

ارزیابی اثرات توسعه بخش انرژی کشور بر انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای

محمد صادق احدی*، محمد سلطانیه، جلال الدین شایگان، سعید رضا رادپور

*دکتر طرح ملی تغییر آب و هوا، تهران، بزرگراه همت، پارک پردیسان،

مرکز تحقیقات زیست محیطی، طبقه سوم، تلفن ۰۲۱-۸۲۶۴۰۰۲

E-mail: m.s.ahadi@climate-change.ir

چکیده

این مطالعه به بررسی اثرات توسعه بخش انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا و نیز ارزیابی اثر سیاست‌های مختلف بر تقاضای حامل‌های انرژی و به پیامد آن کاهش آلاینده‌های انتشاری پرداخته است. بدین منظور، ابتدا با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی، توابع تقاضای حامل‌های انرژی در زیربخش‌های مختلف توسعه داده شده است. سپس اثرات تغییر متغیرهای اقتصادی بر تقاضای انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی آزمون عطفی ضرایب متغیرها (Recursive Coefficient Test) نشان می‌دهد که توابع تقاضا با کشش متغیر (Variable Elasticity Model) نتایج بهتری نسبت به مدل‌های کشش ثابت (Constant Elasticity Model) برای پیش‌بینی تقاضا از خود نشان می‌دهند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که کشش قیمتی تقاضای گازوئیل در مدل کشش ثابت در دو حالت Short-run و Long-run به ترتیب -0.154 و -0.265 می‌باشد. همین افزایش در قیمت برق در حالت Long-run باعث تغییر کشش قیمتی تقاضا از -0.15 تا -0.2 شده است. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل سناریویی برق، میزان تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی پایه از MBOE ۶۰۵ در سال ۱۳۷۷ به MBOE ۱۲۵۰ در سال ۱۳۹۰ افزایش خواهد یافت (نرخ رشد سالیانه $5/3\%$). به همین ترتیب میزان انتشار CO_2 در سناریوی پایه و حالت (Business as usual) BAU از ۲۲۵ میلیون تن در سال ۱۳۷۷ به ۴۶۵ میلیون تن در سال ۱۳۹۰ افزایش خواهد یافت (با نرخ رشد سالیانه $5/1\%$). از طرفی دیگر نتایج حاصله نشان می‌دهد که در صورت افزایش قیمت حامل‌های انرژی، می‌توان میزان انتشار CO_2 در سال ۱۳۹۰ را از ۴۶۵ میلیون تن به ۳۴۵ میلیون تن در سناریوی پایه کاهش داد.

کلمات کلیدی: تابع تقاضا، برنامه ریزی انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، بهره‌وری انرژی، سیاست‌گذاری بخش انرژی

مقدمه

مضاعفی را بر دوش خود احساس می‌کند. افزایش سرانه مصرف نهایی نهاده‌های انرژی از $2/35$ بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۴۸ به $11/02$ بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۷۸ نشان‌دهنده رشد $5/3\%$ مصرف سرانه نهاده‌های انرژی است. همین افزایش سریع تقاضا باعث شده است که در سالهای اخیر صنعت انرژی کشور فشار مضاعفی را متحمل شده و کسر بالایی از سرمایه‌های دولت را که می‌توانست در سایر بخش‌ها که ارزش افزوده بیشتری نسبت به بخش انرژی

رشد بالای جمعیت کشور در دو دهه اخیر و به پیامد آن نیاز روزافزون کشور به توسعه در بخش‌های کشاورزی، صنعت و ساختمان جهت ایجاد اشتغال و برآورد نیازهای غذایی از یکسو و نیز تغییرات فرهنگی کشور و به طبع آن تغییر در سبک زندگی و نیاز به رفاه بیشتر از سوی دیگر باعث افزایش روزافزون تقاضای نهاده‌های انرژی در کشور گردیده است و به پیامد همین افزایش تقاضا صنعت انرژی کشور فشار

کشور داشته سرمایه‌گذاری گردد، بخود اختصاص دهد [۱].

روند آتی مصرف نهادهای انرژی حاکی از آن است که در صورت تداوم این رشد مصرف، نحوه قیمت‌گذاری، ساختار مصرف و جایگزینی حامل‌ها، در انتهای برنامه سوم توسعه بایستی ۳۰٪ به ظرفیت تولید نفت خام کشور اضافه گردد تا اینکه سطح صادرات نفتی کشور ثابت بماند. با توجه به تولید ۳/۶ میلیون بشکه در روز نفت خام و ۱۲ هزار دلار سرمایه ثابت مورد نیاز ایجاد هر بشکه ظرفیت جدید، این افزایش ظرفیت نیاز به ۱۳ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری خواهد داشت [۲].

آسیب‌های ناشی از توسعه سریع بخش‌های انرژی در دهه‌های اخیر بر محیط زیست، باعث شده است که اثرات زیست‌محیطی به عنوان یک محدودیت درمقابل برنامه‌های توسعه بخش انرژی قرار گیرد. تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی، نیروگاه‌های هسته‌ای، بهره‌برداری گسترده از منابع آبی و زیست‌توده، آسیب‌های جبران‌ناپذیری نظیر آلودگی هوا، باران‌های اسیدی، زباله‌های هسته‌ای، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، تخریب جنگل و فرسایش خاک را چه در کشورهای توسعه یافته و چه در حال توسعه بر زیست بوم منطقه وارد ساخته است.

از طرف دیگر براساس کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد که در حال اجراء است، ۲۰ کشور صنعتی جهان موظف هستند که انتشار دی‌اکسید کربن خود را تثبیت یا کاهش دهند. (این کشورها تحت عنوان کشورهای ضمیمه یک کنوانسیون موظف هستند که انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را در محدوده سالهای ۲۰۱۲-۲۰۰۸ به ۸ درصد کمتر از سطح انتشار سال ۱۹۹۰ کاهش دهند. جهت حصول به این اهداف کنوانسیون در کاهش انتشار، نیاز به تغییرات تکنولوژیکی جهت کاهش شدت مصرف سوخت‌های فسیلی در چرخه‌های تولید انرژی و استفاده بیشتر از انرژی‌های

تجدیدپذیر در سبد عرضه (Supply-side measure) و نیز بهینه‌سازی مصرف حامل‌های انرژی در چرخه تقاضا (Demand-side measure) اکثر کشورها ضروری است. این مقاله نیز جهت ارزیابی اثرات توسعه بخش انرژی بر محیط‌زیست و انتشار آلاینده‌های هوا و اثر سیاست‌های مختلف بر کاهش میزان انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای تدوین شده است.

روش تحقیق:

روش تحقیق در این مقاله بدین ترتیب است که ابتدا تقاضای حامل‌های انرژی بر اساس تقارب سناریویی در سالهای آتی توسط مدل‌های اقتصادسنجی پیش‌بینی شده و سپس اثرات مصرف حامل‌های انرژی در چرخه تقاضا بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا در حالت‌های مختلف بررسی گردیده است. در نهایت با استفاده از مدل‌های (End-use) پتانسیل بهره‌وری انرژی و اثر آن بر کاهش مصرف حامل‌ها و به پیامد آن کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های هوا بررسی شده است که به قرار زیر میباشد:

الف- مدل‌های اقتصادسنجی [۳]

مدل‌های اقتصادسنجی با تکیه بر مبانی آماری قوی جهت پیش‌بینی تقاضای انرژی در افق‌های بلند مدت بکار می‌روند. نتایج حاصل از مدل‌های اقتصادسنجی مبتنی بر سطوح بالای تجمع (Higher level of aggregation) بوده و با تکیه بر متغیرهای اقتصاد کلان نظیر قیمت فرآورده‌ها، سطوح درآمدی، تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص ملی و غیره به پیش‌بینی تقاضای حامل‌های انرژی می‌پردازند. رفتار تابعی بین تقاضای انرژی و متغیرهای مستقل بر اساس تحلیل رگرسیونی داده‌های سری زمانی و تئوری‌های اقتصادی قابل استخراج می‌باشد.

مزیت مدل‌های اقتصادسنجی نیاز آنها به داده‌های کم درمقایسه بامدل‌های مهندسی (Engineering-oriented) می‌باشد. مدل‌های اقتصادسنجی برای برآورد تقاضای انرژی

که در معادله (۶) β, α دیگر کشش‌های درآمدی و قیمتی نمی‌باشند.

مدلهای اقتصادسنجی نظیر آنچه در معادله (۱) آمده است بطور گسترده در برآورد تقاضای انرژی بکار گرفته می‌شوند. اساس این مدلها در ارتباط بین متغیرهای تولید ناخالص داخلی (درآمد) و قیمت حامل‌های انرژی و تقاضای حامل‌ها بوده که رفتار حاکم بر این متغیرها در گذشته به آینده نیز تعمیم داده می‌شود.

ب- مراحل انجام مدلسازی توابع تقاضای حامل‌های انرژی [۴]

لزوم ساخت یک مدل که بتواند جوابگوی مناسبی برای پیشگویی‌های آینده باشد آنست که علاوه بر تبعیت از فرضیه‌های حاکم بر موضوع فروض اساسی مدل‌های اقتصادسنجی را به درستی رعایت کرده باشد. لذا لازمه اینکه نتایج حاصل از یک مدل اقتصادسنجی بتواند رفتار مناسبی در پیش‌بینی وضعیت آتی رفتار جامعه بر اساس رفتار نمونه در گذشته از خود نشان دهد آنست که تمامی فروض اولیه مدل‌های اقتصادسنجی در مرحله ساخت مدل مورد بررسی قرارگیرد. برای اجتناب از رد فروض اولیه اقتصادسنجی، در مدلسازی توابع تقاضا گام‌های زیر انجام شده است که عبارتند از:

الف- بررسی فرضیه‌های حاکم بر موضوع

ب- استخراج متغیرهای موثر، جمع‌آوری داده‌های سری زمانی

ج- آزمون ایستایی سری‌های زمانی (Stationarity Test)

د- آزمون هم‌انباشتگی برای سری‌های زمانی غیر ایستا (Cointegration Test)

ه- تصریح مدل بر اساس رهیافت لیمروهندری

و- ساخت مدل با بیشترین متغیرهای قابل قبول بر اساس فرضیه‌های حاکم

ز- بررسی وضعیت همبستگی متغیرها (آزمون R^2 و R_{adj}^2)

ح- آزمون معنی دار بودن ضرایب کلی رگرسیون (آزمون توزیع F)

در تمامی سطوح مصرف‌کننده بکار می‌روند، بدون اینکه ساختار تکنولوژیکی شبکه‌های مصرف را مدنظر قرار دهند. رایج‌ترین مدل توابع اقتصادسنجی که در مطالعات انرژی بکار می‌رود فرم تابع تولید کاب-داگلاس (Cobb-Douglas Production Function) می‌باشد که به شکل زیر است:

$$E_t = a \times Y_t^\alpha \times P_t^\beta \times E_{t-k}^\gamma \quad (1)$$

E_t : تقاضای انرژی در سال (t)

Y_t : درآمد (تولید ناخالص داخلی) در سال (t)

E_{t-k} : تقاضای انرژی در (k) سال قبل

a, γ : ثابت

α : کشش درآمادی کوتاه مدت تقاضا

β : کشش قیمتی کوتاه مدت تقاضا

در واقع کشش درآمادی و کشش قیمتی نسبت تغییرات در تقاضا به ازای تغییر در درآمد و قیمت را نشان می‌دهند که به فرم زیر تعریف می‌شوند:

$$\alpha = \frac{\Delta E / E}{\Delta Y / Y} = \frac{\% \text{ change in energy demand}}{\% \text{ change in income}} \quad (2)$$

$$\beta = \frac{\Delta E / E}{\Delta P / P} = \frac{\% \text{ change in energy demand}}{\% \text{ change in energy price}} \quad (3)$$

کشش‌های درآمادی و قیمتی بلند مدت تقاضا از روابط زیر محاسبه می‌گردند.

$$\alpha_L = \frac{\alpha}{(1-\gamma)} \quad (4)$$

$$\beta_L = \frac{\beta}{(1-\gamma)} \quad (5)$$

α_L : کشش درآمادی بلند مدت تقاضا

β_L : کشش قیمتی بلند مدت تقاضا

γ : ضریب جمله تاخیری (ثابت)

تابع تولید مذکور (معادله ۱)، مدل کشش ثابت تابع تقاضا می‌باشد. فرم کشش متغیر تابع تقاضا به شکل زیر است [۲].

$$E_t = \alpha \times Y_t^\alpha \times P_t^\beta \times E_{t-k}^\gamma \times \exp(\lambda + \theta/Y + \eta/P) \quad (6)$$

E_t, P_t, Y_t, E_{t-k} متغیرهای مذکور در معادله (۱) و $\alpha, \beta, \gamma, \lambda, \theta, \eta$ ضرایب ثابت هستند (لازم به ذکر است

- آزمون معنی دار بودن ضرایب جزئی رگرسیون (آزمون توزیع t)

- حذف متغیرهای اضافی در صورت بی معنی بودن ضرایب جزئی

- بررسی خود همبستگی و همبستگی سریالی باقیمانده و متغیرهای مستقل (آزمون دورین- واتسون و مدل تعدیل یافته آن برای سری‌های خود رگرسیونی)

- آزمون هم خطی بین متغیرها

- ارائه مدل نهایی

بدین منظور آمار و اطلاعات تقاضای حامل‌های انرژی و نیز تولید ناخالص داخلی، جمعیت و قیمت حامل‌های انرژی به تفکیک حامل در زیربخش‌های مختلف چرخه تقاضا در محدوده سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۶ جمع‌آوری گردیده و سپس مدل‌های اقتصادسنجی با استفاده از نرم‌افزار Eviews بر اساس فرآیند فوق‌الذکر توسعه داده شده است.

ج- توابع تقاضای حامل‌های انرژی

بر اساس مطالعات انجام شده، میزان تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف تابعی از جمعیت، میزان تولید ناخالص داخلی، میزان درآمد و قیمت حامل انرژی می‌باشد [۶۵]. نتیجه چنین مدلسازی برای مصرف گازوئیل در تمامی زیر بخش‌های چرخه مصرف به شکل زیر است:

$$\ln(\text{Demand_Diesel_PC}) = 1.5187 + 0.3175 * \ln(\text{GDP_Percapita}) - 0.1549 * \ln(\text{Price_Diesel_oil}) + 0.644 * \ln(\text{Demand_Diesel_PC}(-1)) \quad (7)$$

که در آن:

GDP_Percapita: تولید ناخالص داخلی سرانه (هزار ریال بر نفر)

Price_Dieseloil: قیمت تنزیل شده (واقعی) گازوئیل (ریال بر لیتر)

Demand_Diesel_PC: تقاضای سرانه گازوئیل (BOE/Capita)

Demand_Diesel_PC(-1): تقاضای سرانه گازوئیل در سال قبل (BOE/Capita)

نتایج زیر از بررسی تابع تقاضای گازوئیل بدست می‌آید که عبارتند از:

- ضریب همبستگی تعدیل شده ($R_{adj}^2 = 0.98$) بالا نشان از توضیح مناسب متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل قیمت و تولید ناخالص سرانه و جمله Lag می‌باشد.

- ضریب دورین- واتسون مناسب ($D.W=2/1$) نشان از عدم خودبستگی باقیمانده است. به عبارت دیگر این نشان دهنده آن است که هیچ متغیر حائز اهمیتی از مدل حذف نشده است.

- تمامی ضرایب جزئی آزمون در سطح ۵٪ قابل قبول بوده و آزمون فیشر با $F=600$ نشان از همبستگی بالای کلی رگرسیون می‌باشد.

- کشش قیمتی تقاضای گازوئیل برابر ۰/۱۵- می‌باشد. این بدان معنی است که افزایش ۱۰۰٪ قیمت گازوئیل باعث کاهش ۱۵ درصدی در تقاضای آن خواهد شد.

این بحث و بررسی در مورد تک‌تک توابع تقاضای حامل‌های انرژی صورت گرفته که جهت اختصار از ذکر آنها خودداری می‌گردد.

نتایج و بحث

چنانچه پیشتر در مباحث قبلی بررسی شد، برنامه‌ریزی در واقع تحلیل و برآورد تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوهای مختلف و بررسی اثر سیاست‌های مختلف بر میزان تقاضا و نهایتاً انتخاب مجموعه‌ای از سیاست‌ها در یک سناریوی پیشنه‌ای است که نتیجه آن سیاست گذاری بخش انرژی است. برای حصول به این مهم در چرخه تقاضا، سناریوی پایه (Base) در دو حالت Management و Business-as-usual توسعه داده شد. چنانکه در بند اول گفته شد مدل‌های اقتصادسنجی توان ارزیابی اثرات تغییر در شدت مصرف (Energy intensity) در تغییرات تقاضا را ندارند و برای پیش بینی در سناریوهای راندمان منجمد بکار می‌روند، لذا برای ارزیابی اثر بهره‌وری انرژی در کاهش تقاضا از مدل end-use استفاده گردید.

بدین ترتیب که ابتدا توسط مدل end-use پتانسیل صرفه جویی انرژی (کاهش مصرف) در اثر تغییر در بهره‌وری تجهیزات و لوازم در زیربخش‌های مختلف چرخه مصرف نظیر خانگی و تجاری، صنعت و کشاورزی در ۱۰ سال آینده ارزیابی گردید و سپس این پتانسیل بهره‌وری در نتایج حاصل از مدل‌های اقتصاد سنجی اعمال گردید. تعاریف سناریوها و حالت‌های مختلف در زیر آمده است.

تعاریف و فرضیات سناریوهای مختلف

چنانچه در مقدمه نیز ذکر شد برای سیاست گذاری انرژی یک سناریوی پایه با دو حالت Business-as-Usual و Management توسعه داده شده است. فرضیات اساسی این سناریوها به شکل زیر است:

- **سناریوی پایه (Base Scenario):** در این سناریو فرض بر این است که رشد تولید ناخالص داخلی (به قیمت‌های ثابت) در طول دوره با نرخ ۶٪ افزایش می‌یابد و نرخ رشد جمعیت سالیانه ۱/۶ درصد است.

- **حالت Business-as-Usual:** در این حالت فرض بر این است که اولاً قیمت اسمی حامل‌های انرژی سالیانه به نسبت نرخ تورم افزایش می‌یابد (قیمت واقعی حامل‌ها ثابت است) ثانیاً هیچ تغییری در شدت مصرف انرژی و الگوی مصرف زیر بخش‌های مختلف مشاهده نمی‌گردد.

حالت Management: در این حالت فرض بر این است که افزایش قیمت حامل‌های انرژی طوری است که تا ۱۳۸۵، قیمت حامل‌های انرژی به قیمت تمام شده آنها افزایش می‌یابد (به جز گاز طبیعی) و بعد از آن، قیمت حامل‌ها سالیانه به اندازه نرخ تورم افزایش می‌یابد به قسمی که قیمت واقعی حامل‌های انرژی بعد از سال ۱۳۸۵ ثابت باقی می‌ماند. ثانیاً فرض بر این است که نصف لوازم خانگی موجود در کشور تا انتهای دوره (۱۳۹۰) از رده خارج شده و با لوازم جدید که از راندمان بالاتری برخوردار هستند جایگزین می‌شوند. از طرفی دیگر در بخش کشاورزی تا

سال ۱۳۹۰، ۷۰٪ پمپ‌های چاه‌های آب از دیزل به برقی با تفاوت راندمان در حدود ۱۵٪ تبدیل می‌شوند. در بخش صنعت نیز نوسازی صنایع و استفاده از تکنولوژی‌های نو و نیز اجرای پروژه‌های بهینه‌سازی مصرف حامل‌های انرژی، پتانسیل صرفه جویی ۱۵٪ بدنبال خواهد داشت. پتانسیل بهره‌وری و کاهش میزان مصرف ناشی از جایگزینی لوازم خانگی و نیز نوسازی صنایع و سایر سیاست‌های مدیریت انرژی توسط مدل end-use برآورد گردیده است.

بررسی تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی پایه (Base Scenario)

در این سناریو در واقع رشد اقتصادی و سایر شاخص‌های اقتصادی-اجتماعی باروند موجود ادامه می‌یابد و در واقع این سناریو تصویر وضعیت کنونی در آینده است که در حالت BAU هیچگونه سیاست‌گذاری صورت نگرفته است در صورتیکه در حالت مدیریتی اثر سیاست‌های مختلف نظیر قیمت گذاری حامل‌ها و نیز بهره‌وری انرژی بر کاهش تقاضای حامل‌های انرژی و انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای بررسی شده است. بدین ترتیب که ابتدا اثر قیمت بر تقاضای حامل‌های انرژی توسط مدل‌های اقتصاد سنجی ارزیابی شده است. برای بررسی اثر بهره‌وری انرژی، پتانسیل بهره‌وری توسط مدل End-use که ساختاری مبتنی بر تحلیل فرآیند چرخه عرضه و تقاضا دارد، استخراج گردیده است. برای ارزیابی اثر سیاست‌های بهره‌وری انرژی کسر قابل حصول بازار که توان مالی مناسب در جایگزینی لوازم خانگی مستعمل خود دارند ۵۰٪ تا سال ۱۳۹۰ برآورد گردیده است که این سهم لوازم خانگی جایگزین شده، باعث کاهش ۱۵٪ در تقاضای حامل‌های انرژی تا سال ۱۳۹۰ خواهد شد. به همین ترتیب در سایر زیربخش‌های چرخه و تقاضا نیز پتانسیل قابل حصول جهت بهره‌وری انرژی ارزیابی شده است. در نهایت اثر توأم دو سیاست بهره‌وری انرژی و قیمت‌گذاری بر کاهش تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی تجمعی (Aggregated scenario) مورد ارزیابی قرار گرفته

است. در واقع سناریوی تجمعی همان حالت مدیریتی می باشد که در بالا ذکر شده است.

پیش بینی روند تقاضای حامل های انرژی

برای پیش بینی تقاضای حامل های انرژی در چرخه مصرف، پس از توسعه توابع تقاضا، روند متغیرهای مستقل نظیر تولید ناخالص داخلی، جمعیت و قیمت حامل ها در سالهای آتی برآورد گردیده و وارد مدل های اقتصادسنجی گردید. نتایج حاصل از مدلسازی در شکل های (۱)، (۲) و (۳) آمده است. شکل (۱) و (۲) به ترتیب تقاضای حامل های انرژی را بر حسب نوع سوخت در چرخه مصرف نشان می دهند. چنانکه از شکل (۱) پیداست در سناریوی پایه و حالت BAU تقاضای حامل های انرژی روند رو به رشدی دارد در صورتیکه در سناریوی پایه و حالت مدیریتی تقاضای اکثر حامل های انرژی به غیر از گاز طبیعی و بنزین روند تقریباً ثابتی دارند. علت افزایش تقاضای بنزین علیرغم افزایش قیمت آن کشش قیمتی پایین بنزین بوده و اینکه بنزین در سالهای اخیر در کشور یک سوخت غیر قابل جایگزین است و لذا تغییرات قیمت چندان در تقاضای آن موثر نیست، چرا که جانشینی برای جایگزینی آن وجود ندارد.

شکل (۳) روند تقاضای حامل های انرژی در سناریوی پایه در حالت های مختلف را نشان می دهد. چنانکه از شکل پیداست در حالت BAU تقاضای حامل های انرژی از ۶۰۵ MBOE در سال ۱۳۷۷ به ۱۲۵۰ MBOE در سال ۱۳۹۰ رسیده است. اجرای سیاست قیمت گذاری حامل ها باعث کاهش تقاضای حامل های انرژی از ۱۲۵۰ MBOE به ۹۲۰ MBOE (۲۶/۴ درصد) در سال ۱۳۹۰ می گردد. در حالیکه اعمال سیاست بهره وری انرژی باعث کاهش مصرف حامل های انرژی از ۱۲۵۰ MBOE به ۱۰۶۰ MBOE (۱۵ درصد) و اجرای توام این دو سیاست باعث کاهش تقاضا به ۷۸۰ MBOE (۳۷/۶ درصد) می گردد.

روند انتشار آلاینده ها و گازهای گلخانه ای

برای محاسبه انتشار گازهای گلخانه ای از ضرایب انتشار (Emission Factor) دی اکسید کربن IPCC [۷] و برای انتشار آلاینده های NO_x و SO_x از ضرایب انتشار استخراج شده از طرح جامع کاهش آلودگی هوای تهران که با همکاری بانک جهانی و شهرداری تهران انجام شده است [۸] استفاده گردیده است. میزان انتشار آلاینده از تضریب ضرایب انتشار در میزان مصرف سوخت بدست می آید. لذا برای محاسبه روند میزان انتشار کافیست که روند تقاضای حامل های انرژی را به تفکیک نوع سوخت داشته باشیم به جهت حصول به این مهم، روند تقاضای حامل های انرژی به تفکیک سوخت در هر سناریو توسط مدل های اقتصادسنجی استخراج گردیده است. نتایج این محاسبات در سناریوی پایه در حالت BAU نشان می دهد که میزان انتشار دی اکسید کربن از ۲۲۵۰۰۰ Kton در سال ۱۳۷۷ به ۴۶۵۰۰۰ Kton در سال ۱۳۹۰ می رسد. در صورتیکه که در حالت مدیریتی (سناریوی تجمعی) میزان انتشار دی اکسید کربن در سال ۱۳۹۰ در حدود ۲۹۰۰۰۰ Kton می باشد که نشان از ۳۵/۴٪ کاهش در انتشار گاز گلخانه ای CO_2 است. شکل (۴) روند انتشار گاز گلخانه ای CO_2 را در سناریوی پایه نشان می دهد. همچنین روند انتشار اکسیدهای گوگرد (SO_x) و اکسیدهای نیتروژن (NO_x) ناشی از احتراق سوخت در سناریوی پایه و تاثیر سیاست های مختلف بر کاهش روند انتشار آنها به ترتیب در شکل های (۵) و (۶) آمده است.

چنانکه از شکل (۵) پیداست کمترین میزان انتشار اکسید های گوگرد در سال ۱۳۸۵ می باشد زیرا که عمده اکسید گوگرد از احتراق گازوئیل و نفت کوره بدست می آید و توابع تقاضای گازوئیل و نفت کوره حساسیت زیادتری نسبت به سایر فرآورده های نفتی به تغییرات قیمت دارد.

نتیجه گیری

الف- بررسی روند تقاضای حامل های انرژی در سناریوی پایه در حالت BAU نشان می دهد که تقاضای حامل های

انرژی از نرخ رشد سالیانه ۵/۳ درصدی برخوردار است که این نرخ رشد تقاضا در صورت افزایش سطوح درآمدی خانوارها و نیز توسعه اقتصادی ۹ درصدی، جهت کاهش بیکاری و بدون تغییر الگوی مصرف و سیاست های قیمت گذاری مناسب به ۹/۵ درصد در سال می‌رسد. برآورد این نرخ رو به رشد تقاضا نیازمند حجم عظیم سرمایه گذاری است که با توان مالی صنعت انرژی کشور با درآمدهای کنونی حاصل از فروش داخلی حامل های انرژی، به هیچ وجه ممکن نیست و نیاز به جذب سرمایه از سایر منابع دارد و با توجه به موانع موجود قانونی کشور در مقابل سرمایه گذاری خارجی، عمده فشار جهت جلب سرمایه متوجه درآمدهای ارزی حاصل از فروش نفت خواهد بود که می‌توانست در سایر زیر بخش های اقتصادی کشور بکار گرفته شود.

ب- بررسی روند انتشار دی اکسید کربن (CO₂) در سناریوی پایه نشان از افزایش سالیانه ۵/۱ درصدی در انتشار آن می‌باشد که در مقایسه با نرخ رشد تقاضای حاملهای انرژی (۵/۳ درصد) در سناریوی پایه از نرخ رشد پایین تری برخوردار است علت این موضوع پیش بینی افزایش سهم گاز طبیعی از ۴۹/۶ درصد در سال ۱۳۷۷ به ۷۵/۸ درصد در سال ۱۳۹۰ در برآورد تقاضای کشور می‌باشد چراکه گاز طبیعی در مقایسه با فرآورده های نفتی برای مقدار معینی انرژی میزان آلاینده و دی اکسید کربن کمتری انتشار می دهد (میزان انتشار CO₂ گاز طبیعی نسبت به سوختهای مایع به ازای مقدار معینی انرژی آزاد شده، ۲۵٪ کمتر است). با توجه به اینکه در حال حاضر ایران جزء کشورهای غیر ضمیمه یک کنوانسیون تغییر آب و هوای سازمان ملل متحد می باشد و کشورهای غیر ضمیمه یک، تعهد کمی در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای بر خلاف کشورهای ضمیمه یک ندارند (کشورهای ضمیمه یک متعهد هستند که میزان انتشار گازهای گلخانه ای خود را در محدوده سالهای ۲۰۱۲-۲۰۰۸ به ۸ درصد زیر سطح انتشار سال ۱۹۹۰ برسانند) [۹]. در

صورتیکه با توجه به روند کنفرانس اعضای متعهدین به کنوانسیون تغییر آب و هوا و شروط کشور ایالات متحده مبنی بر امضای پروتکل کیوتو، چنان انتظار می‌رود که در آینده تعهدات کمی نیز برای کشورهای در حال توسعه ایجاد گردد. در صورت وقوع این امر اقتصاد کشور در سایه مفاد پروتکل کیوتو نظیر تجارت انتشار و مالیات کربن بشدت آسیب خواهد دید.

ج- ارزیابی اثرات سیاست‌هایی نظیر قیمت گذاری حامل‌ها و بهره وری انرژی در سناریوی پایه نشان از اثر بخشی بسیار موثر این سیاست‌ها در کاهش روند رو به رشد تقاضای حامل‌های انرژی و به پیامد آن انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده های هوا می‌باشد بطوریکه در سناریوی پایه، اعمال توام سیاست قیمت گذاری و بهره‌وری انرژی روند رشد تقاضای حامل‌های انرژی را از ۵/۳ درصد در سال به ۱/۸۳ درصد می‌رساند. از طرفی دیگر جایگزینی گاز طبیعی به عنوان یک سوخت تمیز به جای فرآورده‌های نفتی، از اهمیت بسزایی در کاهش انتشار آلاینده ها و افزایش درآمدهای نفتی دارد چرا که قیمت گاز در بازارهای جهانی پایین بوده و صادرات آن نیاز به سرمایه گذاری بالایی دارد و با جایگزینی گاز طبیعی به جای سوختهای مایع و فروش فرآورده‌های نفتی حاصل می‌توان درآمد بیشتری حاصل نمود.

تشکر و قدردانی

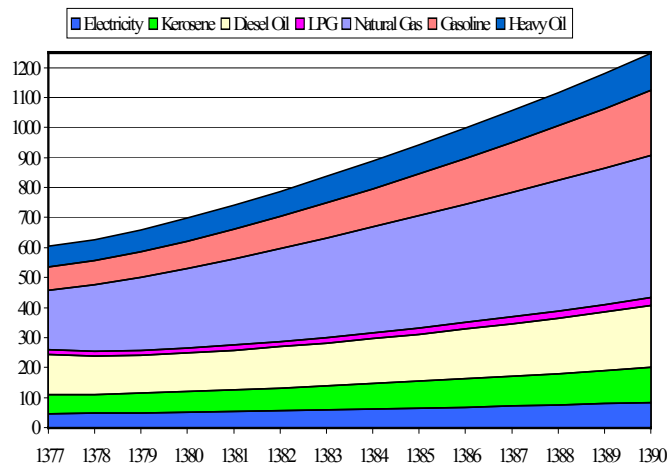
در آخر جای دارد از آقای دکتر صادقی از دفتر برنامه‌ریزی معاونت انرژی وزارت نیرو به خاطر در اختیار قرار دادن آمار و اطلاعات مورد نیاز و نیز از معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شریف به خاطر مساعدت‌های لازم تشکر و قدردانی گردد.

مراجع

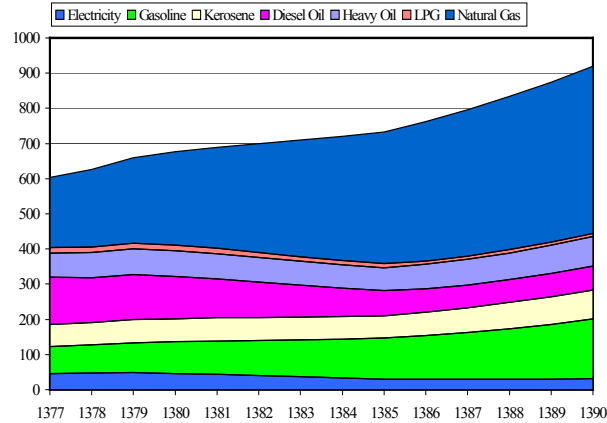
۱. ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸، معاونت انرژی وزارت نیرو.

2. M.S. Ahadi, M. Kamyab., “ Energy Indicators for Policy Making “ United

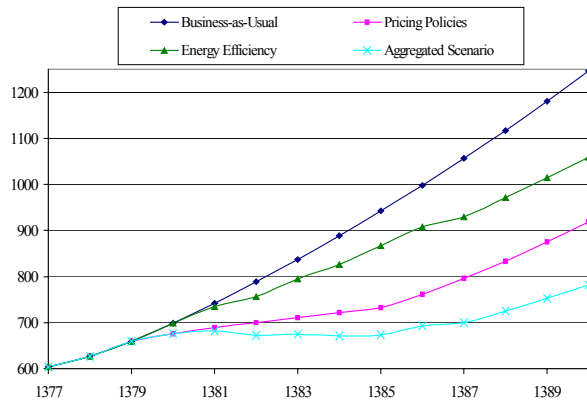
6. T.D. Mount, L.D. Chapman, and T.J. Tyrrell, "Electricity Demand in the United State: An Econometrics Analysis", Proceedings of the Energy Demand, Conservation and Institutional Problems Conference, MIT, USA, Feb.1973, pp 319-328.
7. "Guidelines for GHGs Emission Inventory", Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1996, Revised Guidelines, Vol. 1,2,3.
8. "A Comprehensive Plan for Pollution Control in Tehran", World Bank and Municipal of Tehran, 1994, Vol. 1,2.
9. "United Nations Framework Convention on Climate Change and Its Kyoto Protocol", Published by UNEP's Information Unit for Convention, 1997.
3. J.N. Swisher, G.M. Jannuzzi, R.Y. Redlinger, "Tools and Methods for Integrated Resource Planning", UNEP Collaboration Center on Energy and Environment and Riso National Laboratory, Denmark, November 1973.
۴. حمید ابریشم چی، مترجم، دامودار گجراتی، مولف، « مبانی اقتصادسنجی »، جلد اول و دوم، انتشارات دانشگاه تهران، بهار ۱۳۷۷.
5. Ahadi, M.S., Davoudpour, H., "Electricity Pricing in Household Sector and Its Impact on Greenhouse Gases Mitigation", The 7th Annual International Conferences of Industrial Engineering, Busan, Korea, October, 24-26 2002, pp 498-501.



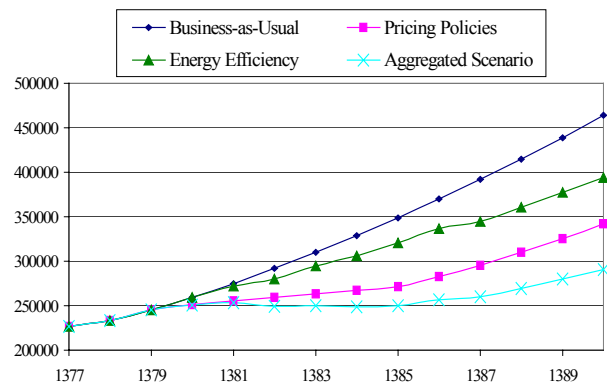
شکل ۱- روند تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی پایه و حالت BAU به تفکیک حامل (میلیون بشکه معادل نفت خام)



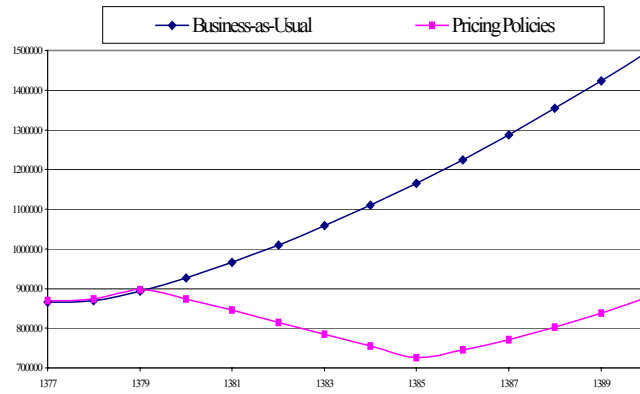
شکل ۲- روند تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی پایه و حالت مدیریتی به تفکیک حامل (میلیون بشکه معادل نفت خام)



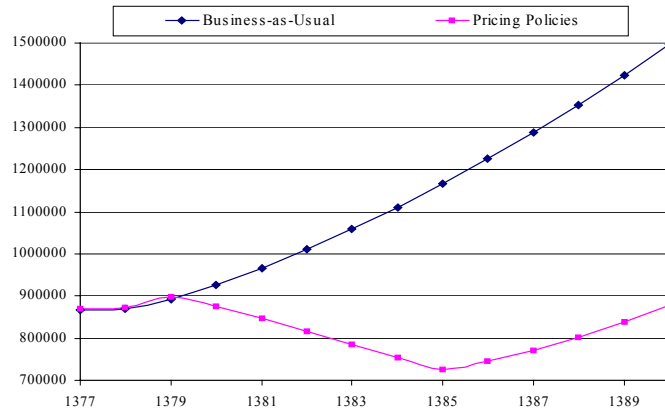
شکل ۳- روند تقاضای حامل‌های انرژی در سناریوی پایه و اثر سیاست‌های مختلف بر کاهش تقاضا (میلیون بشکه معادل نفت خام)



شکل ۴- روند انتشار دی اکسید کربن در سناریو پایه و اثر سیاست‌های مختلف بر کاهش انتشار (هزار تن)



شکل ۵- روند انتشار SO_x در سناریوی پایه و اثر سیاست های مختلف بر کاهش روند انتشار (تن)



شکل ۶- روند انتشار NO_x در سناریو پایه و اثر سیاست های مختلف بر کاهش روند انتشار (تن)