پژوهشنامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی **«علوم اقتصادی»**
سال هفتم/شماره‌ی بیست و چهارم/ بهار۸۶

تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی و عوامل مؤثر بر آن در صنعت قند و شکر«مورد کارخانه‌ی قند بیستون»

کیومرث سهیلی*
سعید سلیمانی**
تورج تبرک***

چکیده

سهم بالای صنعت قند و شکر از انرژی مصرفی کشور از یک سو و تمایز عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در این زیربخش نسبت به سایر بخش های اقتصاد از سوی دیگر، اهمیت و جایگاه مطالعه‌ی مجزّای مصرف انرژی را در این صنعت نمایان می سازد. در این مقاله پس از تعیین و توضیح مختصر متغیّرهای توضیحی تعیین کننده‌ی مصرف انرژی در کارخانه‌ی قند و شکر بیستون و بررسی آن‌ها از حیث پایایی با طراحی و تصریح الگوهای اقتصادسنجی مناسب، میزان حساسیت مصرف انرژی در کارخانه‌ی مذکور نسبت به هر یک از عوامل مختلف تأثیرگذار بر مصرف انرژی در این بنگاه تولیدی، با بهره گیری از داده های سری زمانی روزانه مربوط به کارخانه قند بیستون برای دوره‌ی ۱۳۸۳/۷/۱ تا ۱۳۸۳/۹/۳۰ برآورد می شود .

نتایج حاصل از اجرای مدل حاکی از آن است که حساسیت تقاضای انرژی در کارخانه‌ی قند و شکر بیستون نسبت به تمامی متغیّرهای توضیحی مدل، پایین است. عدم دسترسی به حامل انرژی جایگزین نزدیک، عدم امکان جایگزینی مازوت با سایر عوامل تولید، کوتاه بودن دوره‌ی مطالعه، پایین بودن سهم هزینه‌ی مصرف انرژی نسبت به کل هزینه‌ی تولید، ناچیز بودن سهم تقاضای آزاد و بالا بودن سهم تقاضای محصور انرژی؛ دلایل اصلی پایین بودن کشش تقاضای انرژی در این کارخانه به شمار می روند.

واژه های کلیدی:
تقاضای محصور، تقاضای آزاد، تقاضای انرژی، کارخانه‌ی قند بیستون
طبقه بندی JEL: C22 , Q41

* نویسنده مسؤول - استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی کرمانشاه
** کارشناسی ارشد علوم اقتصادی
*** کارشناسی ارشد مدیریت، کارخانه‌ی قند بیستون

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بخش قابل توجهی از انرژی مصرفی کشور در صنایع انرژی‌بر، از قبیل صنعت آهن و فولاد ، صنعت پتروشیمی، صنعت سیمان، صنعت نساجی، صنعت کاغذ، صنعت شیشه و صنعت قند و شکر به مصرف می رسد. تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی در زیربخش انرژی‌بر قند و شکر، هم در سطح خرد و هم در سطح کلان از اهمیت ویژه ای برخودار است. برآورد تقاضای انرژی در صنعت انرژی‌بر قند و شکر در سطح کلان، زمینه‌ی عرضه‌ی مطمئن و به موقع انرژی برای این صنعت را فراهم می آورد. در سطح خرد نیز پیش بینی تقاضای انرژی یک کارخانه‌ی قند و شکر شرایط لازم را برای ذخیره‌سازی و انبار سوخت در سطح بهینه‌ی آن که کمترین هزینه‌ی نگهداری سوخت را برای بنگاه تولید کننده‌ی قند وشکر در بردارد، فراهم می آورد. علاوه برآن، تعیین میزان حساسیت مصرف انرژی در آن بنگاه تولیدی، امکان تحلیل حساسیت مصرف انرژی را در آن واحد تولیدی مهیا می سازد. تحلیل‌های تقاضای انرژی در یک کارخانه‌ی قند وشکر، هم‌چنین برآورد میزان صرفه‌جویی در مصرف انرژی و میزان کاهش در هزینه‌های انرژی را در آن کارخانه امکان‌پذیر می‌سازد و قادر است تکنولوژی بهینه‌ی تولید قند وشکر را از دیدگاه مصرف انرژی معرفی کند. با عنایت به مطالب فوق و توجه به این نکته که عوامل تأثیرگذار بر مصرف سوخت کارخانه‌های قند و شکر متمایز از سایر بخش‌های انرژی‌بر و غیر انرژی‌بر است، اهمیت و جایگاه مطالعه را در موضوع مصرف انرژی در کارخانه‌های قند و شکر روشن می سازد. به همین دلیل در این مقاله سعی می‌شود مصرف انرژی و عوامل تعیین کننده‌ی مصرف انرژی در کارخانه‌ی قند و شکر بیستون بر اساس مدل‌های اقتصادسنجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و میزان حساسیت مصرف انرژی در این کارخانه نسبت به عوامل عمده‌ی تعیین کننده‌ی آن با بهره‌گیری از داده‌های سری‌های زمانی روزانه مربوط به کارخانه‌ی قند بیستون برای دوره‌ی ۱۳۸۳/۷/۱ تا ۱۳۸۳/۹/۳۰، برآورد گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

کلیات و پیشینه‌ی تحقیق

یکی از الگوهایی که در مطالعات کاربردی تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد توسط محققین داخلی و خارجی به کرّات مورد استفاده قرار گرفته ، سیستم معادلات تقاضای ترانسلوگ است. در این الگو، مدل‌های تقاضای انرژی از ساختار ضمنی ترجیحات مصرف کننده که به وسیله‌ی تابع مطلوبیت مستقیم بیان می‌شوند، استخراج می‌گردند. تابع مطلوبیت غیر مستقیم دوگان تابع مطلوبیت مستقیم است که به صورت $U = U(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ می‌باشد. در تابع مطلوبیت مستقیم، X_i میزان تقاضای کالا و یا گروه های مصرفی کالایی است. حداکثرسازی به سیستمی از معادلات تقاضا منجر خواهد شد که بدین صورت است :

$$X^*_i = X^*_i (p_1, p_2, ..., p_n, M) \qquad i = 1,2,\ldots,n$$

در رابطه‌ی فوق $p_1, p_2, ..., p_n$ مجموعه قیمت های کالاهـای مـصرفی و M درآمـد است که همگی مقادیری داده شده و معین هستند. با جای‌گذاری مقادیر بهینه X_i^* بـه جای X_i در تابع مطلوبیت مستقیم، تابع مطلوبیت غیرمستقیم V به دست می آید.

$$V = U^*\left[X_i^* \ (p_1,..., p_n, M),...., X_n^*(p_1,..., p_n, M)\right]$$

$$V = U^* (p_1, \ldots, p_n, M)$$

باید توجه کرد که تابع مطلوبیت غیرمستقیم تابعی از قیمت‌ها و درآمدها به عنوان عواملی است که همگن از درجه‌ی صفر هستند؛ زیرا یک تغییر متناسب در تمامی قیمت‌ها و نیز درآمد تأثیری بر سطوح مصرف بهینه X_i^* و در نتیجه بر U^*ندارد.(هندرسن : ۱۳۸۲)

دوگان بودن توابع مطلوبیت غیرمستقیم و مستقیم به رابطه‌ی مهمی منجر می‌شود که به اتحاد روی[1] معروف است.

$$X_i^* = -\frac{\partial V / \partial P_i}{\partial V / \partial M}$$

1-Roy's Identify

Archive of SID

www.SID.ir

جین توماس برنارد[1] ، در مقاله‌ای با عنوان«مدل کلی تقاضای انرژی برای ایالت کبک(Quebec)»، با استفاده از داده‌های دوره‌ی زمانی ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۷ به تحلیل تقاضای انرژی در این ایالت پرداخت. متغیّرهای مهم این مدل شامل قیمت نسبی حامل‌های انرژی از جمله: زغال سنگ، الکتریسیته، نفت و گازطبیعی و متغیّر درآمد ملی حقیقی به عنوان متغیّر فعالیت و متغیّرهای دیگری مانند تعداد منازل مسکونی و شرایط آب و هوایی می‌باشند. در این مقاله، مدل کلی اقتصادسنجی زیر برای تحلیل تقاضای حامل‌های مختلف انرژی در سه بخش مسکونی، تجاری و صنعتی اقتصاد کبک مورد استفاده قرار گرفته است:

$$MS\phi_t = f(MS\phi_{t-1}, PC_t, PEL_t, PNG_t, PO_t)$$
$$PEN_t = \sum_{\phi} MS\phi_t \, x \, P\phi_t$$
$$EN_t = h(EN_{t-1}, PEN_t / PI_t, Y_t, DD_t)$$
$$Q\phi_t = MS\phi_t \, xEN_t$$

در معادلات فوق متغیّرها به صورت زیر تعریف می شوند:

P - قیمت های نسبی زغال سنگ (C)، الکتریسیته (EL)، گاز طبیعی (NG) و نفت (O)؛

$MS\phi_t$: سهم بازار(٪) حامل انرژی ϕ در سال t ؛

PEN_t: قیمت (ژول/$) کل انرژی در سال t ؛

$P\phi_t$: قیمت (ژول/$) حامل انرژی ϕ در سال t ؛

EN_t: مصرف کل انرژی در سال t (ژول)؛

PI_t: شاخص قیمت کل در سال t ؛

Y_t: درآمد حقیقی در سال t ؛

DD_t: درجه ی حرارت روزانه در سال t ؛

$Q\phi_t$: مصرف (ژول) حامل انرژی ϕ در سال t.

معادلات فوق یک مدل را در سطحی کلی از تقاضای کل انرژی نشان می دهد.

1-Jean-Thomas Bernard

Archive of SID

www.SID.ir

نیکلاس دون لپ[1]، در سال ۲۰۰۵ در تحقیقی تحت عنوان «تحلیل تغییرات فصلی در اثرات مقطعی قیمت گاز طبیعی و الکتریسیته» با بهره‌گیری از داده‌های ماهانه از ژوئن ۱۹۹۹ تا می ۲۰۰۵ به تحلیل تقاضای حامل‌های انرژی در هشت ایالت کانادا پرداخت. در این تحقیق به منظور تعیین اثرات مقطعی قیمت بین الکتریسیته و گاز طبیعی، از یک مدل لگاریتمی دو طرفه و روش 2SLS[2] استفاده شده و ارتباط بین قیمت و تقاضا به صورت OLS مورد بررسی قرار گرفته است. مدلی که وی ارائه داد به صورت زیر می باشد :

$$\ln(QE) = C + \beta_1 \ln(PE) + \beta_2 \ln(PG) + X\alpha + \varepsilon$$

که در این مدل β_1 کشش قیمتی خود کالا، β_2 کشش قیمتی متقاطع، $X\alpha$ و ε به ترتیب اثرات مشاهده شده و مشاهده نشده‌ی متغیرهای برونزا روی تقاضای الکتریسیته و گازطبیعی می باشند. این مدل طراحی شده برای تحلیل تغییرات فصلی، جهت پیش بینی آثار قیمت مقطعی الکتریسیته و گازطبیعی نامناسب بود و به همین دلیل وی متغیّرهای دامی[3] را برای شناسایی مشاهدات زمستانی و غیرزمستانی به مدل اضافه و مدل کاملی به صورت زیر ارائه کرد :

$$\ln(QE) = C + \beta_1 \ln(PE) + \beta_2 \ln(PG) W\text{int}er + \beta_3 \ln(PG) NonW\text{int}er + X\alpha + \varepsilon$$

در مدل فوق، β_2 و β_3 متناسب با کشش های متقاطع فصلی می باشند.

غلامرضا کبریایی طبری و دیگران (۱۳۸۲) در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی مصرف انرژی الکتریکی در صنعت قند و شکر کشور»، مصرف انرژی برق را در کارخانه‌های قند ایران بررسی، و پتانسیل‌های صرفه‌جویی در مصرف این حامل انرژی را اندازه گیری کرده اند.

محمدتقی زیاری و دیگران(۱۳۸۲) نیز در مقاله‌ای با عنوان «بررسی مصرف انرژی حرارتی در صنعت قند و شکر کشور»، میزان مصرف انرژی حرارتی را در ۳۴ کارخانه قند کشور برآورد، و پتانسیل‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی آن‌ها را بررسی و راهکارهایی برای کاهش مصرف انرژی پیشنهاد کرده اند.

1-Niclas Dunlap
2- Two Stage Least Squares Regression
3- Dummy Variables

Archive of SID

www.SID.ir

ارائه الگوی تحلیلی تابع مصرف انرژی در کارخانجات قند

یکی از روش‌های مورد استفاده در تحلیل تقاضای انرژی، روش‌های اقتصادسنجی است که به دو صورت تک معادله ای و سیستم معادلات مورد استفاده قرار می‌گیرد. در الگوی مبتنی بر نظریه‌های اقتصادخرد، مبانی نظری رفتار مصرف‌کننده ملاک اصلی الگوسازی است. این الگوها شکل سیستمی توابع تقاضا هستند و به مسأله‌ی تخصیص کل بودجه‌ی مصرف‌کننده به یک مجموعه از کالاهای مختلف مربوط می شوند، که از طریق شرایط حداکثرسازی تابع مطلوبیت خاصی با توجه به قید بودجه‌ی مصرف‌کننده به دست می‌آیند.

با دقت در دیاگرام جریان انرژی در کارخانه‌های قند (ضمیمه‌ی یک)، شکل کلی تابع تقاضای مازوت در این کارخانه‌ها را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Mazot = f\left(\begin{matrix} KHam, & GHaliz, & Tofale1, & Tofale2, & CHoghondar, & Electicity, & sugar \\ + & + & - & + & + & -/+ & + \end{matrix}\right)$$

علامت‌های زیر هر یک از متغیرهای توضیحی، نشان دهنده‌ی چگونگی تأثیر آن متغیّر بر متغیّر وابسته است. با استفاده از فرمول کلی فوق و با هدف تحلیل میزان حساسیت تقاضای انرژی در کارخانه‌های قند، نسبت به متغیّرهای تأثیرگذار بر آن، الگوهای نهایی برای تحلیل و بررسی به دو صورت خطی و لگاریتمی و به فرم زیر ارائه می‌شود:

$$Mazot = \beta_0 + \beta_1 KHam + \beta_2 GHaliz + \beta_3 Tofale\,1 + \beta_4 Tofale\,2 + \beta_5 CHoghondar + \beta_6 Eletricity + \beta_7 sugar$$

$$\log(Mazot) = \alpha_0 + \alpha_1 \log(KHam) + \alpha_2 \log(GHaliz) + \alpha_3 \log(Tofale1) + \alpha_4 \log(Tofale2) + \alpha_5 \log(CHoghondar) + \alpha_6 \log(Electircity) + \alpha_7 \log(sugar)$$

متغیّرهای به کار رفته در مدل فوق به شرح زیر تعریف می‌شوند:

Kham: بریکس شربت خام که واحد غلظت شربت خام می‌باشد.

Ghaliz: بریکس شربت غلیظ که واحد شربت غلیظ شده‌ی خروجی از آخرین بدنه‌ی تبخیر کننده‌ی شربت است.

Tofale1: درصد ماده‌ی خشک تفاله‌ی پرس شده؛

Tofale2: درصد ماده‌ی خشک تفاله‌ی خشک شده؛

Choghonder: مقدار چغندر مصرف شده در شبانه روز؛

Archive of SID

www.SID.ir

Electricity: مقدار برق تولیدی توسط توربین بخار؛
Sugar: مقدار شکر تولید شده در شبانه روز.

نتایج حاصل از برآورد مدل برای کارخانه‌ی قند بیستون

همان گونه که ذکر شد، بریکس شربت خام، بریکس شربت غلیظ، تفاله‌ی پرس شده یا تفاله‌ی۱، تفاله‌ی خشک یا تفاله‌ی۲، مقدار الکتریسیته‌ی تولیدی، مقدار چغندر مصرفی و مقدار شکر تولید شده، متغیّرهای مهم و مؤثر بر مصرف انرژی در کارخانه‌ی قند بیستون هستند. پس از وارد کردن اطلاعات و آمار هر یک از متغیّرها در نرم‌افزار اقتصادسنجیEviews و تخمین همه‌ی متغیّرها معلوم شد که بریکس شربت غلیظ و تفاله‌ی خشک یا تفاله‌ی۲ به دلیل ایجاد همبستگی شدید بین متغیّرها و عدم معنی‌دار بودن آماره‌های t مربوط به ضرائب این متغیّرها، اضافه می‌باشند و در نتیجه از مدل لگاریتمی و هم‌چنین از مدل خطی حذف شدند. برای حذف متغیّرهای اضافی از آزمون متغیّر اضافی،[1] برای آزمون صحیح بودن حذف متغیّرها استفاده شد.

الگوی لگاریتمی

توجه به مقادیر R^2 و آماره‌ی دوربین – واتسن مربوط به مدل لگاریتمی برآورد شده و آزمون‌های شناخت، گویای آن است که مدل لگاریتمی طراحی شده در فوق که در آن لگاریتم مقدار مازوت مصرفی تابعی از لگاریتم بریکس شربت خام، لگاریتم مقدار تفاله‌ی پرس شده یا تفاله‌ی۱، لگاریتم مقدار الکتریسیته تولیدی، لگاریتم مقدار چغندر مصرفی و لگاریتم مقدار شکر تولیدی در روز است، دارای همبستگی سریالی و میانگین متحرک از مرتبه‌ی اول است. در نتیجه مدل به صورت زیر اصلاح و تخمین زده شد:

1- Redundant Variable

Archive of SID

www.SID.ir

$$\text{Log(Mazot)} = 13/614 + 0/052\ \text{Log}(\text{Choghondar}) + 0/1202\ \text{Log}(\text{kham})$$
$$- 0/308\ \text{Log}(\text{Eleetricity}) - 0/098\ \text{Log}(\text{Tofale1}) + 0/056\ \text{Log}(\text{sugar})$$
$$+ [\text{AR}(1) = 0/936, \text{MA}(1) = -0/5578j]$$
$$t - statistic: \quad 8.88 \quad 1.7 \quad -1.36 \quad 1.81 \quad -1.76 \quad 1.37 \quad 29.65 \quad -5.29$$
$$F = 26.6 \qquad D\text{-}W = 2.10 \qquad \overline{R}^2 = .68 \qquad R^2 = .701$$

دقت در مقدارکمّی آماره‌ی دوربین - واتسن در مدل تخمین زده شده‌ی فوق که معادل ۲/۱ است، معلوم می‌کند که مدل در منطقه‌ی عدم وجود خودهمبستگی مثبت یا منفی قرار گرفته است.

ضریب متغیّر چغندر مصرفی با مقدار ۰/۰۵۲حاکی از این است که با یک درصد افزایش در مقدار چغندر مصرفی، مقدار مازوت (نفت سیاه) مورد نیاز برای تولید بخار در فرایند استحصال شکر از چغندر قند، به اندازه‌ی ۰/۰۵۲درصد افزایش پیدا می کند. مقدار آماره‌ی آزمون این ضریب در سطح اطمینان ده درصد معنادار است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مصرف مازوت نسبت به مقدار چغندر مصرفی کم کشش بوده و از حساسیت کمی برخوردار است که علت آن نیز اثر غیرمستقیمی است که مصرف مازوت بر روی مقدار مصرف چغندر می گذارد.

ضریب برآورد شده‌ی متغیّر بریکس شربت خام[1] که درصد وزنی ماده‌ی خشک را در صد گرم نمونه شربت خام تولیدی اندازه‌گیری می‌کند، نشان می‌دهد که با فرض ثابت بودن سایر شرایط، یعنی با فرض ثابت بودن سایر متغیّرها و عدم تغییر آن‌ها، کشش مصرف مازوت به بریکس شربت خام کم می باشد و معادل ۰/۱۲ است. آماره‌ی آزمون t گویای معنادار بودن این ضریب در سطح اطمینان ده درصد است. شایان ذکر است که در کارخانه‌های قند و شکر برای آن‌که پروتوپلاسم، مواد محلول خود را پس دهد، چغندر خلال شده و آب اضافه شده به آن، در دستگاه شربت‌گیر یا دیفوزیون به وسیله‌ی بخاری که با بویلرهای کارخانه تولید می‌شود، حدود شصت تا هفتاد درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت داده می‌شود تا قند موجود در چغندر که همان شربت خام است، از آن خارج شود. سوخت مورد نیاز این بویلرها مازوت است. بنابراین تولید بیشتر شربت خام مستلزم افزایش مصرف انرژی است.

1-Raw juice Brix

Archive of SID

www.SID.ir

مقدار ضریب متغیّر تفاله‌ی پرس شده[1] یا تفاله‌ی۱ معادل ۰/۰۹۸- است و در سطح اطمینان بیست درصد معنادار است. این ضریب گویای آن است که مقدار مازوت مصرفی نسبت به مقدار تفاله‌ی پرس شده کم کشش است. علت منفی بودن ضریب تفاله‌ی پرس شده آن است که هر اندازه ماده‌ی خشک تفاله‌ی تر خروجی از دستگاه شربت‌گیر تحت عملیات پرس کردن افزایش یابد و درصد ماده‌ی خشک تفاله‌ی پرس شده بالا رود، مازوت (نفت سیاه) کمتری برای خشک کردن آن نیاز است.

مقدار ضریب متغیر برق تولیدی در روز، ۰/۳۰۸- است که در سطح اطمینان ده درصد معنادار می‌باشد. یعنی با فرض ثابت بودن سایر متغیّرها، با افزایش یک درصد در مقدار برق تولیدی، به طور متوسط مازوت مصرفی به میزان ۰/۳۰۸ درصد کاهش پیدا می‌کند که این امر نشان دهنده‌ی یک رابطه ی معکوس بین مقدار برق تولیدی و مقدار مازوت مصرفی است. دلیل رابطه‌ی معکوس این است که گرچه در نیروگاه‌های حرارتی کارخانجات قند، مقداری مازوت برای تولید الکتریسیته به مصرف می‌رسد، بخار خروجی از بویلرها، پس از ورود به توربین بخار و چرخاندن محور توربین و ژنراتور و تولید برق، در حالی که هنوز قابلیت انجام کار دارد با فشار کم در فرآیندهای گرم کردن، تبخیر شربت و پخت شکر به کار گرفته می‌شود. در نتیجه مصرف مازوت برای گرم کردن، تبخیر شربت و پخت شکر کاهش می‌یابد. از طرف دیگر برق تولیدی نیروگاه در فرآیند تولید قند و شکر جایگزین مصرف مازوت می‌شود و مصرف آن را کاهش می‌دهد.

مقدار عددی ضریب متغیّر مستقل مقدار شکر تولیدی که در سطح بیست درصد معنادار است، ۰/۰۵۶ می‌باشد و بیان کننده‌ی این موضوع است که با افزایش یک درصد در مقدار شکر تولیدی، مقدار مازوت مصرفی به میزان ۰/۰۵۶ درصد افزایش می‌یابد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود رابطه‌ی مستقیمی بین مقدار شکر تولیدی و مقدار مازوت مصرفی وجود دارد؛ زیرا در طول فرایند استحصال شکر از چغندرقند، به بخار نیاز می‌باشد و سوخت بویلرها تولید کننده‌ی بخار، نفت سیاه (مازوت) است .

ضرایب خودهمبستگی مرتبه‌ی اول $AR(1)$ و میانگین متحرّک مرتبه‌ی اول $MA(1)$ معنادار می‌باشند که نشان دهنده‌ی این موضوع است که مدل تخمین زده شده، هم دارای خودهمبستگی مرتبه‌ی اول و هم دارای میانگین متحرّک مرتبه‌ی اول است. با

1-Pulp Pressed

Archive of SID

www.SID.ir

ورود $AR(1)$ و $MA(1)$ که به ترتیب وقفه‌ی متغیّر وابسته از درجه‌ی یک و وقفه‌ی باقیمانده از درجه‌ی یک را نشان می دهند، خودهمبستگی مدل از بین رفته و مقدار آماره‌ی دوربین – واتسن نیز معادل ۲/۱۰۳ شده که در سطح اطمینان پنج درصد در منطقه‌ی عدم خودهمبستگی قرار گرفته است. قدرت توضیح دهندگی مدل که با ضریب تعیین (R^2) مشخص می‌شود، نشان می‌دهد که حدود ۷۰/۱ درصد از تغییرات متغیّر وابسته (مقدار مازوت مصرفی) با متغیّرهای مستقل موجود در مدل توضیح داده شده است و ۲۹/۹ درصد باقی‌مانده را عواملی که وارد مدل نشده‌اند، مثل قیمت مازوت و غیره توضیح می‌دهند. مقدار آماره‌ی F برابر با ۲۶/۶ است که معنادار بودن کل رگرسیون را می‌رساند. مقدار این آماره هم در سطح اطمینان پنج درصد معنادار است.

میزان تأثیرگذاری متغیّرهای توضیحی موجود در مدل تقاضای مازوت بر تقاضای این حامل، با استفاده از کشش متغیّرهای فوق قابل اندازه‌گیری است. باتوجه به قوانین مارشال (Marshal)، سهم انرژی در هزینه‌ی تولید محصول، قدر مطلق کشش تقاضا برای محصولات تولیدی صنعت مصرف‌کننده‌ی انرژی، کشش جانشینی میان نهاده‌ی انرژی و سایر نهاده‌های تولیدی و کشش عرضه‌ی سایر عوامل تولید به کارگیری شده در تولید محصول صنعت مصرف‌کننده‌ی انرژی، عوامل عمده‌ی مؤثر بر کشش مستقیم تقاضای انرژی در یک بخش تولیدی، به شمار می‌روند. موارد فوق، با فرض ثابت بودن بازدهی نسبت به مقیاس و برای مواردی که تنها دو عامل تولید وجود داشته باشد، مطرح است. قدرمطلق کشش تقاضای انرژی به عنوان عامل تولید، با چهار پارامتر عنوان شده در فوق، ارتباط مستقیم دارد.

انعطاف‌پذیری تقاضای یک حامل انرژی در صنعت قند و شکر در برابر تغییرات متغیّرهای توضیحی، به امکان جانشینی آن با سایر نهاده‌ها، بستگی دارد. به طوری که اگر یک حامل انرژی فاقد جانشین باشد یا جایگزینی آن‌ها از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد، انتظار می‌رود که تقاضای آن در برابر تغییرات متغیّرهای توضیحی، از حساسیت زیادی برخوردار نباشد. یکی از دلایل پایین بودن کشش تقاضا برای مازوت در مدل برآورد شده‌ی فوق، ناشی از عدم وجود کالاهای جانشین نزدیک است.

عامل دیگری که در پایین بودن کشش تقاضای مازوت در صنعت قند و شکر نقش مؤثری ایفا می‌کند، سهم هزینه‌ی مازوت از کل مخارج بنگاه است. از آن‌جایی که

Archive of SID

www.SID.ir

هزینه‌ی مربوط به این حامل انرژی، درصد پایینی از کل هزینه‌های کارخانه قند بیستون را به خود اختصاص می‌دهد، مشاهده می‌شود که کشش تقاضای این حامل، نسبت به متغیّرهای توضیحی، بالا نیست.

تغییرات متغیّرهای توضیحی موجود در مدل، با وقفه‌ی زمانی بر تقاضای آن‌ها تأثیر می‌گذارد. اگر یکی از متغیّرهای توضیحی موجود در مدل در زمان خاصی تغییر یابد، قسمتی از تقاضای مازوت در همان زمان به تغییرات آن حساسیت نشان می‌دهد؛ ولی تا تکمیل شدن اثر این تغییر بر کل تقاضای حامل، مدت زیادی وقت نیاز است. مثلاً برای این که دستگاه‌های کاراتر به کار گرفته شوند و یا این که کار و سرمایه‌ی جایگزین انرژی گردد و یا روش‌های تولید طوری تغییر یابند که بتوانند تولید را به صورت بهینه انجام دهند، وقت زیادی نیاز است . بنابراین، فاکتور زمان به عنوان یک عامل مؤثر بر کشش تقاضا مطرح است. در تشریح این مطلب، شرمن کلارک[1] برای اولین بار در سال ۱۹۶۳، تقاضای انرژی را به تقاضای محصور[2] و تقاضای آزاد[3] تفکیک کرد. سپس محققین دیگری، از جمله فیشر، کای سن، هوتاکر و تیلور، این تفکیک را در تحقیقاتشان به کار گرفتند. آن قسمت از تقاضای انرژی که به وسایل مصرف‌کننده‌ی انرژی خریداری شده از قبل، اختصاص دارد، تقاضای محصور انرژی نامیده می شود. این قسمت از تقاضای انرژی، چندان تحت تأثیر نوسانات اقتصادی قرار ندارد. تقاضای آزاد انرژی به آن قسمتی از تقاضا اطلاق می‌شود که نیازهای فعلی به خدمات انرژی، آن را ایجاد می‌کند و به علت وجود تجهیزات و وسایلی که در گذشته به کار گرفته شده اند، تقاضا نمی‌شود. این قسمت از تقاضای انرژی نسبت به تغییرات متغیّرهای اقتصادی مربوطه، حساسیت بیشتری از خود نشان می دهد. سهم تقاضای محصور، در آن دسته از دستگاه‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی که خرید آن‌ها نیازمند به سرمایه‌گذاری زیادی است، بیشتر است. به هر جهت در تحلیل تقاضای انرژی، باید توجه داشت که در صورتی که سهم تقاضای آزاد از کل تقاضای انرژی، مقدار قابل توجهی باشد، اثر تغییر متغیّرهای توضیحی مؤثر بر حامل، در کوتاه‌مدت قابل توجه خواهد بود. از آن‌جایی که در کارخانه‌ی قند بیستون بخش اعظم تقاضا برای مازوت، از نوع تقاضای محصور است،

1-Sherman Clark
2- Captive demand
3- Free demand

Archive of SID

www.SID.ir

بنابر این کشش تقاضای این حامل نسبت به متغیّرهای مدل، پایین است.

یکی از عوامل فنی مؤثر بر کشش تقاضا در هر بخش، درجه‌ی بومی بودن تکنولوژی در صنایع تولیدکننده‌ی دستگاه‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی در آن بخش است. هر اندازه درجه‌ی بومی بودن فن‌آوری تولید در صنایع تولیدکننده‌ی دستگاه‌های مصرف‌کننده‌ی انرژی در یک بخش بالاتر باشد، امکان واکنش مصرف‌کننده به تغییرات متغیّرهای مؤثر بر تقاضا بیشتر است. از آن‌جایی که تکنولوژی مورد استفاده در صنعت قند و شکر تقریباً غیربومی است، کشش تقاضای انرژی آن نسبت به متغیّرهای مؤثر، پایین است.

خصوصیات ویژه ی سری های زمانی

کمپل و پرون[1] (1991) راه حل‌های تجربی برای بررسی اینکه آیا سری‌های زمانی ریشه‌های واحد دارند، ارائه ۷دند. در آغاز به دلایل علمی و نظری، سه فرم آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته(ADF)[2] که هر شکل می‌تواند در ترکیبات معین فرضی در سری‌ها تغییر کند، تخمین زده شده است:

$$\Delta Z_i=\alpha_1 \ Z_{t-1}+\sum_{i=1}^{p}\gamma_i \ \Delta Z_t+\varepsilon_t \qquad (۱)$$

$$\Delta Z_i=\alpha_0+\alpha_1 \ Z_{t-1}+\sum_{i=1}^{p}\gamma_i \ \Delta Z_t+\varepsilon_t \qquad (۲)$$

$$\Delta Z_i=\alpha_0+\alpha_1 \ Z_{t-1}+\alpha_2 \ t+\sum_{i=1}^{p}\gamma_i \ \Delta Z_t+\varepsilon_t \qquad (۳)$$

در مدل‌های فوق، ε_i جمله‌ی خطای تصادفی است و $t=1,2,...,T$ (تعداد مشاهدات در نمونه) اصطلاحی برای روند است. در معادله‌ی (۱) متغیّر روند و مقدار ثابت وجود ندارد. معادله‌ی (۲) شامل عرض از مبدأ اما بدون متغیّر روند است. معادله‌ی (۳) هم شامل متغیّر روند و هم جمله‌ی عرض از مبدأ است.P تعداد وقفه‌های تفاضلی برای تضمین عدم‌همبستگی سریالی خطا های تخمین می‌باشد.

1-Campbell and Perron
2-Augmented Dickey – Fuller

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از آزمون ریشه‌ی واحد دیکی - فولر با استفاده از مشاهدات روزانه مربوط به سه ماه فعالیت کارخانه‌ی قند بیستون (۱۳۸۳/۷/۱ تا ۱۳۸۳/۹/۳۰)، در جدول شماره‌ی یک ارائه شده است. سه ردیف اول این جدول، منعکس کننده‌ی نتایج آزمون فرضیه‌ی صفر ($\rho = 1$) برای بررسی وجود ریشه‌ی واحد در یک سری زمانی است. اعداد مندرج در این سه ردیف بیان می‌کند که سری زمانی غیر ایستا و احتمالاً انباشته از مرتبه‌ی یک $I(1)$ یا بالاتر از صفر$I(0)$ می‌باشد. سه ردیف دوم، فرضیه‌ی صفر را برای تفاضل‌های مرتبه‌ی اول یک سری که ریشه‌ی واحد دارد، آزمایش می کند.

جدول شماره‌ی یک - آزمون آماره‌ی دیکی - فولر برای ریشه‌ی واحد متغیّرها (ADF)

مرتبه انباشتگی	متغیرها				
	Kham	Tofale1	Choghondar	Electricity	Sugar
I(1)-1	-۰/۲۴۰۱	-۰/۰۷۸	-۰/۸۹۳	-۰/۳۴۲	-۰/۳۶۷
I(1)-2	- ۳/۹۹۵**	-۴/۷۱۴**	-۳/۵۱۸**	-۲/۴۷۸**	-۵/۳۳۵**
I(1)-3	-۳/۹۷۳**	-۴/۸۸۸**	-۳/۵۰۳**	-۳/۶۰۲**	-۵/۲۵۳**
I(2)-1	-۹/۲۸۵**	-۱۰/۲۴۳**	-۸/۴۶۴**	-۸/۹۵۳**	-۸/۰۲۹**
I(2)-2	-۹/۲۳۲**	-۱۰/۱۹۸**	-۸/۴۱۴**	-۸/۹۴۹**	-۸/۰۱۶**
I(2)-3	-۹/۱۷۸**	-۱۰/۱۳۴**	-۸/۳۵۵**	-۸/۹۱۷**	-۸/۰۳۱**

سه ردیف اول I(1)-i آماره‌ی t دیکی - فولر را که متناظر آزمون‌های ریشه‌ی واحد در سطح سری‌ها است، ارائه می‌کنند. سه ردیف آخر I(2)-i، نتایج آماره‌ی t دیکی - فولر را برای آزمایش وجود ریشه‌ی واحد در تفاضل مرتبه‌ی اول متغیّرها نشان می‌دهد. ردّ فرضیه‌ی صفر بیان می‌کند که تفاضل اول سری‌ها یک فرآیند ایستا است. شناسه‌ی i مربوط به معادلات (۱) تا (۳) در متن است که رگرسیون‌های ADF به ترتیب بدون مقدار ثابت، با مقدار ثابت و مقدار ثابت همراه با متغیّر روند هستند. مقادیر بحرانی برای آزمون t در سطح پنج درصد به ترتیب ۱/۹۵، ۲/۹۵ و ۳/۵۴ و در سطح یک درصد به ترتیب ۲/۶۲، ۳/۶۲ و ۴/۲۳ است. فرضیه‌های صفر در سطوح بحرانی پنج درصد و یک درصد که به ترتیب با * و ** مشخص گردیده‌اند، رد شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌طور که از جدول شماره‌ی یک پیداست، فرضیه‌ی صفر ریشه‌ی واحد در همه سری‌ها در سطح متغیّرها، رد نمی شود. به طور کلی، همان طور که در جدول ملاحظه می شود، همه‌ی متغیّرها برای رگرسیونی که شامل عرض از مبدأ است، ایستا I(0) می باشند.

آزمون هم انباشتگی[1]

در حالت کلی اگر دو سری زمانی، جمعی از مرتبه های مختلف باشند، ترکیب خطی آن‌ها، جمعی از مرتبه‌ی بالاتر از مرتبه‌ی کلی آن‌هاست. یعنی اگر یکی I(1) و دیگری I(2) باشد، ترکیب خطی آن‌ها I(2) است. به همین ترتیب، ترکیب خطی دو فراگرد I(1) معمولاً I(1) است. با این حال ممکن است ترکیب خطی خاصی وجود داشته باشد که اگر دو سری را ترکیب کنیم، ترکیب I(0) شود. در این صورت، این دو سری را هم انباشته[2] گویند.

مفهوم اقتصادی هم انباشتگی این است که وقتی دو یا چند سری بر اساس مبانی نظری با یک‌دیگر ارتباط داده می‌شوند تا یک رابطه‌ی تعادلی بلندمدت را شکل دهند؛ هرچند ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روند تصادفی باشند (نامانا باشند)، یک‌دیگر را به خوبی در طول زمان دنبال می‌کنند، به گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها باثبات (مانا) است.

در این مطالعه آزمون دیکی- فولر برای بررسی هم انباشتگی کل مدل انجام شده و خروجی کامپیوتری آن در ضمیمه‌ی شماره‌ی دو آمده است. در این آزمون نیز فرضیه‌ی صفر مبنی بر عدم هم‌انباشتگی رد می‌شود؛ چون مقدار محاسبه شده بزرگ‌تر از مقادیر بحرانی است.

1- Co integration testing
2- Co integrate

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه و تحلیل مدل خطی

با تخمین مدل خطی که در آن مقدار مازوت (نفت سیاه) مصرفی تابعی از بریکس شربت خام ، تفاله‌ی۱ (تفاله‌ی پرس شده) ، مقدار چغندر مصرفی، مقدار شکر تولیدی و مقدار الکتریسیته تولیدی است، مشخص می‌شود که مقدار ضریب تعیین R^2 پایین است. علاوه بر آن آماره‌ی دوربین– واتسن (D-W) آن نیز پایین است که این امر خود حاکی از وجود مشکل خودهمبستگی در مدل است. بررسی مقدار آماره‌ی دوربین – واتسن و آزمون‌های شناخت وجود خودهمبستگی ، حاکی از آن است که مدل دارای خودهمبستگی و میانگین متحرّک مرتبه‌ی اول است. در نتیجه متغیّرهای $AR(1)$ و $MA(1)$ به عنوان متغیّرهای توضیحی به سمت راست مدل اضافه شدند و مدل برآورد شد که ضرائب آن به شکل زیر است:

$$\text{Mazot} = 215009.9 + 903.97\,Kham - 7692.9\,Tofale1 + 12.48\,Choghondar$$
$$-13.76\,Electricity + .052\,Sugar + .922\,AR(1) - .413\,MA(1)$$
$$\text{t-statistic}: \quad 6.217 \quad 1.299 \quad -1.280 \quad 2.95 \quad -2.20 \quad 1.485 \quad 28.51 \quad -3.68$$
$$R^2 = .767 \qquad \bar{R}^2 = .747 \qquad D-W = 2.06 \qquad F = 38.189$$

از آن‌جا که در مورد عرض از مبدأ نمی‌توان تفسیر اقتصادی در نظر گرفت، در مدل فوق نیز تفسیر این ضریب صورت نمی‌گیرد. ضریب متغیّر بریکس شربت خام، در سطح بیست درصد معنادار می‌باشد و برابر ۹۰۳/۹۷ است. این عدد بیان می‌کند که اگر بریکس شربت خام، یک واحد تغییر کند، مصرف مازوت (نفت سیاه) ۹۰۳/۹۷ واحد در همان جهت تغییر می‌کند؛ البته در صورتی که سایر متغیّرهای مستقل ثابت باشند.

مقدار ضریب متغیّر تفاله‌ی پرس شده ۷۶۹۲/۹- است که در سطح اطمینان بیست درصد معنادار است. این عدد نشان می‌دهد که با فرض ثابت بودن سایر متغیرهای مستقل، افزایش یک واحدی در درصد ماده‌ی خشک تفاله‌ی پرس شده، مصرف مازوت را ۷۶۹۲/۹ واحد در جهت معکوس تغییر می‌دهد. دلیل این ارتباط بین مصرف مازوت و درصد تفاله‌ی پرس شده در بخش تجزیه وتحلیل مدل لگاریتمی بیان شده است.

ضریب متغیّر مستقل مقدار چغندر مصرفی ۱۲ /۴۸ است که در سطح اطمینان یک درصد معنادار است. مقدار این ضریب نشان می‌دهد که اگر چغندر مصرفی، یک واحد

Archive of SID

www.SID.ir

تغییر کند، مقدار مازوت مصرفی ۱۲/۴۸ واحد در همان جهت تغییر می‌کند که این امر نشان دهنده‌ی رابطه‌ی مستقیم بین چغندر مصرفی و مقدار مازوت مصرفی است.

ضریب متغیّر مستقل تولید الکتریسته ۱۳/۷۶ – است که در سطح پنج درصد معنادار می‌باشد. مقدار این ضریب بیان می‌کند که با افزایش مقدار الکتریسته تولیدی به میزان یک واحد، با فرض ثابت بودن سایر متغیّرها، مقدار مازوت مصرفی ۷۶/ ۱۳ واحد کاهش می یابد. دلیل این رابطه نیز در بخش تجزیه وتحلیل لگاریتمی بیان شده است.

ضریب متغیّر مستقل مقدار شکر تولیدی ۰/۰۵۲ است که در سطح اطمینان بیست درصد معنادار است. این عدد بیان کننده‌ی آن است که اگر مقدار شکر تولیدی، یک واحد افزایش یابد، مقدار مازوت مصرفی ۰/۰۵۲ واحد افزایش می‌یابد که رابطه‌ی مستقیم بین این دو متغیّر را نشان می‌دهد.

ضرایب خودهمبستگی و میانگین متحرّک مرتبه‌ی اول، سطوح معناداری قابل قبولی را ارائه می‌کنند و با توجه به آن‌که مقدار آماره‌ی دوربین- واتسن معادل ۲/۰۶ است، می‌توان دید که فرضیه‌ی H_0 مبنی بر عدم خودهمبستگی رد نمی‌شود و خودهمبستگی مدل در سطح اطمینان ۹۵درصد رفع شده است. مقدار آماره‌ی F نیز برابر با ۳۸/۱۸۹ است که حاکی از معنادار بودن کل رگرسیون در سطح اطمینان ۹۵درصد است.

قدرت توضیح دهندگی مدل که آن را ضریب تعیین (R^2) می‌نامند، نشان می‌دهد که ۷۶/۷ درصد از تغییرات متغیّر وابسته (مقدار مازوت مصرفی) توسط متغیّرهای مستقل، توضیح داده می‌شود و بقیه یعنی ۲۲/۳ درصد باقیمانده، با متغیّرهای توضیحی دیگری که در مدل وارد نشده‌اند، توضیح داده می‌شود.

جمع بندی و نتیجه گیری

بریکس شربت خام، بریکس شربت غلیظ، تفاله‌ی۱، تفاله‌ی۲، میزان چغندر مصرفی و میزان تولید برق، عمده‌ترین متغیّرهای مؤثر بر میزان مصرف مازوت در کارخانه‌ی قند بیستون هستند. شایان ذکر است که قیمت مازوت از نظر تئوری‌های اقتصادی یک متغیّر تأثیرگذار بر مصرف آن محسوب می‌شود. اما از آن‌جایی که در این مقاله در اجرای مدل از داده های روزانه استفاده شده و در نتیجه دوره‌ی مطالعه، آن قدر کوتاه

Archive of SID

www.SID.ir

است که در آن امکان بهره‌گیری از تکنولوژی پیشرفته‌تر برای تولید قند و شکر از حیث مصرف انرژی در کارخانه‌ی قند و شکر بیستون وجود ندارد، بخش اعظم انرژی مصرفی در این بنگاه از نوع تقاضای محصور، و قسمت ناچیزی از آن از نوع تقاضای آزاد است. ناچیز بودن سهم تقاضای آزاد مازوت از کل مصرف مازوت کارخانه‌ی قند و شکر بیستون، امکان واکنش تقاضا برای این حامل انرژی را در نتیجه‌ی تغییر در قیمت آن، بسیار محدود ساخته و هم‌چنین قیمت مازوت تأثیر معنی‌داری بر تقاضای مازوت ندارد و به همین دلیل از مدل طراحی شده حذف شده است .

نتایج حاصل از اجرای مدل تقاضای مازوت در کارخانه‌ی قند و شکر بیستون، گویای آن است که از بین عوامل تعیین کننده‌ی تقاضای مازوت، بیشترین تأثیر مربوط به تولید الکتریسیته و کمترین تأثیر نیز مربوط به مقدار چغندرقند مصرفی است. کشش تقاضای مازوت در کارخانه‌ی قندوشکر بیستون، نسبت به متغیّرهای بریکس شربت خام، تفاله‌ی پرس شده، مقدار الکتریسیته‌ی تولیدی، مقدار چغندر مصرفی و مقدار شکر تولیدی به ترتیب معادل ۰/۱۲ ، ۰/۹۰۸-، ۰/۳۱-، ۰/۵۲ و ۰/۰۵۶ است. توجه به ارقام مربوط به کشش تقاضای مازوت، حاکی از آن است که تقاضای این حامل انرژی نسبت به کلیه‌ی متغیّرهای مدل، کم کشش است. فقدان عوامل تولید جانشین برای مازوت، از قبیل گاز طبیعی ، نفت گاز و الکتریسیته در تولید قند و شکر در کارخانه‌ی قند بیستون، کوتاه بودن زمان عکس العمل بنگاه برای تغییر و بهبود تکنولوژی تولید قند و شکر از نقطه نظر مصرف انرژی، پایین بودن قیمت مازوت نسبت سایر سوخت‌ها و پایین بودن سهم هزینه‌ی مازوت به عنوان سوخت از کل هزینه‌های تولید بنگاه، دلایل اصلی پایین بودن کشش تقاضای مازوت در کارخانه قند و شکر بیستون نسبت به متغیّرهای توضیحی هستند.

از آن جایی که ساختار پالایشگاه‌های موجود کشور در فرآوری نفت‌خام و همین طور نوع نفت‌خام تولیدی کشور، به گونه‌ای است که بخش قابل ملاحظه‌ای از فرآورده‌های نفتی تولیدی پالایشگاه‌های کشور از نوع فرآورده‌های سنگین، از قبیل مازوت و قیر است و از سوی دیگر صادرات این فرآورده‌ها به دلیل قیمت ناچیز و هزینه‌ی بالای حمل و نقل چندان اقتصادی نیست، بنابراین نوع سوخت کارخانه‌ی قند و شکر بیستون از حیث پایین بودن هزینه و دسترسی آسان به آن، سوخت مناسبی است. البته از حیث

Archive of SID

www.SID.ir

آن‌که آلایندگی این سوخت بالا است و از سوی دیگر بسترهای فنی مناسب برای جایگزینی این سوخت با گازطبیعی وجود دارد و کشور ایران از حیث منابع گازطبیعی بسیار غنی است، تأمین گازطبیعی کافی در تمام فصول سال برای جایگزینی آن به جای مازوت برای این کارخانه و سایر کارخانه های قند کشور، منطقی به نظر می رسد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱- زیاری، محمد تقی و دیگران(۱۳۸۴) **بررسی مصرف انرژی حرارتی در صنعت قند کشور**، مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی انرژی، تهران.

۲- سهیلی، کیومرث(۱۳۸۱) **روابط پویای بین متغیرهای کلان مؤثر بر تقاضای انرژی در ایران (کاربردی از مدل تصحیح خطای برداری)** ، فصلنامه‌ی پژوهشی دانشگاه امام صادق (ع)، شماره‌ی ۱۵، ص۱۱۱-۱۳۹، تهران.

۳- سهیلی، کیومرث(۱۳۸۴) **فرآیند بهینه‌ی توسعه‌ی ظرفیت تولید آهن و فولاد در ایران از نقطه نظر مصرف انرژی**، مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۸۴، اصفهان.

۴-شیرین‌بخش، شمس‌ا...(۱۳۸۴) **کاربرد Eviews در اقتصادسنجی**، چاپ اول، تهران : انتشارات پژوهشکده‌ی امور اقتصادی.

۵- صادقی، مهدی(۱۳۷۷)**پایداری تقاضا برای انرژی در ایران** ،دانشکده‌ی اقتصاد، دانشگاه تهران،پایان‌نامه‌ی دکتری.

۶- عسکری، علی(۱۳۷۹)**بررسی تقاضای برق در بخش‌های مختلف مصرفی و نگرشی بر سیاست قیمت‌گذاری**، دانشکده‌ی اقتصاد، دانشگاه تهران، پایان‌نامه‌ی دکتری.

۷- فلاحی، علی(۱۳۷۹) **برنامه‌ی بلندمدت تقاضای انرژی** ، دفتر برنامه‌ریزی انرژی، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو.

۸- کبریایی طبری، غلامرضا و دیگران(۱۳۸۴) **بررسی مصرف انرژی الکتریکی در صنعت قند کشور**، مجموعه مقالات چهارمین همایش ملی انرژی، تهران.

۹- گجراتی، دامودار(۱۳۸۳) **مبانی اقتصادسنجی**، جلد دوم، ترجمه‌ی حمید ابریشمی، تهران :انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰- لطفعلی پور، محمد رضا و باقری احمد(۱۳۸۲) **تخمین تابع تقاضای گازطبیعی مصارف خانگی شهر تهران**، فصلنامه‌ی پژوهش های اقتصادی ایران، شماره ۱۶.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- هندرسن، جیمز میچل ریچارد ا. کوانت(۱۳۸۲) **تئوری اقتصاد خرد (تقرب ریاضی)** ، ترجمه‌ی مرتضی قره‌باغیان و جمشید پژویان، تهران :انتشارات خدمات فرهنگی رسا.

12-Charles B. L. Jumbe(2004)***Co integration and causality Between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi*** Energy Economics, Vol. 26, pp: 61- 68.

13- Dunlap. Nichols(2005)***Seasonal Variation in the Cross – Price Effects of Natural Gas and Electricity***, the Washington University Economics Department.

14-Enders، Walter(1995)***Applied Econometric Time Series***, John Wiley & Sons Inc, USA.

15-Goldenberg and Suani Teixeira. Coelho(2004)***Renewable Energy–Traditional Biomass Vs. Modern Biomass***, Energy Policy, Vol. 32, pp: 711- 714.

16-Holtedahl. Pernille and Frederick L. Joutz(2005)***Residential electricity demand in Taiwan***, Energy Economics, Vol. 26, pp: 201-224.

17-Kerry, Patterson(2000)***An Introduction to Applied Econometrics: A Time Series Approach***, Macmillan Press, London.

18-Jay. Zarnikau(1999)Defining ***Total Energy Use in Economic Studies: Does The Aggregation Approach Matter?,*** Energy Economics, Vol. 21, pp: 485- 492.

19-Pesaran, M.Hashem**,** Ron P. Smith**,** Takamasa Akiyama(1998)***Energy Demand in Asian Developing Economies***, Oxford University Press.

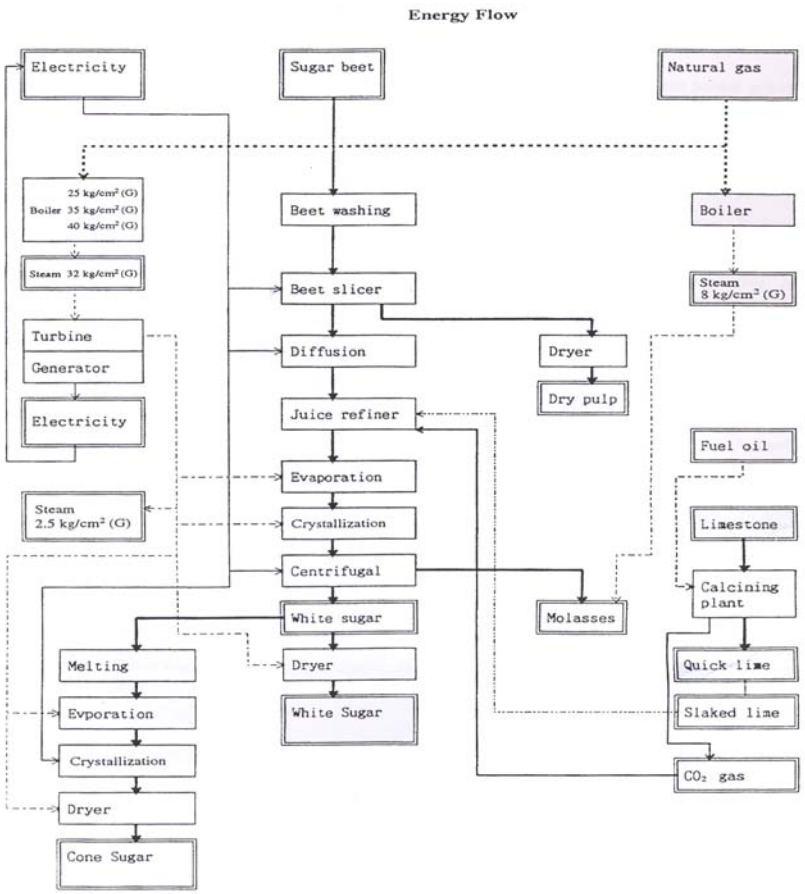
20-Steenhof, Paul A(2006)***Decomposition of electricity demand in China's industrial sector***, Energy Economics, Vol.28, pp: 370-384.

21-Thomas Bernard. Jean(1999)***An Integrated Total Energy Demand Model for the Province of Quebec***, University Laval, Sainte-Foy, Quebec, Canada.

Archive of SID

www.SID.ir

ضمیمه شماره‌ی یک - دیاگرام جریان انرژی در کارخانه‌ی قند بیستون



Archive

www.SID.ir

ضمیمه شماره‌ی دو - آزمون هم انباشتگی برای کل مدل
(کلیه‌ی سری های زمانی موجود در مدل)

Augmented Dickey-Fuller unit Root on U

ADF Test Statistic	**-3.969953**	**1% Critical Value***	**-3.5073**
		5% Critical Value	**-2.8951**
		10% Critical Value	**-2.5844**

***MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit Root.**

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(U)

Method: Least Squares

Date: 09/28/06 Time: 12:21

Sample(adjusted): 7/05/1383 9/28/1383

Included observations: 86 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
U(-1)	-0.444313	0.111919	-3.969953	0.0002
D(U(-1))	-0.249858	0.104762	-2.385006	0.0194
C	0.002642	0.009759	0.270701	0.7873

R-squared	0.342635	Mean dependent var	0.001215
Adjusted R-squared	0.326795	S.D. dependent var	0.110273
S.E. of regression	0.090478	Akaike info criterion	-1.933164
Sum squared resid	0.679457	Schwarz criterion	-1.847547
Log likelihood	86.12603	F-statistic	21.63084
Durbin-Watson stat	2.079580	Prob(F-statistic)	0.000000

Archive of SID

www.SID.ir