

پیش‌بینی قیمت نفت با استفاده از روش متا آنالیز

کیومرث شهبازی^۱

دانشیار اقتصاد دانشگاه ارومیه، k.shahbazi@urmia.ac.ir

صلاح سلیمیان

دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه ارومیه، salahsalimian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۰۴

چکیده

نفت یک کالای مهم اقتصادی است که قیمت آن در بازارهای بین‌المللی بسیار اثرگذار می‌باشد و پیش‌بینی قیمت آن، یکی از چالش‌های مهم علمی در سراسر جهان است. این مقاله به پیش‌بینی قیمت نفت با استفاده از روش متا آنالیز و مقایسه آن با سایر روش‌ها می‌پردازد. در این تحقیق از نتایج روش‌های AR، ARMA، فازی، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی، داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌کاوای مربوط به پیش‌بینی قیمت نفت برنت از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ میلادی استفاده شده است. در روش‌های غیرخطی این تحقیق، از متغیرهای تأثیرگذار قوی بر قیمت نفت شامل ذخایر اثبات شده نفت کشورهای OECD، تولید نفت اوپک، ظرفیت پالایشگاه‌های نفت کشورهای OECD، قیمت طلا و رشد اقتصادی کشورهای گروه ۷ و قیمت نفت برنت استفاده شده است. وزن‌ها و اثرات ثابت و تصادفی هر یک از مطالعات در نهایت مشخص گردیده و برای پیش‌بینی به کار گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد دقت روش متا آنالیز به مراتب بالاتر از سایر روش‌های خطی و غیرخطی است و کم‌ترین میزان اختلاف با داده‌های واقعی را دارد. لذا پیشنهاد می‌شود برای بالا بردن ضریب اطمینان حاصل از پیش‌بینی دقیق از روش ترکیبی متا استفاده شود.

طبقه‌بندی JEL: C40، Q41، Q47

کلید واژه‌ها: متا آنالیز، پیش‌بینی، قیمت نفت، اثرات ثابت، اثرات تصادفی

۱- مقدمه

نفت‌خام مهم‌ترین حامل انرژی است و اهمیت تأثیرگذاری قیمت آن در بخش‌های مختلف اقتصادی همواره مورد توجه محققان جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی روند قیمتی و نوسانات آن بوده است (بهرادمهر، ۱۳۸۸). مروری گذرا بر نوسانات قیمت نفت‌خام و سایر فرآورده‌های نفتی بیانگر این است که قیمت این کالای ارزشمند در دنیا همیشه متأثر از میزان و زمان استخراج نفت، فعالیت‌های نفتی ایالات متحده، تولیدات نفت اوپک و غیر اوپک است (جنوبی، ۱۳۸۷). با توجه به این‌که در بیش‌تر کشورهای صادرکننده نفت در جهان سوم، درآمدهای نفتی بیش از ۸۰ یا ۹۰ درصد از دریافت‌های ارزی و یا درآمدهای دولت را تشکیل می‌دهد، لذا به نظر برخی از کارشناسان اقتصادی، کلیدی‌ترین متغیر در عملکرد اقتصادی به شمار می‌آید (کوره‌پزان، ۱۳۸۴). در این کشورها نفت رابطه بالقوه‌ای با زندگی هر فرد در کشور دارد، زیرا سطح فعالیت‌های اقتصادی، استانداردهای زندگی، نظام رفاه اجتماعی، عرضه کالاها و خدمات شدیداً به درآمد نفت وابسته است (میرزایی، ۱۳۹۰). صرفاً نوسانات قیمت نفت بر میزان مصرف مؤثر است (فردرر، ۱۹۹۶). غیرمترقبه بودن افزایش قیمت نفت می‌تواند بر اقتصاد مؤثر باشد (لی، نی و راتی، ۱۹۹۵). با توجه به این‌که اقتصاد ایران وابستگی بسیار بالایی به درآمدهای نفتی دارد و همچنین با توجه به این‌که تغییرات قیمت نفت برونزا بوده و از کنترل سیاست‌گذاران خارج است، درآمدهای نفتی کشور با نوسانات زیادی مواجه بوده و این درآمدهای ناپایدار، به عامل اصلی انتقال مستقیم بی‌ثباتی‌ها و نااطمینانی به تولید ناخالص داخلی کشور تبدیل شده‌اند (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۸). در این راستا دولت و سازمان‌ها برای دستیابی به چارچوبی قابل اطمینان در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، نسبت به طراحی، ساخت و به‌کارگیری مدل‌هایی برای بررسی بازار انرژی اقدام می‌کنند. لذا با توجه به شیوه‌های قیمت‌گذاری و اهمیت نفت در بودجه، بایستی عوامل تأثیرگذار بر هر یک از بازارها شناخته شود تا بتوان پیش‌بینی دقیق‌تری از قیمت‌های آتی نفت انجام داد. پیش‌بینی، ترکیبی از علم و هنر در زمینه ترسیم رویدادهای آینده است. پیش‌بینی یک برآورد کمی راجع به احتمال وقایع ناشناخته و نامعلوم آینده خواهد بود که با توجه به اطلاعات حال و گذشته صورت می‌گیرد. از آن‌جا که پیش‌بینی وقایع آینده در فرایند تصمیم‌گیری نقش عمده‌ای ایفا می‌کند، لذا برای بسیاری از سازمان‌ها، افراد و نهادها دارای اهمیت فوق‌العاده‌ای است، به گونه‌ای که هر سازمانی برای تصمیم‌گیری آگاهانه بایستی قادر به پیش‌بینی مناسب آینده باشد. یک پیش‌بینی

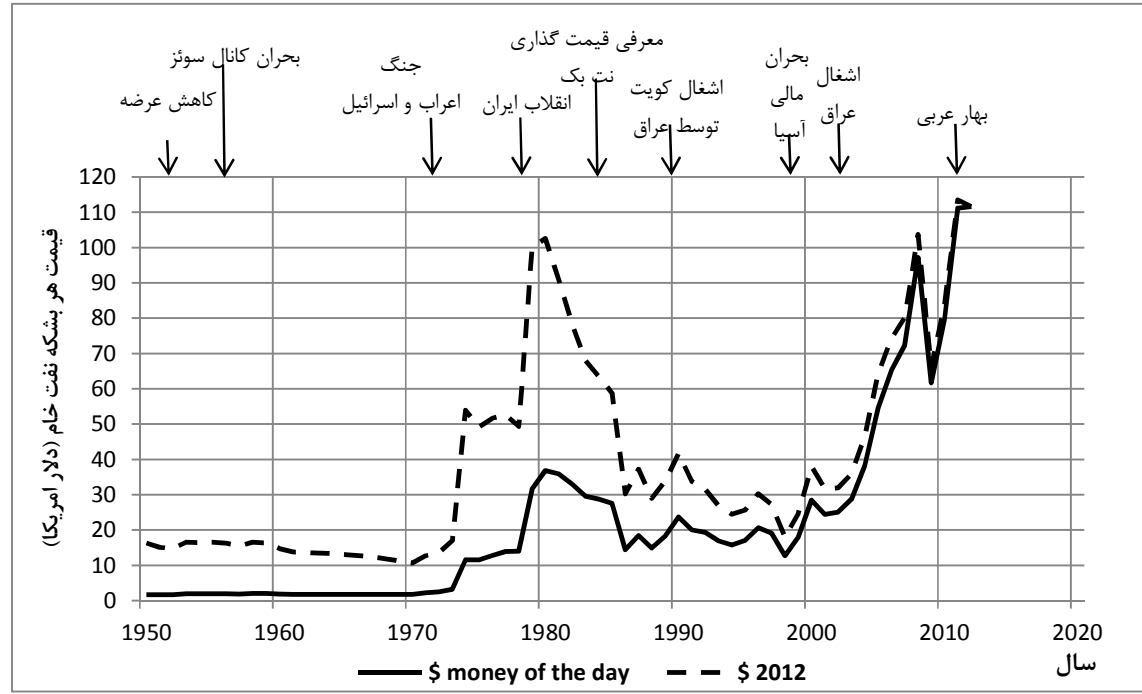
مناسب و مطلوب مستلزم تبیین جریان‌ات و تغییرات عمده در پدیده‌ها و رویدادهای آینده از نظر کمیت، ماهیت و محتوی و ارتباط آن‌ها با یکدیگر است به گونه‌ای که بتوان از طریق تحلیل‌های فوق به دانش و آگاهی در مورد حوادث مجهول و نامعلوم آینده که در تصمیمات کنونی ما نقش مهمی دارند، دست یافت (میرزایی، ۱۳۹۰). در سال‌های اخیر، ظهور روش‌های نوین پیش‌بینی از قبیل شبکه‌های عصبی مصنوعی، داده‌کاوی، الگوریتم‌های فازی و ژنتیک و روش‌های ترکیبی، راهکارهای جدیدی را برای پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی معرفی کرده‌اند. بیش‌تر مطالعات انجام شده پیشین تنها از عامل متغیر قیمت نفت در سال‌های قبل برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند و این امر بدیهی است که قیمت نفت تنها متأثر از قیمت نفت در سال‌های گذشته نبوده بلکه عوامل زیادی قیمت نفت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این مقاله از روش جدید متا آنالیز که ترکیبی از روش‌های استفاده شده بر حسب کم‌ترین واریانس وزن‌دهی و برای تخمین به‌کار گرفته می‌شود برای پیش‌بینی قیمت نفت استفاده شده است. این روش به‌مراتب دقیق‌تر از روش‌های خطی و غیرخطی است استفاده از نتایج روش‌های دقیق‌تر پیش‌بینی مانند روش‌های غیرخطی دقت نتایج را به شدت افزایش خواهد داد. با توجه به این‌که در این مقاله از ۴۷ متغیر تأثیرگذار بر قیمت نفت استفاده شده، لذا دقت این روش به‌مراتب بالاتر از سایر روش‌هایی است که از یک متغیر استفاده کرده‌اند.

این مقاله در شش بخش سازمان‌دهی شده است. بعد از مقدمه، بخش دوم به تحلیل روند تغییرات قیمت نفت و جایگاه درآمدهای نفتی در بودجه کشور می‌پردازد. در بخش سوم پیشینه مطالعات تجربی (داخلی و خارجی) آورده شده و در بخش چهارم روش تحقیق توضیح داده خواهد شد. در بخش پنجم برآورد مدل و تحلیل نتایج در پنج زیربخش آمده و نهایتاً در بخش ششم و پایانی خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه خواهد شد.

۲- تحلیل روند تغییرات قیمت نفت و جایگاه درآمدهای نفتی در بودجه کشور

قیمت‌گذاری نفت در بازار فیزیکی قبل و بعد از جنگ جهانی دوم توسط شرکت‌های عمده نفتی انجام شد. با تأسیس اوپک، قیمت‌گذاری نفت خام براساس قیمت‌های رسمی فروش تعیین شده توسط اعضاء اوپک انجام می‌شد. از اوائل دهه ۱۹۸۰ سیستم مزبور کارایی خود را در بازار از دست داد و بعد از آن قیمت نفت خام براساس ارزش خالص فرآورده‌های استحصالی در بازار تک‌محموله تعیین می‌شد. از اواسط دهه ۱۹۸۰ به بعد

قیمت‌گذاری نفت‌خام بر حسب قیمت‌های تک‌محموله انجام می‌شود و هم‌اکنون نیز قیمت‌گذاری با ایجاد بازارهای سلف و بازارهای بورس بر حسب قیمت‌های این بازارها محاسبه می‌گردد. لازمه شکل‌گیری قیمت‌گذاری نفت‌خام بر مبنای قیمت‌های شناور و یا مبتنی بر بازار، وجود یک یا چند نوع نفت‌خام خاص است که از نظر بازار بتواند به‌عنوان مبنای قیمت‌گذاری برای سایر نفت‌خام‌ها به‌کار گرفته شود. این نفت‌خام‌ها را اصطلاحاً نفت‌خام شاخص یا پایه می‌نامند. برای این که یک نوع نفت‌خام بتواند به‌عنوان پایه پذیرفته شود، می‌بایست چند ویژگی عمده داشته باشد: تعدد و تنوع خریداران و فروشندگان، قابلیت و سهولت معامله، عدم وجود محدودیت‌های خاص و یا وجود بازار آزاد، شفافیت لازم در معاملات و قیمت، شناخته بودن در بخش عمده معاملات در بازار، حجم قابل قبول معاملات، برخورداری از کیفیت مورد قبول توسط دامنه وسیعی از خریداران، ثبات کیفی و سطح تولید مناسب از جمله این ویژگی هستند. شایان ذکر است که در حال حاضر بیش از ۱۶۱ نوع نفت‌خام مختلف در بازارهای جهانی معامله می‌شوند اما به‌رغم برخورداری از کیفیت‌های متفاوت، قیمت‌گذاری و ارزیابی آنها در معاملات صرفاً بر مبنای چند نفت‌خام شاخص، انجام می‌شود که عبارتند از: نفت‌خام WTI^۱، نفت‌خام برنت، نفت خام دبی و... برخلاف نفت‌خام‌های شاخص بازارهای آمریکا و اروپا که از جمله نفت‌خام‌های شیرین محسوب می‌شوند، نفت‌خام دبی در زمره‌ی نفت‌خام‌های ترش قرار گرفته و به همین جهت توانسته به‌عنوان معرف بخش اعظم نفت‌خام‌های تولیدی منطقه خلیج فارس پذیرفته شود. ضمن آن که عدم محدودیت‌هایی نظیر فروش مجدد یا در نظر گرفتن مقصد خاص نیز به این مزیت افزوده است (میرزایی، ۱۳۹۰). اکنون با توجه به شاخص‌های قیمت‌گذاری معرفی شده به بررسی روند تغییرات قیمت نفت در سال‌های گذشته خواهیم پرداخت. نمودار زیر روند این تغییرات را از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۲ نشان می‌دهد. قسمت بالای نمودار بیانگر حوادث مهمی است که قیمت نفت را به‌شدت تغییر داده‌اند.



منبع: BP Statistical Review of World Energy June 2013

نمودار ۱- روند تغییرات قیمت نفت برنت از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۱۲

نمودار ۱ نشان می‌دهد که در بعضی از سال‌ها قیمت نفت ناگهان و به میزان قابل توجهی افزایش یا کاهش داشته است. از جمله حوادث مهم که بعد از جنگ جهانی دوم موجب ایجاد نوسانات چشمگیری در قیمت نفت شده‌اند عبارتند از بحران کانال سوئز (۱۹۵۷-۱۹۵۶)، تحریم نفت^۱ (۱۹۷۴-۱۹۷۳)، انقلاب ایران (۱۹۷۹-۱۹۷۸)، جنگ ایران و عراق (در اوایل ۱۹۸۰)، اولین جنگ خلیج فارس (۱۹۹۱-۱۹۹۰) و بحران مالی (۲۰۰۷-۲۰۰۹) و در سال‌های بعد از ۲۰۱۰، نیز بهار عربی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش قیمت نفت بوده است. بعضی از اقتصاددانان استدلال می‌کنند که بی‌ثباتی قیمت‌ها به طور ذاتی بد نیست، به شرط آن که برنامه‌ریزی صحیحی برای آن انجام شود، به ویژه در عصر حاضر که بازارها به منظور جلوگیری از ریسک قیمت‌ها به خرید و فروش تأمینی روی آورده‌اند. با این وجود، نوسانات قیمت برای مصرف‌کنندگان، که در معرض بی‌ثباتی بالای بازار کالاهای خام قرار نمی‌گیرند ولی در بازارهای فرآورده‌های نفتی سهمیم هستند، مشکل ساز است (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۸). برخی مطالعات این نظر را تأیید می‌کنند که بی‌ثباتی قیمت‌ها نه فقط در سطوح بالای قیمت‌ها، بلکه در تمام سطوح قیمتی به طور نامساعدی بر متغیرهای کلان اقتصادی تأثیر می‌گذارد. شواهد تجربی فراوانی وجود دارد که تغییرات قیمت نفت را با متغیرهایی از قبیل تولید ناخالص ملی، بازدهی سهام و نرخ بهره پیوند می‌دهند (همیلتون^۲، ۱۹۸۳). در بعضی از موارد، اثرات بی‌ثباتی قیمت نفت، نامتقارن نشان داده شده، یعنی این که افزایش قیمت نفت رکود اقتصادی را در پی داشته ولی کاهش قیمت نفت به طور متناسب به رونق آن منجر نمی‌شود (سادروسکی^۳، ۱۹۹۹). برای کشورهای صادرکننده و بنگاه‌های تولیدکننده نفت، بی‌ثباتی قیمت نفت اهمیت بیش‌تری دارد، لذا یکی از اهداف اساسی سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک)، ابداع راه‌کارها و ابزارهایی برای تثبیت قیمت‌ها در بازارهای بین‌المللی نفت، با هدف حذف زیان‌های ناشی از نوسانات غیرضروری قیمت نفت است (مک‌بین^۴، ۱۹۹۹). اهمیت پیش‌بینی قیمت نفت برای ایران از آن جهت است که اقتصاد ایران یک اقتصاد نفتی است و دولت بخش عمده درآمدهای اقتصاد ملی یا اقتصاد کلان را به خود اختصاص داده است (طیب‌نیا، ۱۳۹۲). با توجه به این که هنوز هم وابستگی بودجه عمومی به منابع نفتی (باوجود کاهش

۱- اعراب علیه حامیان اسرائیل

2- Hamilton

3- Sadorsky

4- MacBean

چشم‌گیر) هنوز نزدیک به ۵۰ درصد است (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۸۸) و معادل همین مبلغ را (با فرض نداشتن کسری بودجه) در قالب هزینه‌های عمومی در انواع برنامه‌ها و فعالیت‌های خود هزینه می‌کند و از طرفی چون مسلم شده که توسعه امری یک بعدی نبوده و رشد و توسعه اقتصادی می‌تواند به توسعه اجتماعی و فرهنگی بیانجامد، مهم‌ترین عامل، گزینش درست اهداف، منابع و مصارف بودجه، استراتژی‌ها و در نهایت رسالت‌های سیستم برنامه و طراحی بودجه است، که از مهم‌ترین منابع تأمین اعتبار و درآمدها در بودجه کل کشور، درآمد حاصل از فروش نفت خام می‌باشد (اهرنجانی، ۱۳۸۷). حال در چنین وضعیتی که اقتصاد ایران وابستگی زیادی به درآمدهای نفتی دارد، تغییرات قیمت نفت که از تحولات برون‌زا سرچشمه می‌گیرد و از کنترل سیاست‌گذاران اقتصادی خارج است، می‌تواند درآمدهای نفتی کشور را با نوسانات زیادی مواجه نماید. این درآمدهای ناپایدار، عامل اصلی بی‌ثباتی‌ها و ناپایداری تولید ناخالص داخلی کشور می‌باشند، به طوری که هرگونه تغییر در قیمت نفت موجب تغییر تولید ناخالص داخلی و در نتیجه بی‌ثباتی این متغیر مهم اقتصادی می‌شود. علاوه بر این، بودجه دولت نیز که زبان مالی اهداف و برنامه‌های اقتصادی است، بر این درآمدهای ناپایدار، نوسانی و ناشی از فروش سرمایه ملی متکی می‌باشد (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۸). از سوی دیگر در تبیین نظریه‌های مربوط به پیامدهای کلان تغییر قیمت نفت دو مکانیسم وجود دارد که قابل تعمیم به سایر کالاهاست و بی‌ثباتی قیمت برای هر کالایی که به‌عنوان نهاده تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد، تأثیر منفی بر اقتصاد خواهد داشت. اولین مکانیسم از طریق تکانه‌های بخشی است: برخی از عوامل تولید اعم از نیروی کار و سرمایه در فرآیند تولید تخصصی مشغول هستند، که انتقال آن‌ها به صنایع دیگر هزینه‌بر است. بنابراین، تغییرات قیمت در هر نهاده و یا احتمالاً محصول که تخصیص بهینه نیروی کار و سرمایه بین صنایع را تحت تأثیر قرار دهد، اقتصاد کلان را متحمل هزینه سنگینی می‌کند. مکانیسم دوم، ارزش انتخاب تعداد وقفه‌های برگشت سرمایه است، زمانی که در مورد سطوح آینده قیمت‌ها برای نهاده‌ها و محصولات، ناپایداری وجود دارد. بی‌ثباتی در قیمت هر نهاده و محصول (نه فقط نفت) یک ارزش انتخاب غیرمنفی برای سرمایه‌گذاری برگشت‌ناپذیر ایجاد می‌کند. به هر حال، اگر بی‌ثباتی وجود داشته باشد، قیمت‌ها در طول زمان تغییر خواهند کرد و ارزش وقفه‌ها با قیمت‌های رایج، متعادل خواهند شد، بنابراین دلایل قوی و آشکاری برای اثبات کاهش سطح عمومی سرمایه‌گذاری وجود ندارد (فردرر، ۱۹۹۶).

۳- پیشینه مطالعات تجربی

اگر چه تحقیقات و مطالعات بسیاری در حوزه انرژی و نفت انجام گرفته، اما در این بخش فقط مقالاتی که به تبیین و پیش‌بینی قیمت نفت پرداخته‌اند، بررسی می‌شوند. مطالعاتی نظیر همیلتون (۱۹۸۳)، کیم و لوگانی^۱ (۱۹۹۲)، راتمبرگ و ودفرد^۲ (۱۹۹۶) و فین^۳ (۲۰۰۰)، بیش‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت نفت را متغیرهای پولی و برخی مالی بین‌المللی تشخیص دادند. در این مطالعات که با استفاده از روش شبیه‌سازی انجام شده، با برازش مدل‌های مختلف به این نتیجه رسیده‌اند که بخش نااطمینانی و بی‌ثباتی در قیمت نفت به مرور بیش‌تر شده است. لی و همکاران^۴ (۲۰۰۵) رابطه هم‌جمعی را برای سری‌های زمانی قیمت نفت برنت و نفت داکینگ بر پایه مدل تصحیح خطا^۵ (ECM)، مورد مطالعه و آزمون قرار دادند. آن‌ها رابطه علیت بین این دو نوع نفت‌خام را نشان دادند. گروهی دیگر از تحقیقات ارائه شده برای پیش‌بینی قیمت نفت‌خام، آن دسته از مدل‌ها هستند که برای لحاظ کردن پیچیدگی‌های بازار نفت، از الگوهای غیرخطی و ترکیبی استفاده کرده‌اند. در این راستا، شمبارا و روسیتتر^۶ (۲۰۰۷)، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و میانگین متحرک‌های متناوب، به پیش‌بینی قیمت نفت‌خام در بازار آتی‌ها پرداختند، هم‌چنین وانگ و همکاران^۷ (۲۰۰۵)، قیمت نفت‌خام را بر اساس ترکیبی از مدل‌های خطی و غیرخطی (آنها نام مدل خود را $TEI@I$ ^۸ نامیدند)، پیش‌بینی کردند، این مدل بر پیش‌بینی با یک شبکه عصبی به تنهایی برتری دارد. ژی و همکاران^۹ (۲۰۰۶)، با استفاده از مدل ماشین بردار پشتیبانی^{۱۰} (SVM)، به پیش‌بینی قیمت نفت‌خام پرداختند و نشان دادند که این مدل بر مدل‌های غیرخطی مزیت دارد. مهرآرا و همکاران^{۱۱} (۲۰۰۸)، عایدی حاصل از پیش‌بینی در بازار آتی‌های نفت را با روش تلفیقی شبکه عصبی $GMDH$ ^{۱۲} و الگوریتم ژنتیک بررسی کردند. نتایج

1- Kim & Loungani

2- Rotemberg & Woodford

3- Finn

4- Lee et al

5- Error Correction Model

6- Shambora & Rossiter

7- Wang et al

8- text mining + econometrics + intelligence (intelligent algorithms). Using "@" to replace "+" is to emphasize the central role of integration (به کار برده شده است)

9- Xie et al

10- Support vector Machine

11- Mehrara et al

12- Group Method of Data Handling

نشان داد که عایدی حاصل از پیش‌بینی روش تلفیقی مذکور، در دوره‌های مختلف زمانی نسبت به مدل‌های سنتی و خطی به مراتب بیش‌تر است. کولکارنی و حیدر^۱ (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای به پیش‌بینی قیمت نفت‌خام WTI برای سه روز آینده پرداخته و نتیجه گرفتند که یک مدل پویا با ۱۳ تأخیر برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت نقطه‌ای نفت‌خام، مناسب می‌باشد. هم‌چنین دقت پیش‌بینی قیمت بازار به ترتیب ۷۸ درصد، ۶۶ درصد و ۵۳ درصد برای یک، دو و سه روز آینده برآورد شده است. غفاری و زارع^۲ (۲۰۰۹)، تغییرات قیمت نفت‌خام WTI را بررسی و به منظور کاهش تأثیرات اختلالات کوتاه‌مدت غیرقابل پیش‌بینی، از یک الگوریتم برای فیلتر اطلاعات استفاده کرده‌اند. نتیجه این طور نشان داده شده است که برای چندین دوره انتخاب شده تصادفی، پیش‌بینی، به طور قابل ملاحظه‌ای از نتیجه بیش‌تر الگوریتم‌های پیش‌بینی اخیر بالاتر بوده است. برای اطمینان از صحت و اعتبار الگوریتم، چندین پیش‌بینی در طول یک ماه انجام شده و نتایج نشان داده است که پیش‌بینی‌های این دوره‌ها سازگار هستند. در این مطالعه با توجه به نوسانی و تصادفی بودن روند تغییرات روزانه قیمت نفت‌خام، با معرفی نظریه انتظارات تطبیقی (که کارایی زیادی در تحلیل روندهای سری زمانی تصادفی دارد)، این تئوری در ساختار شبکه‌ی عصبی مصنوعی پیاده و با مقایسه‌ی آن با مدل ARIMA، تحت ۴ معیار سنجش خطا، به پیش‌بینی روزانه‌ی قیمت نفت اوپک پرداخته شده است. دسوزا اسیلوا و همکاران^۳ (۲۰۱۰)، برای پیش‌بینی نوسانات آینده قیمت نفت خام از مدل مخفی مارکف^۴ (HMM) استفاده کردند. این روش پیش‌بینی از سه مرحله تشکیل شده است. ابتدا از تجزیه و تحلیل موجک برای حذف نوسانات فرکانس بالای قیمت، که می‌تواند به‌عنوان نویز در نظر گرفته شود، استفاده شده است. سپس، با استفاده از HMM توزیع احتمال قیمت بازگشتی انباشته شده در طول روزهای آینده پیش‌بینی و در نهایت، از این توزیع، برای پی بردن به روند آتی قیمت نفت استفاده گردیده است. نتایج تحقیق نشان داد که روش پیشنهادی می‌تواند ابزار مفیدی برای پیش‌بینی تصمیم‌گیری در مورد عوامل شرکت کننده در بازار نفت خام باشد. شایان‌ارانی و تی‌تی‌دژ (۱۳۷۷)، نوعی سیستم برای پیش‌بینی قیمت روزانه نفت برنت در بازار بورس لندن طراحی کردند. در این سیستم از مدل‌های اقتصادسنجی و شبکه‌های

1- Kulkarni & Haidar

2- Ghaffari & Zare

3- De Souza e Silva et al

4- Hidden Markov Model

عصبی مصنوعی استفاده شده و در نهایت نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه شده‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که عملکرد شبکه‌های عصبی تا حدودی بهتر از مدل‌های اقتصادسنجی است. زمانی (۱۳۸۴)، نشان داد که مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی^۱ (ARDL)، نسبت به مدل‌های تصحیح خطا و OLS، قیمت نفت WTI را با دقت بیش‌تری پیش‌بینی می‌کند. مدیر شانه‌چی و علیزاده (۱۳۸۵)، با استفاده از شبکه‌های عصبی رگرسیون عمومی، مدل هوشمندی را برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت نفت ایران (به‌صورت ماهانه) طی دوره‌ی ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۳ ارائه کرده‌اند. نتایج شبیه‌سازی نشان داد که سیستم طراحی شده، کارایی مناسبی در بازه‌های زمانی مختلف از خود نشان می‌دهد. در این مطالعه قیمت‌گذاری نفت ایران بر پایه قیمت نفت برنت بوده است. فلاحی و پیغمبری (۱۳۸۶)، به بررسی آثار دوطرفه نوسانات قیمت سبد نفتی اوپک و رشد اقتصادی هفت کشور مهم عضو OECD طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۸۰، پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از داده‌های فصلی و الگوی خودرگرسیون برداری، به این نتیجه رسیدند که اثر تغییر قیمت سبد نفتی اوپک بر سطح تولید ناخالص داخلی واقعی این کشورها، محدود به کوتاه‌مدت است. به علاوه، جهت علیت، یک‌طرفه و از نرخ رشد قیمت سبد نفتی اوپک، به نرخ رشد تولید ناخالص داخلی واقعی هر یک از این کشورهاست. ابریشمی و همکاران (۱۳۸۷)، در مطالعه خود اثرات نامتقارن نوسانات قیمت نفت بر رشد اقتصادی را در کشورهای عضو OECD صادرکننده نفت مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که شوک کاهش قیمت نفت تأثیر معنی‌داری بر تولید ندارد، ولی شوک مثبت قیمت نفت به طور معنی‌دار بر تولید مؤثر است. یافته دیگر این مطالعه، این است که شوک‌های نفتی و پولی مهم‌ترین منبع بی‌ثباتی رشد تولید محسوب می‌شوند. شکیبایی و همکاران (۱۳۸۸)، تلاش کردند علاوه بر پیش‌بینی تولید نفت خام در یازده کشور تولیدکننده، با استفاده از دو مدل رگرسیون خطی و شبکه‌های عصبی، نتایج به‌دست آمده در هر کشور را به‌طور مجزا مقایسه نمایند. تخمین‌ها، حاکی از آن است که شبکه‌های عصبی، پیش‌بینی‌های بهتری نسبت به مدل‌های رگرسیون خطی ارائه می‌کنند. بهرام‌مهر (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای، با استفاده از هموارسازی موجک و شبکه‌ی عصبی مصنوعی به پیش‌بینی روزانه قیمت نفت خام در بورس نیویورک و نفت خام خلیج مکزیک برای دوره‌ی ۲۰۰۰/۱/۴ تا ۲۰۰۴/۹/۲ پرداخته است. در این مطالعه، در مدل ترکیبی، از خاصیت هموارسازی تبدیل موجک برای

1- Auto Regressive Distributed Lag

کاهش سطح نویز داده‌ها استفاده شده و سپس قیمت نفت به‌وسیله شبکه‌ی عصبی مصنوعی و با داده‌های هموارسازی شده، پیش‌بینی شده است. نتایج حاصل از مقایسه‌ی RMSE مدل‌های رقیب با مدل ترکیبی مورد اشاره، دلالت بر آن دارد که کاهش نویز و هموارسازی داده‌ها، عملکرد پیش‌بینی قیمت نفت را بهبود می‌دهد.

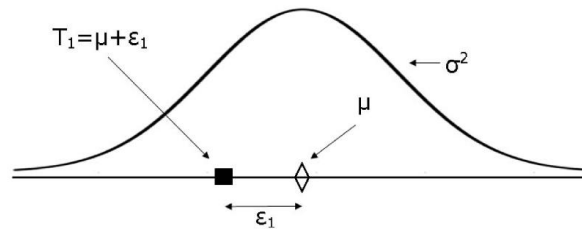
مشاهده می‌شود که اهمیت نفت باعث شده مطالعات متعددی در زمینه پیش‌بینی قیمت آن انجام شود. بیش‌تر مطالعات از یک متغیر برای پیش‌بینی قیمت نفت استفاده کرده‌اند و این موضوع دقت نتایج حاصل از آن‌ها را به شدت کاهش داده است. (پورکاظمی و اسدی، ۱۳۸۸) تعداد بسیار محدودی از مقالات از دو یا چند متغیر برای پیش‌بینی استفاده نموده‌اند و نتایج به‌مراتب دقیق‌تری به‌دست آمده است اما در همین مطالعات نیز دلیل خاصی برای انتخاب این متغیرها به چشم نمی‌خورد. در این مقاله با توجه به این‌که متغیرهای مورد استفاده از روش داده‌کاوی و خوشه‌بندی از میان ۴۷ متغیر تأثیرگذار بر قیمت نفت که نهایتاً در سه دسته تأثیرگذار قوی، تأثیرگذار ضعیف و غیرمؤثر تقسیم بندی شده‌اند، فقط از متغیرهای دسته تأثیرگذار قوی استفاده شده است. لذا دقت نتایج در روش متا آنالیز^۱ که خود ترکیبی از روش‌های مذکور می‌باشد، بسیار بالاتر خواهد بود (میرزایی، ۱۳۹۰). در روش‌های غیرخطی این تحقیق (به‌جز شبیه‌سازی) از عوامل دسته تأثیرگذار قوی شامل ذخایر اثبات شده نفت OECD (سالانه هزار میلیون بشکه)، تولید نفت اوپک (روزانه هزار بشکه)، ظرفیت پالایشگاه‌های نفت OECD (روزانه هزار بشکه)، قیمت طلا (دلار آمریکا به ازای هر اونس)، رشد اقتصادی گروه ۷ (درصد) و شاخص نفت برنت (دلار آمریکا به ازای هر بشکه) استفاده شده است. البته دسته تأثیرگذار قوی شامل نه متغیر بود که به دلیل داشتن رابطه همبستگی خطی قوی (ضریب همبستگی بزرگ‌تر از ۰.۹ و کوچک‌تر از -۰.۹)، نمی‌توانند به‌طور هم‌زمان در تحلیل قرار بگیرند و چهار عامل تولید نفت جهان، تولید نفت آمریکا، مصرف نفت جهان و رشد اقتصادی OECD به دلیل تأثیرگذاری کم‌تر حذف شده‌اند (میرزایی، ۱۳۹۰). لذا تحلیل با پنج متغیر باقی‌مانده شاخص قیمت نفت برنت در سال‌های قبل (جمعا ۶ متغیر)، صورت گرفته است (سلیمیان، ۱۳۹۱).

۴- روش شناسی تحقیق

یکی از انواع ارزشیابی‌هایی که به بررسی پژوهش‌های گذشته با هدف ترکیب و تلفیق آنها می‌پردازد، متا آنالیز است که برخی آن را ارزشیابی پژوهش‌های گذشته می‌نامند (زاهدی و محمدی، ۱۳۸۴). متا آنالیز یک روش آماری است که برای ترکیب نتایج مجموعه‌ای از پژوهش‌های مستقل از یکدیگر که همه آنها به آزمون یک فرضیه مشترک پرداخته‌اند مورد استفاده قرار می‌گیرد در این روش از آمار استنباطی برای تلفیق و ترکیب یافته‌های آن پژوهش‌ها یا نتیجه‌گیری‌هایی درباره نتیجه کلی این مطالعات و پژوهش‌های قبلی استفاده می‌شود (جانسون و همکاران^۱، ۲۰۰۰). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که متا آنالیز نوعی پژوهش درباره پژوهش‌های دیگر است و چنین کاری، خود یک پژوهش مستقل محسوب می‌شود. از مزایای این نوع پژوهش در مقایسه با پژوهش‌های دیگر این است که جامعه آماری آن، پژوهش‌های قبلی و واحد پژوهش آن، هر یک از پژوهش‌های اولیه و مستقل پیشین است. ما نیازمند روش‌هایی برای تلخیص مطالعات انجام شده هستیم تا بدین وسیله دانش را از دل پژوهش‌های منفرد و مستقل استخراج نماییم (کولیک و کولیک^۲، ۱۹۸۹). یکی دیگر از دلایل مزیت پژوهش‌های متا آنالیز وجود پژوهش‌هایی است که شاید از اعتبار کافی برخوردار نباشند و یا نتایج آنها، یکدیگر را تأیید نکنند. جین گلاس می‌گوید: تجربه به من آموخته است که هر پژوهشی حداقل از یک نظر دچار کاستی است. به عبارت دیگر هیچ پژوهشی یافت نمی‌شود که از هر جهت معتبر باشد. به این ترتیب این فرض مسلم که ما با انجام آنچه معمولاً یک پژوهش و یک مطالعه نامیده می‌شود، به طرف حقیقت پیش می‌رویم، مورد تردید واقع می‌شود (گلاس^۳، ۲۰۰۰). یک پژوهش متا آنالیز حقیقت بزرگ^۴ را به شما نشان خواهد داد (گلاس، ۲۰۰۰). هم‌چنین متا آنالیز اشتباهات آماری مختلف را تصحیح می‌کند و به ما امکان می‌دهد تا نتایج به دست آمده همه‌ی پژوهش‌های انجام شده درباره یک موضوع را جمع‌آوری و پس از بررسی کلیه آنها، برآوردی از روابط واقعی و در دست موجود بین متغیرهای مستقل و وابسته در جامعه آماری به‌دست آوریم (دالتون و همکاران^۵، ۱۹۹۸). در همه مطالعات قبل، ابتدا فرضیه‌ی وجود گام تصادفی

1-Johnson et al
2-Kulic& kulic
3-Glass
4- Big Fact
5-Dalton et al

با روش‌های مختلفی نظیر آزمون نسبت واریانس لو و مکینلی یا آزمون چاو و دنینگ یا کانتیراس بومت استرپ و غیره رد شده و سپس پیش‌بینی‌های لازم صورت گرفته است. در مطالعه حاضر نیز قیمت نفت با توجه به نتایج این مطالعات (مبنی بر عدم وجود گام تصادفی) پیش‌بینی شده است. در متا آنالیز دو نوع اثر ثابت و تصادفی، وجود دارد. در مدل اثرات ثابت فرض می‌شود که همه‌ی مطالعات اندازه‌ی اثر یکسان μ را دارند. اثرات مشاهده شده، توزیعی حول μ با واریانس σ^2 خواهند داشت که وزن هر مطالعه به‌اندازه نمونه اولیه بستگی دارد.



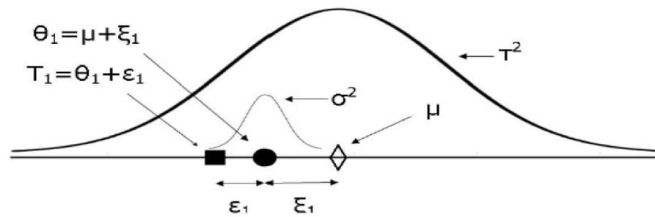
شکل ۱- مدل اثرات ثابت با اثر صحیح μ و واریانس σ^2

در شکل ۱، μ اثر صحیح را نشان می‌دهد و اثر مشاهده شده T_1 مساوی با $\mu + \epsilon_1$ است. ϵ_1 خطای درون مطالعه‌ای است. از آنجایی که همه مطالعات از یک جامعه با اندازه اثر μ نمونه‌گیری شده‌اند، بنابراین باید فقط یک منبع خطای نمونه‌گیری (e) را شناخت. از آنجایی که هدف، اختصاص وزن بیش‌تر به مطالعاتی است که از حجم اطلاعات بالاتری برخوردارند، پس باید وزن هر مطالعه را با اندازه نمونه آن تعیین کرد. این روش عمومی مورد استفاده است به‌جز در حالتی که وزن‌ها تابعی از معکوس واریانس در نظر گرفته می‌شود. وزن تخصیص یافته برای هر مطالعه i ، $W_i = \frac{1}{V_i}$ که V_i واریانس درون مطالعه‌ای برای مطالعه (i) است. میانگین وزنی (\bar{T}) نیز به روش زیر به‌دست می‌آید:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^k W_i T_i}{\sum_{i=1}^k W_i}$$

که در آن T_i اندازه اثر است. واریانس اثر ترکیبی نیز به‌صورت $V = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i}$ و خطای استاندارد اثر ترکیبی به‌صورت $SE(\bar{T}) = \sqrt{V}$ خواهد بود. از آن‌جا که دلایل زیادی

وجود دارد که نشان می‌دهد همه مطالعات دقت یکسانی ندارند و نمی‌توان برای آنها اندازه اثر یکسانی در نظر گرفت، بنابراین در این شرایط از مدل اثرات تصادفی استفاده خواهد شد.



شکل ۲ - مدل اثرات تصادفی با اثر صحیح θ_1 و واریانس σ^2

در شکل ۲، مربع پررنگ که همان T_1 را نشان می‌دهد، از یک توزیع با اندازه اثر صحیح θ_1 و واریانس σ^2 نمونه‌گیری شده است. اندازه اثر صحیح θ_1 ، در حقیقت، از یک توزیع با میانگین μ و واریانس T_2 نمونه‌گیری شده است. 1 خطای بین مطالعات است. بنابراین: $T_i = \theta_i + e_i = \mu + \epsilon_i + e_i$. در مدل اثرات تصادفی به دو نوع نمونه‌گیری و دو منبع خطا نیاز است. اول اندازه‌های اثر صحیح θ_1 و دوم اثر مشاهده شده T . خطای نمونه‌گیری درون مطالعات (e) و خطای نمونه‌گیری بین مطالعات ϵ_i . هدف کم کردن مقدار این دو خطاست. آماره Q واریانس کل را نشان می‌دهد و به صورت $Q = \sum_{i=1}^k W_i (T_i - \bar{T})^2$ تعریف می‌شود. درجه آزادی $n - 1$ ، Q ، است. که در آن n تعداد مطالعات است. واریانس بین مطالعه‌ای نیز به صورت:

$$C = \sum_{i=1}^k W_i - \frac{\sum_{i=1}^k W_i^2}{\sum_{i=1}^k W_i} \quad \text{در آن } T_2 \text{ است که در آن} \quad \begin{cases} \frac{Q-df}{C} & \text{اگر } Q > df \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

و df تفاوت واریانس مشاهده شده و انتظاری است.

در مدل اثرات تصادفی نیز هر مطالعه با معکوس واریانسش وزن‌دهی می‌شود. تفاوت این روش با روش اثرات ثابت در این است که واریانس در این حالت شامل مجموع واریانس اصلی (درون مطالعه‌ای) و واریانس T^2 (بین مطالعه‌ای) می‌باشد. مواردی که برای مدل اثرات ثابت وجود داشت، در اینجا نیز وجود دارد (برای تمایز بین این دو، از علامت * برای مجزا کردن اثرات تصادفی از اثرات ثابت استفاده شده است.

$$W_i^* = \frac{1}{V_i}, \quad \bar{T}^* = \frac{\sum_{i=1}^k W_i^* T_i}{\sum_{i=1}^k W_i^*}, \quad V^* = \frac{1}{\sum_{i=1}^k W_i^*}, \quad SE(\bar{T}^*) = \frac{1}{V^*}$$

۵- برآورد مدل و تحلیل نتایج

تصریح مدل

روش‌های زیادی برای برآورد اثرات ثابت و تصادفی وجود دارند که هر کدام از آن‌ها با توجه به ویژگی‌های خاص داده‌ها قابل استفاده هستند. در این مقاله از روش به‌کارگیری میانگین دو گروه، انحراف استاندارد دو گروه و اندازه نمونه دو گروه برای برآورد اثرات ثابت و تصادفی استفاده شده است. میانگین، انحراف استاندارد و اندازه نمونه گروه اول از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ و میانگین، انحراف استاندارد و اندازه نمونه گروه دوم از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ است. منظور از میانگین، میانگین پیش‌بینی‌های همه روش‌ها به تفکیک در سال‌های مذکور است و نیز منظور از انحراف استاندارد، انحراف استاندارد پیش‌بینی‌های همه روش‌ها به تفکیک در سال‌های مذکور است. این مقاله با استفاده از نرم‌افزار CMA-v2^۱ انجام شده است. با توجه به انجام همه روش‌ها در دو نمونه ۵ تایی، اندازه نمونه برای هر روش ۵ بوده است. متغیرهای مورد استفاده در این مدل شامل روش‌های AR، ARMA، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی، داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌کاوی مربوط به قیمت‌های پیش‌بینی شده نفت در بازار بورس برنت از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ میلادی است. متغیر وابسته نیز مقدار پیش‌بینی شده متا آنالیز به وسیله این متغیرها با استفاده از وزن‌هایی است که متا آنالیز به آن‌ها تخصیص داده است. به عبارت دیگر، متغیر وابسته میانگین وزنی متغیرهای مستقل است. به عبارتی دیگر:

$$\text{Meta}_{\text{prediction}} = W_{\text{ARMA}} * \text{ARMA}_{\text{prediction}} + \dots + W_{\text{Shabihsazi}} * \text{Shabihsazi}_{\text{prediction}}$$

که در آن به‌عنوان نمونه منظور از W_{ARMA} وزن تخصیص داده شده به روش ARMA و منظور از $\text{ARMA}_{\text{prediction}}$ مقدار پیش‌بینی شده توسط روش ARMA است که در هم ضرب شده‌اند. وزن سایر متغیرها نیز در مقادیر پیش‌بینی شده توسط آن روش‌ها ضرب شده و در نهایت به‌عنوان پیش‌بینی متا آنالیز با هم جمع شده‌اند. بدیهی است که هر یک از روش‌های پیش‌بینی یک سری نقاط ضعف (جدای از نقاط قوت) خواهد داشت. متا آنالیز این فرصت را به ما می‌دهد تا این ضعف‌ها را با توجه به پیشینه تحقیقات به حداقل برسانیم.

توصیف داده‌ها

داده‌های استفاده شده در این تحقیق شامل داده‌های مربوط به نتایج روش‌های مختلف پیش‌بینی شامل نتایج روش‌های AR، ARMA، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی، داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌کاوی می‌باشد. در جدول ۱

این نتایج نشان داده شده است. در سطر اول این جدول نام محقق و روش مورد استفاده برای تخمین و سال انجام تحقیق آمده است. متغیرهای مورد استفاده در روش‌های AR فازی، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی و داده‌کاوی، ذخیره‌سازی نفت کشورهای OECD^۱، تولید نفت اوپک، ظرفیت پالایشگاه‌های نفت کشورهای OECD، قیمت طلا و رشد اقتصادی کشورهای گروه ۷ و قیمت نفت برنت بوده که از روش داده‌کاوی و خوشه‌بندی به‌دست آمده‌اند. بازه زمانی از سال ۲۰۰۴ تا سال ۲۰۱۳ است که داده‌های سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸ برای آموزش و داده‌های سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ برای اعتبارسنجی، پیش‌بینی و مقایسه مدل با سایر مدل‌ها استفاده شده‌اند.

جدول ۱- داده‌های مربوط به روش‌های مختلف پیش‌بینی و قیمت واقعی نفت خام برنت (دلار در هر بشکه)

سال	قیمت واقعی نفت	میرزایی، ۱۳۹۰ ARMA	سلیمیان، ۱۳۹۱ AR Fuzzy	سلیمیان، ۱۳۹۱ Tanaka Fuzzy	سلیمیان، ۱۳۹۱ Least Square Fuzzy	میرزایی، ۱۳۹۰ NN (Neural Network)	میرزایی، ۱۳۹۰ Data Mining	بیدآباد و پیکارجو، ۱۳۸۷ Shabih Sazi
۲۰۰۴	۴۱/۴۷	۲۷/۴۱	۳۳/۲۸	۴۳/۸۴	۴۳/۹۷	۴۰/۱۴	۴۲/۰۲	۳۴/۷
۲۰۰۵	۵۶/۷	۳۱/۷۳	۴۳/۷۹	۴۵/۹۴	۴۶/۰۷	۵۵/۴۷	۵۳/۰۸	۴۸/۸
۲۰۰۶	۶۶/۲۵	۲۸/۳۸	۶۶/۲۴	۵۹/۵۴	۵۹/۷۲	۶۸/۲۲	۶۷/۶۷	۶۱/۵
۲۰۰۷	۷۲/۴۱	۲۶/۲۴	۶۸/۶۵	۶۷/۴۴	۶۷/۶۵	۶۴/۴۴	۷۴/۱۶	۶۷/۶
۲۰۰۸	۹۹/۷۵	۲۴/۸۵	۷۱/۰۳	۷۷/۹۱	۷۸/۱۷	۱۰۲/۹۲	۹۹/۰۹	۹۹/۶
۲۰۰۹	۶۲/۰۹	۲۳/۹۲	۷۳/۴۴	۷۸/۰۵	۷۸/۳۴	۵۶/۳۵	۵۸	۱۰۵/۲
۲۰۱۰	۷۹/۵	۵۷/۲۷	۷۵/۸۵	۹۷/۲۵	۹۷/۴۴	۸۹/۴۶	۸۴/۳۳	۱۱۱/۳
۲۰۱۱	۹۵/۱۱	۵۴/۱۲	۷۸/۲۷	۹۹/۷۲	۹۹/۹۱	۹۳/۹۲	۱۰۸/۲	(B)۱۱۶/۸
۲۰۱۲	۱۱۱/۲۸	۵۱/۴۲	۸۰/۶۹	۱۰۲/۲	۱۰۲/۳۵	۹۷/۹۴	۱۱۳/۶	(B)۱۲۲/۴۴
۲۰۱۳	۱۰۷/۴۳	۴۹/۰۹	۸۳/۱۲	۱۰۴/۶۹	۱۰۴/۹۸	۹۵/۷۱	۱۰۹/۸	(B)۱۲۱/۰۸
میانگین قیمت	۹۱/۰۸	۴۷/۱۶	۷۸/۲۷	۹۶/۳۸	۹۶/۶۰	۸۶/۶۸	۹۴/۷۹	۱۱۵/۳۶

منبع: یافته‌های تحقیق

۱- لازم به ذکر است منظور از ذخیره‌سازی نفت این کشورها، میزان کلی این ذخایر است که ممکن است بعضی از این کشورها میزان بسیار کم یا حتی ذخایر اثبات شده نفت نداشته باشند و صرفاً میزان کل ذخایر در نظر گرفته شده است.

دلیل محدودیت تعداد تحقیقات استفاده شده وجود تعداد کم مطالعات مربوط به پیش‌بینی قیمت نفت برنت طی دوره زمانی مورد بررسی بوده است. کم بودن تعداد محققین نیز ناشی از همین مطلب می‌باشد. با وجود این کمبود نقطه‌ی قوت این مطالعات استفاده از روش‌های قوی پیش‌بینی می‌باشد که در آنها ۴۷ متغیر اصلی تأثیرگذار بر قیمت نفت از روش داده‌کاوی و خوشه‌بندی استخراج شده و کلیه این متغیرها در همه روش‌های فازی، AR فازی، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی، داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌کاوی از تمامی این متغیرها استفاده شده است. تنها در روش‌های ARMA و شبیه‌سازی به دلیل متغیرهای مورد نیاز در این روش‌ها از متغیرهای مذکور استفاده نشده است. محقق حداقل دخالت را در تعیین متغیرها دارد (البته آن هم در شرایط خاص مانند اتکا به نتایج سایر مطالعات یا اهمیت بسیار بالای یک متغیر) و شرایط مدل صرفاً تعیین کننده متغیرهای اولیه آن‌ها می‌باشد.

در دو ستون اول این جدول سال و داده‌های مربوط به مقادیر واقعی قیمت نفت برنت در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ آمده است. در سایر ستون‌های این جدول نتایج پیش‌بینی مدل‌ها در سال‌های مذکور، آورده شده است (همه اعداد این جدول بر حسب دلار به ازای هربشکه می‌باشند). از آن‌جا که داده‌های روش شبیه‌سازی تا سال ۲۰۱۰ پیش‌بینی شده بودند، برای سه سال بعد این مقادیر از روش برون‌یابی به‌دست آمده‌اند که با (B) به‌عنوان برون‌یابی مشخص شده‌اند. در سطر آخر این جدول میانگین قیمت آمده است که منظور از آن، میانگین قیمت نفت در پنج سال پیش‌بینی شده یعنی از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ است. نتایج نشان می‌دهد که روش داده‌کاوی به‌طور متوسط کم‌ترین میزان اختلاف و روش ARMA به‌طور متوسط بیش‌ترین اختلاف را با قیمت‌های واقعی نفت دارند. هم‌چنین نتایج بیانگر این است که میزان اختلاف روش‌های غیرخطی از مقادیر واقعی، بسیار کم‌تر از روش خطی ARMA است. بنابراین، می‌توان روش ARMA را نیز از تحلیل حذف نمود و فقط با سایر روش‌های غیرخطی به پیش‌بینی قیمت نفت پرداخت. نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که در بین روش‌های فازی، روش حداقل مربعات فازی، دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به سایر روش‌ها (البته با اختلاف بسیار کم نسبت به تاناکا فازی) دارد. همان‌طور که در بالا نیز عنوان شد در همه روش‌های فازی، AR فازی، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی، داده‌های شبیه‌سازی شده و داده‌کاوی از همه این متغیرها استفاده شده است. در روش‌های ARMA و شبیه‌سازی از این متغیرها استفاده نشده است (با توجه به

متغیرهای لازم برای این روش‌ها). در همه این روش‌ها بازه زمانی یکسان بوده و مطالعه موردی، قیمت نفت خام برنت بوده است. ضمناً در تمام این روش‌ها (به جز دو ARMA و شبیه‌سازی) متغیرهای توضیحی کاملاً یکسان بوده‌اند (در این دو مورد خاص نیز چند مورد متغیر یکسان وجود داشته است). در خصوص بررسی اعتبار نتایج مطالعات به کار رفته در این مقاله، به اعتبار مجلاتی که این مقالات در آنها چاپ شده یا اعتبار پایان نامه‌های مورد نظر و بررسی صحیح بودن فرآیند انجام کار در این مطالعات اکتفا شده است. نتایج به دست آمده در این مقاله محدود به دوره زمانی مورد بررسی و مطالعات به کار رفته می‌باشد و در تفسیر و تعمیم نتایج آن بایستی جانب احتیاط رعایت شود. در ادامه جدول آمار توصیفی روش‌های مورد استفاده به صورت جدول ۲ می‌آید.

جدول ۲- آمار توصیف داده‌ها و روش‌های مورد استفاده

روش	تعداد داده‌ها	حداقل مقدار	حداکثر مقدار	میانگین	انحراف معیار
مقدار واقعی	۵	۶۲/۰۹	۱۱۱/۲۸	۹۱/۰۸	۲۰/۴۰
متا آنالیز	۵	۶۴/۳۸	۱۰۴/۳۰	۸۸/۹۹	۱۶/۵۲
آرما	۵	۲۳/۹۲	۵۷/۲۷	۴۷/۱۶	۱۳/۳۴
اتورگرسیو فازی	۵	۷۳/۴۴	۸۳/۱۲	۷۸/۲۷	۳/۸۲
تاناکا فازی	۵	۷۸/۰۵	۱۰۴/۶۹	۹۶/۳۸	۱۰/۶۱
حداقل مربعات فازی	۵	۷۸/۳۴	۱۰۴/۹۸	۹۶/۶۰	۱۰/۵۸
شبکه عصبی مصنوعی	۵	۵۶/۳۵	۹۷/۹۴	۸۶/۶۷	۱۷/۲۳
داده کاوی	۵	۵۸/۰۰	۱۱۳/۶۰	۹۴/۷۸	۲۳/۵۶
شبیه‌سازی	۵	۱۰۵/۲۰	۱۲۲/۴۴	۱۱۵/۳۶	۷/۱۵

منبع: یافته‌های تحقیق

بر این اساس جدول بیش‌ترین میانگین پیش‌بینی مربوط به روش شبیه‌سازی و کم‌ترین میانگین مربوط به روش ARMA می‌باشد. هم‌چنین بیش‌ترین انحراف معیار مربوط به روش داده‌کاوی و کم‌ترین انحراف معیار مربوط به روش اتورگرسیو فازی می‌باشد.

جدول وزن‌های ثابت و تصادفی

با در نظر گرفتن اثرات ثابت و تصادفی مطالعات گوناگون، وزن‌دهی به روش‌های مختلف و حاصل ضرب وزن هر متغیر در مقدار پیش‌بینی شده آن، مبنای پیش‌بینی‌های

آینده خواهد بود. البته وزن‌های ثابت و تصادفی به میزان بسیار اندکی با هم تفاوت داشتند که در گرد کردن اعداد مربوط به وزن‌ها قابل چشم‌پوشی بود. بنابراین در این تحقیق از وزن‌های تصادفی به دلیل عادلانه‌تر بودن آن (هر چند با تفاوت بسیار اندک) استفاده شده است. عدم تفاوت زیاد بین روش‌های ثابت و تصادفی نیز به علت عدم تفاوت زیاد در حجم مطالعات می‌باشد، زیرا هنگامی این دو اثر متفاوت از هم خواهند بود که حجم یکی از مطالعات بسیار بیش‌تر یا بسیار کم‌تر از سایر مطالعات باشد (برنشتین، هگز و روزتین، ۲۰۰۷). در این حالت مدل تصادفی، وزن‌ها را عادلانه‌تر از مدل ثابت تخصیص می‌دهد و به مطالعه با حجم کم‌تر، وزن بیش‌تر و به مطالعه با حجم بیش‌تر، وزن کم‌تری اختصاص خواهد داد (برنشتین، هگز و روزتین، ۲۰۰۷). در جدول ۳ وزن‌های ثابت و تصادفی روش‌های مختلف پیش‌بینی، ارائه شده است.

جدول حاصل از مدل‌های اثرات ثابت و تصادفی نشان می‌دهد که روش تاناکا فازی با وزن ثابت ۱۰.۵۳ و وزن تصادفی ۱۰.۸۰ دارای کم‌ترین وزن و روش شبکه عصبی مصنوعی با وزن ثابت ۱۹.۲۶ و وزن تصادفی ۱۸.۸۳ دارای بیش‌ترین وزن است. به نظر می‌رسد وزن کم‌تر باشد، روش‌های فازی ناشی از واریانس بیش‌تر آن نسبت به سایر روش‌ها باشد، زیرا این روش بازه‌ای از پیش‌بینی به جای یک نقطه خاص پیش‌بینی ارائه می‌کند (سلیمیان، ۱۳۹۱). نتایج هم‌چنین نشان می‌دهد که وزن اتورگرسو فازی نسبت به سایر روش‌های فازی مانند تاناکا و حداقل مربعات فازی بیش‌تر است.

جدول ۳- وزن‌های ثابت و تصادفی مطالعات مختلف

روش‌ها	وزن (ثابت)	وزن (تصادفی)
AMR	۱۴/۶۰	۱۴/۶۴
اتورگرسو فازی	۱۵/۹۰	۱۵/۸۳
تاناکا فازی	۱۰/۵۳	۱۰/۸۰
حداقل مربعات فازی	۱۰/۵۴	۱۰/۸۱
شبکه عصبی	۱۹/۲۶	۱۸/۸۳
داده‌کاوی	۱۸/۶۲	۱۸/۲۷
شبیه‌سازی	۱۰/۵۶	۱۰/۸۳

منبع: یافته‌های تحقیق

برآورد مدل

همان‌طور که ذکر شد در این مقاله از میانگین دو گروه، انحراف استاندارد دو گروه و اندازه نمونه دو گروه برای برآورد اثرات ثابت و تصادفی استفاده شده و سپس وزن هر روش در مقدار پیش‌بینی شده آن در سال‌های مختلف ضرب و در نهایت حاصل‌ضرب همه‌ی روش‌ها با هم جمع شده‌اند. جدول ۳ نتایج پیش‌بینی شده توسط روش متا آنالیز را نشان می‌دهد. در سطر اول این جدول سال و در سطر دوم قیمت واقعی نفت در سال‌های مورد بررسی و در سطر آخر نتایج پیش‌بینی شده توسط روش متا آنالیز آمده است.

جدول ۴- مقادیر پیش‌بینی شده به روش متا آنالیز (دلار به ازای هر بشکه)

سال	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	میانگین
قیمت واقعی نفت	۴۱/۴۷	۵۶/۷	۶۶/۲۵	۷۲/۴۱	۹۹/۷۵	۶۲/۰۹	۷۹/۵	۹۵/۱۱	۱۱۱/۲۸	۱۰۷/۴۳	۹۱/۰۸
قیمت پیش‌بینی شده توسط روش متا آنالیز	-	-	-	-	-	۶۴/۳۸	۸۱/۵۱	۹۱/۹۳	۱۰۴/۳	۱۰۲/۷	۸۹

منبع: یافته‌های تحقیق

منظور از میانگین در این جدول، میانگین قیمت نفت طی پنج سال پیش‌بینی شده (۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳) است، همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین قیمت نفت در این پنج سال ۹۱/۰۸ دلار بود و میانگین پیش‌بینی متا آنالیز ۸۹ دلار بوده که این اختلاف نسبت به سایر روش‌ها بسیار کم‌تر و نزدیک به ۲ دلار است. به دلیل اختلاف بیش از حد روش ARMA نسبت به داده‌های واقعی نتایج آن در این جدول ذکر نشده است.

ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی

به منظور مقایسه قدرت پیش‌بینی روش‌های مختلف از مقدار MAE که به صورت زیر تعریف می‌شود، استفاده شده است:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|$$

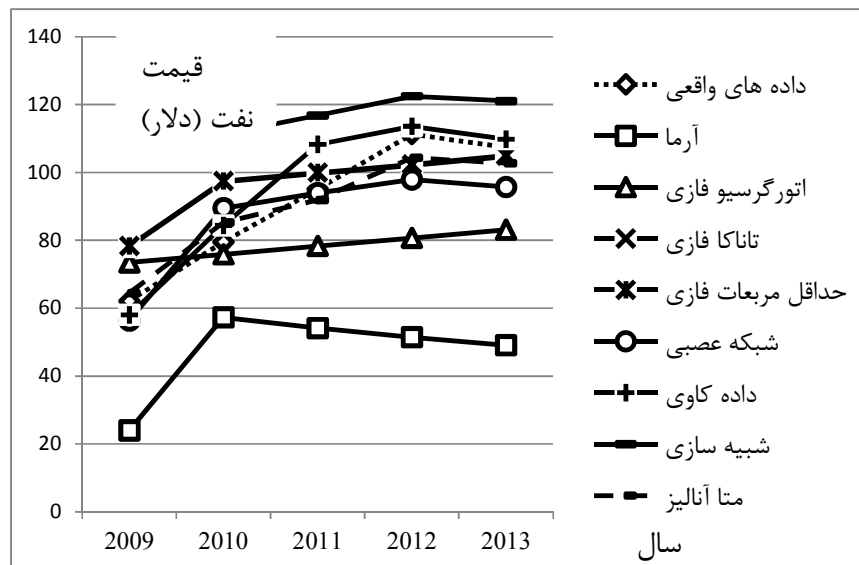
و می‌توان با آن کارایی نتایج را با هم مقایسه کرد.

جدول ۵- مقایسه روش‌های مختلف پیش‌بینی

متا آنالیز	بیدآباد و پیکارجو، ۱۳۸۷ Shabih Sazi	میرزایی، ۱۳۹۰ Data Mining	میرزایی، ۱۳۹۰ NN (Neural Network)	سلیمیان، ۱۳۹۱ Least Square Fuzzy	سلیمیان، ۱۳۹۱ Tanaka Fuzzy	سلیمیان، ۱۳۹۱ AR Fuzzy	میرزایی، ۱۳۹۰ ARMA	محقق، سال مطالعه و روش تخمین
۳/۸۳	۲۴/۲۸	۵/۳۴	۸/۳۹	۱۰/۰۸	۱۰/۰۳	۱۷/۳۵	۴۳/۹۲	$f_i - / n$ y_i $MAE = \sum$

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به مقادیر جدول ملاحظه می‌شود که بیش‌ترین میزان اختلاف پیش‌بینی مربوط به روش ARMA و کم‌ترین میزان اختلاف مربوط به روش متا آنالیز است. به منظور مقایسه بهتر نتایج روش‌های مختلف با قیمت‌های واقعی نفت طی سال‌های مورد مطالعه، نتایج پیش‌بینی همه روش‌ها در نمودار (۲) آمده است.



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۲- مقایسه نتایج روش‌های پیش‌بینی با قیمت‌های واقعی

محور عمودی قیمت نفت و محور افقی سال‌های پیش‌بینی را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که متا آنالیز بهترین قدرت پیش‌بینی را دارد و تقریباً در همه سال‌های مذکور

بسیار نزدیک به قیمت‌های واقعی می‌باشد. از نمودار پیداست که روش ARMA کم‌ترین دقت پیش‌بینی را داشته و پیش‌بینی‌های آن همواره به میزان قابل توجهی در سطح پایین‌تری از قیمت‌های واقعی قرار دارد. روش شبیه‌سازی بعد از ARMA بیش‌ترین تفاوت در پیش‌بینی را نسبت به قیمت‌های واقعی دارد و همواره بالاتر از قیمت‌های واقعی پیش‌بینی کرده است. روش‌های غیرخطی به‌مراتب نتایج دقیق‌تری را نسبت به این دو روش ارائه کرده‌اند. هم‌چنین روش‌های تاناکا فازی و حداقل مربعات فازی به‌دلیل تفاوت ناچیز در مقدار پیش‌بینی تقریباً یکسان دیده می‌شوند.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نفت خام اصلی‌ترین حامل انرژی است و اهمیت تأثیرگذاری قیمت آن در بخش‌های مختلف اقتصادی همواره مورد توجه محققان جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی روند قیمتی و نوسانات آن بوده است. با توجه به این امر که اقتصاد ایران یک اقتصاد نفتی است و دولت بخش عمده درآمدهای اقتصاد ملی یا اقتصاد کلان را به خود اختصاص داده و قیمت نفت متأثر از شرایط جهانی بازار نفت است و هم‌چنین با توجه به این که قیمت آن در بازار تأثیر مستقیمی بر درآمدهای نفتی دارد، لذا اهمیت پیش‌بینی قیمت نفت، محرز و مشخص می‌باشد. با توجه به این موضوع که اکثر مطالعات انجام شده پیشین تنها از عامل متغیر قیمت نفت در سال‌های گذشته برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند و این امر بدیهی است که قیمت نفت تنها متأثر از قیمت نفت در سال‌های گذشته نبوده بلکه عوامل زیادی قیمت نفت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. هم‌چنین، با توجه به این که در تعداد بسیار محدودی از مقالات از دو یا چند متغیر برای پیش‌بینی استفاده شده و نتایج به‌مراتب دقیق‌تری به‌دست آمده (البته در این مطالعات محدود نیز دلیل خاصی برای انتخاب این متغیرها به چشم نمی‌خورد)، در این مقاله با توجه به این که متغیرهای مورد استفاده، از روش داده‌کاوی و خوشه‌بندی ۴۷ متغیر تأثیرگذار بر قیمت نفت (به‌جز شبیه‌سازی) به‌دست آمده و در روش‌های AR فازی، تاناکا فازی، حداقل مربعات فازی، شبکه عصبی و داده‌کاوی برای اولین بار استفاده شده‌اند. بنابراین می‌توان گفت روش متا‌آنالیز که خود ترکیبی از روش‌های مذکور است، از دقت بالنسبه بالاتری برخوردار خواهد بود. در بین روش‌های استفاده شده برای پیش‌بینی، کم‌ترین میزان اختلاف از مقادیر واقعی مربوط به روش داده‌کاوی است. باید خاطر نشان کرد که روش داده‌کاوی به‌کار گرفته شده در این تحقیق از ۴۷ متغیر اصلی تأثیرگذار بر قیمت نفت

استفاده کرده و در نهایت از شش متغیر تأثیرگذار قوی شامل ذخیره‌سازی‌های نفت OECD (سالانه هزار میلیون بشکه)، تولید نفت اوپک (روزانه هزار بشکه)، ظرفیت پالایشگاه‌های نفت کشورهای عضو OECD (روزانه هزار بشکه)، قیمت طلا (دلار آمریکا به ازای هر اونس)، رشد اقتصادی گروه ۷ (درصد) و قیمت نفت برنت (دلار آمریکا به ازای هر بشکه) انتخاب و بررسی شده‌اند. همچنین، در همه روش‌های فازی و شبکه عصبی مصنوعی نیز از این شش متغیر کلیدی در پیش‌بینی قیمت نفت استفاده شده است.

به طور کلی، با توجه به این که روش متا آنالیز با ترکیبی از نتایج سایر روش‌ها قیمت نفت را پیش‌بینی می‌کند و از آن‌جا که منابع نیز به خوبی نمایانگر این است که حتی روش‌های پیش‌بینی قوی مانند روش‌های داده‌کاوی، فازی، شبکه عصبی و ... در بعضی از سال‌ها اختلاف زیادی با مقدار واقعی قیمت نفت دارند، پس در صورتی که بتوان با استفاده از چندین روش غیرخطی قیمت نفت را پیش‌بینی نمود، می‌توان با ترکیب این روش‌ها در فضای متا آنالیز، پیش‌بینی بهتری از قیمت نفت به دست آورد، به خصوص زمانی که متغیرهای مؤثرتر در قیمت نفت را وارد مدل می‌نماییم.

البته باید در نظر داشت که این روش به خودی خود قادر به پیش‌بینی قیمت نیست و متکی به نتایج به دست آمده از سایر روش‌هاست به همین دلیل دامنه‌ی دقت آن وابسته به دقت سایر روش‌های مورد استفاده در میانگین‌گیری است و نیز نتایج فقط در همان دوره و با الزامات و محدودیت‌های داده‌های تحقیق معتبر بوده و بدیهی است که قابل تعمیم به سایر روش‌ها و مطالعات مستقل و ... نیست. با توجه به این نکات برای دستیابی به نتایجی متقن‌تر بهتر است تا به جای استفاده از مطالعات سایر محققان مجموعه روش‌های مورد نظر محقق در یک مجموعه واحد مورد استفاده و سپس از نتایج آنها برای میانگین‌گیری از روش متا آنالیز استفاده گردد. در این صورت قضاوت در مورد روش‌ها با اطمینان بیشتری قابل ارائه خواهد بود. نتایج به خوبی نمایانگر برتری پیش‌بینی متا آنالیز در مقایسه با سایر روش‌هاست. لذا با توجه به نتایج به دست آمده در مطالعات مورد استفاده در این پژوهش و نیز با بیش‌تر کردن تعداد مطالعات انجام شده در یک زمینه می‌توان دقت نتایج متا آنالیز را بالاتر هم برد و همچنین با افزایش حجم نمونه وزن تخصیص داده شده به مطالعات گوناگون را بهبود بخشید تا پیش‌بینی دقیق‌تری به دست آید. انحراف معیار بالای مقادیر واقعی قیمت نفت این حقیقت را نشان می‌دهد که عوامل تأثیرگذار بر قیمت نفت بسیار مهم و شناخت آن‌ها در پیش‌بینی

صحیح قیمت نفت بسیار مهم است، لذا با توجه به این‌که هر روش پیش‌بینی یک سری نقاط ضعف (جدای از نقاط قوت) دارد، می‌توان با ترکیب این روش‌ها نقاط ضعف روش‌های پیش‌بینی را تا حد امکان کاهش داد. در پایان با توجه به این‌که با به‌کارگیری عوامل بیش‌تر مؤثر بر قیمت نفت و نیز با به‌کارگیری روش‌های بیش‌تر و ترکیب آن‌ها می‌توان نتایج بسیار بهتری کسب کرد، لذا پیشنهاد می‌شود که برای مدل‌سازی از این متغیرها و تعدد روش‌ها استفاده شود.

فهرست منابع

- ابریشمی، حمید، آریانا، یاسمین، مهرآرا، محسن، (۱۳۸۶)، *ارزیابی عملکرد مدل‌های پیش‌بینی بی‌ثباتی قیمت نفت*، مجله تحقیقات اقتصادی، (۷۸)، ۲۱-۱.
- اهرنجانی، داود، (۱۳۸۷)، *بررسی نقش نفت در بودجه کشور*، <http://shirmard2005.blogspot.com/1387/08/05/post-70>
- بهبودی، داود، متفکرآزاد، محمدعلی، رضازاده، علی، (۱۳۸۸)، *اثرات بی‌ثباتی قیمت نفت بر تولید ناخالص داخلی در ایران*، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۶ (۲۰)، ۳۳-۱.
- بهرادمهر، نفیسه، (۱۳۸۸)، *پیش‌بینی قیمت نفت خام با استفاده از هموارسازی موجک و شبکه عصبی مصنوعی*، فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، (۱۸)۵، ۹۸-۸۱.
- بیدآباد، بیژن، پیکارجو، کامبیز، (۱۳۸۷)، *شبیه‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت خام*، پژوهش‌نامه اقتصادی، (۲۷)۷، ۱۱۷-۸۳.
- پورکاظمی، محمدحسین، اسدی، محمدباقر، (۱۳۸۸)، *پیش‌بینی پویای قیمت نفت خام با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و با به‌کارگیری ذخیره‌سازی‌های نفتی کشورهای OECD*، مجله تحقیقات اقتصادی، (۸۸)، ۴۶-۲۵.
- تی تی دژ، محمد تقی و شایان ارانی، شاهین، (۱۳۷۷)، *پیش‌بینی قیمت نفت دریای شمال*، اطلاعات سیاسی-اقتصادی، (۱۲۷ و ۱۲۸)، ۲۲۳-۲۱۲.
- جنوبی، پیمان، (۱۳۸۷)، *ارزیابی روند تغییرات بهای نفت در بازارهای جهانی*

زاهدی، شمس‌السادات، محمدی، ابوالفضل، (۱۳۸۴)، *فرا تحلیل راهی به سوی شناسایی ارزشیابی ترکیب و تلخیص پژوهش‌های گذشته*، فصلنامه مطالعات مدیریت بهبود و تحول، (۴۷)، ۵۱-۸۰.

زمانی، مهرزاد (۱۳۸۴). *مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت نفت خام WTI*، فصل نامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۲(۴)، ۳۸-۲۲.

سلیمیان، صلاح، (۱۳۹۱). *پیش‌بینی قیمت نفت با استفاده از روش رگرسیون فازی و مقایسه آن با مدل‌های ARIMA و شبکه عصبی مصنوعی*، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه رازی کرمانشاه.

شکیبایی، علیرضا، نظام آبادی‌پور، حسین و حسینی، سید جعفر (۱۳۸۸)، *پیش‌بینی عرضه نفت خام در یازده کشور تولید کننده با استفاده از شبکه‌های عصبی و رگرسیون خطی (۲۰۰۶-۱۹۸۰)*، دانش و توسعه، ۱۶(۲۷): ۹۸-۱۱۹.

طیبنیا، علی، (۱۳۹۲)، وب سایت تابناک: <http://www.tabnak.ir/fa/news/353928>.

فتاحی، شهرام، میرزایی، ابوالفضل و پورمند، محمود (۱۳۹۰)، *کاربرد داده‌کاوی در تحلیل سری‌های زمانی قیمت نفت*، دومین همایش دانشجویی اقتصاد ایران، دانشگاه مازندران، بابلسر.

فلاحی، محمدعلی و پیغمبری، سعید (۱۳۸۶)، *بررسی آثار متقابل میان نرخ رشد قیمت سبد نفتی OPEC و رشد اقتصادی کشورهای عمده OECD*، پژوهشنامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی، ۷(۲۴)، ۹۷-۱۲۶.

کوره پزان دزفولی، امین (۱۳۸۴)، *اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مدل‌سازی مسایل مهندسی آب*، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیر کبیر.

مدیرشانه‌چی، محمدحسین‌وعلیزاده، ارغوان (۱۳۸۵)، *پیش‌بینی کوتاه‌مدت قیمت نفت با استفاده از شبکه عصبی*، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۳(۹)، ۲۷-۱.

مرکز پژوهش‌های مجلس، (۱۳۸۸)، *گزارش‌های نفت در بودجه مرکز پژوهش‌های مجلس و گزارش اقتصادی*.

میرزایی، ابوالفضل (۱۳۹۰)، پیش‌بینی قیمت نفت با استفاده از داده‌کاوی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه رازی کرمانشاه.

Baus, A. How to Conduct a Meta-Analysis (2002), Available at:<http://www.pitt.edu/suprt1/lecture/1171>.

Borenstein, M., Hedges, L. & Rothstein, H., (2007), Introduction to Meta-Analysis. Available at:

Dalton, D.R., Daily, C.M., & Alen, E., (1998), Meta-Analysis Review of Board Composition, Leadership Structure and Financial Performance, *Strategic Management Journal* 19, 270.

De Souza e Silva, E.G., Legey, L.F.L. & De Souza e Silva, E.A., (2010), Forecasting Oil Price Trends Using Wavelets and Hidden Markov Models, *Energy Economics* 32, 1507-1519.

Federer, J. P., (1996), Oil Price Volatility and the Macroeconomy, *Journal of Macroeconomics* 18, 1-26.

Finn, M.G., (2000), Perfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity, *Journal of Money, Credit, and Banking* 32, 400-416.

Ghaffari, Ali, Zare, Samaneh, (2009), A Novel Algorithm for Prediction of Crude Oil Price Variation Based on Soft Computing, *Energy Economics* 31, 531-536

Glass, G.V., (2000), Meta-Analysis at 25. Arizona State University: College Of Education (Glass.ed.asu.edu/Gene/papers/meta25.html).

Hamilton, J. D., (1983), Oil and Macroeconomy Since World War, *Journal of Political Economy* 91, 228-248.

<http://www.meta-analysis.com/downloads/Meta%20Analysis%20Fixed%20vs%20Random%20effects.pdf>

Johnson, W., Roger, T. Johnson., & Mary, B., (2000), Cooperative Learning Method: a Meta-Analysis, University of Minisota, www.clcrc.com/pages/clmethod.html.

Kim, I. M., & Loungani, P., (1992), The Role of Energy in Real Business Cycle Models, *Journal of Monetary Economics* 29, 173-189.

Kulic, J.A., & kulic C.C., (1989), The Concept of Meta-Analysis, *International Journal of Education Research* 13, 227-340.

Kulkarni, S., & Haidar, I., (2009), Forecasting Model for Crude Oil Price Using Artificial Neural Networks and Commodity Futures Prices, *International Journal of Computer Science and Information Security* 2.

- Lee, K., S. Ni., & R. A. Ratti, (1995), Oil Shocks and the Macroeconomy: the Role of Price Variability, *Energy Journal* 16, 39-56.
- MacBean, A.I., (1999), The Prima Facie Case. In: Greenaway, D., Morgan, C. (Eds.), *The Economics of Commodity Markets*, London: Edward Elgar.
- Mehrara M, Moeini A, Ahrari M, Erfanifard A., (2009), Investigating the Efficiency in Oil Futures Market Based on GMDH Approach, *Journal of Expert Systems with Applications* 36, 7479-7483.
- Rotemberg, J.J., & M. Woodford, (1996), Imperfect Competition and the Effects of Energy Price Increases on Economic Activity, *Journal of Money, Credit and Banking* 28, 550-577.
- Sadorsky, P., (1999), Oil Price Shocks and Stock Market Activity, *Energy Economics* 21, 449-469.
- Shambora W. E., & Rossiter, R., (2007), Are There Exploitable Inefficiencies in the Futures Market for Oil?, *Energy Economics* 29, 18- 27.
- Wang, S., Yu, L & Lai, K., (2005), Crude Oil Price Forecasting with TEI@I Methodology, *Journal of System Science and Complexity* 18, 145-166.
- www.mardomsalari.com/Template1/NewsPrintableVersion.aspx?NID=3490
9 .
- Xie, W., Yu, L., Xu, S. & Wang, S., (2006), A New Method for Crude Oil Price Forecasting Based on Support Vector Machines, http://pdf.aminer.org/000/280/487/a_new_method_for_crude_oil_price_forecasting_based_on.pdf

Forecasting Oil Prices Using a Meta-Analysis Approach

Kiumars Shahbazi¹

Associate Professor, Faculty of Economics and Management, Urmia University, k.shahbazi@urmia.ac.ir

Salah Salimian

Ph.D Student in Economics, Urmia University, salahsalimian@yahoo.com

Received: 2015/03/09 Accepted: 2015/08/26

Abstract

Oil is an important commodity and its price influences international markets. The ability to correctly predict its price is a major challenge for economists. This article compares the predictive power of meta-analysis with other methods in predicting oil prices. We use the AR, ARMA phasal, Tanaka phasal, neural network and simulated data methods to predict Brant prices for the period 2004 to 2013. In nonlinear methods, we use the following variables that impact oil price, including oil supply of OECD countries, OPEC oil production, the capacity of OECD oil refineries, gold prices, economic growth of G7, and the price of Brent oil. We calculate the weights and fixed and random effects of each approach for predicting oil prices. The results indicate that meta-analysis is much more accurate than other linear and nonlinear methods. We thus recommend the use of meta-analysis to increase the reliability of predictions.

JEL Classification: C40, Q41, Q47.

Keywords: Meta-Analysis, Forecasting, Oil Prices, Fixed Effect, Random Effect.

1- Corresponding Author