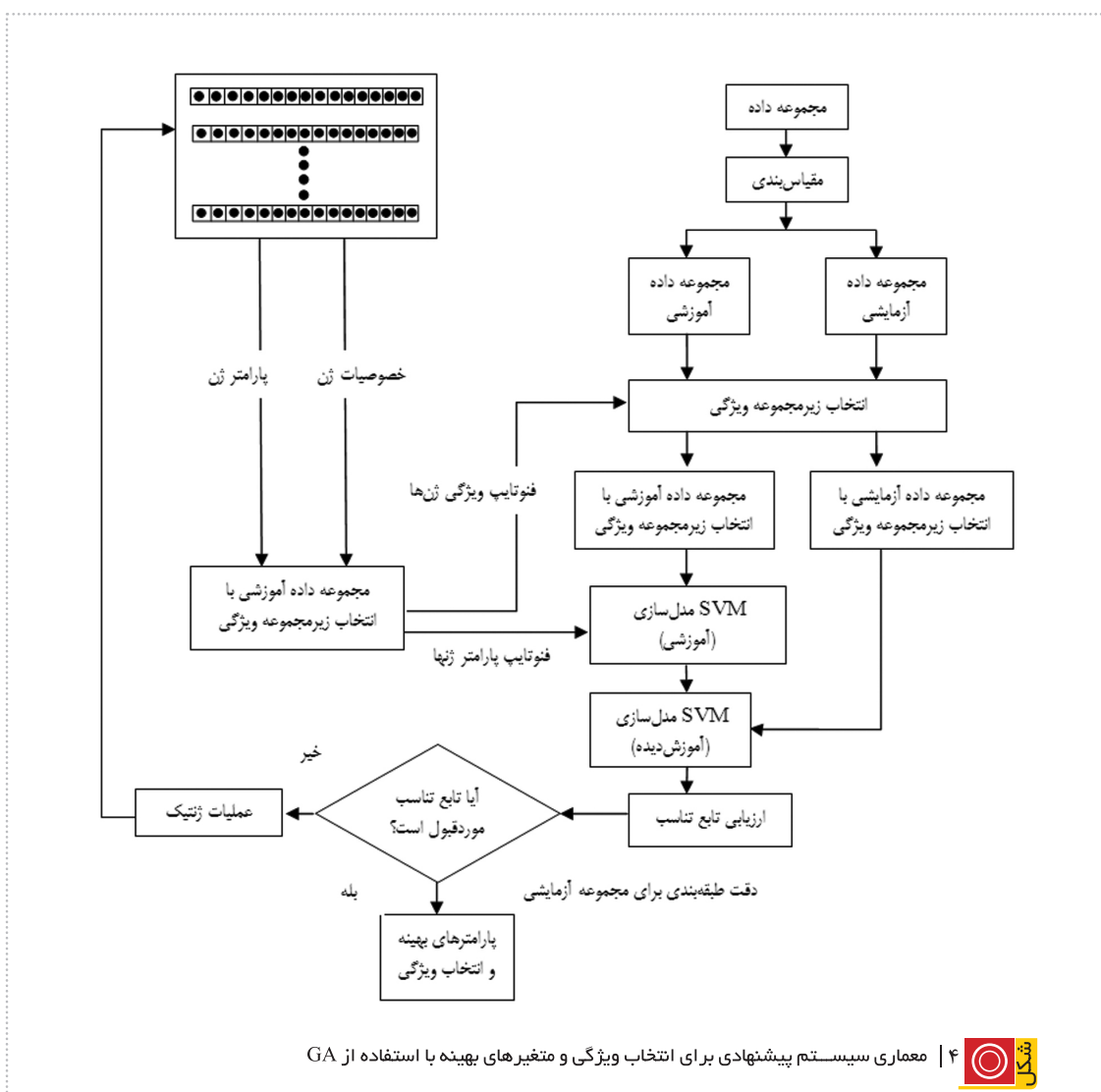
۸- روش الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی مدل (GA-SVM/SVR)

در روش بردار تصمیم متغیرهای مدل نظیر ϵ, ν, C و γ قابل تنظیم هستند که قبل از

با این تفاوت ϵ -SVR، ν -SVR است. برای انتخاب متغیرهای مدل، تمامی این مدل‌ها با روش GA بهینه‌سازی می‌شوند و در نهایت مقدار خطا و کارایی آنها مقایسه می‌گردد. در این مقاله مبنای مدل‌سازی تحقیقات مراجع [۶ و ۷] است.

۶- روش مدل‌سازی رگرسیون بردار تصمیم

روش رگرسیون بردار تصمیم روشی مبتنی بر پیش‌بینی یا تخمین عددی برای اهداف پیوسته در داده کاوی است.



۴ | معماری سیستم پیشنهادی برای انتخاب ویژگی و متغیرهای بهینه با استفاده از GA



۹- داده‌ها

عوامل مؤثر بر متغیر هدف در این تحقیق، تولید ناخالص داخلی، قیمت نفت خام (سبک و سنگین)، ارزش افزوده‌ی حمل و نقل و صنعت در تولید ناخالص داخلی، میزان صادرات نفت و درآمد ملی است. متغیر پیش‌بینی شونده نیز سهم درصد ارزش افزوده‌ی بخش نفت از تولید ناخالص داخلی است (جدول-۲). بازه‌ی زمانی داده‌های مورد استفاده در این مقاله، اطلاعات مربوط به دوره‌ی زمانی ۱۳۵۹-۱۳۸۹ بانک مرکزی ج.ا.ا است (جدول-۳).

۱۰- روش انجام تحقیق

۱-۱۰- گام اول: نرمال سازی داده‌ها

قبل از آغاز فرآیند، مدل‌سازی داده‌ها با استفاده از روش Max-Min نرمال‌سازی می‌شوند. بر این اساس نرمال‌سازی

جدول ۱۲ متغیرهای تحقیق

| نام متغیر | واحد | شناسه در مدل‌سازی |
|---|------------------|-------------------|
| سهم ارزش افزوده‌ی گروه نفت | درصد | Y |
| تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه | میلیارد ریال | X1 |
| ارزش افزوده‌ی صنعت | میلیارد ریال | X2 |
| ارزش افزوده‌ی حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات | میلیارد ریال | X3 |
| درآمد ملی | میلیارد ریال | X4 |
| میزان صادرات نفت خام | هزار بشکه در روز | X5 |
| قیمت نفت خام (سبک ایران) | دلار | X6 |
| قیمت نفت خام (سنگین ایران) | دلار | X7 |

داده‌ها به تفکیک هر متغیر و طبق رابطه‌ی ۱-۱۰ انجام می‌شود.

$$Z_i = \frac{X_i - \min(X)}{\max(x) - \min(X)} \quad (1)$$

جدول ۱۳ متغیرهای مورد استفاده برای پیش‌بینی قبل از نرمال‌سازی

| سال | تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه (میلیارد ریال) | ارزش افزوده‌ی صنعت (میلیارد ریال) | ارزش افزوده‌ی حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات (میلیارد ریال) | درآمد ملی (میلیارد ریال) | صادرات نفت خام (هزار بشکه در روز) | قیمت نفت سبک ایران (دلار) | قیمت نفت سنگین ایران (دلار) |
|------|--|-----------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ۱۳۵۹ | ۶۲۹۹ | ۴۸۹ | ۵۵۶ | ۵۶۱۶ | ۷۷۰ | ۳۵/۲۲ | ۳۴/۴۹ |
| ۱۳۶۰ | ۷۶۵۶ | ۶۲۷ | ۶۲۵ | ۶۷۷۸ | ۷۹۱ | ۳۳/۱۸ | ۳۱/۵۷ |
| ۱۳۶۱ | ۱۰۰۷۸ | ۷۹۵ | ۷۶۵ | ۸۹۳۴ | ۱۶۸۶ | ۳۰/۳۲ | ۲۸/۷۳ |
| ۱۳۶۲ | ۱۲۴۳۸ | ۹۱۱ | ۱۰۲۴ | ۱۱۱۰۱ | ۲۰۴۵ | ۲۸/۱۵ | ۲۷/۲۲ |
| ۱۳۶۳ | ۱۳۵۵۹ | ۱۰۴۱ | ۱۱۶۲ | ۱۱۸۳۸ | ۱۶۰۷ | ۲۶/۸۱ | ۲۶/۱۸ |
| ۱۳۶۴ | ۱۴۴۲۳ | ۱۰۳۴ | ۱۱۷۴ | ۱۲۴۳۱ | ۱۴۶۰ | ۲۶/۰۳ | ۲۵/۵۶ |
| ۱۳۶۵ | ۱۴۶۶۱ | ۱۰۸۱ | ۱۱۲۵ | ۱۲۱۴۷ | ۱۲۵۰ | ۱۳/۵ | ۱۳/۰۴ |
| ۱۳۶۶ | ۱۷۹۲۴ | ۱۴۶۶ | ۱۳۰۷ | ۱۵۲۰۴ | ۱۵۴۶ | ۱۷/۰۳ | ۱۶/۵۷ |

ادامه‌ی جدول ۳

| سال | تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه (میلیارد ریال) | ارزش افزوده‌ی صنعت (میلیارد ریال) | ارزش افزوده‌ی حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات (میلیارد ریال) | درآمد ملی (میلیارد ریال) | صادرات نفت خام (هزار بشکه در روز) | قیمت نفت سبک ایران (دلار) | قیمت نفت سنگین ایران (دلار) |
|------|--|-----------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ۱۳۶۷ | ۲۰۲۰۰ | ۱۸۲۶ | ۱۴۸۲ | ۱۷۱۷۱ | ۱۶۴۷ | ۱۳/۲۶ | ۱۲/۸۵ |
| ۱۳۶۸ | ۲۵۰۷۹ | ۲۱۹۰ | ۱۷۷۱ | ۲۱۴۱۸ | ۱۸۲۳ | ۱۶/۰۴ | ۱۵/۵۴ |
| ۱۳۶۹ | ۳۴۵۰۶ | ۴۰۶۵ | ۲۶۸۴ | ۲۹۱۶۳ | ۲۲۲۴ | ۲۰/۶۴ | ۱۹/۹۱ |
| ۱۳۷۰ | ۴۸۴۲۸ | ۶۳۳۶ | ۴۴۵۲ | ۴۱۲۶۱ | ۲۴۶۰ | ۱۷/۳۴ | ۱۶/۳۳ |
| ۱۳۷۱ | ۶۴۵۰۲ | ۸۵۲۵ | ۵۳۷۴ | ۵۴۸۵۰ | ۲۳۹۷ | ۱۷/۷۷ | ۱۶/۷۲ |
| ۱۳۷۲ | ۱۰۰۱۲۴ | ۱۰۶۲۸ | ۷۱۳۱ | ۸۴۶۱۶ | ۲۱۸۴ | ۱۵/۰۶ | ۱۴/۰۸ |
| ۱۳۷۳ | ۱۳۱۷۷۱ | ۱۶۰۰۰ | ۸۲۲۴ | ۱۰۸۹۴۱ | ۲۲۲۰ | ۱۴/۸۴ | ۱۴/۵۶ |
| ۱۳۷۴ | ۱۸۱۱۸۴ | ۲۲۳۴۹ | ۱۱۸۱۹ | ۱۵۶۹۶۴ | ۲۲۹۰ | ۱۶/۱۷ | ۱۶/۲۶ |
| ۱۳۷۵ | ۲۴۸۹۷۲ | ۳۲۹۴۶ | ۱۸۰۷۰ | ۲۰۶۹۵۰ | ۲۴۴۱ | ۱۹/۰۳ | ۱۸/۴۹ |
| ۱۳۷۶ | ۲۹۱۷۶۹ | ۴۰۷۵۱ | ۲۴۰۳۳ | ۲۴۴۸۵۷ | ۲۳۴۲ | ۱۸.۲۴ | ۱۸ |
| ۱۳۷۷ | ۳۲۸۵۲۲ | ۴۳۶۲۳ | ۲۶۲۵۶ | ۲۷۶۵۲۲ | ۲۳۰۰ | ۱۱/۹۷ | ۱۱/۴۵ |
| ۱۳۷۸ | ۴۳۴۳۸۵ | ۵۶۶۰۱ | ۳۲۲۸۰ | ۳۶۸۵۸۷ | ۲۰۷۹ | ۱۷/۲۵ | ۱۶/۹۳ |
| ۱۳۷۹ | ۵۷۶۴۹۳ | ۷۵۸۶۶ | ۴۸۲۲۸ | ۴۹۶۸۸۴ | ۲۳۴۵ | ۲۶/۷۵ | ۲۶/۰۲ |
| ۱۳۸۰ | ۶۶۴۶۲۰ | ۸۸۱۰۷ | ۵۶۵۹۰ | ۵۷۸۶۹۲ | ۲۲۰۸ | ۲۲/۹ | ۲۱/۶۷ |
| ۱۳۸۱ | ۹۱۳۸۳۵ | ۱۰۳۲۵۴ | ۶۶۹۶۳ | ۷۸۴۵۴۳ | ۲۰۲۱ | ۲۳/۵۲ | ۲۳/۰۹ |
| ۱۳۸۲ | ۱۱۲۴۰۷۳ | ۱۲۶۷۹۳ | ۹۰۰۵۲ | ۹۷۱۷۱۶ | ۲۳۹۶ | ۲۶/۸۹ | ۲۶/۳۴ |
| ۱۳۸۳ | ۱۴۵۵۶۹۰ | ۱۶۵۵۳۴ | ۱۲۳۳۰۹ | ۱۲۷۴۷۳۶ | ۲۵۴۸ | ۳۴/۶ | ۳۳/۰۶ |
| ۱۳۸۴ | ۱۸۵۴۷۱۱/۳ | ۲۰۸۰۲۲/۹ | ۱۵۱۰۱۶/۷ | ۱۶۵۳۹۹۵/۸ | ۲۶۰۲ | ۵۰/۶۶ | ۴۷/۹۹ |
| ۱۳۸۵ | ۲۲۶۰۵۲۹/۶ | ۲۵۲۹۰۱/۴ | ۱۹۴۹۶۸/۱ | ۲۰۲۹۱۸۶/۲ | ۲۴۳۳ | ۶۱/۰۷ | ۵۹/۲۷ |
| ۱۳۸۶ | ۲۸۶۱۹۷۴ | ۲۸۷۷۵۴ | ۲۴۶۱۷۵ | ۲۵۸۳۶۴۶ | ۲۴۸۰.۵ | ۶۹/۳ | ۶۷/۰۶ |
| ۱۳۸۷ | ۳۳۷۸۷۲۴/۱ | ۳۴۵۸۰۶ | ۳۱۷۵۱۱/۷ | ۳۰۶۱۵۵۴/۲ | ۲۳۷۰.۸ | ۹۴/۶۶ | ۹۱/۴۹ |
| ۱۳۸۸ | ۳۵۶۲۲۸۹/۴ | ۳۷۴۹۵۰ | ۳۵۰۹۴۸۸ | ۳۱۷۷۲۳۷/۹ | ۲۰۵۶ | ۶۱/۲۵ | ۶۰/۶۲ |
| ۱۳۸۹ | ۴۳۰۴۲۶۴/۳ | ۵۰۹۱۵۰ | ۳۸۹۴۲۶/۵ | ۳۸۵۱۸۰۳/۲ | ۲۰۲۱ | ۷۸/۱۸ | ۷۶/۷۴ |

۱۴ متغیرهای مورد استفاده برای پیش‌بینی پس از نرمال‌سازی

| سال | تولید ناخالص داخلی به‌قیمت پایه (میلیارد ریال) | ارزش افزوده صنعت (میلیارد ریال) | ارزش افزوده حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات (میلیارد ریال) | درآمد ملی (میلیارد ریال) | صادرات نفت خام (هزار بشکه در روز) | قیمت نفت سبک ایران (دلار) | قیمت نفت سنگین ایران (دلار) |
|------|--|---------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ۱۳۵۹ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۲۸۱۱۷۰۶۳۷ | ۰/۲۸۱۷۸۵۶۰۷۲ |
| ۱۳۶۰ | ۰/۰۰۰۳۱۵۷۳۱ | ۰/۰۰۰۲۷۱۳۰۱ | ۰/۰۰۰۱۷۷۴۳۷ | ۰/۰۰۰۳۰۲۱۱۷ | ۰/۰۱۱۴۶۲۸۸۲ | ۰/۲۵۶۵۰۰۱۸۱ | ۰/۲۵۱۳۷۴۳۱۳ |
| ۱۳۶۱ | ۰/۰۰۰۸۷۹۲۵۳ | ۰/۰۰۰۶۰۱۵۷۹ | ۰/۰۰۰۵۳۷۴۵۴ | ۰/۰۰۰۸۶۲۶۷۳ | ۰/۵ | ۰/۲۲۱۹۱۳۱۷ | ۰/۲۱۵۸۹۲۰۵۴ |
| ۱۳۶۲ | ۰/۰۰۱۴۲۸۳۵ | ۰/۰۰۰۸۲۹۶۲۹ | ۰/۰۰۱۲۰۳۴۸۵ | ۰/۰۰۱۴۲۶۰۸۸ | ۰/۶۹۵۹۶۰۶۹۹ | ۰/۱۹۵۶۷۰۵۷۷ | ۰/۱۹۷۰۲۶۴۸۷ |
| ۱۳۶۳ | ۰/۰۰۱۶۸۹۱۷۱ | ۰/۰۰۱۰۸۵۲۰۲ | ۰/۰۰۱۵۵۸۳۵۹ | ۰/۰۰۱۶۱۷۷۰۶ | ۰/۴۵۶۸۷۷۷۲۹ | ۰/۱۷۹۴۶۵۴۷۳ | ۰/۱۸۴۰۳۲۹۸۴ |
| ۱۳۶۴ | ۰/۰۰۱۸۹۰۱۹۷ | ۰/۰۰۱۰۷۱۴۴۱ | ۰/۰۰۱۵۸۹۲۱۸ | ۰/۰۰۱۷۷۱۸۸۵ | ۰/۳۷۶۶۳۷۵۵۵ | ۰/۱۷۰۰۳۲۵۲ | ۰/۱۷۶۲۸۶۸۵۷ |
| ۱۳۶۵ | ۰/۰۰۱۹۴۵۵۷۲ | ۰/۰۰۱۱۶۳۸۴ | ۰/۰۰۱۴۶۳۲۱۲ | ۰/۰۰۱۶۹۸۰۴۵ | ۰/۲۶۲۰۰۸۷۳۴ | ۰/۱۸۵۰۲۸۴۲ | ۰/۱۹۸۶۵۰۶۷ |
| ۱۳۶۶ | ۰/۰۰۲۷۰۴۷۶۸ | ۰/۰۰۱۹۲۰۷۲۹ | ۰/۰۰۱۹۳۱۲۳۴ | ۰/۰۰۲۴۹۲۸۵۸ | ۰/۴۲۳۵۸۰۷۸۶ | ۰/۰۶۱۱۹۲۴۰۵ | ۰/۰۶۳۹۶۸۰۱۶ |
| ۱۳۶۷ | ۰/۰۰۳۲۳۴۳۲۱ | ۰/۰۰۲۶۲۸۴۷ | ۰/۰۰۲۳۸۱۲۵۵ | ۰/۰۰۳۰۰۴۲۷۴ | ۰/۴۷۸۷۱۱۷۹ | ۰/۱۵۶۰۰۴۳۵ | ۰/۰۱۷۴۹۱۲۵۴ |
| ۱۳۶۸ | ۰/۰۰۴۳۶۹۵۰۹ | ۰/۰۰۳۳۴۴۰۷۴ | ۰/۰۰۳۱۲۴۴۳۳ | ۰/۰۰۴۱۰۸۴۸۴ | ۰/۵۷۴۷۸۱۶۵۹ | ۰/۰۴۹۲۱۹۹۷۸ | ۰/۰۵۱۰۹۹۴۵ |
| ۱۳۶۹ | ۰/۰۰۶۵۶۲۸۷۳ | ۰/۰۰۷۰۳۰۲۲۲ | ۰/۰۰۵۴۷۲۲۵۹ | ۰/۰۰۶۱۲۲۱۶۷ | ۰/۷۹۳۶۶۸۱۲۲ | ۰/۱۰۴۸۴۹۴۳۸ | ۰/۱۰۵۶۹۷۱۵۱ |
| ۱۳۷۰ | ۰/۰۰۹۸۰۲۰۸ | ۰/۰۰۱۱۴۹۴۸۸۶ | ۰/۰۰۱۰۰۱۸۷۵۹ | ۰/۰۰۹۲۶۷۶۲ | ۰/۹۲۲۴۸۹۰۸۳ | ۰/۰۶۴۹۴۱۳۴۷ | ۰/۰۶۰۹۶۹۵۱۵ |
| ۱۳۷۱ | ۰/۰۱۳۵۴۱۹۸۹ | ۰/۰۱۵۷۹۸۳۴۱ | ۰/۰۱۲۳۸۹۷۲۹ | ۰/۰۱۲۸۰۰۷۲۹ | ۰/۸۸۱۰۰۴۳۷ | ۰/۰۷۰۱۴۱۴۹۲ | ۰/۰۶۵۸۴۲۰۷۹ |
| ۱۳۷۲ | ۰/۰۲۱۸۳۰۰۹۷ | ۰/۰۱۹۹۳۲۷۲۵ | ۰/۰۱۶۹۰۷۹۴۲ | ۰/۰۲۰۵۳۹۸۲۲ | ۰/۷۷۱۸۳۴۰۶۱ | ۰/۰۳۷۳۶۸۴۸۵ | ۰/۰۳۲۸۵۸۵۷۱ |
| ۱۳۷۳ | ۰/۰۲۹۱۹۳۳۴۹ | ۰/۰۳۰۴۹۳۷۸۷ | ۰/۰۱۹۷۱۸۶۴۷ | ۰/۰۲۶۸۶۴۲۶۷ | ۰/۷۹۱۴۸۴۷۱۶ | ۰/۰۳۴۷۰۷۹۴۵ | ۰/۰۳۸۸۵۵۵۷۲ |
| ۱۳۷۴ | ۰/۰۴۲۳۱۸۸۶۲ | ۰/۰۴۲۹۷۵۵۷۷ | ۰/۰۲۸۹۶۳۳۷ | ۰/۰۳۹۳۵۰۱۳۹ | ۰/۸۲۹۶۹۴۳۲۳ | ۰/۰۵۰۷۹۲۱۱۵ | ۰/۰۶۰۰۹۴۹۵۳ |
| ۱۳۷۵ | ۰/۰۵۶۴۶۲۲۹۹ | ۰/۰۶۳۸۰۸۷۰۶ | ۰/۰۴۵۰۳۸۱۳ | ۰/۰۵۲۳۴۶۳۸۶ | ۰/۹۱۲۱۱۷۹۰۴ | ۰/۰۸۵۳۷۹۱۲۷ | ۰/۰۸۷۹۵۶۰۲۲ |
| ۱۳۷۶ | ۰/۰۶۶۴۱۹۸۰۱ | ۰/۰۷۹۱۵۲۹۱۳ | ۰/۰۶۰۳۷۲۲۸۳ | ۰/۰۶۲۲۰۲۱۲۱ | ۰/۸۵۸۰۷۸۶۰۳ | ۰/۰۷۵۸۲۵۳۷۲ | ۰/۰۸۱۸۳۴۰۸۳ |
| ۱۳۷۷ | ۰/۰۷۴۹۷۱۰۵۷ | ۰/۰۸۴۷۹۹۱۱ | ۰/۰۶۶۰۸۸۱۳۹ | ۰/۰۷۰۴۳۴۹۴۹ | ۰/۸۳۵۱۵۲۸۳۸ | ۰ | ۰ |
| ۱۳۷۸ | ۰/۰۹۹۶۰۲۰۱۴ | ۰/۱۰۳۱۳۱۵۶ | ۰/۰۸۱۵۷۹۸۵۸ | ۰/۰۹۴۳۷۱۶۴۲ | ۰/۷۱۴۵۱۹۶۵۱ | ۰/۰۶۳۸۵۲۹۴۵ | ۰/۰۶۸۴۶۵۷۶۷ |
| ۱۳۷۹ | ۰/۱۳۲۶۶۶۰۳۲ | ۰/۱۴۸۱۸۷۱۰۳ | ۰/۱۲۲۵۹۰۹۴ | ۰/۱۲۷۷۲۸۵۷۲ | ۰/۸۵۹۷۱۶۱۵۷ | ۰/۱۷۸۷۳۹۸۷۲ | ۰/۱۸۲۰۳۳۹۸۳ |
| ۱۳۸۰ | ۰/۱۵۳۱۷۰۳۸۵ | ۰/۱۷۳۶۲۸۴۰۹ | ۰/۱۴۴۰۹۴۲۴۲ | ۰/۱۴۸۹۹۸۴۶۸ | ۰/۷۸۴۹۳۴۴۹۸ | ۰/۱۳۲۱۸۰۴۳۳ | ۰/۱۲۷۶۸۶۱۵۷ |

ادامه جدول ۴

| سال | تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه (میلیارد ریال) | ارزش افزودهی صنعت (میلیارد ریال) | ارزش افزودهی حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات (میلیارد ریال) | درآمد ملی (میلیارد ریال) | صادرات نفت خام (هزار بشکه در روز) | قیمت نفت سبک ایران (دلار) | قیمت نفت سنگین ایران (دلار) |
|------|--|----------------------------------|---|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| ۱۳۸۱ | ۰/۲۱۱۱۵۴۷۹۹ | ۰/۲۰۲۰۳۰۴۲۹ | ۰/۱۷۰۷۶۸۹۳۲ | ۰/۲۰۲۵۱۹۲۶۴ | ۰/۶۸۲۸۶۰۲۶۲ | ۰/۱۳۹۶۷۸۳۱۷ | ۰/۱۴۵۴۲۷۲۸۶ |
| ۱۳۸۲ | ۰/۲۶۰۰۷۰۵۰۴ | ۰/۲۴۸۳۰۶۸۲۹ | ۰/۲۳۰۱۴۳۴۵۴ | ۰/۲۵۱۱۸۳۸۲۲ | ۰/۸۱۷۵۵۴۵۸۵ | ۰/۱۸۰۴۳۲۹۴۲ | ۰/۱۸۶۰۳۱۹۸۴ |
| ۱۳۸۳ | ۰/۳۳۷۲۲۷۲۴۶ | ۰/۳۲۴۴۶۹۵۳۹ | ۰/۳۱۵۶۶۵۴۹۸ | ۰/۳۲۹۹۶۸۳۳۹ | ۰/۹۷۰۵۲۴۰۱۷ | ۰/۲۷۳۶۷۲۷۵۴ | ۰/۲۶۹۹۹۰۰۰۵ |
| ۱۳۸۴ | ۰/۴۳۰۰۶۶۸۲۷ | ۰/۴۰۸۰۰۰۴۱۷ | ۰/۳۸۶۹۱۷۲۳۹ | ۰/۴۲۸۵۷۵۰۳۱ | ۱ | ۰/۴۶۷۸۹۲۱۲۷ | ۰/۴۵۶۵۲۱۷۳۹ |
| ۱۳۸۵ | ۰/۵۲۴۴۸۷۸۵۵ | ۰/۴۹۶۲۲۹۱۱۹ | ۰/۴۹۹۹۴۰۴۶۹ | ۰/۵۲۶۱۲۳۶۸۹ | ۰/۹۰۷۷۵۱۰۹۲ | ۰/۵۹۳۷۸۴۰۱۳ | ۰/۵۹۷۴۵۱۲۷۴ |
| ۱۳۸۶ | ۰/۶۶۴۴۴۲۴۸۶۲ | ۰/۵۶۴۷۴۷۴۴۵ | ۰/۶۳۱۶۲۱۵۸۱ | ۰/۶۷۰۲۸۱۹۸۷ | ۰/۹۳۳۶۷۹۰۳۹ | ۰/۶۹۳۳۱۲۳۷۲ | ۰/۶۹۴۷۷۷۶۱۱ |
| ۱۳۸۷ | ۰/۷۸۴۶۵۶۱۹۵ | ۰/۶۷۸۸۷۴۵۳۵ | ۰/۸۱۵۰۶۷۴۸۴ | ۰/۷۹۴۵۳۷۰۴۲ | ۰/۸۷۳۷۹۹۱۲۷ | ۱ | ۱ |
| ۱۳۸۸ | ۰/۸۲۷۳۶۶۰۱ | ۰/۷۳۶۱۷۰۰۶۲ | ۰/۹۰۱۰۵۲۶۶۴ | ۰/۸۲۴۶۱۴۵۴۳ | ۰/۷۰۱۹۶۵۰۶۶ | ۰/۵۹۵۹۶۰۸۱۸ | ۰/۶۱۴۳۱۷۸۴۱ |
| ۱۳۸۹ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰/۶۸۲۸۶۰۲۶۲ | ۰/۸۰۰۷۰۱۴۱۵ | ۰/۸۱۵۷۱۷۱۴۱ |

۱۰-۲- گام دوم: مدل سازی

فرآیند مدل سازی با استفاده از نرم افزار آماری R انجام شده است. داده ها پس از ورود به برنامه با استفاده از مدل SVM مدل سازی شده و هنگام انتخاب متغیرهای مدل برای انتخاب مقدار متغیر بهینه از الگوریتم ژنتیک استفاده می شود.

۱۱- نتایج اجرای مدل ϵ -SVR

برای اجرای مدل مربوطه با توجه به حجم داده ها برازش مناسبی انجام نشد.

۱۲- نتایج اجرای مدل ν -SVR

برای اجرای این مدل از مقاله ی مرجع [۷] استفاده شده است. با این تفاوت که حجم جمعیت کروموزوم در الگوریتم ژنتیک برای افزایش کیفیت خروجی مدل از ۴۰ به ۱۰۰ و تعداد تکرار نیز از ۲۰۰ به ۵۰۰ افزایش یافته است. سایر تنظیمات مطابق مقاله ی مذکور و جدول ۴-۴ است.

نتایج مدل GA- ν -SVR

| شرح متغیر | مقدار | مقدار بهینه |
|-------------------------|--------------|-------------|
| بازه ی تغییرات C | ۰/۰۰۱-۱۰ | ۹/۷۹۵۸۳۱ |
| بازه ی تغییرات γ | ۰/۰۰۱-۲ | ۰/۰۰۳۱۷۳۸۲۱ |
| بازه ی تغییرات ν | ۰-۱ | ۰/۷۱۰۹۱۹۲ |
| تعداد تکرار الگوریتم | ۵۰۰ | - |
| حجم جمعیت | ۱۰۰ | - |
| احتمال جهش | ۰/۹ | - |
| احتمال عبور | ۰/۱ | - |
| مقدار تابع تناسب | -۰/۰۰۱۹۸۶۰۲۴ | - |

۱۳- بررسی کارایی مدل

با توجه به مقدار بهینه‌ی حاصل برای متغیرهای مدل، داده‌ها بر اساس متغیرهای حاصل مدل‌سازی می‌شوند. سپس مقدار پیش‌بینی شده با مقدار واقعی مقایسه و نتایج کارایی مدل به تفکیک شاخص‌های اندازه‌گیری خطا در جدول ۵-آمده است.

جدول ۱۶ | کارایی و اندازه‌گیری خطای مدل

| نام مدل | MAE | MSE | RMSE |
|---------|--|-------------|------------|
| ε-SVR | با توجه به ماهیت داده‌ها و نوع مسئله مدل مناسب به دست نمی‌آید. | | |
| ν-SVR | ۰/۰۳۶۴۹۱۵۳ | ۰/۰۰۱۸۱۶۱۶۸ | ۰/۰۴۲۶۱۶۵۲ |

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با توجه به جدول ۶- مشاهده می‌شود که مدل از دقت نسبتاً بالایی برخوردار است. علاوه بر این پیش‌بینی سهم درصد ارزش افزوده‌ی حوزه‌ی نفت از تولید ناخالص داخلی با دقت زیاد می‌تواند کمک شایانی در برنامه‌ریزی سال‌های آتی کشور باشد. برنامه‌ریزی در حوزه‌ی اندازه‌گیری نرخ رشد اقتصادی با توجه به وابستگی کشور به تولید، صادرات نفت و مشتقات آن و همچنین عوامل متعدد مؤثر بر سهم ارزش افزوده‌ی بخش نفت از تولید ناخالص داخلی خواهد بود. عوامل مؤثر مذکور عبارتند از ارزش افزوده‌ی بخش صنعت، ارزش افزوده‌ی حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات، درآمد ملی، صادرات نفت خام و قیمت نفت که در این مقاله با اهمیت در نظر گرفته شده‌اند. به‌علاوه می‌توان این روش را در برنامه‌ریزی و محاسبه‌ی بودجه‌ی سالانه‌ی کشور جهت پیش‌بینی سهم نفت به‌عنوان یک منبع

درآمد مهم و کلیدی نیز استفاده کرد. در مدل‌سازی دو متغیر ارزش افزوده‌ی بخش صنعت و حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات، از متغیرهای ارتباط مستقیم با ارزش افزوده‌ی بخش نفت و درآمد ملی (که به‌صورت غیرمستقیم با تولید ناخالص داخلی ارتباط دارند). استفاده شده است. تولید ناخالص داخلی عبارت است از تولید ناخالص ملی منهای خالص درآمد تولید از خارج؛ به‌عبارت دیگر تولید ناخالص داخلی، از ارزش کل تولید کالا و خدمات نهایی تولید شده در داخل کشور طی یک‌سال و درآمد ملی از کسر استهلاک سرمایه‌های ثابت از تولید ناخالص ملی (تولید خالص ملی) و سپس کسر مالیات‌های غیرمستقیم و افزایش کمک دولت به شرکت‌ها حاصل می‌شود. قیمت نفت نیز تأثیر مستقیمی بر ارزش افزوده‌ی بخش نفت در تولید ناخالص داخلی دارد. این مدل برای پیش‌بینی جوامع

هدفی که بازه‌ی تغییرات دارند یا قابل طبقه‌بندی باشند بسیار مناسب است و ترکیب مدل با الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی انتخاب متغیرهای مدل می‌تواند ترکیب مناسبی باشد. پیشنهاد می‌شود متغیرهای مدل‌سازی افزایش یافته و همچنین شاخص‌های دیگری نیز توسط این مدل پیش‌بینی گردند. همچنین بدین طریق می‌توان سهم تولید نفت و گاز از صادرات کشور را با تخمین عددی به‌دست آورد. متغیرهای دیگر محیطی نظیر قیمت نفت سایر بازارها و غیره نیز می‌توانند در مدل‌سازی استفاده شوند. این مدل می‌تواند همچنین برای پیش‌بینی سهم تولیدات مختلف صنعت پتروشیمی و مشتقات مختلف نفت نیز مورد توجه باشد. ■

1. milad.roohi@gmail.com
2. Vapnik
3. Numeric Prediction
4. Decision Boundary
5. Margin
6. SVC (Support Vector Classification)

- [۱] جواهری، بختیار، رضایی، اسعداله، بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای نفت کشورهای در حال توسعه (مطالعه‌ی موردی هندوستان) و پیش‌بینی کوتاه‌مدت فروش نفت ایران بدین کشور (دوره‌ی زمانی ۲۰۰۵-۱۹۷۰). مجله‌ی دانش و توسعه (علمی-پژوهشی). سال هفدهم، شماره‌ی-۳۴، ویژه‌ی اسفند ۱۳۸۹، ص ۶۸-۵۱
- [2] Guo, X., Lia, D., & Zhanga, A. (2012). Improved Support Vector Machine Oil Price Forecast Model Based on Genetic Algorithm Optimization Parameters. AASRI Procedia, (pp. 525 – 530).
- [۳] مقسمی، حمیدرضا، علیزاده سواره، بهروز، داده کاوی با MATLAB و IBM SPSS Modeler، چاپ اول، ۱۳۹۴، انتشارات کاوشگران جوان رایانه ۲۷۷ص
- [۴] عظیمی، عماد، مقاله‌ی تولید ناخالص داخلی و نفت، روزنامه‌ی دنیای اقتصاد، شماره‌ی ۲۶-۲۷، اردیبهشت ۱۳۹۱
- [5] Huang, C.-L., & Wang, C.-J. (2006). A GA-based feature selection and parameters optimization. Expert Systems with Applications, 231–240.
- [6] Chen, K.-Y., & Wang, C.-H. (2007). Support vector regression with genetic algorithms in forecasting tourism demand. Tourism Management, 215–226.
- [7] Sermpinis, G., Stasinakis, C., Theofilatos, K., & Karathanasopoulos, A. (2015). Modeling, forecasting and trading the EUR exchange rates with hybrid rolling genetic algorithms—Support vector regression forecast combinations. European Journal of Operational Research, 831–846.