

تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۲

پذیرش نهایی: ۸۶/۹/۲

آینده پژوهی قیمت نفت با استفاده از تکنیک آنالیز تأثیر بر روند (TIA)

دکتر محمدرضا تقوا*

یاسر عزیزاده**

چکیده

با استفاده از روش آنالیز تأثیر بر روند، الگویی برای استفاده همزمان از داده‌های تاریخی-کمی و تحلیل‌های کیفی فراهم می‌آید. هر یک از تکنیک‌های کمی یا کیفی پیش‌بینی دارای معایبی می‌باشند که این تکنیک با اعمال تأثیر تکنیک‌های کیفی پیش‌بینی بر نتایج بدست آمده از تکنیک‌های کمی، سعی بر انطباق بیشتر نتایج پیش‌بینی با واقعیت دارد. این تکنیک را می‌توان در تمامی زمینه‌هایی که پیش‌بینی آینده متغیرهای پیچیده‌ای همچون قیمت، عرضه، تقاضا و غیره در آن مهم است، بکار گرفت. داده‌های مرتبط با انرژی به لحاظ حجم، قابلیت کاربرد در روش‌های عددی همچون سریهای زمانی و خطوط روند را دارا می‌باشد و البته از سوی دیگر بدلیل اهمیت خاص موضوع، کارشناسان بسیاری به گمانه‌زنی‌ها و پیش‌بینی‌های کیفی در زمینه آینده‌پژوهی آن

* - عضو هیات علمی دانشکده مدیریت دانشگاه علامه طباطبایی

** - کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی دانشگاه علامه طباطبایی

مشغولند. با استفاده از این دو مزیت آنالیز تاثیر بر روند به عنوان مدل مناسبی برای تخمین داده‌های آینده پیشنهاد شده و چگونگی اجرا و بکارگیری آن بررسی می‌گردد. این روش در سال ۲۰۰۶ توسط مولفین برای پیش‌بینی قیمت در سالهای ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بکار گرفته شد و نتایج آن به چاپ رسید. اینک پس از گذشت حدود یکسال نیم از دوره مورد پیش‌بینی و با جمع‌آوری داده‌های واقعی به مقایسه تخمین‌های انجام شده و داده‌های واقعی پرداخته می‌شود تا روش، اعتبارسنجی گردد.

کلید واژه‌ها: آنالیز تاثیر بر روند، تکنیک‌های کمی، تکنیک‌های کیفی، پیش‌بینی قیمت نفت.

مقدمه

همواره میان دو گروه از کارشناسان زمینه پیش‌بینی و آینده‌پژوهی^۱ اختلاف نظر وجود داشته و چه بسا همچنان وجود دارد که آیا روشهای کمی و متکی بر داده‌های تاریخی ارائه‌دهنده تخمین‌های مناسبی از آینده می‌باشند یا روشهای کیفی و مبتنی بر قضاوت. روش‌های کمی را اغلب روش‌های بدون غافلگیری^۲ نیز می‌نامند زیرا تنها با استفاده از داده‌های تاریخی مربوط به رخدادهای بوقوع پیوسته در گذشته اقدام به پیش‌بینی آینده می‌کنند و اگر رخدادی در آینده بوقوع بپیوندد که سابقه تاریخی نداشته باشد روش‌های کمی توانایی پیش‌بینی تاثیرات آنها را بر روند موجود ندارند، و در واقع هیچگاه آماده غافلگیر شدن نیستند.

تکنیک آنالیز تاثیر بر روند (Trend Impact Analysis) که توسط تئودور جی گوردن (Theodore Jay Gordon, 1994) ارائه شده است روشی مناسب برای ترکیب بین روشهای عددی و کیفی است. این تکنیک روش‌های عددی را پایه‌ای برای

1 - Foresight

۲- در اینجا ترکیب "بدون غافلگیری" بجای "Surprise-Free" بکار رفته است و نشان‌دهنده ضعف روشهای کمی است زیرا توانایی پیش‌بینی یا برخورد با رویدادهای کاملاً بکر را ندارند.

پیش‌بینی‌های خود قرار می‌دهد اما با استفاده از اعمال اثر رخدادهای محتمل‌الوقوع در آینده - از دید کارشناسان- سعی در بهبود پیش‌بینی کمی اولیه می‌نماید.^۱ این تکنیک نه یک روش پیش‌بینی کمی جدید ارائه می‌دهد و نه یک روش کیفی جدید برای تحلیل و قضاوت، بلکه تنها روش جدیدی ارائه می‌دهد تا بتوان بطور همزمان از مزایای هر دو نوع روش‌های کمی و کیفی پیش‌بینی سود برد. شاید به همین دلیل بتوان زمینه کاربرد این روش را در تمامی مواردی دانست که تاکنون تنها با استفاده از روش‌های کمی تحلیل و پیش‌بینی شده‌اند.

در این میان زمینه‌هایی همچون انرژی و از جمله نفت و قیمت‌های آن مورد بسیار مناسبی برای بکارگیری این روش می‌باشند زیرا میزان بالای داده‌های تاریخی که شرط لازم استفاده مناسب از روش‌های کمی همچون سریهای زمانی، خطوط روند و تکنیک‌های اقتصادسنجی می‌باشد و نیز میزان قابل قبولی از آینده‌پژوهی‌ها در حوزه نفت، بستر مناسبی برای پیاده‌سازی اجرای این مدل فراهم می‌نماید.

ادبیات تحقیق در زمینه تکنیک آنالیز تأثیر بر روند بسیار محدود است و شاید تنها گوردن بطور خاص در این زمینه فعالیت کرده است که البته نتایج بسیاری از تحقیقات او نیز برای نویسندگان مقاله در دسترس نبود. با وجود این، در این مقاله سعی می‌شود تا بطور مسووطی تکنیک شرح داده شود و سپس با رجوع به تاریخچه قیمت نفت کاربرد روش مورد تأکید قرار می‌گیرد. سپس به بررسی نحوه پیاده‌سازی مدل بر روی قیمت نفت توسط مولفین در سال ۲۰۰۶ پرداخته می‌شود که نتایج آن در زمستان ۱۳۸۵ به چاپ رسید و اینک پس از گذشت حدود ۱۷ ماه، با جمع‌آوری مجدد داده‌های واقعی، به مقایسه نتایج پیش‌بینی و واقعیت پرداخته می‌شود و به گونه‌ای مدل مورد اعتبارسنجی قرار می‌گیرد.

روش‌های کمی در مقابل روش‌های کیفی

پیش‌بینی، علمی است که درصدد بررسی آینده و احتمال وقوع اجزاء و وقایع تشکیل‌دهنده آن است. و از همین جاست که تفاوتی محسوس با پیشگویی پیدا

می‌نماید؛ پیش‌بینی با احتمال و عدم قطعیت همراه است اما با روش‌های منطقی - علمی یا بنیانهای فلسفی شکل می‌یابد حال آنکه پیش‌گویی‌ها در پارادایمی غیر از پارادایم‌های علمی معنا می‌یابند.

اما منطقی بودن و علمی بودن نیز پیش‌بینی را به دو مسیر متفاوت رهنمون کرده است. اولین مسیر فرآیندی است شامل بهره‌گیری از دانش گذشته و حال، تعیین الگوها، فرآیندها، الگوریتم‌ها و چارچوبهای تغییر و سپس پیش‌بینی آینده. این رویکرد با اتکاء بر داده‌های گذشته تنها تلاش می‌کند تا الگوی جریان یا تغییر درست را بیابد و آنگاه آینده را با دقت بالا پیش‌بینی نماید. از تکنیک‌های متعلق به این رویکرد می‌توان به همه تکنیک‌های اقتصادسنجی، خطوط روند (خطی، نمایی، چند جمله‌ای، لگاریتمی، توانی و...)، سریهای زمانی (مدلهای رگرسیون، میانگین متحرک^۱، اتورگرسیون - میانگین متحرک، اتورگرسیون - میانگین متحرک ترکیبی^۲ و ...) اشاره نمود. تمامی این روش‌های پیش‌بینی در زمره روش‌های بدون غافلگیری قرار می‌گیرند، بدین معنی که هیچ‌گاه انتظاری برای رخ دادن وقایعی که در گذشته اتفاق نیفتاده است، ندارند و همواره آینده را مطابق الگوهای گذشته پیش‌بینی می‌نمایند.

مسیر دوم، رویکردی کیفی به مقوله پیش‌بینی دارد. این رویکرد بر این باور است که در بسیاری از زمینه‌های علمی مقدار پارامتر پیش‌بینی، وابسته به تعداد بسیار زیادی عامل است که هم شناخت همه آنها امکان‌پذیر نیست و هم از الگوی جامع و دقیقی تبعیت نمی‌نمایند (حداقل روش‌های کمی شناخته شده فعلی قادر به شناخت قطعی الگویی برای این پارامترها نیستند). بر این اساس پیش‌بینی با روش‌های کمی نمی‌تواند پاسخگوی این زمینه‌ها باشد.

"روش‌های کمی نسبتاً ارزان هستند ولی بدلیل فرض اینکه آینده ادامه گذشته است، بی‌دقتی وارد پیش‌بینی می‌شود، چرا که در جهانی زندگی می‌کنیم که با سرعت زیادی

در حال تغییر است و بسیاری از این تغییرات به اندازه‌ای قوی و جدی هستند که می‌توان آنها را از نظر کمی و عددی به عنوان یک نقطه عطف جامعه در نظر گرفت"^۱

تکنیک‌های پیشنهادی در رویکرد دوم همگی انسان را و ذهن و شناخت او از دنیای پیرامون را اساس پیش‌بینی خود قرار می‌دهند. تکنیک‌هایی چون پنل (Panel)، اجماع (Consensus)، طوفان مغزی (Brain-Storming)، دلفی (Delphi) و سناریو (Scenario) از تکنیک‌های شناخته شده این رویکرد می‌باشند.^۲ آنچه مشخص است در این رویکرد نیز افراد- که عموماً نیز از خبرگان زمینه مورد پیش‌بینی هستند- از داده‌های تاریخی مرتبط استفاده می‌جویند و با شناخت خود از الگوهای پیشین اعمال برخی ملاحظات و دیدگاه‌های شخصی آینده‌ای را متصور می‌شوند. لیکن خرده‌ای که از جانب رویکرد اول می‌توان بر این تکنیک‌ها گرفت آن است که حتی در فاز اول این فرآیند نیز از تکنیک‌های دقیق استفاده نمی‌شود بلکه "شهود"^۳ شکل‌دهنده اصلی آنهاست.

اصولاً صحت سنجی روش‌های کیفی با روش‌های کمی متفاوت است و آن نیز بدلیل فلسفه وجودی این روش‌هاست. روش‌های کیفی قائل به وجود یک خرد جمعی هستند، بدین معنی که مجموع تفکر افراد بشر می‌تواند بطور نسبی مسیر صحیح یا انتخاب ارجح را نمایش دهد و در واقع نظر مجموعه‌ای از افراد خود می‌تواند نقطه اتکایی بر صحت یک نظر باشد. اگر این فلسفه و رویکرد را بپذیریم می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش تعداد افراد صحت خروجی نظرات افزایش می‌یابد یا حداقل قابل اتکاتر خواهد بود. به همین دلیل در روش‌های نوین آینده‌نگاری^۴ بسیاری تحقیقات راه‌گشا در زمینه پیش‌بینی آینده تنها بر مبنای دید و شهود تعداد کثیری از صاحب‌نظران رشته‌های مختلف انجام می‌پذیرد. از آن جمله می‌توان به آینده‌نگاریهای ملی ژاپن، آلمان و انگلیس اشاره نمود. به عنوان مثال در هفتمین آینده‌نگاری ژاپن که در سال ۲۰۰۰ انجام شد، تعداد ۳۱۰۶ متخصص در ۱۶ زمینه فناوری به پیش‌بینی آینده

۱- "روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی"، بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴- ص ۳۷

2- UNIDO TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL, Volume 1, United Nations Industrial Development Organization

3- Intuition

4- Foresight

پرداختند، اگرچه این پیش‌بینی‌ها هرگز بر روندهای کمی و ریاضی مبتنی نبوده‌اند اما توانسته‌اند تا حد مطلوبی به پیش‌بینی‌های نزدیک به واقع بیانجامند. [10]

هدف تکنیک آنالیز تاثیر بر روند (TIA) نزدیک کردن این دو رویکرد به یکدیگر است. در فاز اول تا آنجا که می‌توان بر تکنیک‌های کمی تکیه می‌شود و سپس خروجی‌های بدست آمده بر اساس آینده‌نگریها و شهود شخصی خبرگان فن، مورد تحلیل و تاثیر نتایج قرار می‌گیرد تا هم ایراد غیر دقیق بودن روش‌های کیفی را پاسخ دهد و هم انعطاف تکنیک‌های کمی را به وقایع و رخداد‌های بدون پیشینه تاریخی افزایش داده و از حالت بدون غافلگیری خارج نماید.

تاریخچه روش آنالیز تاثیر بر روند

روش آنالیز تاثیر بر روند (TIA) در اواخر دهه ۱۹۷۰ برای پاسخگویی به سئوالی ویژه و غامض در تحقیقات آینده، توسعه داده شد (گوردن ۱۹۹۴). روشهای کمی که بر پایه داده‌های تاریخی بودند، پیش‌بینی‌هایی از طریق برونیابی داده‌های مشابه برای آینده تولید می‌کردند، اما این روشها تاثیر وقایع بدون سابقه قبلی را در آینده نادیده می‌گرفتند.

این انتقاد تقریباً بر تمامی روشهای کمی که تنها بر پایه داده‌های تاریخی بنا شده‌اند نیز وارد می‌باشد، روشهایی شامل تکنیک‌های سریهای زمانی تا اقتصادسنجی. روشهای کمی فرض را بر آن دارند که نیروهایی که در گذشته بر کار تاثیر داشته‌اند، در آینده نیز تاثیرگذار خواهند بود و واقعه‌ای که مغایر روابط گذشته باشد اتفاق نخواهد افتاد یا تاثیر قابل ملاحظه‌ای نخواهد داشت. روشهایی که از اتفاقات محتمل آینده غفلت می‌کنند به تعمیم‌هایی بدون غافل‌گیری می‌رسند و در اغلب موارد مطابق واقعیت نیستند.

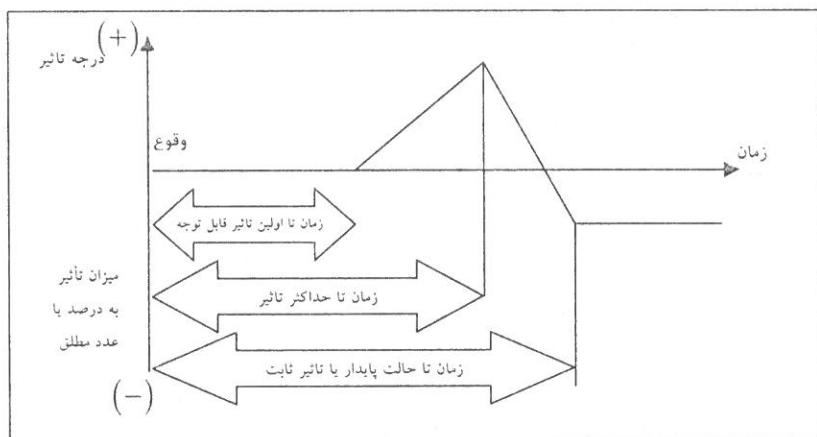
در TIA مجموعه‌ای از اتفاقات آینده که می‌توانند سبب تغییر در روندهای بدون غافل‌گیری در آینده شوند، مشخص می‌شوند. زمانیکه TIA مورد استفاده قرار می‌گیرد، یک پایگاه داده از وقایع بالقوه‌ی کلیدی، احتمالات و تاثیراتشان ساخته می‌شود.

تشریح روش

آنالیز تأثیر بر روند، روشی برای پیش‌بینی است که کمک می‌کند تا برون‌یابی روندهای تاریخی را با توجه به انتظاراتمان از وقایع آینده تغییر دهیم. این روش به تحلیلگری که علاقمند به پیگیری یک روند خاص است، اجازه می‌دهد تا نقش و تأثیر وقایع ممکن آینده را که به نظر او مهم هستند، به حساب آورده و آزمایش نماید. وقایع می‌توانند شامل موارد تکنولوژیکی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و تغییرات تأثیرگذار بر روند باشند. برای مثال، مدیری را در نظر بگیرید که به پیگیری قیمت مواد اولیه‌ای که از کشورهای دیگر برایش حمل می‌شوند، علاقمند است. یک برون‌یابی از داده‌های تاریخی در دسترس، مطمئناً می‌تواند برای پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرد، لیکن ممکن است مدیر احساس کند که بسیاری از شرایط و احتمالات، برون‌یابی روند گذشته را غیر واقعی می‌کند. TIA روشی است که عواقب وقایع آینده را بر روی این روند، تحلیل می‌کند.

در این میان توجه به دو نکته مهم ضروری می‌باشد:

- (۱) منحنی که بر داده‌های تاریخی منطبق شده است تا روند آینده را محاسبه کند، هیچگاه واقعه‌ای را که در گذشته اتفاق نیفتاده است، در آینده مشخص نمی‌کند؛ و
- (۲) قضاوت افراد خبره مورد استفاده قرار می‌گیرد تا مجموعه‌ای از وقایع محتمل آینده شناسایی شوند که اگر اتفاق افتند، احتمالاً سبب انحراف از برون‌یابی داده‌های تاریخی می‌شوند. برای هر اتفاق، کارشناسان درباره احتمال وقوع آن و میزان تأثیرات مورد انتظار در صورت وقوع، قضاوت می‌کنند. از یک اتفاق با تأثیر زیاد انتظار می‌رود که روند را از مسیر اصلی خود - در جهت مثبت یا منفی - دور نماید. این مفاهیم در شکل ۱ نشان داده شده‌اند.

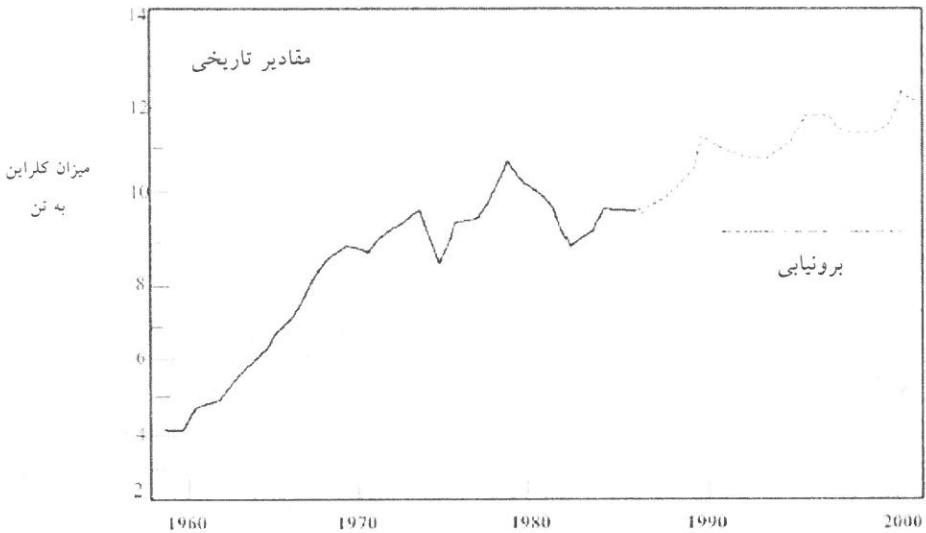


شکل ۱- پارامترهای عمومی تاثیر رخداد

برای مثال شکل ۲ داده‌های تاریخی برای تقاضای کلراین در ایالات متحده و یک برون‌یابی بدون غافلگیری از منحنی تاریخی آن را نمایش می‌دهد (Gordon, 1994). وقایع مهم اما بی‌سابقه می‌توانند بر این روند تاثیرگذار باشند. یکی از این وقایع می‌تواند تصویب قانونی فدرال باشد که استفاده از همه فلوروکربن‌ها را محدود می‌نماید. چنین تغییری می‌تواند منحنی تقاضا را به پایین بکشد. در واقع در این مثال یک برون‌یابی بدون غافلگیری فروش آینده را بالاتر تخمین می‌زند، طبعاً یک منحنی متاثر (اصلاح شده) می‌تواند پیش‌بینی بهتری ارائه دهد.

برون‌یابی اولین گام می‌باشد. اغلب روش‌های تطبیق منحنی، در ابتدا شکل کلی یک منحنی را برای تطبیق با یک مجموعه از داده‌های تاریخی معین می‌کنند و سپس، یک الگوریتم تطبیق منحنی مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بهترین منحنی که نزدیکترین فاصله را با داده‌های تاریخی دارد، انتخاب نماید. الگوریتم سپس منحنی را برای تولید یک پیش‌بینی برون‌یابی می‌کند. انتخاب شکل منحنی عمومی می‌تواند سخت باشد. برای مثال، دو شکل منحنی متفاوت که هر دو با داده‌های تاریخی به خوبی منطبق هستند، بطور محسوسی برون‌یابی‌های متفاوت تولید می‌کنند. بنابراین، انتخاب شکل منحنی از قبل سرنوشت پیش‌بینی‌ها را رقم می‌زند. در عمل تعداد زیادی از انواع گوناگون

منحنی‌ها برای تطابق با داده‌های تاریخی مورد استفاده واقع می‌شوند، از خط مستقیم گرفته تا منحنی‌های S- شکل پیچیده.



شکل ۲- تاریخچه تولید کلراین و برونبایی آن (۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰)

چگونگی پیاده‌سازی روش آنالیز تأثیر بر روند

مرحله اول تخمین بوسیله روشهای مبتنی بر داده‌های تاریخی همچون سریهای زمانی، روشهای اقتصادسنجی و یا خطوط روند می‌باشد. در مرحله دوم لیستی از وقایع محتمل‌الوقوع در آینده تهیه می‌شود که در صورت وقوع، پیش‌بینی‌های کمی را دچار تأثیر نموده و منحرف می‌نمایند. این مرحله را می‌توان با تمامی ابزارها و روش‌های کیفی همچون اجماع، دلفی، طوفان مغزی و غیره اجرا نمود. در این مرحله ابتدا باید لیست اولیه‌ای از رخدادهای تشکیل شود، سپس می‌توان طی مراحل طی به غربالگری برخی وقایع پرداخت و آنهایی را که مورد توافق بیشتر جمع باشند انتخاب نمود. در ضمن باید به رابطه بین رخدادهای همراستایی، همبستگی و یا هرگونه ارتباط دیگر رخدادهای با یکدیگر توجه کافی مبذول شود. این مرحله با ابزاری چون اجماع فقط با یک بار بررسی به انجام می‌رسد، اما در تکنیکی چون دلفی با چندین بار تعدیل و اصلاح می‌توان انتظار نتایجی منسجم‌تر و منطبق‌تر بر

واقعیت را داشت. پس از انتخاب رخدادها گام بعدی تعیین میزان تاثیر هر رخداد بر روندها و الگوهای پیش‌بینی موجود است. این گام نیز همانند گام قبلی و با جمع‌آوری نظرات خبرگان و همفکری نهایی آنان صورت خواهد پذیرفت.

در واقع قضاوت و تصورات برای گام دوم TIA بسیار حساس و حیاتی هستند. در این مرحله، برنامه، برونیابی را برای پاسخگو شدن به وقایع مهم اما بی‌سابقه‌ی آینده، اصلاح کرده و بهبود می‌بخشد. لیست وقایع باید باورکردنی باشد، بالقوه تاثیرات قوی داشته باشد و با نگاه به گذشته قابل صحه‌گذاری باشد. منبع گردآوری این وقایع نوعاً ممکن است یک ادبیات تحقیق، یک مطالعه دلفی، یا یک اجماع غیر رسمی در بین مشاوران باشد. وقایع انتخاب شده شامل نیروهای بالقوه‌ای می‌شود که ممکن است منجر به انحراف از یک آینده‌ی بدون غافلگیری شوند.

راجع به هر اتفاق چندین قضاوت انجام می‌شود. ابتدا، احتمال وقوع هر رخداد به صورت تابعی از زمان تخمین زده می‌شود. دوم، تاثیر هر واقعه بر روی روند تحت مطالعه تخمین زده می‌شود (در ادامه مثالهایی برای روشن‌تر شدن موضوع ارائه می‌شود). می‌توان تاثیرات را به طرق مختلف معین نمود؛ یکی از این فرآیندها مشخصات زمان (شکل ۳ را ببینید) را درگیر می‌کند. از لحظه وقوع رخداد تاثیرگذار تا زمانیکه:

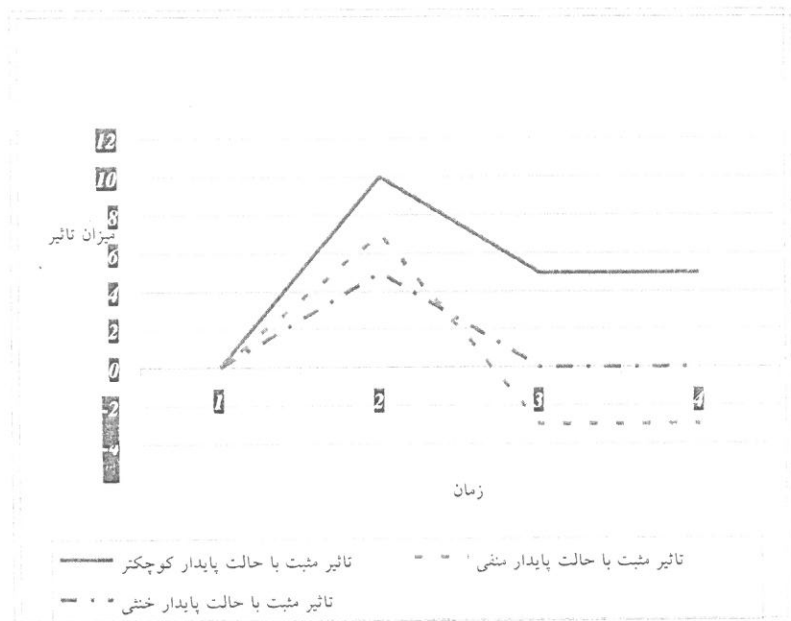
۱. روند، شروع به متاثر شدن نماید؛

۲. تاثیر بر روند بیشترین مقدار گردد؛ و

۳. تاثیر به نقطه پایان یا سطح پایدار برسد.

میزان تاثیر نیز در دو نقطه از زمان حائز اهمیت می‌باشند: زمانیکه تاثیر در بیشترین مقدار خود (مثبت یا منفی) قرار دارد و زمانیکه تاثیر به حالت پایدار می‌رسد.

هر یک از سه زمان معین شده و ۲ بزرگی تاثیر مرتبط با آنها کاملاً مستقل در نظر گرفته می‌شوند. برای مثال، حداکثر تاثیر ممکن است مثبت و تاثیر پایدار منفی یا صفر باشد. در زیر برخی ترکیبات مرسوم از انواع حالات مختلف نمایش داده شده است.



شکل ۳- انواع ترکیبات مهم بیشترین تأثیر و حالات پایدار

در حالات نمایش داده شده فوق تنها مواردی که دارای بیشترین تأثیر مثبت می‌باشند نمایش داده شده‌اند، موارد دارای بیشترین تأثیر منفی نیز همانند شکل فوق اما قرینه نسبت به محور زمان می‌باشند.

برنامه کامپیوتری TIA برای تولید یک برونیابی موجه، تأثیرات قضاوت‌های احتمالی وقایع را با نتایج برونیابی بدون غافلگیری ادغام می‌کند. ارزش انتظاری تأثیرات ترکیب شده، با جمع نمودن حاصلضرب احتمالات تأثیرگذار برای هر سال در بزرگی تأثیرات مورد انتظار آنهایی که امکان‌پذیر هستند بدست می‌آید. راحت‌ترین رویکرد، با وقایع بطور مستقل برخورد می‌کند. وقتی که وقایع بهم وابسته هستند- وقوع یکی در احتمال وقوع دیگری موثر است- رویکرد تأثیر متقابل^۱ می‌تواند قسمتی از حل مساله باشد.

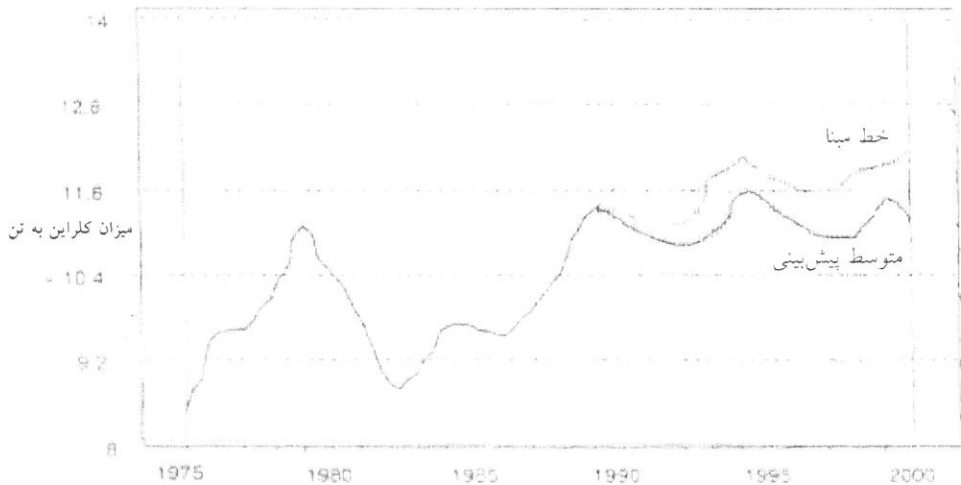
پس از محاسبه حاصلضرب احتمال وقوع هر رخداد در میزان تاثیر آن، در هر مقطع از زمان مجموع بیشترین تغییرات مثبت و منفی محاسبه می‌گردد. بدین ترتیب در هر مقطع زمانی حد بالا و پایین تغییرات با در نظر گرفتن همه رویدادهای ممکن محاسبه می‌گردد.

در زیر برای نمایش واضح‌تر تاثیرات رخدادهای، تعدادی رخداد موثر بر تقاضای کلراین در ایالات متحده به همراه احتمالات وقوع هریک در ۳ سال و میزان شدت تاثیر آن بر روند استفاده می‌گردد. نمودار تقاضای کلراین در ایالات متحده در شکل ۲ با مجموعه وقایع لیست شده در جدول ۱ اصلاح خواهد شد. آنچه در جدول ۱ نشان داده شده است مقادیر احتمالات و حداکثر تاثیر مورد انتظار هر واقعه می‌باشد. انتخاب وقایع و احتمالاتشان بر مبنای قضاوت هستند. جاییکه امکان‌پذیر است، تاثیرات را می‌توان بصورت تحلیلی استنتاج نمود اما به هر حال در اکثر موارد این کار بر مبنای قضاوت صورت می‌پذیرد، همانند آنچه که برای مقادیر نشان داده شده در جدول ۱ نیز صورت پذیرفته است.

در انتها به نرم‌افزاری نیاز است تا میزان تاثیر و شدت اثر را برای هر سال بر روند انتخاب شده در مرحله اول اعمال نماید. این امر سبب خواهد شد که مقداری بالاتر یا پایین‌تر از میانگین بدست آمده بوسیله خطوط روند حاصل گردد. شکل ۴ نمونه خروجی پیش‌بینی اصلاح شده را برای تقاضای کلراین در ایالات متحده پس از اعمال وقایع جدول ۱ نمایش می‌دهد.

جدول ۱- وقایع پیش‌بینی شده موثر بر تقاضای کلراین به همراه احتمال و میزان تأثیر هر یک

شماره رخداد	شرح رخداد	احتمال در سال ۱۹۹۰	احتمال در سال ۱۹۹۵	احتمال در سال ۲۰۰۰	سال تا اولین تأثیر	سال تا حداکثر تأثیر	حداکثر تأثیر %
۱	صانع کاغذ دیگر از کلراین برای سفید سازی استفاده نکنند	۱۰٪	۳۰٪	۷۰٪	۱	۳	-۸۰٪
۲	کاهش استفاده از کلروفلوروکربن‌ها (CFCs)	۹۰٪	۹۵٪	۹۹٪	۲	۵	-۵٪
۳	محدود شدن استفاده از جلال‌های کتر سدیلیل نگرانیهای بهداشتی و سلامت جامعه	۱۵٪	۳۰٪	۷۰٪	۰	۱	-۸۰٪
۴	گسترش سریع بازار ساخت PVC	۲۰٪	۴۰٪	۴۰٪	۱	۲	-۱۵٪
۵	توسعه ابروساناها اجازه خواهد داد از کارخانه‌های غشاء کوچک در محل مصرف استفاده گردد	۱٪	۱۰٪	۶۰٪	۳	۷	-۸۰٪



شکل ۴- خروجی نهایی نرم‌افزار برای تأثیر رخدادهای بر روند موجود

متوسط پیش‌بینی نیز می‌تواند از میانگین دو حد بالا و پایین حاصل گردد. متوسط پیش‌بینی اصلاح شده نشان می‌دهد که میزان تقاضا برای کلراین کمتر از خط مبنای پیش‌بینی اولیه می‌باشد.

آینده پژوهی نفت

حوزه انرژی یکی از زمینه‌هایی است که پیش‌بینی آینده- یا بطور کلی‌تر آینده‌پژوهی- در آن نقش مهمی دارد. پیش‌بینی میزان تقاضا، عرضه، قیمت و یا بسیاری روندهای دیگر تاثیر بسزایی در جهت‌گیری‌های تکنولوژیکی و اقتصادی آنها ایفاء می‌نماید.

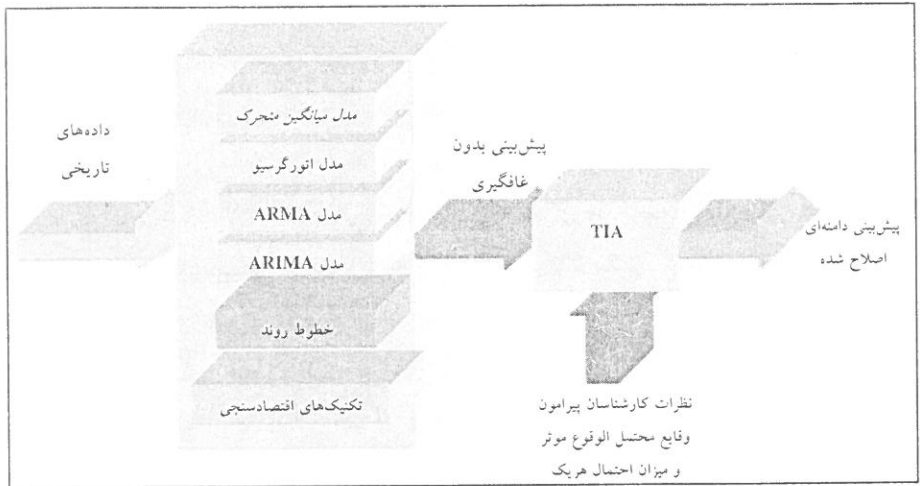
نکته مهم آن است که تا به امروز اغلب تکنیک‌های مورد استفاده در چنین زمینه‌هایی رویکرد کمی و عددی داشته‌اند، هر چند که این تکنیک‌ها هم در جای خود ارزشمند و مفید بوده‌اند اما دارای نقص‌های غیر قابل انکاری نیز می‌باشند. اول آنکه تنها از گذشته بازخورد^۱ می‌گیرند و ورودی نسبت به آینده پیشرو^۲ ندارند. در واقع در بهترین حالات و مدلها، سیستم توانایی اصلاح دائمی خود را نسبت به داده‌های رخداده در گذشته دارد. این مربوط به زمانی است که مثلاً مدل مجهز به استفاده از الگوریتم‌هایی همچون شبکه‌های عصبی^۳ است. و هرگز نمی‌توان مدل را نسبت به احتمال وقوع رخدادی در آینده که پیشینه وقوع ندارد، حساس نمود. دوم آنکه، در دنیای امروز وقایع و رخدادها چنان بر هم موثر و مرتبط شده‌اند که ایجاد مدلی جامع و در برگیرنده تمامی این ارتباطات امر بسیار دور از ذهنی می‌نماید. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که در حوزه‌ای همچون انرژی (و بویژه نفت) مشغول مطالعه باشیم که بدلیل حساسیت روزافزون آن در جهان، متاثر از بسیاری عوامل و فاکتورهای سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و غیره می‌باشد. این امر ما را بیشتر بدین سو رهنمون خواهد بود که باید راهی بجز روش‌های پیش‌بینی کمی صرف را بکار گیریم.

آنالیز تاثیر بر روند می‌تواند پلی باشد ما بین روش‌های کمی و کیفی و تا حد مطلوبی به رفع نقایص پیش گفته بپردازد. شکل ۵ نمایی شماتیک از نحوه عمل این تکنیک را نشان می‌دهد.

1 -Feedback

2 -Feed-forward

3 -Neural Networks



شکل ۵- نمایش شماتیک از نحوه عمل تکنیک آنالیز تأثیر بر روند

در شکل ۵ تنها برخی از مدلها و روش‌های پیش‌بینی کمی نام برده شده‌اند و می‌توان بجای آنها از هر روش پیش‌بینی دیگری نیز استفاده نمود. اصولاً روش TIA اهمیتی به اینکه روش پیش‌بینی عددی چه بوده است نمی‌دهد زیرا تمامی آنها بر پایه اطلاعات تاریخی بنا شده‌اند، بلکه TIA سعی می‌کند با تأثیر احتمال وقایع جدید نتایج پیش‌بینی‌های قبلی را - هر چقدر هم که با روش‌های دقیق عددی محاسبه شده باشند- بهبود بخشد. بخصوص این بهبود در زمانیکه قصد یک پیش‌بینی بلندمدت را داریم بیشتر جلوه‌گر خواهد شد، زیرا اصولاً تکنیک‌های عددی و کمی تنها در آینده بسیار نزدیک دقت بالایی دارند و هر چه افق پیش‌بینی بلندتر شود، نتایج آنها بشدت غیر قابل اتکاتر خواهد شد. اینجاست که TIA با استفاده از یک رویکرد کیفی و نظر کارشناسان (ترجیحاً تعداد زیادی از کارشناسان)، می‌تواند تخمین بهتری از آینده بلندمدت بدست دهد.

سبب استفاده از روش آنالیز تأثیر بر روند در آینده‌پژوهی نفت

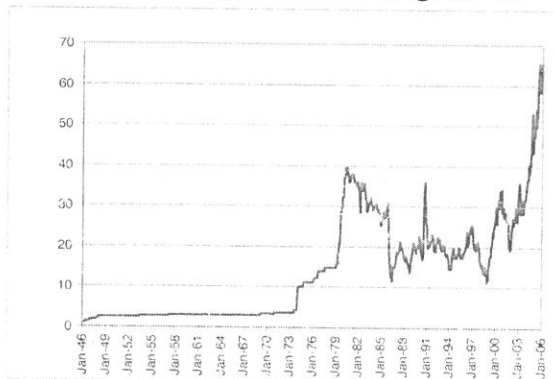
در پیش‌بینی قیمت نفت دو مزیت نسبی برای استفاده از روش TIA وجود دارد: اول کثرت داده‌های تاریخی و دوم وجود صاحب‌نظران کثیر علاقمند به موضوع. این دو

مزیت کار را برای استفاده از روش هموار می‌کند. در این مقاله سعی خواهد شد که یک روش عملی برای بکارگیری این روش در مطالعات نفت و قیمت آن شرح داده شود. بدیهی است که متدلوژی بکار رفته قابلیت تعمیم به تمامی حوزه‌های مشابه دیگر را نیز خواهد داشت.

نفت جزء محصولات صادراتی مهم کشور است و در سطح جهانی نیز هنوز اولین منبع تامین انرژی جهانی است. به همین دلیل قیمت نفت تأثیرات قابل توجهی بر اقتصاد جهانی و بالطبع بر اقتصاد ایران دارد.

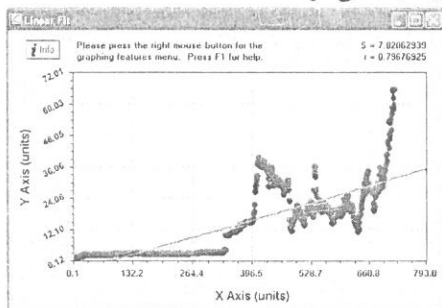
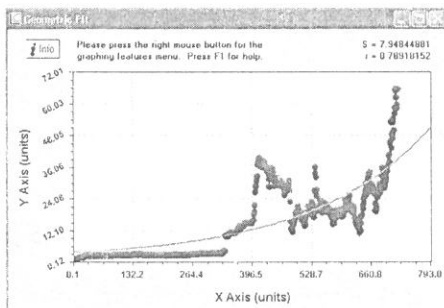
داده‌های تاریخی قیمت نفت به لحاظ آماری از کمیت بالایی برخوردار است. برای مثال در این مقاله از داده‌های قیمت نفت West Texas Intermediate از ژانویه سال ۱۹۴۶ میلادی تا ژانویه ۲۰۰۶ میلادی بصورت ماهیانه استفاده گردیده است (داده‌ها از Wall Street Journal - Dow Jones & Company گردآوری شده‌اند) که تعداد ۷۲۱ داده تاریخی را در اختیار ما قرار می‌دهد که این امر مزیتی کلیدی در استفاده از روشهای سریهای زمانی، خطوط روند و دیگر روش‌هایی است که پایه پیش‌بینی را برای روش آنالیز تأثیر بر روند فراهم می‌کنند. قیمت نفت تابعی از بسیاری شرایط و رخداد‌های جهانی است که گاه چندان مسبوق به سابقه نبوده‌اند و تنها با اتکا به روش‌های کیفی همچون جمع‌آوری نظرات کارشناسان قابل اندازه‌گیری خواهد شد. این امر دقیقاً نکته ایست که استفاده از روش آنالیز تأثیر بر روند را موجه و مفید می‌گرداند.

نمودار زیر داده‌های تاریخی قیمت نفت را طی ۶۰ سال گذشته نشان می‌دهد.

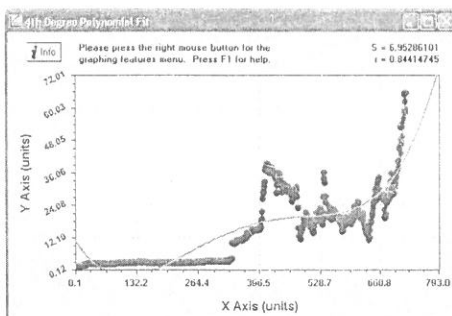
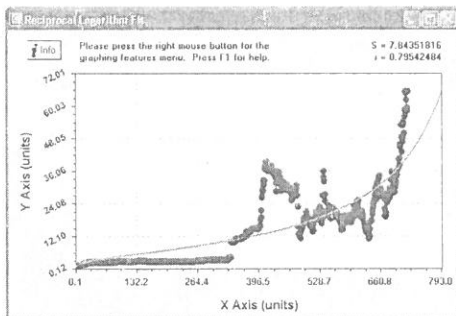


شکل ۶- نمودار قیمت نفت West Texas Intermediate از ۱۹۴۶ تا ۲۰۰۶ میلادی

مرحله اول پیش‌بینی، تخمین بوسیله روشهای مبتنی بر داده‌های تاریخی همچون سریهای زمانی، روشهای اقتصادسنجی و یا خطوط روند می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار Curve Expert 1.3 و با استفاده از خطوط روند مختلف که دارای بیشترین تطابق با داده‌های تاریخی می‌باشند، خطوط روند زیر برای تخمین داده‌های آتی توسط پیشنهاد می‌گردد.



شکل ۷- خط روند خطی (راست) و خط روند هندسی (چپ)، منطبق شده بر داده‌های قیمت



شکل ۸- خط روند چندجمله‌ای از درجه ۴ (راست) و خط روند لگاریتمی متقابل (نمایی)، (چپ)، منطبق شده بر داده‌های قیمت

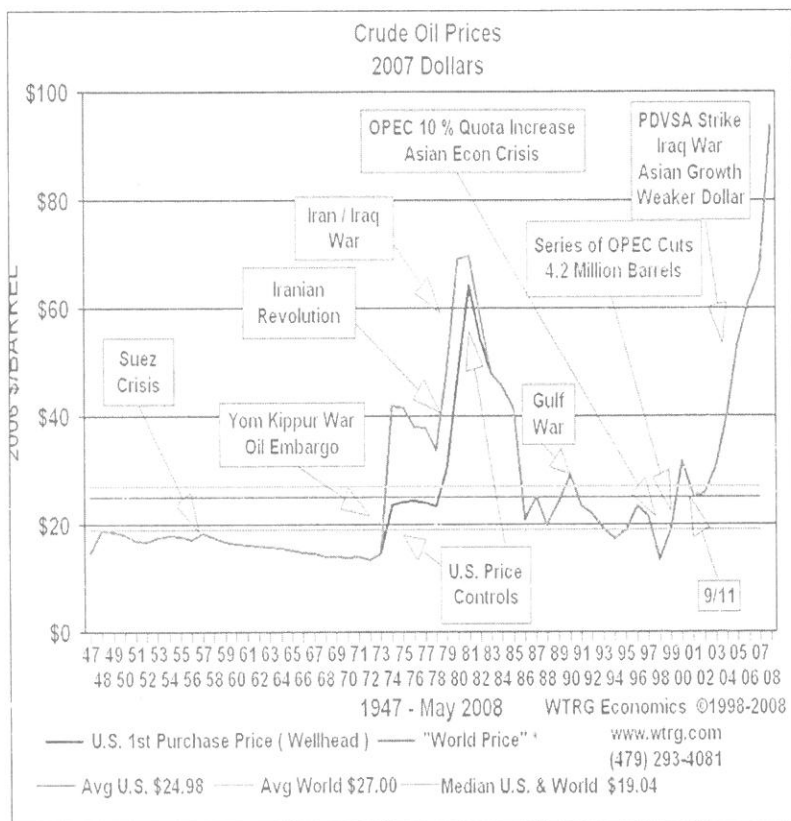
آنچه از نمودارها بر می‌آید آن است که رفتار داده‌ها در ابتدا و تا سال ۱۹۷۴ روندی خطی دارد اما سپس ناگهان سیری صعودی را تا سال ۱۹۸۲ طی می‌نماید. از آن تاریخ

تا سال ۲۰۰۲ نیز با رفتاری سایکلیک^۱، منطبق با مدل‌های سریهای زمانی نشان می‌دهد. و سپس دوباره صعودی نمایی بخود می‌گیرد. در تحلیل‌های صورت گرفته با نرم‌افزار فوق سعی گردید که یک خط روند واحد به مدل تخصیص گردد (شکل‌های ۳ و ۴). آنچه مشخص است خطوط روند یا با هموزن قرار دادن همه‌ی داده‌ها به پیش‌بینی‌هایی خطی می‌رسند که با احتمال بسیار تخمین‌هایی کمتر از واقعیت را در آینده ارائه می‌دهند، همانند خط روند مستقیم و یا هندسی (شکل ۳). یا آنکه با تخصیص وزن بیشتر به داده‌های متاخر تخمین‌هایی بسیار صعودی و احتمالاً بالاتر از واقعیت در آینده را ارائه می‌دهند (شکل ۴).

عدم کفایت روش‌های کمی فوق را می‌توان در تغییرات شدید قیمت در برخی برهه‌های تاریخی بدلائیل خاص سیاسی، اقتصادی بدون سابقه دانست، آنجا که دیگر مدل‌های کمی توان برآورد احتمال چنین رویدادهایی را ندارند. شکل ۹ که بر گرفته از سایت^۲ WTRG Economics می‌باشد، با رویکرد کیفی سعی بر تحلیل قیمت نفت خام طی سالهای ۱۹۴۷ تا ۲۰۰۷ می‌پردازد. آنچه مشخص است در این رویکرد سعی شده است افزایش یا کاهش‌های شدید قیمت به واقعی مهم و تاثیرگذار در آن تاریخ مرتبط شود. فائله سوئز، جنگ اعراب و اسرائیل، انقلاب ایران، جنگ ایران و عراق، حادثه ۱۱ سپتامبر و غیره از وقایع تاثیرگذار و بی‌سابقه‌ای هستند که در این تحلیل بر نقش آنها در افزایش یا کاهش قیمت نفت تاکید شده است.

1 -Cyclic

2 -<http://www.wtrg.com/about.htm>

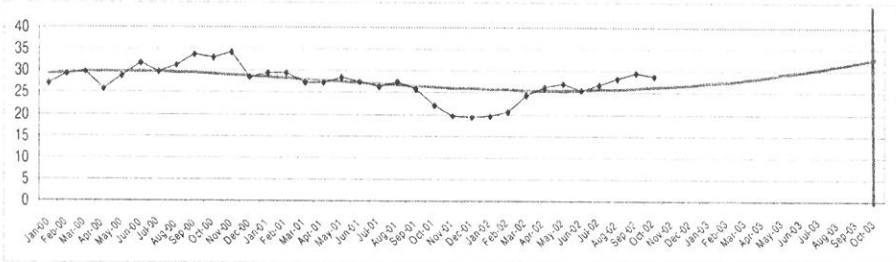


شکل ۹- تاثیر وقایع مختلف بر قیمت نفت خام از سال ۱۹۴۷ تا ۲۰۰۷ بر گرفته از

سایت WTRG Economics

اما تکنیک TIA بر خلاف روش‌های کمی صرف، پس از دریافت اطلاعات پیش‌بینی‌های کمی به سراغ نظرات کارشناسان می‌رود تا لیستی از وقایع مورد انتظار ایشان در آینده را فراهم آورد و احتمال وقوع هر یک را مشخص نماید. و سپس با روش‌های ریاضی تاثیر این وقایع را بر پیش‌بینی‌های اولیه لحاظ نماید. (در انتهای مقاله ویژگی‌های نرم‌افزاری که توانایی بکارگیری تکنیک TIA را داشته باشد، بررسی خواهد شد).

برای مطالعه بهتر روش فرض می‌نمایم هم اکنون اکتبر سال ۲۰۰۲ می‌باشد و ما با استفاده از داده‌های تاریخی قیمت از ژانویه ۲۰۰۰ قصد آینده‌پژوهی قیمت تا یکسال آینده را داریم. داده‌های تاریخی نمودار شکل ۱۰ را تشکیل می‌دهند.



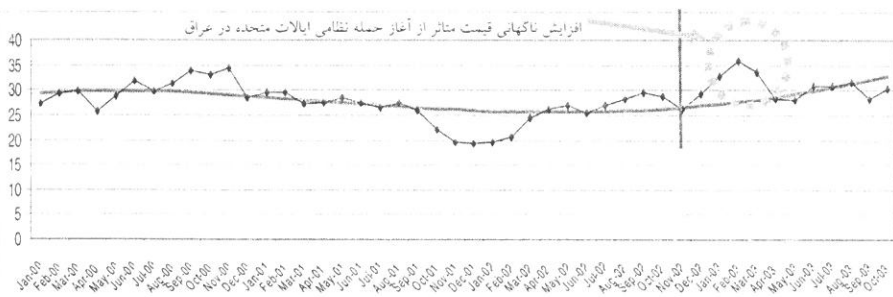
شکل ۱۰- داده‌های واقعی قیمت از ژانویه ۲۰۰۰ تا اکتبر ۲۰۰۲ و پیش‌بینی قیمت بر اساس این داده‌ها برای یکسال آینده با استفاده از خط روند چندجمله‌ای از درجه ۴

همانگونه که در شکل مشخص است خط روندی بر نمودار منطبق شده است که بهترین انطباق و کمترین میزان مربع خطا را داراست. این خط یک چند جمله‌ای با درجه ۴ به فرمول:

$$y = 0.00000659x^4 - 0.02867637x^3 + 46.11712713x^2 - 32370.11776797x + 8316483.06918870$$

و $R^2 = 0.70$ می‌باشد. اگر این خط روند را به عنوان مبنای پیش‌بینی یکسال آتی (تا اکتبر ۲۰۰۳) در نظر گیریم می‌توانیم با استفاده از فرمول مقادیر تخمینی قیمت را مطابق نمودار محاسبه نمود.

حال به نمودار شکل ۱۱ نگاه کنید. این نمودار تکمیل شده نمودار شکل ۵ با داده‌های واقعی قیمت از اکتبر ۲۰۰۲ تا اکتبر ۲۰۰۳ می‌باشد. همانگونه که بوضوح قابل مشاهده است، قیمت از دسامبر ۲۰۰۲ شروع به افزایش نموده در ماههای ژانویه، فوریه و مارس ۲۰۰۳ تفاوت بسیار زیادی را با مقدار تخمینی (خط روند) نشان می‌دهد. علت واضح است، بسیاری کارشناسان و حتی مردم عادی در اوایل سال ۲۰۰۳ حمله نیروهای ایالات متحده به عراق را امری بسیار محتمل می‌دانستند و این نگرانی از آغاز یک جنگ در منطقه خلیج فارس که بزرگترین منطقه تامین‌کننده نفت جهان است، خود سبب افزایش بسیار قیمت نفت گردید.



شکل ۱۱- داده‌های واقعی قیمت از ژانویه ۲۰۰۰ تا اکتبر ۲۰۰۳ و اختلاف پیش‌بینی قیمت با داده‌های واقعی بدلیل تأثیر یک رخداد غافلگیرکننده

جدول ۲ میزان درصد انحراف خط روند از مقادیر واقعی را نشان می‌دهد که گاه این میزان به ۴۰٪ نیز می‌رسد.

حمله نظامی ایالات متحده به عراق در مارس ۲۰۰۳ میلادی بوقوع پیوست و پس از گذشت مدتی از شروع جنگ قیمت‌ها به روند تخمینی باز گشتند. نکته قابل توجه آن است که هر چند پیش‌بینی‌های کمی و از آن جمله خط روند مورد استفاده در این تخمین توانایی پیش‌بینی چنین رویدادی را ندارند، لیکن این امر به راحتی توسط کارشناسان و خبرگان قابل پیش‌بینی بود.

تاریخ	قیمت واقعی (دلار)	پیش‌بینی کمی قیمت (با توجه به داده‌های قیمت از ابتدای سال ۲۰۰۰)	انحراف پیش‌بینی از میزان واقعی	درصد انحراف پیش‌بینی از میزان واقعی
Nov-2002	35	26.58	8.42	32%
Dec-2002	36	26.89	9.11	34%
Jan-2003	37	27.26	9.74	36%
Feb-2003	38	27.68	10.32	37%
Mar-2003	39	28.14	10.86	39%
Apr-2003	40	28.66	11.34	40%
May-2003	41	29.22	11.78	40%
Jun-2003	42	29.84	12.16	41%
Jul-2003	43	30.50	12.50	41%
Aug-2003	44	31.21	12.79	41%
Sep-2003	45	31.98	13.02	41%
Oct-2003	46	32.78	13.22	40%

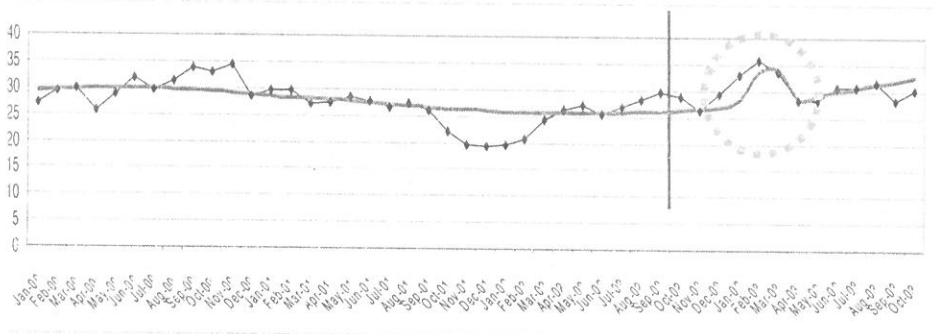
به عنوان مثال اگر در اکتبر ۲۰۰۲ با استفاده از نظر اکثر کارشناسان و با استفاده از تکنیک دلفی جدول ۳ تهیه می‌گردید، می‌توانستیم با استفاده از تکنیک TIA تخمین‌های کمی و خط روند را برای مقاطع زمانی خاصی بهبود دهیم.

جدول ۳- تخمین کارشناسان از احتمال وقوع حمله نظامی به عراق و شدت اثر

آن بر روندهای کمی پیش‌بینی

شماره رخداد	شرح رخداد	احتمال در ماه ژانویه ۲۰۰۳	احتمال در ماه فوریه ۲۰۰۳	احتمال در ماه مارس ۲۰۰۳	ماه تا اولین تاثیر	ماه تا حداکثر تاثیر	ماه تا بازگشت به حالت پایدار	حداکثر تاثیر %
۱	حمله نظامی ایالات متحده به عراق	٪۱۰	٪۶۰	٪۶۰	۰	۰	۱	۳۵+

همانگونه که در جدول نشان داده شده است بسیاری از تحلیلگران سیاسی در اکتبر ۲۰۰۲ حمله نظامی ایالات متحده به عراق را قبل از آغاز بهار یا اوایل آن بسیار محتمل می‌دانستند و از سوی دیگر کارشناسان اقتصادی می‌توانستند میزان چنین رخدادی را بر روندهای اقتصادی و از جمله قیمت نفت تخمین بزنند. حال چنانچه داده‌های جدول ۳ را به روش TIA بر خط روند تاثیر دهیم نمودار شکل ۱۲ بدست خواهد آمد.



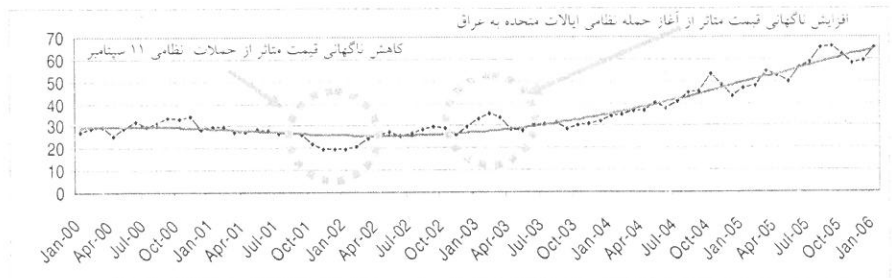
شکل ۱۲- خط روند بهبود یافته (با تاثیر رخداد پیش‌بینی شده بر خط روند مبنا) انحراف کمتری نسبت به داده‌های واقعی دارد.

برای محاسبه میزان تاثیر، یک روش ساده آن است که حاصلضرب احتمال وقوع رخداد در هر ماه در شدت اثر آن ضربدر مقدار خط مبنا در آن ماه را بدست آوریم.

مقدار تخمین اصلاح شده نیز برابر جمع جبری حاصلضرب فوق با مقدار خط مبنا در آن ماه می باشد. به عنوان نمونه، مقدار خط روند اولیه در ماه مارس برابر، \$ ۲۸,۱۴ است پس میزان تخمین اصلاح شده برابر است با:

$$28.14 + 28.14 * (35\% * 60\%) = 34.05 \$$$

برای دیگر ماهها نیز می توان به همین طریق تخمین اصلاح شده را محاسبه نمود. هرچند که ممکن است هنوز هم مقدار تخمینی با واقعیت فاصله داشته باشد، اما بدیهی است که در پیش‌بینی‌های میان‌مدتی همانند مثال فوق، که هدف پیش‌بینی آینده‌ای در حدود ۱ ماه تا یکسال است، هیچگاه دستیابی به دقت بسیار بالا امکانپذیر نمی‌باشد. اما به هر حال پیش‌بینی جدید، نمای بسیار بهتری از آینده را پیشرو قرار می‌دهد که بخصوص می‌تواند برای سیاست‌گذاران حائز اهمیت بسیار زیادی باشد. با اندک تاملی می‌توان رخدادهای دیگری را نیز در این نمودار یافت که وقوع و تاثیرگذاری هر یک برای نخبگان سیاسی، اقتصادی و اجتماعی تا حدودی قابل پیش‌بینی بوده است و تکنیک TIA می‌تواند قبل از وقوع، اثر آنها را بر تخمین‌های عددی لحاظ نماید.



شکل ۱۳- برخی رخدادهای مهم تاثیرگذار بر قیمت نفت طی سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳

در حالی که در هر مقطع زمانی چندین رخداد تاثیرگذار موجود باشند نیز می‌توان به همان طریق پیش گفته جمع جبری تمامی تاثیرات را بر خط مبنا اعمال نمود.

اعتبارسنجی مدل

برای اعتبارسنجی مدل در سال ۲۰۰۶ نویسندگان این مقاله به پیاده‌سازی روش بر روی قیمت نفت طی سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ پرداخته و سعی بر تخمین قیمت طی سال

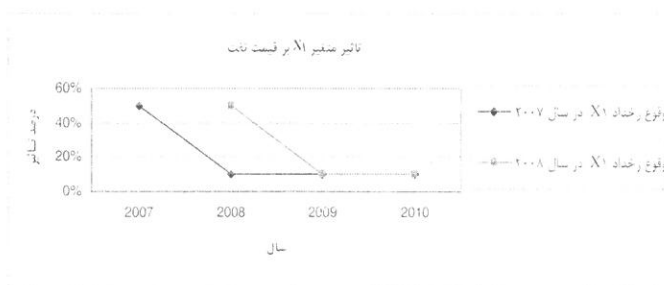
۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ نمودند. نتیجه این تحقیق و تخمین‌های حاصل از آن در "فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی" زمستان ۱۳۸۵ به چاپ رسیده است که ذیلاً تشریح می‌گردد. ابتدا لیستی از وقایع و رخدادهایی که به نظر مولفین، قریب‌الوقوع بوده و نیز بر قیمت نفت تاثیرگذار بودند، جمع‌آوری گردید. این لیست در جدول ۴ به همراه احتمال وقوع هریک طی سالهای ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ و میزان و شدت اثر آنها بر قیمت نفت، تخمین زده شده‌اند.

جدول ۴ شامل رخدادها، احتمالات وقوع هریک در ۲ سال پیاپی و میزان شدت تاثیر آنها بر روند می‌باشد.

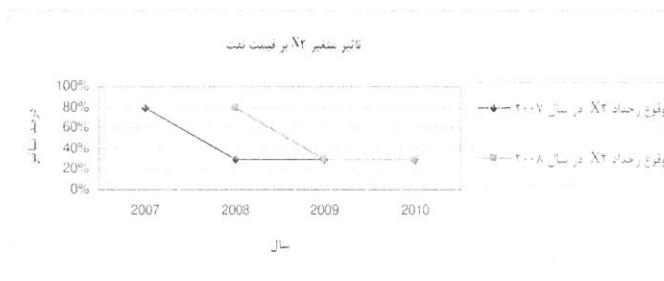
ردیف	متغیر	شرح واقعه	احتمال وقوع در سال ۲۰۰۷	احتمال وقوع در سال ۲۰۰۸	سال تا اولین تاثیر	سال تا بیشترین تاثیر	سال تا حالت پایدار	بیشترین تاثیر (%)	تاثیر حالت پایدار
۱	X _۱	تحریم نفتی ایران بدلیل بحران هسته ای	۷۰٪	۳۰٪	۰	۰	۱	۵۰٪	۱۰٪
۲	X _۲	حمله نظامی ایالات متحده به ایران	۱۰٪	۲۰٪	۰	۰	۱	۸۰٪	۳۰٪
۳	X _۳	سرمایه‌گذاری شرکت‌های آمریکایی در عراق برای افزایش تولید نفت در عراق	۵۰٪	۵۰٪	۱	۲	۳	-۱۵٪	-۱۰٪
۴	X _۴	رویکرد صنایع جهانی به انرژیهای نو به جای مصرف نفت	۵۰٪	۶۰٪	۱	۲	۲	-۳۰٪	-۳۰٪
۵	X _۵	کردن در ونزوئلا	۱۰٪	۲۰٪	۰	۰	۱	۱۰٪	۰٪

جدول ۴- موجودی نیروهای بالقوه تاثیرگذار بر قیمت نفت طی سالهای ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸

متغیرهای پیشنهاد شده، شامل ۵ متغیر X_۱ تا X_۵ به همراه احتمال وقوع هریک در سالهای ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۸ و میزان تاثیرات در بیشترین مقدار و حالت پایدار می‌باشد. نمودارهای زیر نوع تاثیرات هریک از ۵ متغیر را بر روند نشان می‌دهند.



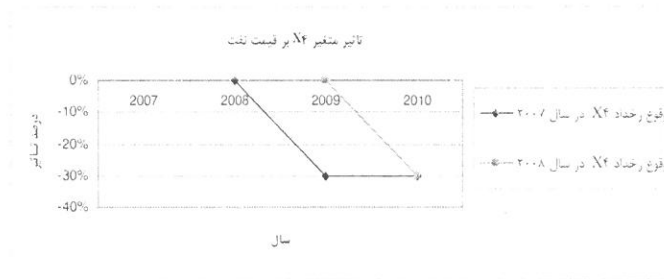
شکل ۱۴



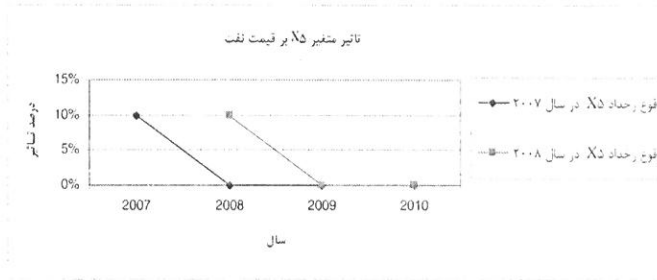
شکل ۱۵



شکل ۱۶

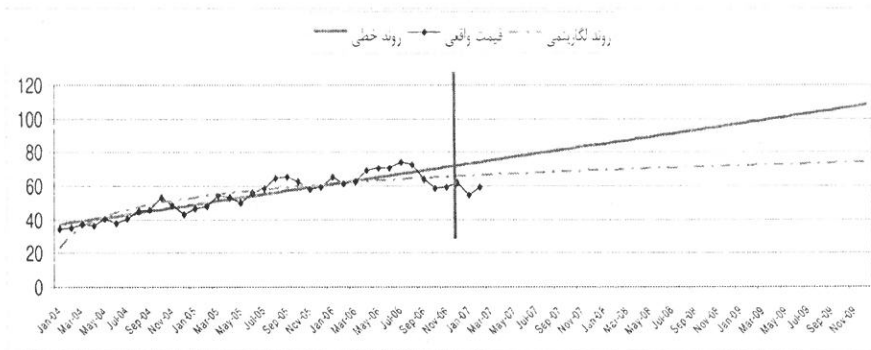


شکل ۱۷



شکل ۱۸

سپس خط مبنای پیش‌بینی، بر اساس داده‌های قیمت از سال ۲۰۰۵ میلادی تا آغاز سال ۲۰۰۷ میلادی و هدف، تخمین قیمت در سال ۲۰۰۷ در نظر می‌گرفته شد. خط روند خطی $y = 1.00341x + 36.106047$ با مقدار $R^2 = 0.807$ و خط روند لگاریتمی $y = 12.0503\text{Ln}(x) + 22.62863$ با مقدار $R^2 = 0.785$ انطباق بیشتری با داده‌های واقعی دارند که در نمودار شکل ۱۹ نشان داده شده‌اند. بدیهی است ممکن است بتوان خطوط روند بهتری نیز بر نمودار منطبق کرد.



شکل ۱۹

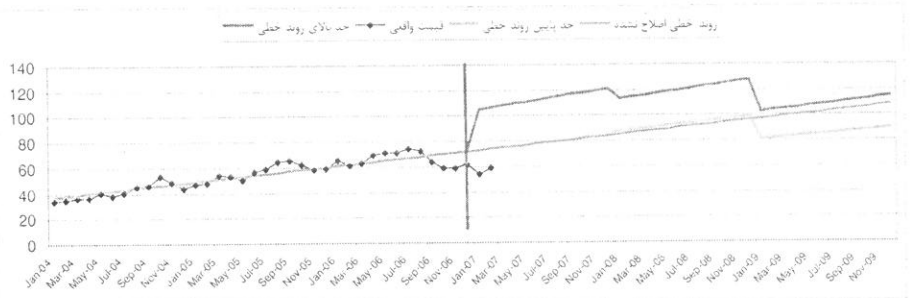
در صورتیکه در هر سال تمامی حالات ممکن برای بیشترین افزایش قیمت را در نظر گرفته، و اثرات آن‌ها را با هم جمع کنیم و سپس تمامی حالات ممکن برای بیشترین کاهش قیمت را در نظر گرفته و مجموع اثراتشان را بدست آوریم، نمودار شکل ۲۰ را برای میزان این حداکثر تغییر مثبت و منفی خواهیم داشت. این حد بالا و پایین تغییر، نشان می‌دهند که ما در آینده با چه بازه‌ای از تغییرات مواجه خواهیم بود.

می‌توان متوسطی از این دو حد بالا و پایین گرفت و به عنوان میانگین تغییرات مورد استفاده قرار داد، اما به نظر استفاده از دو حد بالا و پایین سودمندتر بنظر می‌رسد و می‌تواند اطلاعات مفید بیشتری در اختیار قرار دهد.

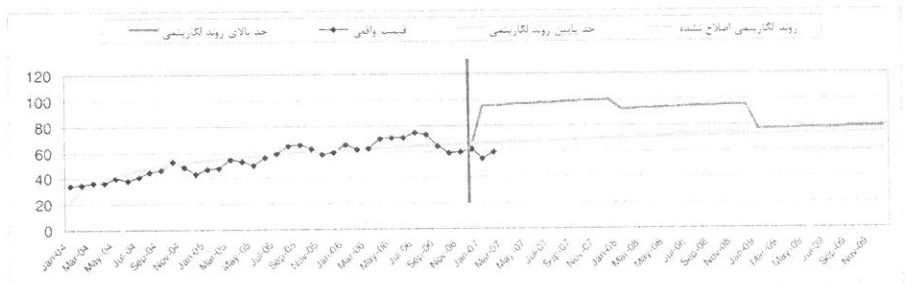


شکل ۲۰

حال با تاثیر منحنی تغییرات بر دو روند خطی و لگاریتمی پیش گفته می‌توان، خطوط روند اصلاح شده‌ای را توسط تکنیک TIA بدست آورد که در شکل‌های ۲۱ و ۲۲ نتایج نهایی قابل مشاهده‌اند.



شکل ۲۱

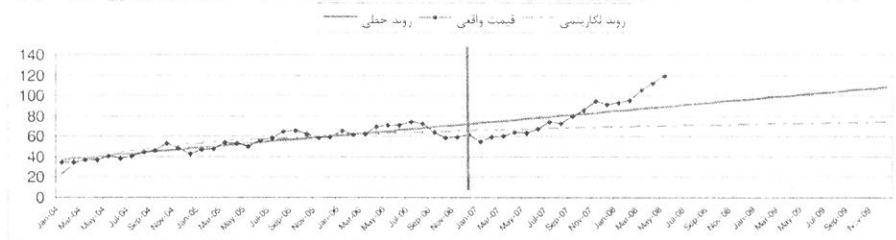


شکل ۲۲

نکته‌ای که بوضوح از دو نمودار فوق قابل مشاهده است، آن است که انتخاب خط روند اولیه تاثیر بسیار مهمی در پیش‌بینی نهایی خواهد داشت و در واقع تکنیک آنالیز تاثیر بر روند بهبوددهنده پیش‌بینی کمی اولیه است و چنانچه پیش‌بینی اولیه بهتری را ورودی تکنیک قرار دهیم حاصل کار نهایی اصلاح شده نیز بیشتر منطبق بر واقع خواهد بود.

همانگونه که اشاره گردید تخمین‌ها و محاسبات فوق در آغاز سال ۲۰۰۷ انجام گردیده و نتایج آن به طبع رسید. حال و با جمع‌آوری اطلاعات واقعی سال ۲۰۰۷ و آغاز سال ۲۰۰۸ به بررسی و مقایسه این دو پرداخته می‌شود.

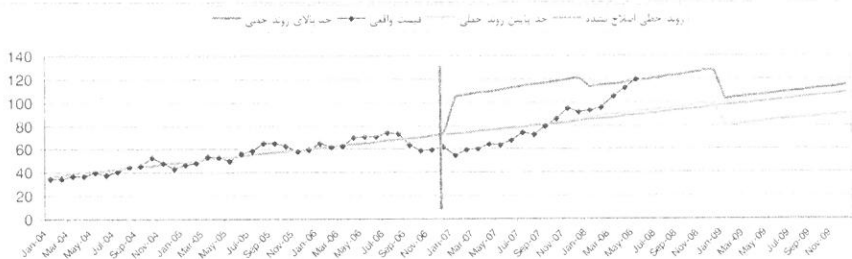
با مقایسه داده‌های واقعی قیمت نفت و خطوط روند خطی و لگاریتمی تخمینی بوضوح مشخص است که این داده‌ها تا تابستان ۲۰۰۷ از تخمین‌ها پایین‌تر و در اواخر ۲۰۰۷ و نیمه اول ۲۰۰۸ از تخمین‌های صرفاً کمی بسیار بالاتر بوده‌اند.



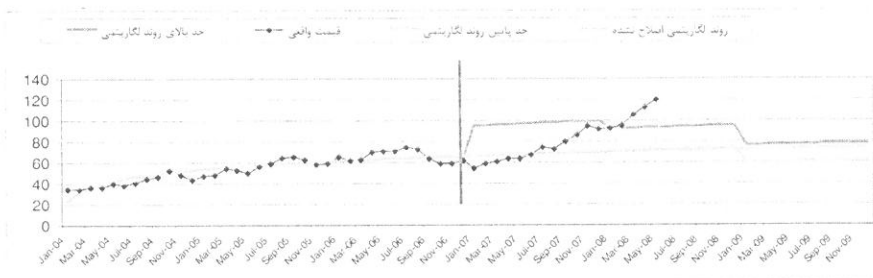
شکل ۲۳

این امر خود می‌تواند دلیلی بر این مدعا باشد که اگرچه میانگین کلی این روند ممکن است بر تخمین‌های عددی و کمی منطبق باشد لیکن وقایعی خاص و بی‌سابقه سبب می‌شوند تا قیمت واقعی در اکثر مواقع متفاوت و گاهی بسیار متفاوت از تخمین‌های صرفاً کمی باشد.

با ورود اطلاعات واقعی بدست آمده طی سال ۲۰۰۷ تا می ۲۰۰۸ نمودارهای شکل ۲۱ و ۲۲ را می‌توان بصورت زیر بروزرسانی کرد.



شکل ۲۴



شکل ۲۵

نمودارها نشان می‌دهند که تخمین‌های حاصل از مدل TIA همپوشانی بیشتری با واقعیت داشته‌اند. و بخصوص تخمین بر اساس روند خطی شکل ۲۴ را می‌توان مبنای بهتری برای تخمین‌های آینده در نظر گرفت.

تحلیل نتایج

با مقایسه داده‌های واقعی قیمت و پیش‌بینی انجام شده، می‌توان دریافت که پیش‌بینی به روش TIA بهتر از پیش‌بینی خط روند واقعیت را پیش‌بینی نموده‌اند. اگرچه این عوامل تنها بر اساس اطلاعات و دانش مولفین این مقاله تدوین گردیده بود - که قطعاً در صورت استفاده از نظرات طیف وسیعی از کارشناسان پیش‌بینی بسیار بهتری انجام خواهد شد- و در برخی موارد پیش‌بینی اتفاقات حداقل تاکنون روی نداده‌اند، اما حتی گاه تصور وقوع هر یک کافی بوده است تا تاثیرات مهمی بر قیمت نفت گذاشته شود. در صورتیکه این روش توسط یک گروه بزرگ و خبره از کارشناسان و با کمک یک نرم‌افزار کامپیوتری انجام شود می‌تواند نتایج بسیار دقیقتری ارائه داد.

ویژگی‌های نرم‌افزار

هرچند که امکان محاسبات بدون نرم‌افزار نیز برای مرحله نهایی روش وجود دارد، لیکن در تعداد زیاد وقایع و فواصل زمانبندی کوتاه، استفاده از نرم‌افزار کمک شایان توجهی به این امر می‌نماید. این امر در حالتی که وقایع را بصورت نه کاملاً مستقل (وابسته زوجی یا چندتایی) در نظر بگیریم، از اهمیت بسیار بیشتری برخوردار می‌گردد. نرم‌افزارهایی همچون SOFI (State Of the Future Index) توسط گوردن و همکارانش برای محاسبه و تحلیل نهایی روش آنالیز تاثیر بر روند توسعه داده شده‌اند، لیکن هیچگونه دسترسی به این نرم‌افزار مقدور نیست. بدین جهت طراحی و توسعه نرم‌افزاری برای این منظور می‌تواند در بسیاری زمینه‌های پیش‌بینی نتایج مطلوبی به همراه داشته باشد.

به نظر می‌رسد سیستم نرم‌افزاری که برای استفاده از تکنیک آنالیز تاثیر بر روند در حوزه مطالعات انرژی توسعه داده می‌شود، باید شامل ویژگی‌ها و گامهای زیر باشد. در گام اول نرم‌افزار باید قابلیت این امر را داشته باشد که داده‌های ورودی را دریافت دارد. این مرحله به دو صورت انجام می‌شود، یا روندهای منطبق بر داده‌ها توسط نرم‌افزار محاسبه می‌شود و سپس برونیابی بر اساس این روندها محاسبه می‌گردد و یا آنکه نرم‌افزار قابلیت دریافت روند را نیز از کاربران دارا می‌باشد. این روندها را کاربر اصلی سیستم دریافت می‌نماید و در صورتیکه منطبق با زمینه پیش‌بینی ارزیابی نماید اجازه بکارگیری آن را به نرم‌افزار می‌دهد.

به عنوان مثال در صورتیکه میزان مصرف بنزین در کشور، پارامتر مورد پیش‌بینی باشد، در صورتیکه داده‌های مرتبط با میزان مصرف، خود مورد پیش‌بینی قرار گیرد، نرم‌افزار می‌تواند روند منطبق بر این مصرف را بدست آورد. ولی در صورتیکه مصرف بنزین را متغیری وابسته به عواملی دیگر چون روند تولید خودروی بنزینی در کشور، روند ورود خودروی بنزینی به کشور، روند ورود خودروهای با سوخت‌های نو به بازار و غیره بدانیم و داده‌های مرتبط با این روندها موجود باشد، کاربر اصلی نرم‌افزار می‌تواند با ورود این روندها به سیستم و تعیین ارتباط هر یک با میزان مصرف بنزین، سیستم را به پیش‌بینی آینده این داده رهنمون سازد.

در گام دوم، نرم‌افزار که بصورت مبتنی بر شبکه^۱ طراحی شده است به کارشناسان مختلف که کاربران سیستم می‌باشند، اجازه می‌دهد که با ورود به فضای دسترسی خود وقایع مختلفی را که در آینده محتمل‌الوقوع و موثر بر متغیر مورد پیش‌بینی می‌دانند، وارد نمایند. ادامه کار وابسته به تکنیک کیفی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد، همچون اجماع یا دلفی یا غیره. در هر صورت کاربر اصلی سیستم از بین وقایع ارائه شده توسط تمامی افراد، وقایع مورد اجماع را انتخاب می‌نماید و برای پالایش بیشتر طی چند مرحله به اطلاع افراد می‌رساند. در صورتیکه مثلاً تکنیک دلفی انتخاب شود، طی چند مرحله سیستم به لیست محدودی از وقایع مورد اجماع دست می‌یابد، که برای گام بعدی، دوباره برای اعضاء ارسال خواهد شد.

در گام سوم، وقایع انتخابی برای کاربران (کارشناسان) ارسال شده است. تا آنان احتمال وقوع هر رخداد و میزان تأثیر آن را بر روند تخمین زنند. این گام می‌تواند در یک نوبت صورت پذیرد و نرم‌افزار متوسط نظرات کارشناسان را بعنوان پیش فرض محاسبات قرار دهد و برونیابی گام اول را اصلاح نماید. به راحتی می‌توان برای هر کاربر وزن دهی نمود تا هر کس بنابر میزان دانش و تجربه خود در مقادیر متغیرها، تأثیر داشته باشد. با الگوگیری از یک سیستم مدیریت دانش^۲ می‌توان نرم‌افزار را بگونه‌ای طراحی نمود که اعتبار کاربران مختلف را بر اساس میزان تطابق نظرات و تخمین‌هایشان با واقعیت، تغییر دهد و بنابر این افراد با تخمین‌های بهتر در پیش‌بینی‌های آینده نرم‌افزار بیشتر تأثیرگذار شوند و دیگر افراد نیز سعی بر افزایش دقت اظهارات و پیش‌بینی‌های خود نمایند.

خروجی نرم‌افزار می‌تواند پیش‌بینی لحظه‌ای از متغیر در فواصل زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت باشد.

این سیستم می‌تواند در ابتدا تنها از کارشناسان یک سازمان بهره برد و سپس در سطح ملی و بلکه فراتر از آن عمل نماید و کارشناسان مختلفی را از زمینه‌هایی همچون انرژی تا اقتصاد و سیاست در فرآیند پیش‌بینی دخیل نماید. بنظر می‌رسد سستی این سیستم بتواند در افزایش تواناییهای کارشناسان در موضوع مورد پیش‌بینی نیز موثر باشد.

1 - Web-Based

2 - Knowledge Management System

قوت و ضعف روش

یکی از مهمترین نقاط قوت روش TIA آن است که بجای گفتن تنها این جمله که "این مقدار درست که فکر می‌کنم در آینده چنین خواهد شد"، تحلیلگر می‌تواند اضافه کند "و اینها وقایعی هستند که من نسبت به آنها پاسخگو هستم". در این مرحله، تحلیلگران می‌توانند نسبت به این وقایع و تاثیراتشان بحث و انتقاد کنند. به بیان دیگر، بحث به یک سطح تفصیلی‌تر و جزئی‌تر منتقل می‌شود، آن هم با تمرکز بیشتر بر روی عواملی که برای مسیر متغیر مورد نظر اهمیت بیشتری دارند.

همچنین وقایع و قضاوت‌های راجع به آنها، یک سناریو را شکل می‌دهند. در حقیقت، TIA برای عددی کردن یک سناریو استفاده می‌شود.

با استفاده از TIA می‌توان آن وقایعی که متغیرها را دچار نوسانات شدید می‌کنند، از طریق یک تحلیل حساسیت شناسایی کرد. بر اساس این دانش، می‌توان یک سیستم پایش را پایه‌گذاری کرد که بدنبال توسعه‌هایی بگردد که تغییرات را در احتمالات و تاثیرات وقایع حساس از پیش خبر دهد.

در آخر، از آنجا که TIA یک دامنه پیش‌بینی بجای یک پیش‌بینی تک نقطه‌ای فراهم می‌کند، این عدم جزمیت بخوبی با تکنیک‌های تحلیل ریسک هماهنگی دارد. به این روش چند انتقاد وارد شده است. اول آنکه با مطمئناً، لیست وقایع همیشه ناقص است. دوم، حتی اگر لیست وقایع نیز کامل می‌بود، درباره دقت احتمالات و قضاوت راجع به تاثیرات آنها نمی‌توان کاملاً مطمئن بود.

نمونه‌های بکارگیری

یک نمونه موفق انجام شده با استفاده از این تکنیک، پیش‌بینی متغیر مصرف بنزین در حمل و نقل ایالت کالیفرنیا توسط گروه آینده به سرپرستی گوردون می‌باشد. هدف پیش‌بینی این متغیر ویژه، ارزیابی منظری برای مصرف بنزین بود و ارزیابی کاراترین سیاست از بین چند خط‌مشی.

بعلاوه می‌توان از این تکنیک برای پیش‌بینی انواع قیمت محصولات و مواد و مخصوصاً قیمت انرژی (نفت، گاز، الکتریسیته، ...) و پیش‌بینی میزان عرضه و تقاضای محصولات گوناگون استفاده نمود.

نتیجه‌گیری

در این مقاله سعی بر آن شد تا با دید کاربردی به یکی از ابزارهای موثر آینده‌پژوهی - آنالیز تأثیر بر روند - پرداخته شود و این تکنیک به عنوان یک تکنیک بهبوددهنده روش‌های کمی مورد مطالعه قرار گیرد. سپس تکنیک بر روی قیمت نفت طی سالهای اخیر بکار گرفته شد تا قیمت آتی نفت تخمین زده شود. با گذشت بیش از یکسال از تخمین‌ها، قیمت واقعی نفت جمع‌آوری گردید و با میزان پیش‌بینی مورد مقایسه قرار گرفت. در مجموع و با وجود محدودیت‌های تحقیق، بنظر می‌رسد، نتایج بر مناسب بودن تکنیک آنالیز تأثیر بر روند تکیه دارند.

ضمیمه - جدول قیمت نفت West Texas Intermediate از ژانویه ۲۰۰۰ تا

می ۲۰۰۸

S	ماه
27.18	1-Jan-00
29.35	1-Feb-00
29.89	1-Mar-00
25.74	1-Apr-00
28.78	1-May-00
31.83	1-Jun-00
29.77	1-Jul-00
31.22	1-Aug-00
33.88	1-Sep-00
33.08	1-Oct-00
34.4	1-Nov-00
28.46	1-Dec-00
29.58	1-Jan-01
29.61	1-Feb-01
27.24	1-Mar-01
27.41	1-Apr-01
28.64	1-May-01
27.6	1-Jun-01
26.45	1-Jul-01
27.47	1-Aug-01
25.88	1-Sep-01
22.21	1-Oct-01
19.67	1-Nov-01
19.33	1-Dec-01
19.67	1-Jan-02
20.74	1-Feb-02
24.42	1-Mar-02
26.27	1-Apr-02
27.02	1-May-02
25.52	1-Jun-02
26.94	1-Jul-02
28.38	1-Aug-02
29.67	1-Sep-02
28.85	1-Oct-02
26.27	1-Nov-02
29.42	1-Dec-02
32.94	1-Jan-03
35.87	1-Feb-03
33.55	1-Mar-03
28.25	1-Apr-03
28.14	1-May-03
30.72	1-Jun-03
30.76	1-Jul-03
31.59	1-Aug-03
28.29	1-Sep-03
30.33	1-Oct-03
31.09	1-Nov-03
32.15	1-Dec-03

S	ماه
34.27	1-Jan-04
34.74	1-Feb-04
36.76	1-Mar-04
36.69	1-Apr-04
40.28	1-May-04
38.02	1-Jun-04
40.69	1-Jul-04
44.94	1-Aug-04
45.95	1-Sep-04
53.13	1-Oct-04
48.46	1-Nov-04
43.33	1-Dec-04
46.84	1-Jan-05
47.97	1-Feb-05
54.31	1-Mar-05
53.04	1-Apr-05
49.83	1-May-05
56.26	1-Jun-05
58.7	1-Jul-05
64.97	1-Aug-05
65.57	1-Sep-05
62.37	1-Oct-05
58.3	1-Nov-05
59.43	1-Dec-05
65.51	1-Jan-06
61.63	1-Feb-06
62.9	1-Mar-06
69.69	1-Apr-06
70.94	1-May-06
70.96	1-Jun-06
74.41	1-Jul-06
73.05	1-Aug-06
63.87	1-Sep-06
58.88	1-Oct-06
59.37	1-Nov-06
62.03	1-Dec-06
54.57	1-Jan-07
59.26	1-Feb-07
60.56	1-Mar-07
63.97	1-Apr-07
63.46	1-May-07
67.48	1-Jun-07
74.18	1-Jul-07
72.39	1-Aug-07
79.93	1-Sep-07
86.2	1-Oct-07
94.62	1-Nov-07
91.73	1-Dec-07

S	ماه
92.95	1-Jan-08
95.35	1-Feb-08
105.56	1-Mar-08
112.57	1-Apr-08
119.65	1-May-08

منابع و مأخذ

منابع فارسی

- "تکنیک آنالیز تأثیر بر روند (TIA): نقطه تلاقی تکنیک‌های کمی و کیفی پیش‌بینی. با مثالی در زمینه آینده‌پژوهی انرژی"، محمدرضا تقوی و یاسر علیزاده، فصلنامه اقتصاد انرژی، شماره ۱۱، زمستان ۱۳۸۵.
- "روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی"، بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴.
- محمد تقی فاطمی قمی، "پیش‌بینی و تجزیه و تحلیل سربهای زمانی"، نشر دانش امروز، تهران، ۱۳۷۵.

منابع لاتین

- Technology Foresight in Japan- The Potential and Implications of DELPHI Approach , Terutaka Kuwahara
- Ben R. Martin , "TECHNOLOGY FORESIGHT IN A RAPIDLY GLOBALIZING ECONOMY", SPRU - Science and Technology Policy Research, University of Sussex, 2000
- <http://www.economagic.com/>
- <http://www.neatideas.com/data/data/OILPRICE.htm>
- <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/mat077e/html/mat077ee.html>
- <http://www.wtrg.com/about.htm>
- Theodore Jay Gordon., "Trend Impact Analysis ", AC/UNU Millennium Project, 1994.
- UNIDO TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL, Volume 1, United Nations Industrial Development Organization