مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۶۹ / تابستان ۱۳۸۴ / صفحات ۵۶-۲۷

پیش‌بینی تقاضای انرژی دراقتصاد ایران براساس روش تجزیه

دکتر ابراهیم حیدری *

تاریخ دریافت ۸۳/۹/۲۸ تاریخ پذیرش ۸۳/۱۱/۶

چکیده

در این تحقیق میزان تقاضا یا مصرف نهایی حامل‌های سه گانه انرژی در بخش‌های تولیدی اقتصاد ایران شامل بخش صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل و نقل با استفاده از یک الگوی تجزیه و برای یک دوره ۱۵ ساله در قالب سه گزینه (نرخ رشدتولید بالا، پایین و روند) پیش‌بینی‌شده است. . نتایج پیش‌بینی تقاضای برق و گاز طبیعی نشان می‌دهد که در هر سه گزینه در طول سال‌های مورد پیش‌بینی با تشدید مصرف ناشی از عوامل ساختاری و شدت انرژی مواجه هستیم. نتایج نشان‌دهنده صرفه‌جویی قابل ملاحظه مصرف فراورده‌های نفتی ناشی از کاهش شدت انرژی در گزینه‌های اول و دوم است.

طبقه‌بندی JEL: Q41، Q49.

کلید واژه: مصرف نهایی انرژی، روش تجزیه، اثر تولیدی، اثر شدت انرژی، اثر ساختاری.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۱- مقدمه

بررسی‌های علمی و اقتصادی در زمینه نیاز به عامل انرژی از دو جنبه مورد تأکید وافر صاحبه‌نظران و سیاست‌گذاران اقتصادی واقع شده است: یکی محدودیت منابع پایان‌پذیر از جمله سوخت‌های فسیلی که بخش عمده نیازانرژی جهان

---

* استادیار اقتصاد دانشگاه خلیج فارس(بوشهر).

را تأمین می‌کند و دیگری تأثیرات زیست محیطی بهره‌گیری از حامل‌های انرژی حاصله از آنها. از این روست که دست‌اندرکاران بخش انرژی در اقتصادهای پیشرفته به دنبال یافتن روش‌هایی به منظور بهره‌دهی بیشتر حامل‌های فسیلی و یا جایگزین کردن آنها به وسیله انرژی‌های نو هستند. این تلاش‌ها به ویژه پس از بحران‌های نفتی دهه ۷۰ تشدید شده است. در حال حاضر نیز در کشورهای صنعتی موضوع توسعه انرژی‌های نو در دستور کار اصلی سیاست‌گزاران و مطالعات بخش انرژی قرار گرفته است. این دغدغه‌ها زمینه‌ساز تحولاتی ملموس در بهبود بهره‌وری انرژی مرتبط با فرایندهای اقتصادی بوده است. سیاست‌های قیمتی و ابزارهای غیرقیمتی از جمله بهبود روش تولید و به‌کارگیری تجهیزات کارآمد در وسایل نقلیه، کارخانجات و ساختمان‌ها به طور انکارناپذیری به افزایش بهره‌وری انرژی در سیستم‌های اقتصادی دامن زده است. این در حالی است که تلاش‌های انجام شده در بخش جایگزینی انرژی‌های نو تا کنون به پیشرفت مورد انتظار نرسیده است. رقابت ناپذیری انرژی‌های جدید از لحاظ قیمت مهمترین چالشی است که تحقق این امر را با تأخیر فراوان مواجه ساخته است. علیرغم تمامی اینها اهمیت و ضرورت حیاتی این مسأله با گذشت زمان روشن‌تر می‌شود. معضلات زیست محیطی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای به عنوان مهمترین انگیزه برای دنبال کردن این هدف و حمایت‌های سازمان یافته از این تلاش‌ها مطرح بوده است. هزینه هنگفت سرمایه‌گذاری و دوره طولانی بازگشت سرمایه در صنایع تولید انرژی‌های نو، به اشتیاق بیشتر کشورهای صنعتی برای استفاده از منابع فسیلی دامن زده و باعث شده است که این کشورها روز به روز شیوه‌های جدیدتری را در زمینه استفاده از منابع ارزان و در عین حال کمیاب و پایان‌پذیر کشورهای جهان سوم به‌کار گیرد.

تلاش‌های بیشتر در زمینه دستیابی به انرژی‌های نو در شرایطی متصور خواهد بود که بتوان با تحلیل‌های علمی به افقی روشن در زمینه تأمین نیازهای آتی، به منابع انرژی دست یافت. اینجاست که می‌توان با مقایسه و تطبیق توانمندی‌های

عرضه و نیازهای سمت تقاضا به عمق بحران واقف شده و به منظور بهبود بهره‌وری و همچنین جایگزینی انرژی‌های نو مبادرت به تشویق، جذب و حمایت از سرمایه‌گذاری در این زمینه کرد. پیش‌بینی تقاضای انرژی بر پایه الگوهای علمی جدید و کارآمد ما را در یافتن مسیری روشن برای پی بردن به این تنگنا و ارائه توصیه‌های سیاستی مناسب برای حمایت از سرمایه‌گذاری‌ها کمک می‌کند.

هدف اصلی این مقاله پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش‌های تولیدی در اقتصاد ایران در یک افق ۲۰ ساله است. الگوی تحلیلی تحقیق در این مقاله الگوی تجزیه یا مجزاسازی است. این الگو رویکردی ریاضی و محاسباتی داشته و با تفکیک اجزاء و عناصر تغییر در مصرف انرژی و استخراج اثرات هر کدام، روند آتی تقاضا را پیش‌بینی می‌کند. با استفاده از الگوی مزبور تحت گزینه‌های مختلف به پیش‌بینی تقاضا برای حامل‌های انرژی در بخش‌های تولیدی اقتصاد ایران می‌پردازیم.

۲- ادبیات موضوع

روش مجزاسازی به‌طور گسترده‌ای در تحلیل‌های عددی (فاکتوریال)، برای محاسبه و تفکیک اجزای و عوامل تغییر در یک متغیر در طول زمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش تجزیه یا مجزاسازی[1] مصرف انرژی به تجزیه آثار عوامل مؤثر بر مصرف نهایی انرژی اشاره دارد و در مطالعات بخش انرژی حایز اهمیت فراوان است. بر اساس این روش تغییر کل مصرف انرژی در سطح مورد مطالعه (بین دو سال انتخاب شده) به مجموع سه اثر شامل، اثر ساختاری[2]، اثرتولیدی[3] و اثر شدت خالص[4] تجزیه می‌شود. اثر ساختاری به تغییر در مصرف انرژی ناشی از تغییر در ترکیب یا سهم فعالیت‌های اقتصادی دلالت دارد. اثر تولید نیز

1- Decomposition.
2- Structural Effects.
3- Production Effects.
4- Pure Intencity Effects.

مربوط بـه تغییـر در کـل مـصرف انـرژی بـه‌واسـطه افـزایش در تولیـد و حجـم فعالیت است.

از آنجا که شدت انرژی میزان مصرف نهایی انرژی بـه ازای هـر واحـد فعالیـت (تولید یا ارزش افزوده) را نشان می‌دهد، اثرشدت خالص انرژی، تغییـرات مـصرف ناشی از تغییر در شدت انرژی را اندازه‌گیری می‌کند. مقـدار منفـی ایـن اثـر بـین دوسال مشخص بیانگر کاهش در مصرف بواسطه کاهش در شـدت انـرژی بـوده و صرفه‌جویی در مصرف انرژی را نـشان مـی‌دهـد در صـورتی‌کـه مقـدار مثبـت آن گرایش به مصرف یا تشدید مصرف را نشان مـی‌دهـد. از آنجـا کـه شـدت انـرژی شـدیداً تحـت تـأثیر شـیوه بهـره‌بـرداری از منـابع و همچنـین نـوع تجهیـزات مصرف‌کننده انرژی قرار می‌گیرد، اثر شدت انرژی در مطالعـات اقتـصاد انـرژی در زمینه بررسی رفتار صرفه‌جویی نقش کلیدی دارد. البته شایان ذکر است کـه اگـر چنانچه ترکیب فعالیت‌های اقتصادی به نفـع بخـش‌هـای انـرژی‌بـر تغییـر کنـد، صرفه‌جویی در مصرف حاصل از تغییرات ساختاری هم رخ می‌دهد هر چنـد ایـن تغییرات دارای ماهیتی بلندمدت بوده و ناشی از ملاحظات کلان اقتصادی اسـت و مستقیماً با هدف صرفه‌جویی انرژی صورت نمی‌گیرد.

آنگ (۱۹۹۴) برای تجزیه مصرف انرژی بـرق در اقتـصاد تـایوان و سـنگاپور از روش‌های دیوژیا استفاده کرده اسـت. . نتـایج مجزاسـازی بـرای سـنگاپور نـشان می‌دهد که تغییرات مشاهده شده در مصرف نهایی در فاصله زمـانی (۸۵-۱۹۷۴) عمدتاً توسط تغییر در شدت خالص انرژی توضیح داده می‌شود، در صورتی‌کـه در سـال‌هـای (۹۰-۱۹۸۵) توسـط تغییـرات سـاختاری تبیـین شـده اسـت. نتـایج مجزاسازی برای تایوان نشان‌دهنده آنست که اثر شدت خالص در تمـامی مراحـل توضیح تغییرات در مصرف برق نسبت به اثـرات سـاختاری، نقـش برتـری داشـته است.

فارلا و همکاران (۱۹۹۸) ضمن ارائه یک روش خاص مجزاسازی اثـرات تغییـر در کل شدت انرژی، آن را برای اقتصاد هلند به‌کار گرفته و نـشان داده‌انـد کـه در طول دوره مطالعه (۹۰-۱۹۸۰)، اثر شدت خالص عمده تغییرات شـدت انـرژی را

توضیح می‌دهد. لازم به توضیح است کـه در طـول دوره مـذکور تغییـر در شـدت انرژی تماماً منفی بوده است.

مرکز تحقیقات انرژی آسیا واقیانوس آرام (۲۰۰۱) برای تجزیه شدت انرژی در سطح کلان برای کشورهای مورد مطالعه از روش دیوریا استفاده کرده است. نتایج مجزاسازی در تحقیق مزبور برای کشور ژاپن نشان‌دهنده سـهم بـسیار بـالای اثـر شدت خالص طی دوره (۹۸-۱۹۸۰)، برای کشور برونتی نشانگر سهم بسیار بالای اثر ساختاری در فاصله سال‌های (۹۸-۱۹۸۰) است. در کشور چین نیز سهم بسیار بالای اثر شدت خالص در سال‌های (۹۸-۱۹۸۰) وجود دارد.

جی، دبلیو، سان(۲۰۰۱) برای پیش‌بینی تقاضای انرژی در ۱۵ کـشور اروپـایی در طول سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۷از یک روش تجزیه کامل استفاده کرده است. پایه آمار تحقیق داده‌های مربوط به مصرف انرژی و تولیـد ناخـالص ملـی کـشورها در طول سال‌های ۹۷-۱۹۶۰ است. مدل پیش‌بینی مزبور بر مبنـای تحلیـل بناهـای عددی تغییر مصرف انرژی ساخته شـده اسـت. در ایـن مطالعـه سـه اثـر رونـد[1]، برگشتی(ارتجـاعی)[2] و تـشدید یـا صـرفه‌جـویی در مـصرف[3] بـراورد شـده اسـت. اثـرات مزبـور ترکیبـی از اثـرات تولیـدی، سـاختاری و شـدت انـرژی هـستند. نتایج حاصله نشان مـی‌دهنـد کـه مجمـوع تقاضـای انـرژی در ۱۵ کـشور مـورد مطالعه در سه گزینـه رشـد اقتـصادی پـایین، بـالا و رونـد، از ۲۵۸ میلیـون تـن معادل نفت خـام در سـال ۱۹۹۷ بـه ترتیـب بـه ۲۵۸، ۹۸۰ و ۴۲۷ میلیـون تـن معادل نفت خام در سال ۲۰۱۰ افزایش می‌یابد. . نکته قابل توجه در این تحقیـق اینست کـه بـرای غالـب کـشورها نـرخ تغییـر شـدت‌هـای انـرژی در سـال‌هـای ۹۷-۱۹۶۰منفی بوده است، به‌همین دلیل در هر سه گزینه اثـر صـرفه‌جـویی در مصرف در طول سال‌های مورد پیش‌بینی به چشم می‌خورد. مقدار این اثر در سال

1- Trend effect.
2- Rebound effect.
3- Materialization(Dematerialization) effect.

۲۰۱۰ برابر در سه گزینه از ۷۳ به ۲۲۵ میلیون تن معادل نفت خام پیش‌بینی شده است.[۱]

۳- روش تحقیق

الگوی تجزیه در تحقیق حاضر مبتنی بر تفکیک اجزا و عوامل مؤثر بر مصرف نهایی انرژی است. طبق این روش تغییر مصرف در یک فاصله زمانی برحسب تعداد عوامل در نظر گرفته شده به اثرات جداگانه‌ای مربوط می‌شود. الگوی پایه‌ای برای تفکیک اثرات عوامل و استخراج آنها از یک بسط ریاضی پیروی می‌کند. این الگو ما را قادر می‌سازد که بنا به ماهیت متغیر مورد مطالعه و عوامل تأثیرگذار بر آن، متغیر فوق را به‌صورت حاصلضرب عوامل مزبور بیان کرده و سپس به تناسب تعداد عوامل در نظر گرفته شده اثر هر یک را بر رفتار متغییر اصلی در طول زمان به‌صورت فرمول درآوریم. این روش هر چند پیچیده نیست، اما مزیت مهم‌آن این است که عوامل ناپایداری در مصرف را حول روند تجزیه کرده و محقق را قادر می‌سازد با در نظر گرفتن نرخ رشد و رفتار هر عامل، تأثیرآن را بر روی مصرف درآینده پیش‌بینی کند وآنگاه با جمع کردن اثرات به پیش‌بینی مصرف نهایی انرژی درآینده بپردازد.

بسط ریاضی برای استخراج الگوی اصلی به صورت زیر معرفی می‌شود:

شاخصی مانند w را در نظر می‌گیریم که در هر زمان مقداری را بخود می‌گیرد. فرض می‌شود این شاخص را می‌توان به حاصلضرب n عامل تجزیه کرد. X_i را عامل i می‌نامیم. بنابراین داریم:

$$W=\Pi_{i=1}^{n}X_i \qquad (۱)$$

فرض شود در فاصله زمانی $t=0$ تا $t=T$، X_i از X_i^0 به X_i^T تغییر می‌کند، به همین دلیل W^0نیز به W^T تغییر می‌کند. طبق روش جمعی تجزیه کامل[۲]،

۱- الگوی تحلیلی مورد استفاده در تحقیق حاضر از این مقاله استخراج شده است.

2- Complete Additive Decomposition Approach.

تغییر درW برابر است با مجموع اثرات ناشی از تغییر در عوامل در نظر گرفته شده، بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta W = W^T - W^0 = \prod_i^n X_i^T - \prod_i^n X_i^0 = \sum_i^n X_{i_effect} \qquad (۲)$$

برای ساده شدن آن می‌نویسیم:

$$\prod_i X_i^T = \prod_i (X_i^0 + \Delta X_i) = (X_1^0 + \Delta X_1)(X_2^0 + \Delta X_2).....(X_n^0 + \Delta X_n)$$

اگر بسط بالا را تجزیه نماییم و نتیجه را در رابطه ۲ قرار دهیم، جمله $\prod_i^n X_i^0$- از میان می‌رود (چون قرینه آن در بسط بالا وجود دارد)، بنابراین با تجزیه عبارت بالا حاصل رابطه ۲ که جمع اثرات عوامل بر شاخص اصلی است، مشخص می‌شود. بنابراین مجموع اثرات عوامل بر شاخص W را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\sum_i^n X_{i-effect} = \sum_i^n \frac{\Pi_i^n X_i^0}{X_i^0}\Delta X_i + \sum_{j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i^0}{X_j^0 X_i^0}\Delta X_j \Delta X_i + \sum_{k\neq j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i^0}{X_k^0 X_j^0 X_i^0}\Delta X_k \Delta X_j \Delta X_i + ... + \Pi_i^n \Delta X_i \qquad (۳)$$

کل اثرات عوامل بر شاخص W را می‌توان به دو مجموعه اثر تفکیک کرد:

۱- اثرات مستقیم(DE): برابر با جمع اثرات مستقیم و جداگانه عوامل است. اثر مستقیم عامل X_i که در شرایط ثابت بودن سایر عوامل تعریف می‌شود، به صورت زیر است:

$$X_{i-effect}^D = \frac{\Pi_i^n X_i^0}{X_i^0}\Delta X_i$$

به همین دلیل مجموع اثرات مستقیم عوامل برابراست با:

$$DE = \sum_i^n X_{i-effect}^D = \sum_i^n \frac{\Pi_i^n X_i^0}{X_i^0}\Delta X_i \qquad (۴)$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود DE برابر با جمله اول رابطه ۳ است.

۲- اثر پسمانده(RE): این اثر برابر با حاصل جمع اثرات ناشی از تغییرات همزمان عوامل است، یعنی عبارت ۳ منهای جمله اول آن:

$$RE = \sum_{j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i}{X_j^0 X_i^0}\Delta X_j \Delta X_i + \sum_{k\neq j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i}{X_k^0 X_j^0 X_i^0}\Delta X_k \Delta X_j \Delta X_i + ... + \Pi_i^n \Delta X_i \quad (۵)$$

همان‌گونه که پیداست، تعداد ΔXها در جمله اول دوتاست و به‌طور متوالی در جملات بعدی یکی یکی اضافه می‌شود تا این‌که جمله آخر تماماً به حاصلضرب ΔXها تبدیل می‌شود. بر اساس قاعده لاسپیرز[1] برای محاسبه سهم هر عامل در هر جمله از اثر پسمانده، آن جمله به‌طور مساوی بین عواملی که تغییرات آنها(Δ) در آن جمله ظاهر شده تقسیم می‌شود (جمله بر تعداد ΔXها تقسیم می‌شود)، از این رو سهم X_i در اثر پسمانده برابر است:

$$X_{i-effect}^{RE} = \frac{1}{2}\sum_{j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i}{X_j^0 X_i^0}\Delta X_j \Delta X_i + \frac{1}{3}\sum_{k\neq j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i}{X_k^0 X_j^0 X_i^0}\Delta X_k \Delta X_j \Delta X_i + ... + \frac{\Pi_i^n \Delta X_i}{n} \quad (۶)$$

با توجه به مراتب بالا اثر X_i یا X_{i_effect} به صورت زیر بیان می‌شود:

$$X_{i_effect} = \frac{\Pi_i^n X_i^0}{X_i^0}\Delta X + \frac{1}{2}\sum_{j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i}{X_j^0 X_i^0}\Delta X_j \Delta X_i + \frac{1}{3}\sum_{k\neq j\neq i} \frac{\Pi_i^n X_i}{X_k^0 X_j^0 X_i^0}\Delta X_k \Delta X_j \Delta X_i + ... + \frac{\Pi_i^n \Delta X_i}{n} \quad (۷)$$

در اینجا اگر بتوان اثر Xiها را براورد کرد، با جمع زدن اثرها به کل تغییر در W می‌رسیم. یعنی:

$$\sum_i X_{i_effect} = \Delta W \quad (۸)$$

1- Rutger Hoekstra, Jeroen J.C.J.M. van den Bergh(2003).

یا می‌توان نوشت:

$$\sum_{i} X_{i_effect} = W^{T} - W^{0}$$

بنابر این:

$$W^{T} = W^{0} + \sum_{i} X_{i_effect} \qquad (۹)$$

تغییر در W را می‌توان بر اساس رابطه ۵ پیش‌بینی کرد. این یک ایده اساسی برای مدل پیش‌بینی است. حال با توجه به این قاعده، الگوی مورد استفاده در تحقیق را به‌صورت زیر معرفی می‌کنیم:

اگر E کل مصرف نهایی انرژی بخش‌های تولیدی در سطح کلان و E_i میزان مصرف نهایی انرژی در بخش i–ام باشد، خواهیم داشت:

$$E = \sum_{i=1}^{n} E_i$$

با در نظر گرفتن عواملی از جمله ارزش افزوده و شدت انرژی به‌عنوان عوامل مهم مؤثر بر مصرف نهایی انرژی در بخش‌های تولیدی اقتصاد، می‌توان نوشت:

$$E = \sum_{i} \frac{E_i}{Q_i} \cdot \frac{Q_i}{GDP} \cdot GDP \qquad (۱۰)$$

در اینجا Q_i ارزش افزوده بخش i - ام و GDP تولید ناخالص داخلی کشور است.

در این تحقیق بخش‌های تولیدی اقتصاد به چهار بخش صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل و نقل تقسیم شده‌اند.

I_i را شدت انرژی بخش i–ام و S_i را سهم بخش مزبور در تولید ناخالص داخلی در نظر می‌گیریم، به عبارت دیگر:

$$I_i = \frac{E_i}{Q_i} \qquad S_i = \frac{Q_i}{GDP}$$

با جایگذاری دو کسر بالا در رابطه ۱۰ می‌توان نوشت:

$$E = \sum_{i} I_i \cdot S_i \cdot GDP \qquad (۱۱)$$

عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در اینجا شامل I, S, GDP می‌باشند (مثل X ها در معادله ۱) و i هم علامت بخش بوده و جمع نیز روی بخش‌ها زده می‌شود. که به جای Xها در معادلات ۹ با توجه به رابطه بالا، می‌توان تغییر در مصرف انرژی بین دو سال مشخص را به سه اثر زیر تجزیه کرد:

۱- اثر شدت انرژی (I_{effect})

۲- اثر تغییر ساختاری در اقتصاد(S_{effect})

۳- اثر تولیدی یا اثر ارزش افزوده (GDP_{effect})

بنابراین با توجه به معادله شماره (۹) می‌توان نوشت:

$$E^T = E^0 + I_{effect} + S_{effect} + GDP_{effect} \qquad (۱۲)$$

با تعمیم بسط ریاضی معرفی شده توسط روابط ۲ تا ۷ روی رابطه ۱۱، روابط ریاضی مربوط به سه اثر بالا به شرح زیر است (در اینجا i نشانه بخش است، در حالی که در روابط ۲ تا ۷ نشانه عامل بود. در اینجا عوامل به‌طور مجزا و با علامت خاص خود معرفی شده‌اند):

$$I_{effect} = \sum_i^n (\Delta I_i) S_i^0 GDP^0 + \frac{1}{2}\sum_i^n \Delta I_i \left[(\Delta S_i) GDP^0 + S_i^0 (\Delta GDP)\right] + \frac{1}{3}\sum_i^n \Delta I_i \Delta S_i \Delta GDP \qquad (۱۳)$$

$$S_{effect} = \sum_i^n (\Delta S_i) I_i^0 GDP^0 + \frac{1}{2}\sum_i^n \Delta S_i \left[(\Delta I_i) GDP^0 + I_i^0 (\Delta GDP)\right] + \frac{1}{3}\sum_i^n \Delta I_i \Delta S_i \Delta GDP \qquad (۱۴)$$

$$GDP_{effect} = \sum_i^n I_i^0 S_i^0 (\Delta GDP) + \frac{1}{2}\sum_i^n \Delta GDP \left[(\Delta S_i) I_i^0 + S_i^0 (\Delta I_i)\right] + \frac{1}{3}\sum_i^n \Delta I_i \Delta S_i \Delta GDP \qquad (۱۵)$$

در معادلات بالا می‌توان تغییر در شاخص‌های اقتصادی را برحسب نرخ رشد

آنها بیان کرد. به عبارت دیگر به‌جای نوشتن میـزان مطلـق تغییـرات کـه توسـط Δنشان داده می‌شود، حاصلضرب نرخ رشد متغیر در مقدار اولیه‌آن را قرار داد. به صورت زیر:

$$\Delta I_i = \alpha_i I_i^0 \quad ; \quad \Delta S_i = \gamma_i S_i^0 \quad ; \quad \Delta GDP = \lambda \cdot GDP^0$$

با جایگزینی تغییرات عوامل برحسب نرخ رشـد آنهـا در معـادلات ۱۳ تـا ۱۵، خواهیم داشت:

$$I_{effect} = \sum_i \alpha_i E_i^0 + \frac{1}{2}\sum_i \alpha_i(\gamma_i + \lambda)E_i^0 + \frac{1}{3}\left[\lambda \sum_i \alpha_i \beta_i E_i^0\right] \qquad (۱۶)$$

$$S_{effect} = \sum_i \beta_i E_i^0 + \frac{1}{2}\sum_i \beta_i(\alpha_i + \lambda)E_i^0 + \frac{1}{3}\left[\lambda \sum_i \alpha_i \beta_i E_i^0\right] \qquad (۱۷)$$

$$GDP_{effect} = \lambda E^0 + \frac{\lambda}{2}\sum_i (\alpha_i + \lambda)E_i^0 + \frac{1}{3}\left[\lambda \sum_i \alpha_i \beta_i E_i^0\right] \qquad (۱۸)$$

در این مطالعه، نرخ‌های رشد عوامل، نرخ‌های رشد سالیانه هستند پـس تغییـر در متغیرها به صورت زیر بیان می‌شود: (t علامت زمان است)

$$\Delta I_i = \alpha_i^t I_i^{t-1} \quad ; \quad \Delta S_i = \gamma_i^t S_i^{t-1} \quad ; \quad \Delta GDP = \lambda^t GDP^{t-1}$$

در اینجا اثرات شدت انرژی، ساختاری و تولیدی توسط معادلات (۱۶) تا (۱۸) براورد می‌شود. مقدار واقعی مصرف انرژی در طول زمان (مسیر زمانی مـصرف) را می‌توان به سه جزء یا اثر تقسیم کرد:

۱- جزء روند: این جزء در هر سـال در طـول دوره پـیش‌بینـی(بـه‌طـور مثـال سال t) برابر با بخشی از تغییرات مصرف انرژی است که صرفاً بر مبنای تغییـر در تولید ناخالص داخلی بخش‌ها در سال t و برحسب شـدت انـرژی و سـهم نـسبی بخش‌ها در تولید (ساختار اقتصاد) مربوط به سال پایه، محقق می‌شود. به عبـارت دیگر این جزء برابر است با اثر تولیدی یا GDP_{effect}. ضمناً این جزء میزان تغییر مصرف در شدت و ساختار ثابت(مربوط به سال پایه) نیز نامیده می‌شود.

۲- اثر برگشتی[1]: این اثر برای هر سال دوره پیش‌بینی برابر است با تفاوت کل تقاضای واقعی پیش‌بینی‌شده آن سال با مصرف انرژی در سال پایه. اثـر برگـشتی ناشی از تغییراتی از جمله بهبود کارایی انرژی، تغییر در قیمت‌هـای انـرژی، رشـد تولید و یا تغییر در سهم بخش‌ها در کل تولید بروز می‌کند، از این رو برابر است با مجموع سه اثر: شدت انرژی، ساختاری و تولیدی. به شرح زیر:

$$\text{rebound_effect} = I_{effect} + S_{effect} + GDP_{effect} \qquad (۱۹)$$

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود اثـر ارتجـاعی همـان تغییـر واقعـی در مـصرف انرژی است.

۳- اثر یا جزء تشدید مصرف/ صرفه‌جویی[2]. این اثر برابر است بـا مجمـوع دو اثـر شدت انرژی و اثر ساختاری در هر سال در نتیجه بخشی از تغییـر مـصرف انـرژی است که مستقل از رشد تولید در سال مزبور حاصل می‌شود. اگر چنانچه‌آن تغییر مثبت باشد، اثر تشدید مصرف و اگر منفی باشد اثر صرفه‌جویی نام دارد. بنابراین:

$$\text{Materialization} = I_{effect} + S_{effect} \quad ; \quad \text{if} \quad (I_{effect} + S_{effect}) \geq 0$$

$$\text{Dematerialization} = -(I_{effect} + S_{effect}) \quad ; \quad \text{if} \quad (I_{effect} + S_{effect}) \leq 0$$

در مدل تقاضای انرژی مورد استفاده در این تحقیق، سه پدیـده بـالا بـراورد و پیش‌بینی می‌شوند.[3]

۴- پارامترهای مدل و نحوه محاسبه‌آنها

پارامترهای موجود در الگوی مورد استفاده تحقیق طبق معادلات شماره ۱۳ تا ۱۵عبارتند از:

α_i = نرخ تغییر سالیانه شدت انرژی بخش i-ام

λ_i = نرخ رشد سالیانه تولید (ارزش افزوده) در بخش i-ام

γ_i^t = سهم بخش تولیدی i-ام در مجموع تولید ناخالص داخلیGDP در سالt -ام

1- rebound effect.
2- materialization/dematerialization.
3- J.W.Sun (2001).

λ^t = نرخ رشد سالیانه GDP کشور

مقدار پارامترهای α_i و λ_i در طول دوره مطالعه و در قالب سه گزینه خاص مفروض در نظر گرفته می‌شوند. دو پارامتر دیگر طبق روابط زیر اندازه‌گیری می‌شوند:

$$\gamma_i^t = \left[\frac{(1+\lambda_i)Q_i^{t+1}}{\sum_i (1+\lambda_i)Q_i^{t+1}} \Big/ \frac{Q_i^{t-1}}{\sum_i Q_i^{t-1}} \right] - 1 \qquad (۲۰)$$

$$\lambda^T = \frac{\sum_i (1+\lambda_i)Q_i^{t-1}}{\sum_i Q_i^{t-1}} - 1 \qquad (۲۱)$$

۵- ویژگی‌های داده‌های آماری

اطلاعات‌آماری مورد استفاده در این تحقیق، داده‌های سری زمانی ۲۲ ساله (دوره زمانی ۸۰-۱۳۵۸) مصرف نهایی انرژی به تفکیک سه حامل انرژی (برق، گاز طبیعی و فراورده‌های نفتی) و در چهار بخش تولیدی اقتصاد ایران است. بخش‌های تولیدی عبارتند از: صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل و نقل. نرخ تغییر متوسط سالیانه شدت انرژی و نرخ رشد تولیدات بخش‌ها در فواصل زمانی ۶۳-۱۳۵۸، ۶۷-۱۳۶۳، ۷۱-۱۳۶۷، ۷۵-۱۳۷۱ و ۸۰-۱۳۷۵ و ۸۰-۱۳۵۸ را به‌عنوان مبنای محاسبات الگو بمنظور پیش‌بینی تقاضا در نظر می‌گیریم. جدول شماره ۱ نرخ‌های متوسط رشد سالیانه تولید و شدت انرژی را به تفکیک بخش‌های اقتصادی مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر پارامترهای مدل در فواصل زمانی دوره مطالعه بر اساس سال ۱۳۵۸- درصد

پارامترها و بخش‌ها / فواصل زمانی			۱۳۵۸-۶۳	۱۳۶۳-۶۷	۱۳۶۷-۷۱	۱۳۷۱-۷۵	۱۳۷۵-۸۰	۱۳۵۸-۸۰
بخش صنعت	λ		+۶/۵	-۲/۴	+۷/۳	+۴/۸	+۵/۲	+۴/۵
	α	برق	+۳	+۳/۳	+۴/۶	+۵/۹	-/۳	+۳/۳
		گاز طبیعی	+۵۱	+۱/۸	+۱۷/۶	+/۹	-/۶	+۲۰/۹
		فراورده‌های نفتی	+۶	+۵/۴	-۳/۶	-۱۲	-۱/۷	-۱/۴
بخش کشاورزی	λ		+۶/۸	+۵/۹	+۴/۳	+۴/۱	+۲/۵	+۴/۸
	α	برق	+۲۲	+۱۰/۷	+۳/۳	+۴/۶	+۱۰	+۱۱
		فراورده‌های نفتی	+۴/۵	+/۱	+/۰۴	-۵/۳	-۳/۴	-/۸
بخش خدمات	λ		+۶	-۸	-۱/۵	+۸/۴	+۴/۷	+۲/۲
	α	برق	+۶/۶	+۲۸	+۱۱/۷	-۵	+/۷	+۸/۵
		گاز طبیعی	+۳۸/۸	+۱۷/۷	+۲۷	+۲۰	+۵/۴	+۱۹/۵
		فراورده‌های نفتی	-۳/۲	+۱۶/۹	+۹	-۲/۳	-۵/۷	+۱/۸
بخش حمل و نقل	λ		+۴/۴	-۹	+۱۱/۵	+۳/۳	+۸	+۳/۶
	α	فراورده‌های نفتی	+۱/۹	+۱۴/۸	-۳/۴	+۴/۷	-۲/۲	+۳/۴

۶- گزینه‌های پیش‌بینی تحقیق

در این مطالعه پیش‌بینی تقاضا برای حامل‌های سه گانه و کل مصرف انرژی در قالب سه گزینه زیر انجام می‌گیرد:

گزینه نرخ رشد پایین: نرخ رشد اقتصادی پایین و نرخ تغییر ملایم شدت انرژی

گزینه نرخ رشد بالا: نرخ رشد اقتصادی بالا و نرخ تغییر شدید شدت انرژی

گزینه نرخ رشد روند: نرخ رشد اقتصادی و نرخ تغییر شدت انرژی هر دو بر مبنای روند تاریخی آنها

نرخ‌های رشد تولید بخش‌ها در سه سطح بالا، پایین و روند در سه گزینه بالا به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\lambda_{i_low} = \text{Minimum}\left[\lambda_i^{1358-63}, \lambda_i^{1363-67}, \lambda_i^{1367-71}, \lambda_i^{1371-75}, \lambda^{1375-80}\right]$$

$$\lambda_{i_high} = \text{Maximum}\left[\lambda_i^{1358-63}, \lambda_i^{1363-67}, \lambda_i^{1367-71}, \lambda_i^{1371-75}, \lambda^{1375-80}\right]$$

$$\lambda_{i-trend} = \lambda_i^{1358-80}$$

جدول زیر نرخ‌های رشد تولید را برحسب سطوح مورد اشاره نشان می‌دهد:

جدول ۲- سطوح مختلف نرخ رشد تولید - درصد

پارامتر / بخش	λ_{i_low}	λ_{i_trend}	λ_{i_trend}
صنعت	+۴/۸	+۷/۳	+۴/۵
کشاورزی	+۲/۵	+۶/۸	+۴/۸
خدمات	+۴/۷	+۸/۴	+۲/۲
حمل و نقل	+۳/۳	+۱۱/۵	+۳/۶

سطوح نرخ تغییر شدت مصرف حامل‌های انرژی با توجه به مسیر زمانی این شاخص مشخص می‌شود. بر این اساس بخش‌ها به‌طور کلی به سه گروه زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

- **گروه اول**: بخش‌هایی که حداکثر (پیک) شدت مصرف حامل در آنها قبل از دوره مطالعه رخ داده است. فرض می‌شود، در این گروه شدت مصرف سیر نزولی خود را ادامه می‌دهد. ازاینرو نرخ‌های رشد آرام و شدید شدت مصرف این گروه از میان نرخ‌های رشد منفی به شرح زیرانتخاب می‌شود:

$$\alpha_{i_slow} = \mathrm{Max}\left[\alpha_i^{1358-63}, \alpha_i^{1363-67}, \alpha_i^{1367-71}, \alpha_i^{1371-75}, \alpha^{1375-80}, \alpha^{1358-80}\right]$$

$$\alpha_{i_fast} = \mathrm{Min}\left[\alpha_i^{1358-63}, \alpha_i^{1363-67}, \alpha_i^{1367-71}, \alpha_i^{1371-75}, \alpha^{1375-80}, \alpha^{1358-80}\right]$$

رفتار شدت مصرف انرژی مربوط به هر سه حامل نشان می‌دهد که هیچکدام از بخش‌های مورد مطالعه در این گروه قرار نمی‌گیرند.

- **گروه دوم**: بخش‌هایی که حداکثر (پیک) شدت مصرف حامل در آنها در فاصله سال‌های دوره مطالعه رخ داده است. فرض می‌شود، در این گروه نیز شدت مصرف در آینده سیر نزولی خود را ادامه می‌دهد. از این رو نرخ‌های تغییر آرام و شدید شدت مصرف در این گروه از میان نرخ‌های تغییرمنفی فواصل زمانی بعد از سال پیک به صورت زیر منظور می‌شود:

$$\alpha_{i_slow} = Max\left[\alpha_i^{1358-63}, \alpha_i^{1363-67}, \alpha_i^{1367-71}, \alpha_i^{1371-75}, \alpha^{1375-80}, \alpha^{1358-80}\right]$$
$$\alpha_{i_fast} = Min\left[\alpha_i^{1358-63}, \alpha_i^{1363-67}, \alpha_i^{1367-71}, \alpha_i^{1371-75}, \alpha^{1375-80}, \alpha^{1358-80}\right]$$

با نگاهی به مسیر زمانی شدت مصرف حامل‌ها در طول سال‌های ۸۰-۱۳۵۸دیده می‌شود که در مورد شدت مصرف فراورده‌های نفتی تمامی بخش‌ها و در مورد شدت مصرف برق فقط بخش خدمات در این گروه قرار می‌گیرد.

- **گروه سوم**: بخش‌هایی که از ابتدا مسیر زمانی شدت مصرف نهایی حامل انرژی آنها در دوره مورد مطالعه غالباً صعودی بوده است. فرض می‌شود، در این گروه تغییرات شدت مصرف حامل این روند را در آینده نیز ادامه می‌دهد. از این رو نرخ‌های تغییر آرام و شدید شدت مصرف در این گروه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha_{i_slow} = Min\left[\alpha_i^{1358-63}, \alpha_i^{1363-67}, \alpha_i^{1367-71}, \alpha_i^{1371-75}, \alpha^{1375-80}, \alpha^{1358-80}\right]$$
$$\alpha_{i_fast} = Max\left[\alpha_i^{1358-63}, \alpha_i^{1363-67}, \alpha_i^{1367-71}, \alpha_i^{1371-75}, \alpha^{1375-80}, \alpha^{1358-80}\right]$$

در این گروه اگرچنانچه شدت مصرف در طول دوره به حداکثر هم رسیده باشد در سال‌های پایانی همراه با نوسانات نسبتاً شدید در مقادیر بالا دیده می‌شود، از این رو نمی‌توان به‌طور مشخص نرخ تغییر منفی ویا مثبت را نسبت به سال پایه در سال‌های آتی برای آن متصور بود. مسیر زمانی شدت مصرف حامل‌ها نشان می‌دهد که در مورد شدت مصرف گاز طبیعی تمامی بخش‌ها و در مورد شدت مصرف برق بخش‌های صنعت و کشاورزی در این گروه قرار می‌گیرند. مقدار روند نرخ تغییر شدت مصرف حامل انرژی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\alpha_{i-trend} = \alpha_i^{1358-80}$$

جدول‌شماره ۳ نرخ‌های رشد شدت انرژی را د رسه سطح مورد اشاره در طول دوره مطالعه نشان می‌دهد:

جدول ۳- سطوح مختلف نرخ تغییر شدت انرژی - درصد

پارامتر	α_{i-slow}			α_{i-fast}			$\alpha_{i-trend}$		
حامل / بخش	برق	کاز	فراورده‌ها	برق	کاز	فراورده‌ها	برق	کاز طبیعی	فراورده‌ها
صنعت	+۳	+/۹	-۱/۷	+۵/۹	+۵۱	-۱۲	+۳/۳	+۲۰/۹	-۱/۴
کشاورزی	+۳/۳	-	-۳/۴	+۲۲	-	-۵/۳	+۱۱	-	-/۸
خدمات	+/۷	+۵/۴	-۲/۳	-۵	+۳۸/۸	-۵/۷	+۸/۵	+۱۹/۵	+۱/۸
حمل و نقل	-	-	-۲/۲	-	-	-۳/۴	-	-	+۳/۴

بیان این نکته حایز اهمیت است که در مواردی‌که نرخ‌های تغییر شدت مصرف مثبتند، منظور کردن این نرخ‌ها در الگوی پیش‌بینی باعث می‌شود که شدت مصرف حامل‌ها در طول دوره پیش‌بینی به‌طور مستمرافزایش یابد. منطقی است که این افزایش باید دارای یک مقدار حداکثری باشد، همچنین در حالاتی که نرخ تغییر شدت انرژی منفی است، مقدار پیش‌بینی شده شدت در سال‌های آتی مرتباً کاهش می‌یابد، منطقی است در این حالات نیز یک مقدار کف یا حداقلی برای این شاخص برای اعمال محدودیت در مدل منظور شود. از این رو باید محاسبات الگو بعد از پیش‌بینی از لحاظ حدود حداکثر و حداقل شدت انرژی مورد بررسی و تصحیح قرار گیرد. برای تعیین مقدار حداکثر (پیک) و حداقل (کف) شدت مصرف هر حامل در هربخش به مسیر تاریخی آن در بخش مزبور یا بخش‌های مشابه رجوع می‌کنیم.

در مواردی‌که شدت مصرف حامل در طول سال‌های ۸۰-۱۳۵۸ به مقدار پیک خود رسیده است، همان مقدار به‌عنوان سقف افزایش منظور می‌شود. این حالت در مورد فراورده‌های نفتی و گازطبیعی در تمامی بخش‌ها و برق در بخش خدمات مصداق دارد. اما مسیر زمانی شدت مصرف حامل برق در بخش‌های صنعت و کشاورزی صعودی بوده و نمی‌توان بر اساس داده‌های دوره مزبور مقدار پیک آن را مشخص کرد. در این حالت متوسط شدت مصرف برق در دوره مزبور و در صنایع کانی غیر فلزی که دارای بالاترین شدت انرژی برق در میان گروه‌های

صنعتی است به عنوان مقدار پیک منظور می‌شود.

داده‌های تاریخی شدت مصرف فراورده‌های نفتی نشان می‌دهد که پیک شدت انرژی در بخش‌های صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل‌ونقل به ترتیب برابر با ۳۱، ۱۰/۵، ۱۰ و ۱۳/۵ و حداقل(کف) شدت مصرف این فراورده‌ها در بخش‌های صنعت، کشاورزی، خدمات و حمل‌ونقل به ترتیب برابر با ۸، ۵/۵، ۵/۵ و ۷۱ بشکه معادل نفت خام در میلیون ریال ارزش افزوده حقیقی است. مقدار پیک شدت مصرف برای حامل برق در بخش‌های صنعت، کشاورزی و خدمات به ترتیب برابر با ۹، ۹و ۳/۳ و برای گاز طبیعی در بخش‌های صنعت و کشاورزی به ترتیب برابر با ۲۲ و ۳/۸ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال در ارزش افزوده حقیقی است. مقدار حداقل (کف)شدت مصرف برق صرفاً برای بخش خدمات به‌کار برده می‌شود که برابر با تقریباً ۰/۷ بشکه معادل نفت خام است. مقدار حداقل شدت مصرف گاز طبیعی با توجه به مسیر زمانی آن در الگو مورد نیاز نیست. لازم به توضیح است که ارزش افزوده حقیقی بر حسب قیمت‌های سال ۱۳۶۱ محاسبه شده است.

۷- نتایج پیش‌بینی الگو

مدل معرفی شده در قسمت قبل را برای پیش‌بینی تقاضای حامل‌های سه‌گانه انرژی شامل، برق، گازطبیعی و فراورده‌های نفتی در بخش‌های تولیدی اقتصاد ایران طی سال‌های ۹۵- ۱۳۸۱بر مبنای سه گزینه به‌کارگرفته‌ایم. در اینجا سال ۱۳۸۰ سال پایه است، بدین معنی که مقادیر مصرف نهایی حامل‌ها، ارزش افزوده، شدت انرژی در سال ۱۳۸۰ به‌عنوان مبنای محاسبه اثرات شدت انرژی، ساختاری و روند مصرف در سال‌های آتی به‌کار گرفته شده‌اند. این شیوه محاسبه در چنین الگوهایی یک قاعده عمومی تلقی می‌شود. نتایج پیش‌بینی به تفکیک اجزای تقاضا شامل، اثر یا جزء روند، اثر ساختاری، اثر شدت انرژی، کاهش مصرف (صرفه‌جویی[1]) و یا تشدید مصرف[2] وهمچنین اثر برگشتی در جداول شماره ۴

1- Dematerialization.
2- Materialization.

الی۱۲ درج شده است. نمودارهای شماره ۱ تا ۳ نیز مسیر روند و کل مقدار پیش‌بینی تقاضای سه حامل را در طول سال‌های پیش‌بینی نشان می‌دهند. در ادامه نتایج پیش‌بینی به تفکیک حامل‌های انرژی مورد بررسی قرار می‌گیرد:

الف- نتایج پیش‌بینی حامل برق: نتایج پیش‌بینی برق در هر سه گزینه نشان می‌دهد که اثر شدت انرژی برای سال‌های مورد پیش‌بینی مثبت و دارای مقادیری نسبتاً بزرگ است اثر ساختاری در گزینه نرخ رشد بالا منفی ودر دو گزینه دیگر مثبت و در همه حالات دارای مقادیری بسیار کوچک است. این بدان معنی است که در طول این سال‌ها مصرف نهایی این حامل از ناحیه افزایش شدت مصرف به‌طور مستمر افزایش می‌یابد. صرفه‌جویی در مصرف در حد بسیار ناچیزی به دلیل تغییرات ساختاری در گزینه نرخ رشد بالا وجود دارد و با توجه به مقادیر نسبتاً بالاتر اثر شدت مصرف در هر سه گزینه در طول سال‌های مورد پیش‌بینی با تشدید مصرف نهایی مواجه هستیم. مقدار تقاضا برای انرژی برق در سال ۱۳۸۰ حدوداً برابر با ۴۰ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است در حالی که میزان تقاضا برای سال ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد پایین، بالا و روند به ترتیب برابر با ۷۵، ۱۵۸ و ۱۰۳ میلیون بشکه معادل نفت خام پیش‌بینی می‌شود. نمودار شماره ۱ اثرروند و مقدار کل پیش‌بینی شده تقاضا برای برق را در سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۵ در سه گزینه نشان می‌دهد. فاصله اثر روند و تقاضای واقعی در هر گزینه میزان تشدید مصرف را نشان می‌دهد و در هر سه گزینه دارای مسیر صعودی است

ب- نتایج پیش‌بینی گاز طبیعی: نتایج پیش‌بینی در هر سه گزینه نشان می‌دهد که اثر شدت انرژی برای سال‌های مورد پیش‌بینی مثبت و اثر ساختاری صرفاً در گزینه نرخ رشد بالا منفی است. مقدار مثبت بالا و سهم غالب اثر شدت در توضیح تغییرات مصرف این حامل باعث شده است که در طول این سال‌ها مصرف گاز طبیعی به‌طور عمده از ناحیه شدت مصرف و اندکی هم به دلیل تغییر در سهم نسبی بخش‌های تولیدی در اقتصاد ملی به‌طور مستمر افزایش‌یابد. در این حالت نیزدر هر سه گزینه اثر تشدید مصرف مواجه هستیم. نتایج نشان می‌دهد که

میزان تقاضای گاز طبیعی از حدود ۱۰۰ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۰، در سه گزینه نرخ رشد پایین، بالا و نرخ رشد روند برای سال ۱۳۹۵ به ترتیب برابر با ۲۷۰، ۳۳۷ و ۲۴۵ میلیون بشکه معادل نفت خام پیش‌بینی شده است. دامنه نرخ تغییر شدت مصرف گاز طبیعی در طول دوره مطالعه در بخش صنعت ۹/+ درصد تا ۵۱+ درصد و در بخش خدمات ۵/۴+ درصد تا ۳۸/۸+ درصد بوده است، به‌همین لحاظ مقادیر پیش‌بینی‌شده تقاضا در سه گزینه تفاوت نسبتاً بالایی با یکدیگر دارند. نمودار شماره ۲ اثر روند و مقدار کل پیش‌بینی شده تقاضا برای گاز طبیعی را در سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۵ برای سه گزینه نشان می‌دهد. چنانچه ملاحظه می‌شود، گرایش به مصرف در هر سه دارای سیر صعودی است.

ج- نتایج پیش‌بینی فراورده‌های نفتی: نتایج پیش‌بینی در گزینه‌های نرخ رشد پایین و بالا نشان می‌دهد که اثر شدت مصرف این فراورده‌ها برای سال‌های مورد پیش‌بینی تماماً منفی و دارای مقادیر مطلق بالا و در گزینه نرخ رشد روند مثبت است. اثرساختاری نیز در هر سه گزینه تماماً مثبت است. به دلیل غالب بودن اثرمنفی شدت مصرف در دو گزینه نرخ رشد پایین و بالا با کاهش در مصرف (صرفه‌جویی) مواجه هستیم. اما در گزینه نرخ روند به دلیل مثبت بودن اثرات ساختاری و شدت انرژی مصرف تشدید می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که میزان تقاضا برای این فراورده‌ها از حدود ۳۱۰ میلیون بشکه معادل نفت خام سال ۱۳۸۰، در سه گزینه نرخ رشد پایین، بالا و روند به ترتیب برابر با ۳۲۸، ۴۲۹ و ۶۳۳ میلیون بشکه معادل نفت خام برای سال ۱۳۹۵ بالا خواهند رفت.

نکته قابل توجه در ارتباط با نتایج پیش‌بینی فراورده‌های نفتی تفاوت قابل‌ملاحظه مقادیر پیش‌بینی در گزینه‌های نرخ رشد پایین و بالا نسبت به گزینه دیگر است. دلیل این امر اینست که هر چند حداقل از سال ۱۳۶۸، شدت مصرف این فراورده‌ها در تمامی بخش‌ها رو به کاهش بوده است، اما نرخ تغییر این شاخص در کل دوره (روند) برای بخش‌های خدمات و حمل و نقل که عمده‌ترین مصرف‌کنندگان این فراورده‌ها می‌باشند مثبت است، از این رو در گزینه نرخ رشدروند تشدید در گرایش به مصرف مشاهده می‌شود. نمودار شماره ۳ اثر روند و

مقدار کل پیش‌بینی شده تقاضا برای فراورده‌های نفتی را درسال‌های مورد پیش‌بینی برای سه گزینه نشان می‌دهد.

جدول ۴- نتایج پیش‌بینی تقاضای برق در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد پایین

year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Real Demand
۱۳۸۱	۱/ ۲۲۵۰۰۲	۰/ ۷۶۵۴۶۶	۰/ ۶۰۸۸۲۷	۰/ ۱۵۶۶۳۸	۱/ ۹۹۰۴۶۷	۴۱/ ۶۱۰۴۷
۱۳۸۲	۲/ ۴۷۳۰۹۷	۱/ ۵۶۳۸۴۶	۱/ ۲۴۵۳۹۸	۰/ ۳۱۸۴۴۸	۴/ ۰۳۶۹۴۴	۴۳/ ۶۵۶۹۴
۱۳۸۳	۳/ ۷۴۴۴۲۶	۲/ ۳۹۵۰۴۱	۱/ ۹۰۹۴۶۱	۰/ ۴۸۵۵۸۰	۶/ ۱۳۹۴۶۷	۴۵/ ۷۵۹۴۷
۱۳۸۴	۵/ ۰۳۹۱۱۳	۳/ ۲۵۸۹۲۳	۲/ ۶۰۰۷۹۱	۰/ ۶۵۸۱۳۲	۸/ ۲۹۸۰۳۶	۴۷/ ۹۱۸۰۴
۱۳۸۵	۶/ ۳۵۷۲۶۹	۴/ ۱۵۵۳۸۴	۳/ ۳۱۹۱۸۹	۰/ ۸۳۶۱۹۵	۱۰/ ۵۱۲۶۵	۵۰/ ۱۳۲۶۵
۱۳۸۶	۷/ ۶۹۸۹۹۵	۵/ ۰۸۴۳۲۲	۴/ ۰۶۴۴۷۶	۱/ ۰۱۹۸۴۶	۱۲/ ۷۸۳۳۲	۵۲/ ۴۰۳۳۲
۱۳۸۷	۹/ ۰۶۴۳۷۹	۶/ ۰۴۵۶۴۸	۴/ ۸۳۶۴۸۹	۱/ ۲۰۹۱۵۹	۱۵/ ۱۱۰۰۳	۵۴/ ۷۳۰۰۳
۱۳۸۸	۱۰/ ۴۵۳۵۰	۷/ ۰۳۹۲۸۱	۵/ ۶۳۵۰۸۴	۱/ ۴۰۴۱۹۷	۱۷/ ۴۹۲۷۸	۵۷/ ۱۱۲۷۸
۱۳۸۹	۱۱/ ۸۶۶۴۴	۸/ ۰۶۵۱۴۸	۶/ ۴۶۰۱۲۸	۱/ ۶۰۵۰۲۰	۱۹/ ۹۳۱۵۹	۵۹/ ۵۵۱۵۹
۱۳۹۰	۱۳/ ۳۰۳۲۶	۹/ ۱۲۳۱۸۲	۷/ ۳۱۱۵۰۳	۱/ ۸۱۱۶۷۹	۲۲/ ۴۲۶۴۴	۶۲/ ۰۴۶۴۴
۱۳۹۱	۱۴/ ۷۶۴۰۱	۱۰/ ۲۱۳۳۲	۸/ ۱۸۹۱۰۱	۲/ ۰۲۴۲۲۳	۲۴/ ۹۷۷۳۴	۶۴/ ۵۹۷۳۴
۱۳۹۲	۱۶/ ۲۴۸۷۶	۱۱/ ۳۳۵۵۲	۹/ ۰۹۲۸۲۲	۲/ ۲۴۲۶۹۵	۲۷/ ۵۸۴۲۸	۶۷/ ۲۰۴۲۸
۱۳۹۳	۱۷/ ۷۵۷۵۶	۱۲/ ۴۸۹۷۱	۱۰/ ۰۲۲۵۸	۲/ ۴۶۷۱۳۶	۳۰/ ۲۴۷۲۷	۶۹/ ۸۶۷۲۷
۱۳۹۴	۱۹/ ۲۹۰۴۵	۱۳/ ۶۷۵۸۷	۱۰/ ۹۷۸۲۸	۲/ ۶۹۷۵۸۲	۳۲/ ۹۶۶۳۱	۷۲/ ۵۸۶۳۱
۱۳۹۵	۲۰/ ۸۴۷۴۶	۱۴/ ۸۹۳۹۳	۱۱/ ۹۵۹۸۷	۲/ ۹۳۴۰۶۶	۳۵/ ۷۴۱۴۰	۷۵/ ۳۶۱۴۰

جدول ۵- نتایج پیش‌بینی تقاضای برق در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد بالا

year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Real Demand
۱۳۸۱	۳/ ۰۷۰۹۵۸	۲/ ۵۲۰۶۳۰	۲/ ۵۱۳۲۴۴	۰/ ۰۰۷۳۸۷	۵/ ۵۹۱۵۸۸	۴۵/ ۲۱۱۵۹
۱۳۸۲	۶/ ۳۲۳۵۸۵	۵/ ۱۹۴۳۵۳	۵/ ۱۹۴۸۶۴	-۰/ ۰۰۰۵۱۱	۱۱/ ۵۱۷۹۴	۵۱/ ۱۳۷۹۴
۱۳۸۳	۹/ ۷۵۶۱۹۴	۸/ ۰۲۲۸۹۶	۸/ ۰۴۵۶۱۹	-۰/ ۰۲۲۷۲۳	۱۷/ ۷۷۹۰۹	۵۷/ ۳۹۹۰۹
۱۳۸۴	۱۳/ ۳۶۷۴۹	۱۱/ ۰۰۷۵۶	۱۱/ ۰۶۶۰۹	-۰/ ۰۵۸۵۳۵	۲۴/ ۳۷۵۰۴	۶۳/ ۹۹۵۰۴
۱۳۸۵	۱۷/ ۱۵۶۴۵	۱۴/ ۱۴۹۳۵	۱۴/ ۲۵۶۷۴	-۰/ ۱۰۷۳۸۹	۳۱/ ۳۰۵۸۰	۷۰/ ۹۲۵۸۰
۱۳۸۶	۲۱/ ۱۲۲۲۷	۱۷/ ۴۴۹۰۸	۱۷/ ۶۱۷۹۲	-۰/ ۱۶۸۸۴۱	۳۸/ ۵۷۱۳۵	۷۸/ ۱۹۱۳۵
۱۳۸۷	۲۵/ ۲۶۴۳۲	۲۰/ ۹۰۷۳۹	۲۱/ ۱۴۹۹۲	-۰/ ۲۴۲۵۳۶	۴۶/ ۱۷۱۷۰	۸۵/ ۷۹۱۷۰
۱۳۸۸	۲۹/ ۵۸۲۰۶	۲۴/ ۵۲۴۸۰	۲۴/ ۸۵۲۹۹	-۰/ ۳۲۸۱۸۴	۵۴/ ۱۰۶۸۶	۹۳/ ۷۲۶۸۶
۱۳۸۹	۳۴/ ۰۷۵۰۶	۲۸/ ۳۰۱۷۶	۲۸/ ۷۲۷۳۱	-۰/ ۴۲۵۵۵۰	۶۲/ ۳۷۶۸۲	۱۰۱/ ۹۹۶۸
۱۳۹۰	۳۸/ ۷۴۲۹۷	۳۲/ ۲۳۸۶۰	۳۲/ ۷۷۳۰۴	-۰/ ۵۳۴۴۳۶	۷۰/ ۹۸۱۵۷	۱۱۰/ ۶۰۱۶
۱۳۹۱	۴۳/ ۵۸۵۴۹	۳۶/ ۳۳۵۶۴	۳۶/ ۹۹۰۳۲	-۰/ ۶۵۴۶۷۹	۷۹/ ۹۲۱۱۳	۱۱۹/ ۵۴۱۱
۱۳۹۲	۴۸/ ۶۰۲۳۷	۴۰/ ۵۹۳۱۲	۴۱/ ۳۷۹۲۶	-۰/ ۷۸۶۱۴۰	۸۹/ ۱۹۵۴۹	۱۲۸/ ۸۱۵۵
۱۳۹۳	۵۳/ ۷۹۳۴۰	۴۵/ ۰۱۱۲۵	۴۵/ ۹۳۹۹۵	-۰/ ۹۲۸۷۰۳	۹۸/ ۸۰۴۶۵	۱۳۸/ ۴۲۴۷
۱۳۹۴	۵۹/ ۱۵۸۴۰	۴۹/ ۵۹۰۲۲	۵۰/ ۶۷۲۴۸	-۱/ ۰۸۲۲۶۷	۱۰۸/ ۷۴۸۶	۱۴۸/ ۳۶۸۶
۱۳۹۵	۶۴/ ۶۹۷۲۰	۵۴/ ۳۳۰۱۷	۵۵/ ۵۷۶۹۲	-۱/ ۲۴۶۷۴۶	۱۱۹/ ۰۲۷۴	۱۵۸/ ۶۴۷۴

جدول ۶- نتایج پیش‌بینی تقاضای برق در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد روند

year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Real Demand
۱۳۸۱	۱/۵۳۸۶۳۵	۲/۵۱۲۳۰۶	۲/۵۰۰۱۲۰	۰/۰۱۲۱۸۵	٤/۰۵۰۹٤۱	٤۳/٦۷۰۹٤
۱۳۸۲	۳/۱٦۹۹۳۹	۵/۱۰۷۰٦۲	۵/۰۸۷۹۹۰	۰/۰۱۹۰۷۲	۸/۲۷۷۰۰۱	٤۷/۸۹۷۰۰
۱۳۸۳	٤/۸۹۳۵٦۳	۷/۷۸٤٦۵٦	۷/۷٦۳۷۵۹	۰/۰۲۰۸۹۷	۱۲/٦۷۸۲۲	۵۲/۲۹۸۲۲
۱۳۸۴	٦/۷۰۹۲۰۲	۱۰/۵٤۵۳۹	۱۰/۵۲۷۵٦	۰/۰۱۷۸۳٦	۱۷/۲۵٤۵۹	۵٦/۸۷٤۵۹
۱۳۸۵	۸/۵۲۲٦۰۰	۱۲/۳۲٦۳۷	۱۲/۲۷۵۰۱	۰/۰۵۱۳۵۷	۲۰/۸٤۸۹۷	٦۰/٤٦۸۹۷
۱۳۸۶	۱۰/۳۹۱۷۲	۱٤/۱۸۲۸۰	۱٤/۰۸٦۹۰	۰/۰۹۵۹۰۱	۲٤/۵۷٤۵۲	٦٤/۱۹٤۵۲
۱۳۸۷	۱۲/۳۱۷۰۸	۱٦/۱۱٤۱۷	۱۵/۹٦۲۹٤	۰/۱۵۱۲۲۹	۲۸/٤۳۱۲۵	٦۸/۰۵۱۲۵
۱۳۸۸	۱٤/۲۹۹۱۲	۱۸/۱۲۰۰۳	۱۷/۹۰۲۹۰	۰/۲۱۷۱۳۰	۳۲/٤۱۹۱۵	۷۲/۰۳۹۱۵
۱۳۸۹	۱٦/۳۳۸۲٤	۲۰/۱۹۹۹۸	۱۹/۹۰٦۵۷	۰/۲۹۳٤۱۵	۳٦/۵۳۸۲۲	۷٦/۱۵۸۲۲
۱۳۹۰	۱۸/٤۳٤۸۰	۲۲/۳۵۳٦۷	۲۱/۹۷۳۷٦	۰/۳۷۹۹۱۸	٤۰/۷۸۸٤۸	۸۰/٤۰۸٤۸
۱۳۹۱	۲۰/۵۸۹۱۲	۲٤/۵۸۰۷۸	۲٤/۱۰٤۳۰	۰/٤۷٦٤۸۸	٤۵/۱٦۹۹۰	۸٤/۷۸۹۹۰
۱۳۹۲	۲۲/۸۰۱٤۸	۲٦/۸۸۱۰۳	۲٦/۲۹۸۰٤	۰/۵۸۲۹۹۱	٤۹/٦۸۲۵۰	۸۹/۳۰۲۵۰
۱۳۹۳	۲۵/۰۷۲۱۳	۲۹/۲۵٤۱۵	۲۸/۵۵٤۸٤	۰/٦۹۹۳۰۷	۵٤/۳۲٦۲۸	۹۳/۹٤٦۲۸
۱۳۹۴	۲۷/٤۰۱۳۱	۳۱/٦۹۹۹۲	۳۰/۸۷٤۵۹	۰/۸۲۵۳۲۸	۵۹/۱۰۱۲۳	۹۸/۷۲۱۲۳
۱۳۹۵	۲۹/۷۸۹۲۳	۳٤/۲۱۸۱۳	۳۳/۲۵۷۱۸	۰/۹٦۰۹۵۵	٦٤/۰۰۷۳٦	۱۰۳/٦۲۷٤

جدول ۷- نتایج پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد پایین

year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Real Demand
۱۳۸۱	۳/۲۳۱۰۷۳	٤/٤۳٤٤۹۱	۳/۷۱۷۰۵۵	۰/۷۱۷٤۳٦	۷/٦٦۵۵٦٤	۱۰۲/۵۵۳٦
۱۳۸۲	٦/٦۰٦۵۲۸	۹/۰۱۰۲۳٤	۷/۵۷٦۲۸۳	۱/٤۳۳۹۵۱	۱۵/٦۱٦۷٦	۱۱۰/۵۰٤۸
۱۳۸۳	۱۰/۱۲۵۵۷	۱۳/۷۲۸۰٦	۱۱/۵۷۷۰۹	۲/۱۵۰۹٦٤	۲۳/۸۵۳٦۳	۱۱۸/۷٤۱٦
۱۳۸۴	۱۳/۷۸۷۵۱	۱۸/۵۸۸٦٦	۱۵/۷۱۸۹۷	۲/۸٦۹٦۹۲	۳۲/۳۷٦۱۷	۱۲۷/۲٦٤۲
۱۳۸۵	۱۷/۵۹۱۷۳	۲۳/۵۹۲٦۵	۲۰/۰۰۱٤٤	۳/۵۹۱۲۱۵	٤۱/۱۸٤۳۸	۱۳٦/۰۷۲٤
۱۳۸۶	۲۱/۵۳۷٦۷	۲۸/۷٤۰۵۹	۲٤/٤۲٤۱۰	٤/۳۱٦٤۹۱	۵۰/۲۷۸۲٦	۱٤۵/۱٦٦۳
۱۳۸۷	۲۵/٦۲٤۸۵	۳٤/۰۳۲۹۷	۲۸/۹۸٦۵۹	۵/۰٤٦۳۷٦	۵۹/٦۵۷۸۲	۱۵٤/۵٤۵۸
۱۳۸۸	۲۹/۸۵۲۸۳	۳۹/٤۷۰۲۲	۳۳/٦۸۸۵۸	۵/۷۸۱٦۳٦	٦۹/۳۲۳۰٤	۱٦٤/۲۱۱۰
۱۳۸۹	۳۳/۷۹۱۲٦	٤۱/٦۵٦۸٦	۳۵/۲٦٦۳۹	٦/۳۹۰٤٦۸	۷۵/٤٤۸۱۲	۱۷۰/۳۳٦۱
۱۳۹۰	۳۷/۷۷۰۱۲	٤۳/۸٤۳٦۹	۳٦/۸٦۵۱۱	٦/۹۷۸۵۸۰	۸۱/٦۱۳۸۰	۱۷٦/۵۰۱۸
۱۳۹۱	٤۱/۷۸۸۱۸	٤٦/۰۳۱۹۱	۳۸/٤۸٤۹۳	۷/۵٤٦۹۸۱	۸۷/۸۲۰۰۸	۱۸۲/۷۰۸۱
۱۳۹۲	٤۵/۸٤٤۳٤	٤۸/۲۲۲٦۳	٤۰/۱۲٦۰۵	۸/۰۹٦۵۸۱	۹٤/۰٦٦۹۷	۱۸۸/۹۵۵۰
۱۳۹۳	٤۹/۹۳۷٦۰	۵۰/٤۱٦۸٤	٤۱/۷۸۸٦٤	۸/٦۲۸۲۰٦	۱۰۰/۳۵٤٤	۱۹۵/۲٤۲٤
۱۳۹۴	۵٤/۰٦۷۰۷	۵۲/٦۱۵٤۷	٤۳/٤۷۲۸٦	۹/۱٤۲٦۰۹	۱۰٦/٦۸۲۵	۲۰۱/۵۷۰۵
۱۳۹۵	۵۸/۲۳۱۹۰	۵٤/۸۱۹۳۲	٤۵/۱۷۸۸۵	۹/٦٤۰٤۷٤	۱۱۳/۰۵۱۲	۲۰۷/۹۳۹۲

جدول ۸- نتایج پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد بالا

year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Re*al Demand*
۱۳۸۱	۷/ ۸۱۳۹۱۶	۹/ ۴۰۹۷۶۸	۹/ ۷۳۰۷۴۹	-۰/ ۳۲۰۹۸۱	۱۷/ ۲۲۳۶۸	۱۱۲/ ۱۱۱۷
۱۳۸۲	۱۶/ ۳۴۴۰۹	۱۹/ ۶۱۴۶۶	۲۰/ ۲۱۵۸۵	-۰/ ۶۰۱۱۸۶	۳۵/ ۹۵۸۷۵	۱۳۰/ ۸۴۶۸
۱۳۸۳	۲۵/ ۵۹۶۷۵	۳۰/ ۶۰۸۵۰	۳۱/ ۴۵۴۲۵	-۰/ ۸۴۵۷۵۳	۵۶/ ۲۰۵۲۴	۱۵۱/ ۰۹۳۲
۱۳۸۴	۳۵/ ۵۷۶۶۲	۴۲/ ۳۸۶۵۴	۴۳/ ۴۴۵۱۶	-۱/ ۰۵۸۶۱۹	۷۷/ ۹۶۳۱۶	۱۷۲/ ۸۵۱۲
۱۳۸۵	۴۶/ ۲۸۷۳۷	۵۴/ ۹۴۵۱۲	۵۶/ ۱۸۷۹۶	-۱/ ۲۴۲۸۳۲	۱۰۱/ ۲۳۲۵	۱۹۶/ ۱۲۰۵
۱۳۸۶	۵۷/ ۷۳۱۸۸	۶۸/ ۲۸۱۳۷	۶۹/ ۶۸۲۱۶	-۱/ ۴۰۰۷۹۰	۱۲۶/ ۰۱۳۲	۲۲۰/ ۹۰۱۲
۱۳۸۷	۶۸/ ۰۵۸۸۱	۷۳/ ۷۱۷۹۵	۷۵/ ۳۶۲۸۰	-۱/ ۶۴۴۸۵۳	۱۴۱/ ۷۷۶۸	۲۳۶/ ۶۶۴۸
۱۳۸۸	۷۸/ ۵۸۸۱۱	۷۹/ ۳۴۹۷۲	۸۱/ ۲۴۴۴۲	-۱/ ۸۹۴۷۰۰	۱۵۷/ ۹۳۷۸	۲۵۲/ ۸۲۵۸
۱۳۸۹	۸۸/ ۳۷۵۷۹	۸۱/ ۶۰۸۶۶	۸۳/ ۷۰۰۴۴	-۲/ ۰۹۱۷۷۷	۱۶۹/ ۹۸۴۵	۲۶۴/ ۸۷۲۵
۱۳۹۰	۹۸/ ۱۵۹۰۲	۸۳/ ۸۷۲۰۶	۸۶/ ۱۵۵۹۶	-۲/ ۲۸۳۹۰۷	۱۸۲/ ۰۳۱۱	۲۷۶/ ۹۱۹۱
۱۳۹۱	۱۰۷/ ۹۳۸۳	۸۶/ ۱۳۹۳۵	۸۸/ ۶۱۱۰۶	-۲/ ۴۷۱۷۱۶	۱۹۴/ ۰۷۷۷	۲۸۸/ ۹۶۵۷
۱۳۹۲	۱۱۷/ ۷۱۴۳	۸۸/ ۴۱۰۰۶	۹۱/ ۰۶۵۷۸	-۲/ ۶۵۵۷۲۷	۲۰۶/ ۱۲۴۳	۳۰۱/ ۰۱۲۳
۱۳۹۳	۱۲۷/ ۴۸۷۱	۹۰/ ۶۸۳۷۹	۹۳/ ۵۲۰۱۷	-۲/ ۸۳۶۳۸۳	۲۱۸/ ۱۷۰۹	۳۱۳/ ۰۵۸۹
۱۳۹۴	۱۳۷/ ۲۵۷۳	۹۲/ ۹۶۰۲۱	۹۵/ ۹۷۴۲۷	-۳/ ۰۱۴۰۶۱	۲۳۰/ ۲۱۷۵	۳۲۵/ ۱۰۵۵
۱۳۹۵	۱۴۷/ ۰۲۵۱	۹۵/ ۲۳۹۰۲	۹۸/ ۴۲۸۱۰	-۳/ ۱۸۹۰۸۴	۲۴۲/ ۲۶۴۲	۳۳۷/ ۱۵۲۲

جدول ۹- نتایج پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد روند

year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Re*al Demand*
۱۳۸۱	۳/ ۴۸۶۱۵۴	۲۰/ ۰۵۶۵۰	۱۹/ ۲۷۸۱۴	۰/ ۷۷۸۳۵۶	۲۳/ ۵۴۲۶۵	۱۱۸/ ۴۳۰۷
۱۳۸۲	۷/ ۶۳۱۸۱۰	۴۱/ ۰۰۰۴۷	۳۹/ ۳۲۵۳۲	۱/ ۶۷۵۱۴۵	۴۸/ ۶۳۲۲۸	۱۴۳/ ۵۲۰۳
۱۳۸۳	۱۱/ ۶۴۹۴۶	۴۵/ ۹۵۸۸۵	۴۳/ ۵۳۵۵۵	۲/ ۴۲۳۳۰۴	۵۷/ ۶۰۸۳۱	۱۵۲/ ۴۹۶۳
۱۳۸۴	۱۵/ ۷۹۵۹۰	۵۰/ ۹۳۵۰۷	۴۷/ ۸۱۹۱۴	۳/ ۱۱۵۹۲۶	۶۶/ ۷۳۰۹۶	۱۶۱/ ۶۱۹۰
۱۳۸۵	۲۰/ ۰۶۷۴۴	۵۵/ ۹۳۲۷۹	۵۲/ ۱۷۷۱۷	۳/ ۷۵۵۶۱۸	۷۶/ ۰۰۰۲۳	۱۷۰/ ۸۸۸۲
۱۳۸۶	۲۴/ ۴۶۰۸۲	۶۰/ ۹۵۵۲۹	۵۶/ ۶۱۰۵۹	۴/ ۳۴۴۶۹۹	۸۵/ ۴۱۶۱۱	۱۸۰/ ۳۰۴۱
۱۳۸۷	۲۸/ ۹۷۳۱۲	۶۶/ ۰۰۵۴۸	۶۱/ ۱۲۰۲۴	۴/ ۸۸۵۲۳۷	۹۴/ ۹۷۸۶۰	۱۸۹/ ۸۶۶۶
۱۳۸۸	۳۳/ ۶۰۱۷۳	۷۱/ ۰۸۵۹۸	۶۵/ ۷۰۶۸۹	۵/ ۳۷۹۰۸۴	۱۰۴/ ۶۸۷۷	۱۹۹/ ۵۷۵۷
۱۳۸۹	۳۸/ ۳۴۴۳۲	۷۶/ ۱۹۹۱۱	۷۰/ ۳۷۱۲۱	۵/ ۸۲۷۹۰۰	۱۱۴/ ۵۴۳۴	۲۰۹/ ۴۳۱۴
۱۳۹۰	۴۲/ ۶۷۵۴۹	۷۷/ ۸۰۵۰۵	۷۱/ ۳۹۹۴۷	۶/ ۴۰۵۸۵	۱۲۰/ ۴۸۰۵	۲۱۵/ ۳۶۸۵
۱۳۹۱	۴۷/ ۰۱۷۰۰	۷۹/ ۴۰۰۶۴	۷۲/ ۴۲۷۶۰	۶/ ۹۷۳۰۴۵	۱۲۶/ ۴۱۷۶	۲۲۱/ ۳۰۵۶
۱۳۹۲	۵۱/ ۳۶۸۱۳	۸۰/ ۹۸۶۶۲	۷۳/ ۴۵۵۶۲	۷/ ۵۳۱۰۰۷	۱۳۲/ ۳۵۴۸	۲۲۷/ ۲۴۲۸
۱۳۹۳	۵۵/ ۷۲۸۱۹	۸۲/ ۵۶۳۶۷	۷۴/ ۴۸۳۵۳	۸/ ۰۸۰۱۳۵	۱۳۸/ ۲۹۱۹	۲۳۳/ ۱۷۹۹
۱۳۹۴	۶۰/ ۰۹۶۵۹	۸۴/ ۱۳۲۳۸	۷۵/ ۵۱۱۳۵	۸/ ۶۲۱۰۳۰	۱۴۴/ ۲۲۹۰	۲۳۹/ ۱۱۷۰
۱۳۹۵	۶۴/ ۴۷۲۷۶	۸۵/ ۶۹۳۳۱	۷۶/ ۵۳۹۰۷	۹/ ۱۵۴۲۴۱	۱۵۰/ ۱۶۶۱	۲۴۵/ ۰۵۴۱

جدول ۱۰- نتایج پیش‌بینی تقاضای فراورده‌های نفتی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد پایین

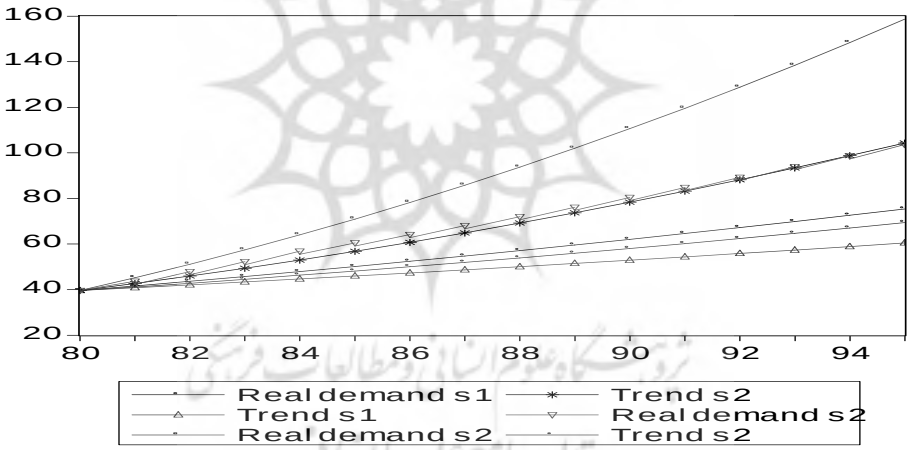
year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Re*al Demand*
۱۳۸۱	۹/۳۹۲۹۸۰	۶/۳۵۳۴۷۳	-۷/۰۲۵۶۰۸	۰/۶۷۲۱۳۵	۳/۰۳۹۵۰۸	۳۱۴/۷۹۹۵
۱۳۸۲	۱۸/۷۴۳۳۰	۱۲/۱۲۹۴۵	-۱۳/۴۴۰۶۸	۱/۳۱۱۲۳۰	۶/۶۱۳۸۵۱	۳۱۸/۳۷۳۹
۱۳۸۳	۲۷/۹۲۱۶۸	۱۸/۱۳۸۰۰	-۲۰/۰۵۷۲۹	۱/۹۱۹۲۹۱	۹/۷۸۳۶۷۷	۳۲۱/۵۴۳۷
۱۳۸۴	۳۶/۹۲۵۹۹	۲۴/۳۷۷۰۱	-۲۶/۸۷۵۱۱	۲/۴۹۸۱۰۷	۱۲/۵۴۸۹۹	۳۲۴/۳۰۹۰
۱۳۸۵	۴۵/۷۵۴۳۶	۳۰/۸۴۴۵۸	-۳۳/۸۹۳۸۵	۳/۰۴۹۲۷۱	۱۴/۹۰۹۷۸	۳۲۶/۶۶۹۸
۱۳۸۶	۵۴/۴۰۵۰۹	۳۷/۵۳۹۰۴	-۴۱/۱۱۳۲۵	۳/۵۷۴۲۱۴	۱۶/۸۶۶۰۵	۳۲۸/۶۲۶۱
۱۳۸۷	۶۲/۸۷۶۶۶	۴۴/۴۵۸۸۶	-۴۸/۵۳۳۰۸	۴/۰۷۴۲۲۰	۱۸/۴۱۷۸۱	۳۳۰/۱۷۷۸
۱۳۸۸	۷۱/۱۶۷۷۱	۵۱/۶۰۲۶۷	-۵۶/۱۵۳۱۲	۴/۵۵۰۴۴۵	۱۹/۵۶۵۰۴	۳۳۱/۳۲۵۰
۱۳۸۹	۷۹/۲۷۷۰۱	۵۸/۹۶۹۲۴	-۶۳/۹۷۳۱۸	۵/۰۰۳۹۳۶	۲۰/۳۰۷۷۶	۳۳۲/۰۶۷۸
۱۳۹۰	۸۷/۲۰۳۴۲	۶۶/۵۵۷۴۵	-۷۱/۹۹۳۰۹	۵/۴۳۵۶۳۹	۲۰/۶۴۵۹۷	۳۳۲/۴۰۶۰
۱۳۹۱	۹۴/۹۴۵۹۳	۷۴/۳۶۶۲۸	-۸۰/۲۱۲۶۹	۵/۸۴۶۴۱۳	۲۰/۵۷۹۶۵	۳۳۲/۳۳۹۷
۱۳۹۲	۱۰۲/۵۰۳۶	۸۲/۳۹۴۸۱	-۸۸/۶۳۱۸۵	۶/۲۳۷۰۴۱	۲۰/۱۰۸۸۲	۳۳۱/۸۶۸۸
۱۳۹۳	۱۰۹/۸۷۵۷	۹۰/۶۴۲۱۹	-۹۷/۲۵۰۴۳	۶/۶۰۸۲۳۶	۱۹/۲۳۳۴۷	۳۳۰/۹۹۳۵
۱۳۹۴	۱۱۷/۰۶۱۳	۹۹/۱۰۷۶۶	-۱۰۶/۰۶۸۳	۶/۹۶۰۶۴۹	۱۷/۹۵۳۶۰	۳۲۹/۷۱۳۶
۱۳۹۵	۱۲۴/۰۵۹۷	۱۰۷/۷۹۰۵	-۱۱۵/۰۸۵۴	۷/۲۹۴۸۷۸	۱۶/۲۶۹۲۲	۳۲۸/۰۲۹۲

جدول ۱۱- نتایج پیش‌بینی تقاضای فراورده‌های نفتی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد بالا

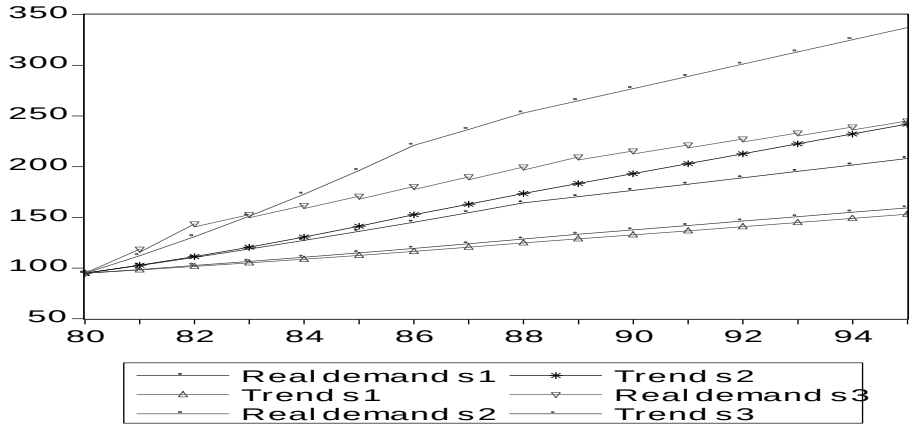
year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Re*al Demand*
۱۳۸۱	۲۳/۸۹۷۴۹	۱۱/۸۴۶۶۰	-۱۷/۳۳۵۵۶	۵/۴۸۸۹۵۵	۱۲/۰۵۰۸۹	۳۲۳/۸۱۰۹
۱۳۸۲	۴۷/۰۵۸۲۲	۲۴/۳۳۹۷۲	-۳۴/۷۸۱۰۳	۱۰/۴۴۱۳۱	۲۲/۷۱۸۵۰	۳۳۴/۴۷۸۵
۱۳۸۳	۶۹/۲۶۷۰۵	۳۸/۶۵۷۵۰	-۵۳/۵۹۳۳۹	۱۴/۹۳۵۸۹	۳۰/۶۰۹۵۵	۳۴۲/۳۶۹۵
۱۳۸۴	۹۱/۴۵۹۳۸	۴۷/۳۸۲۰۸	-۶۶/۳۴۹۱۶	۱۸/۹۶۷۰۸	۴۴/۰۷۷۳۰	۳۵۵/۸۳۷۳
۱۳۸۵	۱۱۳/۰۷۷۴	۵۷/۳۶۵۰۰	-۷۹/۹۸۱۷۰	۲۲/۶۱۶۷۰	۵۵/۷۱۲۴۳	۳۶۷/۴۷۲۴
۱۳۸۶	۱۳۴/۰۷۸۲	۶۸/۵۶۳۲۴	-۹۴/۴۸۵۵۸	۲۵/۹۲۲۳۴	۶۵/۵۱۴۹۶	۳۷۷/۲۷۵۰
۱۳۸۷	۱۵۵/۰۵۹۷	۷۷/۹۷۷۴۱	-۱۰۶/۹۲۹۷	۲۸/۹۵۲۳۳	۷۷/۰۸۲۳۳	۳۸۸/۸۴۲۳
۱۳۸۸	۱۷۵/۵۴۴۹	۸۸/۳۴۷۲۲	-۱۲۰/۰۴۹۶	۳۱/۷۰۲۴۱	۸۷/۱۹۷۶۷	۳۹۸/۹۵۷۷
۱۳۸۹	۱۹۵/۵۱۱۵	۹۹/۶۵۰۵۲	-۱۳۳/۸۴۲۶	۳۴/۱۹۲۱۱	۹۵/۸۶۰۹۹	۴۰۷/۶۲۱۰
۱۳۹۰	۲۱۴/۹۴۱۴	۱۱۱/۸۶۹۱	-۱۴۸/۳۰۶۶	۳۶/۴۳۷۴۹	۱۰۳/۰۷۲۳	۴۱۴/۸۳۲۳
۱۳۹۱	۲۳۳/۸۱۹۳	۱۲۴/۹۸۷۸	-۱۶۳/۴۳۹۷	۳۸/۴۵۱۹۳	۱۰۸/۸۳۱۶	۴۲۰/۵۹۱۶
۱۳۹۲	۲۵۲/۱۳۲۶	۱۳۸/۹۹۳۸	-۱۷۹/۲۴۰۵	۴۰/۲۴۶۶۳	۱۱۳/۱۳۸۸	۴۲۴/۸۹۸۸
۱۳۹۳	۲۶۹/۸۷۰۶	۱۵۳/۸۷۶۶	-۱۹۵/۷۰۷۶	۴۱/۸۳۱۰۶	۱۱۵/۹۹۴۰	۴۲۷/۷۵۴۰
۱۳۹۴	۲۸۷/۰۲۴۰	۱۶۹/۶۲۶۸	-۲۱۲/۸۴۰۱	۴۳/۲۱۳۲۶	۱۱۷/۳۹۷۲	۴۲۹/۱۵۷۲
۱۳۹۵	۳۰۳/۵۸۵۱	۱۸۶/۲۳۶۷	-۲۳۰/۶۳۶۹	۴۴/۴۰۰۱۳	۱۱۷/۳۴۸۴	۴۲۹/۱۰۸۴

جدول ۱۲- نتایج پیش‌بینی تقاضای فراورده‌های نفتی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۵ در گزینه نرخ رشد روند

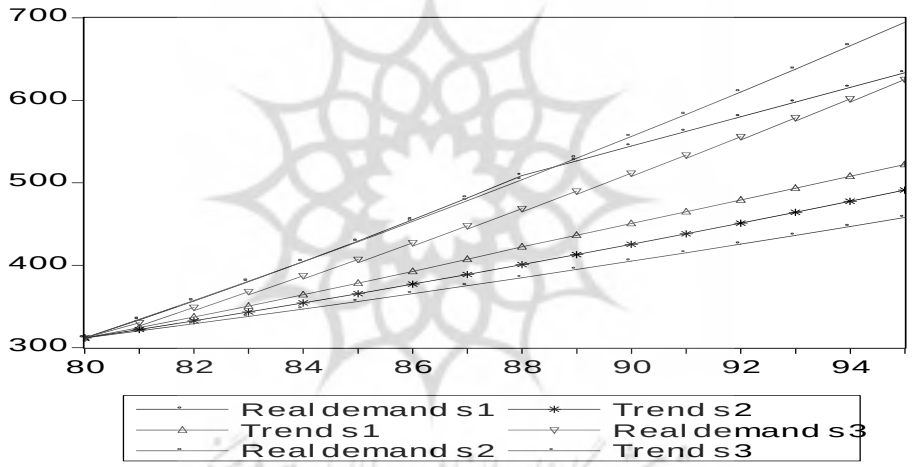
year	Trend	Materialization	I_{effect}	S_{effect}	Rebound Effect	Re*al Demand*
۱۳۸۱	۱۲/ ٤۳۳۲۱	۹/ ٤٦۸۳۸۹	٦/ ٥٤۱۹۳۳	۲/ ۹۲٦٤٥٦	۲۱/ ۹۰۱٦۰	۳۳۳/ ٦٦۱٦
۱۳۸۲	۲٥/ ۳٥۷۰۱	۱۹/ ۲٥۷۷۲	۱۳/ ٤۲۲۸٦	٥/ ۸۳٤۸٦۰	٤٤/ ٦۱٤۷٤	۳٥٦/ ۳۷٤۷
۱۳۸۳	۳۸/ ٦٥۰٤۱	۲۹/ ٥۸۰٥٦	۲۰/ ۸٤٤۸۱	۸/ ۷۳٥۷٥٦	٦۸/ ۲۳۰۹۸	۳۷۹/ ۹۹۱۰
۱۳۸۴	٥۲/ ۳۰٥۰۳	٤۰/ ۲٤٤۹۸	۲۸/ ٦۰۹٥٥	۱۱/ ٦۳٥٤٤	۹۲/ ٥٥۰۰۲	٤۰٤/ ۳۱۰۰
۱۳۸٥	٦٦/ ۳۱٦۸۹	٥۱/ ۲٥٤۹۷	۳٦/ ۷۱٤۹۳	۱٤/ ٥٤۰۰٤	۱۱۷/ ٥۷۱۹	٤۲۹/ ۳۳۱۹
۱۳۸٦	۸۰/ ٦۸۲٥۲	٦۲/ ٦۱۳۹۹	٤٥/ ۱٥۹۰۷	۱۷/ ٤٥٤۹۲	۱٤۳/ ۲۹٦٥	٤٥٥/ ۰٥٦٥
۱۳۸۷	۹٥/ ۳۹۸۸٦	۷٤/ ۳۲٥۰۹	٥۳/ ۹٤۰۳٤	۲۰/ ۳۸٤۷٦	۱٦۹/ ۷۲٤۰	٤۸۱/ ٤۸٤۰
۱۳۸۸	۱۱۰/ ٤٦۳۳	۸٦/ ۳۹۰۹٥	٦۳/ ۰٥۷۲۸	۲۳/ ۳۳۳٦۸	۱۹٦/ ۸٥٤۲	٥۰۸/ ٦۱٤۲
۱۳۸۹	۱۲٤/ ٦۱۰۲	۹۰/ ۱٥۰٥٤	٦٤/ ۲۸٦۳۳	۲٥/ ۸٦٤۲۱	۲۱٤/ ۷٦۰۷	٥۲٦/ ٥۲۰۷
۱۳۹۰	۱۳۸/ ۸۰٤٦	۹۳/ ۸۲٦۱٥	٦٥/ ٤۹٥۹۷	۲۸/ ۳۳۰۱۷	۲۳۲/ ٦۳۰۸	٥٤٤/ ۳۹۰۸
۱۳۹۱	۱٥۳/ ۰٤۱۷	۹۷/ ٤۲۲۷٥	٦٦/ ٦۸٦۷٦	۳۰/ ۷۳٥۹۹	۲٥۰/ ٤٦٤٥	٥٦۲/ ۲۲٤٥
۱۳۹۲	۱٦۷/ ۳۱٦۹	۱۰۰/ ۹٤٤۸	٦۷/ ۸٥۹۲۰	۳۳/ ۰۸٥٦۲	۲٦۸/ ۲٦۱۷	٥۸۰/ ۰۲۱۷
۱۳۹۳	۱۸۱/ ٦۲٦۲	۱۰٤/ ۳۹٦۳	٦۹/ ۰۱۳۷۳	۳٥/ ۳۸۲٦۱	۲۸٦/ ۰۲۲٦	٥۹۷/ ۷۸۲٦
۱۳۹۴	۱۹٥/ ۹٦٦۱	۱۰۷/ ۷۸۰۹	۷۰/ ۱٥۰۷۷	۳۷/ ٦۳۰۱٤	۳۰۳/ ۷٤۷۰	٦۱٥/ ٥۰۷۰
۱۳۹٥	۲۱۰/ ۳۳۳۳	۱۱۱/ ۱۰۱۷	۷۱/ ۲۷۰٦٦	۳۹/ ۸۳۱۰۷	۳۲۱/ ٤۳٥۱	٦۳۳/ ۱۹٥۱



نمودار ۱- روند و مقدار کل پیش‌بینی شده تقاضا برای برق در سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۵ در سه گزینه (۰=۱۳۸۰)



نمودار ۲- روند و مقدار کل پیش‌بینی شده تقاضا برای گاز طبیعی در سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۵ در سه گزینه(۰=۱۳۸۰)



نمودار ۳- روند و مقدار کل پیش‌بینی شده تقاضا برای فراورده‌های نفتی در سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۹۵ در سه گزینه(۰=۱۳۸۰)

۸- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از یک الگوی تجزیه مقدار تقاضا برای حامل‌های سه گانه انرژی در بخش‌های تولیدی اقتصاد ایران شامل بخش صنعت، کشاورزی،

خدمات و حمل و نقل برای یک دوره ۱۵ ساله مورد پیش‌بینی قرار گرفت. اگر چنانچه اهداف رشد در چشم‌انداز بیست‌ساله و همچنین برنامه پنج‌ساله توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور را مبنای تشخیص و انتخاب مناسب‌ترین گزینه یا محتمل‌ترین پیش‌بینی‌ها قرار دهیم باید گفت که در هر دو سند نرخ رشد هدف (۸ و ۸/۵ درصد) تقریباً با نرخ‌های رشد منظور شده در گزینه با نرخ رشد بالا همخوانی دارد. اما از آنجا که شدت مصرف انرژی نیز به‌عنوان عامل تعیین کننده تقاضای آتی در الگوی مورد استفاده نقش مهمی را ایفاء می‌کند، باید برای تعیین گزینه مناسب‌تر به وضعیت این شاخص نیز در برنامه‌ها و شرایط آتی توجه کرد. وضعیت آتی این شاخص دارای رابطه تابعی بسیار نزدیک با سیاست‌های بهبود بازده انرژی توسط بخش انرژی کشور دارد. از جمله این سیاست‌ها که از برنامه اول توسعه تاکنون مد نظر سیاستگذاران بوده و به پیگیری و دنبال کردن آنها در آینده نیز تأکید می‌شود، عبارت است از: سیاست‌های تعدیل قیمت انرژی، افزایش مستمر قیمت انرژی در طول سال‌های برنامه، سیاست‌های غیرقیمتی از جمله ممیزی انرژی، برچسب انرژی، سیاست‌های تشویقی و همچنین تلاش در جهت توسعه بازار تجهیزات کارآمد. مسیر زمانی شدت مصرف حامل‌های انرژی گواه بر آن است که، اعمال برخی از سیاست‌های مورد اشاره در سال‌های برنامه دوم و پس از آن باعث کاهش و یا تعدیل نسبتاً محسوس شدت انرژی شده است. شدت مصرف کل مصرف نهایی انرژی از مقدار ۳۴/۵ در سال ۱۳۶۸ به ۳۰ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال در سال ۱۳۸۰ کاهش یافته است.

حال اگرچنانچه این سیاست‌ها در سال‌های آتی نیز آنچنان که تأکید می‌شود ادامه پیدا کند، می‌توان انتظار داشت که شدت انرژی در بخش‌های اقتصادی به طور مستمر کاهش یابد و یا افزایش در آنها تا رسیدن به یک حداکثر تدریجی باشد. بنا به مسیر زمانی شدت‌های انرژی می‌توان گفت شدت مصرف فراورده‌های نفتی کاهش تدریجی خود را ادامه می‌دهد، اما شدت مصرف برق و گاز طبیعی غالباً روند صعودی خود را با تغییرات کاهنده تا رسیدن به حداکثر مقدار خود ادامه می‌دهند.

با توجه به مراتب یادشده و به استناد اهداف برنامه‌های توسعه و سیاست‌های بخش انرژی کشور یا جهت‌گیری‌های کلان در ارتباط با استفاده از منابع انرژی کشور می‌توان نرخ رشد نسبتاً بالای اقتصادی همراه با تغییر ملایم نرخ رشد شدت انرژی را مبنای گزینش محتمل‌ترین شق پیش‌بینی در نظر گرفت. از این رو انتظار می‌رود تقاضا برای هر سه حامل در حد فاصل گزینه نرخ رشد بالا و نرخ رشد روند باشد. به عبارت دیگر تقاضا برای برق در حدفاصل ۱۰۳ تا ۱۵۸، برای گاز طبیعی در فاصله ۲۴۵ تا ۳۳۷ و برای فراورده‌های نفتی نیز در فاصله ۴۳۰ تا ۶۳۰ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال پایانی دوره پیش‌بینی می‌شود.

فهرست منابع

۱- امامی میبدی، علی، (۱۳۷۹)، *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)*، چاپ اول، تهران، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

۲- سازمان ملل متحد، *برنامه‌ریزی انرژی در کشورهای در حال توسعه*، مترجمان: امیرعباس صدیقی - پوران گمار.

۳- مرکز آمار ایران، *سالنامه آماری کشور*، تهران، مرکز آمار ایران، سال‌های ۸۰-۱۳۵۸.

۴- وزارت نیرو، *ترازنامه انرژی کشور*، تهران، وزارت نیرو، سال‌های ۸۰-۱۳۷۲.

5- Asia Pacific Energy Research Canter (APERC), (2001), "Energy Efficiency Indicators, Astudy of energy efficiency indicators in APEC Economies" Tokyo, APERCC.

6- B. W. Ang and S. Y. Lee, (1994), "Decomposion of industrial energy Consumption", *Energy Economics*, 19(12), PP. 83-92.

7- B. W. Ang, (1994), "Decomposition of industrial energy Consumption". *Energy Economic*, 16(3), PP. 163-174.

8- I. D. Bosseboeuf, B. Bertrand Chateau, B. lapillonne, (2000), "Energy Efficiency policies and IndicatorS", *World Energy Council Studies*.

9- J. Farla, R. Cuelenaere, K. BloK, (1998), "Energy efficiency and structural change in the Netherlands, (1980-1990)", *Energy Economics*, 20, PP. 1-28.

10- J. W. Sun, (2001), " Energy demand in fifteen European Union countries by 2010- A forecasting model based on decomposition approach", *ENERGY*, 26 pp. 549-560

11- M. G. Patterson, (1996), "What is energy efficiency?", *Energy Policy*, VOL 24, NO. 5, PP377-390.

12- N. Hanly, J. F. Shorgren, B. White, (1997), "Environmental Economics In theory and Practice", MACMILLAN PRESS LTD.
13- P. G. Lebel, (1982), "Energy Econimics and Technology", The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
14- Rutger Hoekstra, Jeron J. C. J. M. van den Bergh, (2003), " Comparing structural and index decomposition analysis", *Energy Economics*, 25, pp. 39-64.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی