

اولویت‌بندی پروژه‌های تحقیق و توسعه در سطح ملی؛ مطالعه موردی: کمیسیون تخصصی انرژی شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری

حسین حیرانی^{۱*}، ناصر باقری‌مقدم^۲، سید رضا رضوی‌پور^۳

۱ و ۳- دانشجوی دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری؛ مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

۲- دکترای مدیریت فناوری از دانشگاه علامه طباطبائی و دبیر کمیسیون تخصصی انرژی شورای عالی عتف

چکیده

انرژی همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای امروز بشر مطرح بوده است و بسیاری از روابط و سیاست‌گذاری‌های یک کشور تحت تأثیر چالش‌های این حوزه و در راستای توسعه فناوری‌های مربوط به آن صورت می‌پذیرد. یکی از ابزارهای اصلی حل مسائل بخش انرژی، بهره‌مندی مناسب از تحقیقات در راستای توسعه فناوری است. بنابراین خط‌مشی‌گذاری صحیح و آینده‌نگر و نیز تعیین اولویت‌های پژوهش و فناوری در این حوزه به منظور پاسخگویی به این نیاز اساسی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. در این راستا کمیسیون تخصصی انرژی شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری به‌عنوان نهاد سیاست‌گذار علم و فناوری در حوزه انرژی کشور، اقدام به تعیین حوزه‌های راهبردی و سپس اولویت‌بندی طرح‌های کلان ملی به منظور نیل به اهداف تعیین شده، کرده است. در این مقاله روش‌شناسی اولویت‌بندی طرح‌های کلان انرژی کشور در این کمیسیون شرح داده می‌شود. به این منظور ابتدا بر اساس مطالعات آسیب‌شناسی حوزه انرژی کشور و نیز حوزه‌های راهبردی مصوب کمیسیون، طرح‌های کلان ملی توسط خبرگان حوزه انرژی کشور پیشنهاد می‌گردد. در ادامه پس از تعیین معیارهای رتبه‌بندی، از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی برای رتبه‌بندی طرح‌های کلان ملی حوزه انرژی در چهار گروه برق و انرژی، نفت، هسته‌ای و فراهی و محیط زیست استفاده می‌گردد.

واژگان کلیدی: خط‌مشی‌گذاری انرژی، طرح‌های کلان ملی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، اولویت‌های فناوری.

۱- مقدمه

انرژی همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای امروز بشر مطرح بوده است و بسیاری از روابط و سیاست‌گذاری‌های یک کشور تحت تأثیر آن و یا برای تنظیم عرضه و تقاضای انرژی صورت می‌پذیرد. بنابراین دولت‌ها تلاش می‌کنند تا در قالب برنامه‌ریزی‌های مدون، ضمن برآورد عرضه و تقاضای انرژی کشور خود در آینده، زیر ساخت‌های لازم برای تنظیم این دو را فراهم آورند.

در کشور ما به علت مشکلاتی که در حوزه تولید، مصرف و برنامه‌ریزی انرژی وجود دارد، تنظیم عرضه و تقاضای انرژی به‌خوبی صورت نمی‌پذیرد که این امر سبب بروز مشکلات فراوانی مانند اتلاف عظیم انرژی در بخش‌های مختلف مصرف، فقدان استراتژی جامع در تنظیم سیاست‌های انرژی‌رسانی به نقاط مختلف کشور و نبود مدیریت و برنامه‌ریزی در حوزه انرژی شده است. یکی از ابزارهای اصلی حل مشکلات بخش انرژی بهره‌مندی مناسب از تحقیقات و توسعه فناوری است. نقشی که دولت‌ها در سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه ایفاء می‌کنند، سبب بروز نوآوری در تولید کالاهای عمومی می‌گردد [۱].

از آنجا که خط‌مشی‌گذاری و مدیریت پژوهش و فناوری در کشور از رسالت‌های شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) است، کمیسیون تخصصی انرژی به‌عنوان یکی از کمیسیون‌های تخصصی این شورای عالی، این وظیفه را در بخش انرژی عهده‌دار است. انجام چنین امری، نیازمند همراهی خبرگانی است که هم در حوزه انرژی تخصص داشته

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: ایمیل heirani@gsm.sharif.edu

جامعه. در راستای تحقق این امر، پس از شناسایی حوزه‌های راهبردی انرژی بر اساس اسناد بالادست کشور در حوزه انرژی و مطالعات آسیب‌شناسی حوزه انرژی کشور، طرح‌های کلان ملی در این حوزه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی^۷ رتبه‌بندی می‌شوند.

این مقاله از چهار بخش اصلی تشکیل شده است. در ابتدا تعاریف عناوین مطرح شده در مقاله بیان می‌شود. در ادامه ادبیات موضوع در حوزه خط‌مشی‌گذاری علم و فناوری و روش‌های رتبه‌بندی شرح داده می‌شود. در گام بعد مدل اصلی مقاله برای رتبه‌بندی طرح‌های کلان ملی حوزه انرژی معرفی و در نهایت نتایج حاصل بیان می‌گردد.

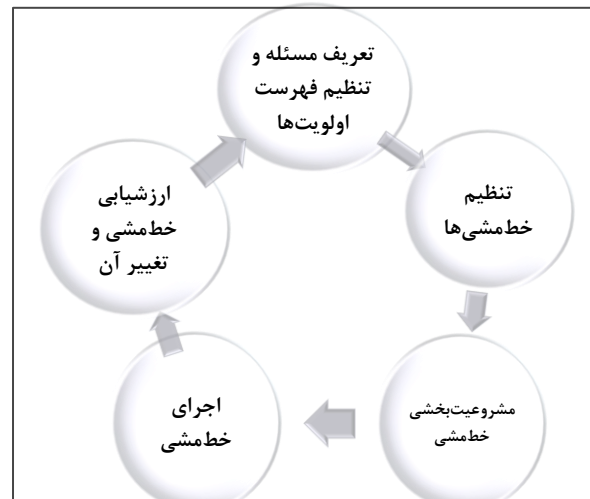
۲- تعاریف

حوزه راهبردی: موضوع‌های جذاب و اثربخش ملی در بخش خاصی را گویند. (به عنوان مثال بخش انرژی)
 طرح کلان: یک طرح کلان به مجموعه‌ای از پروژه‌ها در سطح ملی و بلندمدت و با منابع گسترده اطلاق می‌شود که دارای ویژگی‌های زیر باشد:

- ارزش افزوده فراوان ایجاد نماید و منافع مختلف برای جامعه شامل مزایای اجتماعی، بهداشتی، اقتصادی، فرهنگی و ... را دربر داشته باشد؛
- مبتنی بر توسعه علوم و فناوری‌های مستقر بر لبه دانش یا بومی‌سازی آنها باشد؛
- اندازه و هزینه طرح به طور کلی فراتر از حیطه و توان یک بخش یا نهاد خاص باشد؛
- همراستا با اولویت‌های ملی باشد؛
- همکاری نهادها و سازمان‌های مختلف در طرح را در برگیرد؛
- توسعه و هم‌افزایی میان اهداف آموزشی و تحقیقاتی را موجب شود؛
- شامل طیف گسترده‌ای از طرح‌های تحت حمایت طرح اصلی باشد.

کمیسیون انرژی شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری: یکی از کمیسیون‌های تخصصی شورای عالی عتف می‌باشد که

باشند و هم از پیشینه دانشگاهی و پژوهشی برخوردار باشند. با همراهی این خبرگان و ایجاد همگرایی میان ایشان و در نهایت استخراج حوزه‌های اولویت‌دار بخش انرژی کشور می‌توان به تعیین طرح‌های پژوهشی، رشته‌های آموزشی و فناوری‌هایی اقدام کرد که به توسعه مطلوب حوزه انرژی بیانجامد. از طرف دیگر فرایند اصلی خط‌مشی‌گذاری بر اساس مدل فرایندی خط‌مشی‌گذاری^۱، عبارتند از: تعریف مسئله و تنظیم فهرست اولویت‌ها^۲؛ تنظیم خط‌مشی^۳؛ مشروعیت‌بخشی خط‌مشی^۴؛ اجرای خط‌مشی^۵؛ ارزشیابی و تغییر خط‌مشی^۶؛ (شکل ۱) در این مقاله سعی بر آن است تا نگاهی دو فرایند ابتدایی خط‌مشی‌گذاری یعنی تعریف مسائل کشور در حوزه انرژی و سپس تنظیم خط‌مشی‌ها در کمیسیون تخصصی شورای عالی عتف ارائه گردد.



شکل ۱. فرایندهای اصلی در مدل فرآیندی خط‌مشی‌گذاری

فعالیت‌های متناظر صورت‌پذیرفته با این دو فرایند در کمیسیون انرژی عبارتند از: تعیین حوزه‌های راهبردی انرژی کشور، شناسایی طرح‌های کلان ملی بر اساس حوزه‌های تعیین شده اولویت‌دار و سپس اولویت‌بندی این طرح‌ها به منظور دستیابی به فناوری و دانش خاص و ارزش‌آفرین در

1. Policy Process Model
2. Problem Definition and Agenda Setting
3. Policy Formulation
4. Policy Legitimation
5. Policy Implementation
6. Policy Evaluation and Change

7. Analytic Hierarchy Process (AHP)

دسته مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفی و مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه^۱ تقسیم می‌شوند. با توجه با این موضوع که یکی از بخش‌های اصلی در اولویت‌بندی طرح‌های کلان تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه‌ها بر اساس معیارهای مختلف در حوزه انرژی می‌باشد. در ادامه مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به اختصار شرح داده می‌شود.

۱-۳- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

تصمیم‌گیری چند شاخصه به دسته‌ای از فنون و روش‌های تصمیم‌گیری اطلاق می‌شود که به منظور اولویت‌بندی و یا انتخاب مناسب‌ترین گزینه^۲ از بین m گزینه موجود، براساس n معیار تصمیم‌گیری به کار می‌روند. این نوع مسائل معمولاً به صورت ماتریس زیر فرموله می‌شوند (جدول ۱). A ، بیانگر گزینه j ام و t_{ij} نشان‌دهنده ارزیابی گزینه i ام بر مبنای معیار j ام است.

در سال ۱۹۸۱، Yoon and Hwang روش‌های MADM را براساس نوع ویژگی اطلاعات دریافت‌شده از تصمیم‌گیرنده، دسته‌بندی کردند.

شکل ۱، دسته‌بندی اصلاح‌شده مزبور را در مورد سیزده روش MADM نشان می‌دهد. مطابق

شکل ۱، اگر هیچ‌گونه اطلاعاتی در مورد معیارها در دسترس نباشد، بهتر است از روش تسلط استفاده شود. اگر اطلاعات در مورد محیط باشد (در مورد معیارها نباشد) و فضای تصمیم‌گیری را مشخص کند، در این زمینه روش $\max \min$ و $\max \max$ به ترتیب برای اطلاعات به دست آمده و اساس دیدگاه بدبینانه و خوش‌بینانه، پیشنهاد می‌گردد. اگر اطلاعات صرفاً در مورد معیار ارائه شده باشد، آنگاه یا اطلاعات در سطح استاندارد است (میزان حداقل قابل قبول برای معیار مربوط را بیان می‌دارد) و یا وزن معیار (درجه اهمیت نسبی معیار) را بیان می‌کند که ممکن است با داده‌های برخوردار از مقیاس ترتیبی یا اصلی اندازه‌گیری شده باشد. در هر یک از حالت‌های بیان شده ذکر شده، روش‌هایی برای استفاده، ارائه شده است.

شامل گروهی از صاحب‌نظران و متخصصان حقیقی (شامل دانشمندان، افراد برجسته علمی یا صاحب‌نظران و متخصصان بخش‌های غیر دولتی) و حقوقی (شامل نمایندگان وزارتخانه‌ها، سازمان‌های ملی کشور یا مراکز معتبر علمی و مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی) صاحب‌نظر در یکی از زمینه‌های کلان علم و فناوری حوزه انرژی کشور.

۳- ادبیات تحقیق

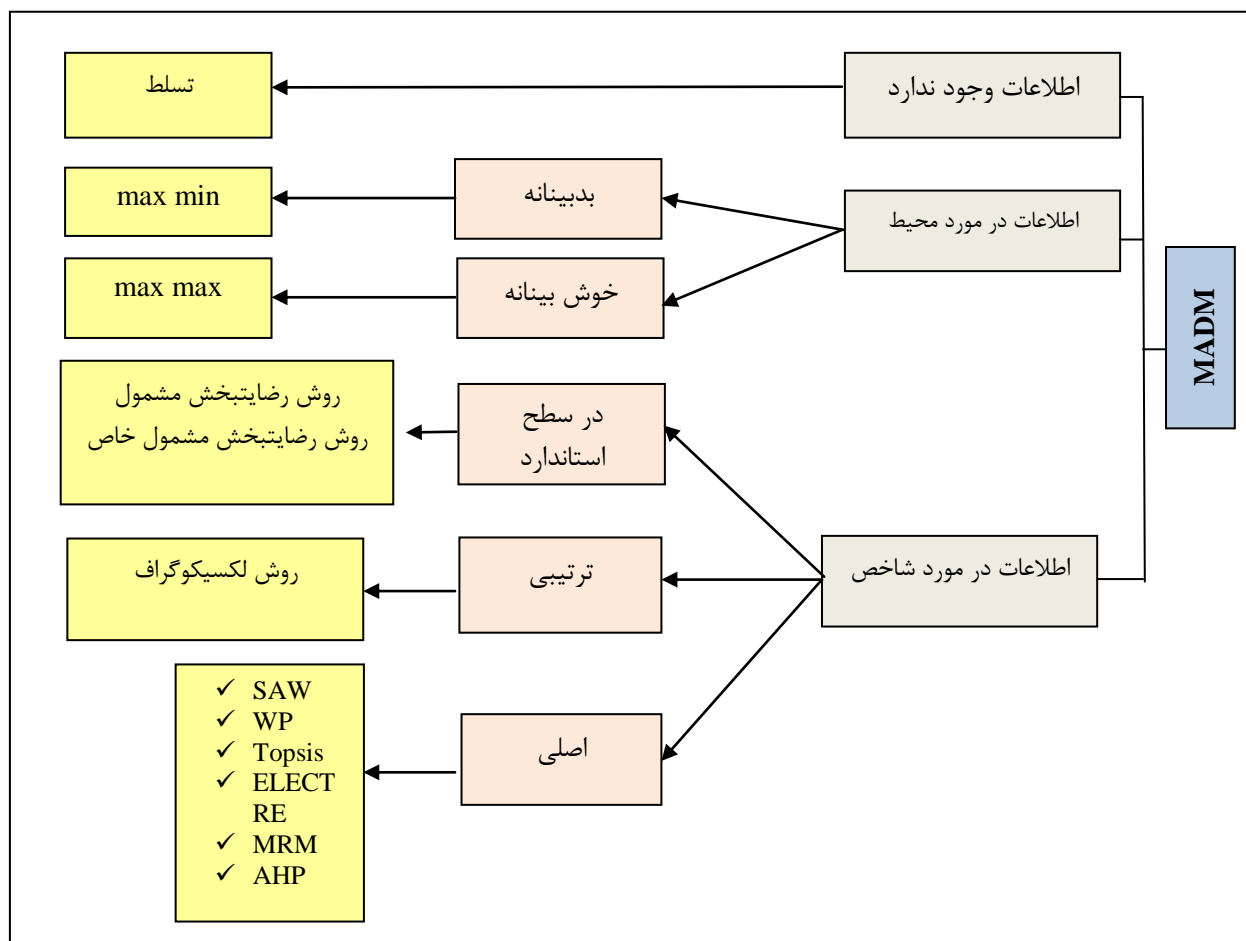
خط‌مشی‌گذاری علم و فناوری در تمامی حوزه‌ها به خصوص انرژی از اهمیت بالایی برخوردار است. در برخی از پژوهش‌ها خط‌مشی‌گذاری‌ها در راستای توسعه فناوری انرژی به منظور دستیابی به امنیت ملی کشور [۴]، یا برای انتخاب آلت‌رناتیوهای برای سرمایه‌گذاری در این بخش [۵] صورت گرفته است. تعیین سیاست‌های مرتبط با انرژی با وجود معیارها و آلت‌رناتیوهای مختلف که در یک بستر زمانی طولانی و فرایندهای استراتژیک اتفاق می‌افتد به عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره دیده می‌شود [۶]. از طرف دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در حوزه‌های مختلف خط-مشی‌گذاری انرژی (انرژی پایدار، ذخیره‌سازی، توسعه فناوری و ...) به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند [۷]، [۸]، [۹] و [۱۰].

فنون ریاضی تصمیم‌گیری، یکی از ارزش‌ترین دستاوردهای فعالیت پژوهشگران است که غالباً تحت عناوین "تحقیق در عملیات"، "پژوهش عملیاتی" و یا "تکنیک‌های کمی تصمیم‌گیری" در محافل علمی مطرح می‌شوند. در نگرش فرایندی به تصمیم‌گیری، محور تأکید و کاربرد این فنون به ایجاد مدل از مسئله تصمیم، ارزیابی راه‌حل‌های ممکن و گزینش بهترین یا رضایت‌بخش‌ترین راه‌حل مربوط می‌شود. در تصمیم‌گیری در شرایط اطمینان کامل، کلیه متغیرهای تأثیرگذار بر تصمیم، ثابت فرض می‌شوند. به عبارت دیگر در این شرایط، تصمیم‌گیرنده با اطمینان، پیامدهای انتخاب هر گزینه را می‌داند و بنابراین برای این شرایط از تصمیم‌گیری، متغیرهای غیرقابل کنترل وجود ندارد. روش‌های ریاضی تصمیم‌گیری در این حوزه به دو دسته مدل‌ها و فنون تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل‌ها و فنون غیر چند معیاره تقسیم می‌شوند. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره نیز به دو

1 . Multiple Attributed decision Making (MADM)
2 . Alternative

جدول ۱. ماتریس تصمیم‌گیری چندشاخصه

X_1	X_2 X_n	معیار	گزینه
r_{11}	r_{12} r_{1n}		
r_{21}	r_{22} r_{2n}		A_2
r_{m1}	r_{m2} r_{mn}		A_m



شکل ۱. تقسیم‌بندی روش‌های MADM بر اساس اطلاعات در دسترس

سطح یک آن، هدف و سطح آخر، گزینه‌های رقیب خواهد بود. سطح یا سطوح میانی نیز شامل عوامل است و تعداد سطوح بستگی به موضوع مورد ارزیابی دارد [۲]. این فرایند بر پایه مقایسه‌های زوجی، با امکان تسهیل در قضاوت‌ها و محاسبه‌ها بنا نهاده شده است [۳] و علاوه بر این میزان سازگاری و

مشاهده شده است که از میان روش‌های مختلف، تصمیم‌گیری چند معیاره AHP رایج‌ترین روش است روش AHP در حوزه خط‌مشی‌گذاری انرژی کمک بسیار زیادی برای تصمیم‌سازی می‌کند و در پژوهش‌های [۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۴] و [۱۵] مورد استفاده قرار گرفته است. براساس روش AHP، موضوع تصمیم‌گیری دارای درختی است که

از سطوح است. سطح بالا بیانگر هدف اصلی فرایند تصمیم‌گیری است. سطح دوم، نشان دهنده شاخص‌های عمده و اساسی است که ممکن است به شاخص‌های فرعی و جزئی‌تر در سطح بعدی شکسته شود. سطح آخر گزینه‌های تصمیم را ارائه می‌کند.

ب) قضاوت ترجیحی (مقایسه‌های زوجی)

این مرحله شامل انجام مقایسه‌هایی بین گزینه‌های مختلف تصمیم، بر اساس هر شاخص و قضاوت در مورد اهمیت شاخص تصمیم با انجام مقایسه‌های زوجی است. به این صورت که بعد از طراحی سلسله مراتب مسئله تصمیم، تصمیم‌گیرنده می‌بایست مجموعه ماتریس‌هایی که به طور عددی اهمیت یا ارجحیت نسبی شاخص‌ها را نسبت به یکدیگر و هر گزینه تصمیم را با توجه به شاخص‌ها نسبت به سایر گزینه‌ها اندازه‌گیری می‌نماید، ایجاد کند. این کار با انجام مقایسه‌های دو به دو (مقایسه زوجی) بین عناصر تصمیم و از طریق تخصیص امتیازات عددی که نشان دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است، صورت می‌گیرد.

برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه‌ها (یا شاخص‌های) I ام نسبت به گزینه‌ها (یا شاخص‌های) J ام استفاده می‌شود که در جدول ۲ نحوه ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم نشان داده شده است.

ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد. این موارد از جمله مزایای مهم روش تصمیم‌گیری چند معیاره به شمار می‌رود [۱۶].

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبه‌روست می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسه‌های زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس مجموعه‌ای از مقایسه‌های زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسه‌ها، وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. در نهایت منطق فرایند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسه‌های زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید. به کارگیری این روش مستلزم چهار قدم عمده زیر است [۲]:

الف) مدل‌سازی

در این قدم، مسئله و هدف تصمیم‌گیری به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم در ارتباط هستند، در آورده می‌شود. عناصر تصمیم شامل «شاخص‌های تصمیم‌گیری» و «گزینه‌های تصمیم» است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی نیازمند شکستن یک مسئله با چند شاخص به سلسله مراتبی

جدول ۱. ارزش‌گذاری شاخص‌ها نسبت به هم

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه I نسبت به J	توضیح
۱	اهمیت برابر	گزینه یا شاخص I نسبت به J اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهم‌تر	گزینه یا شاخص I نسبت به J کمی مهم‌تر است.
۵	مهم‌تر	گزینه یا شاخص I نسبت به J مهم‌تر است.
۷	خیلی مهم‌تر	گزینه یا شاخص I دارای ارجحیت خیلی بیشتری از J است.
۹	کاملاً مهم	گزینه یا شاخص به صورت مطلق I از J مهم‌تر و قابل مقایسه با J نیست.
۲ و ۴ و ۶ و ۸		ارزش‌های میانی بین ارزش‌های ترجیحی را نشان می‌دهد به عنوان مثال ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای I است.

مراتبی انجام محاسبه‌های لازم برای تعیین اولویت هر یک از عناصر تصمیم با استفاده از اطلاعات ماتریس‌های مقایسه‌های

ج) محاسبه‌های وزن‌های نسبی

تعیین وزن «عناصر تصمیم» نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبه‌های عددی. قدم بعدی در فرایند تحلیل سلسله

۴- روش‌شناسی اولویت‌بندی طرح‌های کلان ملی حوزه انرژی کشور

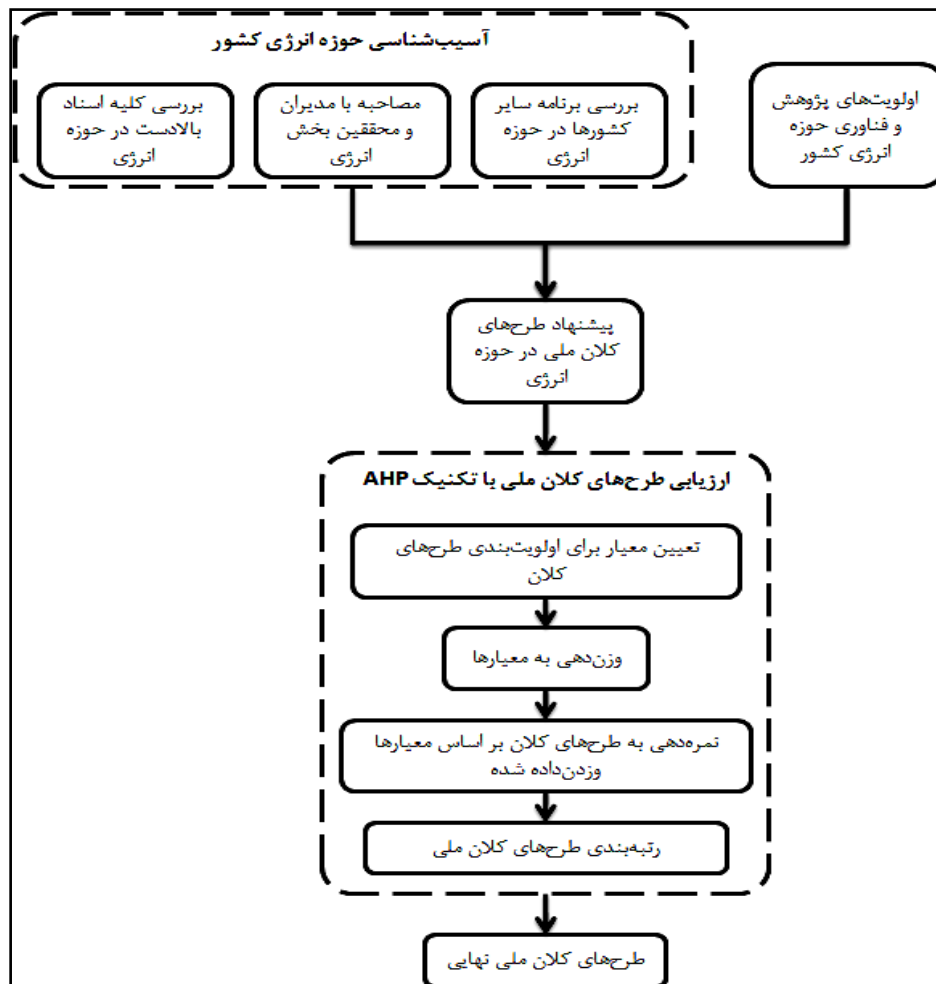
به منظور اولویت‌بندی طرح‌های کلان پژوهش و فناوری در سطح ملی، کمیسیون تخصصی انرژی شورای عالی عتف از روشی مانند آنچه در شکل ۲ آمده استفاده کرد. به این ترتیب که ابتدا با بررسی گزارش‌های حوزه انرژی، بررسی برنامه‌های سایر کشورها، دریافت نظر خبرگان و بر اساس حوزه‌های اولویت‌دار انرژی کشور طرح‌های کلان ملی از سوی اعضای کمیسیون پیشنهاد می‌شود. سپس طرح‌های پیشنهاد شده توسط ۴ کارگروه تخصصی متشکل از اعضای کمیسیون با استفاده از تکنیک AHP در ۴ گروه برق و انرژی، نفت، فرایختی و محیط زیست و هسته‌ای رتبه‌بندی می‌شوند. شکل ۲ به طور خلاصه مراحل این روش‌شناسی را نمایش می‌دهد:

زوجی است. خلاصه عملیات ریاضی در این مرحله به صورت زیر است:

مجموع اعداد هر ستون از ماتریس مقایسه‌های زوجی را محاسبه می‌کند، سپس هر عنصر ستون را بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم می‌گردد. ماتریس جدیدی که به این صورت به دست می‌آید، «ماتریس مقایسه‌های نرمال شده» نامیده می‌شود. میانگین اعداد هر سطر از ماتریس مقایسات نرمال شده را محاسبه می‌شود. این میانگین وزن نسبی عناصر تصمیم با سطرهای ماتریس را ارائه می‌کند.

د) ادغام وزن‌های نسبی

به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم، در این مرحله بایستی وزن نسبی هر عنصر را در وزن عناصر بالاتر ضرب کرد تا وزن نهایی آن بدست آید. با انجام این مرحله برای هر گزینه، مقدار وزن نهایی به دست می‌آید.



شکل ۲. فرایند اولویت‌بندی طرح‌های کلان ملی حوزه انرژی

۴-۱- مطالعات آسیب‌شناسی

در گام اول مطالعات آسیب‌شناسی انرژی به منظور شناخت جایگاه انرژی ایران نسبت به سایر کشورها و نیز تعیین نیازهای حال و آینده انرژی در ایران انجام پذیرفت. این مطالعات در سه فاز تکمیل گردید:

- بررسی کلیه اسناد بالادست در حوزه انرژی؛

- مصاحبه با مدیران و محققین بخش انرژی؛

- بررسی برنامه سایر کشورها در حوزه انرژی

فعالیت‌های صورت گرفته در هر یک از فازهای فوق در جدول ۳ بیان شده است.

جدول ۲. مطالعات آسیب‌شناسی انرژی انجام گرفته به منظور شناخت جایگاه انرژی ایران

بررسی کلیه اسناد بالادست در حوزه انرژی	مصاحبه با مدیران و پژوهشگران بخش انرژی	بررسی برنامه سایر کشورها در حوزه انرژی
<ul style="list-style-type: none"> • سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴؛ • نقشه جامع علمی کشور؛ • برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور؛ • موازنه عرضه و تقاضای گاز طبیعی تا سال ۱۴۰۴؛ • برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور؛ • سند جامع ضرورت‌یابی تدوین استراتژی انرژی کشور؛ • گزارش‌های انرژی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی؛ • پیش‌نویس نقشه‌های علمی کشور؛ • سند توسعه ویژه (فرابخشی) مدیریت انرژی؛ • سند راهبردی پژوهش و فناوری صنعت نفت؛ • سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی کشور. 	<ul style="list-style-type: none"> • مدیر عامل سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور؛ • مدیر عامل سازمان بهره‌وری مصرف انرژی کشور؛ • مدیر عامل سازمان انرژی‌های نو ایران و دبیر ستاد انرژی‌های نو معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری؛ • مدیر مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی؛ • معاون انرژی مرکز همکاری‌های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری؛ • مدیر کل برنامه‌ریزی وزارت نفت؛ • اساتید دانشکده‌های انرژی دانشگاه‌های موجود در تهران؛ • قطب‌های انرژی کشور؛ • بسیاری دیگر از متخصصان حوزه انرژی کشور. 	<p>در این فاز کار مطالعاتی عمیق بر برنامه‌های تعدادی از کشورهای دیگر در زمینه انرژی صورت پذیرفت که با مقایسه آنها به نتایج بسیار خوبی می‌توان رسید. به عنوان نمونه اهم فعالیت و برنامه‌های کشور نروژ در این حوزه از جمله این موارد است.</p>

۴-۲- پیشنهاد طرح‌های کلان ملی

در گام دوم پس از انجام مطالعات اکتشافی و ارائه گزارش‌های آنها به خبرگان (نمایندگان وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های عضو کمیسیون، اعضای حقیقی، دبیرخانه کمیسیون دائمی شورای عالی عتف و دیگر سازمان‌ها و بازیگران بخش انرژی کشور)، از آنها خواسته شد تا با توجه به نتایج این مطالعات، دید آینده‌پژوهانه خود و نیز بر اساس ۱۹ حوزه اولویت‌دار راهبردی مصوب کمیسیون، در قالب فرمی استاندارد طرح‌های کلان ملی مدنظر خود را پیشنهاد دهند. فرم مورد نظر دربردارنده اطلاعاتی از جمله: عنوان طرح ملی، بودجه و زمان تخمینی، حوزه‌های راهبردی مرتبط، شرح مختصر طرح، محصول یا

برون‌داد مشخص طرح، سابقه طرح در کشور، انطباق طرح با مشخصه یک طرح کلان ملی است. حوزه‌های راهبردی مصوب کمیسیون عبارتند از:

۱. توسعه فناوری‌های بهبود و ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز بر پایه انجام مطالعات جامع مهندسی مخازن و ارائه طرح توسعه مخازن؛
۲. توسعه فناوری‌های تبدیل‌های گازی؛
۳. توسعه فناوری‌های پالایش گاز طبیعی؛
۴. توسعه فناوری‌های ذخیره‌سازی گاز طبیعی؛
۵. افزایش بازدهی فنی و اقتصادی انتقال گاز طبیعی؛

- ۳-۴- رتبه‌بندی معیارهای ارزیابی طرح‌های کلان ملی در گام سوم می‌بایست معیارهای تصمیم‌گیری مشخص و وزن‌دهی شوند. در این راستا و بر اساس اسناد بالادست کشور در حوزه انرژی ۱۱ معیار راهبردی در کمیسیون مصوب گردید. سپس این معیارها در اختیار اعضا قرار گرفت تا بر اساس روش AHP وزن‌دهی شوند. معیارهای مصوب کمیسیون عبارتند از:
۱. ارتقا امنیت انرژی؛
 ۲. افزایش ظرفیت‌های صادراتی در بخش خدمات فنی و تجهیزات و فرآورده‌های ارزشمند از منابع انرژی؛
 ۳. افزایش تعامل‌های بین‌المللی و ارتقا نقش مدیریتی ایران در توزیع و ترانزیت انرژی؛
 ۴. ایجاد ارزش افزوده؛
 ۵. ایجاد فرصت‌های اشتغال اثربخش و کارا؛
 ۶. ارتقا بهره‌وری انرژی؛
 ۷. سازگاری با محیط زیست؛
 ۸. بهبود کیفیت زندگی و مقبولیت فرهنگی و اجتماعی؛
 ۹. مزیت نسبی در منابع؛
 ۱۰. افق زمانی؛
 ۱۱. ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد چرخه عمر و ایجاد زیرساخت برای سایر فناوری‌ها. لازم به ذکر است نمره‌دهی اعضای کمیسیون به معیارها در جدولی با قالب زیر صورت پذیرفت (جدول ۴):
۶. بومی‌سازی فناوری‌های مورد نیاز در حوزه فرایند-های تبدیل و تصفیه پالایشگاهی؛
۷. توسعه فناوری‌های تبدیل انرژی با بازده بالا و سازگار با محیط‌زیست با اولویت نیروگاه‌های حرارتی و پالایشگاه؛
۸. توسعه فناوری‌های تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر؛
۹. فناوری‌های نوین و کارای شبکه‌های انتقال و توزیع برق؛
۱۰. فناوری‌های ذخیره‌سازی برق و انرژی و تولید پراکنده برق؛
۱۱. فناوری‌های چرخه سوخت هسته‌ای و پسمانداری؛
۱۲. فناوری راکتورهای تحقیقاتی و انرژی هسته‌ای؛
۱۳. فناوری گداخت هسته‌ای؛
۱۴. ایمنی هسته‌ای؛
۱۵. فناوری‌های کارآئی انرژی در مصارف نهایی؛
۱۶. مطالعات راهبردی و سیستمی انرژی؛
۱۷. فناوری‌های کاهش آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای در جانب عرضه و تقاضای انرژی؛
۱۸. فناوری ساخت تجهیزات، ماشین‌آلات، مواد و کاتالیست مورد نیاز حوزه انرژی؛
۱۹. ساماندهی بازار انرژی با هدف ایجاد، توسعه، ثبات و کارایی بیشتر.

جدول ۳. جدول مقایسه زوجی معیارهای رتبه‌بندی طرح‌های کلان انرژی کشور

عنوان معیارها	عنوان معیارها	عنوان معیارها	عنوان معیارها
ارتقا امنیت انرژی	افزایش ظرفیت‌های صادراتی	ارتقا امنیت انرژی	ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد چرخه
افزایش ظرفیت‌های صادراتی	مزیت نسبی در منابع کشور	افزایش ظرفیت‌های صادراتی	افزایش ظرفیت‌های صادراتی
مزیت نسبی در منابع کشور	ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد چرخه	افزایش ظرفیت‌های صادراتی	افزایش تعاملات بین‌المللی
ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد چرخه	افزایش ظرفیت‌های صادراتی	افزایش تعاملات بین‌المللی	
افزایش ظرفیت‌های صادراتی	افزایش تعاملات بین‌المللی		
افزایش تعاملات بین‌المللی			

			بهبود کیفیت زندگی
			سازگاری با محیط زیست
			افق زمانی
			ایجاد فرصت‌های اشتغال
			ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد چرخه

پس از این مرحله لازم است معیارها وزن‌دهی شوند. جدول ۵ حاوی شاخص‌های ارزیابی طرح‌های کلان را به همراه وزن‌دهی معیارها بر اساس ماتریس‌های مقایسه زوجی تکمیل- شده توسط اعضا و بر اساس روش AHP انجام می‌پذیرد.

جدول ۴: معیارها با وزن‌های نرمالایزه شده

رتبه	معیارهای تصویب شده	امتیاز
۱	ارتقا امنیت انرژی	۱۳,۵٪
۲	ارتقا بهره‌وری انرژی	۱۲٪
۳	ایجاد ارزش افزوده	۱۰,۵٪
۴	مزیت نسبی در منابع کشور	۹,۵٪
۵	ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد چرخه عمر و ایجاد زیر ساخت برای سایر فناوری‌ها	۹٪
۶	افزایش ظرفیت‌های صادراتی در بخش خدمات فنی و تجهیزات و فرآورده‌های ارزشمند از منابع انرژی	۹٪
۷	افزایش تعامل‌های بین‌المللی و ارتقا نقش مدیریتی در توزیع و ترانزیت انرژی	۸,۵٪
۸	بهبود کیفیت زندگی و مقبولیت فرهنگی و اجتماعی	۸,۵٪
۹	سازگاری با محیط زیست	۷,۵٪
۱۰	افق زمانی	۶,۵٪
۱۱	ایجاد فرصت‌های اشتغال اثر بخش و کارا	۵,۵٪

۴-۴- رتبه‌بندی طرح‌های کلان ملی

بر اساس روش AHP می‌بایست پس از وزن‌دهی شاخص‌ها، هریک از طرح‌های کلان بر اساس شاخص‌ها توسط اعضای کمیسیون تخصصی نمره‌دهی شوند. با اختصاص این نمره‌ها و مشخص بودن وزن هریک از شاخص‌ها، نمره کسب شده توسط هر طرح کلان را محاسبه و در نهایت رتبه‌بندی طرح‌های کلان نتیجه می‌شود. جدول ۶ نمونه‌ای از جداول مقایسه زوجی طرح‌ها براساس شاخص‌ها را نشان می‌دهد:

پس از مشخص شدن نمره‌های طرح‌های کلان اولویت‌بندی آنها در هریک از حوزه‌های برق و انرژی، فرابخشی و محیط‌زیست، نفت و هسته‌ای براساس محاسبه‌های روش AHP انجام می‌شود. طرح‌های کلان ملی در حوزه انرژی به تفکیک حوزه‌های مختلف به شرح جداول ۶، ۷ و ۸ اولویت‌بندی می‌شوند*:

جدول ۵. جدول نمره‌دهی به طرح‌های کلان انرژی کشور بر اساس معیارهای موزون

عنوان طرح‌ها	معیارها										
	ارزش امتیاز انرژی	ارزش بهره‌وری انرژی	ایجاد ارزش افزوده	مزیت نسبی در منابع کشور	ملاحظه‌های فناوری از نظر گستردگی کاربرد پروژه	افزایش ظرفیت‌های صادراتی	افزایش تعامل‌های بین‌المللی	بهبود کیفیت زندگی	سازگاری با محیط‌زیست	افق زمانی	ایجاد فرصت‌های اشتغال
	۱۳.۵۰٪	۱۲٪	۱۰.۵۰٪	۹.۵۰٪	۹٪	۹٪	۸.۵۰٪	۸.۵۰٪	۷.۵۰٪	۶.۵۰٪	۵.۵۰٪
۱											
۲											
۳											
۴											
۵											

جدول ۶. طرح‌های کلان ملی نهایی در حوزه برق و انرژی

ردیف	عنوان طرح کلان
۱	توسعه فناوری طراحی و ساخت توربین‌های گازی (نیروگاهی، صنعتی و میکرو) و مولدهای برق آن
۲	توسعه فناوری طراحی و ساخت توربین‌های بادی مگاواتی
۳	طراحی و نمونه‌سازی شبکه هوشمند برق و تجهیزات آن
۴	تولید همزمان برق و حرارت (CHP) و ذخیره‌سازی آن
۵	توسعه فناوری‌های کاهش تلفات و افزایش پایداری شبکه (با تأکید بر HVDC، پست‌های GIS، ادوات FACTS و ابررسانایی)
۶	توسعه فناوری‌های طراحی و ساخت نیروگاه‌های آبی متوسط و کوچک
۷	توسعه فناوری طراحی و ساخت اتموبیل‌های برقی و هیبرید
۸	توسعه فناوری ذخیره‌سازی برق
۹	توسعه فناوری پیل سوختی و هیدروژن
۱۰	توسعه فناوری‌های انواع نیروگاه‌های خورشیدی

* با توجه به ملاحظات مربوط به امنیت ملی از بیان طرح‌های کلان حوزه هسته‌ای خودداری شده است.

جدول ۷. طرح‌های کلان ملی نهایی در حوزه فرابخشی و محیط زیست

ردیف	عنوان طرح کلان
۱	تدوین راهبرد جامع انرژی و یکپارچه‌سازی اسناد پیشین با تأکید بر افزایش سهم ایران در بازار جهانی انرژی
۲	برنامه جامع کاهش آلاینده‌های ناشی از تولید و مصرف انرژی
۳	طرح جذب و انباشت کربن
۴	توسعه فناوری رفع بیولوژیکی آلودگی‌های نفتی
۵	توسعه فناوری نسل جدید بیو دیزل
۶	توسعه فناوری زیست توده با هدف تولید برق و از بین بردن آلاینده‌ها
۷	طرح ملی ایجاد صنعت بومی نوینی برای تولید لامپ فوق کم مصرف O-LED
۸	طرح توسعه فناوری‌های موتورهای ملی پایه دیزل

جدول ۸. طرح‌های کلان ملی نهایی در حوزه نفت

ردیف	عنوان طرح کلان
۱	توسعه فناوری‌های بهره‌برداری، تولید و ازدیاد برداشت از مخازن پیچیده حوزه رسوبی فروافتاده دزفول و آبادان
۲	توسعه فناوری‌های حفاری، بهره‌برداری، تولید، ازدیاد برداشت و مدیریت یکپارچه مخزن از میدان گازی پارس جنوبی
۳	بومی‌سازی و توسعه دانش فنی طراحی و ساخت توربوکمپرسورها
۴	طرح پژوهشی ذخیره‌سازی زیر زمینی نفت و گاز
۵	دستیابی به فناوری ساخت یک پایلوت مایع‌سازی گاز طبیعی (LNG)
۶	توسعه دانش فنی فرایند تبدیل هیدروژنی نفت خام و باقیمانده‌های سنگین (HRH)
۷	توسعه دانش فنی گوگردزدايي هیدروژنی عمیق از گازوئیل (HDS)
۸	دستیابی، توسعه و بومی‌سازی فناوری‌های اکتشاف، حفاری، تولید، تبدیل و انتقال نفت و گاز و مشتق‌های هیدرو کربوری در آب‌های عمیق
۹	تهیه و تدوین دانش فنی، طراحی و فناوری ساخت مجموعه کامل دستگاه حفاری
۱۰	دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست‌های تبدیل گاز طبیعی (MTP, DME, زیگلر نانا و فلزهای گرانبها روی پایه
۱۱	دستیابی به دانش فنی فرایندهای تبدیل‌های گازی (MTP, DME و تولید اولفین‌ها از متانول)
۱۲	توسعه دانش فنی فرایندهای پالایش گاز (شیرین‌سازی، نم‌زدایی، مرکاپتان‌زدایی و بازیافت گوگرد) و استفاده بهینه از گوگرد تولیدی در مصارف کشاورزی
۱۳	دستیابی به دانش فنی و توسعه فناوری غشاء و فرایندهای غشایی
۱۴	پیاده‌سازی و توسعه سامانه مدیریت هوشمند در میدان نفتی کشور: ۳ میدان به عنوان پایلوت

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شده است تا با بهره‌گیری از مطالعات آسیب‌شناسی حوزه انرژی کشور و دانش و نظریه‌های آینده‌نگر خبرگان این حوزه و بر اساس اولویت‌های راهبردی پژوهش و فناوری در حوزه انرژی، طرح‌های کلان ملی در این حوزه شناسایی و پس از آن به منظور توسعه فناوری‌های کلیدی و دستیابی به اهداف حوزه‌های راهبردی با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره اولویت‌بندی شوند. ویژگی اصلی این مطالعه همراهی خبرگانی است که در قالب کمیسیون تخصصی انرژی هم در حوزه انرژی تخصص داشته‌اند و هم از پیشینه دانشگاهی و پژوهشی برخوردار هستند. با همراهی این خبرگان که در واقع مهم‌ترین نقطه قوت و عامل تأثیرگذار در انتخاب روش اولویت‌بندی در این مطالعه بوده است و با توجه به حوزه‌های اولویت‌دار بخش انرژی کشور می‌توان به تعیین طرح‌های پژوهشی، رشته‌های آموزشی و فناوری‌هایی اقدام کرد که به توسعه مطلوب حوزه انرژی بیانجامد. در این راستا ابتدا حوزه‌های راهبردی و سپس اولویت‌های طرح‌های کلان ملی در حوزه انرژی در هر یک از حوزه‌های هسته‌ای، برق و انرژی، فرابخشی و محیط زیست و نفت توسط اعضای کمیسیون و با استفاده روش تحلیل سلسله مراتبی تبیین شده

است. به منظور رتبه‌بندی طرح‌ها با استفاده از این روش از یازده معیار کلیدی استفاده شده است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به ارتقا امنیت انرژی، ارتقا بهره‌وری انرژی و ایجاد ارزش افزوده اشاره کرد. نتایج این مطالعه نیز در قالب جداولی در بردارنده طرح‌های اولویت‌دار پژوهش و فناوری در حوزه انرژی است. گفتنی است از مجموع این ۴۲ طرح کلان استخراج شده، ۹ طرح اولویت‌دار که متشکل از ۴ طرح از بخش نفت، ۳ طرح از بخش برق و انرژی و ۲ طرح از بخش هسته‌ای در انتهای سال ۱۳۹۰، در میان ۳۸ طرح کلان پژوهش و فناوری کشور قرار گرفته‌اند و با تصویب شورای عالی عتف از ابتدای سال ۱۳۹۱، با محوریت مجریان دانشگاهی و راهبری کمیسیون تخصصی وارد فاز اجرا شدند.

منابع

- [۱] قاضی‌نوری، سید سپهر. (۱۳۸۱). سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی علم و فناوری (مطالعه موردی نانوتکنولوژی در ایران)، تهران، نشر کمیته مطالعات سیاست نانوتکنولوژی دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری با همکاری نشر آتنا.
- [۲] قدسی‌پور، سید حسن. (۱۳۸۱). فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

system in Jordan using analytic hierarchy process, Energy conversion and management, v 38(18), p. 1815-1822.

[14] Chatzimouratidis, A.I. and P.A. Pilavachi. (2009). Technological, economic and sustainability evaluation of power plants using the Analytic Hierarchy Process, Energy policy, v 37(3), p. 778-787.

[15] Ramanathan, R. and L. Ganesh. (1995). Energy resource allocation incorporating qualitative and quantitative criteria: An integrated model using goal programming and AHP, Socio-Economic Planning Sciences, v 29(3), p. 197-218.

[16] Chadwick, G.F. and C. Francisco, (1971). A systems view of planning: towards a theory of the urban and regional planning process, Pergamon Press Oxford.

[۳] اصغرپور، محمدجواد. (۱۳۷۷). تصمیم‌گیری چندم‌تغیره تهران، دانشگاه تهران.

[4] Lee, S.K., G. Mogi, and J.W. Kim. (2009). Decision support for prioritizing energy technologies against high oil prices: a fuzzy analytic hierarchy process approach, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, v 22(6), p. 915-920.

[5] Kahraman, C., İ. Kaya, and S. Cebi. (2009). A comparative analysis for multiattribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process, Energy, v 34(10), p. 1603-1616.

[6] Ulutaş, B.H. (2005). Determination of the appropriate energy policy for Turkey, Energy, v 30(7), p. 1146-1161.

[7] Kablan, M. (2004). Decision support for energy conservation promotion:: an analytic hierarchy process approach, Energy policy, v 32 (10), p. 1151-1158.

[8] Wang, J.J., et al. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making, Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 13(9), p. 2263-2278.

[9] Streimikiene, D., et al. (2012). Prioritizing sustainable electricity production technologies: MCDM approach, Renewable and Sustainable Energy Reviews, v 16(5), p. 3302-3311.

[10] Greening, L.A. and S. Bernow. (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making, Energy policy, v 32(6), p. 721-735.

[11] Pilavachi, P.A., et al. (2009). Multi-criteria evaluation of hydrogen and natural gas fuelled power plant technologies, Applied Thermal Engineering, v 29(11-12), p. 2228-2234.

[12] Aras, H., Ş. Erdoğan, and E. Koç. (2004). Multi-criteria selection for a wind observation station location using analytic hierarchy process, Renewable Energy, v 29(8), p. 1383-1392.

[13] Mohsen, M.S. and B.A. Akash. (1997). Evaluation of domestic solar water heating