



## انتخاب مجریان پروژه های پژوهشی شرکت پالایش نفت اصفهان با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای

قاسم غفاری

کارشناس ارشد صنایع-مدیریت سیستم و بهره وری- دانشگاه یزد

Ramin.ghaffari@gmail.com

محمود طاهری

کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه پالایشگاه اصفهان

mahmood.taheri@gmail.com

واژه های کلیدی

ارزیابی پروژه، فرآیند تحلیل شبکه ای، تحقیق و توسعه

۵۲

### چکیده

در یک تصمیم گیری ممکن است که تصمیم گیرنده با معیارهای متفاوتی مواجه باشد و بخواهد از بین چند گزینه مختلف گزینه ارجح را انتخاب کند. در چنین شرایطی باید از روش های مطرح در این زمینه استفاده نماید که یکی از این روش ها فرآیند تحلیل شبکه ای<sup>۱</sup> می باشد. در سالهای اخیر توجه فنی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی یکی از پیش نیازهای بیشتر پروژه ها می باشد. طرح ها و پروژه های مختلف باید نسبت به معیارهایی در زمینه گفته شده مورد مقایسه قرار گرفته و در نهایت پروژه ارجح در اولویت اجرا قرار گرفته شود. روش ANP با استفاده از ماتریس مقایسه دو به دو، به مقایسه گزینه های مختلف نسبت به معیارها پرداخته و در نهایت گزینه ارجح را مشخص می کند.

در این مقاله سعی بر آن است که با طراحی مدلی بر اساس ANP، کار ارزیابی و انتخاب مجریان پروژه های پژوهشی واحد تحقیق و توسعه<sup>۲</sup> شرکت پالایش نفت اصفهان و انتخاب مجری اصلح از بین پروپوزالهای رسیده به این واحد را به روش علمی و به کمک نرم افزار مربوطه انجام دهیم. براین اساس معیارهای ارزیابی بر اساس نظر خبرگان انتخاب و مدل طراحی شد. این مدل برای ارزیابی تعدادی از پروژه های شرکت بکار برده شد. مطالعه عملی ارائه شده نیز به تأیید ANP به عنوان یک ابزار تصمیم گیری کارا و اثر بخش کمک می کند.

<sup>1</sup> - Analytic Network Process (ANP)

<sup>2</sup> - Research and Development (R&D)



## ۱- مقدمه

انتخاب پروژه تحقیق و توسعه یک فرایند تصمیم گیری پیچیده است. این فرایند شامل جستجو در محیط فرصت ها، تولید فرصت های پروژه ای، و ارزیابی کیفی و کمی گزاره های مختلف توسط ذینفعان مختلف است. شناسایی اولین انتخاب ذینفعان و قرار دادن آنها در یک چارچوب تصمیم گیری تحلیلی فعالیت های چالش برانگیزی هستند. در این پروژه ها ریسک ها و عدم قطعیت هایی در خصوص سرمایه گذاری و بازگشت سرمایه وجود دارد. برای بسیاری از شرکت ها به ویژه آنهایی که درصدد ایجاد نوآوری برای باقی ماندن در تجارت هستند، کلید اصلی برای ادامه رقابت به توانایی توسعه و اجرای محصولات و فرایندهای جدید برمی گردد. برای این سازمان ها، تحقیق و توسعه یک فعالیت اجتناب ناپذیر در مدیریت استراتژیک است. حتی سازمان های دارای مهارت عالی باید در محدوده منابع و سرمایه های موجود فعالیت کنند. از این رو انتخاب پروژه R&D و تصمیمات مالی، اگر سازمان تمایل به باقی ماندن در عرصه تجارت دارد، حیاتی است [۱]. در حالی که تعداد زیادی روش ریاضی برای تصمیم گیری پیشنهاد شده است. ادبیات موجود نشان می دهند که تنها تعداد کمی از آنها می توانند در حقیقت مورد استفاده قرار گیرند. ضعف اصلی این روش ها شامل عدم توانایی آنها برای در نظر گرفتن عوامل استراتژیک و همچنین پیچیدگی های ریاضیاتی آنها می باشد. در محیط تجاری با تغییرات سریع، R&D سرمایه گذاری است که شرکت ها در آینده خود پیش بینی می کنند. شرکت ها نیازمند ابزار هایی هستند که بتوانند برای تعیین بهترین تخصیص منابع به آنها کمک کنند. این مقاله بر به کارگیری رویکرد ANP که یک رویکرد تصمیم گیری چند معیاره است تمرکز می کند که امکان تبدیل مقادیر کیفی به کمی و تحلیل آنها را فراهم می سازد. رویکرد ANP یک روش نسبتاً ساده و حساس است که می تواند مورد قبول مدیران و دیگر تصمیم گیران قرار گیرد [۲]. مدل ارائه شده در این تحقیق دارای یک رویکرد قابل فهم است که از هر دو نوع ارزیابی کیفی و کمی مؤثر بر تصمیم استفاده می کند. مدل تصمیم قابلیت به کار گیری ابعاد مختلف اطلاعات در تحلیل و انجام یک تحلیل استراتژیک قوی را دارد. در این مقاله پس از مرور کوتاهی بر ANP، یک چارچوب انتخاب چند معیاره براساس ANP ارائه می شود. همچنین یک مثال عملی با استفاده از داده های استخراج شده از شرکت پالایش نفت اصفهان ارائه می گردد. مطالعه عملی ارائه شده نیز به تأیید ANP به عنوان یک ابزار تصمیم گیری کارا و اثر بخش کمک می کند.

## ۲- فرایند تحلیل شبکه ای

روش تحلیل شبکه که در سال ۱۹۹۶ توسط ساعتی معرفی شده است، فرم کلی تر روش تحلیل سلسله مراتبی است. فرایند تحلیل شبکه، روش جامع و قدرتمندی را برای تصمیم گیری دقیق با استفاده از اطلاعات تجربی و یا قضاوت های شخصی هر تصمیم گیرنده در اختیار نهاده و با فراهم کردن ساختاری برای ساماندهی معیارهای متفاوت و ارزیابی اهمیت و ارجحیت هر یک از آنها نسبت به گزینه ها، فرایند تصمیم گیری را آسان می کند [۳].

روش تحلیل شبکه به تصمیم گیرنده اجازه ساخت یک شبکه به جای سلسله مراتبی را می دهد. این امر امکان بررسی ارتباط داخلی بین عناصر را نیز ممکن می سازد. گره های موجود در این شبکه، معادل با معیارها یا گزینه ها می باشند و شاخه هایی که این گره ها را به هم متصل می کنند نیز معادل با درجه همبستگی آنها به همدیگر می باشند. تعیین روابط موجود در ساختار شبکه ای یا تعیین درجه وابستگی های متقابل بین معیارها با هم و گزینه ها، مهم ترین کار روش تحلیل شبکه است. ارتباط و وابستگی می تواند به شکل ارتباط سطوح مختلف شبکه به صورت خارجی یا داخلی باشد. اهمیت نسبی هر عضو از مجموعه- در سطح مربوط به خود- مشابه روش تحلیل سلسله مراتب به کمک مجموعه ای از مقایسه های زوجی انجام می پذیرد [۳].

ANP مدل کلی و عمومی و کامل تری از فرایند تحلیل سلسله مراتبی است که اجازه تحلیل مسائل مختلف را با داشتن رابطه های متقابل بین عناصر می دهد. این ارتباط متقابل را گاهی سیستم های بازخورد نیز می نامند. ساعتی برای محاسبه وزن این دسته از مسائل روشی تحت عنوان سوپرماتریس را توسعه داد. سوپرماتریس، اثر وزن های عناصر مرتبط با هم را با در نظر گرفتن یک ماتریس، با شرکت همه گزینه ها و عناصر تعدیل می کند [۴-۵].

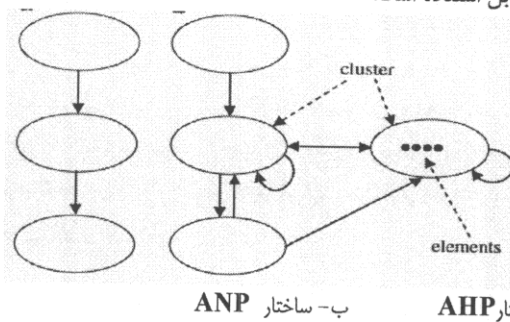
روش ANP در حل مسائل مختلفی بکار رفته است. مهم ترین آنها در زمینه پروژه در جدول ۱ درج شده است.



جدول (۱): کاربردهای ANP در زمینه پروژه [۶-۷، ۳]

موضوع	ارائه دهنده
ارزیابی و انتخاب پروژه حمل و نقل	Shag(2004)
انتخاب پروژه سیستم اطلاعاتی	Lee& Kim(2000)
انتخاب پروژه تحقیق و توسعه	Meade&Presley(2002)
انتخاب پروژه تحقیق و توسعه	Mohanty et al(2005)
انتخاب پروژه تحقیق و توسعه	Cheng&Li(2005)
انتخاب پروژه تحقیق و توسعه	Murad Habib et al(2009)
ارزیابی و انتخاب پروژه	شفیعی(۱۳۸۸)
مدل انتخاب پروژه های عمرانی	فضلی ومدنی(۱۳۸۸)

تفاوت عمده روش تحلیل شبکه و تحلیل سلسله مراتبی در ساختار تعریف مدل و ارتباط بین عناصر است. این ارتباط در روش تحلیل سلسله مراتبی به صورت مستقل است درحالیکه در روش تحلیل شبکه این ارتباط می تواند هم به صورت مستقل و هم به صورت وابسته باشد. شکل ۱- الف ساختار سلسله مراتبی و شکل ۱- ب ساختار کلی روش تحلیل شبکه را نشان می دهد. می توان گفت روش تحلیل سلسله مراتبی حالت خاصی از روش شبکه محسوب می شود، زیرا روش تحلیل شبکه در حالت استقلال داخل یک خوشه و بین چند خوشه نیز قابل استفاده است.



شکل (۱): ساختار سلسله مراتبی و ساختار شبکه ای [۷]

### ۳- مراحل روش تحلیل شبکه

برای طراحی یک مدل شبکه ای، مرحله‌ی در نظر گرفته شده است که محقق را قادر خواهد ساخت مدل مورد نظر خود را با کمک نرم افزار طراحی نماید. در ادامه به تشریح مراحل تصمیم گیری به روش تحلیل شبکه می پردازیم.

#### ۱- ساخت مدل و پیکر بندی مساله

در مرحله اول باید مساله به روشنی تعریف شده و سپس اجزای آن در ساختاری منطقی و منظم، به صورت شبکه ای با ارتباط های منطقی، تقسیم بندی شوند (شکل ۱- ب). در این مرحله معیارهایی که در تصمیم گیری نهایی موثرند، شناسایی می شوند. این معیارها توسط مدیران ارشد و تصمیم گیران اصلی و یا کادر متخصص که بر کل سیستم آگاهی کافی دارند، تعیین می شوند. بعد از اینکه عناصر شبکه مشخص شدند، آنها باید به یکدیگر متصل شوند که این اتصال براساس نوع ارتباط بین عناصر داخلی انجام می پذیرد. ارتباط اجزا در شبکه نشان دهنده تاثیر عناصر بر یکدیگر است. در روش تحلیل شبکه، روابط و اثرات معیارها و گزینه ها بر همدیگر وارد مساله می شود [۳].



## ۲- تشکیل ماتریس مقایسه زوجی ومحاسبه بردارهای وزن

ماتریس های مقایسه زوجی وتأثیر معیارها وزیر معیارها، با در نظر گرفتن سطوح بالاتر شبکه وارتباطات داخلی تشکیل می شود، تا بتوان به کمک آنها وزن عناصر را بدست آورد. این وزن ها بر اساس تعریف ساعتی، از ۱ (اهمیت یکسان)، تا ۹ (اهمیت مطلق) مطابق جدول ۲ تغییر می کنند. در این مرحله دو نوع مقایسه زوجی انجام می شود[۳].

## جدول (۲) - طبقه بندی کمی وکیفی برای مقایسه زوجی معیارها[۴]

مقایسه نسبی شاخص ها (قضاوت شفاهی)	امتیاز عددی
اهمیت مطلق (Extremely Preferred)	۹
اهمیت خیلی قوی (Very Strongly Preferred)	۷
اهمیت قوی (Strongly Preferred)	۵
اهمیت ضعیف (Moderately Preferred)	۳
اهمیت یکسان (Equally Preferred)	۱
ترجیحات بین فاصله های بالا	۸-۶-۴-۲

## الف- انجام مقایسه زوجی میان عناصر مرتبط:

مقایسات زوجی در خصوص هر یک از عناصر داخل خوشه ها، بر حسب تاثیر آن بر روی عنصر در خوشه دیگر ویا عناصری در خوشه خودش انجام می گیرد.

## ب- انجام مقایسه زوجی میان خوشه های موثر بر یکدیگر:

در اینجا سوال اصلی این است که یک خوشه با توجه به عناصر خود چه تاثیری بر خوشه دیگر گذاشته ویا از آنها متاثر خواهد شد[۳۷].

در این روش برای تشکیل سوپر ماتریس، بسته به طبیعت مساله باید به سوالات زیر پاسخ داده شود:

۱- برای معیار انتخابی، از بین دو عنصر کدام یک تاثیر بیشتری (غالب تر) با در نظر گرفتن معیار مذکور دارند؟

۲- برای گزینش یگ گزینه، کدامیک از دو معیار یا دو مشخصه بر دیگری غالب است؟

۳- برای یک معیار ویک عنصر نظیر X در هر خوشه، کدام دو عنصر دیگر در همان خوشه یا خوشه دیگر، تاثیر بیشتری بر عنصر X با در نظر گرفتن معیار مربوطه داشته اند؟[۵].

پس از انجام مقایسه های زوجی، محاسبه ی شاخص سازگاری وزن ها ومقایسه ها ضروری است. یکی از مزایای ANP کنترل سازگاری تصمیم است به عبارت دیگر همواره در فرآیند تحلیل شبکه ای می توان میزان سازگاری تصمیم را محاسبه نمود و نسبت به خوب و بد بودن و یا قابل قبول و مردود بودن قضاوت کرد.

اگر A دو برابر B اهمیت داشته باشد و B سه برابر C مهم باشد چنانچه A شش برابر C اهمیت داشته باشد این قضاوت را سازگار می گویم[۴]. در صورتی که این شاخص برای هر یک از ماتریس های مقایسه زوجی مقدار عددی بزرگتر از ۱/۰ داشته باشد، مقایسه و اوزان تخصیص داده شده با یکدیگر ناسازگارند ودر وزن ها باید تجدید نظر کرد[۵].

## ۳- تشکیل سوپر ماتریس

سوپر ماتریس، ماتریسی از روابط بین اجزای شبکه می باشد که از بردارهای اولویت این روابط به دست می آید. این ماتریس

چارچوبی برای مشخص کردن اهمیت نسبی گزینه ها پس از انجام مقایسه زوجی در اختیار قرار می دهد

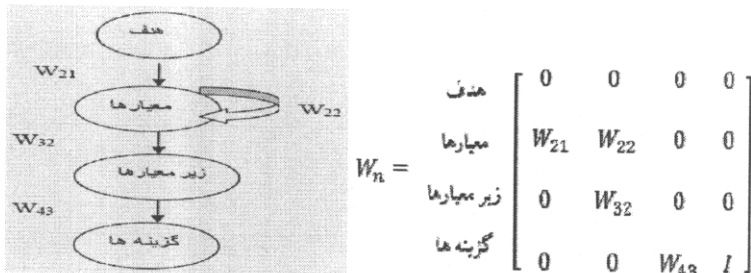
شکل ۲ ساختار و سوپرماتریس یک مدل چهار سطحی را نشان می دهد. ماتریس  $W_n$  مربوط به مدل تحلیل شبکه ای است.

در این سوپر ماتریس  $W_{21}$ ، برداری است که تأثیر هدف را بر روی عوامل اصلی یا معیارها نشان می دهد،  $W_{22}$  ماتریسی است که بیانگر وابستگی های درونی معیارهای این مدل می باشد،  $W_{32}$  ماتریسی است که نشان دهنده تأثیر عوامل اصلی مدل بر روی هر یک از عوامل فرعی است،  $W_{43}$  نیز ماتریسی است که تأثیر عوامل فرعی را بر روی هر یک از گزینه ها نشان می دهد و در نهایت I

نیز همان ماتریس واحد است[۷].



۴- محاسبه سوپر ماتریس وزن دار شده از آنجا که در روش ANP ارتباط داخلی بین اعضا موجب بزرگتر از یک شدن جمع درایه های روی هر ستون سوپر ماتریس اولیه می شود، در این مرحله باید این ماتریس را به صورت وزن دار در آورد. این امر به کمک نرمال کردن درایه های روی ماتریس به صورت ستونی انجام می پذیرد [۳].



شکل (۲) - سوپر ماتریس در مدل ANP با چهار سطح [۳]

۵- محاسبه توزیع ماندار سوپر ماتریس وزن دار شده برای قضاوت بر روی اوزان نهایی گزینه ها و انتخاب گزینه برتر، باید توزیع ماندار سوپر ماتریس وزن دار شده را بدست آورد. این توزیع با توجه به تصادفی بودن ماهیت سوپر ماتریس، با توان رساندن آن به عددی بزرگ حاصل خواهد شد. این امر مشابه با فرایند زنجیره های مارکوف<sup>۳</sup> با به توان رساندن سوپر ماتریس وزن دار شده به یک عدد بزرگ مطابق با رابطه (۱) حاصل می شود، یعنی:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} W^k \quad (1)$$

در صورتی که ماتریس توزیع ماندار، به یک ماتریس نهایی همگرا شود، این ماتریس نهایی به عنوان معیار سنجش وزن برای گزینه ها بکار می رود. در صورتی که این ماتریس به یک بردار همگرا نشود، از تمامی ماتریس هایی که همگرایی به صورت تناوبی به آنها انجام می شود، میانگین گیری خواهد شد:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} (1/n) \sum W^k \quad (2)$$

۶- نرمال کردن وزن های بدست آمده با در نظر گرفتن هرخوشه در این مرحله با در اختیار داشتن وزن گزینه ها و نرمال کردن آنها، به راحتی می توان در مورد انتخاب گزینه برتر نظر داد.

۷- انتخاب گزینه برتر

در این مرحله گزینه برتر انتخاب می شود [۳].

#### ۴- متدولوژی طراحی مدل

در راستای طراحی مدل ارزیابی پروژه های پژوهشی شرکت پالایش نفت اصفهان اقدامات زیر صورت پذیرفت.

۱- استخراج معیار

۲- تأیید نهایی معیارها از دید خبرگان

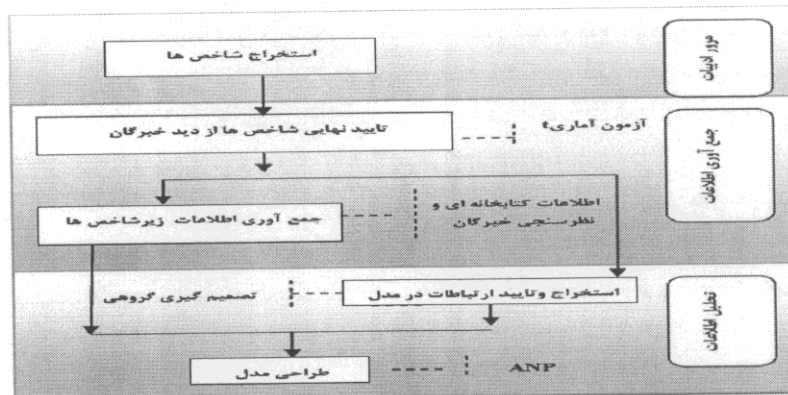
۳- استخراج زیر معیارها به کمک تصمیم گیری گروهی

۴- طراحی مدل

<sup>3</sup> -Markov Chains



شکل ۳ مراحل مختلف انجام تحقیق را نشان می دهد. در ادامه به تشریح هر یک از مراحل می پردازیم



شکل (۳) - مراحل انجام تحقیق

#### ۱-۴- استخراج معیارها

هدف از مرور ادبیات تحقیق استخراج شاخص های مورد استفاده در تعیین مدل ارزیابی پروژه های پژوهشی شرکت پالایش نفت اصفهان می باشد. ابتدا مدل های مطرح در ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیق و توسعه مورد مطالعه قرار گرفت [۱۴-۹، ۲-۱]. سپس از منابع زیر به منظور دریافت نظرات و پیشنهادات، استفاده گردید.

۱- نظرات و پیشنهادات کارشناسان واحد تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت اصفهان و دیگر مرکز پژوهشی در سطح پالایشگاه ها: نظرات این افراد بصورت مصاحبه حضوری و از طریق ایمیل جمع آوری و جمع بندی شد.

۲- نظرات و پیشنهادات مدیران و کارشناسان شرکت پالایش نفت اصفهان: نظرات این افراد بصورت مصاحبه حضوری جمع آوری و جمع بندی شد.

۳- نظرات و پیشنهادات مجریان پروژه های پژوهشی شرکت پالایش نفت اصفهان: نظرات این افراد بصورت مصاحبه حضوری و از طریق ایمیل جمع آوری و جمع بندی شد.

پس از جمع آوری اطلاعات لازم از منابع فوق، جمع بندی اولیه اطلاعات انجام گرفت و در این راستا چندین جلسه با کارشناسان واحد تحقیق و توسعه برگزار و از طریق تصمیم گیری گروهی معیارهای اصلی انتخاب گردید.

این معیار عبارتند از:

- ۱- هزینه ها،
- ۲- صلاحیت مجریان پروژه،
- ۳- ملاحظات زیست محیطی و ایمنی،
- ۴- ارزشیابی ریسک اجرای طرح،
- ۵- آثار و پیامدهای سرمایه گذاری،
- ۶- توجیه فنی و اقتصادی،
- ۷- نوآوری و ابتکار،
- ۸- ارتباط با استراتژی شرکت،
- ۹- نوع طرح،
- ۱۰- مشخصه ها،

۱۱- اطلاعات طرح

#### ۲-۴- تایید نهایی معیارها از دید خبرگان

از آنجاییکه در بررسی ادبیات تحقیق و مدل های مطرح در ارزیابی پروژه ها، پژوهشی در زمینه شاخص های موثر در ترکیب مدل ارزیابی پروژه های پژوهشی شرکت های پالایش نفت یافت نشد. لذا شاخص های کلی استخراج شده در این زمینه، برای تطبیق این شاخص ها با پالایشگاه نیازمند بررسی و تایید نهایی توسط خبرگان شرکت می باشند؛ با طراحی پرسشنامه ای میزان اهمیت استفاده از شاخص های مذکور در شرکت پالایش نفت اصفهان از بین ۳۲ نفر خبره این صنعت که در امر ارزیابی و انتخاب پروژه ها دخیل بودند، مورد سوال قرار گرفت. برای آزمون روایی آن نظر خبرگان و کارشناسان واحد تحقیق و توسعه دریافت شد و اصلاحات مورد نظر اعمال گردید، سپس جهت آزمون پایایی از آزمون آلفای کرونباخ استفاده گردید. مقدار آلفای کرونباخ ۰/۷۱۱ محاسبه گردید و با توجه به اینکه بیش از ۰/۷ است نشان دهنده پایایی ابزار جمع آوری اطلاعات می باشد. این فرضیه که، کلیه



شاخص ها در پالایشگاه کاربرد دارد، با استفاده از آزمون آماری t مورد آزمون قرار گرفت که جدول ۳ نشان دهنده این نتایج است. فرض صفر، میانگین کوچکتر و مساوی چارک اول در نظر گرفته شد. برای تحلیل جدول ۳ بدین گونه عمل می شود، مرز مشخص کننده تائید یا عدم تائید فرض صفر، مقدار آماره استاندارد در سطح ۹۵ درصد است. در این سطح اطمینان آماره استاندارد برابر است با ۲/۰۴؛ شاخص دارای سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ از نظر آزمون رد شده است و آزمون فرض صفر پذیرفته شده است. بدین معنی که هر شاخص که مقدار t آن از ۲/۰۴ کوچکتر باشد در محدوده قرار نمی گیرد و شاخصی که t آن از ۲/۰۴ بزرگتر باشد در محدوده است. بدین ترتیب شاخص های ارزشیابی ریسک، نوآوری و ابتکار و اطلاعات طرح در طراحی مدل کاربردی نداشته و در نتیجه شاخص های نهایی تحقیق هشت معیار می باشند که عبارتند از:

۱-هزینه ها، ۲-صلاحیت مجریان پروژه، ۳-ملاحظات زیست محیطی و ایمنی، ۴-آثار و پیامدهای سرمایه گذاری، ۵-توجیه فنی و اقتصادی، ۶-ارتباط با استراتژی شرکت، ۷-نوع طرح، ۸-مشخصه ها

### ۳-۴- استخراج زیر معیارها به کمک تصمیم گیری گروهی

جلسه با گروهی از کارشناسان و متخصصین شرکت که از مساله آگاهی کامل داشتند تشکیل شد. این گروه از بین ۳۲ نفری که در مصاحبه ها شرکت کرده و مشارکت فعال تری با واحد تحقیق و توسعه داشتند انتخاب شدند. این افراد انگیزه کافی برای حل مساله داشته و

جدول (۳)- نتایج آزمون t

ردیف	شاخص ها	مقدار t	سطح معنی داری	انحراف از میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪		میانگین	رد/ قبول
					حد بالا	حد پایین		
۱	هزینه ها	۳/۴۵۸	۰/۰۰۲	۱/۷۱۵۶۱	۰/۶۹۵	۰/۱۷۹	۴/۴۳۷	قبول
۲	صلاحیت مجریان پروژه	۲/۶۷۵	۰/۰۱۲	۱/۷۹۳۱۲	۰/۱۶۰	۰/۰۸۹	۴/۳۷۵	قبول
۳	ملاحظات زیست محیطی و ایمنی	۲/۴۷۰	۰/۰۱۹	۱/۷۸۷۳۸	۰/۱۶۲۷	۰/۰۵۹	۴/۳۴۳	قبول
۴	ارزشیابی ریسک اجرای طرح	۱/۶۴۸	۰/۱۰۹	۱/۷۵۰۶۷	۰/۴۸۹	۰/۰۰۵	۲/۲۱۸	رد
۵	آثار و پیامدهای سرمایه گذاری	۲/۸۲۰	۰/۰۰۸	۱/۸۷۷۵۹	۰/۷۵۳	۰/۱۲۱	۴/۴۳۷	قبول
۶	توجیه فنی و اقتصادی	۲/۳۲۹	۰/۰۲۷	۱/۶۸۳۱۸	۰/۵۲۷	۰/۰۳۴	۴/۲۸۱	قبول
۷	نوآوری و ابتکار	۱/۴۸۸	۰/۱۴۷	۱/۹۵۰۳۸	۰/۱۵۹	۰/۰۰۹	۲/۲۵۰	رد
۸	ارتباط با استراتژی شرکت	۲/۱۰۴	۰/۰۴۴	۱/۶۷۲۰۲	۰/۴۹۲	۰/۰۰۷	۴/۲۵۰	قبول
۹	نوع طرح	۲/۵۲۲	۰/۰۱۶	۱/۶۹۲۷۰	۰/۵۶۲	۰/۰۶۲	۴/۳۱۲	قبول
۱۰	مشخصه ها	۲/۵۴۷	۰/۰۱۶	۱/۸۲۲۸۰	۰/۶۷۵	۰/۰۷۴	۴/۳۷۵	قبول
۱۱	اطلاعات طرح	۱/۷۹۱	۰/۰۸۳	۱/۵۹۲۲۹	۰/۴۰۱	۰/۰۰۲	۲/۱۸۷	رد

با رغبت در حل مساله مشارکت کردند. هدف جلسه طراحی ساختار سلسله مراتبی و مشخص کردن زیر معیارها با توجه به معیارهای انتخابی بود.



با توجه به RFP<sup>۴</sup> تهیه شده از طریق واحد تحقیق و توسعه برای یک مساله، واحد های تحقیقاتی فرم های الف مربوط به پروژه های پژوهشی را تکمیل نموده و برای ارزیابی به واحد تحقیق و توسعه ارسال می کنند. با توجه به اینکه ملاک ارزیابی ها بر اساس اطلاعاتی است که مجریان در فرم های الف ارائه می دهند، زیر معیارها ئی برای طراحی مدل توسط گروه انتخاب گردید که در ادامه ارائه می گردد.

#### ۴-۴- طراحی مدل

مطابق آنچه قبلاً بیان شد اولین اصل تفکر تحلیلی که به ANP مرتبط است، ایجاد ساختار سلسله مراتبی از مساله می باشد که در آن سطوح مساله به صورت منطقی و منظم به هم مربوط می شوند. بعد از مشخص شدن معیارها و زیر معیارها، توسط گروه تصمیم گیری، مدل ارزیابی به صورت شکل ۴ مشخص گردید. ارتباطات بین سطوح و معیارها نیز با توجه به جمع شرایط به صورت کلی مشخص شد. البته این ارتباطات با توجه به نوع پروژه و شرایط حاکم بر آن می تواند تغییر بکند. همانطوریکه در شکل مشخص است مدل ارائه شده دارای چهار سطح است.

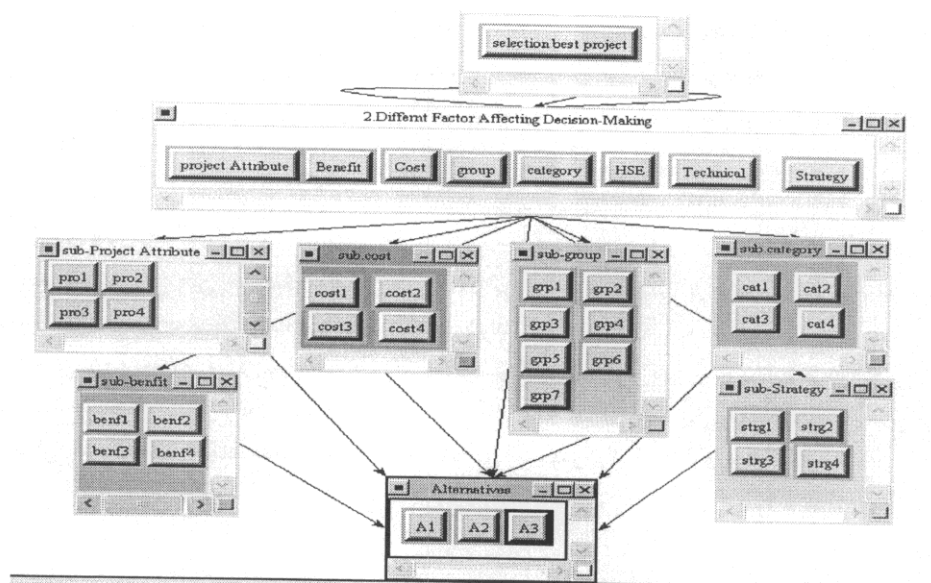
#### آزمون مدل

در این بخش مدل طراحی شده را برای انتخاب دو پروپوزال ارائه شده به واحد تحقیق و توسعه در سال ۱۳۸۹ بکار بردیم. در این انتخاب نظر کارشناسان واحد تحقیق و توسعه شرکت ملاک ارزیابی و انتخاب در نظر گرفته شده است. شرکت کنندگان در جلسات گروهی گاهی اظهار نظر می دارند که فرایند قضاوت در طول دوره زمانی کوتاه به آنها خیلی فشار وارد می کند. برای غلبه بر این مشکل استفاده از پرسشنامه می تواند بسیار موثر باشد، تعداد قضاوتهائی که در این پرسشنامه صورت می گیرد باید محدود باشد و این تعداد محدود باید با هم مرتبط باشند [۸]. بر این اساس با توجه به مدل ارائه شده، سه پرسشنامه مقایسات زوجی طراحی شد.

پرسشنامه شماره ۱ مربوط به "پرسشنامه تعیین میزان اهمیت و مقایسه های زوجی شاخص های موثر در مدل انتخاب بهترین پروژه واحد تحقیق و توسعه" است که در واقع معیارهای اصلی که در سطح دو مدل قرار دارند را با هم مقایسه می کنند. پرسشنامه شماره ۲ مربوط به "پرسشنامه تعیین میزان اهمیت و مقایسه های زوجی زیر معیارهای مربوط به هر شاخص" است که اهمیت هر زیر معیار را در مقایسه با زیر معیارهای مربوط به هر شاخص مشخص می کند. مثلاً در خوشه منافع که چهار زیر معیار وجود دارد، این چهار معیار با هم مقایسه شده و اهمیت هر یک با توجه به پروژه مشخص می شود. این دو پرسشنامه توسط تیم کارشناسی واحد تحقیق و توسعه شرکت کامل می شود و عموماً برای اکثر پروژه ها ثابت است.

<sup>4</sup>- Request For Proposal (RFP)





شکل (۴) - مدل ارزیابی و انتخاب پروپوزال پژوهشی به کمک ANP

پرسشنامه شماره ۳ مربوط به "پرسشنامه تعیین میزان اهمیت پروژه ها بر اساس معیارها و زیر معیارهای انتخابی" است که در آن با توجه به پروپوزالهای مربوط به هر پروژه، مقایسات زوجی بین گزینه های مختلف آن انجام می شود. این پرسشنامه در هسته های مربوطه کامل خواهد شد. البته قبل از تشکیل هسته ها، پروپوزالهای مربوط به پروژه ها برای کارشناسان هسته ها ارسال می گردد. فرم خام پرسشنامه نیز بر روی افزار داخلی شرکت قرار دارد و کاربران بعد از مطالعه دقیق پروپوزالها، نظرات را در فرم ها وارد و برای واحد تحقیق و توسعه ارسال می کنند. در جلسه هسته ها بر روی گزینه های مختلف بحث و تبادل نظر می شود و از نظرات کارشناسان مختلف از طریق طوفان مغزی استفاده شده و روی گزینه مختلف به اجماع می رسند و در نرم افزار مربوطه اعمال می شود. قسمتی از پرسشنامه شماره ۱ را در شکل ۵ ملاحظه می کنید.



ضمیمه ۶- پرسشنامه شماره ۱- پرسشنامه تعیین میزان اهمیت و مقایسه های زوجی شاخص های موثر در مدل انتخاب بهترین پروژه واحد تحقیق و توسعه

صاحب نظر گرامی:

با عرض سلام و تشکر از همکاری جنابعالی

این پرسشنامه در صدد تعیین میزان اهمیت هر یک از شاخص های موثر در مدل انتخاب بهترین

پروژه واحد تحقیق و توسعه شرکت پالایش نفت اصفهان می باشد.

با توجه به اهمیت موضوع، جنابعالی به عنوان فردی متخصص و صاحب تجربه انتخاب شده اید تا با

صرف دقایقی از وقت خود، ما را در راستای اهداف این پژوهش یاری فرمایید.

با این توصیف خواهشمند است جدول مقایسه زوجی زیر را با زدن علامت ضربدر × در مستطیل های

مناسب کامل نمایید به گونه ای که انتخاب شما بیانگر میزان اهمیت هر یک از شاخص ها نسبت به شاخص

دیگر در انتخاب پروژه باشد. به عنوان مثال چنانچه شاخص منافع ۷ برابر شاخص مجریان پروژه دارای

برتری و اهمیت باشد. طبق جدول نمونه ذیل باید در خانه شماره ۷ از سمت شاخص منافع علامت زده شود.

منافع	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
مجریان پروژه																	

الف- ارتباطات سلسله مراتبی (خارجی)

۱=یکسان ۳=نسبتاً برتر ۵=برتر ۷=خیلی برتر ۹=بی نهایت برتر

مشخصه ها	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
منافع	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
HSE	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
نوع طرح	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
هزینه ها	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
مجریان	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
توجه فنی و اقتصادی	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
ارتباط با استراتژی	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹

مشخصه ها	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
HSE	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
نوع طرح	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
هزینه ها	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹

شکل (۵)- قسمتی از پرسشنامه شماره ۱

وجود نرم افزار رایانه ای در این جلسات سبب می شود که بعد از ارائه پیشنهادات، جوابهای کلی مساله خیلی سریع بدست آمده، آزمون های حساسیت و سازگاری روی آنها در همان زمان و یا جلسه بعدی انجام گیرد [۸].

نمونه یک: راهکار تبدیل دی اکسید کربن واحد هیدروژن به ترکیبات با ارزش

دو تیم پژوهشی از دانشگاه اصفهان (پروپوزال A1) و شهرک علمی تحقیقاتی (پروپوزال A2) با هم مقایسه شدند. جدول ۴ اطلاعات استخراج شده از فرم های الف دو گروه را که توسط کارشناسان واحد تحقیق و توسعه جهت مقایسات زوجی بدست آمده را نشان می دهد.



جدول (۴): اطلاعات مربوط به پروژه های نمونه یک

A2	A1	زیر معیار	معیار اصلی	ردیف
۱۶ میلیون	۳۲/۵ میلیون	هزینه پرسنلی	هزینه ها	۱
۱۳/۷ میلیون	۰۰ میلیون	هزینه تجهیزات		
۷/۶ میلیون	۸ میلیون	هزینه آزمایشات		
۱۲ میلیون	۲ میلیون	سایر هزینه ها		
۴۹ میلیون	۴۲ میلیون	هزینه کل		
شرکت تحقیقاتی	دانشگاهی	ماهیت واحد مجریان	صلاحیت مجریان	۲
کارشناس ارشد	دکتری شیمی	در چه تحصیلات محقق		
۸ نفر	۴ نفر	تعداد پرسنل		
۱۴	۷	پروژه انجام شده یا در دست اجرا		
۴	۱	سابقه مرتبط		
آزمایشگاه و دستگاه های مرتبط با طرح	آزمایشگاه دانشگاه	داشتن تجهیزات وسخت افزار مورد نیاز	ارتباط با	۳
ندارند	ندارند	ارتباط با مراکز خارج کشور		
تولید نیمه صنعتی	آزمایشگاهی	تولید صنعتی، نیمه صنعتی، روش مشکل عملیاتی و آزمایشگاهی	آثار سرمایه گذاری	۴
مرتبط	مرتبط	کاملاً مرتبط، مرتبط، نیمه مرتبط و غیر مرتبط	ارتباط با استراتژی	
توسعه ای	اساسی	توسعه ای، اساسی، مهندسی مدیریتی	نوع طرح	۵
۸ ماه	۱۲ ماه	زمان انجام	مشخصه ها	۶
مناسب	مناسب	برنامه زمانی		
خیلی مناسب	مناسب	روش جمع آوری اطلاعات		
۱۷۰ نمونه	۱۰ نمونه	روش نمونه گیری و حجم نمونه ها		
خیلی مهم	خیلی مهم	ملاحظات زیست محیطی و ایمنی	۷	۷
زیاد است	کم است	توجیه فنی و اقتصادی		
			۸	۸

الف- مقایسات زوجی

با توجه به اطلاعات موجود در فرم الف دو پروپوزال که قسمتی از آن در جدول ۴ خلاصه شده است، مقایسات زوجی بین شاخص های اصلی و زیر معیارها انجام گردید. جدول ۵ قسمتی از این مقایسات را نشان می دهد.

جدول (۵): چند نمونه از مقایسه های زوجی انجام شده

Comparisons wrt "HSE" node in "2. Different Factor Affecting Decision-Making" cluster																					
Benefit is very strongly to extremely more important than Cost																					
1. Benefit	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	Cost
Comparisons wrt "benf2" node in "Alternatives" cluster																					
A2 is extremely more important than A1																					
1. A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2
Comparisons wrt "grp1" node in "Alternatives" cluster																					
A2 is very strongly to extremely more important than A1																					
1. A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2



ب- مشاهده نتایج

نتایج برای گزینه ها با استفاده از ترکیب دستورات در مدل اصلی بدست می آید. نتایج نهایی را در شکل عمشاهده می کنید.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
A1		0.501142	0.333840	0.110697
A2		1.000000	0.666160	0.220889

شکل (۶): نتایج حاصل از ارزیابی به کمک نرم افزار

ستون Normal نشان دهنده نتایج اولویت بندی است. این کار روش معمول برای گزارش نتایج است. ستون Ideals از ستون Normal و با تقسیم هر یک از ورودی های آن بر بزرگترین مقدار آن ستون بدست آمده است. ستون Raw مستقیماً از ماتریس Limit Super خوانده می شود. در مدل سلسله مراتبی، ستون Raw و Normal یکسان هستند. این نتایج نشان می دهد که A2 بهترین انتخاب برای تصمیم گیرنده است. ستون Ideal، نتایج را با تقسیم بر بزرگترین مقدار نشان می دهد که بهترین انتخاب دارای اولویت ۱ است.

## ۶- هسته های پژوهش و فناوری

بررسی پیشنهاد پروژه های تحقیقاتی در واحد R&D و توسط کارشناسان شرکت و هسته های تخصصی پژوهش و فن آوری و واحد مربوطه و سایر واحد های وابسته انجام می گیرد.

در راستای گسترش فرهنگ پژوهش در شرکت و دخیل نمودن کارشناسان در تعریف و اجرای پروژه های پژوهشی و همچنین تعریف صحیح پژوهش ها در راستای اهداف شرکت و نظارت مناسب بر آنها، هسته های پژوهش و فناوری مرکب از کارشناسان خبره شرکت، بشرح ذیل تشکیل گردیده است.

## ۱- هسته پژوهشی محیط زیست و ایمنی

## ۲- هسته پژوهشی مواد شیمیائی مصرفی شرکت

## ۳- هسته پژوهشی فرایند پالایش

## ۴- هسته پژوهشی مکانیک

یکی از وظایف مهم این هسته ها، بررسی پروپوزالهای دریافتی و اظهار نظر در مورد RFP تشکیل شده است. پروپوزالهای پژوهشی دریافتی، به هسته های مربوطه جهت ارزیابی ارجاع داده می شود.

در ادا مه وظیفه هسته مواد شیمیایی و فرایند را تشریح می کنیم.

الف- شرح وظایف هسته پژوهشی مواد شیمیائی مصرفی شرکت

۱- بررسی استفاده از توانمندیهای داخلی جهت تولید برخی مواد شیمیائی برای کاهش هزینه های مواد شیمیائی مصرفی شرکت.

۲- بحث و تبادل نظر در خصوص پروپوزالهای پژوهشی دریافتی در خصوص مواد شیمیائی.

۳- همفکری جهت شناسائی واحدهای تولیدکننده داخلی و حمایت از پژوهشگران جهت امکان سنجی تولید مواد شیمیائی در داخل کشور.

۴- بررسی مسائل ناشی از مواد شیمیائی مصرفی و تغییر آنها و امکان یافتن جایگزین مناسب.

ب- شرح وظایف هسته پژوهشی فرایند پالایش

۱- بررسی امکان بهینه سازی در فرایندهای موجود.

۲- شناسائی تکنولوژیها و فن آوریهای جدید برای بالا بردن راندمان تجهیزات و واحدهای عملیاتی.

۳- بررسی پروپوزالهای پژوهشی مربوط به فرایند پالایش و همفکری جهت ارتقاء کیفیت پروژه های پژوهشی در این خصوص.



۴- شناسایی پژوهشگران فعال اعم از پژوهشگران دانشگاهی و شرکتهای پژوهشی مستقر در پارکهای فن آوری و استفاده از پتانسیل آنها در بهبود روند تولید.

۵- بررسی موارد مربوط به حاملهای انرژی مانند آب، برق و بخار و نیز کاهش مصرف سوخت خصوصاً "سوختههای سنگین آلاینده" [۱۵].

در واقع وظیفه اصلی هسته انتخاب مجری اصلاح برای هر یک از پروژه ها است. اینکار با ارزیابی پروپوزال ها توسط مدل ارائه شده انجام خواهد گرفت.

### 7- نتیجه گیری

هدف از این تحقیق ارائه روشی برای انتخاب پروژه R&D بود که امکان در نظر گرفتن تعاملات مهم بین سطوح تصمیم و معیارها را فراهم می ساخت. این روش از ANP برای ارزیابی بهره می برد. یک مدل برای فرایند انتخاب پروژه R&D از ادبیات موضوع، انتخاب و توسعه داده شده، برای شرکت پالایش نفت اصفهان سازگار گردید. این شرکت به عنوان یک مطالعه موردی برای اعتبارسنجی مدل و رویکرد بکار گرفته شد. این مقاله برای کارشناسان این حوزه، یک مدل استاندارد برای انتخاب پروژه با استفاده از کاربرد جدید ANP ارائه می دهد. این مطالعه موردی برای تأیید ANP به عنوان یک ابزار تصمیم گیری کارا و اثربخش صحنه می گذارد. در حقیقت این موضوع یکی از نقاط قوت AHP و ANP است: توانایی سازگاری یک چارچوب پایه ای برای یک موقعیت خاص. یک معیار تصمیم گیری که یک شرکت در نظر می گیرد را می توان به سادگی به مدل کلی افزود. بعلاوه وزن دهی انجام شده به هر مولفه در مدل بستگی به ارزیابی تصمیم گیرنده از آن مولفه دارد. علی رغم اینکه تعدادی از نشریه ها از AHP برای انتخاب پروژه ها استفاده می کند، اما احتمالاً نخستین بار است که تلاش برای بکارگیری ANP در انتخاب پروژه ها صورت می گیرد. این مقاله تحقیقاتی یک روش اثربخش برای انتخاب پروژه R&D بر اساس معیارها و شاخص های در راستای هدف سازمان ارائه می دهد. مطالعه موردی انجام شده مثالی را از کاربرد روش در دنیای واقعی ارائه می دهد. این روش حالت دقیق تری را برای تشخیص ارجحیت ها در اختیار تصمیم گیرنده قرار خواهد داد. نوآوری های اصلی تحقیق بصورت زیر هستند:

اول اینکه یک چارچوب ANP برای انتخاب پروژه R&D با هدف بکارگیری ادبیات موجود پیشنهاد شده است. دوم اینکه این مقاله کاربرد رویکرد پیشنهادی را در سیستم انتخاب یک پروژه واقعی ارائه می دهد. در نتیجه این مدل یک ارزیابی کمی و کیفی از یک پروژه را با روابط غیرخطی بین سطوح با وابستگی متقابل فراهم می سازد. نوآوری اصلی این کار، ارائه یک روش برای ارزیابی بهترین پروژه است.

### سپاسگزاری

در این بخش برخود لازم می دانیم تا از همکاری مدیران و متخصصان شرکت پالایش نفت اصفهان به خصوص پرسنل عزیز واحد تحقیق و توسعه که در تکمیل و تحقق اهداف این تحقیق از هیچ کمک و یاری دریغ ننموده اند، کمال تشکر و سپاس را داشته و از خداوند منان برای ایشان آرزوی پیروزی و موفقیت نمایم.

## منابع و مراجع

1. Mohanty R. P. , Agarwal R. , Choudhury A. K. , Tiwari M. K. , "A Fuzzy ANP-Based Approach to R&D Project Selection :A Case Study" , International Journal of production Research ,Vol.43, No.24, December 2005, 5199-5216
2. Habib M. , Khan R. , Piracha J.L. , "Analytic Network Process Applied to R&D Project Selection" , IEEE Explore, 2009
۳. عطائی محمد، "تصمیم گیریهای چند معیاره"، چاپ اول، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۱۳۸۹، ص ۱۸۶-۱۷۹ و ۲۴۶-۲۳۹.
۴. قدسی پور سید حسن، "فرآیند تحلیل سلسله مراتبی"، چاپ پنجم، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۷، ص ۹-۲ و ۳۲-۳۹ و ۵۸-۶۷ و ۳۹
۵. محمدی لرد عبدالمحمود، "فرایندهای تحلیل شبکه ای و سلسله مراتبی"، چاپ اول، البرز فر دانش، ۱۳۸۸، ص ۳۳-۴۹ و ۶۵-۵۳ و ۱۴۶-۱۰۰.
۶. شفیعی محمود، "ارزیابی و انتخاب پروژه با استفاده از یک مدل ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه ای و برنامه ریزی آرمانی صفر و یک"، پنجمین کنفرانس مدیریت پروژه، ۱۳۸۸.
۷. فضلای صفر، مدنی سید سینا، "معرفی مدل انتخاب پروژه های عمرانی با استفاده از رویکرد تصمیم گیری چند معیاره و برنامه ریزی آرمانی"، پنجمین کنفرانس مدیریت پروژه، ۱۳۸۸.
۸. آذر عادل، رجب زاده علی، "تصمیم گیری کاربردی (رویکرد MADM)"، چاپ اول، نشر نگاه دانش، ۱۳۸۱، ص ۱۰۲-۹۲.
۹. امامیان سهیل، "طراحی الگوی ارزیابی و انتخاب پروژه های تحقیقات دفاعی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۰.
۱۰. دورودیان احسان، "ارزیابی پروژه های تحقیقاتی صنعت برق با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۳.
11. Meade M.L. , Presley A. , "R&D Project Selection Using the Analytic Network Process" , IEEE Transaction on Engineering Management, Vol.49, NO.1, february 2002.
12. Kumar S.S. , "AHP-Based Formal System for R&D Project Evaluation" , Journal of Scientific & Industrial Research, Vol.63, November 2004, pp 888-896
13. Cheng E.W. L. , li H. , "Analytic Network Process Applied to Project Selection" , Journal of Construction Engineering and Management ASCE, April 2005
۱۴. سید نجفی فردین، حنیفی جواد، "طراحی سیستم ایده"، نهمین همایش مراکز تحقیق و توسعه صنایع و معادن، ۱۳۸۹.
۱۵. "روش اجرایی واحد تحقیق و توسعه"، شرکت پالایش نفت اصفهان، ۱۳۸۷.