



اولین همایش ملی نفت، گاز و پتروشیمی

کچساران - خرداد ماه ۱۳۸۷



شرکت هیئت ایران
شرکت هیئت توزیع نفت



ایران دانشیان و دانش آموختگان
هندی هست



دانش کشان

هیئت داوران(بخش شیمی)

دبیر مقالات: مهندس مسعود راهبری سی سخت

هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر فواد آقامیری
هیات علمی دانشگاه آزاد تهران جنوب	دکتر مهدی ارجمند
عضو هیأت علمی دانشگاه شهید	دکتر فریدون اسماعلی زاده
اسناد دانشگاه	دکتر سید غلامرضا اعتماد
هیات علمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران	دکتر علی الباسی
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر مجید نقی زاده
هیات علمی دانشگاه اراک	دکتر عرب‌الله جودکی
هیات علمی دانشگاه سمنان	دکتر علی حقیقی اصل
هیات علمی دانشگاه سمنان	دکتر بهنام خوش اندام
هیات علمی دانشگاه رازی کرمانشاه	دکتر مسعود رحمنی
هیات علمی دانشگاه پاسج	دکتر محمود رضا رحمنی
تعاون پژوهشی و هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر امیر رحیمی
رییس دانشکده مهندسی شیمی و نفت شریف	دکتر داود رشتچیان
عضو هیأت علمی دانشگاه اصفهان	دکتر داراب ریسمی
هیات علمی دانشگاه رازی کرمانشاه	دکتر علیرضا سليمانی نظر
هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر شهرام شریف نبا
هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان	دکتر محمد رضا طلایی
هیات علمی دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات	دکتر محمد عابدی
هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران	دکتر شهریار عصقوی
هیات علمی دانشگاه خواجه صدر الدین توسي	دکتر سید احمد عطایی
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر ابوالحسن علوی
هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان	دکتر سید محمد علی املشی
هیات علمی دانشگاه خواجه صدر الدین توسي	دکتر مجید عیدی بور
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر حسین عیسی زاده
هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان	دکتر محمد حسن قصائی بور
عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت ایران	دکتر فروزانه فیضی
دبیر بخش مهندسی نفت همایش و دبیر اجمن داش امتحان	مهندس عباس قادری
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر علی اصغر فرشی
دبیر گروه مهندسی شیمی و هیات علمی دانشگاه گیلان	دکتر حسین قناد زاده گیلانی
هیات علمی دانشگاه پاسج	دکتر مهدی کاظمه بور
هیات علمی دانشگاه سمنان	دکتر هجری کرمی
هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد	دکتر محمد نادر لطف‌الله‌ی
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر محمد موسوی
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر کامیار موقر نژاد
هیات علمی دانشگاه مازندران	دکتر قاسم نجف بور
هیات علمی دانشگاه صنعت نفت اهواز	دکتر سید حسام نجیبی
هیات علمی دانشگاه اصفهان	دکتر امیر حسین نوارچان
هیات علمی دانشگاه سمنان	دکتر فرامرز هرمزی
دبیر گروه مهندسی شیمی و هیات علمی دانشگاه سمنان	دکتر فرشاد ورامیان
هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف	دکتر سهیلا نعمایی

مدل‌سازی تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان

محمود فرخی، محمدعلی فنایی شیخ‌الاسلامی

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی شیمی

حبيب رجبی مشهدی

دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی برق

چکیده:

گاز طبیعی یکی از عمده‌ترین منابع تأمین انرژی در کشور بوده و مزایای فراوان آن، مصرف آن را در سال‌های اخیر به میزان زیادی افزایش داده است. با پیش‌بینی میزان تقاضای گاز طبیعی در سال‌های آتی، مسئولین قادر خواهند بود تا در امر سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و تدارک امکانات و زیرساخت‌های لازم جهت تهیه و تأمین گاز طبیعی مورد نیاز بخش‌های مختلف مصرفی، واقع‌بینانه‌تر عمل نمایند. از این‌رو، در این مطالعه پیش‌بینی میزان تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان در یک افق پنج ساله مد نظر قرار گرفته است. بدین منظور متغیرهایی همچون تعداد مشترکین گاز طبیعی، تولید ناخالص داخلی استان و قیمت گاز طبیعی به عنوان متغیرهای اثر گذار بر مصرف گاز طبیعی انتخاب و از دو مدل خطی و لگاریتمی-خطی جهت مدل‌سازی استفاده شده است. مدل به دست آمده از متغیرهای اشاره شده نتوانست به خوبی رفتار مصرف گاز طبیعی را در سال‌های مورد مطالعه (۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵) پیش‌بینی کند، از این‌رو یک متغیر دیگر مثل روند به منظور لحاظ کردن تأثیر متغیرهای ناشناخته‌ی اثر گذار بر مصرف گاز طبیعی به مجموعه‌ی متغیرهای توضیحی مدل اضافه گردید و مدل لگاریتمی-خطی نتیجه‌ی مطلوبی ارائه نمود. مدل نهایی که با استفاده از تکنیک رگرسیون گام به گام به دست آمده است نشان می‌دهد که مصرف گاز طبیعی در استان خراسان طی سال‌های مورد مطالعه به قیمت آن و تولید ناخالص داخلی استان وابسته نبوده است. در نهایت، میزان تقاضای گاز طبیعی در پنج سال آینده با در نظر گرفتن سه سناریویی فرضی برای پیش‌بینی متغیرهای توضیحی موجود در مدل، برآورد گردیده است.

واژه‌های کلیدی:

تقاضای گاز طبیعی، مدل اقتصاد سنجی، روند مصرف انرژی

۱- مقدمه :

گاز طبیعی به علت تأمین بیش از ۵۰ درصد انرژی مصرفی در بخش خانگی- تجاری، ۴۵ درصد در بخش صنعتی و ۷۰ درصد در نیروگاهها و پالایشگاههای کشور، از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای در میان سایر منابع انرژی برخوردار است.^۱ همچنین وفور و گستردگی منابع گاز طبیعی در ایران، قیمت نسبتاً پایین آن، تأمین رفاه خانوارها به لحاظ سهولت و تداوم دسترسی به آن، آلایندگی زیست محیطی کمتر، مصارف غیر انرژیک در صنایع نفت و پتروشیمی و بسیاری از امتبازات و مزایای دیگر، جایگاه و نقش مهم گاز طبیعی را در حال حاضر و به ویژه در سال‌های آینده به عنوان یکی از تأمین کنندگان اصلی انرژی مورد نیاز بخش‌های مختلف مصرفی کشور آشکار می‌سازد. جایگزین کردن این حامل انرژی ارزان قیمت و سازگار با محیط زیست به جای فراورده‌های نفتی، از جمله مهم‌ترین برنامه‌های اجرا شده و یا در دست اجرای مدیریت عرضه‌ی انرژی در کشور می‌باشد. در این خصوص می‌توان به اقداماتی همچون گسترش شبکه‌ی گاز رسانی، تبدیل سوخت نیروگاهها و صنایع بزرگ به گاز طبیعی و استفاده از گاز طبیعی فشرده به عنوان سوخت در خودروها اشاره نمود. جهت برنامه ریزی هر چه بهتر در حوزه عرضه گاز طبیعی، آشنایی با میزان تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف و پیش‌بینی وضعیت تقاضا در آینده از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. در همین راستا در این مقاله پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در استان‌های خراسان به عنوان یک مطالعه‌ی منطقه‌ای مورد بررسی قرار گرفته است.

تا کنون روش‌های متعددی برای پیش‌بینی مصرف انرژی ارائه شده‌است. این روش‌ها را می‌توان در پنج گروه روش‌های تک متغیره، چند متغیره، مصرف نهایی، ذهنی و ترکیبی طبقه‌بندی نمود. در روش‌های تک متغیره، پیش‌بینی فقط بر اساس داده‌های موجود از متغیر تحت مطالعه صورت می‌گیرد. روش‌های برون‌بایی منحنی روند و سری‌های زمانی در این گروه قرار می‌گیرند. در روش‌های چند متغیره، روابط علی و معلولی بین متغیر تحت مطالعه و متغیرهای اثر گذار بر آن ایجاد می‌گردد. روش‌های اقتصاد سنجی در این گروه قرار می‌گیرند. در روش مصرف نهایی، مصرف انرژی به اجزای آن تجزیه می‌گردد. روش‌های ذهنی بر پایه‌ی قضاؤت، درک مستقیم، دانش تجاری و سایر اطلاعات مربوط به زمینه‌ی مورد بررسی استوارند و در روش‌های ترکیبی، ترکیبی از روش‌های اشاره شده مورد استفاده قرار می‌گیرند^[۱]. در ادامه این مقاله ابتدا مراحل طی شده تعیین مدل پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در استان‌های خراسان و متغیرهای مؤثر در آن شرح داده شده است. سپس با در نظر گرفتن سه سناریوی فرضی، وضعیت تقاضای گاز طبیعی در استان‌های خراسان در یک افق پنج ساله پیش‌بینی شده است.

۱- این ارقام مربوط به متوسط سهم گاز طبیعی در تأمین انرژی مصرفی بخش‌های مختلف مصرف طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۲ بوده و از ترازنامه انرژی کشور- سال ۱۳۸۳ استخراج گردیده است.

۲- مدلسازی تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان:

داده‌های جمع‌آوری شده از میزان مصرف گاز طبیعی و تعداد مشترکین در استان‌های خراسان در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ در جدول (۱) ارائه شده است. این اطلاعات از واحد برنامه ریزی شرکت گاز استان خراسان رضوی دریافت شده‌اند. متأسفانه قبیل از سال ۱۳۷۴ آمار قابل اعتمادی از میزان مصرف گاز طبیعی در استان خراسان وجود ندارد. با توجه به این که یکی از ملاک‌های انتخاب یک مدل مناسب برای پیش‌بینی، تعداد داده‌های موجود می‌باشد، استفاده از روش سری‌های زمانی برای این تحقیق ممکن نیست، چرا که این روش حداقل به ۵۰ داده نیازمند می‌باشد.^[۲]

روش مصرف نهایی به سطح بالایی از اطلاعات جزئی مربوط به کلیه‌ی مصرف کنندگان نیازمند است و در حال حاضر به دلیل عدم وجود این اطلاعات، استفاده از این مدل نیز امکان‌پذیر نمی‌باشد. روش‌های ذهنی نیز مستلزم داشتن یک پایگاه اطلاعاتی منسجم و استفاده از نظرات افراد متخصص در زمینه‌ی مورد بررسی می‌باشند. بنابراین در این مقاله از روش اقتصاد سنجی جهت مدل‌سازی تقاضای گاز طبیعی در استان‌های خراسان استفاده شده است.

جدول (۱): آمار مصرف و تعداد مشترکین گاز طبیعی در استان خراسان (۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵)

تعداد کل مشترکین گاز طبیعی	مقدار مصرف گاز طبیعی (میلیون متر مکعب)	سال
۳۸۷۸۳۹	۲۵۰۲/۰	۱۳۷۴
۴۰۹۵۰۹	۴۲۹۴/۰	۱۳۷۵
۴۳۲۷۲۸	۵۱۲۵/۸	۱۳۷۶
۴۶۵۰۰۳	۵۷۱۲/۶	۱۳۷۷
۴۹۷۳۳۶	۶۱۴۹/۴	۱۳۷۸
۵۴۱۶۷۳	۶۷۶۷/۵	۱۳۷۹
.. ۶۰۳۹۴۸	۶۷۹۸/۸	۱۳۸۰
۶۷۶۶۲۴	۷۵۷۱/۵	۱۳۸۱
۷۶۳۹۶۰	۷۷۲۸/۴	۱۳۸۲
۸۴۱۶۵۰	۸۰۵۹/۶	۱۳۸۳
۹۴۶۷۱۹	۸۳۵۲/۲	۱۳۸۴
۱۰۳۹۱۹۹	۸۹۴۵/۵	۱۳۸۵

نحوه مدلسازی تقاضای انرژی بكمک روش اقتصاد سنجی را می توان در پنج مرحله زیر خلاصه نمود [۳]:

- تعیین متغیرهای توضیحی محتمل

- تعیین فرم تابع ارتباط دهندهی متغیرهای توضیحی با تقاضای انرژی

- جمع آوری اطلاعات مربوط به متغیرهای در نظر گرفته شده

- انجام تحلیل رگرسیون

- آزمون و اعتبار سنجی مدل

در مرحله اول، متغیرهایی شامل تعداد مشترکین گاز طبیعی، تولید ناخالص داخلی و قیمت گاز طبیعی در استان خراسان به عنوان عوامل اثر گذار بر مصرف گاز طبیعی انتخاب شدند. سپس دو معادله خطی و خطی- لگاریتمی برای ارتباط دادن این متغیرها به میزان مصرف گاز طبیعی در نظر گرفته شد. این معادلات عبارتند از:

$$NGC = A_0 + B_1 \times Owners + B_2 \times GDP + B_3 \times Price + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$\ln(NGC) = \alpha_0 + \beta_1 \times \ln(Owners) + \beta_2 \times \ln(GDP) + \beta_3 \times \ln(Price) + \varepsilon_2 \quad (2)$$

در معادلات فوق NGC ، GDP ، $Owners$ و $Price$ به ترتیب نشان دهنده میزان مصرف سالیانه گاز طبیعی، تعداد مشترکین گاز طبیعی، تولید ناخالص داخلی و قیمت گاز طبیعی می باشند. ε_1 و ε_2 نیز نشان دهنده جملات خطای می باشند. جهت تعیین پارامترهای موجود در معادلات فوق، علاوه بر مقدار مصرف گاز طبیعی و تعداد مشترکین، آمار تولید ناخالص داخلی و قیمت گاز طبیعی در استان خراسان نیز مورد نیاز می باشند. این مقادیر که از بانک مقاله ها و داده های اقتصادی ایران [۴] استخراج شده اند، در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲): آمار قیمت گاز طبیعی و تولید ناخالص داخلی استان خراسان (۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵)

سال	تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (میلیارد ریال)	قیمت گاز طبیعی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (ریال بر متر مکعب)
۱۳۷۴	۱۸۷۲۷.۴	۲۱.۲
۱۳۷۵	۱۹۸۶۶.۵	۲۰.۴
۱۳۷۶	۲۰۵۲۶.۹	۲۰.۰
۱۳۷۷	۲۱۰۰۹.۸	۲۲.۹
۱۳۷۸	۲۱۳۴۵.۹	۲۰.۳
۱۳۷۹	۲۲۴۰۴.۸	۲۵.۴
۱۳۸۰	۲۲۳۱۳۹.۶	۲۴.۴
۱۳۸۱	۲۴۸۸۸.۸	۲۱.۲
۱۳۸۲	۲۶۵۸۸.۶	۲۱.۰
۱۳۸۳	۲۷۸۷۶.۴	۲۰.۸
۱۳۸۴	۲۹۳۷۹.۴	۱۸.۰
۱۳۸۵	۳۰۹۶۳.۴	۱۵.۵

در مرحله بعد با استفاده از روش حداقل مربعات خطأ و بکمک نرم افزار آماری Minitab ، ساختار مدل و مقادیر عددی پارامترهای آن از طریق برآش گام به گام تعیین گردید. از داده های موجود در جداول (۱) و (۲) در بازه زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۳ جهت برآش و در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۵ جهت اعتبار سنجی مدل استفاده گردید. در ادامه نتایج حاصله از مدلسازی ارائه شده است.

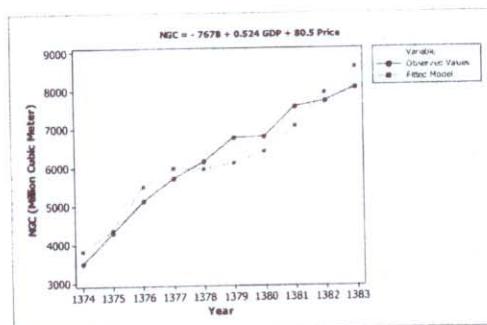
۱-۲- برآوردتابع تقاضای گاز طبیعی با استفاده از الگوی خطی :

برای برآورد تابع تقاضا، نگرش کل به جزء برآش گام به گام مورد استفاده قرار گرفته است. معادله‌ی (۳) نتیجه‌ی نهایی اجرای این تکنیک با استفاده از سه متغیر تعداد مشترکین، تولید ناخالص داخلی و قیمت گاز طبیعی می‌باشد.

$$\begin{cases} NGC = -7678 + 0.524 \times GDP + 80.5 \times Price \\ t-stat : .. \quad 9.16 \quad 2.22 \\ R^2 = 92.5\%, \quad Adj-R^2 = 90.3\% \end{cases} \quad (3)$$

از نظر آماری ضرایبی معنی دارند که آماره‌ی t به دست آمده برای آنها بزرگ‌تر از ۲ باشد [۵]. در معادله‌ی فوق علی‌رغم آنکه کلیه‌ی ضرایب تخمین زده شده از نظر آماری معنی دار هستند، ولی تئوری اقتصادی در مورد قیمت کالا نقص گردیده است. طبق این تئوری، تقاضا برای یک کالا رابطه‌ی عکس با قیمت آن کالا دارد [۶]، ولی در معادله‌ی فوق علامت ضریب قیمت مثبت بوده و این بیانگر آن است که با افزایش قیمت گاز طبیعی مصرف آن افزایش خواهد یافت.

شکل (۱) نمودار هماهنگ داده‌های حاصل از این مدل و داده‌های واقعی را نشان می‌دهد. در این نمودار هماهنگی خوبی بین مقادیر واقعی و مقادیر حاصل از مدل مشاهده نمی‌گردد.

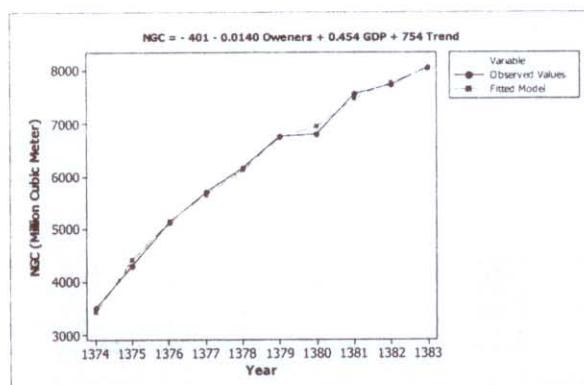


شکل ۱: نمودار هماهنگ داده‌های واقعی و داده‌های حاصل از معادله‌ی (۳)

اصafe کردن یک متغیر مجازی مثل زمان یا روند به مجموعه‌ی متغیرهای توضیحی، در بعضی از موارد می‌تواند توضیح دهی متغیر وابسته را با استفاده از متغیرهای موجود بیشتر نماید. این متغیر می‌تواند به عنوان نماینده‌ی متغیرهایی عمل کند که بر متغیر وابسته اثر گذار بوده ولی این متغیرها با اساساً قابل مشاهده نیستند و یا در صورت امکان مشاهده، اطلاعات مربوط به آن‌ها وجود نداشته و یا به دست آوردن آن بسیار مشکل می‌باشد^[۵]. معادله‌ی زیر نتیجه‌ی نهایی اجرای نگرش کل به جزء رگرسیون گام به گام با استفاده از متغیرهای تعداد مشترکین، تولید ناخالص داخلی، قیمت و متغیر روند می‌باشد:

$$\begin{cases} NGC = -401 - 0.0140 \times Owners + 0.454 \times GDP + 754 \times Trend \\ t-stat: -6.22 \quad 3.62 \quad 15.55 \\ R^2 = 99.7\%, \quad Adj-R^2 = 99.6\% \end{cases} \quad (4)$$

با توجه به شکل (۲) و مقادیر عددی نشان داده شده در معادله (۴)، ملاحظه می‌گردد که با افزودن متغیر روند به مجموعه متغیرهای توضیحی، توضیح دهنده مدل افزایش یافته است ($R^2 = 99.7\%$).
به حال با وجود معنی‌دار بودن کلیه ضرایب تخمین زده شده، علامت ضریب تعداد مشترکین با منطق سازگار نیست. عبارت دیگر مدل فوق بیان می‌کند که با افزایش تعداد مشترکین، مصرف گاز طبیعی کاهش می‌یابد. بنابراین به نظر می‌رسد که کاربرد مدل خطی برای تعیین به کل داده‌های موجود (۱۲ داده)، مقدم نموده و نتیجه، مطلوب است. این دست بخواهد داد.



شکل ۲: نمودار هماهنگ داده‌های واقعی و داده‌های حاصله از معادله‌ی (۴)

۲-۲- برآورد تابع تقاضای گاز طبیعی با استفاده از الگوی خطی - لگاریتمی :

معادله‌ی (۵) نتیجه‌ی نهایی اجرای نگرش کل به جزء رگرسیون گام به گام با استفاده از سه متغیر تعداد مشترکین، تولید ناخالص داخلی و قیمت گاز طبیعی روی تابع لگاریتمی می‌باشد.

$$\begin{cases} \ln(NGC) = -7.00 + 1.06 \times \ln(Owners) + 0.525 \times \ln(Price) \\ t-stat : \quad \quad \quad 10.26 \quad \quad \quad 3.46 \\ R^2 = 93.8\%, \quad Adj-R^2 = 92.0\% \end{cases} \quad (\Delta)$$

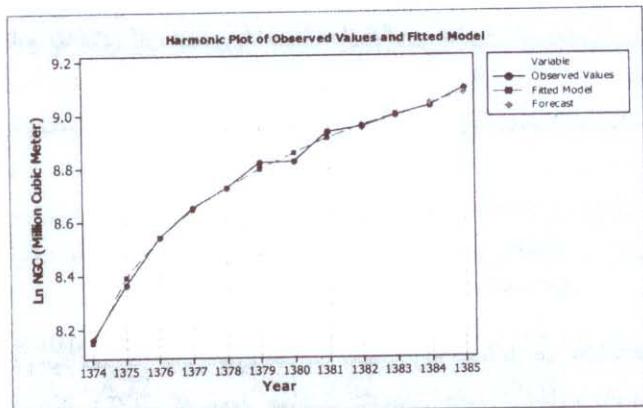
در این معادله، با وجود معنی دار بودن آماری ضرایب تخمین زده شده، باز هم علامت ضریب قیمت غیر منطقی می باشد. شکل (۳) نیز که نمودار هماهنگ داده های حاصل از معادله (۵) و داده های واقعی می باشد، هماهنگی خوبی مابین داده ها نشان نمی دهد.

پس از افزودن متغیر روند به مجموعه‌ی متغیرهای توضیحی، معادله‌ی زیر که نتیجه‌ی اجرای نگرش کل به جزء رگرسیون گام به گام با استفاده از متغیرهای تعداد مشترکین، تولید ناخالص داخلی، قیمت و متغیر روند می‌باشد، حاصل شده است:

$$\begin{cases} \ln(NGC) = 7.41 + 0.0574 \times \ln(Owners) + 0.351 \times \ln(Trend) \\ t-stat: & 0.92 & 15.39 \\ R^2 = 99.5\%, & Adj-R^2 = 99.4\% \end{cases} \quad (8)$$

در معادلهٔ فوق ضریب تخمین زده شده برای تعداد مشترکین در سطح معنی‌دار بودن ۴۱ درصد (سطح اطمینان ۵۹ درصد) قرار دارد، که مقدار پایینی است، و طبق تئوری رگرسیون گام به گام باید این متغیر نیز از معادلهٔ حذف گردد. ولی با توجه به روند سریع گاز رسانی به شهرهای کوچک و بسیاری از روستاهای استان در سال‌های اخیر و توسعهٔ این فرایند به عنوان یک هدف مهم از اهداف شرکت گاز در سال‌های آتی، به نظر می‌رسد که حفظ این متغیر در مدل، نهایاً، مفید باشد.

در شکل (۴)، نتایج داده های حاصله از معادله (۶) همراه با داده های واقعی و همچنین داده های پیش‌بینی شده در سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ نشان داده شده است. قدر مطلق خطای نسبی مقدار مصرف گاز طبیعی پیش‌بینی شده در سال های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ بترتیب $1/13$ و $2/13$ درصد می‌باشد. همانگونه که مشاهده می‌گردد، مقدار خطای پیش‌بینی معادله (۶) پائین بوده و از این لحاظ عملکرد مدل رضایت‌بخشن می‌باشد.

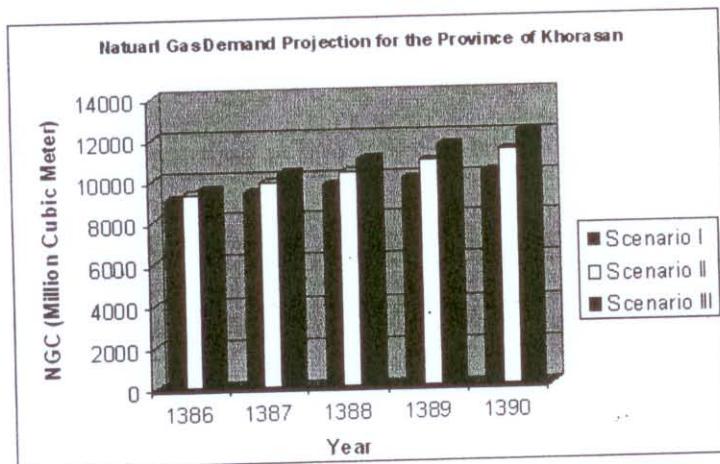


شکل ۴: نمودار هماهنگ مدل تخمین زده شده و مقادیر واقعی، همراه با پیش‌بینی انجام شده توسط معادله‌ی (۶)

در ادامه، با توجه به این که استفاده از مدل خطی- لگاریتمی بر روی داده‌های مربوط به سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۳ منجر به حصول نتیجه‌ی مطلوبی گردید، تعیین آن به کل داده‌های موجود (۱۲ داده)، صورت گرفت. معادله‌ی (۷) نتیجه‌ی نهایی اجرای نگرش کل به جزء رگرسیون گام به گام بر روی کل داده‌های موجود پس از افزودن متغیر روند به مجموعه‌ی متغیرهای توضیحی می‌باشد.

$$\begin{cases} \ln(NGC) = 7.21 + 0.0726 \times \ln(Owners) + 0.347 \times \ln(Trend) \\ t - stat: \quad \quad \quad 1.71 \quad \quad \quad 18.25 \\ R^2 = 99.6\%, \quad \quad \quad Adj - R^2 = 99.5\% \end{cases} \quad (7)$$

معادله‌ی فوق از نظر توضیح دهنده در سطح بالایی قرار داشته و ملاحظه می‌گردد که ضریب تخمین زده شده‌ی تعداد مشترکین در سطح معنی‌دار بودن ۱۳ درصد (سطح اطمینان ۸۷ درصد) قرار گرفته و آماره‌ی t متناظر با آن در این حالت (حالتی که از ۱۲ داده استفاده گردید)، نسبت به حالتی که از ۱۰ داده استفاده شد (معادله‌ی ۶) به میزان بسیار زیادی به ۲ نزدیک‌تر شده است. این موضوع انگیزه‌ی لازم را جهت حفظ این متغیر در مدل، برای پیش‌بینی میزان مصرف گاز طبیعی در آینده افزایش داد.



شکل ۶: پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان در پنج سال آینده با استفاده از سه سناریوی فرضی

۳- پیش‌بینی تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان :

برای پیش‌بینی میزان تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان سه سناریوی فرضی جهت پیش‌بینی مقادیر آینده‌ی متغیرهای موجود در مدل نهایی در نظر گرفته شدند. در سناریوی اول، نرخ رشد سالیانه‌ی تعداد مشترکین در پنج سال آینده برابر متوسط نرخ رشد این متغیر طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ در نظر گرفته شده و متغیر روند به همان روندی که در گذشته داشته، ادامه داده است.

در سناریوی دوم، نرخ رشد سالیانه‌ی تعداد مشترکین در سال‌های آتی همانند متوسط نرخ رشد آن در پنج سال اخیر یعنی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ منظور گردیده و متغیر روند در دوره‌ی پیش‌بینی با سرعت بیشتری افزایش یافته است. سناریوی سوم متوسط نرخ رشد سالیانه‌ی تعداد مشترکین را در پنج سال آینده، ۱۰ درصد بیشتر از سناریوی دوم در نظر گرفته و باز هم متغیر روند سرعت بیشتری نسبت به سناریوی دوم به خود گرفته است. نرخ رشد تعداد مشترکین طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۵ به طور متوسط $\frac{9}{4}$ درصد بوده و این نرخ بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ به $11\frac{1}{3}$ درصد افزایش یافته است.

سناریوهای اول، دوم و سوم را می‌توان به ترتیب به سناریوی رشد کند، رشد معمولی و رشد سریع تعبیر نمود. البته باید اشاره نمود که این سناریوها کاملاً جنبه‌ی فرضی داشته و صرفاً جهت نشان دادن نحوه‌ی استفاده از مدل برای پیش‌بینی طرح گردیده‌اند. نتایج پیش‌بینی‌ها با به کار بردن سه سناریوی اشاره شده، در شکل (۵) نشان داده شده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری :

در این مقاله مدل‌سازی تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان با استفاده از مدل اقتصاد سنجی مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا، متغیرهایی شامل تعداد مشترکین گاز طبیعی، تولید ناخالص داخلی و قیمت گاز طبیعی در استان خراسان به عنوان عوامل اثر گذار بر مصرف گاز طبیعی انتخاب شدند. سپس دو معادله خطی و خطی- لگاریتمی برای ارتباط دادن این متغیرها به میزان مصرف گاز طبیعی در نظر گرفته شد. نهایتاً از روش رگرسیون گام به گام جهت تعیین فرم نهایی مدل استفاده شد. نتایج حاصله نشان داد که هیچ کدام از متغیرهای اقتصادی که در ابتدای امر مهم و اثر گذار تلقی شده بودند (قیمت گاز طبیعی و تولید ناخالص داخلی) اثر معنی داری بر مصرف گاز طبیعی در استان خراسان ندارند.

از این رو یک متغیر مجازی مثل زمان یا روند به منظور لحاظ کردن تأثیر متغیرهای ناشناخته اثر گذار بر مصرف گاز طبیعی به مجموعه‌ی متغیرهای توضیحی مدل اضافه گردید. از مدل نهایی حاصله که به فرم خطی- لگاریتمی می باشد، جهت پیش‌بینی وضعیت مصرف گاز طبیعی در استان خراسان در طی پنج سال آینده استفاده گردید.

از آنجایی که در مناطق بهرمند از گاز طبیعی عرضه‌ی فراورده‌های نفتی نظیر نفت سفید، نفت گاز و گاز مایع محدود می شود، لذا دسترسی به این فراورده‌ها به سختی و با تحمل هزینه‌های بالا امکان‌پذیر می گردد. از سوی دیگر قیمت برق نیز در مقایسه با انرژی حرارتی تولیدی آن به مراتب بیشتر از قیمت گاز طبیعی است. با توجه به این موارد و سطح نسبتاً پایین قیمت گاز طبیعی، می‌توان نتیجه گرفت که این حامل انرژی از نظر مصرف کنندگان یک کالای تقریباً بدون جانشین محسوب شده و به همین دلیل تغییرات قیمت آن تأثیر چندانی بر میزان مصرف نخواهد داشت.

همچنین طی سال‌های مورد مطالعه، بخش صنعتی دارای کمترین سهم از کل گاز مصرفی در استان خراسان بوده است. با توجه به این که تولید ناخالص داخلی به عنوان یک متغیر اثر گذار بر مصرف گاز طبیعی، بیشتر در بخش صنعتی مورد توجه می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که در حال حاضر این متغیر نمی‌تواند در مدل‌سازی تقاضای گاز طبیعی در استان خراسان به صورت کلی اثر چندانی داشته باشد.

تقدیر و تشکر :

این مقاله از طرح پژوهشی "طرح جامع انرژی استان های خراسان" که زیر نظر استانداری خراسان رضوی و با حمایت مالی شرکت گاز استان خراسان رضوی در دست انجام می‌باشد، استخراج شده است. لذا مراتب تقدیر و تشکر خود را از اعضای کمیسیون انرژی استان و همچنین مدیر عامل و کارشناسان محترم شرکت گاز استان خراسان اعلام می‌نماییم.

مراجع :

- [1] Wang, X. and McDonald, J., "Modern power system planning", McGraw-Hill (1994).
- [2] Chatfield, C., "The analysis of time series: an introduction", Chapman & Hall (2004).
- [3] Stoll, H. G., "Least – cost electric utility planning", Wiley (1989).
- [4] Iranian Economics Literature & Data Bank, <www.atu-economics.com/ieldb>
- [5] Gujarati, D. N., "Basic econometrics", McGraw-Hill (2003).
- [6] Gould, J. P. and Lazear, E., "Microeconomic theory", Richard Irwin, 6th edition (1989).