



مروری بر ادبیات بحث فرآیند تحلیل شبکه ای

علیرضا رشیدی کمیجان

، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فیروزکوه، گروه مهندسی صنایع، فیروزکوه، ایران

بهارک غفاری (نویسنده مسؤل)

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی از دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران

E-mail: br.ghaffari@gmail.com

پریسا طباطبایی

فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی از دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۲۱ * تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۲۲

چکیده

از آنجا که تصمیم گیری مهمترین فاکتور تعیین کننده در سازمانها می باشد، انتخاب متدولوژی مناسب و جامعی که ما را به سمت تصمیم گیری های صحیح تر سوق دهد امری حیاتی است. یکی از روشهای کاربردی تصمیم گیری چند معیاره، فرآیند تحلیل شبکه ای است که در این مقاله به مرور ادبیات موضوع و تحقیقات انجام شده در آن از نقطه نظر کاربردی پرداخته می شود. به بیان دیگر، این مقاله با یک نگرش خاص بر فرآیند تحلیل شبکه ای، این تکنیک را از زوایای مختلف کاربردی مورد توجه قرار داده است و سعی داشته با گردآوری مقالات مختلف و دسته بندی آنها، تصویری منسجم از کاربردهای گوناگون این تکنیک را در ذهن خواننده ایجاد نماید. در این مقاله به مرور تحقیقات انجام شده در حوزه کاربردهای فرآیند تحلیل شبکه ای در حوزه های تولید و خدمات، بازاریابی و تجارت، مدیریت دانش، منابع طبیعی، مکان یابی، استراتژی و انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: تصمیم گیری، فرآیند تحلیل شبکه ای، تصمیم گیری چند معیاره.

۱- مقدمه

تکنیک فرایند تحلیلی سلسله مراتبی^۱ برای اولین بار در دهه ۱۹۷۰ توسط Thomas L.Saaty براساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی ارائه شده است. به خاطر محاسبات ساده و انعطاف پذیر، این تکنیک تبدیل به یکی از ابزارهای مورد علاقه محققان در بسیاری از زمینه ها از قبیل مهندسی، صنایع غذایی، کسب و کار، بوم شناسی، بهداشت و دولتی گشته است. (Sipahi & Timor, 2010)

علی رغم این که فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش های تصمیم گیری می باشد که به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرد، عمده ترین محدودیت آن فرض استقلال میان شاخص های مختلف تصمیم گیری می باشد که استفاده از این تکنیک برای مسائلی که میان شاخص های آن ارتباطات دو جانبه وجود دارد مناسب نمی باشد. (Agarwal, Shankar, & Tiwari, 2004)، به عنوان مثال، در انتخاب بهترین مکان برای احداث انبار مواد اولیه، فاکتور هایی نظیر مسافت، هزینه حمل و نقل و زمان تحویل مواد دارای روابط دو جانبه می باشند که در تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی این روابط درونی میان متغیر ها نادیده گرفته می شود اما فرایند تحلیل شبکه ای بدلیل اینکه مسئله را در ساختار شبکه بررسی می کند (نه سلسله مراتبی) روابط از پائین به بالا را نیز در نظر می گیرد. ضمناً استقلال شاخصها که پیش شرط اصلی بکارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی است، در فرایند تحلیل شبکه ای ضروری نیست چرا که این تکنیک روابط و تأثیرات متقابل شاخصها روی هم را نیز لحاظ می کند. فرایند تحلیل شبکه ای شکل توسعه یافته فرایند تحلیل سلسله مراتبی می باشد که این تکنیک نیز توسط توماس ال ساعتی ابداع شد. تکنیک توسعه یافته قابلیت بکارگیری در مسائل پیچیده تر را با در نظر گرفتن وابستگی های متقابل، روابط و بازخورهای میان عناصر در یک سلسله مراتب را دارد (Saaty, 2001).

حوزه های کاربردی تکنیک فرایند تحلیل شبکه ای بسیار گسترده است. بسیاری از حوزه ها شامل تصمیمات پیچیده در خصوص منافع، فرصتها، هزینه ها و ریسکها است. مطالعه ی این حوزه های کاربردی در تفهیم بهتر ANP بسیار مثمر خواهد بود (Saaty, 1996, 2005, 2006, 2010).

هدف این مقاله ارائه مروری جامع بر ادبیات موضوعی تکنیک فرایند تحلیل شبکه ای می باشد. مطالعه صورت گرفته شامل بررسی اجمالی بر روی بیش از ۱۰۰ مقاله مرتبط در این زمینه بود که از میان آنها ۳۲ مقاله که ارتباط بیشتری با کاربردهای این تکنیک داشتند، جهت مطالعه دقیق تر انتخاب شدند. بخش دوم مقاله شامل مفروضات اساسی و مبانی نظری تکنیک مذکور و گام های اجرایی آن می باشد. بخش سوم، به دسته بندی تکنیک مورد نظر براساس کاربرد آن در حوزه های مختلف می پردازد. در بخش چهارم، مقالات براساس متدولوژی صورت گرفته دسته بندی شده اند که نتایج آن در قالب جدول منعکس گردیده است. بخش پنجم نیز شامل نتیجه گیری می باشد. در ادامه، دسته بندی های انجام شده در قالب جدول (۱) به تفکیک نام ژورنال، نویسنده، تاریخ و کاربرد آنها تشریح می گردد.

جدول شماره (۱): ژورنال های استفاده شده

| نام ژورنال | تعداد مقالات |
|-------------------------------------|--------------|
| Expert Systems with Applications | ۶ |
| Journal of Environmental Management | ۳ |
| Computers & Industrial Engineering | ۳ |
| Benchmarking | ۲ |
| Int. J. Production Economics | ۲ |
| Management Decision | ۱ |

^۱ - Analytical hierarchy Process(AHP)

| | |
|--|---|
| European Journal of Operational Research | ۱ |
| Energy Policy | ۱ |
| Omega | ۱ |
| Building and Environment | ۱ |
| Information Sciences | ۱ |
| Safety Science | ۱ |
| Forest Ecology and Management | ۱ |
| Supply Chain Management | ۱ |
| Journal of Property Investment & Finance | ۱ |
| Journal of Management Development | ۱ |
| MEASURING BUSINESS EXCELLENCE | ۱ |
| Management Research Review | ۱ |
| Decision Support Systems | ۱ |
| Mathematical and Computer Modeling | ۱ |
| Construction Innovation | ۱ |

۲- مواد و روشها

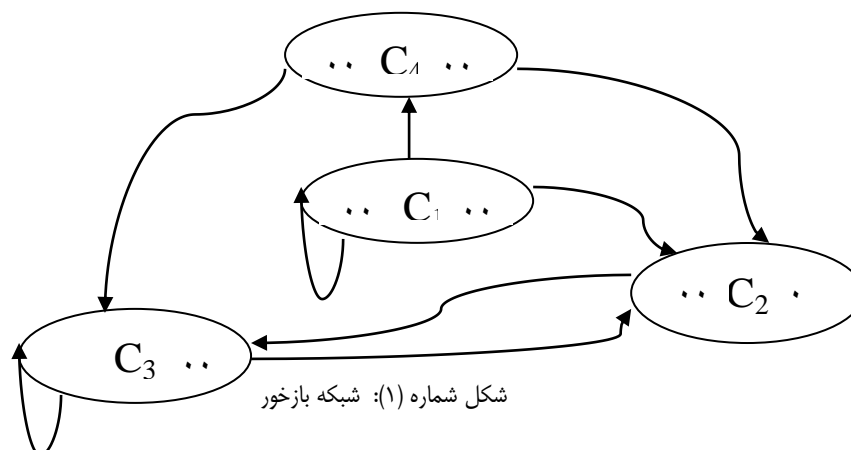
تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای روش جدیدی در تصمیم گیری چند معیاره است که برای اولویت بندی عوامل یا معیارها قابل استفاده است. این تکنیک در واقع شکل عمومی تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با در نظر داشتن وابستگی بین عناصر سلسله مراتبی است. بسیاری از مسائل تصمیم گیری نمی توانند به صورت سلسله مراتبی ساختاردهی شوند، زیرا در بردارنده تکرار و وابستگی عناصر سطوح بالاتر به عناصر سطح پائین تر هستند. لذا تکنیک توسعه یافته به جای سلسله مراتب به وسیله یک شبکه نمایش داده می شود (Sipahi & Timor, 2010).

درک بهتر از این تکنیک مستلزم استفاده از نرم افزار آن است؛ در واقع استفاده از نرم افزار این امکان را به محقق می دهد که به بررسی تصمیمات اتخاذ شده ی پیشین پردازد.

فرآیند تحلیل شبکه ای در بر دارنده وابستگی و بازخور است. چنین پدیده هایی در چارچوب یک سلسله مراتبی قابل بررسی نیستند اما با استفاده از یک شبکه دارای اولویت ها می توانیم این کار را انجام دهیم. گزینه ها (همانند یک سلسله مراتبی) تنها به معیارها بستگی ندارند، بلکه ممکن است به یکدیگر هم، وابستگی داشته باشند. به این ترتیب، بازخور اولویت های حاصل از قضاوتها را بهبود می بخشد و پیش بینی را نیز دقیق تر می کند. شبکه های بازخور در شکل (۱) دارای مولفه هایی می باشد که بین عناصر آنها، وابستگی درونی^۲ و وابستگی بیرونی^۳ وجود دارد، که به خوبی نمایان می باشد.

² - Inner Dependency

³ - outer Dependency



همانطور که در شکل (۱) مشاهده می شود، کمانی که از مولفه C_4 به C_2 می رود بیانگر وابستگی بیرونی این عناصر و نیز حلقه^۴ در یک مولفه، نشان دهنده وابستگی درونی عناصر آن مولفه با توجه به یک ویژگی مشترک^۵ است. از آن جایی که تکنیک مورد بحث در حوزه های مختلفی کاربرد دارد، لذا در این بخش سعی داریم تا با یک دسته بندی کلان، که بر اساس کاربرد های این تکنیک می باشد، به تفکیک حیطه های کاربردی آن بپردازیم که در تقسیم بندی صورت گرفته، ۸ حوزه برای آن در نظر گرفته شد که در جدول (۲)، این تقسیم بندی به وضوح نشان داده شده است.

جدول شماره (۲): تفکیک مقالات بر اساس حوزه ی کاربردی

| | |
|--|--------------------------------|
| Yuksel & Dagdeviren, 2007); (Yazgan, 2010); (Tefamariam & Lindberg, 2005); (Lee, Chulhyun, & Yongtae, 2009); (Carlucci, 2010); (Ayag & zdemir, 2008) | تولید و خدمات |
| (Lin et al., 2009); (Chen & Khumpaisal, 2009); (Wu, Lin, & Lee, 2010) | بازاریابی و تجارت |
| (Wu & Lee, 2007); (Percin, 2010); (Carlucci & Schiuma, 2009); (Chen et al., 2006) | مدیریت دانش |
| (Wolfslehner, Vacik, & Lexer, 2004); (Wolfslehner & Vacik, 2007); (Nekhaya, Arriaza, & Boerboom, 2009) | منابع طبیعی |
| (Cheng, Li, & Yu, 2004); (Tuzkaya et al., 2007) | مکان یابی |
| (Dagdeviren, Yuksel, & Kurt, 2007); (Chen, Lee & Wu, 2008); Chang,) (Cheng & Li, 2005); (Dagdeviren & Yuksel, 2009); (Tsai & Chou, 2009); (Wey, & Tseng, 2009 | استراتژی |
| (Jharkharia & Shankar, 2005); (Kirytopoulos, Leopoulos, & Voulgaridou, 2008); (Zhu, Dou, & Sarkis, 2010); (Bayazit, 2006) | انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان |
| (Jung and Seo, 2010); (Agarwal, Shankar, & Tiwari, 2004); (Wey & Wu, 2007); (Cigdem & Buke, 2007) | سایر حوزه ها |

ابتدا به کاربردهای فرآیند تحلیل شبکه در حوزه تولید و خدمات می پردازیم. (Yuksel & Dagdeviren, 2007) از جمله کسانی بودند که با استفاده از رویکرد فرآیند تحلیل شبکه ای متدلوژی جدیدی را ارائه نمودند تا بتوانند وابستگی های متقابل میان فاکتور های مربوط به تجزیه و تحلیل نقاط ضعف و قوت، فرصتها و تهدیدها^۶ را در نظر بگیرند. تحقیق صورت گرفته شامل یک

⁴ Loop

⁵ common property

⁶ Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) analysis

مطالعه موردی در یک کارخانه ی تولیدی پارچه بافی است. اگر چه تجزیه و تحلیل نقاط ضعف و قوت، فرصت ها و تهدید ها ابزاری مناسب برای تصمیم گیری و همچنین تجزیه و تحلیل محیط داخلی و خارجی سازمان ها می باشد، با این وجود یک ابزار تحلیلی مناسب جهت تعیین اهمیت فاکتور ها محسوب نمی شود و همچنین قادر نیست تا به ارزیابی راهکار های مختلف که متناسب با این فاکتور ها ایجاد شده اند بپردازد. بنا براین به کارگیری ساختار خاصی از روش تجزیه و تحلیل نقاط ضعف و قوت، فرصت ها و تهدید ها که در آن وابستگی متقابل میان فاکتورها را در نظر داشته باشد امری ضروری به نظر می رسد.

(Yazgan, 2010) در مطالعه خود با به کارگیری تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای مبتنی بر منفعت، فرصت، هزینه و ریسک و همچنین با در نظر گرفتن معیار های مرتبط با سیستم های تولیدی و استراتژیکی شرکت، سعی در از بین بردن کاستی های روش های سنتی که جهت انتخاب قوانین مناسب برای توزیع امکانات به کار گرفته می شدند داشته است.

(Tesfamariam & Lindberg, 2005) با استفاده از سیستم های دینامیکی و تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای به طراحی مدلی برای سیستم های تولیدی پرداختند. در واقع در این مطالعه با استفاده از شبیه سازی سیستم های دینامیکی به مطالعه و بررسی رفتار سیستم پرداخته شده و نیز به کمک تکنیک تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای، به اولویت بندی و وزن دهی شاخص های مرتبط با اهداف استراتژیکی انجام شده است.

(Lee, Chulhyun, & Yongtae, 2009) با به کارگیری رویکرد فرآیند تحلیل شبکه ای سعی در ارائه روشی جهت چگونگی گزینش ایده های جدید در حوزه خدمات داشتند. در واقع آنها امکان پذیری این ایده ها را بر حسب شاخص هایی چون استراتژی، تکنولوژی، بازار، پیاده سازی (اجرا) و چگونگی عملیات مورد بررسی قرار دادند. این تحقیق از آنجا حائز اهمیت است که شرکت های خدماتی جهت تداوم فعالیت در محیط های رقابتی باید همواره از ایده های نو استقبال کنند و همچنین در راستای نوگرایی گام بردارند تا بتوانند مشتریان خود را راضی نگه دارند. درست به همین دلیل است که توسعه و گسترش خدمات، یکی از دغدغه های اصلی شرکت های خدماتی در جو رقابتی کنونی گشته است.

(Carlucci, 2010) با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای در یک کارخانه نیمکت سازی به ارزیابی فرایند تولید در این شرکت پرداخت. ایشان در مطالعه خود ۴ معیار مربوط بودن، قابل اعتماد بودن، ثبات و سازگاری، قابل فهم و قابل ارائه بودن که همه ی اینها نشانه ی کیفیت اطلاعات مربوط به شاخصهای کلیدی می باشند را با ۷ زیرمعیار مقدار مصرف روزانه مواد اولیه، هزینه ماهیانه کارکنان، تعداد مطالبات تأمین کنندگان، حجم کار کارکنان، تعداد تحویل سفارشات در روز، دقایق کاری کارکنان و دپارتمان ها مورد ارزیابی قرار داد. بعد از بدست آمدن ماتریس وزین توانست به اولویت بندی و رتبه بندی آنان بپردازد.

(Ayag & zdemir, 2008) با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای به انتخاب مناسب ترین راهکار برای توسعه محصول جدید در یک شرکت تولیدی در کانادا پرداختند. آنها در مطالعه خود ۳ راهکار را با ۳ دسته معیار توانایی عرضه محصول در بازار، مزیت رقابتی و میزان سوددهی آن و ۳ گروه زیر معیار کاهش قیمت، کاهش ریسک و افزایش رضایت مشتری مورد بررسی قرار دادند. این عوامل با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای فازی وزن دهی گردیدند.

در حوزه بازاریابی و تجارت می توان به تحقیقات متنوعی اشاره کرد. (Lin et al., 2009) با استفاده از این تکنیک تحقیقاتی را در زمینه انتخاب مناسب ترین متد جهت ارزشیابی عملکرد سیستم های هوشمند تجاری در یک شرکت تایوانی انجام دادند. آنها ۴ معیار وظایف سیستم ها، خدمات، نیازهای کاربران و نیازمندی های سرمایه گذاری را به عنوان بااهمیت ترین معیارها جهت ارزیابی ۹ زیرمعیار زمان پاسخ دهی سیستم، امنیت سیستم، میزان دقت در اطلاعات خروجی، میزان تجربه مشاوران سیستم، پشتیبانی از کارایی، پشتیبانی از تصمیم گیری ها در سازمان، فهم درجه تجاری کاربران، پشتیبانی از درجه کاربران در سطوح بالا و انطباق نیازمندی ها برگزیدند و در نهایت منجر به ارزیابی هرچه دقیقتر این گونه سیستم ها گردید.

(Chen & Khumpaisal, 2009) به بررسی ریسک و عدم اطمینان موجود در معاملات املاک تجاری پرداختند. آنها ریسک های محیطی (تغییرات آب و هوایی، اثرات مضر محیطی)، ریسک های اجتماعی (بهداشت عمومی، مطابقت فرهنگی، سازگاری اجتماع)، اقتصادی (نرخ بهره، نوع املاک، میزان تبدیل به پول نقد در بازار، اعتماد به بازار، تقاضا و عرضه و تقاضا، برگشت سرمایه، خریداران، مستاجران و...) و تخصصی و تکنولوژیکی (شرایط مکانی، طراحان و سازندگان، ماندگاری، مدیریت امکانات

و... را مورد بررسی قرار دادند. از طریق مدل ارائه شده به راحتی می توان، بهترین طرح و نقشه را از میان باقی طرح ها شناسایی نمود. آنان برای ارزیابی و تعیین میزان وابستگی میان این ریسک ها از روش فرآیند تحلیل شبکه ای استفاده نمودند و تحقیقات خود را بر روی یک پروژه شهری در لیورپول انجام دادند. در مدل ارائه شده در مجموع از چهار معیار و بیست و نه زیر معیار که در قبل اشاره شد، استفاده گردید. درجات تعامل و وزنهای میان این ریسک ها نیز به خوبی محاسبه شد. این مدل در حوزه های تجاری کاربرد فراوانی دارد.

(Wu, Lin, & Lee, 2010) از ادغام تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای و TOPSIS^۷ برای ارائه مدلی جهت تصمیم گیری و ارزیابی استراتژی های بازاریابی در یک هتل خصوصی استفاده نمودند. هدف استراتژیست های بازاریابی، تعیین استراتژی مناسبی برای بدست آوردن مزیت رقابتی پایدار است. پژوهش صورت گرفته به مدیران هتل ها کمک می کند تا بتوانند با اتخاذ مناسبترین استراتژی در صنعت خود برنده باشند. در این تحقیق ۳ استراتژی متفاوت با ۵ معیار مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق ابتدا معیارها شناسایی و تعیین شدند سپس به تعیین روابط درونی آنها و وزن دهی آنها با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه ای پرداخته شد. در نهایت با تشکیل ماتریس تصمیم گیری، رتبه بندی استراتژی ها از طریق روش TOPSIS انجام پذیرفت.

در حوزه مدیریت دانش نیز می توان به موارد متعددی از کاربردهای فرآیند تحلیل شبکه ای اشاره کرد. (Wu & Lee, 2007) از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای جهت ارزیابی و انتخاب استراتژی برای اجرای موفقیت آمیز مدیریت دانش که در نهایت باعث تسهیل در ارزیابی سازمانها می شود، در یک شرکت تایوانی استفاده کردند. برای انتخاب یک استراتژی مناسب، عوامل مختلفی دخیل اند که آنها در مطالعه خود ۳ استراتژی متفاوت را با ۳ معیار ارتقاء در نوآوری، پیشرفت در عملکرد و فعال نمودن اطلاعات و ۶ زیرمعیار پشتیبانی، ارتباطات، فرهنگ مردم، محرکها، زمان و هزینه مورد بررسی قرار دادند که به گزینش مناسبترین استراتژی در مدیریت دانش منجر شد.

(Percin, 2010) از روش فرآیند تحلیل شبکه ای جهت تعیین استراتژی مدیریت دانش در یکی از شرکت های تولیدی ترکیه استفاده نمود. به اعتقاد وی، برای اینکه سازمان ها بتوانند در یک محیط رقابتی موقعیت خود را حفظ کنند، نیازمند به کارگیری استراتژی های مدیریت دانش جهت اداره کردن خود می باشند. به همین دلیل ۳ نوع استراتژی مدیریت دانش انسان گرا، سیستم گرا و پویا را با توجه به معیارهایی چون هزینه، زمان، کیفیت و انعطاف پذیری مورد بررسی قرار داد. در سطح بعدی نیز از چشم انداز مالی، فرهنگی، تکنولوژیکی و استراتژیکی که زیر معیارها قلمداد می شوند، به روابط درونی میان این دو سطح پرداخت. (Carlucci & Schiuma, 2009) از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای برای مدیریت سرمایه های دانش در یک شرکت مهندسی واقع در جنوب ایتالیا استفاده نمودند. آنها در مطالعه خود ۳ نوع هدف عملکردی را با ۴ معیار و ۶ زیرمعیار با اهمیت که کلیه اطلاعات و ارتباطات به وسیله آنها صورت می گیرند را مورد بررسی قرار دادند. که در نهایت منجر به تسهیل ارزیابی اهداف، توسط مدیران می گردد.

(Chen et al., 2006) از تکنیک تحلیل فرآیند شبکه ای دانش^۸ که از ادغام تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای و مدیریت دانش به وجود می آید جهت اجرای مناسب سیستمهای یادگیری الکترونیکی (به خصوص در مدارس و دانشکده های مجازی) برای ایجاد ساختار مناسب آموزشی و کارآفرین استفاده کردند. آنها ۳ سیستم متفاوت را بر اساس ۸ معیار مورد بررسی قرار دادند. هدف انتخاب سیستمی است که به ارائه هر چه مناسب تر یک واحد درسی منجر شود. تحقیقات تجربی این پژوهش نشان دهنده آن است که تکنیک تلفیقی فرآیند تحلیل شبکه ای و مدیریت دانش روش بسیار موثری برای پیشبرد مدیریت دانش در ساختارهای آموزشی و کارآفرین می باشد.

یکی دیگر از حوزه های کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای، حوزه منابع طبیعی است. (Wolfslehner, Vacik, & Lexer, 2004) از دو تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و فرآیند تحلیل شبکه ای به منظور مقایسه ۴ استراتژی متفاوت جنگل داری استفاده

⁷ Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution

⁸ KANP

کردند. آنها در بررسی های خود ۶ معیار متفاوت برای این مقایسه را در نظر گرفتند و نقاط قوت و ضعف هر کدام از تکنیک ها را نیز مشخص نمودند.

(Wolfslehner & Vacik, 2007) از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای برای ارزیابی عملکرد ۴ استراتژی جنگل داری استفاده کردند. ایشان ۱۲ معیار را مورد بررسی قرار دارند که در نهایت منجر به گزینش بهترین استراتژی با در نظر گرفتن معیار های مرتبط گردید. اهمیت مطالعات صورت گرفته از آنجا پیداست که مدیریت جنگل طی دهه های اخیر از اهمیت بسیار بالایی برخوردار گشته زیرا مفهوم مدیریت جنگل از بازدهی الوار فراتر رفته و در واقع استراتژی برای مدیریت جنگل مناسب است که بدون صدمه زدن به دیگر اکوسیستم ها به انجام عملیات اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی بپردازد و با سیاست های اتخاذ شده محیطی نیز در تعامل باشد.

(Nekhaya, Arriaza, & Boerboom, 2009) یک رویکرد ذهنی مبتنی بر تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای ارائه دادند. این رویکرد در واقع ترکیبی از اطلاعات عینی مانند داده های تجربی، به همراه اطلاعات ذهنی (شخصی) مانند نظرات یک خبره می باشد. در این مطالعه به پتانسیل و قابلیت این تکنیک برای مدل کردن یک فرایند فیزیکی پیچیده مانند فرسایش خاک در مزارع زیتون واقع در اسپانیا پرداخته شده است.

در خصوص کاربردهای فرآیند تحلیل شبکه ای در حوزه مکانیابی نیز می توان به موارد مختلفی اشاره کرد. (Cheng, Li, & Yu, 2004) از فرآیند تحلیل شبکه ای جهت انتخاب بهترین مکان فروشگاه ها استفاده نمودند. از جمله سوالاتی که این گونه تحقیقات برای پاسخ دهی به آن مطرح می شوند عبارتست از اینکه بهترین مکان برای احداث فروشگاه کجاست؟ چه مقدار بودجه و زمان برای این کار کفایت؟ چه سودی از به انجام رساندن آن به دست می آید؟ آنها در مطالعه خود از بین ۲ مکان مختلف بر اساس ۶ معیار شرایط محیطی، هزینه سرمایه گذاری اولیه، طریقه حمل و نقل مواد برای عرضه کنندگان، طریقه حمل و نقل مواد برای خریداران، توسعه مستمر در توانایی های بالقوه و توانایی سرمایه گذاران مناسبترین مکان برای احداث فروشگاه را بگونه ای مشخص کردند که به کمترین هزینه منجر شد.

(Tuzkaya et al., 2007) با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای و با در نظر گرفتن شاخص هایی همچون منافع، فرصت ها، هزینه و ریسک به مکان یابی تسهیلات کارخانه ای در کشور ترکیه پرداختند.

حوزه استراتژی یکی دیگر از حوزه های کاربردی فرآیند تحلیل شبکه ای است (Chen, Lee & Wu, 2008). از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای جهت انتخاب شرکای تجاری در یک شرکت ابزار دقیق تولید کننده توربین، گیربکس، چرخ دنده استفاده کردند. این شرکت برای تغییر تکنولوژی، کاهش مالیات، کاهش ریسک و هزینه ها و عوامل دیگر، در صدد برآمد تا شرکای تجاری برای خود برگزیند و روابط اجتماعی خوبی را با بقیه شرکتهای موجود در صنعت خود فراهم نماید. آنها چهار نوع استراتژی را با چهار معیار توانایی تکنولوژی شرکت، ایجاد منابع برای حوزه ی تحقیق و توسعه، سازگاری شرکت و وضعیت مالی شرکت مورد بررسی قرار دادند و از این طریق توانستند مناسب ترین شریک تجاری را انتخاب کنند.

(Dagdeviren, Yuksel, & Kurt, 2007) با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای و روش فازی به اندازه گیری سطوح رقابتی و تجزیه و تحلیل استراتژیکی یک شرکت تولیدی در ترکیه پرداختند. عواملی وجود دارد که در موفقیت یک سازمان، و ایجاد مزیت رقابتی آن نقش حیاتی را ایفا می کنند. مدل پورتر یکی از مدل های پایه ای در تجزیه و تحلیل استراتژیک یک سازمان می باشد. فاکتورهایی را که مدل پورتر به آن اشاره می کند، رقبا، محصولات جایگزین، خریداران، تامین کنندگان و تازه واردین است. این فاکتورها به دلیل اینکه بر برنده شدن یک سازمان اثر مثبتی می گذارند، نیاز به ارزیابی مستمر دارند. به این دلیل، در این پژوهش با استفاده از ۵ معیار پورتر و ۱۹ زیر معیار به اندازه گیری سطوح رقابتی و تجزیه و تحلیل استراتژیک پرداخته شد.

(Dagdeviren & Yuksel, 2009) به اندازه گیری سطح رقابت بخشی سازمانی در چارچوب مدل ۵ بخشی پورتر و با به کارگیری تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای فازی پرداختند. آنها در ابتدا معیارها و زیرمعیارهایی را که بر روی سطح رقابت

تأثیرگذار می باشد تعیین نموده و پس از آن به بررسی وابستگی های درونی بین آنها پرداختند. سپس با مشخص شدن وابستگی های درونی و وزن آنها، به محاسبه وزن زیرمعیارها پرداختند.

(Cheng & Li, 2005) با به کارگیری تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای سعی در ارتقاء قابلیت های این تکنیک، در حوزه ی مدل های فرآیندی نموده اند در واقع آنها با بررسی یک نمونه از مدل های اتحاد استراتژیکی، با در نظر گرفتن ۷ معیار مرتبط در این زمینه، تلاش در جهت بهبود کاربردهای این تکنیک در این حوزه نمودند. اگرچه تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای در واقع قابلیت روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را ارتقاء داده است و روابط درونی متغیرها را نیز بررسی می کند، با این وجود هنوز برای مدل های فرآیندی به راحتی قابل استفاده نمی باشد، زیرا قادر نیست تا اثر یک عنصر را بر عنصر دیگر که ممکن است در بازه های زمانی مختلف رخ دهد بررسی کند. تلاش صورت گرفته در این تحقیق در راستای جبران این کاستی می باشد.

(Chang, Wey, & Tseng, 2009) از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای، دلفی فازی و برنامه ریزی آرمانی صفر و یک، جهت گزینش و ارزیابی پروژه های راه آهن جنگل آلیشان استفاده نمودند. در واقع آنها با یک مسأله تصمیم گیری چند هدفه و چند معیاره مواجه بودند که سعی داشتند با استفاده از این تکنیک بهترین پروژه ای را که بتواند اهداف مختلف آنها را برآورده سازد شناسایی کنند.

(Tsai & Chou, 2009) به دلیل کمبود منابع، زمان، پرسنل و بودجه، یک مدل ترکیبی تصمیم گیری چند معیاره برای بهینه سازی سیستمهای مدیریتی و به دست آوردن استراتژی های مناسب توسعه پایدار^۹ در یک شرکت تایوانی ارائه نمودند. در سالهای اخیر استراتژی توسعه پایدار جزء مسائل بسیار مهم جهانی گشته است. مدیریت پایدار شکلی از مدیریت می باشد که نه تنها باعث افزایش مستمر ارزش های تجاری سازمان (سود، درآمد و رونق اقتصادی) می گردد بلکه به محیط نیز به عنوان یک عامل با اهمیت می نگرد. اجرای مدیریت پایدار از طریق ۴ سیستم مدیریتی (SA 8000, OHSAS 18001, ISO 14001) با اهمیت می تحقق می یابد. این موارد به ترتیب گواهینامه کیفیت، محیط، سلامت و ایمنی، و اجتماع می باشند که باعث مزیت های رقابتی در کسب و کارها می گردند. آنها معیارهای خود را به وسیله کارت امتیازی متوازن^{۱۰} که یک روش سنجش عملکرد است استخراج نمودند. روش کارت امتیازی متوازن استراتژی سازمان را از چهار جنبه کلیدی مالی، مشتریان، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری بررسی می نماید. آنها در مدل ارائه شده خود ۴ سیستم فوق را با ۴ معیار این روش (کارت امتیازی متوازن) مورد بررسی قرار دادند و سپس با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای به تحلیل روابط میان معیارها پرداختند و وزن آنها را محاسبه نمودند. در مرحله بعدی، محدودیتهای مسئله شناسایی و در قابل مدل صفر و یک ارائه شد که حل آن منجر به گزینش راه حل بهینه از میان ۴ سیستم موجود گردید.

در خصوص کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای در انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان می توان به این موارد اشاره کرد: (Jharkharia & Shankar, 2005) با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای یک متدولوژی جامع برای گزینش تأمین کنندگان ارائه دادند. این متدولوژی شامل ۲ بخش می باشد:

۱- غربال ابتدایی تأمین کنندگان موجود

۲- گزینش نهایی با استفاده از این تکنیک

(Kirytopoulos, Leopoulos, & Voulgaridou, 2008) جهت انتخاب بهترین تأمین کننده در صنعت داروسازی کشور یونان از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای در فرآیند تصمیم گیری خود استفاده نمودند. آنها ۳ تأمین کننده را با ۶ معیار مشخصات تأمین کننده، هزینه، خدمات ارائه داده شده، کیفیت، ریسک و دیگر خصوصیات تأمین کنندگان مورد بررسی قرار دادند که به الویت بندی مناسب در انتخاب تأمین کنندگان منجر شد.

⁹ - Sustainable development (SD) strategy

¹⁰ - Balanced Scored Card (BSC)

(Zhu, Dou, & Sarkis, 2010) جهت انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان یک شرکت چینی از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای استفاده نمودند. آنها ۹ تأمین کننده مختلف را با ۳ معیار (عوامل سازمانی، محیطی و استراتژیکی) و ۱۴ زیرمعیار مورد بررسی قرار دادند و به این ترتیب به ارزیابی و دسته بندی تأمین کنندگان پرداختند. (Bayazit, 2006) نیز با استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای به ارزیابی تأمین کنندگان پرداخت. وی ۳ تأمین کننده متفاوت را با ۲ معیار عملکرد و توانایی تأمین کننده و ۱۰ زیر معیار کیفیت، تحویل به موقع، قیمت، زمان تحویل کالا، انعطاف پذیری، توانایی مدیران ارشد، توانایی پرسنل، توانایی مالی، توانایی فرایندی و سهم بازار مورد بررسی قرار دادند. کاربرد فرآیند تحلیل شبکه ای به حوزه های فوق الذکر محدود نمی شود. (Jung and Seo, 2010) با بکارگیری تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای، رویکرد جدیدی را به منظور ارزیابی پروژه ها با هدف های متفاوت و معیار های خاص خود ارائه دادند. در واقع آنها با بهره گیری از تکنیک مورد نظر اولویت بندی پروژه ها را بر مبنای منافع و هزینه های مرتبط و همچنین با در نظر گرفتن وابستگی متقابل میان معیار های ارزیابی محقق نمودند. (Agarwal, Shankar, & Tiwari, 2004) به ارزیابی و وزن دهی شاخص های موفقیت زنجیره تأمین پرداختند. مدل فرآیند تحلیل شبکه ای پیشنهاد شده در این مطالعه، قادر به انتخاب الگو های مناسبی برای بهبود عملکرد زنجیره های تأمین است.

(Wey & Wu, 2007) از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای و برنامه ریزی آرمانی صفر و یک^{۱۱} جهت انتخاب مناسبترین پروژه زیرساخت حمل و نقل در شهر تایچونگ تایوان استفاده نمودند. آنها بکمک ۷ معیار مختلف به ارزیابی ۳ پروژه آلترناتیو پرداختند و با استفاده از روش برنامه ریزی آرمانی صفر و یک کل هزینه های ۳ پروژه را برآورد کرده و مناسب ترین پروژه را که باعث کاهش آلودگی هوا، کاهش ترافیک و دیگر عوامل مضر در شهر می شود، برگزیدند. (Cigdem & Buke, 2007) از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای برای مشخص کردن بهترین ترکیب سوخت در یک صنعت تولید برق در کشور ترکیه استفاده کردند. آنها با توجه به شاخص های کلی منفعت، فرصت، ریسک و هزینه زیر شاخص های هر کدام را مشخص کرده و سپس راهکار های مختلف و یا به بیان دیگر، سوخت هایی که بیشترین سازگاری را با این زیر شاخص ها دارند مشخص نموده اند که در نهایت منجر به یافتن بهترین ترکیب سوخت شده است. اگر از دیدگاه متدولوژی های مورد استفاده به مقالات مذکور نگریسته شود، می توان این مقالات را به ۸ دسته ی مختلف به شرح زیر تقسیم بندی نمود:

- 1-ANP
- 2-FANP (Fuzzy ANP)
- 3-ANP, TOPSIS
- 4-ANP & ZOGP
- 5-ANP, DEMATEL, ZOGP
- 6-ANP, GIS
- 7-ANP, SWOT
- 8- ANP, FuzzyDelphi, ZOGP

در جدول (۳)، شمار تعداد مقالاتی که از این متدولوژی ها استفاده کرده اند، به تفکیک آورده شده است.

¹¹ - Zero-One Goal Programming

جدول شماره (۳): تفکیک مقالات بر اساس متدولوژی صورت گرفته

| | |
|----------------------|--|
| Anp | (Chen & Khumpaisal, 2009); (Tsfamariam & Lindberg, 2005); (Cigdem & (Dagdeviren & Yüksel, 2009); (Jharkharia & Shankar, 2005); Buke, 2007); (Kirytopoulos, Leopoulos, & Voulgaridou, 2008); (Percin, 2010); (Agarwal, Shankar, & Tiwari, 2004); (Wolfslehner & Vacik, 2007);(Carlucci & Schiuma,2009); (Carlucci,2010);(Tuzkaya et al., 2007);(Jung and Seo, 2010); (Chen, Lee & Wu, 2008);(Cheng, Li, & Yu, 2004); (Chen et al., 2006); (Lee, Chulhyun, &Yongtae, 2009);(Zhu, Dou, & Sarkis, 2010); (Wolfslehner, Vacik, & Lexer, 2004); (Bayazit, 2006) |
| Anp,Fuzzy(FANP) | (Ayag& zdemir, 2008);(Dagdeviren, Yuksel,& Kurt, 2007); (Yazgan,2010) |
| Anp,TOPSIS | (Wu, Lin , & Lee, 2010) |
| Anp,ZOGP | (Wey & Wu, 2007) |
| Anp,DEMATEL,ZOGP | (Tsai & Chou,2009) |
| Anp,GIS | (Nekhaya , Arriazaa, & Boerboom,2009) |
| Anp,SWOT | (Yuksel & Dagdeviren , 2007) |
| Anp,FuzzyDelphi,ZOGP | (Chang, Wey,& Tseng,2009) |

۳- نتایج و بحث

در این تحقیق سعی شده است تا مروری کامل بر ادبیات بحث فرآیند تحلیل شبکه ای صورت گیرد، از آن جایی که این تکنیک دارای حوزه های کاربردی وسیعی است ، لذا در این تحقیق به انجام دسته بندی های مختلفی از آن پرداخته شده است که در نهایت موجب شناخت بهتری از حوزه های کاربردی آن و به کارگیری مناسب این روش برای مقاصد مختلف شده است. در این تحقیق، تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای از ۳ دیدگاه مختلف مورد بررسی قرار گرفت که اولین مورد، مفاهیم و مفروضات اساسی آن است که در این قسمت، ارجحیت و برتری این روش نسبت به تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی بیان گردید و همچنین به تشریح گام های اساسی فرآیند تحلیل شبکه ای پرداخته شد. دومین مورد، دسته بندی تکنیک فرآیند تحلیل شبکه ای بر اساس کاربرد آن در حوزه های مختلف می باشد که در این بخش ۸ حوزه ی کاربردی برای آن در نظر گرفته شد و نیز شرح مختصری از مقالات بیان گردید. مورد سوم، شامل دسته بندی مقالات بر اساس متدولوژی های مورد استفاده می باشد که از متدولوژی های مورد استفاده می توان به TOPSIS ، ZOGP و ... اشاره نمود. از آن جایی که فرآیند تحلیل شبکه ای به دلیل در نظر گرفتن وابستگی های متقابل میان عناصر در مقایسه با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، از انعطاف پذیری بیشتری برخوردار می باشد، انتظار می رود که در آینده از محبوبیت بالاتری برخوردار گردد.

۴- منابع

- 1- Agarwal, A., Shankar, R. & Tiwari, M.k. (2004). Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. *European Journal of Operational Research*, 173, 211-225.
- 2- Ayag, Z., & Zdemir, R.G.(2008). A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process. *Computers & Industrial Engineering*, 56, 368-379.

- 3- Bayazit, O. (2006). Use of analytic network process in vendor selection decisions. *Benchmarking: An International Journal*, 13(5), 566-579.
- 4- Carlucci, D. & Schiuma, G. (2009). Applying the analytic network process to disclose knowledge assets value creation dynamics. *Expert Systems with Applications*, 36, 7687-7694.
- 5- Carlucci, D. (2010). Evaluating and selecting key performance indicators: an ANP-based model. *Measuring Business Excellence*, 14(2): 66-76.
- 6- Cigdem, A. & Buke, T. (2007). An Analytical Network Process (ANP) evaluation of alternative fuels for electricity generation in Turkey. *Energy Policy*, 35, 5220-5228.
- 7- Chang, Y.H. Wey, W.M. & Tseng, H.Y. (2009). Using ANP priorities with goal programming for revitalization strategies in historic transport: A case study of the Alishan Forest Railway. *Expert Systems with Applications*, 36, 8682-8690.
- 8- Chen, S.H., Lee H.T. & Wu Y.F. (2008). Applying ANP approach to partner selection for strategic alliance. *Management Decision*, 46(3):449-465.
- 9- Chen, Z., Li, H., Kong. S. & Xu. Q. (2006). An analytic knowledge network process for construction entrepreneurship education. *Journal of Management Development*, 25 (1), 11-27.
- 10- Chen, Z. & Khumpaisal, S. (2009). An analytic network process for risks assessment in commercial real estate development. *Journal of Property Investment & Finance*. 27 (3), 238-258.
- 11- Cheng, E., Li, H. & Yu.L. (2004). The analytic network process (ANP) approach to location selection: a shopping mall illustration. *Construction Innovation*, 5, 83-97.
- 12- Cheng, E., & Li, H. (2005). Application of ANP in process models: An example of strategic partnering. *Building and Environment*, 42, 278-287.
- 13- Dagdeviren ,M. and Yüksel, I. (2009). A fuzzy analytic network process (ANP) model for measurement of the sectoral competititon level (SCL). *Expert Systems with Applications*, 37,1005-1014.
- 14- Dagdeviren, M., Yuksel, I. & Kurt, M. (2007). A fuzzy analytic network process (ANP) model to identify faulty behavior risk (FBR) in work system. *Safety Science*, 46, 771-783.
- 15- Jharkharia , S.& Shankar, R. (2005). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*, 35, 274 - 289.
- 16- Jung, Uk. & Seo, D.W. (2010). An ANP approach for R&D project evaluation based on interdependencies between research objectives and evaluation criteria. *Decision Support Systems*, 49,335-342.
- 17- Kirytopoulos, K., Leopoulos, V. & Voulgaridou D. (2008). Supplier selection in pharmaceutical industry: An analytic network process approach. *Benchmarking: An International Journal*, 15 (4), 494-516.
- 18- Lee, H.& Chulhyun, k. and Yongtae, P. (2009). Evaluation and management of new service concepts: An ANP-based portfolio approach. *Computers & Industrial Engineering*, 58, 535-543.
- 19- Lin, Y.H., Tsai, K.M., Shiang, W.J., Kuo, T.C. & Tsai, C.H. (2009). Research on using ANP to establish a performance assessment model for business intelligence systems. *Expert Systems with Applications*, 36, 4135-4146.
- 20- Nekhaya, O., Arriazaa, M. & Boerboom, L. (2009). Evaluation of soil erosion risk using Analytic Network Process and GIS: A case study from Spanish mountain olive plantations. *Journal of Environmental Management*, (90), 3091-3104.
- 21- Percin, S. (2010). Use of analytic network process in selecting knowledge management strategies. *Management Research Review*, 33(5), 452-471.
- 22- Saaty, T.L. (2001). *The Analytic Network Process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- 23- Saaty, T.L. (1996). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications. ISBN 0-9620317-9-8.
- 24- Saaty, T.L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications. ISBN 1-888603-06-2.
- 25- Saaty, T.L., & Luis G.V. (2006). *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. New York: Springer.

- 26- Saaty, T.L., & Brady, C. (2009). *The Encyclicon, Volume 2: A Dictionary of Complex Decisions using the Analytic Network Process*. Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications.
- 27- Sipahi, S., & Timor, M. (2010). The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. *Management Decision*, 48(5), 775-808.
- 28- Tesfamariam, D., & Lindberg, B. (2005). Aggregate analysis of manufacturing systems using system dynamics and ANP. *Computers & Industrial Engineering*, 49, 98-117.
- 29- Tsai, W.H., & Chou, W.C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert Systems with Applications*, 36, 1444-1458.
- 30- Tuzkaya, G., Semih, O., Tuzkaya, U. R., & Gu Isun, B. (2007). An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey. *Journal of Environmental Management*, 88, 970-983.
- 31- Wey, W.M., & Wu, K.Y. (2007). Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation. *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 985-1000.
- 32- Wolfslehner, B., & Vacik, H. (2007). Evaluating sustainable forest management strategies with the Analytic Network Process in a Pressure-State-Response framework. *Journal of Environmental Management*, 88, 1-10.
- 33- Wolfslehner, B., Vacik, H. & Lexer, M. J. (2004). Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 207, 157-170.
- 34- Wu, W.W. & Lee, Y.T. (2007). Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process. *Expert Systems with Applications*, 32, 841-847.
- 35- Wu, C.S., Lin, C.T., & Lee, C. (2010). Optimal marketing strategy: A decision-making with ANP and TOPSIS. *Int. J. Production Economics*, 127, 190-196.
- 36- Yazgan, H. R. (2010). Selection of dispatching rules with fuzzy ANP approach. *Int J AdvManufTechnol*, DOI 10.1007/s00170-010-2739-7.
- 37- Yuksel, I. & Dagdeviren, M. (2007). Using the analytic network process (ANP) in a SWOT analysis - A case study for a textile firm. *Information Sciences*, 177, 3364-3382.
- 38- Zhu, Q., Dou, Y., & Sarkis, J. (2010). A portfolio-based analysis for green supplier management using the analytical network process. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(4), 306-319.
- 40- S. manufacturing: 23-70. Cambridge, MA: Ballinger.
- 41- Pole, K. (2002). *Easy Guide to Factor Analysis*. Translated by Minaee. Tehran: Samt Press.
- 42- Rogers, M. (2004). Networks, firm size and innovation. *Small Business Economics*, 141-153.
- 43- Sampson, R. C. (2005). Experience R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of Management Journal*, 26:1009-1031.
- 44- Tsai, K. H., & Wang, J., C. (2009). External technology sourcing and innovation performance in LMT sectors. *Research Policy*, 518-526.
- 45- UNCTAD. (2001). *World Investment Report, Promoting Linkages*, United Nations, New York and Geneva.
- 46- Williamson, O., E. (1975). *Markets and Hierarchies*. New York: Free Press.