Archive of SID

فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هفتم / شماره‌ی ۲۴/ بهار ۱۳۸۹/ صفحات ۱۱۹ - ۹۱

به‌کارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری در اولویت بندی مصرف و تخصیص بهینه گازطبیعی با رویکردفازی

علی محقر
دانشیار دانشکده‌ی مدیریت دانشگاه تهران amohaghar@ut.ac.ir

محمدرضا مهرگان
دانشیار دانشکده‌ی مدیریت دانشگاه تهران mehregan@ut.ac.ir

غلامرضا ابوالحسنی
کارشناس ارشد مدیریت صنعتی دانشکده‌ی مدیریت دانشگاه تهران rezataliya@gmail.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۸

چکیده

اولین‌گام در راستای اصلاح الگوی مصرف گازطبیعی، اولویت‌بندی مصرف و تخصیص بهینه‌ی منابع محدود گازطبیعی به بخش‌های مختلف مصرف است. از این‌رو در مقاله‌ی حاضر تلاش شده است ابتدا در حوزه‌ی علمی پژوهش عملیاتی بخش‌های مختلف مصرف و شاخص‌های مطرح برای اولویت‌بندی بخش‌های مذکور طی یک‌سری مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های منظم با خبرگان صنعت نفت و گاز شناسایی و سپس با رویکرد فازی، به مدد دو گروه پرسش‌نامه‌ی کیفی به روش میانگین‌گیری اهمیت شاخص‌های مطرح و ارزش کمی شاخص‌های مهم برای اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گاز طبیعی از منظر خبرگان و کارشناسان مجرب صنعت نفت و گاز تعیین شوند، تا با به‌کارگیری روش آنتروپی وزن شاخص‌های مهم به‌دست آید. آن گاه با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی TOPSIS، بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی موزون می‌شوند تا سرانجام به کمک تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی GP، اطلاعات موجود در ترازنامه‌های انرژی و هیدورکربوری و سند چشم‌انداز صنعت‌گاز، سهم بهینه‌ی بخش‌های مذکور از منابع محدود دردسترس مشخص شود.

مطابق نتایج به دست آمده، شاخص امنیت انرژی، مهم‌ترین شاخص و شاخص‌های کارایی مصرف انرژی، ارزش افزوده، امنیت ملی در سطح بین‌الملل و تاثیرات توسعه‌ای در سطح کشور، به ترتیب دومین تا پنجمین شاخص مهم برای اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف شناخته شدند. بخش تزریق در میادین نفتی اولویت اول مصرف و رتبه‌ی یکم تخصیص و به ترتیب بخش‌های حمل و نقل با صنایع گازبر به طور مشترک، نیروگاه‌های برق، خانگی/تجاری و عمومی، صادرات گازطبیعی مایع شده (LNG) به وسیله‌ی تانکر، صادرات گازطبیعی(NG) به‌وسیله‌ی خط‌لوله و صنایع پتروشیمی به ترتیب دومین تا هفتمین اولویت مصرف را به خود اختصاص دادند.

طبقه بندی JEL: O13،Q41،C61،C53،C82،D61،D81

کلید واژه: شاخص، آنتروپی، اولویت‌بندی مصرف، تئوری فازی، TOPSIS، تخصیص منابع، GP، گازطبیعی

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

روند فزاینده تقاضای جهانی حامل‌های انرژی، محدودیت در تولید و عرضه نفت و لزوم جای‌گزینی حامل‌های انرژی پاک با آن، افق گسترده‌ای برای ایفای نقش حامل انرژی گازطبیعی و مشتقات آن به‌عنوان سوختی پاک در سطح جهان بازکرده است. درحالی‌که شدت مصرف نهائی انرژی کشور درسال ۱۳۸۶ بیش از ۴/۵ برابر متوسط شدت مصرف نهائی انرژی در جهان و نرخ رشد مصرف انرژی ایران طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۶ بیش از ۳ برابر نرخ رشد مصرف انرژی جهان بوده است (بهینه‌سازی مصرف سوخت، ۱۳۸۸). از سویی پیچیدگی تولید و عرضه‌ی گازطبیعی و فرآورده‌های آن و عدم وجود الگوی بهینه‌ی مصرف انرژی از جمله چالش‌های مهم تصمیم‌گیران انرژی کشور است. لذا ایران به عنوان دومین دارنده‌ی ذخایر گازطبیعی در جهان از نظر فرصت‌های پیش‌رو، ضرورت دارد جهت اعتلای کشور نگران اسراف در بخش‌های مختلف مصرف باشد. از این‌رو با توجه به محدود بودن منابع گازطبیعی دردسترس، یکی از گام‌های مؤثر برای پاسخ‌گویی به بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی کشور، به‌دست‌آوردن رویه‌ای مناسب برای اولویت‌بندی مصرف و تخصیص بهینه‌ی منابع گازطبیعی به بخش‌های مذکور است. بدین‌منظور، سعی‌شده در حوزه‌ی علمی پژوهش عملیاتی، ابتدا با رویکرد فازی، شاخص‌های مهم اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی به همراه وزن نسبی آن‌ها به کمک روش‌های میانگین‌گیری و آنتروپی تعیین و تبیین شوند و سپس با به‌کارگیری تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی TOPSIS[1]، بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی اولویت‌بندی موزون شود، تا با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی GP[2]، سهم بهینه‌ی بخش‌های مذکور از منابع محدود گازطبیعی دردسترس مشخص گردد.

در ادامه، ابتدا ادبیات موضوع شامل پیشینه‌ی تحقیق و شرحی کلی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در بخش ۲، ارائه می‌شود و سپس مراحل انجام تحقیق در بخش ۳، و سرانجام نتیجه گیری و پیشنهادهای حاصل از تحقیق در بخش ۴ ارائه گردیده است.

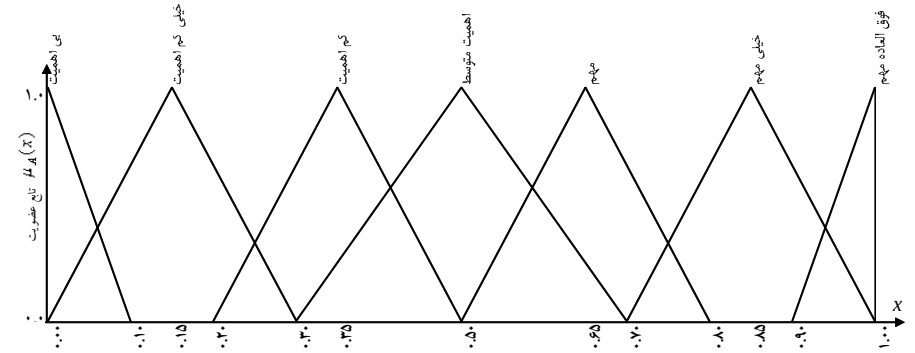
1 -Technique for Order Preference by Similarly to the Ideal Solution.
2 - Goal Programming.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- ادبیات موضوع

تصمیم‌گیری همواره یک فرآیند پیچیده با قضاوت‌های نادقیق می‌باشد و بیش‌تر تصمیمات در محیطی اتخاذ گرفته می‌شوند که محدودیت‌ها و پیامدهای اقدامات به‌طور کامل شناخته‌شده نیستند، ازاین‌رو برای مدل‌سازی عدم اطمینان در تحلیل تصمیم‌گیری، تئوری فازی پیشنهاد می‌شود، چراکه تئوری فازی ذهنیت رفتار انسان را نشان‌می دهد (چن و همکاران[1]، ۱۹۹۲) و راه حلی ریاضی برای غلبه بر عدم اطمینان مربوط به فرآیندهای شناختی انسان را فراهم می‌کند (خورشید و همکاران، ۱۳۸۳). محقر و امین‌ناصری (۱۳۸۰)، با ارائه‌ی مقاله‌ای، از روش میانگین‌گیری با رویکرد فازی، برای تعیین و تبیین شاخص‌های مهم ارزیابی تصمیمات مجلس شورای اسلامی استفاده‌کردند، به این صورت که مطابق نمودار (۱)، ابتدا پاسخ‌های کیفی دریافت شده براساس توابع عضویت اعدادفازی (در طیف هفت گزینه‌ای)، به اعداد فازی مثلثی و آن‌گاه مطابق جدول (۱)، اعداد فازی حاصله به روش فازی‌زدایی مینکووسکی[2] به اعداد کمی تبدیل می‌شوند تا اهمیت شاخص‌های مهم در ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری به‌دست‌آید.



نمودار ۱- توابع عضویت اعداد فازی مثلثی[3] به‌همراه مقادیرآن‌ها با واژه‌های زبانی متناظر در طیف هفت گزینه‌ای (محقر؛ امین‌ناصری، ۱۳۸۰)

---

1 - Chen et al.

2 - Minkowsky, $\chi = m + \frac{\beta - \alpha}{۴}$ or $\chi = \frac{a_۱ + ۲a_۲ + a_۳}{۴}$.

3 - $$\mu_A(x) = \begin{cases} ۱ - \frac{m - x}{\alpha}, & (m - \alpha) \le x \le m \\ ۱ - \frac{x - m}{\beta}, & m \le x \le (m + \beta) \\ ۰, & \text{others} \end{cases}$$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- جدول تبدیل اعداد فازی مثلثی (m,α,β) به اعداد قطعی (محقر؛ امین‌ناصری، ۱۳۸۰)

گزینه	عدد کیفی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی قطعی شده
۱	فوق العاده مهم	(۱/۰,۰/۱,۰/۰)	۰.۹۷۵
۲	خیلی مهم	(۰/۸۵,۰/۱۵,۰/۱۵)	۰.۸۵
۳	نسبتاً مهم	(۰/۶۵,۰/۱۵,۰/۱۵)	۰.۶۵
۴	اهمیت متوسط	(۰/۵,۰/۲,۰/۲)	۰.۵
۵	نسبتاً کم اهمیت	(۰/۳۵,۰/۱۵,۰/۱۵)	۰.۳۵
۶	خیلی کم اهمیت	(۰/۱۵,۰/۱۵,۰/۱۵)	۰.۱۵
۷	فوق العاده کم اهمیت	(۰/۰,۰/۰,۰/۱)	۰.۰۲۵

طبق بررسی‌های به انجام شده، در حوزه‌ی علمی پژوهش‌عملیاتی، برای اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی ایران تحقیق مستندی انجام نپذیرفته است. شهانقی و یزدان (۲۰۰۹)، در مقاله‌ای با ارائه‌ی یک رویه، از تئوری فازی با توابع عضویت اعداد ذوزنقه‌ای استفاده کردند تا با مشارکت گروه مدیران ارشد و دیگرسرمایه‌گذاران در فرآیند تصمیم‌گیری، مقادیر کمّی وزن شاخص‌های مهم و ارزش کمّی آن‌ها را برای تأمین‌کنندگان مختلف قطعات به‌دست آورند، سپس با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه‌ی TOPSIS، گزینه‌های تصمیم‌گیری، اولویت‌بندی و انتخاب شدند. مژر و همکاران[1](۱۹۹۸)، در مقاله‌ای، از تکنیک تصمیم‌گیری چندهدفه‌ی GP برای تخصیص بهینه‌ی منابع محدود حامل‌های مختلف انرژی به زیربخش‌های مختلف بخش خانگی/تجاری و عمومی کشور لبنان استفاده‌کردند. در این تحقیق، اهداف، در قالب دو هدف اصلی اقتصادی و تأثیرات زیست محیطی تعریف شده‌اند و سرانجام با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندهدفه‌ی GP، حامل‌های انرژی اولویت‌بندی شده‌ی قابل تخصیص برای هریک از زیربخش‌های مصرف خانگی/تجاری و عمومی پیشنهاد شده است. خالقی (۱۳۸۰)، درمقاله‌ای درحوزه علمی اقتصاد، برای اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی، با به‌کارگیری شاخص‌های هزینه‌ی منابع داخلی[2](DRC)، نسبت هزینه‌ی منابع[3] (RCR) و نت بک[4](NB)، مزیت نسبی

1 - Mezher et al.
2 - Domestic Resource Cost.
3 - Resource Cost Ratio.
4 - Net Back.

www.SID.ir

Archive of SID

بخش‌های مختلف مولد و غیرمولد مصرف گازطبیعی را براساس شاخص‌های مطرح شده ارائه کرده است. طبق نتایج به دست آمده، بخش تزریق، درمیادین نفتی در اولویت نخست و بخش‌های صنایع، نیروگاه‌های برق و خانگی/تجاری و عمومی، به ترتیب در اولویت‌های بعدی قرارگرفته و بخش صادرات گازطبیعی پایین‌ترین اولویت مصرف را به خود اختصاص داد، به طوری‌که تأمین گازطبیعی برای آن، مشروط به تأمین گازطبیعی مورد نیاز بخش تزریق در میادین نفتی و دیگر بخش‌های مصرف داخلی توصیه شد. بیدآبادی و همکاران (۱۳۸۴)، در مقاله‌ای، ابتدا با تعریف بخش‌های مختلف مصرف، مزیت نسبی آن‌ها را بر مبنای سه شاخص اقتصادی هزینه‌ی منابع طبیعی (DRC)، نسبت هزینه‌ی منابع (RCR) و نت‌بک (NB)، به‌دست آوردند، سپس با استفاده از مدل جدید مهندسی ارزش، الگویی برای بهینه‌سازی مصرف بخش‌های مذکور برمبنای ارزش اجتماعی ارائه دادند، که نتایج حاصل منطبق بر نتایج مقاله‌ی خالقی بود.

در بسیاری از موارد نتیجه‌ی تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیران است که تصمیم‌گیری‌ها براساس چندین معیار تجزیه و تحلیل شده باشند. در تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی[1](MCDM) حوزه‌ی علمی پژوهش عملیاتی، هم‌زمان چندین معیار در انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بیش‌ترین مزیت ممکن برای تمامی معیارهای مهم فراهم شود (مهرگان، ۱۳۸۳). ممکنست معیارها در دو قالب شاخص[2] و هدف[3] کمّی یا کیفی باشند و یا به‌دلیل وجود مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری قابل مقایسه باهم نباشند و یا حتی در بعضی از مسائل با یکدیگر تضاد داشته باشند (مهرگان، ۱۳۸۳). ازاین‌رو تکنیک‌های MCDM، به دو گروه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی[4](MADM) و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی[5](MODM) تقسیم‌بندی شده‌اند (اصغرپور، ۱۳۸۵). تکنیک‌های MADM، شامل دو مرحله‌ی اجماع نظرها نسبت به شاخص‌ها و گزینه‌های تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی گزینه‌های تصمیم‌گیری براساس اجماع حاصله هستند (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۱). درتکنیک تصمیم‌گیری MODM، توابع هدف باتوجه به مدل (۱) بهینه

1 - Multiple Criteria Decision Making.
2 - Attribute.
3- Objective.
4- Multiple Attribute Decision Making.
5- Multiple Objective Decision Making.

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شوند. البته بهینه‌شدن یک تابع هدف، به‌طور حتم متـرادف بـا بهینـه شـدن تمـامی توابع هدف و مسئله نیست (مهرگان، ۱۳۸۳).

مدل ۱- مدل ریاضی تکنیک تصمیم‌گیری چندهدفه GP (مهرگان، ۱۳۸۳)

$$\text{Max (Min)} Z = [z_1, z_2, \ldots, z_p]$$

$$z_1 = z_1(x_j)$$
$$z_2 = z_2(x_j)$$
$$\vdots$$
$$z_p = z_p(x_j)$$
$$\text{s.t.}$$
$$g_i(x_j) \le b_i; \quad i = 1,2,\ldots,m$$
$$x_j \ge 0; \quad j = 1,2,\ldots,n$$

$z_p(x_j)$ها و $g_i(x_j)$ها توابعی خطی از متغیر تصمیم x_j و b_i مقادیر غیرمنفی و ثابت هستند، به‌طوری‌که p تابع هدف، m محدودیت و n متغیر تعریف شده‌است.

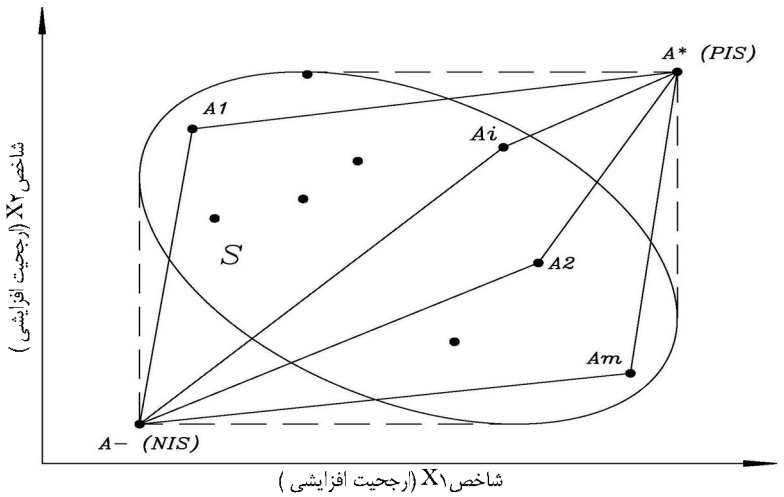
تکنیک تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی TOPSIS، از جملـه بهتـرین و کـاربردی‌تـرین تکنیک‌های MADM می‌باشد که توسـط هوانـگ و یـون (۱۹۸۱) مطـرح شـده اسـت، به‌طوری‌که نه تنها گزینه‌ی بهینه، بلکه اولویت گزینه‌های مطـرح را مطـابق نمـودار (۲) نسبت به گزینه ایده‌ال مثبت[1] و گزینه‌ی بدترین[2] نشان می‌دهد.

تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی GP، از قدیمی‌تـرین، مهـم‌تـرین، متـداول‌تـرین و کاربردی‌ترین تکنیک‌های تخصیص منابع می‌باشد که با رویکردی تحلیلی درصـدد نیـل به اهداف مشخص شده با حداقل عدم دست‌یابی به آن‌هاست. تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی GP، برای اولین بار توسط چارنز وکوپر[3](۱۹۵۵)، با ارائه‌ی یک مقالـه، مطـرح و توسط لی و ایگنیزیو[4] توسعه یافت (مهرگان، ۱۳۸۳). در این تکنیک می‌توان ترجیحـات تصمیم‌گیران در مورد اهداف چندگانه را به صورت وزن نسبی اهداف و یا اولویـت‌بنـدی مرحله‌ای اهداف درنظر گرفت (مومنی، ۱۳۸۵).

1- Positive Ideal Solution.
2- Negative Ideal Solution.
3 - Charnes& Cooper.
4 - Lee& Ignizio.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- فواصل اقلیدسی گزینه‌های تصمیم‌گیری از گزینه‌های ایده‌ال (PIS) و بدترین (NIS) در فضای دوبعدی (هوانگ و یون[1]، ۱۹۸۱)

۳- مراحل انجام تحقیق

مقاله‌ی حاضر، تحقیقی کاربردی و موردی است به‌نحوی‌که ابتدا طی مطالعات و بررسی‌های اولیه‌ی مطرح شده در کتب، پایان نامه‌ها، مقالات، گزارشات و پایگاه‌های اطلاع رسانی و اطلاعات موجود در ترازنامه‌های انرژی و هیدروکربوری سال ۱۳۸۶، بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی و شاخص‌های مطرح، شناسایی اولیه شدند. سپس طی مصاحبه‌هایی منظم با تعدادی از خبرگان صنعت نفت و گاز (که هریک دارای تجربه‌ی تحقیقاتی و اجرایی بالا و به نوعی صاحب نسق بودند)، بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی، مطابق جدول (۲) در سه گروه بخش‌های صادرات، مصارف داخلی گازطبیعی و تزریق در میادین نفتی، تعریف و شاخص‌های مطرح برای اولویت‌بندی بخش‌های یادشده، مطابق جدول (۳) تقسیم بندی، اصلاح و یا تلفیق شدند تا در پرسش‌نامه‌های کیفی از پرسش‌شوندگان در مورد آن‌ها نظرخواهی شود.

1 - Hwang & Yoon.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی

ردیف	بخش های مختلف مصرف گازطبیعی		توصیف بخش های مختلف مصرف گازطبیعی	مرجع
۱	صادرات گازطبیعی	صادرات NG به‌وسیله‌ی خط لوله	گازطبیعی پالایش شده‌ای است که به‌وسیله‌ی خط لوله تحت فشار بالا صادر می شود.	(ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۶) (ترازنامه‌ی هیدروکربوری، ۱۳۸۶) (چشم‌انداز صنعت گاز، ۱۳۸۷) و مصاحبه با چندنفر از خبرگان و کارشناسان مجرب صنعت نفت و گاز
۲		صادرات LNG به‌وسیله‌ی تانکر	گازطبیعی مایع شده (LNG) گازطبیعی با دمای منفی162درجه‌ی سانتیگراد و فشار یک اتمسفری می باشد و حجم اشغالی آن یک ششصدم گازطبیعی درشرایط گازی است که با تانکرهای مخصوص غالباً سوار بر کشتی به نقاط مختلف جهان حمل و صادر می شود.	
۳	مصارف داخلی گازطبیعی	خانگی/ تجاری و عمومی	شامل زیربخش‌های خانگی، تجاری عادی (کسب وخدمات) تجاری ویژه (نانوایی‌ها و گرمابه‌ها) ورزشی، آموزشی، مذهبی، خیریه، بخش عمومی یعنی اماکن (مساجد، حسینه‌ها، تکایا و ساختمان‌هایی که به امور خیریه می‌پردازد) و تأسیسات دولتی می‌شوند.	
۴		صنایع گازبر	شامل صنایع عمده و انرژی‌بر می‌شوند. گازطبیعی در این بخش بعنوان سوخت بیشتر برای تامین انرژی مورد نیاز کوره ها و بویلرها استفاده می شوند(صنایع سیمان، آجر، شیشه، گچ و آهک، کاشی و سرامیک، آهن و فولاد، صنایع غذایی، صنایع شیمیایی، صنایع تجهیزات ازجمله صنایع گازب	
۵		صنایع پتروشیمی	شامل صنایع پتروشیمی و استحصال اتان هستند، که گازطبیعی را به‌عنوان ماده‌ی اولیهٔ یا خوراک تولید انواع محصولات شیمیایی و سوخت برای تأمین انرژی حرارتی مورد نیاز مورد استفاده قرار می دهد.	
۶		نیروگاه‌های برق	شامل تمامی نیروگاه های تحت پوشش وزارت نیرو، بخش خصوصی و مولد های برق صنایع بزرگ است گازطبیعی در انواع نیروگاه های بخاری، توربین گازی و سیکل ترکیبی برای تولید برق استفاده می‌شود.	
۷		حمل و نقل	این بخش شامل خودروهای سواری عمومی، اتوبوس‌ها و مینی بوس‌های شهری و حامل انرژی گازطبیعی فشرده (CNG) به عنوان مهم ترین حامل انرژی جایگزین برای کشورمان مطرح است.	
۸		مصارف عملیاتی	شامل گازطبیعی مصرفی در پالایشگاه‌ها گاز، ایستگاه‌ها تقویت فشار، افت گازطبیعی در پالایشگاه‌های گاز، گازهای طبیعی سوزانده و خود مصرفی شرکت ملی نفت می‌شود.	
۹	تزریق در میادین نفتی		عملیات تزریق گازطبیعی به منظور جلوگیری از افت فشار میادین، جلوگیری از هرزرفت نفت، حفظ توان تولید نفت خام و صیانت از ذخایر نفتی انجام می‌پذیرد و درحال حاضر پنجاه میدان نفتی نیازمند تزریق شناسایی شده اند.	

www.SID.ir

Archive of SID

دراین مرحله، جهت تعیین اهمیت شاخص‌های مطرح و ارزش کمّی شاخص‌های مهم اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف از منظر خبرگان و کارشناسان مجرب نفت و گاز ابتدا براساس رویه ارائه شده توسط محقر و امین ناصری(۱۳۸۰) پرسش‌نامه‌ای کیفی باساختار هفت گزینه‌ای به منظور تعیین اهمیت شاخص‌های مطرح تهیه، تنظیم و میان ۴۱ نفر از خبرگان وکارشناسان مجرب صنعت نفت و گاز توزیع شد به نحوی‌که در انتهای پرسش‌نامه یادشده از پرسش‌شونده درخواست‌شده‌بود درصورتی‌که شاخص‌های مطرح دیگری به غیر از آنچه استخراج شده به نظر می‌رسد به‌همراه میزان اهمیت آن‌ها ذکر نماید. درضمن جدول بخش‌های مختلف مصرف جهت اظهار نظر به همراه پرسش‌نامه مذکور توزیع‌شد و آن گاه ۳۹ پرسش‌نامه پاسخ داده‌شده جمع‌آوری گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- شاخص‌های مطرح در اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی

ردیف	شاخص	توصیف شاخص ها	مرجع
۱	ارزش افزوده	عبارتست‌از؛ ارزش افزوده شده به ارزش گازطبیعی دراثر مصرف آن در بخشهای مختلف مصرف گازطبیعی جهت تولید کالا، خدمات یا انرژی دیگری همانند برق و گرما. به‌عبارت دیگر؛ سود باقیمانده پس از کسر هزینه های سرمایه گذاری	(ترازنامه‌ی هیدروکربوری، ۱۳۸۶)
۲	امنیت انرژی	عبارتست از؛ دسترسی به منابع بیشتر و غنی‌تر نفت و گاز باتوجه به ناگزیر بودن به مصرف گاز طبیعی در بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی، بعبارت دیگر؛ امنیت انرژی یعنی تامین امنیت تقاضا، عرضه، سرمایه‌گذاری، تکنولوژی و اطلاعات	(خالقی، ۱۳۸۵)، (ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۸۶)
۳	امنیت ملی در سطح بین الملل	عبارتست از؛ حفظ استقلال و تمامیت ارضی، تحقق رفاه مردم و ثبات سیاسی کشور، حفظ و اشاعه ارزش‌های ملی و اقتصادی و فراهم‌کردن امکان فراغت خاطر نسبت به تهدیدهای احتمالی.	(میزگرد خبرگان صنعت گاز، ۱۳۸۸)، (خالقی، ۱۳۸۵)
۴	بازار مناسب	منظور، مناسب بودن تقاضای داخلی و خارجی بخشهای مختلف مصرف گازطبیعی، بعبارت دیگر؛ مناسب بودن بازار خرید، واردات یا مصرف گازطبیعی باتوجه به وضعیت گازطبیعی در سبد مصرف انرژی حال و آینده کشور و جهان می‌باشد.	(زبیری، ۲۰۰۶)، (ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۸۶)
۵	تأثیرات زیست محیطی	همانا میزان اثرات زیست محیطی حادث در مراحل انتقال و مصرف گاز طبیعی در بخش‌های مختلف مصرف می‌باشد.	(ترازنامه‌ی انرژی، ۱۳۸۴)، (سیفی، ۱۳۸۷)
۶	تأثیرات توسعه ای در سطح کشور	عبارتست از؛ تاثیرات توسعه ای ناشی از مصرف گازطبیعی در بخش های مختلف مصرف از جمله اشتغال‌آفرینی و عمران حاصله در سطح کشور.	(زبیری، ۲۰۰۶)
۷	هزینه‌ی تمام شده	عبارتست از؛ هزینه ای که پس از تولید و پالایش گازطبیعی محاسبه می گردد تا گاز طبیعی به بخش‌های مختلف مصرف برسد و محصول آن بخش به دست آید.	(حق شناس و همکاران، ۱۳۸۲)
۸	کارایی مصرف انرژی	عبارتست از؛ میزان مصرف انرژی به ازاء تولید هر واحد محصول یا هر واحد انرژی دیگری همانند برق یا گرما در بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی.	(ماهنامه تدبیر ۱۳۰، ۱۳۸۱)

www.SID.ir

Archive of SID

خبرگان و کارشناسان مجرب صنعت نفت و گاز ضمن تائید جدول بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی در پاسخ به پرسش به عمل‌آمده در مجموع به شاخص مطرح و مهم دیگری اشاره نکردند. سرانجام اهمیت شاخص‌های مطرح به روش میانگین‌گیری با رویکردفازی مطابق جدول (۴) تعیین‌گردید به نحوی که تمامی شاخص‌های مطرح با اهمیتی درحدود خیلی مهم به‌عنوان شاخص‌های مهم اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی تبیین شدند.

جدول ۴- اهمیت شاخص‌های مطرح و وزن نسبی آن‌ها از منظر پرسش‌شوندگان به مدد روش میانگین‌گیری با رویکرد فازی

ردیف	معیارهای مطرح	متوسط عدد قطعی شاخص ها	وزن نسبی شاخص‌ها (درصد)	رتبه وزنی شاخص ها
۱	ارزش افزوده (۱)	۰/۸۸	۱۳/۰۷۵	۱
۲	امنیت انرژی (۲)	۰/۸۷	۱۲/۹۵۱	۲
۳	امنیت ملی در سطح بین الملل (۳)	۰/۸۷	۱۲/۸۵۶	۳
۴	بازار مناسب (۴)	۰/۸۲	۱۲/۲۲۷	۶
۵	تاثیرات زیست محیطی (۵)	۰/۷۸	۱۱/۶۴۷	۸
۶	تاثیرات توسعه ای در سطح کشور (۶)	۰/۸۵	۱۲/۶۷۵	۴
۷	هزینه تمام شده (۷)	۰/۸۲	۱۲/۱۷۰	۷
۸	کارایی مصرف انرژی (۸)	۰/۸۳	۱۲/۳۹۹	۵

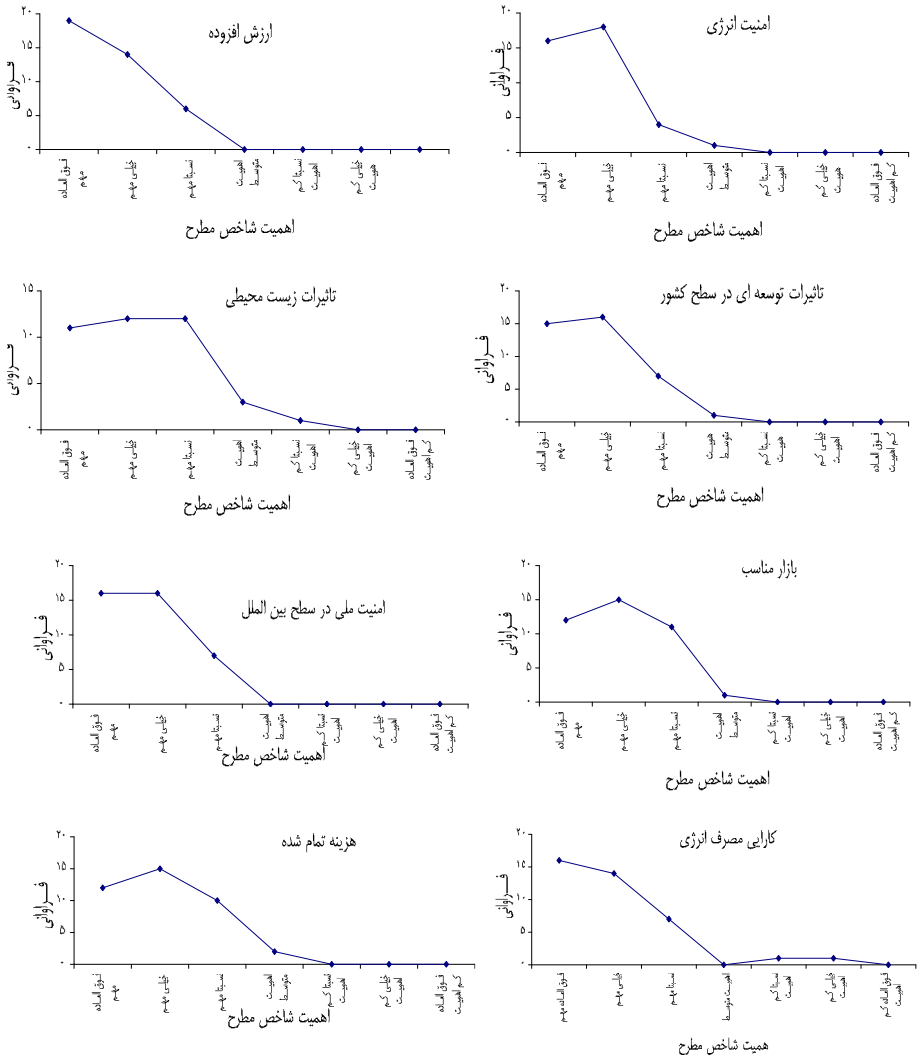
شایان ذکراست ضریب آلفای کرونباخ پرسش‌نامه یادشده به‌عنوان معیار بررسی پایایی پرسش‌نامه‌ها، با به‌کارگیری نرم‌افزار SPSS[1] برابر ۰/۷۶۷ به‌دست‌آمد که نمایانگر پایایی آن می‌باشد (مومنی؛ قیومی، ۱۳۸۶). در مورد روایی پرسش‌نامه یادشده نیز مطابق نمودار(۳) باتوجه به همگرایی مشهود در نمودارهای فراوانی میزان اهمیت شاخص‌های مطرح از منظر پرسش‌شوندگان به نظرمی‌رسد؛ پرسش‌نامه کیفی طراحی‌شده توانسته به خوبی موضوع درخواستی را به پرسش‌شوندگان انتقال دهد و از

1 - Statistical Package for Social Sciences.

www.SID.ir

Archive of SID

طرفی خبرگان و کارشناسان مجرب انتخاب شده در صنعت نفت و گاز از دانش و بینش مطلوبی برخوردار بودند. لذا پرسش‌نامه‌های کیفی مذکور از اعتبار و روایی قابل قبولی برخوردار بوده و ابزار علمی مناسبی برای شناسایی شاخص‌های مهم در اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی می‌باشند.



نمودار ۳- نمودارهای فراوانی اهمیت شاخص‌های مطرح از منظر پرسش‌شوندگان

www.SID.ir

Archive of SID

حال برای محاسبه وزن شاخص‌های مهم از روش آنتروپی به‌عنوان قوی‌ترین و کاربردی‌ترین روش ارزیابی وزن نسبی شاخص‌های مهم طبق الگوریتم (۱) استفاده شده است. با توجه به‌این‌که روش آنتروپی به عناصر ماتریس تصمیم‌گیری یعنی ارزش کمّی شاخص‌های مهم برای بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی نیاز دارد پرسش‌نامه کیفی دیگری که بیانگر ارزش کیفی شاخص‌های مهم اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف یادشده باشد تهیه، تنظیم و میان ۴۱ نفر از خبرگان و کارشناسان مجرب صنعت نفت و گاز توزیع گردید. سپس ۳۹ پرسش‌نامه پاسخ داده شده جمع‌آوری شد و آن گاه مقادیر کیفی حاصله به روش میانگین‌گیری با رویکردفازی به مقادیر کمی تبدیل‌شدند تا مقدار عناصر ماتریس تصمیم‌گیری مطابق جدول (۵) به‌دست آید. سپس وزن شاخص‌های مهم بالحاظ کردن نظر پرسش‌شوندگان(مذکور در جدول ۴) به روش آنتروپی مطابق جدول(۶) محاسبه‌گردید. باتوجه به این‌که ساختار پرسش‌نامه مذکور منطبق بر پرسش‌نامه قبلی می‌باشد لذا به‌لحاظ پایایی و روایی، پرسش‌نامه‌یادشده از اعتبار بالایی برخورداراست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقدارکمّی عناصر ماتریس تصمیم‌گیری اولویت‌بندی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی از منظر پرسش‌شوندگان با رویکردفازی

شاخص ها اولویت بندی / گزینه‌های تصمیم گیری	ارزش افزوده (۱)	منیت انرژی (۲)	امنیت ملی در سطح بین الملل (۳)	بازار مناسب (۴)	تاثیرات زیست محیطی (۵)	تاثیرات توسعه ای در سطح کشور (۶)	هزینه تمام شده (۷)	کارایی مصرف انرژی (۸)
صادراتNGبوسیله خط لوله (۱)	۰/۷۴۹	۰/۲۷۹	۰/۸۸۴	۰/۸۵۴	۰/۷۵۴	۰/۷۱۳	۰/۶۶۸	۰/۷۴۰
صادراتLNGبوسیله تانکر (۲)	۰/۷۷۹	۰/۳۲۲	۰/۸۳۱	۰/۸۸۶	۰/۷۴۷	۰/۷۳۱	۰/۶۵۱	۰/۷۳۳
خانگی /تجاری و عمومی (۳)	۰/۴۵۸	۰/۶۴۷	۰/۵۲۹	۰/۷۲۷	۰/۶۰۰	۰/۵۱۳	۰/۵۵۰	۰/۳۱۰
صنایع گازبر (۴)	۰/۶۸۰	۰/۶۸۵	۰/۶۳۰	۰/۶۹۱	۰/۷۵۱	۰/۸۰۲	۰/۶۵۸	۰/۵۲۰
صنایع پتروشیمی (۵)	۰/۷۶۱	۰/۲۸۰	۰/۶۴۹	۰/۷۷۰	۰/۶۹۸	۰/۸۱۳	۰/۶۸۴	۰/۵۹۸
نیروگاههای برق (۶)	۰/۶۵۸	۰/۷۴۲	۰/۶۹۴	۰/۷۲۹	۰/۷۲۲	۰/۷۷۱	۰/۶۷۴	۰/۳۵۴
حمل و نقل (۷)	۰/۵۹۹	۰/۷۰۵	۰/۵۵۳	۰/۶۴۹	۰/۶۹۴	۰/۶۷۳	۰/۵۳۴	۰/۴۷۶
تزریق در میادین نفتی (۸)	۰/۸۸۹	۰/۸۷۹	۰/۷۲۹	۰/۸۱۱	۰/۸۰۵	۰/۷۳۲	۰/۸۳۱	۰/۷۸۲

www.SID.ir

Archive of SID

الگوریتم ۱- گام‌های عملیاتی روش آنتروپی (هوانگ و یون، ۱۹۸۱)

گام اول- محتوای اطلاعاتی موجود در ماتریس تصمیم‌گیری به‌صورت p_{ij} محاسبه گردد

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}; \quad \forall i,j; i = 1,2,...m \;\&\; j = 1,2,...,n$$

x_{ij}: ارزش کمی شاخص‌های مهم برای گزینه های تصمیم‌گیری و m تعداد گزینه‌های تصمیم‌گیری و n تعداد شاخص‌های مهم

گام دوم محاسبه E_j از مجموعه p_{ij} ها به ازای هر شاخص

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{n}\left[p_{ij}.\ln p_{ij}\right]; \quad \forall j; \quad k = \frac{1}{\ln m} \quad \& \; 0 \le E_j \le 1$$

گام سوم: محاسبه عدم اطمینان یا درجه انحراف از اطلاعات ایجاد شده (d_j) به ازای شاخص jام

$$d_j = 1 - E_j; \quad \forall j$$

گام چهارم: محاسبه وزن شاخص jام (w_j)

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j}; \quad \forall j$$

گام پنجم: چنانچه تصمیم‌گیران از قبل قضاوتی ذهنی یا نظری (λ_j) برای وزن نسبی شاخص jام داشته باشند می‌توان w_j محاسبه شده را به‌صورت زیر تعدیل نمود:

وزن تعدیل شده $w_j^{\cdot}$

$$w_j^{\cdot} = \frac{\lambda_i.w_j}{\sum_{j=1}^{n} \lambda_i.w_j}; \quad \forall j$$

در مرحله‌ی بعدی؛ طبق الگوریم تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS به شرح ذیل با دادن اطلاعات مورد نیاز (یعنی تعداد شاخص‌های مهم، تعریف نوع شاخص‌ها از لحاظ سود و هزینه، تعداد بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی، وزن نسبی

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های مهم، مقدار عناصر ماتریس تصمیم‌گیری) بخش‌های مختلف مصرف مطابق جدول(۷) اولویت‌بندی موزون شدند.

جدول ۶- وزن نسبی شاخص‌های مهم بابه‌کارگیری روش آنتروپی بالحاظ کردن نظر پرسش‌شوندگان

ردیف	شاخص های مهم	وزن نسبی شاخص ها (درصد)	رتبه وزنی شاخص ها
۱	ارزش افزوده (۱)	۸.۹۴۸	۳
۲	امنیت انرژی (۲)	۴۵.۶۱۲	۱
۳	امنیت ملی در سطح بین الملل (۳)	۷.۸۶۲	۴
۴	بازار مناسب (۴)	۲.۵۸۵	۷
۵	تاثیرات زیست محیطی (۵)	۱.۵۶۹	۸
۶	تاثیرات توسعه ای در سطح کشور (۶)	۴.۴۴۳	۵
۷	هزینه تمام شده (۷)	۴.۳۳۲	۶
۸	کارایی مصرف انرژی (۸)	۲۴.۶۴۹	۲

الگوریتم (۲) - گام‌های عملیاتی تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS (هوانگ و یون، ۱۹۸۱)

گام اول: تبدیل مقادیرماتریس تصمیم‌گیری x_{ij} به مقادیر بی‌مقیاس‌شده r_{ij} به روش اقلیدسی؛

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^{2}}}; \quad 0 \le r_{ij} \le 1 \;\&\; i = 1,2,...m \;\&\; j = 1,2,...,n$$

x_{ij} : ارزش کمی شاخص‌های مهم برای گزینه های تصمیم‌گیری و m تعداد گزینه‌های تصمیم‌گیری و n تعداد شاخص‌های مهم

گام دوم: ایجاد ماتریس بی مقیاس وزین باتوجه به مفروض بودن وزن نسبی شاخص‌های مهم (w)؛

www.SID.ir

Archive of SID

(w وزن نسبی شاخص‌های مهم)،

$$W = \{w_1, w_2, \ldots, w_j, \ldots, w_n\}, \quad \sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

$$V_{m\times n} = R_{m\times n} \times w_{n\times n} = \begin{vmatrix} v_{11} & \ldots & v_{1j} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ v_{i1} & \ldots & v_{ij} & \ldots & v_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ldots & \vdots \\ v_{m1} & \ldots & v_{mj} & \ldots & v_{mn} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} r_{11}w_1 & \ldots & r_{ij}w_j & \cdots & r_{1n}w_n \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{i1}w_1 & \ldots & r_{ij}w_j & \ldots & r_{in}w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ldots & \vdots \\ r_{m1}w_1 & \ldots & r_{mj}w_j & \ldots & r_{mn}w_n \end{vmatrix}$$

$V_{m\times n}$ ماتریس بی مقیاس وزین، $R_{m\times n}$ ماتریسی با مقادیر بی بُعد r_{ij}، $w_{n\times n}$ ماتریسی قطری وزن نسبی شاخص‌های مهم است.

گام سوم: مشخص نمودن گزینه ایده ال‌مثبت(A^*) و گزینه بدترین(A^-)

$$= A^* = \{(\max_i V_{ij} \mid j \in J), (\min_i V_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1,2,\ldots,m\} = \{V_1^*, V_2^*, \ldots, V_j^*, \ldots, V_n^*\}$$

گزینه ایده ال مثبت

$$= A^- = \{(\min_i V_{ij} \mid j \in J), (\max_i V_{ij} \mid j \in J') \mid i = 1,2,\ldots,m\} = \{V_1^-, V_2^-, \ldots, V_j^-, \ldots, V_n^-\}$$

گزینه بدترین

به‌طوری‌که؛ $J = \{j \mid j = 1,2,\ldots,n;$ j های مربوط به شاخص‌های سود $\}$

$\{j' \mid j' = 1,2,\ldots,n;\ J' =$ j′ های مربوط به شاخص‌های هزینه $\}$

گام چهارم: محاسبه فاصله اقلیدسی هر گزینه تا گزینه ایده‌ال‌مثبت(A^*) و گزینه بدترین(A^-)؛

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^*)^2}; \quad i = 1,2,\ldots,m$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2}; \quad i = 1,2,\ldots,m$$

www.SID.ir

Archive of SID

گام پنجم: محاسبه نزدیکی نسبی گزینه iام(A_i) به گزینه ایده آل

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-}; \quad 0 < C_i^* < 1 \& \quad i = 1,2,\ldots,m$$

هر اندازه گزینه A_i به راه حل ایده‌ال‌مثبت (A^*) نزدیک‌تر باشد، ارزش C_i^* به مقدار یک نزدیک‌تر خواهدشد.

گام ششم: اولویت‌بندی گزینه ها؛ به ترتیب نزولی C_i^*

برای به‌دست آوردن سهم بهینه‌ی بخش‌های مختلف مصرف از منابع محدود گازطبیعی بابه‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه GP ابتدا سهم آرمانی بخش‌های یادشده و مقدار متوسط گازطبیعی تولیدی و وارداتی سال ۱۳۸۸ براساس سند چشم‌انداز صنعت‌گاز و اطلاعات موجود در ترازنامه های انرژی و هیدروکربوری سال۱۳۸۶کشور طبق جداول(۸) و (۹) به‌دست‌آمد. سپس باتوجه به روند مصرف بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی طی سال‌های۱۳۷۶ لغایت۱۳۸۶ مقادیر گازطبیعی مصرفی بخش‌های مذکور برای سال۱۳۸۷ به‌عنوان مقدار مصرف پایه بخش‌های مختلف یادشده در سال ۱۳۸۸ مطابق جدول(۱۰) محاسبه گردید.

جدول ۷- رتبه، وزن نسبی و اولویت بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS

ردیف	بخشهای مختلف مصرف گاز طبیعی	رتبه بخشهای مختلف مصرف	وزن نسبی بخشهای مختلف مصرف(درصد)	اولویت بخشهای مختلف مصرف
۱	صادراتNGبوسیله خط لوله (۱)	۰.۲۹۵۴	۷.۱	۶
۲	صادراتLNGبوسیله تانکر (۲)	۰.۳۱۰۴	۷.۴	۵
۳	خانگی/تجاری و عمومی (۳)	۰.۵۰۲۸	۱۲.۰	۴
۴	صنایع گازبر (۴)	۰.۶۳۱۰	۱۵.۱	۲
۵	صنایع پتروشیمی (۵)	۰.۲۲۰۸	۵.۳	۷
۶	نیروگاههای برق (۶)	۰.۶۲۴۸	۱۴.۹	۳
۷	حمل و نقل (۷)	۰.۶۳۱۱	۱۵.۱	۲
۸	تزریق در میادین نفتی (۸)	۰.۹۶۴۳	۲۳.۱	۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- سهم‌آرمانی بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی در سال۱۳۸۸ (سندچشم انداز صنعت گاز، ۱۳۸۷) میلیون مترمکعب در روز

پیش بینی تقاضای بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی در سال ۱۳۸۸			میلیون مترمکعب در روز				
بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی	صادرات NG به وسیله خط لوله (۱)	خانگی/ تجاری و عمومی (۳)	صنایع گازبر (۴)	صنایع پتروشیمی (۵)	نیروگاه‌های برق (۶)	حمل و نقل (۷)	تزریق در میادین نفتی (۸)	مصارف عملیاتی (۹)
تقاضای مصرف گازطبیعی	٤٨,٢	۱۷۸,۵	۷۷,۵	۷٦,۹	۱۵۳,۰	۵۰,۰	۱۷۹,۳	٤٥,۷

جدول ۹- گازطبیعی تولیدی و وارداتی طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۸ (ترازنامه‌ی انرژی و هیدروکربوری ۱۳۸۶) میلیون مترمکعب در روز

منابع گازطبیعی دردسترس	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸
تولید گازطبیعی غنی	۲۵۱.۴	۲۶۵.۹	۲۸۶.۶	۲۹۹.۷	۳۱۱.۸	۳۳۵.۹	۳۷۸.۰	۴۰۷.۵	۴۳۵.۸	۴۶۴.۵	۵۰۵.۷	۵۱۰.۹	۵۳۶.۳
واردات گازطبیعی	۱.۱	۵.۱	۵.۸	۹.۰	۱۲.۴	۱۴.۵	۱۵.۷	۱۶.۱	۱۴.۲	۱۷.۳	۱۶.۹	۲۰.۹	۲۲.۵
حجم کل منابع گازطبیعی دردسترس	۲۵۲.۵	۲۷۱.۰	۲۹۲.۴	۳۰۸.۷	۳۲۴.۲	۳۵۰.۳	۳۹۳.۷	۴۲۳.۶	۴۵۰.۰	۴۸۱.۷	۵۲۲.۶	۵۳۱.۸	۵۵۸.۸

جدول ۱۰- مقدار مصرف پایه بخش‌های مختلف مصرف برای سال۱۳۸۸ ومصرف بخش‌های مذکور از سال۱۳۷۶ تا ۱۳۸۶ میلیون مترمکعب در روز

مصارف بخشهای مختلف مصرف گازطبیعی طی سنوات۱۳۷۶ تا۱۳۸۸ (ترازنامه انرژی و هیدروکربوری ۱۳۸۶)											میلیون مترمکعب در روز	
ردیف	بخش های مختلف مصرف گازطبیعی	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷
۱	صادرات NG به وسیله خط لوله(۱)					۱.۰	۳.۵	۹.۴	۹.۶	۱۳	۱۵.۷	۱۵.۴	۱۹.۸
۳	خانگی/تجاری و عمومی(۳)	۴۴.۹	۴۴.۳	۴۴.۲	۶۰.۱	۶۳.۰	۷۴.۵	۷۹.۹	۹۳.۱	۹۸.۱	۱۱۴.۶	۱۲۵.۷	۱۲۷.۳
۴	صنایع گازبر(۴)					۱۹.۱	۲۰.۸	۲۳.۶	۲۷.۱	۳۱.۷	۳۷.۳	۴۱.۸	۴۴.۴
۵	صنایع پتروشیمی(۵)					۱۶.۱	۱۵.۶	۱۷.۷	۱۹.۵	۱۹.۷	۲۰.۸	۳۴.۳	۳۰.۱
۶	نیروگاه های برق(۶)	۴۵.۲	۵۵.۴	۶۰.۲	۶۶.۵	۶۸.۵	۷۵.۶	۸۲.۹	۸۹.۵	۹۶.۰	۹۶.۵	۱۰۱.۳	۱۰۹.۶
۷	حمل و نقل(۷)					۰.۰۱	۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۲	۰.۸	۱.۴	۲.۸	۳.۱
۸	تزریق در میادین نفتی(۸)	۶۴.۳	۶۷.۵	۶۷.۸	۷۱.۱	۷۵.۴	۷۲.۴	۷۷.۹	۸۰.۱	۷۷.۳	۷۳.۱	۸۷.۷	۸۴.۳
۹	مصارف عملیاتی(۹)					۱۳.۸	۱۷.۱	۲۰.۱	۲۳.۷	۲۵.۲	۲۹.۲	۳۱.۷	۳۴.۸

www.SID.ir

Archive of SID

شایان ذکر است منابع محدود قابل تخصیص به بخش‌های مختلف مصرف قابل اولویت‌بندی، برابر حجم منابع محدود پس از کسر حجم مصارف عملیاتی پایه سال۱۳۸۸ می‌باشد. لذا براساس مقادیر مندرج در جداول (۹) و (۱۰) منابع محدود قابل تخصیص درسال۱۳۸۸ برابر ۵۲۴ میلیون مترمکعب در روز محاسبه‌شده‌است. درضمن باتوجه به عدم امکان صادرات LNG به وسیله تانکر تا سال۱۳۹۳، وزن بی‌مقیاس‌شده نسبی هفت بخش مختلف مصرف گازطبیعی براساس نتایج حاصله از به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS طبق جدول (۱۱) ارائه شده است.

جدول ۱۱- رتبه، وزن بی‌مقیاس شده نسبی و اولویت هفت بخش مختلف مصرف گازطبیعی با استفاده از تکنیک TOPSIS در سال ۱۳۸۸

ردیف	بخشهای مختلف مصرف گاز طبیعی	رتبه بخش های مختلف مصرف	وزن نسبی بخش های مختلف مصرف(درصد)	اولویت بخش های مختلف مصرف
۱	صادرات NGبه وسیله خط لوله (۱)	۰.۲۹۵۴	۷.۶	۵
۳	خانگی/تجاری و عمومی (۳)	۰.۵۰۲۸	۱۳.۰	۴
۴	صنایع گازبر (۴)	۰.۶۳۱۰	۱۶.۳	۲
۵	صنایع پتروشیمی (۵)	۰.۲۲۰۸	۵.۷	۶
۶	نیروگاه های برق (۶)	۰.۶۲۴۸	۱۶.۱	۳
۷	حمل و نقل (۷)	۰.۶۳۱۱	۱۶.۳	۲
۸	تزریق در میادین نفتی (۸)	۰.۹۶۴۳	۲۴.۹	۱

در این مرحله دو مدل ریاضی برای تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی GP، یکی برای تخصیص منابع گازطبیعی بدون درنظرگرفتن مقادیر مصرف پایه بخش‌های مختلف مصرف یعنی در شرایط ایده‌ال سال۱۳۸۸ و دیگری برای تخصیص بهینه‌ی منابع گازطبیعی با درنظر گرفتن مقادیر مصرف پایه بخش‌های مختلف مصرف یعنی در شرایط توجه به تعهد و توقع ایجادشده سال۱۳۸۸ درنظرگرفته شد.

از این‌رو تابع هدف، محدودیت های آرمانی و سیستمی تکنیک تصمیم‌گیری چندهدفه‌ی GP، طبق مدل (۲) برای تخصیص منابع گازطبیعی به بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی‌شده در شرایط ایده‌ال سال ۱۳۸۸ به‌صورت زیر مطرح گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

مدل (۲) تخصیص منابع محدود گازطبیعی به بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی‌شده در شرایط ایده‌آل

$$\text{MinZ} = ۰.۰۷۶۳d_۱^- + ۰.۱۲۹۹d_۳^- + ۰.۱۶۳۰d_۴^- + ۰.۰۵۷۱d_۵^- + ۰.۱۶۱۴d_۶^- + ۰.۱۶۳۱d_۷^- + ۰.۲۴۹۲d_۸^-$$

$S.T.:$

$$X_۱+X_۳+X_۴+X_۵+X_۶+X_۷+X_۸ \le ۵۲۴$$

$$X_۱ \quad + d_۱^- - d_۱^+ = ۴۸.۲$$

$$X_۳ \quad + d_۳^- - d_۳^+ = ۱۷۸.۵$$

$$X_۴ \quad + d_۴^- - d_۴^+ = ۷۷.۵$$

$$X_۵ \quad + d_۵^- - d_۵^+ = ۷۶.۹$$

$$X_۶ \quad + d_۶^- - d_۶^+ = ۱۵۳.۰$$

$$X_۷ \quad + d_۷^- - d_۷^+ = ۵۰.۰$$

$$X_۸ \quad + d_۸^- - d_۸^+ = ۱۷۹.۳$$

$$X_۱, X_۳, \ldots, X_۸ \;\&\; (d_۱^-, d_۱^+), (d_۳^-, d_۳^+), \ldots, (d_۸^-, d_۸^+) \ge ۰$$

تابع هدف، محدودیت های آرمانی و سیستمی تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه‌ی GP، طبق مدل (۳) برای تخصیص بهینه‌ی منابع گازطبیعی به بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی‌شده درشرایط توجه به تعهد و توقع ایجادشده در سال۱۳۸۸ نیز چنین مطرح است:

مدل (۳) تخصیص بهینه‌ی منابع محدود گازطبیعی به بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی‌شده در شرایط توجه به تعهد و توقع ایجادشده

$$\text{MinZ} = ۰.۰۷۶۳d_۱^- + ۰.۱۲۹۹d_۳^- + ۰.۱۶۳۰d_۴^- + ۰.۰۵۷۱d_۵^- + ۰.۱۶۱۴d_۶^- + ۰.۱۶۳۱d_۷^- + ۰.۲۴۹۲d_۸^-$$

www.SID.ir

Archive of SID

S.T.:

$X_۱+X_۳+X_۴+X_۵+X_۶+X_۷+X_۸ \leq ۵۲۴$

$X_۱ + d_۱^- - d_۱^+ = ۴۸.۲$

$X_۳ + d_۳^- - d_۳^+ = ۱۷۸.۵$

$X_۴ + d_۴^- - d_۴^+ = ۷۷.۵$

$X_۵ + d_۵^- - d_۵^+ = ۷۶.۹$

$X_۶ + d_۶^- - d_۶^+ = ۱۵۳.۰$

$X_۷ + d_۷^- - d_۷^+ = ۵۰.۰$

$X_۸ + d_۸^- - d_۸^+ = ۱۷۹.۳$

$X_۱ \geq ۱۹.۸$

$X_۳ \geq ۱۲۷.۳$

$X_۴ \geq ۴۴.۴$

$X_۵ \geq ۳۰.۱$

$X_۶ \geq ۱۰۹.۶$

$X_۷ \geq ۳.۱$

$X_۸ \geq ۸۴.۳$

$X_۱, X_۳, \ldots, X_۸ \;\&\; (d_۱^-, d_۱^+), (d_۳^-, d_۳^+), \ldots, (d_۸^-, d_۸^+) \geq ۰$

X_i ها؛ سهم بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی از منابع محدود در سال۱۳۸۸

d_i ها؛ انحراف های نامطلوب بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی

مقادیر مذکور در دو مدل مذکور برآمده از جداول (۹)، (۸)، (۷) و (۶) است.

با به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندهدفه GP نرم‌افزار WINQSB، سهم بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی شده از منابع محدود گازطبیعی برای دو مدل مذکور سال۱۳۸۸، مطابق جداول (۱۲)، (۱۳) و (۱۴) به‌دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۲- سهم گازطبیعی بخش‌های مختلف مصرف از منابع محدودقابل تخصیص درشرایط ایده ال سال۱۳۸۸ میلیون مترمکعب در روز

ردیف	بخش‌های مختلف مصرف گاز طبیعی	وزن نسبی بخش‌های مختلف مصرف به درصد	اولویت بخش‌های مختلف مصرف	مصرف پایه گازطبیعی بخشهای مختلف مصرف	سهم گازطبیعی بخش‌های مختلف مصرف	سهم آرمانی بخش‌های مختلف مصرف	درصد تحقق آرمان‌ها
				میلیون مترمکعب در روز			
۱	صادرات NG به وسیله خط لوله (۱)	۷.۶۳	۶	۱۹.۸	۱۹.۸	۴۸.۲	۴۱.۱
۳	خانگی/تجاری و عمومی (۳)	۱۲.۹۹	۵	۱۲۷.۳	۱۲۷.۳	۱۷۸.۵	۷۱.۳
۴	صنایع گازبر (۴)	۱۶.۳۰	۳	۴۴.۴	۴۴.۴	۷۷.۵	۵۷.۳
۵	صنایع پتروشیمی (۵)	۵.۷۱	۷	۳۰.۱	۳۰.۱	۷۶.۹	۳۹.۱
۶	نیروگاه‌های برق (۶)	۱۶.۱۴	۴	۱۰۹.۶	۱۰۹.۶	۱۵۳	۷۱.۶
۷	حمل و نقل (۷)	۱۶.۳۱	۲	۳.۱	۱۳.۵	۵۰	۲۷.۰
۸	تزریق در میادین نفتی (۸)	۲۴.۹۲	۱	۸۴.۳	۱۷۹.۳	۱۷۹.۳	۱۰۰.۰
	حجم گازطبیعی پایه، محدود قابل تخصیص و پیش بینی شده در سال1388			۴۱۸.۶	۵۲۴.۰	۷۶۳.۴	

جدول ۱۳- سهم گازطبیعی بخش‌های مختلف مصرف از منابع محدودقابل تخصیص درشرایط توجه به تعهد و توقع ایجاد شده درسال۱۳۸۸ میلیون مترمکعب در روز

ردیف	بخش های مختلف مصرف گاز طبیعی	وزن نسبی بخشهای مختلف مصرف به درصد	اولویت بخش های مختلف مصرف	مصرف پایه گازطبیعی بخش های مختلف مصرف	سهم گازطبیعی بخش های مختلف مصرف	سهم آرمانی بخش های مختلف مصرف	درصد تحقق آرمان ها
				میلیون مترمکعب در روز			
۱	صادرات NG به وسیله خط لوله (۱)	۷.۶۳	۶	۱۹.۸	۱۹.۸	۴۸.۲	۴۱.۱
۳	خانگی/تجاری و عمومی (۳)	۱۲.۹۹	۵	۱۲۷.۳	۱۲۷.۳	۱۷۸.۵	۷۱.۳
۴	صنایع گازبر (۴)	۱۶.۳۰	۳	۴۴.۴	۴۴.۴	۷۷.۵	۵۷.۳
۵	صنایع پتروشیمی (۵)	۵.۷۱	۷	۳۰.۱	۳۰.۱	۷۶.۹	۳۹.۱
۶	نیروگاه‌های برق (۶)	۱۶.۱۴	۴	۱۰۹.۶	۱۰۹.۶	۱۵۳	۷۱.۶
۷	حمل و نقل (۷)	۱۶.۳۱	۲	۳.۱	۱۳.۵	۵۰	۲۷.۰
۸	تزریق در میادین نفتی (۸)	۲۴.۹۲	۱	۸۴.۳	۱۷۹.۳	۱۷۹.۳	۱۰۰.۰
	حجم گازطبیعی پایه، محدود قابل تخصیص و پیش بینی شده در سال1388			۴۱۸.۶	۵۲۴.۰	۷۶۳.۴	

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۴- سهم گازطبیعی بخش‌های مختلف مصرف از منابع محدود در سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۸
میلیون مترمکعب در روز

ردیف	بخشهای مختلف مصرف گازطبیعی	اولویت بخشهای مختلف مصرف	سال ۱۳۸۶		سال ۱۳۸۸					
			سهم گازطبیعی تخصیص یافته بخشهای مختلف مصرف		سهم بهینه بخشهای مختلف مصرف اولویت‌بندی‌شده در شرایط ایده‌ال		مصرف پایه بخشهای مختلف مصرف درسال۱۳۸۸		سهم بهینه بخشهای مختلف مصرف اولویت‌بندی‌شده درشرایط توجه به تعهد و توقع ایجادشده	
			حجم مصرف میلیون مترمکعب در روز	درصد مصرف	حجم مصرف میلیون مترمکعب در روز	درصد مصرف	حجم مصرف میلیون مترمکعب در روز	درصد مصرف	حجم مصرف میلیون مترمکعب در روز	درصد مصرف
۱	صادراتNG بوسیله خط لوله (۱)	۶	۱۵/۴	۳/۵	۰/۰	۰/۰	۱۹/۸	۴/۴	۱۹/۸	۳/۵
۳	خانگی/تجاری و عمومی (۳)	۵	۱۲۵/۷	۲۸/۵	۶۴/۲	۱۱/۵	۱۲۷/۳	۲۸/۱	۱۲۷/۳	۲۲/۸
۴	صنایع گازبر (۴)	۳	۴۱/۸	۹/۵	۷۷/۵	۱۳/۹	۴۴/۴	۹/۸	۴۴/۴	۷/۹
۵	صنایع پتروشیمی (۵)	۷	۳۴/۳	۷/۸	۰/۰	۰/۰	۳۰/۱	۶/۶	۳۰/۱	۵/۴
۶	نیروگاههای برق (۶)	۴	۱۰۱/۳	۲۳/۰	۱۵۳/۰	۲۷/۴	۱۰۹/۶	۲۴/۲	۱۰۹/۶	۱۹/۶
۷	حمل و نقل (۷)	۲	۲/۸	۰/۶	۵۰/۰	۸/۹	۳/۱	۰/۷	۱۳/۵	۲/۴
۸	تزریق در میادین نفتی (۸)	۱	۸۷/۷	۱۹/۹	۱۷۹/۳	۳۲/۱	۸۴/۳	۱۸/۶	۱۷۹/۳	۳۲/۱
۹	مصارف عملیاتی(۹)	۰	۳۱/۷	۷/۲	۳۴/۸	۶/۲	۳۴/۸	۷/۷	۳۴/۸	۶/۲
حجم گازطبیعی محدود قابل تخصیص			۴۴۰/۷	۱۰۰/۰	۵۵۸/۸	۱۰۰/۰	۴۵۳/۴	۱۰۰/۰	۵۵۸/۸	۱۰۰/۰

۴- نتیجه گیری و پیشنهادها

در این مقاله بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی و شاخص‌های مهم اولویت‌بندی مصرف به‌همراه وزن نسبی آن‌ها شناسایی شدند. سپس به مدد تکنیک تصمیم‌گیری چندشاخصه TOPSIS بخش‌های مذکور اولویت‌بندی موزون‌شده آن گاه با به‌کارگیری اطلاعات موجود در ترازنامه‌های انرژی و هیدروکربوری سال۱۳۸۶ و سند چشم‌انداز صنعت گاز، سهم بهینه‌ی بخش‌های مختلف مصرف اولویت‌بندی موزون شده از منابع محدود گازطبیعی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند هدفه GP به‌دست آمد.

۴-۱- نتیجه‌گیری

شاخص امنیت انرژی به‌عنوان مهم‌ترین شاخص و به ترتیب شاخص کارایی‌مصرف انرژی، ارزش افزوده، امنیت در سطح بین الملل، تاثیرات توسعه‌ای درسطح کشور، هزینه تمام‌شده، بازار مناسب و تاثیرات زیست محیطی دومین تا هشتمین شاخص مهم در اولویت‌بندی مصرف و تخصیص منابع محدود گازطبیعی به بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی شناسایی شدند و شاخص کارایی مصرف انرژی یعنی دومین شاخص مهم در

www.SID.ir

Archive of SID

اولویت‌بندی مصرف، مهم‌ترین شاخص عملیاتی به منظور اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مختلف مصرف گازطبیعی تبیین گردید.

طبق جداول (۷) و (۱۴)؛ بخش تزریق در میادین نفتی اولویت اول مصرف و رتبه‌ی یکم تخصیص منابع محدود گازطبیعی را میان بخش‌های مختلف مصرف به خود اختصاص داده و به ترتیب بخش‌های مصرف حمل‌ونقل و صنایع گازبر مشترکاً، بخش مصرف نیروگاه‌های برق، بخش خانگی/تجاری و عمومی، بخش صادرات LNG[1] به وسیله تانکر، بخش صادرات NG[2] به وسیله خط لوله و بخش صنایع پتروشیمی اولویت دوم تا هفتم مصرف را به خود اختصاص دادند.

بر اساس جدول (۱۲)؛ (درشرایط ایده‌ال سال ۱۳۸۸) ضرورت دارد گازطبیعی به بخش‌های صادرات NG به وسیله خط لوله و صنایع پتروشیمی اختصاص نیابد و در بخش خانگی / تجاری و عمومی حدود نصف تعهد و توقع ایجاد شده (۳۶ درصد سهم آرمانی) تأمین گردد. ازطرفی لازمست درسال ۱۳۸۸ سهم آرمانی بخش‌های تزریق درمیادین نفتی، حمل ونقل، صنایع گازبر و نیروگاه‌های برق تأمین گردد.

براساس جدول (۱۳) (در شرایط توجه به تعهد و توقع ایجاد شده سال ۱۳۸۸) ضرورت دارد سهم آرمانی برای بخش تزریق در میادین نفتی تأمین گردد و سهم مصرف پایه گازطبیعی در بخش‌های صادرات NG به وسیله خط لوله، خانگی / تجاری و عمومی، صنایع گازبر، صنایع پتروشیمی و نیروگاه‌های برق به‌همراه چهار برابر مقدار مصرف پایه بخش حمل و نقل (۲۷ درصد سهم آرمانی) برآورده شود.

طبق جدول (۱۴) در سال ۱۳۸۶ گازطبیعی تخصیص یافته به بخش خانگی/تجاری و عمومی با ۲۸/۵ درصد بالاترین سهم مصرف و به ترتیب بخش‌های نیروگاه‌های برق، تزریق در میادین نفتی و بخش صنایع گازبر در رتبه های بعدی قرار دارند. درصورتی‌که درشرایط ایده‌ال ضرورت دارد بخش تزریق در میادین نفتی در بالاترین سهم مصرف و به ترتیب بخش‌های مصرف نیروگاه‌های برق، صنایع گازبر و بخش خانگی/ تجاری و عمومی در رتبه‌های بعدی تخصیص قرارگیرند. ولیکن به لحاظ تعهد و توقع ایجاد شده مجبوریم با وجود آن‌که بخش خانگی/تجاری و عمومی در رتبه‌ی چهارم قراردارد آنرا در رتبه‌ی دوم تخصیص قراردهیم.

---

1 - Liquefied Natural Gas
2 - Natural Gas

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۲- پیشنهادها

باعنایت به این که شاخص کارایی مصرف انرژی؛ دومین و مهم‌ترین شاخص عملیاتی جهت اولویت بندی مصرف و تخصیص گازطبیعی است، پیشنهاد می‌گردد در راستای اصلاح الگوی مصرف انرژی مقوله ارتقای کارایی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف مصرف به‌عنوان امری واجب و ضروری به طور مستمر پیگیری شود.

براساس محتوای جدول (۱۴)؛

باتوجه به این که سهم مصرف در بخش‌های مصارف عملیاتی، نیروگاه‌های برق و صنایع حدود ۴۰ درصد حجم منابع محدود گازطبیعی می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد؛ دولت جهت اصلاح الگوی مصرف در بخش‌های مذکور از خود شروع کرده و رویه‌های اجرایی و زودبازدهی تهیه و اجرا نماید تا به تبع آن بخش‌های دیگر برای مصرف بهینه‌ی گازطبیعی اقدامات مقتضی و کارآمدی انجام دهند.

پیشنهاد می‌گردد بخش تزریق درمیادین نفتی همانند بخش مصارف عملیاتی از مجموعه بخش‌های مختلف مصرف قابل اولویت‌بندی خارج شود به نحوی که پس از تأمین گازطبیعی مورد نیاز بخش‌های تزریق درمیادین نفتی و مصارف عملیاتی منابع گازطبیعی به دیگر بخش‌های مختلف مصرف اختصاص یابد.

ضمن توقف توسعه بخش‌های مصرف خانگی/تجاری و عمومی، صادرات NG به وسیله خط لوله و صنایع پتروشیمی، به‌منظور افزایش کارایی مصرف گاز طبیعی تحقیقاتی اجرایی، کارآمد و مستمری در بخش‌های مختلف مصرف انجام پذیرد تا حجم گازطبیعی صرفه‌جویی‌شده به‌نحوه مناسب‌تری به تقاضاهای باقیمانده در بخش‌های مختلف مصرف اختصاص یابد.

فهرست منابع

آذر، عادل، رجب زاده، علی (۱۳۸۱)، تصمیم‌گیری کاربردی (رویکرد MADM)، تهران، انتشارات نگاه دانش.

اصغرپور، محمدجواد (۱۳۸۵)، تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

بیدآبادی، مهدی، صدیقی، محمد، میران‌بیگی، علی، قویم، صادق، میران‌بیگی، محمد (۱۳۸۴)، الگوی بهینه سازی مصرف گازطبیعی با استفاده از مدل توسعه یافته مهندسی ارزش، تهران، دومین کنفرانس ملی مهندسی ارزش.

پرتوی، کتایون (۱۳۷۸)، نقش منابع انرژی در تأمین امنیت ملی ایران در مقطع ۱۳۵۷-۱۲۹۵، تهران، دومین همایش ملی انرژی.

ترازنامه‌ی هیدروکربوری۱۳۸۶ (۱۳۸۷)، تهران، موسسه مطالعات بین المللی انرژی

ترازنامه‌ی انرژی۱۳۸۶ (۱۳۸۸)، تهران، وزارت نیرو.

خالقی، شهلا (۱۳۸۰)، بهینه سازی مصرف گاز طبیعی، تهران، سومین همایش ملی انرژی ایران.

خورشید، صدیقه، لوکس، کارو، تسلیمی، محمدسعید، جعفرنژاد، احمد، بدیع، کامبیز (۱۳۸۳)، رتبه بندی و انتخاب پروژه های تحقیقاتی تحت محیط فازی تصمیم‌گیری گروهی ازطریق تکنیک تصمیم‌گیری TOPSIS، تهران، مجله‌ی علمی پژوهشی فرهنگ مدیریت، شماره‌ی۵، ص‌ص ۲۸-۵.

راهبرد، پیش درآمدی بر اصلاح الگوی مصرف انرژی (۱۳۸۸)، تهران، بهینه سازی مصرف سوخت.

سند چشم انداز صنعت گاز (۱۳۸۷)، تهران، وزارت نفت.

عبدلی، محمدعلی (۱۳۸۲)، انرژی برای توسعه پایدار، تهران، چهارمین همایش ملی انرژی.

کریمی، محمد (۱۳۵۴)، نقش صنعت گاز در توسعه اقتصادی ایران، پایان‌نامه‌ی کارشناسی‌ارشد، تهران، دانشکده‌حقوق دانشگاه شهید بهشتی.

محقر، علی، امین ناصری، محمدرضا (۱۳۸۰)، تعیین و تبیین شاخص‌های ارزیابی تصمیمات مجلس شورای اسلامی، مجله‌ی علمی‌پژوهشی مدرس، دوره‌ی ۵، شماره‌ی۲، ص‌ص۱۷۷-۱۵۵.

www.SID.ir

Archive of SID

مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳)، پژوهش عملیاتی پیشرفته، تهران، انتشارات نشر کتاب دانشگاهی.

مومنی، منصور، فعال قیومی، علی (۱۳۸۶)، تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، تهران، انتشارات کتاب نو.

هاشمی مرغزار، شهرام، فرزانه گرد، محمود (۱۳۸۷)، نقش گاز در توسعه‌ی صنایع انرژی بر، تهران، همایش ملی تبدیل گازطبیعی.

Chen S. J.Y; Hwang C.L.; Hwang F.P. (1992), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Spring-verlag, Berlin Heidelberg.

Chu T.C. (2002), "Selecting Plant Location via a Fuzzy TOPSIS Approach", Journal of Advanced Manufacturing Technology, pp.859-864.

Hwang C.L.; Yoon K. (1981), "Multiple Attribute Decision Making", Springer-verlag, Berlin Heidelberg.

Hwang C.L.; Masud A.Md (1979), "Multiple Objective Decision Making Method and Applications", Springer-verlag, Berlin Heidelberg.

Shahanaghi K.; Yazdian SA. (2009), "Vendor Selection Using a New Fuzzy Group TOPSIS Approach", Journal of Uncertain Systems, Vol3, No3, pp.221-231.

Jahanshahloo GR.; Hosseinzadeh Lotfi F.; Izadikhah M. (2006), "Extension of the TOPSIS Method for Decision-making Problems with Fuzzy Data", Applied Mathematics and Computation 181, pp.1544-1551

Khaleghi S. (2003), "Optimal Inter-sectoral Allocation of Natural Gas in Iran", Energy Studies, Vol.1.11, No.1, pp.114-130.

Mezher T.; Chedid r.; Zahabi W. (1998), "Energy Resource Allocation Using Multi-objective Goal Programming: the Case of Lebanon", Elsevier, Applied Energy 61, pp.175-192.

Mahdavi I.; Nezam Mahdavi A.; Heidarzade A.; Nourifar R. (2008), "Designing a Model of Fuzzy TOPSIS in Multiple Criteria Decision Making", Applied Mathematics and Computation, Vol.206, Issue2, pp.607-617.

Ramanathan R.; Ganesh L.S., 2007, "A Multi-objective Programming Approach to Energy Resource Allocation Problems", International Journal of Energy Research, Vol.17 Issue2, pp105-119.

www.SID.ir

Archive of SID

Wang T.C.; Lee H.D.; Chang M.C. (2007), "A Fuzzy TOPSIS Approach with Entropy Measure for Decision-making Problem", IEEE International, pp.124-128.

Wann-Yih W.; Chinho L.; Jung-Yuan K.; Chia-Tzu L. (2007), "A New Fuzzy TOPSIS for Fuzzy MADM Problems Under Group Decisions", Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, Vol.18, No.2, pp.109-115.

www.SID.ir