پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی
دوره 3، شماره 1، بهار 1392

بررسی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو در ایران با استفاده از روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای

فیروزه عزیزی[1*]، حسین صادقی سقدل[2]، نرگس پیکانی[3]

1- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
2- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
3- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

دریافت: 1392/8/13 پذیرش: 1392/10/7

چکیده

بین رشد، توسعه اقتصادی و مصرف انرژی رابطه تنگاتنگی وجود دارد. یکی از پارامترهای مؤثر در میزان تقاضا و مصرف انرژی قیمت آن است. بنابراین بررسی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انواع مختلف حامل‌های انرژی از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد.

هدف این مطالعه شناسایی و رتبه‌بندی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو در ایران می‌باشد. تعرفه خرید تضمینی برق کنونی در ایران برای همه فناوری‌های تجدیدپذیر بر مبنای تولید برق از طریق انرژی باد و بدون در نظر گرفتن توجیه و ترغیب مشارکت سرمایه‌گذار خصوصی محاسبه شده است؛ از این رو در پژوهش حاضر به بررسی و رتبه‌بندی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو به‌صورت کلی و نه برای هر فناوری تجدیدپذیر و با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای پرداخته شده است. روش در نظر گرفته شده در این تحقیق، توانایی ترکیب جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی و زیست‌محیطی و... با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای، به منظور ارائه یک دیدگاه جامع درباره عوامل تأثیرگذار بر انرژی‌های نو در ایران را دارد.

---

*نویسنده مسئول مقاله: E-mail: fazizi@modares.ac.ir

نتایج حاصل نشان داد که در سال 1392 مهم‌ترین عواملی که بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو در ایران تأثیر می‌گذارند، عوامل اقتصادی، مالی و فنی و تکنیکی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های نو، فرایند تحلیل شبکه‌ای، قیمت‌گذاری انرژی‌های نو، ایران.

1- مقدمه

در سال‌های اخیر سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی جهانی افزایش پیدا کرده است. افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند بلکه باعث بهبود تنوع عرضه انرژی، امنیت عرضه آن و توسعه اشتغال و کسب‌وکار مرتبط با عرضه انرژی می‌شود[1]. به رغم پتانسیل بالای انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، یکی از دلایل مهم عدم گسترش این انرژی‌ها، قیمت‌گذاری نامناسب آن‌ها و وجود منابع نفت و گاز فراوان در کشور است که باعث شده است تا دیگر منابع انرژی مورد توجه قرار نگیرند. قیمت قابل توجه تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر نیز از دیگر دلایل بی‌توجهی به این منابع بوده است[2]. بنابراین قیمت‌گذاری یکی از متغیرهای مهم در موفقیت و ترویج انرژی‌های نو است. روش قیمت‌گذاری انرژی‌های نو، همان روش قیمت‌گذاری سوخت‌های فسیلی است، با این تفاوت که این سوخت‌ها آثار جانبی هم دارند و باید در قیمت‌گذاری مورد توجه قرار گیرند.

عوامل بسیار زیادی در قیمت‌گذاری بهینه برای هر کالایی از جمله برق دخالت دارند. هدف این مطالعه شناسایی و رتبه‌بندی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو در ایران می‌باشد؛ لازم به ذکر است که مصرف انرژی‌های نو را می‌توان به دو بخش تفکیک کرد:

1- برای تولید برق؛

2- برای استفاده در سایر مصارف.

در این مطالعه هدف بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو در ایران در بخش تولید برق می‌باشد. این بررسی در دو مرحله انجام شده است. در بخش اول با استفاده از روش مصاحبه، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو در ایران تعیین و شبکه ارتباطی عوامل در نظر گرفته شده مشخص گردید.

در بخش دوم با طراحی پرسشنامه با توجه به شبکه مورد نظر، عوامل در نظر گرفته شده رتبه‌بندی شدند. این رتبه‌بندی به دست اندرکاران مربوطه کمک می‌کند تا با در نظر گرفتن این عوامل و قیمت‌گذاری مناسب انرژی‌های نو به ترویج و گسترش مصرف این انرژی‌ها در بخش تولید برق و همچنین در سایر صنایع کمک کند.

مطالعات گذشته به‌طور مستقل به قیمت‌گذاری انرژی‌های نو نپرداخته‌اند و قیمت‌گذاری این انرژی‌ها را بر مبنای سایر سوخت‌ها انجام داده‌اند؛ این در حالی است که این سوخت‌ها تفاوت‌های زیادی با سوخت‌های فسیلی دارند و باید در قیمت گذاری مد نظر قرار گیرد، برای مثال زعفرانچی مقدم و همکاران [8] در مطالعه‌ای به براورد قیمت برق انرژی‌های تجدیدپذیر فقط براساس در نظر گرفتن هزینه سوخت مصرفی در نیروگاه‌های فسیلی، تحت سناریوهای مختلف سوخت و جدا از آلودگی زیست محیطی پرداختند. در حالی که در این مطالعه، قیمت سایر سوخت‌ها به‌عنوان عاملی تأثیرگذار بر قیمت انرژی‌های نو در نظر گرفته شده است.

2- مبانی نظری

قیمت از نظر لغوی، یعنی سنجش، ارزیابی، اندازه و معیار. قیمت در بازار عبارت است از ارزش مبادله‌ای کالا و خدمت که به صورت واحد پول بیان می‌شود. بر این اساس قیمت‌گذاری به‌طور ساده، یعنی تعیین قیمت برای کالا یا خدمت. قیمت‌گذاری فعالیتی است که باید تکرار شود و فرایندی مداوم و پیوسته است. این تداوم ناشی از تغییرات محیطی و نبود ثبات در شرایط بازار است که لزوم تکرار این فرایند را توجیه می‌کند.

قیمت از یک نقش محوری در فعالیت‌های اقتصادی برخوردار است. در واقع قیمت یک کمیت عددی است که ارزش مبادله کالای را در مقابل کالاهای دیگر مشخص می‌کند. در یک نظام اقتصادی قیمت وظایف متعددی از جمله هدایت مصرف‌کنندگان، ایجاد انگیزه برای تولیدکنندگان و سرمایه‌گذاران را بر عهده دارد[4].

برای قیمت‌گذاری درست و رضایت‌بخش باید عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری را شناسایی و آن‌ها را تنظیم کرد. سه دسته کلی عوامل بر تصمیم‌های قیمت‌گذاری مؤثرند که عبارتند از:

1- عوامل سازمانی: آن‌هایی هستند که بر قیمت‌گذاری مؤثرند و با منابع و اهداف سازمان سروکار دارند، مانند چرخه عمر محصول و پورتفولیوی قیمت‌گذاری خط محصول.

2- عوامل مشتری: عواملی هستند که از طرف مشتری بر قیمت‌گذاری مؤثرند، زیرا بین قیمت و تقاضا رابطه معکوس وجود دارد.

3- عوامل بازار: عواملی هستند که از طرف بازار بر قیمت‌گذاری مؤثرند، مانند محیط و رقابت. این عوامل را به دو دسته تقسیم می‌کند:1- عوامل درونی: اهداف بازاریابی، استراتژی آمیخته بازاریابی، هزینه و ملاحظات سازمانی2- عوامل بیرونی: ماهیت تقاضا و بازار رقابت، اقتصاد، دولت، واسطه‌ها.

شیوه عمومی قیمت‌گذاری شامل تعیین قیمت براساس هزینه تمام شده کالا، تحلیل نقطه سر به سر و سود مورد نظر است که ذهنیت خریدار و قیمت رقبا نیز در آن ملحوظ می‌باشد. حجم تولید در نقطه سر به سر محل تلاقی منحنی هزینه کل و درامد کل می‌باشد که براساس قیمتی مشخص تعیین می‌شود. هدف این پژوهش پرداختن به بحث قیمت‌گذاری انرژی‌های نو می‌باشد؛ از این رو در بخش دیدگاه اقتصادی در رابطه با انرژی‌های نو بیان می‌شود.

در نظریه‌های اقتصادی سوخت‌های فسیلی جزء دارایی‌ها محسوب می‌شوند؛ به‌دلیل اینکه این سوخت‌ها تجدیدپذیر نیستند، بنابراین براساس نظریه هاتلینگ[1] با افزایش نرخ بهره قیمت این نوع سوخت افزایش پیدا می‌کند. براساس این نظریه، بهره‌برداری از یک منبع پایان‌پذیر باید به نحوی صورت گیرد که ارزش حال «قیمت سایه‌ای» هر واحد از منبع (ذخیره) در طول زمان برابر بوده و از طرفی به اندازه نرخ بهره بازار نیز رشد پیدا کند. اما انرژی‌های نو دارایی محسوب نمی‌شوند، چرا که تجدیدپذیر هستند. قیمت این نوع انرژی‌ها تحت تأثیر نرخ بهره قرار نمی‌گیرد بلکه عرضه و تقاضا است که قیمت آن‌ها را تعیین می‌کند.

2-1- قیمت‌گذاری برق

قیمت‌گذاری برق همواره یک مسئله بحث‌انگیز بوده است. در مورد قیمت‌گذاری برق دو استدلال وجود دارد: گروهی معتقدند که قیمت‌گذاری هزینه نهایی[2](MCP) بر مبنای اصول کارایی اقتصادی منجر به بهینه‌سازی می‌شود و گروه دیگر معتقدند که چون صنعت برق از

1. Hoteling Theory
2. Marginal Cost pricing

شرایط انحصار بر خوردار است نمی‌توان انتظار داشت که قیمت‌ها را بر مبنای هزینه نهایی برقرار کرد. بنابراین این گروه معتقدند باید در حالت انحصار صنعت برق، دولت در قیمت‌گذاری مداخله نماید[5].

قیمت‌گذاری برق به‌طور سنتی براساس قیمت‌گذاری متوسط هزینه‌ها است که در آن مصرف‌کنندگان تعرفه یکسان[1] براساس متوسط هزینه تولید و توزیع برق پرداخت می‌کنند. معرفی روش جدید هوشمند به تولیدکنندگان برق این اجازه را می‌دهد که تعرفه‌های متفاوتی براساس زمان برای برق[2] در نظر بگیرند[6]. در زیر به تعدادی از روش‌های قیمت‌گذاری مورد استفاده در صنعت برق اشاره شده است: محاسبه قیمت تمام شده، براساس روش سازمان ملل، روش LRMC[3] که هزینه تحمیل شده به نظام در اثر یک کیلووات مصرف جدید است [7] و روش حداکثر کردن تابع رفاه اجتماعی با توجه به قید تعادل بازار. روش قیمت تسویه‌ی بازار که از تقاطع توابع عرضه و تقاضا حاصل می‌شود و روش قیمت هزینه نهایی و یا اینکه ایسکین و همکاران[4] در سال 2012 [3] طی پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) پرداختند.

در این مقاله با مطالعه روش تحقیق و روش‌های قیمت‌گذاری و ادبیات موضوع، عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری مشخص شد. شبکه ارتباطی این عوامل با استفاده از نظرات خبرگان معین شد و مقایسه‌های زوجی بین آن‌ها برای اولویت‌بندی عوامل صورت گرفت.

3- روش‌شناسی پژوهش

روش مورد استفاده برای اولویت‌بندی در این تحقیق، فرایند تحلیل شبکه‌ای می‌باشد؛ در روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی با تجزیه مسئله تصمیم‌گیری به معیارهای آن، مدل تصمیم‌گیری به‌صورت سلسله مراتبی ساخته می‌شود. اهمیت یا اولویت نسبی معیارهای تصمیم‌گیری با استفاده از مقایسه‌های زوجی کیفی مشخص می‌شود[12]. فرایند تحلیل شبکه‌ای نظریه جدیدی است که فرایند تحلیل سلسله مراتبی را برای پرداختن به وابستگی در بازخوردها را توسعه می‌دهد و به این

1. Flat
2. Time-of-use
3. Long run Marginal Cost
4. Ibrahim Iskin & et al

منظور از رهیافت سوپر ماتریس استفاده می‌کند. اگرچه هم فرایند تحلیل شبکه‌ای و هم فرایند تحلیل سلسله مراتبی اولویت‌ها را با انجام مقایسه‌های زوجی اتخاذ می‌کنند، تفاوت‌هایی میان آن‌ها وجود دارد. تفاوت آن‌ها این است که فرایند تحلیل سلسله مراتبی حالت خاصی از فرایند تحلیل شبکه‌ای است، چرا که فرایند تحلیل شبکه‌ای، وابستگی درون خوشه‌ای (وابستگی درونی) و میان خوشه‌ای (وابستگی برونی) را در نظر می‌گیرد. به طور کلی مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی چارچوب تصمیم‌گیری است که رابطه‌ای یک سویه و سلسله مراتبی را میان سطوح تصمیم در نظر می‌گیرد. در عوض، فرایند تحلیل شبکه‌ای نیازی به این ساختار اکیداً سلسله مراتبی و عمودی ندارد.

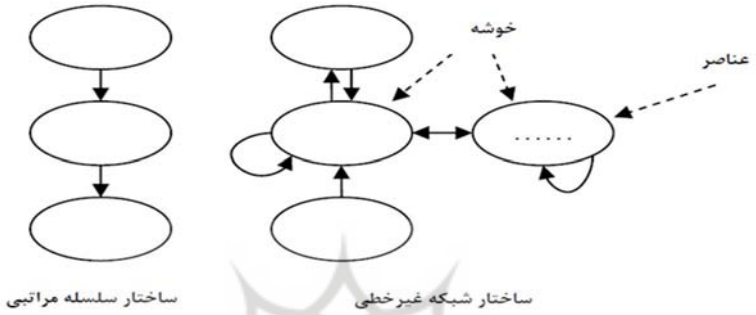
شکل 1 تفاوت ساختار سلسله مراتبی (خطی) با ساختار شبکه (غیر خطی) را نشان می‌دهد[13].

از هر دو مدل ذکر شده در مطالعات متعددی برای رتبه‌بندی استفاده شده است؛ برای مثال رحیمی و همکاران در سال 1387[9] در مطالعه‌ای به تعیین ترکیب بهینه منابع انرژی ایران، با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای[1] (ANP) پرداختند لیانگ[2] و همکاران [17] در سال 2013 در مقاله‌ای با عنوان « استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای تعیین روش بازیابی انرژی زباله با استفاده از موتور» پرداختند. پابلو آراگونز- بلترن و همکاران[3] [11] در سال 2010 در مطالعه‌ای با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای به انتخاب مکان مناسب برای ساختن نیروگاه زباله‌سوز در شهر والنسیا (اسپانیا) پرداختند. وخشوری در رساله کارشناسی ارشد خود در سال 1385به تحلیل قیمت‌گذاری نفت خام‌های صادراتی ایران (از سال 1971تا 2005 میلادی)با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداخت. متفاوت بودن روش مورد استفاده در مطالعات ذکر شده مربوط به وابستگی درون خوشه‌ها است که در برخی از مطالعات وجود ندارد یا اینکه در نظر گرفته نشده ولی در برخی از مطالعات در نظر گرفته شده است.

1. Analytic Network Process
2. Xingyu Liang
3. Pablo Aragone´s-Beltra´n & et al

3-1- روش انجام مقایسه‌های زوجی

گام اول، ساخت مدل: مسئله را باید به صورت شفاف بیان نکرد و بـه شـکل 1 نظـام منطقـی (برای مثال یک شبکه) تجزیه کرد.



شکل 1 تفاوت ساختار سلسله مراتبی (خطی) با ساختار شبکه (غیر خطی)

گام دوم، تدوین وابستگی‌های درونی و انجام مقایسه‌های زوجی بین خوشه‌ها/ عناصر: برای هر معیار کنترل، خوشـه‌هـای نظـام و عناصـر آن‌هـا تعیـین مـی‌شـوند. همـه داد و سـتدها و بازخوردهای درون خوشه‌ها وابستگی درونـی نامیـده مـی‌شـوند؛ در حـالی کـه داد و سـتد و بازخوردها بین خوشه‌ها وابستگی‌های بیرونی گفته می‌شوند و پس از آن مقایسه‌هـای زوجـی شامل همه ترکیب‌های روابط عنصر/ خوشه به شکلی نظام‌مند در دو بخش انجام می‌گیرند.

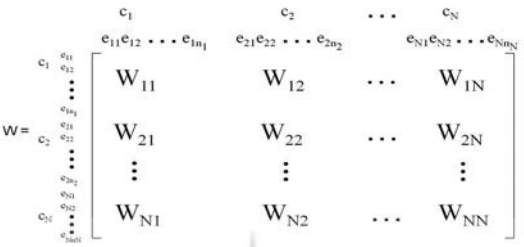
الف) مقایسه‌های خوشه

ب) مقایسه‌های عناصر: در این مرحله عناصر تصمیم در هر قسمت با توجه به اهمیت آن‌ها در کنترل معیارها به‌صورت زوجی با هم مقایسه می‌شوند.

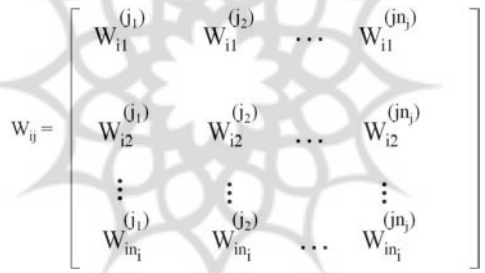
گام سوم، تشکیل سوپر ماتریس غیر موزون[1]: سوپرماتریس برای نمایش جریان تأثیر از یک خوشه به خوشه‌های دیگر (با توجه به ارتباطات بیرونی) و یا به عناصر درون خودش (با توجه

1. Unweighted Super Matrix

به ارتباطات درونی) به کار می‌رود. تأثیر مجموعه‌ای از عناصر شبکه روی سایر عناصر را در سوپرماتریسی به صورت شکل 2 می‌توان نمایش داد. درایهٔ Wij در سوپرماتریس را بلوک می‌نامیم. بلوک Wij نیز در شکل 3 نمایش داده شده است.



شکل 2 سوپر ماتریس یک شبکه و بلوک‌های آن (سوپر ماتریس بی وزن)



شکل 3 بلوک‌های یک سوپر ماتریس

هر ستون بلوک Wij بردار ویژهٔ اصلی تأثیر (اهمیت) عناصر خوشهٔ i ام شبکه با توجه به هر یک از عناصر خوشهٔ j ام است. البته اگر عنصری از خوشهٔ j روی عناصر خوشهٔ i، اثرگذار نباشد، ستون مربوط به آن در بلوک فوق صفر خواهد بود. تعامل‌های درون نظام ممکن است با توجه به معیارهای متعددی سنجیده و بررسی شوند که باید برای نمایش معیارهای بالا از ساختار سلسله مراتبی جداگانه‌ای استفاده کنیم. برای هر یک از معیارهای کنترل، سوپرماتریس جداگانه‌ای تشکیل می‌شود و با توجه به معیار بالا، روابط و تأثیرات بین خوشه‌ها سنجش می‌شوند [14].

نتیجه فرایند بالا سوپر ماتریس غیر موزون است. این ابرماتریس مقایسه‌های زوجی معیارها را نشان می‌دهد. در سوپر ماتریس بی‌وزن ممکن است که ستون‌ها تصادفی نباشند [14].

گام چهارم، تشکیل سوپر ماتریس موزون: در این مرحله با توجه به هر معیار کنترل، تأثیرات هر خوشه روی خوشه‌های دیگر بررسی و در نتیجه برای هر خوشه یک ماتریس مقایسه‌های زوجی تشکیل می‌شود سپس بردار ویژهٔ اصلی آن محاسبه شده و این بردارهای ویژه، ستون‌های ماتریس وزن خوشه‌ها را به شکل زیر می‌سازند. حال از ماتریس بالا برای وزن‌دهی به بلوک‌های سوپر ماتریس استفاده می‌شود.

گام پنجم: به دست آوردن ماتریس حدی: با استفاده از ماتریس تصادفی به دست آمده در مرحله قبل، می‌توان ماتریس حدی را محاسبه کرد و اولویت‌های نهایی هر گزینه را به دست آورد، برای محاسبهٔ سوپر ماتریس حدی، کافی است سوپر ماتریس تصادفی را به توان بی‌نهایت (یا عدد خیلی بزرگی) رساند. علت این امر، این است که ما می‌خواهیم تمامی تأثیرات را در امتداد همهٔ مسیرهای سوپر ماتریس در نظر بگیریم. درایه‌های سوپر ماتریس وزن‌دار (تصادفی)، بیانگر تأثیر مستقیم هر عنصر روی سایر عناصر نظام‌اند.

گام ششم: انتخاب بهترین گزینه‌ها: در صورتی که سوپر ماتریس تشکیل شده در مرحله قبلی همه شبکه را پوشش دهد، اوزان اولویت را در ستون گزینه‌ها در یک سوپر ماتریس بی مقیاس شده می‌توان یافت [19].

2-3- مراحل فرایند تحلیل شبکه‌ای

گام‌های روش ANP ارائه شده در این تحقیق به همراه اجرای کامل این رویکرد در ادامه تشریح می‌شود [17و18]:

گام 1) محاسبه W_1 : فرض می‌کنیم که بین معیارهای اصلی هیچ‌گونه وابستگی وجود ندارد، بردار ویژه این معیارها به‌وسیله روش AHP به‌دست می‌آید. در این گام برای به‌دست آوردن اهمیت نسبی هشت معیار اصلی از ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی تکمیل شده به‌وسیله خبرگان که آزمون سازگاری را گذرانده‌اند ($C.R.\leq 0.1$)، استفاده شده است. از آن جایی که هر یک از جدول‌های مقایسه‌های زوجی حداقل توسط 10 نفر از خبرگان تکمیل شده است،

نخست باید برای هریک از ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی یک ماتریس تلفیقی به دست آوریم. مناسب‌ترین روش برای تلفیق داده‌ها استفاده از روش میانگین هندسی می‌باشد. نتایج حاصل از این پرسشنامه پس از ادغام و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice11 به‌صورت بردار ویژه W_1 ارائه شده است. جدول 3 پیوست نشان‌دهنده ماتریس مقایسه‌های زوجی ترکیب شده و اوزان نسبی هشت معیار اصلی می‌باشد.

گام 2) محاسبه W_2: فرض می‌کنیم که بین زیرمعیارها هیچ‌گونه وابستگی وجود ندارد، هر مجموعه از زیر معیارها با توجه به معیار اصلی اش مقایسه شده و این مقایسه‌ها، بردارهای ویژه ستونی W_2 را تشکیل می‌دهند. در این مرحله نیز برای محاسبه بردارهای ویژه ماتریس W_2 از روش AHP استفاده می‌شود.

جدول 4 پیوست نتایج انجام این مقایسه‌های زوجی را پس از ادغام نظرات خبرگان در قالب چهار بردار ویژه مجزا نشان می‌دهد. به جهت ازدیاد ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی ترکیب شده، از ذکر آن‌ها خودداری شده و تنها به ذکر بردارهای ویژه آن‌ها اکتفا می‌شود.

گام 3) محاسبه W_3: ماتریس وابستگی درونی بین هر معیار اصلی با توجه به معیارهای اصلی دیگر با در نظر گرفتن طرح کلی نمایش داده شده از روابط داخلی آن‌ها (شکل 4) محاسبه می‌شود. در این مرحله به منظور محاسبه بردارهای ویژه ستونی W_3 از روش AHP استفاده می‌شود. جدول 6 پیوست با تلفیق نتایج حاصل از جدول 5 ماتریس میزان تأثیرات نسبی معیارهای اصلی (W_3) را نشان می‌دهد.

گام4) محاسبه W_C: اولویت‌های وابستگی معیارهای اصلی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$W_C = W_3 \times W_1 = \begin{bmatrix} ECO = 0.290 \\ F = 0.188 \\ T = 0.186 \\ S = 0.040 \\ P = 0.047 \\ L = 0.075 \\ E = 0.083 \\ 0 = 0.091 \end{bmatrix}$$

نتایج نشان‌دهنده آن است که معیار اقتصادی دارای بالاترین وزن و پس از آن به‌ترتیب معیارهای مالی، فنی و تکنیکی، موانع، عوامل زیست محیطی، عوامل قانونی، عوامل سیاسی و درنهایت معیار اجتماعی و فرهنگی دارای پایین‌ترین وزن می‌باشد.

گام 5) محاسبه W^{ANP}: اوزان نهایی زیرمعیارها از طریق ضرب اوزان وابستگی هر بعد در اوزان نسبی زیرمعیارهای آن بعد به‌دست می‌آید. تلفیق نتایج گام‌های 2 و 4 همان فرایند تحلیل شبکه‌ای است. اوزان محاسبه شده در جدول 7 پیوست نشان داده شده است.

3-3- جامعه آماری

جامعه آماری این تحقیق خبرگانی که در حوزه انرژی‌های نو فعالیت می‌کنند، شامل اساتید دانشگاه متخصص در این زمینه، کارشناسان فنی و مدیران سازمان انرژی‌های نو ایران می‌باشد. در این تحقیق نظرات 15 نفر از خبرگان مورد استفاده قرار گرفت. این پاسخ‌ها به‌وسیله روش میانگین هندسی تلفیق شده و تحلیل گردیدند. تعداد نمونه مورد نظر با توجه به روش تحقیق معین شد. در روش فرایند تحلیل شبکه‌ای مقایسه‌های زوجی بین عناصر و خوشه‌ها به‌وسیله خبرگان مورد نظر که تعداد معدودی هستند، صورت می‌گیرد. در این روش برخلاف سایر روش‌های آماری که هر چه تعداد نمونه بیشتر باشد، نتایج مطلوب‌تری حاصل می‌شود، با انتخاب تعداد محدودی از خبرگانی که تخصص زیادی در زمینه مورد نظر دارند و هم به صورت نظری و هم به صورت عملی سالیان متمادی در این زمینه فعالیت داشته‌اند، نتایج مطلوب‌تری حاصل می‌شود.

3-4- روش گردآوری داده‌ها

از مطالعات کتابخانه‌ای، جستجو در سایت‌های علمی معتبر و بررسی متون و مقاله‌های علمی، ادبیات تحقیق گردآوری شد. سپس با توجه به پیشینه تحقیق و با نظر خبرگان عوامل مؤثر گروه‌بندی شد. در مرحله بعد به منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای اولویت‌بندی، پرسشنامه‌های مقایسه‌های زوجی تهیه و تنظیم شده و به گروه خبرگان ارسال شد. پس از تلفیق قضاوت‌ها و تحلیل داده‌ها، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری شناسایی شدند.

3-5- ابزار گردآوری داده‌ها

ورودی‌ها و داده‌ها در این تحقیق به روش‌های زیر جمع‌آوری شده‌اند:

روش مصاحبه: با نظر خبرگان عوامل و معیارهای نهایی برای استفاده در مدل استخراج شد. جدول 1 پیوست نشان‌دهنده معیارها و زیرمعیارهای مورد بررسی در این تحقیق می‌باشد.

روش پرسشنامه: برای اخذ قضاوت‌های خبرگان در خصوص اولویت‌بندی معیارها، شاخص‌ها و همچنین رتبه معیارها و زیرمعیارها از روش پرسشنامه استفاده شد. در این پژوهش از یک پرسشنامه که شامل دو بخش (بدون در نظر گرفتن شبکه ارتباطات و با در نظر گرفتن شبکه ارتباطات) می‌باشد، برای گردآوری داده‌ها استفاده شده است.

3-6- روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

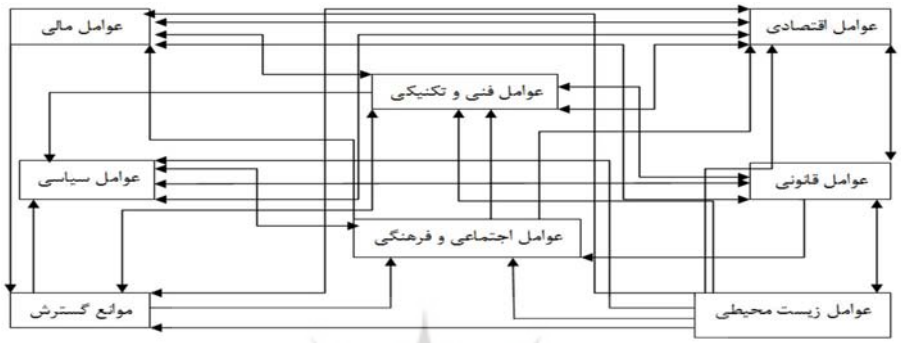
تحلیل شبکه‌ای فقط در سطح معیارها مورد استفاده قرار گرفته است. پس از محاسبه ماتریس‌های تلفیقی، این داده‌ها برای اولویت‌بندی معیارها با استفاده از روش فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) مورد استفاده قرار می‌گیرند. به منظور انجام محاسبات این تحقیق در روش AHP از نرم‌افزار Expert choice 11 و در روش ANP از فرمول‌نویسی در محیط صفحه گسترده اکسل 2007 استفاده شد.

3-7- تشکیل ماتریس وابستگی هریک از شاخص‌های اصلی با توجه به عوامل دیگر

با توجه به به هم پیوستگی این عوامل در دنیای واقعی و همچنین تأثیرات متقابلی که این عوامل بر روی هم می‌گذارند، نمی‌توان این عوامل را مستقل از یکدیگر فرض کرد و برای نائل شدن به جواب ملموس‌تر و واقعی‌تر لازم است این وابستگی‌ها در مدل لحاظ شود [15].

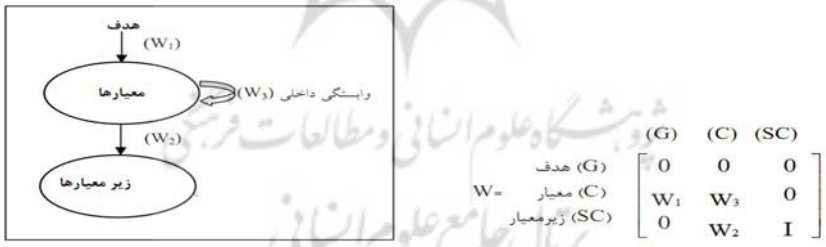
براساس وابستگی‌هایی که میان شاخص‌های اصلی مدل وجود دارد، ماتریس مقایسه‌های زوجی را برای این شاخص‌ها بر مبنای اعداد طیف لیکرت تشکیل می‌دهیم. در این مرحله به منظور تعیین روابط موجود بین معیارهای اصلی، از نظر اساتید دانشگاه متخصص و کارشناسان، روابط نهایی تعیین شده است که در شکل 4 به صورت شماتیک نشان داده شده

است. از این روابط در مرحله سوم برای تعیین اوزان ماتریس‌های وابستگی داخلی بین معیارها استفاده می‌شود (شکل 4).



شکل 4 نمای شماتیک روابط داخلی بین 8 معیار اصلی

سپس برای وزن‌دهی و اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها، از پرسشنامه‌های پر شده به‌وسیله خبرگان استفاده شد. سوپر ماتریس استفاده شده در این تحقیق با توجه به مدل کلی شبکه‌ای آن به صورت زیر می‌باشد (شکل5):



شکل 5 نمایش شبکه‌ای مدل پژوهش

در این ماتریس، W_1 بردار تأثیر هدف بر معیارهای اصلی، W_2 ماتریس تأثیر هر کدام از معیارهای اصلی بر زیر معیار هایش و W_3 نشان‌دهنده وابستگی داخلی در بین هشت معیار اصلی می‌باشد.

به منظور پیدا کردن اوزان تأثیر در میان معیارها، روش مورد استفاده، براساس مفهومی که ساعتی با عنوان دست‌کاری ماتریس[1] به جای استفاده از سوپر ماتریس ارائه داده است، استفاده می‌شود. این روش برای محققانی که می‌خواهند روش ANP را بشناسند و از آن در حل مسائلی که وابستگی میان معیارها و زیر معیارها وجود دارد استفاده کنند، مفید است[16].

4- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل رتبه‌بندی عوامل را به‌صورت زیر نشان می‌دهد:

1- معیار اقتصادی در رتبه نخست قرار دارد و مهم‌ترین معیار تأثیرگذار بر قیمت‌گذاری انرژی‌های نو می‌باشد. دلیل این امر آن است که انرژی‌های نو، صنایعی سرمایه‌بر هستند و دارای هزینه‌های ثابت بالایی می‌باشند. از طرفی چون ایران فناوری ساخت این صنایع را ندارد و بیشتر قطعات برای ساخت نیروگاه‌های تجدیدپذیر، وارداتی هستند، نرخ ارز تأثیر به‌سزایی در قیمت‌گذاری این انرژی‌ها دارد. دلیل دیگر این است که چون سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های نو هزینه اولیه زیادی را می‌طلبد، سرمایه‌گذاری در این زمینه دارای هزینه فرصت بالایی می‌باشد. دلیل دیگر این است که نوسان‌های قیمت انرژی در قیمت برق تجدیدپذیر تأثیر چندانی ندارد؛ چرا که سوخت مصرفی این نیروگاه‌ها از منابع تجدیدپذیر است و تحت تأثیر نوسان‌های قیمت انرژی قرار نمی‌گیرد.

2- معیارهای مالی و فنی و تکنیکی در مرتبه **دوم** اهمیت قرار گرفته است. دلیل این مسئله نیز زیرمعیارهای مربوط در معیارهای مالی و فنی و تکنیکی است. بودجه تخصیصی به انرژی‌های نو و نرخ بهره زیرمعیارهای معیار مالی است که با توجه به دلایل ذکر شده در مورد معیار اقتصادی اهمیت آن‌ها نمایان می‌شود. زیر معیارهای معیار فنی و تکنیکی در جدول 1 پیوست نشان داده شده است که با توجه به توضیحات قبل دلیل اهمیت این معیار نیز مشخص می‌گردد.

3- براساس روش ANP معیار موانع در رتبه سوم اهمیت قرار گرفته است و رتبه‌بندی سایر معیارها به‌ترتیب زیر است: معیار زیست‌محیطی، قانونی، سیاسی و اجتماعی و فرهنگی

1. Matrix Manipulation

به‌ترتیب در مراتب بعدی اهمیت قرار دارند. لازم به ذکر است که تحلیل رتبه‌های حاصل برای سایر معیارها نیز با توجه به زیر معیارهای آن‌ها صورت می‌گیرد.

در بین زیرمعیارهای معیار اقتصادی، زیرمعیار تقاضای برق بالاترین وزن را دارند. دلیل این موضوع آن است که انرژی‌های نو دارایی محسوب نمی‌شوند و قیمت آن‌ها به‌وسیله عرضه و تقاضای بازار تعیین می‌شود. هزینه‌های ثابت تولید در رتبه‌ی دوم اهمیت قرار دارد. علت این امر نیز آن است که این انرژی‌ها دارای هزینه‌های ثابت بسیار بالایی می‌باشند و تأثیر به‌سزایی در قیمت‌گذاری برق تجدیدپذیر دارند. زیرمعیاری که در رتبه سوم اهمیت قرار دارد، هزینه برق تولیدی از نیروگاه‌های فسیلی می‌باشد و بعد از آن هزینه فرصت سرمایه‌گذاری، نرخ ارز و هزینه‌های انتقال و توزیع و به همین ترتیب بقیه معیارها. اوزان و اولویت سایر زیرمعیارها که در جدول 7 پیوست قابل مشاهده است.

5- منابع

[1] Kelly G.;"Renewable energy strategies in England, Australia and New Zealand"; Geoforum,No. 38, pp:326–338, 2007.

[2] کریمی م.؛ اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در سبد انرژی با توجه به بهینه‌سازی سبد انرژی؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر عباس عصاری آرانی، دانشگاه تربیت مدرس، سال1390 .

[3] Iskin I., Daim T., Kayakutlu G., Altuntas M.; Exploring renewable energy pricing with analytic network process - Comparing a developed and a developing economy; *Energy Economics*, No. 34., pp:882–891, 2012.

[4] به کیش م. م. ؛ اقتصاد ایران در بستر جهانی شدن، نشر نی، 1381.

[5] محمدی ت؛ قیمت‌گذاری بهینه برق برای صنعت برق ایران؛ پایان‌نامه دکتری دانشکده اقتصاد؛ دانشگاه علامه طباطبایی، 1379.

[6] NelsonT. OrtonF.;"A new approach to congestion pricing in electricity markets: Improving user pays pricing incentives"; *Energy Economics*, Vol. 40, pp:1–7, 2013.

[7] لاجوردی ح.، محدث ن.؛ «مقایسه هزینه تمام شده هر کیلووات ساعت برق در شیوه‌های مختلف قیمت‌گذاری»؛ *نشریه انرژی ایران*، دوره 12، شماره 3، صص 59 - 66، 1388.

[8] زعفرانچی‌زاده مقدم م.، رسولی کوهی م.؛ برآورد قیمت برق انرژی‌های تجدیدپذیر براساس هزینه سوخت مصرفی در نیروگاه‌های فسیلی؛ *نشریه اقتصاد انرژی*، شماره 104، صص 32-35، 1387.

[9] رحیمی س.، عشقی ک.؛ تعیین ترکیب بهینه منابع انرژی ایران با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای؛ فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم. شماره 18، صص 160-123، 1387.

[10] وخشوری س.؛ تحلیل قیمت‌گذاری نفت خام‌های صادراتی ایران (از سال 1971 تا 2005 میلادی)؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر فیروزه عزیزی. دانشگاه تربیت مدرس، سال 1385.

[11] Pablo Aragone´s-Beltra´n, Juan Pascual Pastor-Ferrando, Fernando Garcı´a-Garcı´a, Amadeo Pascual-Agull´o; An Analytic Network Process approach for siting a municipal solid waste plant in the Metropolitan Area of Valencia (Spain);Journal of Environmental Management, No. 91,pp:1071–1086, 2010.

[12] Kurttila M; Utilizing the analytic hierarchy process (AHP) in SWOT analysis--a hybrid method and its application to a forest-certification case; Forest Policy and Economic, 1(1). pp: 41-52, 2000.

[13] Saaty T.L., Vargas L.G, Springer Verlag; Decision making with the analytic network process: Economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks;Vol. 95, 2006.

[14] SaatyT.L.,RWS Publ;The analytic network process: Decision making with dependence and feedback, 2001.

[15] صادقی آ.؛ طراحی مدل ریاضی اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر موفقیت کسب‌وکارهای کوچک و متوسط بخش فناوری‌های برتر در ایران؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر عادل آذر، دانشگاه تربیت مدرس، 1390.

[16] SaatyT.L; The analytic hierarchy process; McGraw-Hill, New York, 1980.

[17] Liang X., Xiuxiu S., Gequn S., Kang S., Xu W., Xinlei W; Using the analytic network process (ANP) to determine method of waste energy recovery from engine, Energy Conversion and Management 66, pp:304–311, 2013.

[18] Yüksel, ì. DağdevirenM; Using the fuzzy analytic network pocess (ANP) for Balanced Scorecard (BSC): A case Study for a manufacturing firm;Expert Systems with Applications 37, 2010.

[19] آذر، عادل. رجب زاده، علی. تصمیم گیری کاربردی، رویکرد MADM. چاپ چهارم. ویرایش اول. انتشارات نگاه دانش، 1389.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پیوست:

جدول 1 معیارها و زیر معیارهای مورد بررسی

	معیارها	زیر معیار ها		معیارها	زیر معیارها
1	ECO: اقتصادی	هزینه‌های ثابت تولید (ECO_1)	4	S: اجتماعی و فرهنگی	فرصت‌های شغلی (S_1)
		هزینه‌های متغیر تولید (ECO_2)			معرفی و تبلیغات (S_2)
		هزینه‌های انتقال و توزیع (ECO_3)			فرهنگ عامه مردم (S_3)
		هزینه فرصت سرمایه‌گذاری (ECO_4)	5	P: سیاسی	وابستگی فناوریکی (P_1)
		هزینه‌ی برق تولیدی از نیروگاه‌های فسیلی (ECO_5)			صادرات و واردات انرژی فسیلی (P_2)
		تورم (ECO_6)			حمایت‌ها و روندهای بین المللی (P_3)
		مشوق مالیاتی (ECO_7)			بحران‌های انرژی (P_4)
		نرخ ارز (ECO_8)	6	L: قانونی	قوانین کشوری (L_1)
		درآمد ملی (ECO_9)			قوانین بین المللی (L_2)
		تقاضای برق (ECO_{10})			سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی (L_3)
		نوسانات قیمت انرژی (ECO_{11})	7	E: زیست محیطی	حفاظت و کنترل هوای پاک (E_1)
2	F:مالی	بودجه‌ی تخصیصی به انرژی‌های نو(F_1)			حفاظت و کنترل خاک (E_2)
		نرخ بهره (F_2)			حفاظت و کنترل آب (E_3)
3	T: فنی و تکنیکی	ظرفیت سرمایه‌گذاری (T_1)			پروتکل‌ها و کنوانسیون‌های زیست محیطی (E_4)
		فناوری تولید (T_2)			کنترل گرمایش جهانی (E_5)
		ویژگی‌های جغرافیایی (T_3)			مالیات بر کربن (E_6)
		محدودیت منابع اولیه انرژی فسیلی (T_4)	8	O: موانع گسترش انرژی‌های نو	موانع فنی (O_1)
		عمر مفید سرمایه‌گذاری (T_5)			موانع شناختی (O_2)
		روش‌های مهار دی اکسید کربن (T_6)			موانع نهادی (O_3)
		شرایط فعلی نیروگاه‌های فسیلی (T_7)			مشکلات و موانع تأمین مالی (O_4)
		شرایط فعلی نیروگاه‌های فسیلی (T_7)			خطرات زیست محیطی محلی (O_5)
					مشکلات فرهنگی (عدم پذیرش اجتماعی) (O_6)

جدول 3 ماتریس مقایسات زوجی ترکیب شده و اوزان نسبی 8 معیار اصلی

	ECO	F	T	S	P	L	E	O
W_1	0.288	0.134	0.121	0.050	0.036	0.033	0.304	0.034

جدول 4 اوزان نسبی زیر معیارها

Economical	W_2^{ECO}
ECO_1	0.201
ECO_2	0.012
ECO_3	0.060
ECO_4	0.080
ECO_5	0.143
ECO_6	0.021
ECO_7	0.048
ECO_8	0.074
ECO_9	0.032
ECO_{10}	0.309
ECO_{11}	0.021

Financial	W_2^F
F_1	0.875
F_1	0.125

Political	W_2^P
P_1	0.654
P_2	0.227
P_3	0.062

Environmental	W_2^E
E_1	0.289
E_2	0.089
E_3	0.089
E_4	0.066
E_5	0.144
E_6	0.323

Technical	W_2^T
T_1	0.107
T_2	0.097
T_3	0.036
T_4	0.021
T_5	0.073
T_6	0.328
T_7	0.337

Legal	W_2^L
L_1	0.669
L_2	0.088
L_3	0.243

Social	W_2^S
S_1	0.808
S_2	0.130
S_3	0.062

Obstacles	W_2^O
O_1	0.211
O_2	0.030
O_3	0.110
O_4	0.506
O_5	0.110

جدول 5 ماتریس وابستگی درونی با توجه به معیارها

Economical	W_j
F	0.242
T	0.180
P	0.051
L	0.080
O	0.100
ECO	0.350

Financial	W_j
T	0.185
L	0.070
ECO	0.230
O	0.120
F	0.411

Technical	W_j
ECO	0.212
F	0.143
O	0.090
P	0.080
L	0.073
T	0.406

Social	W_j
ECO	0.307
F	0.220
T	0.133
P	0.100
S	0.250

Political	W_j
S	0.142
L	0.172
ECO	0.375
P	0.308

Legal	W_j
S	0.120
P	0.101
ECO	0.360
L	0.416

E	W_j	E	W_j
ECO	0.258	O	0.085
F	0.115	T	0.118
P	0.046	S	0.051
L	0.066	E	0.237

Obstacles	W_j
ECO	0.356
T	0.234
S	0.076
P	0.063
O	0.269

جدول 6 ماتریس میزان تأثیرات نسبی معیارهای اصلی

W_3	ECO	F	T	S	P	L	E	O
ECO	0.350	0.230	0.212	0.307	0.375	0.360	0.258	0.356
F	0.242	0.411	0.143	0.220	0.000	0.000	0.115	0.000
T	0.180	0.185	0.406	0.133	0.000	0.000	0.118	0.234
S	0.000	0.000	0.000	0.250	0.142	0.120	0.051	0.076
P	0.051	0.000	0.080	0.100	0.308	0.101	0.046	0.063
L	0.080	0.070	0.073	0.000	0.172	0.416	0.066	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.237	0.000
O	0.100	0.120	0.090	0.000	0.000	0.000	0.085	0.269

جدول 7 اوزان نهایی زیر معیارهای بدست آمده از روش ANP

معیارها	اوزان وابستگی درونی	زیر معیارها	اوزان نسبی	اوزان نهایی
ECO	0.290	ECO_1	0.201	0.058
		ECO_2	0.012	0.003
		ECO_3	0.060	0.017
		ECO_4	0.080	0.023
		ECO_5	0.143	0.041
		ECO_6	0.021	0.006
		ECO_7	0.048	0.014
		ECO_8	0.074	0.021
		ECO_9	0.032	0.009
		ECO_{10}	0.309	0.090
		ECO_{11}	0.021	0.006
F	0.188	F_1	0.875	0.165
		F_2	0.125	0.024
T	0.186	T_1	0.107	0.020
		T_2	0.097	0.018
		T_3	0.036	0.007
		T_4	0.021	0.004
		T_5	0.073	0.014
		T_6	0.328	0.061
		T_7	0.337	0.063
S	0.040	S_1	0.808	0.032
		S_2	0.130	0.005
		S_3	0.062	0.002
P	0.047	P_1	0.654	0.030
		P_2	0.227	0.010
		P_3	0.062	0.003
		P_4	0.057	0.003
L	0.075	L_1	0.669	0.050
		L_2	0.088	0.007
		L_3	0.243	0.018
E	0.083	E_1	0.289	0.024
		E_2	0.089	0.007
		E_3	0.089	0.007
		E_4	0.066	0.005
		E_5	0.144	0.012
		E_6	0.323	0.027
O	0.091	O_1	0.211	0.019
		O_2	0.030	0.003
		O_3	0.110	0.010
		O_4	0.506	0.046
		O_5	0.110	0.010
		O_6	0.032	0.003