شاخص‌های چابکی سازمانی با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری ارزیابی چندمعیارهٔ فازی (مورد مطالعه: سازمان توسعهٔ برق ایران)

محمد ولی‌پور خطیر* محمد محمدپور عمران** زین‌العابدین اکبرزاده***

*عضو هیأت علمی، دانشکدهٔ علوم اقتصادی و اداری، پردیس دانشگاه مازندران، مازندران

**استادیار، مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران،واحد بهشهر

***دانشجوی دکتری، مدیریت تولید و عملیات، دانشکدهٔ علوم اقتصادی و اداری، پردیس دانشگاه مازندران، مازندران

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۰۷/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۰۵

چکیده

چابکی این امکان را برای سازمان‌ها فراهم می‌آورد که با ارائهٔ پاسخ‌های سریع، نوآورانه و خلاق، بقای خود را در محیط‌های پیچیده و دائماً در حال تغییر امروزی تضمین کنند. در همین راستا، تحقیق حاضر درصدد است تا شاخص‌های اصلی چابکی را در سازمان توسعهٔ برق ایران مورد مطالعه قرار دهد. در ابتدا با استناد به ادبیات موضوعی، چهار معیار اصلی «اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات»، «روابط همکارانه»، «اغنای مشتریان» و «غالب آمدن بر تغییر» انتخاب شدند. پس از طراحی پرسشنامه و تعیین روایی محتوا با نظر متخصصان دانشگاهی، داده‌های تحقیق از طریق نظرخواهی از خبرگان سازمان توسعهٔ برق ایران جمع‌آوری شدند. سپس به منظور تعیین پایایی، سازگاری ماتریس مقایسه‌های زوجی با روش گوس مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیارهٔ فازی اطلاعات تجزیه و تحلیل شدند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که، مهم‌ترین معیار در انتخاب واحد سازمانی چابک‌تر «روابط همکارانه» با درجه اهمّیّت (۰/۳۰۱) است. این در حالی است که در سازمان توسعهٔ برق ایران، روابط همکارانه در رتبه سوم قرار گرفته است. لازم به ذکر است که، معیارهای اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات با درجه اهمّیّت (۰/۲۷۷)، غالب آمدن بر تغییر با درجه اهمّیّت (۰/۲۳۸) و اغنای مشتریان با درجه اهمّیّت (۰/۱۸۴) مهم‌ترین معیارهای بعدی در انتخاب واحد سازمانی چابک‌تر محسوب می‌شوند. نتایج حاکی از آن است که، سازمان توسعهٔ برق ایران به منظور حداقل‌سازی شکاف میان وضعیت موجود و مطلوب چابکی سازمانی باید تمرکز بیش‌تری بر اولویت شاخص‌های مؤثر بر چابکی سازمانی داشته باشد.

واژه های کلیدی: چابکی سازمانی، فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی، تاپسیس فازی، سازمان توسعهٔ برق ایران.

مقدمه

امروزه سازمان‌ها در محیط رقابتی و پویا فعالیّت می‌کنند که با چالش‌های گوناگونی مواجه هستند. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها برای سازمان‌ها در بازارهای فعلی این است که، محصولات و خدمات مورد نیاز مشتریان را در زمان کم طراحی، تولید و توزیع نمایند؛ ضمن اینکه همزمان کارآیی تولید را افزایش و هزینه‌های عملّیاتی را کاهش دهند (پان و ناگی[1]، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۰؛ لو و تزنگ[2]، ۲۰۱۰). سازمان‌ها برای مقابله با این چالش‌های کسب و کار رویکرد جدیدی به نام

1. Pan & Nagi
2. Lu & Tseng

نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات: زین العابدین اکبرزاده z.akbarzadeh@stu.umz.ac.ir

چابکی را توسعه داده‌اند. در واقع، محیط‌های پیچیده و دائماً در حال تغییر امروزی ضرورت خلاقیت و نوآوری در سازمان‌ها و مشاغل را، برای افزایش رقابت و بهبود شرایط کاری انکارناپذیر کرده است. چابکی این امکان را برای سازمان‌ها فراهم می‌آورد که با ارائهٔ پاسخ‌های سریع، نوآورانه و خلاق، بقای خود را در چنین شرایط محیطی تضمین کنند. به عبارتی سازمان‌های امروزی برای ادامهٔ حیات، باید چابک و پویا بوده و مدیران و کارکنان آن‌ها، افرادی خلاق و نوآور باشند تا بتوانند سازمان را با این تحولات منطبق ساخته و پاسخ‌گوی نیازهای مشتریان و جامعه باشند. در ۱۵ سال اخیر، چابکی به عنوان یک مفهوم رقابتی جدید توجّه گسترده‌ای را هم از سوی صنعت و هم از سوی خدمات به خود جلب کرده است (ژانگ[3]،۲۰۱۱). از سوی دیگر موضوع چابکی چیزی نیست که بتوان آن را فقط برای بخش خصوصی در نظر گرفت. به کارگیری چابکی در بخش دولتی نیز می‌تواند عرصهٔ مناسبی برای رشد و بالندگی این مفهوم باشد (جعفرنژاد و شهائی، ۱۳۸۶). چابکی سازمانی در بخش دولتی، به دلایلی مانند کثرت ارباب رجوعان و الزام بیش‌تر به رفع نیازها و خواسته‌های آنان و نیز بالندگی و تعالی خود در زمینه‌های سرعت و کیفیت و مهم‌تر از همه انجام آن وظایف با حداقل هزینه، بسیار حائز اهمّیّت است (گرین[4]، ۲۰۰۶).

امروزه عوامل سیاسی، اجتماعی، اقتصادی با سرعت هر چه تمام‌تر بر دولت‌ها و تصمیمات آن‌ها تأثیر گذاشته و شهروندان به خدمات سریع‌تر و تخصصی‌تری نیاز پیدا می‌کنند؛ در نتیجه، باید خط مشی‌ها سریع‌تر از گذشته تهیّه، تدوین و اجرا شوند که مسلماً چابکی می‌تواند به سازمان‌ها و مؤسسات به انجام این رسالت وکسب اهداف سازمانی کمک کند. با جهت‌گیری تحقیقات مدیریت عملّیات به طرف مفاهیم چابکی، طبعاً تلاش‌های بسیاری نیز برای توسعهٔ ابزاری جهت اندازه‌گیری و سنجش چابکی سازمان‌ها صورت گرفت. بنابراین، جهت ارزیابی معیارهای اصلی چابکی و رتبه‌بندی واحدهای اصلی سازمان توسعهٔ برق ایران بر اساس شاخص‌های چابکی لازم است، ابتدا وضعیت موجود آن‌ها در ابعاد مختلف بررسی و سپس راه کارهایی جهت بهبود چابکی، توسعه داده شود. بدین منظور تحقیق حاضر درصدد است تا با استفاده از رویکرد ترکیبی از تکنیک‌های تحلیل شبکهٔ فازی (FANP)[5] و تاپسیس فازی (FTOPSIS)[6] شاخص‌های چابکی را در سازمان توسعهٔ برق ایران ارزیابی کرده و واحدهای اصلی سازمان را بر اساس این شاخص‌ها رتبه‌بندی نماید. با توجّه به هدف مذکور سؤالات تحقیق را می‌توان به شرح زیر فهرست نمود: ۱- اوزان نسبی شاخص‌های چابکی در سازمان توسعهٔ برق ایران چگونه است؟ ۲- وضعیت سازمان توسعهٔ برق ایران در هریک از شاخص‌های چابکی چگونه است؟

مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

چابکی

منشاء پیدایش تولید چابک به کنفرانس چابکی در دانشگاه لی‌های[7] در سال ۱۹۹۱ بر می‌گردد. در این سال دانشگاه لی‌های با حمایت مالی نیروی دریایی ایالات متحده مطالعاتی را بر روی سیزده سازمان تولیدکنندهٔ بزرگ مانند جنرال موتور، جنرال الکتریک و آی.بی.ام انجام دادند که هدف آن‌ها پاسخ به این سؤال بود که سازمان‌های موفّق در سال ۲۰۰۶ دارای چه ویژگی‌های خواهند بود. پس از آن بیش از صد سازمان دیگر نیز مورد مطالعه قرار گرفتند و در سال ۱۹۹۱ این نتایج و یافته‌ها به صورت یک گزارش منتشر شد. بعدها در سال ۱۹۹۵، نتایج تحقیقات فوق در کتابی تحت عنوان «رقبای چابک و سازمان مجازی» منتشر شد (رامش و دیویدسون[8]، ۲۰۰۷). چابکی یک ایدهٔ کل‌نگر (در مقابل جزئی‌نگری) و استراتژیک (در مقابل تاکتیکی) و قابلیتی در کلّ کسب و کار است که بر تمام جنبه‌های یک سازمان سایه انداخته است (رحیم‌نیا و همکاران، ۲۰۰۹؛ رحیم‌نیا و مقدسیان، ۲۰۱۰). مفهوم چابکی بر این منطق استوار است که، تغییرات سریع و فزایندهٔ محیطی سازمان‌ها را تحت شعاع خود قرار داده است. در نتیجه، سازمان‌ها برای پاسخ‌گویی سریع به این تغییرات و کسب فرصت‌های

3. Zhang
4. Green

5. Fuzzy Analytic Network Process
6. Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
7. Lehigh University
8. Ramesh & Devadasan

سودآور از آن‌ها بایستی قابلیت‌ها و شایستگی‌های کلیدی‌شان را تقویت نمایند (ژانگ، ۲۰۱۱). به عبارت دیگر، اگر سازمان‌ها بتوانند به سرعت خود را با تغییرات سازگار نمایند می‌توانند عملکرد خود را بهبود بخشند.

تاکنون تعاریف زیادی از واژهٔ چابکی ارائه شده است (جدول ۱) اما، هیچ یک از آن‌ها مخالف و ناقض یکدیگر نیستند. این تعاریف عموماً، ایدهٔ سرعت عمل و نیز شناسایی تغییرات محیط کسب و کار در جهت پاسخ‌گویی مناسب به آن‌ها را نشان می‌دهند. امّا با توجّه به جدید بودن بحث چابکی، تعریف جامعی که مورد تأیید همگان باشد وجود ندارد (جعفرنژاد و شهایی، ۱۳۸۶). تعاریف مربوط به چابکی در سه گروه اصلی دسته‌بندی می‌شوند: دستهٔ اول) تعاریف بر اساس نتایج و پیامدها مثلاً: انعطاف‌پذیری، پاسخگویی، سرعت، پویایی، نوآوری، خلاقیت و قابلیت پیکربندی مجدد؛ دستهٔ دوم) تعاریف بر اساس، طول عملّیات و پیاده‌سازی مثلاً: همکاری، ساختار مجازی، پیش کنشی، بهره‌برداری از تکنولوژی، تعیین موقعیّت بازار و یکپارچه سازی؛ دستهٔ سوم) ترکیب تعاریف دستهٔ اول و دوم یعنی نتایج، همراه با ابزارهایی که می‌تواند چابکی را عملّیاتی کند (وازکوز- باستلو و همکاران[9]، ۲۰۰۷). لو و تزنگ (۲۰۱۰)، سه ویژگی مطلوب برای یک سیستم چابک پیشنهاد کرده‌اند که عبارتند از: قابلیت استفاده مجدد (یعنی منابع مورد استفاده برای تولید محصول یا ارائهٔ خدمات، قابلیت به‌کارگیری مجدد دارند)؛ قابلیت تنظیم مجدد (به معنای قابلیت سازگاری و انطباق یک سیستم تولیدی با تغییرات در حجم و نوع تقاضا است)؛ مقیاس‌پذیری[10](بدین معناست که منابع را به آسانی می‌توان به یک سیستم اضافه یا از آن حذف نمود).

پژوهش‌های انجام شده در ادبیات چابکی بر کاربرد این مفهوم در زمینه‌های گوناگون تمرکز داشتند. از جملهٔ آن‌ها می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد: به کارگیری مفهوم چابکی در مدیریت زنجیرهٔ تأمین (وین‌اود و همکاران[11]، ۲۰۱۳؛ کاستانتینو و همکاران[12]، ۲۰۱۲؛ پان و ناگی، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۰؛ کیسپرسکا- مورون و سویرزک، ۲۰۰۹؛ سافورد و همکاران، ۲۰۰۸؛ بیکر، ۲۰۰۸؛ برامیچی و همکاران، ۲۰۰۷؛ آگاروال و همکاران[13]، ۲۰۰۷)؛ ارائهٔ مدل مفهومی برای دستیابی به چابکی سازمان (رامش و دیویدسون، ۲۰۰۷؛ وازکوز- باستلو و آولا[14] ، ۲۰۰۶؛ لین و همکاران[15]، ۲۰۰۶؛ تورنگ‌لین و همکاران[16]، ۲۰۰۵؛ هیلگرزبرگ و همکاران[17]، ۲۰۰۵؛ جین های و همکاران[18]، ۲۰۰۳؛ گوناسکاران و یوسف[19]، ۲۰۰۲؛ شریفی و ژانگ، ۲۰۰۱)؛ چابکی نیروی کار (شریهای و همکاران[20]، ۲۰۰۷)؛ طراحی سازمان چابک (آمبروس و موریلا[21]، ۲۰۰۴). خلاصه‌ای از پژوهش‌های انجام شده در زمینهٔ سیستم تولید چابک در جدول (۲) ارائه شده است.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، همان فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[22](AHP) است که در آن به جای تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی از تجزیه و تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شود. این تکنیک وقتی مؤثر است که مسألهٔ تصمیم‌گیری دارای ساختار شبکه‌ای باشد؛ به عبارت دیگر وقتی در مسألهٔ تصمیم‌گیری اهمّیّت سطوح بالایی تحت تأثیر سطوح پائینی باشد و یا مسأله دارای بازخورد باشد، فرآیند تحلیل شبکه‌ای این امکان را فراهم می‌نماید که به صورت نظامند تمام انواع ارتباطات و وابستگی‌ها در سیستم تصمیم‌گیری بررسی شود. فرآیند تحلیل شبکه‌ای مشتمل بر دو بخش است؛ بخش اول، محاسبهٔ بردار اولویت معیارها و زیرمعیارها تحت کنترل سطوح مربوطه و در بخش دوم نیز تأثیرات متقابل عناصر بر یکدیگر بررسی می‌شود (ساعتی، ۱۹۹۶).

همانندAHP در ANP، وزن معیارها و نمرهٔ گزینه‌ها، بطور مستقیم ازطریق انجام قضاوت‌هایی با استفاده از مقایسه‌های زوجی به‌دست می‌آید.

9. Va´zquez-Bustelo et al.
10. Scalability
11. Vinodh et al.
12. Costantino et al.
13. Agarwal et al.
14. Avella
15. Lin et al.
16. Torng Lin et al.
17. Hillegersberg Lin et al.
18. Jin-Hai et al.
19. Gunasekaran & Yusuf
20. Sherehiy et al.
21. Ambrose & Morella
22. Analytic Hierarchy Process

جدول ۱: تعاریف چابکی

نویسنده/گان (سال)	تعریف
کیسپرسکا-مورن و سویرزک[۲۳] (۲۰۰۹)؛ کریشنامورتی و یاوچ[۲۴] (۲۰۰۷)	منظور از چابکی توانایی یک واحد کسب و کار برای بقاء و پیشرفت در یک محیط رقابتی که با تغییرات مستمر و غیرمنتظره همراه بوده و نیازمند پاسخ‌گویی سریع به بازارهایی که دائماً در حال تغییر است که این امر از طریق ارزش آفرینی در محصولات و خدمات مورد نیاز مشتریان صورت می-پذیرد.
سافورد و همکاران[۲۵] (۲۰۰۸)	چابکی به معنای توانایی بنگاه‌ها در غلبه بر تغییرات غیرمنتظره، بقاء در برابر تهدیدات بی‌سابقهٔ محیط کسب و کار و کسب مزیت و سود از این تغییرات به‌عنوان فرصت‌های رشد و پیشرفت است.
بیکر[۲۶] (۲۰۰۸)	چابکی را می‌توان یک مفهوم مدیریتی در رابطه با پاسخ‌گویی به بازارهای متلاطم و پویای تقاضای مشتریان توصیف کرد. در واقع چابکی علاوه بر اینکه با پاسخ‌گویی به تغییرات شرایط بازار در ارتباط است به بهره‌برداری و کسب مزیت رقابتی از تغییرات نیز در ارتباط است. به منظور پاسخ‌گویی به این تغییرات شرکت‌ها باید در چندین حوزه مثل توسعهٔ محصول، تولید و لجستیک دارای قابلیت‌های منعطف باشند.
برامیچی و همکاران[۲۷] (۲۰۰۷)؛ پراتر و همکاران[۲۸] (۲۰۰۱)	چابکی توانایی یک سازمان برای بقاء در یک محیط کسب و کاری است که با تغییرات دائمی و غیرقابل پیش‌بینی همراه است. یک شرکت چابک ساختار سازمانی، فرآیندها و محصولات خود را به گونه‌ای طراحی می‌کند که بتواند سریعاً به این تغییرات پاسخ دهد.
لو و هکاران[۲۹] (۲۰۰۴)	چابکی توانایی پاسخ‌گویی سریع به تغییرات بازار است که به عنوان جزء کلیدی در بقاء و موفّقیّت بنگاه‌ها در بازار محسوب می‌شود.
پرینس و کای[۳۰] (۲۰۰۳)	چابکی مجموعه‌ای از توانایی‌های ضروری برای پاسخ‌گویی به نیازهای متنوع مشتریان از حیث مؤلفه‌هایی چون قیمت، کمّیّت، کیفیت و تحویل به موقع است.
تسورولودیس و والوانیس[۳۱] (۲۰۰۲)	چابکی قابلیت یک بنگاه در انجام عملّیات به گونه‌ای سودآور در بازارهای دائماً در حال تغییر، همراه با تولید محصولاتی مطابق با خواسته‌ها و نیازهای مشتری و با کیفیت بالا است.
کریستوفر[۳۲] (۲۰۰۰)	چابکی توانایی یک سازمان برای پاسخ‌گویی سریع به تغییرات هم از لحاظ حجم و هم از لحاظ تنوع جهت برآورده کردن نیاز مشتریان در یک بازار ناپایدار و غیرقابل پیش‌بینی است.

23. Kisperska-Moron & Swierczek
24. Krishnamurthy & Yauch
25. Swafford et al.
26. Baker
27. Baramichai et al.
28. Prater et al.
29. Lou et al.
30. Prince & Kay
31. Tsourveloudis & Valavanis
32. Christopher

جدول۲: پژوهش‌های انجام شده در زمینه چابکی

ردیف	نام محقق	سال	عنوان	یافته های کلیدی
۱	کاسترو و همکاران[۳۳]	۲۰۱۲	مروری بر تولید ناب و چابک به عنوان موضوعاتی در برنامه‌ها و نقشه راه ملّی و بین‌المللی تحقیق و توسعه	با تجزیه و تحلیل برنامه‌ها و نقشه راه ملّی و بین‌المللی تحقیق و توسعه در بخش تولیدی دریافتند که تولید چابک با مفاهیمی چون شبکه‌ها، زنجیرهٔ تأمین و مشتری‌مداری سازی و تولید ناب با کارآیی بهتر هزینه در این برنامه‌ها نشان داده می‌شوند. ضمن اینکه در سال‌های اخیر رویکرد تولید چابک بیش‌تر از تولید ناب در این برنامه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.
۲	اینمان و همکاران[۳۴]	۲۰۱۱	تولید چابک: ارتباط بین تولید به هنگام، عملکرد عملّیاتی و عملکرد شرکت	خرید به هنگام ارتباط مستقیم مثبت با تولید چابک دارد، در حالی که ارتباط بین تولید به هنگام و تولید چابک مثبت و غیرمستقیم و به واسطهٔ خرید به هنگام است. نتایج همچنین بیان می‌کنند که تولید چابک ارتباط مستقیم و مثبتی با عملکرد عملّیاتی (خدمات به مشتری، مدیریت هزینه، کیفیت، بهره‌وری و مدیریت دارایی) شرکت دارد که عملکرد عملّیاتی شرکت نیز ارتباط مستقیم و مثبتی با عملکرد بازاریابی شرکت دارد. ارتباط مثبتی بین عملکرد عملّیاتی و عملکرد مالی شرکت به واسطهٔ عملکرد بازاریابی شرکت وجود دارد.
۳	وین‌اود و کوتالینگم[۳۵]	۲۰۱۱	طراحی و مهندسی به کمک کامپیوتر به عنوان توانمندسازهای چابکی	هدف از تحقیق آن‌ها بررسی این موضوع بوده است که آیا طراحی به کمک کامپیوتر(برای مدل-سازی محصولات) و مهندسی به کمک کامپیوتر (برای بهینه‌سازی پارامترهای محصول) را می-توان به عنوان توانمندسازهای چابکی در نظر گرفت؟ نتایج تحقیق آن‌ها پاسخ مثبت به این سؤال داد.
۴	ژانگ	۲۰۱۱	نظریه‌پردازی در استراتژی‌های تولید چابک	هدف وی انجام یک مطالعه موردی در انگلستان در رابطه با کاربرد سه نوع اصلی استراتژی‌های چابکی (سرعت، پاسخ‌گویی و پیش کنشی) بوده است. نتایج حاکی از آن است که انتخاب استراتژی‌های چابکی به ماهیّت بازار و رقابت، ویژگی‌های محصول (چرخهٔ عمر و میزان بلوغ) و موقعیت بازار شرکت بستگی دارد.
۵	لین و همکاران	۲۰۱۰	اندازه‌گیری چابکی ساختارهای سازمانی شبکه‌ای	با توجّه به اهمّیّت چابکی در سازمان‌های شبکه‌ای، به ارزیابی چابکی در این نوع از ساختار سازمانی پرداختند؛ به دلیل مشکلات در اندازه‌گیری چابکی ساختارهای شبکه‌ایی، پیشنهاد شده است از دو سنجه آنتروپی و اطلاعات متقابل، برای توصیف چابکی ساختارهای شبکه‌ایی استفاده شود.
۶	گانگولی و همکاران[۳۶]	۲۰۰۹	ارزیابی چابکی بنگاه‌های کسب و کار	پس از ارائهٔ تعاریف متعدد از چابکی و سیستم تولیدی چابک، با استفاده از روش‌های متریک به ارزیابی چابکی سازمان‌ها در کشور آمریکا پرداخته‌اند.
۷	وازکوز باستلو و همکاران	۲۰۰۷	محرک‌ها، توانمندسازها و پیامدهای چابکی	یک مدل مفهومی برای تولید چابک بر اساس عناصر سه گانهٔ محرک‌ها، توانمندسازها و پیامدهای چابکی ارائه داده‌اند. هدف آن‌ها از ارائهٔ مدل تحلیل رابطه بین آشفتگی محیط، اقدامات تولید چابک و عملکرد کسب و کار در اسپانیا بوده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در محیط‌های متلاطم، کاربرد یکپارچهٔ اقدامات تولید چابک، مزیت رقابتی تولید را ارتقا داده و منجر به بهتر شدن عملکرد مالی، بازاریابی و عملّیاتی می‌شود.
۸	باقرزاده و همکاران	۱۳۸۹	بررسی وضعیت قابلیت‌های چابکی در سازمان‌های دولتی، (مطالعهٔ موردی ادارهٔ کل پست مازندران)	به بررسی وضعیت قابلیت‌های چابکی در ادارهٔ کل پست مازندران، پرداختند. نتایج نشان داد ادارهٔ کل پست مازندران دارای قابلیت‌های چابکی مطلوب نیست و بین وضع موجود و وضع مطلوب آن شکاف وجود دارد.
۹	زنجیرچی و الفت	۱۳۸۹	نقش فناوری در دستیابی به چابکی در شرکت‌های الکترونیک ایران	تأثیر مؤلفه‌های مربوط به ابعاد فناوری تولید، فناوری محصول و فناوری اطلاعات بر چابکی در صنعت الکترونیک ایران بررسی و در مورد ارتباط آن‌ها با چابکی بحث شده است. به علاوه مؤلفه-های مختلف بر اساس دو عامل اهمّیّت و فاصلهٔ آن‌ها از وضع مطلوب، رتبه‌بندی شده‌اند که نشان دهندهٔ اولویت پرداختن به آن‌ها در مسیر چابکی است. در این رتبه‌بندی، فناوری‌های پیشرفته تولید در جایگاه اول گرفته است.

33. Castro et al.
34. Inman et al.
35. Vinodh & Kuttalingam
36. Ganguly et al.

۱۰	الفت و زنجیرچی	۱۳۸۸	مدلی برای چابکی سازمانی درصنعت الکترونیک ایران	ارتباط سازه‌های مدیریت کیفیت فراگیر، تولیدناب، مدیریت فناوری، مدیریت منابع‌انسانی، استراتژی و فناوری اطلاعات به عنوان سازه‌های توانمندساز چابکی بر چابکی سازمانی بررسی و ارتباطات آن‌ها را در قالب مدل چابکی سازمانی ارائه داده‌اند. نتایج نشان داد که مؤثرترین سازه‌ها بر چابکی مدیریت کیفیت فراگیر، مدیریت فناوری و تولید ناب است، در ضمن هماهنگی بین اجرا و پیاده‌سازی این سازه‌ها به شکل معناداری با چابکی ارتباط دارد.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای مشتمل بر دو بخش است؛ بخش اول، محاسبهٔ بردار اولویت معیارها و زیرمعیارها تحت کنترل سطوح مربوطه و در بخش دوم نیز تأثیرات متقابل عناصر بر یکدیگر بررسی می‌شود (ساعتی، ۱۹۹۶).

همانندAHP در ANP، وزن معیارها و نمرهٔ گزینه‌ها، بطور مستقیم ازطریق انجام قضاوت‌هایی با استفاده از مقایسه‌های زوجی به‌دست می‌آید. فرآیند مقایسهٔ زوجی بر این فرض استوار است که تصمیم‌گیرنده توانایی انجام مقایسهٔ هر دو معیار را دارا است و متناظر با آن یک ارزش عددی a_{ij} را برای این اهمّیّت نسبی در نظر بگیرد. اما در بسیاری از موارد، مدل ارجحیّت یک تصمیم‌گیرندهٔ بشری غیرمطمئن بوده و انتساب یک ارزش عددی قطعی برای نسبت‌های مقایسه از سوی تصمیم‌گیرنده، کار نسبتاً دشواری است. تصمیم‌گیرنده ممکن است در رابطه با سطح ارجحیّت خودش نامطمئن باشد که دلایل آن می‌تواند، عدم وجود اطلاعات یا دانش کافی، پیچیدگی و عدم اطمینان موجود در محیط تصمیم، یا فقدان واحد اندازه‌گیری یا مقیاس مناسب باشد. به منظور حل این مشکل، تئوری فازی در سال ۱۹۶۵ توسط آقای لطفی‌زاده مطرح شد و بسیار شهرت یافت (چنگ-رو و همکاران[37]، ۲۰۰۸).

تاپسیس فازی

تاپسیس (روش اولویت‌بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ‌های ایده‌آل مثبت)، به عنوان یکی از روش‌های سنتی تصمیم‌گیری‌های چند معیاره شناخته شده است که در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون[38] برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، توسعه داده شد که بر اساس تعیین ایده‌آل بود. در این روش m گزینه بوسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و هر مسئله را می‌توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای هندسی n بعدی در نظر گرفت (آذر و رجب زاده، ۱۳۸۱: ۱۲۶). برای استفاده از این روش کافی است اطلاعات مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری در قالب یک ماتریس تصمیم خلاصه شود بطوریکه در برگیرندهٔ گزینه‌های تصمیم (A_i)، شاخص‌های تصمیم (X_j) و مقادیر شاخص‌ها برای هر گزینه (x_{ij}) و وزن شاخص‌ها (W_j) باشد. گزینهٔ انتخاب شده، باید دارای کوتاه‌ترین فاصله از ایده‌آل مثبت و از طرف دیگر، بیش‌ترین فاصله از ایده‌آل منفی باشد. در روش تاپسیس قطعی برای تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها از مقادیر دقیق و معین استفاده می‌شود. همانطور که بیان شد در بسیاری از موارد تفکرات انسان با عدم قطعیّت همراه است و این عدم قطعیّت در تصمیم‌گیری تأثیرگذار است، در این موارد بهتر است از روش‌های تصمیم‌گیری فازی استفاده شود که تکنیک تاپسیس یکی از این روش‌هاست (عطایی، ۱۳۸۹). گام‌های FTOPSIS در تحقیق حاضر، از چن[39](۲۰۰۰) اقتباس شده است و به شرح زیر است.

گام اول. ایجاد ماتریس تصمیم فازی: در روش تاپسیس فازی n گزینه از حیث m معیار رتبه‌بندی می‌شوند. همانطورکه در رابطهٔ (۱) مشاهده می‌شود $\tilde{x}_{ij}$ ارزش گزینهٔ jام در معیار iام است.

$$\tilde{D} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} c_1 & c_2 & \cdots & c_m \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1m} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \end{array} \qquad (۱)$$

گام دوم. نرمال‌سازی ماتریس تصمیم فازی: ماتریس تصمیم حاصل شده را نرمالایز کرده تا مقیاس معیارهای مختلف را به مقیاس‌های قابل مقایسه تبدیل کند. تمامی معیارهای نهایی این پژوهش، صعودی هستند (رابطهٔ ۲).

$$\tilde{R}_{ij} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{m\times n} \quad i = 1, 2, \cdots m; j = 1, 2, \cdots n \qquad (۲)$$

37. Cheng-Ru et al.
38. Hwang & Yoon
39. Chen

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{C_j^+}, \frac{b_{ij}}{C_j^+}, \frac{c_{ij}}{C_j^+}\right) \text{ and } C_j^+ = \max_i C_{ij}$$

گام سوم. محاسبهٔ ماتریس تصمیم فازی بی‌مقیاس وزین: در این گام، ماتریس تصمیم بی مقیاس وزین (V_{ij}) را محاسبه می‌نماییم. این ماتریس با استفاده از رابطهٔ (۳) حاصل می‌شود که W_j وزن معیار j است.

$$\tilde{V}_{ij} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{m\times n} \quad i = 1, 2, \cdots m; j = 1, 2, \cdots n \qquad (۳)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{W}_j$$

گام چهارم. محاسبهٔ ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی فازی: به علت آنکه اعداد فازی مثلثی در فاصله [0,1] هستند، ایده‌آل مثبت(FPIRP)[40] و ایده‌آل منفی (FNIRP)[41] با رابطهٔ (۴) مشخص می‌شوند.

$$A^+ = \left(v_1^+, v_2^+, \cdots, v_j^+\right) = \{\left(\max_i v_{ij} | i = 1, 2, \cdots, m\right) j = 1, 2, \ldots, n\} \qquad (۴)$$
$$A^- = \left(v_1^-, v_2^-, \cdots, v_j^-\right) = \{\left(\min_i v_{ij} | i = 1, 2, \cdots, m\right) j = 1, 2, \ldots, n\}$$

جائیکه $\tilde{v}_j^+ = (1,1,1)$ و $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$ است.

گام پنج. محاسبهٔ فاصله از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی: فاصلهٔ هر گزینه از FPIRP و FNIRP با استفاده از رابطهٔ (۵) محاسبه می‌شود.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+\right), i = 1, 2, \cdots m; j = 1, 2, \cdots n \qquad (۵)$$
$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d\left(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-\right), i = 1, 2, \cdots m; j = 1, 2, \cdots n$$

در صورتی که A و B دو عدد فازی به شرح زیر باشند، آنگاه فاصلهٔ بین این دو عدد فازی با رابطهٔ (۶) محاسبه می‌شود.

$$\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1), \tilde{B} = (a_2, b_2, c_2)$$
$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2\right]} \qquad (۶)$$

گام ششم. رتبه‌بندی گزینه‌ها: بهترین گزینه آن است که بیش‌ترین فاصله را از ایده‌آل منفی و کم‌ترین فاصله را از ایده‌آل مثبت داشته باشد (رابطهٔ ۷).

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}, i = 1, 2, \ldots, m \qquad (۷)$$

بنابراین، هر چه CC_i بزرگ‌تر باشد بهتر است.

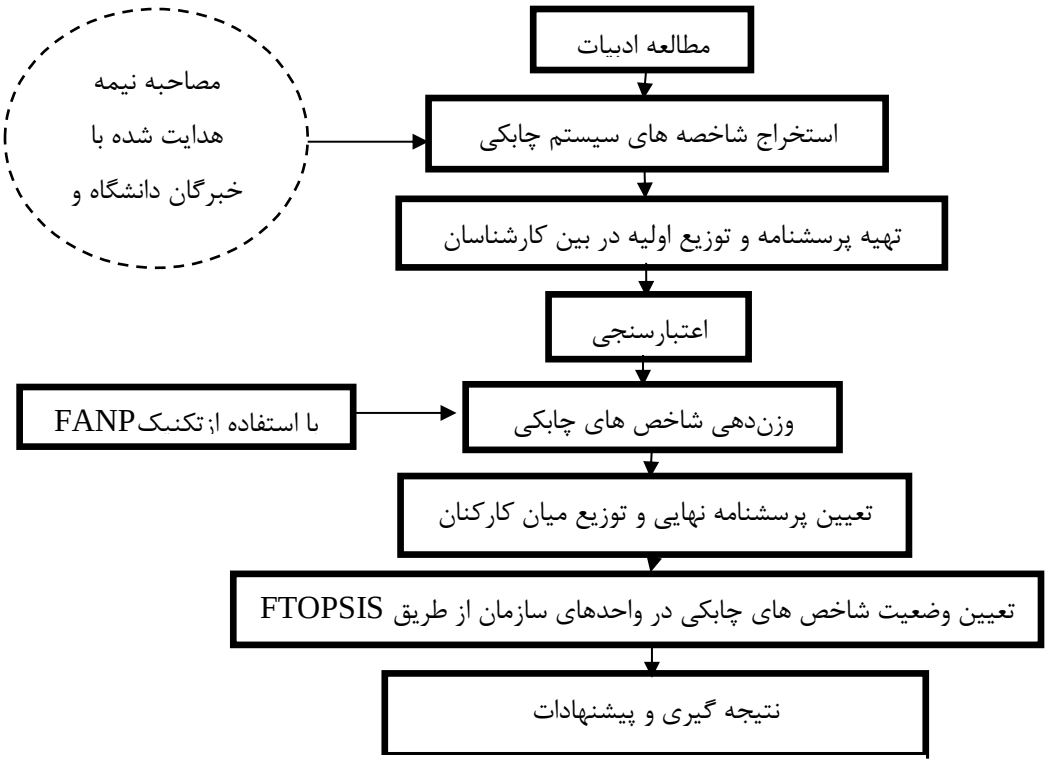
روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از حیث هدف، کاربردی، و از حیث روش و چگونگی جمع آوری داده‌ها توصیفی– پیمایشی است. داده‌های پژوهش حاضر با نظرخواهی از خبرگان سازمان توسعهٔ برق ایران، جمع‌آوری شده است. در سال ۱۳۷۵سازمان توسعهٔ برق ایران با تغییرات اساسی در عملکرد و ساختار، به عنوان یکی از مدرن‌ترین سازمان‌های اجرایی وزارت نیرو فعالیت‌های خود را با هدف اجرای طرح‌ها و پروژه‌های صنعت برق در زمینهٔ احداث و توسعهٔ نیروگاه‌ها، افزایش ظرفیت‌تولید برق، احداث و توسعهٔ خطوط و پست‌های فشارقوی و شبکه‌های مرتبط با آن ادامه داد. با توجّه به اهمّیّت تأمین انرژی برق در کشور و رسالت سازمان توسعهٔ برق ایران، توانایی پاسخ‌گویی و واکنش سریع به تغییرات محیطی در این سازمان می‌تواند ضامن تأمین پایدار انرژی برق و رضایت‌مندی مصرف‌کنندگان باشد.

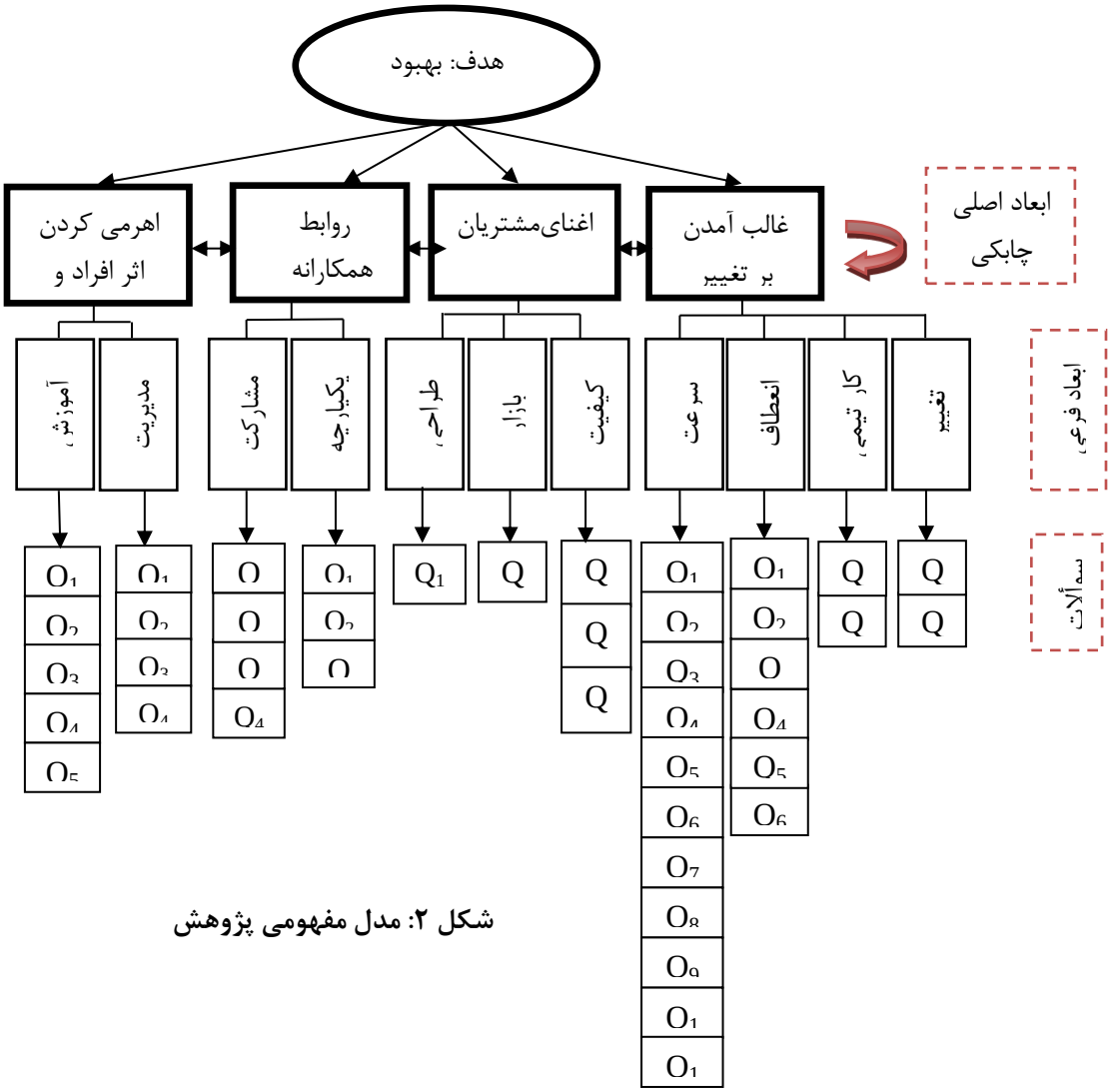
از این‌رو ارزیابی معیارهای اصلی چابکی و رتبه‌بندی واحدهای اصلی سازمان توسعهٔ برق ایران براساس شاخص‌های چابکی، از اهمّیّت بسیاری برخوردار است. در همین راستا تحقیق حاضر درصدد است تا با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیارهٔ فازی[42] (FMCDM) به ارزیابی شاخص‌های چابکی در سازمان توسعهٔ برق ایران بپردازد. از آنجا که ارتباط بین ابعاد چابکی و تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر قابل چشم‌پوشی نیست، لازم است از تکنیک FANP استفاده شود تا وزن ابعاد با در نظر گرفتن ارتباط آن‌ها تعیین شود. از طرف دیگر، تکنیک FTOPSIS یک روش کاربردی است که آلترناتیوها را با توجّه به مقادیر داده‌های آن‌ها در هر معیار و وزن معیارها مورد مقایسه قرار می‌دهد و با توجّه به کاربرد گسترده این تکنیک در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره (چن و تسو[43]، ۲۰۰۸)، از این روش برای رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده شده است. شکل (۱) فرایند اجرای تحقیق را نشان می‌دهد

40.fuzzy positive ideal reference point
41.fuzzy negative ideal reference point

42. Fuzzy Multi Criteria Decision Making
43. Chen & Tsa



شکل ۱: فرایند اجرای تحقیق



شکل ۲: مدل مفهومی پژوهش

جدول ۳: ماتریس مقایسات زوجی و درجه اهمیت معیارهای اصلی چابکی

معیار اصلی	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتریان	غالب آمدن بر تغییر	درجه اهمیت
اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات	(۱و۱و۱)	(۱و۳و۰)	(۳/۰و۲/۰و۱/۰)	(۲/۰و۱/۰و۱/۰)	۰/۰۷۲۸
روابط همکارانه	(۵و۳و۱)	(۱و۱و۱)	(۱و۳/۰و۱/۰)	(۳/۰و۲/۰و۱/۰)	۰/۱۵۶۵
اغنای مشتریان	(۷و۵و۳)	(۳و۱و۱)	(۱و۱و۱)	(۱و۳/۰و۱/۰)	۰/۳۲۶۹
غالب آمدن بر تغییر	(۹و۷و۵)	(۷و۵و۳)	(۳و۱و۱)	(۱و۱و۱)	۰/۵۵۴۲

$$W1L = \frac{(1*0*0.1*0.1)^{1/4}}{(1*0.3*0.2*0.1)^{1/4}+(3*1*1*0.2)^{1/4}+(5*1*1*1)^{1/4}+(7*5*1*1)^{1/4}} = 0.046$$

$$W1m = \frac{(1*0.3*0.2*0.1)^{1/4}}{(1*0.3*0.2*0.1)^{1/4}+(3*1*1*0.2)^{1/4}+(5*1*1*1)^{1/4}+(7*5*1*1)^{1/4}} = 0.061$$

$$W1u = \frac{(1*1*0.3*0.2)^{1/4}}{(1*0.3*0.2*0.1)^{1/4}+(3*1*1*0.2)^{1/4}+(5*1*1*1)^{1/4}+(7*5*1*1)^{1/4}} = 0.099$$

جدول ۴: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی چابکی تحت کنترل معیار«اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات»

اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات	روابط همکارانه	اغنای مشتریان	غالب آمدن بر تغییر	درجه اهمیت
روابط همکارانه	(۱و۱و۱)	(۳/۳۳و۲و۱/۴۳)	(۲و۱/۴۳و۱/۱۱)	۰/۴۷۹۵
اغنای مشتریان	(۷/۰و۵/۰و۳/۰)	(۱و۱و۱)	(۷/۰و۵/۰و۳/۰)	۰/۱۹۶۲
غالب آمدن بر تغییر	(۹/۰و۷/۰و۵/۰)	(۳/۳و۲و۱/۴)	(۱و۱و۱)	۰/۳۶۸۴

جدول ۵: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی چابکی تحت کنترل معیار«روابط همکارانه»

روابط همکارانه	اهرمی کردن اثر افراد	اغنای مشتریان	غالب آمدن بر تغییر	درجه اهمیت
اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات	(۱و۱و۱)	(۱/۹۹و۱/۴۲و۱/۱۱)	(۱و۱/۱۱و۱/۴۲)	۰/۴۰۲۰
اغنای مشتریان	(۹/۰و۷/۰و۵/۰)	(۱و۱و۱)	(۹/۰و۷/۰و۵/۰)	۰/۲۵۷۵
غالب آمدن بر تغییر	(۱و۹/۰و۷/۰)	(۲و۱/۴و۱/۱)	(۱و۱و۱)	۰/۳۵۸۱

جدول ۶: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی چابکی تحت کنترل معیار«اغنای مشتری »

اغنای مشتری	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	غالب آمدن بر تغییر	درجه اهمیت
اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات	(۱و۱و۱)	(۹/۰و۷/۰و۵/۰)	(۳/۳و۲و۱/۴)	۰/۳۶۸۴
روابط همکارانه	(۲و۱/۴و۱/۱)	(۱و۱و۱)	(۳/۳و۲و۱/۴)	۰/۴۷۹۵
غالب آمدن بر تغییر	(۷/۰و۵/۰و۳/۰)	(۷/۰و۵/۰و۳/۰)	(۱و۱و۱)	۰/۱۹۶۲

جدول ۷: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی چابکی تحت کنترل معیار« غالب آمدن بر تغییر»

درجه اهمیت	اغنای مشتری	روابط همکارانه	اهرمی کردن اثر افراد	غالب آمدن بر تغییر
۰/۴۰۱۴	(۱/۴۳و۱/۱۱و۱)	(۲و۱/۴۳و۱/۱۱)	(۱و۱و۱)	اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات
۰/۳۸۲۱	(۳/۳و۲و۱/۴)	(۱و۱و۱)	(۰/۹و۰/۷و۰/۵)	روابط همکارانه
۰/۲۴۳۶	(۱و۱و۱)	(۰/۷و۰/۵و۰/۳)	(۱و۰/۹و۰/۷)	اغنای مشتری

جدول۸: سوپر ماتریس اولیه

معیار اصلی	GOAL	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر
GOAL	۰	۰	۰	۰	۰
اهرمی کردن اثر افراد	۰/۰۷۲	۰	۰/۴۰۲	۰/۳۶۸	۰/۴۰۱
روابط همکارانه	۰/۱۵۶	۰/۴۷۹	۰	۰/۴۷۹	۰/۳۸۲
اغنای مشتری	۰/۳۲۶	۰/۱۹۶	۰/۲۵۷	۰	۰/۲۴۳
غالب آمدن بر تغییر	۰/۵۵۴	۰/۳۶۸	۰/۳۵۸	۰/۱۹۶	۰
مجموع	۱/۱۱	۱/۰۴۴	۱/۰۱۷۸	۱/۰۴۴۳	۱/۰۲۷۱

جدول۹: سوپر ماتریس موزون

معیار اصلی	GOAL	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر
GOAL	۰	۰	۰	۰	۰
اهرمی کردن اثر افراد	۰/۰۶۵	۰	۰/۳۹۵	۰/۳۵۲	۰/۳۹۰
روابط همکارانه	۰/۱۴۰	۰/۴۵۹	۰	۰/۴۵۹	۰/۳۷۰
اغنای مشتری	۰/۲۹۴	۰/۱۸۷	۰/۲۵۳	۰	۰/۲۳۷
غالب آمدن بر تغییر	۰/۴۹۹	۰/۳۵۲	۰/۳۵۱	۰/۱۸۷	۰

جدول۱۰: سوپر ماتریس نهایی

معیار اصلی	GOAL	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر
GOAL	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
اهرمی کردن اثر افراد	۰/۲۷۷	۰/۲۷۷	۰/۲۷۷	۰/۲۷۷	۰/۲۷۷
روابط همکارانه	۰/۳۰۱	۰/۳۰۱	۰/۳۰۱	۰/۳۰۱	۰/۳۰۱
اغنای مشتری	۰/۱۸۴	۰/۱۸۴	۰/۱۸۴	۰/۱۸۴	۰/۱۸۴
غالب آمدن بر تغییر	۰/۲۳۸	۰/۲۳۸	۰/۲۳۸	۰/۲۳۸	۰/۲۳۸

جدول۱۱: درجه اهمیت معیارهای اصلی و فرعی ارزیابی چابکی

معیار اصلی ارزیابی	درجه اهمیت	معیارهای فرعی ارزیابی	درجه اهمیت	درجه اهمیت نرمال شده
اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات	۰/۲۷۷	مدیریت اطلاعات	۰/۳۱۳	۰/۳۰۹
		آموزش	۰/۷۰۰	۰/۶۹۰
روابط همکارانه	۰/۳۰۱	مشارکت گروهی	۰/۲۴۵	۰/۲۴۵
		یکپارچه‌سازی	۰/۷۵۲	۰/۷۵۴
اغنای مشتریان	۰/۱۸۴	طراحی	۰/۴۲۶	۰/۴۲۹
		بازار	۰/۴۸۱	۰/۴۸۴
		کیفیت	۰/۰۸۴	۰/۰۸۵
غالب آمدن بر تغییر	۰/۲۳۸	تغییر	۰/۱۵۶	۰/۱۴۳
		سرعت	۰/۳۰۶	۰/۲۸۱
		کار تیمی	۰/۰۷۲	۰/۰۶۶
		انعطاف‌پذیری	۰/۵۵۴	۰/۵۰۸

جدول۱۲: ماتریس بی مقیاس وزین معیارهای اصلی

معیارهای اصلی	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر
مالی و اداری	(۰/۱۴۱و۰/۲۳۸و۰/۳۶۶)	(۰/۱۶۳و۰/۲۸۳و۰/۳۹۹)	(۰/۱۹۲و۰/۳۰۱و۰/۴۱۹)	(۰/۲۶۵و۰/۴۵۲و۰/۶۷۶)
بازرگانی	(۰/۱۵۴و۰/۲۴۶و۰/۳۶۲)	(۰/۱۷۶و۰/۲۸۵و۰/۴۱۱)	(۰/۱۹۵و۰/۲۹۰و۰/۴۰۰)	(۰/۲۶۶و۰/۴۳۳و۰/۶۴۷)
برنامه‌ریزی	(۰/۱۶۷و۰/۲۶۹و۰/۳۹۰)	(۰/۱۸۱و۰/۲۹۴و۰/۴۲۵)	(۰/۲۰۴و۰/۳۰۴و۰/۴۱۵)	(۰/۳۱۵و۰/۵۲۷و۰/۷۴۷)
کارگزینی	(۰/۱۸۵و۰/۲۲۱و۰/۴۱۵)	(۰/۲۰۹و۰/۳۲۲و۰/۴۵۱)	(۰/۲۰۱و۰/۳۰۷و۰/۴۱۵)	(۰/۳۵۰و۰/۵۵۹و۰/۷۷۳)
فناوری‌اطلاعات	(۰/۱۴۱و۰/۲۲۷و۰/۳۵۴)	(۰/۱۴۹و۰/۲۵۸و۰/۳۸۹)	(۰/۱۹۷و۰/۳۰۹و۰/۴۱۷)	(۰/۲۵۸و۰/۴۶۶و۰/۶۸۵)
W	۰/۲۷۷	۰/۳۰۱	۰/۱۸۴	۰/۲۳۸

جدول۱۳: فاصله هر واحد از ایده‌آل مثبت

فاصله از ایده‌آل مثبت	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر	D_{TOT}
	d_j^+	d_j^+	d_j^+	d_j^+	
مالی و اداری	۰/۱۳۶	۰/۱۹۴	۰/۱۴۷	۰/۳۵۱	۰/۸۲۹
بازرگانی	۰/۱۸۲	۰/۱۸۶	۰/۱۴۹	۰/۳۶۰	۰/۸۷۸
برنامه‌ریزی	۰/۱۶۶	۰/۱۸۰	۰/۱۴۰	۰/۳۰۰	۰/۷۸۸
کارگزینی	۰/۱۷۳	۰/۱۵۸	۰/۱۴۱	۰/۲۷۳	۰/۷۴۷
فناوری اطلاعات	۰/۱۹۵	۰/۲۰۹	۰/۱۴۳	۰/۳۴۹	۰/۸۹۸

جدول ۱۴: فاصله هر واحد از ایده‌آل منفی

فاصله از ایده‌آل منفی	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر	D_{TOT}
	d_j^-	d_j^-	d_j^-	d_j^-	
مالی و اداری	۰/۱۴۱	۰/۱۶۴	۰/۱۴۴	۰/۲۶۶	۰/۴۵۱
بازرگانی	۰/۱۴۱	۰/۱۷۱	۰/۱۳۲	۰/۲۴۶	۰/۶۹۱
برنامه‌ریزی	۰/۱۶۲	۰/۱۸۰	۰/۱۴۳	۰/۳۲۴	۰/۸۱۱
کارگزینی	۰/۱۶۶	۰/۲۰۴	۰/۱۴۴	۰/۳۲۶	۰/۸۴۲
فناوری اطلاعات	۰/۱۳۲	۰/۱۵۲	۰/۱۴۵	۰/۲۷۴	۰/۷۰۵

جدول ۱۵: رتبه بندی واحدهای سازمان توسعه برق ایران

رتبه	C_J	d_j^+	d_j^-	واحدهای سازمانی
اول	۰/۵۲۹	۰/۷۴۷	۰/۸۴۲	کارگزینی
دوم	۰/۵۰۷	۰/۷۸۸	۰/۸۱۱	برنامه‌ریزی
سوم	۰/۴۴۰۴	۰/۸۷۸	۰/۶۹۱	بازرگانی
چهارم	۰/۴۴۰۰	۰/۸۹۸	۰/۷۰۵	فناوری اطلاعات
پنجم	۰/۳۵۲	۰/۸۲۹	۰/۴۵۱	مالی و اداری

جدول ۱۶: رتبه بندی معیارهای اصلی چابکی در کل سازمان توسعه برق ایران

معیارهای اصلی	اهرمی کردن اثر افراد	روابط همکارانه	اغنای مشتری	غالب آمدن بر تغییر
مالی و اداری	(۰/۱۴۱و۰/۲۳۸و۰/۳۶۶)	(۰/۱۶۳و۰/۲۸۳و۰/۳۹۹)	(۰/۱۹۲و۰/۳۰۱و۰/۴۱۹)	(۰/۲۶۵و۰/۴۵۲و۰/۶۷۶)
بازرگانی	(۰/۱۵۴و۰/۲۴۶و۰/۳۶۲)	(۰/۱۷۶و۰/۲۸۵و۰/۴۱۱)	(۰/۱۹۵و۰/۲۹۰و۰/۴۰۰)	(۰/۲۶۶و۰/۴۳۳و۰/۶۴۷)
برنامه‌ریزی	(۰/۱۶۷و۰/۲۶۹و۰/۳۹۰)	(۰/۱۸۱و۰/۲۹۴و۰/۴۲۵)	(۰/۲۰۴و۰/۳۰۴و۰/۴۱۵)	(۰/۳۱۵و۰/۵۲۷و۰/۷۴۷)
کارگزینی	(۰/۱۸۵و۰/۲۲۱و۰/۴۱۵)	(۰/۲۰۹و۰/۳۲۲و۰/۴۵۱)	(۰/۲۰۱و۰/۳۰۷و۰/۴۱۵)	(۰/۳۵۰و۰/۵۵۹و۰/۷۷۳)
فناوری اطلاعات	(۰/۱۴۱و۰/۲۲۷و۰/۳۵۴)	(۰/۱۴۹و۰/۲۵۸و۰/۳۸۹)	(۰/۱۹۷و۰/۳۰۹و۰/۴۱۷)	(۰/۲۵۸و۰/۴۶۶و۰/۶۸۵)
میانگین ستونی	(۰/۱۵۸و۰/۲۴۰و۰/۳۷۸)	(۰/۱۷۶و۰/۲۸۹و۰/۵۱۴)	(۰/۱۹۸و۰/۳۰۲و۰/۴۱۳)	(۰/۲۹۱و۰/۴۸۸و۰/۷۰۶)
میانگین دیفازی	۰/۲۶۸	۰/۲۹۵	۰/۳۰۵	۰/۴۹۸
رتبه	چهارم	سوم	دوم	اول

مدل تحقیق

پس از مطالعهٔ کتابخانه‌ای، مدل گلدمن و همکارن[۴۴] (۱۹۹۵) به

دلیل جامعیّت بیش‌تر جهت ارزیابی چابکی انتخاب گردید (شکل ۲). قابل ذکر است مدل مذکور از دو سطح ابعاد اصلی و فرعی تشکیل شده است. در این تحقیق به منظور سنجش اعتبار مدل از روایی محتوا استفاده شده است. در همین راستا، ۴۶ سؤال در قالب پرسشنامه در اختیار ۹ نفر از متخصصان دانشگاهی، با سابقهٔ مطالعاتی در حوزهٔ چابکی، قرار گرفت. در نهایت، چهار سؤال از مجموع ۴۶ سؤال در پرسشنامهٔ اولیه حذف و ۴۲ سؤال برای ارزیابی ابعاد فرعی مدل انتخاب گردید.

برای انجام مقایسه‌ها از مقیاس فازی (۱،۱،۱) به نشانهٔ اهمّیّت یکسان دو عنصر، تا مقیاس فازی (۷،۹،۹) (جنگ و تی زنگ[۴۵]، ۲۰۱۲) به نشانهٔ اهمّیّت بسیار زیاد دو عنصر استفاده شده است. برای انجام مقایسه‌های زوجی پرسشنامه‌های مقایسهٔ زوجی در اختیار ۱۰ نفر از مدیران با سابقهٔ مدیریتی بیش از ۱۵ سال قرار گرفت که ۸ نفر از آن‌ها جدول مقایسه‌ها را تکمیل کردند. طی این فرایند، در مرحلهٔ اول اهمّیّت هر کدام از معیارهای اصلی چابکی تحت کنترل هدف و در مرحلهٔ دوم، اثرات مقایسه‌ای معیارهای اصلی چابکی بر یکدیگر تحت کنترل معیار اصلی دیگر و در مرحلهٔ سوم اهمّیّت هر یک از معیارهای فرعی چابکی مربوط به بعد اصلی آن‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. در تحلیل شبکهٔ فازی، پس از اخذ نظرات خبرگان باید از سازگاری مقایسه‌های زوجی، که بیانگر مفهوم پایایی پرسشنامه است اطمینان حاصل شود. به این منظور سازگاری ۷۲ ماتریس مقایسهٔ زوجی مربوط به تکنیک FANP با استفاده از روش گوس[۴۶] (۱۹۹۸) مورد بررسی قرارگرفت و ۴۳ ماتریس که نرخ سازگاری (CR)[۴۷] کم‌تر از ۰/۱ داشتند با هم تلفیق شدند و ماتریس تجمیعی نظرات خبرگان از طریق میانگین هندسی حاصل شد. پس از اطمینان از سازگاری مقایسه‌ها، بردار اولویت هر یک ازماتریس‌های تجمیعی محاسبه شده‌اند.

بردار اولویت معیارهای اصلی چابکی تحت کنترل هدف، با استفاده از روش لگاریتم حداقل مربعات محاسبه شده و در جدول (۲) نشان داده شده است.

محاسبهٔ درجه اهمّیّت معیار اصلی «اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات» جهت بهبود چابکی در سازمان توسعهٔ برق ایران به شرح در جدول (۳) نشان داده شده است.

با استفاده از رابطهٔ (۸) وزن فازی (۰/۰۹۹و۰/۰۶۱و۰/۰۴۶)، به وزن قطعی تبدیل شده است. به این ترتیب وزن مربوط به معیار اصلی «اهرمی کردن اثر افراد و اطلاعات» جهت بهبود چابکی در بخش سازمان توسعهٔ برق ایران ۰/۰۷۲۸ =W است.

$F(\tilde{t_{ij}}) = 1/2 \int_0^1 (\inf_{x\in R} t_{ij}^x + SUP_{x\in R} t_{ij}^x)dx$ رابطهٔ (۸)

بردارهای اوزان محاسبه شده برای معیارهای اصلی مدل تحت کنترل معیار دیگر، در جداول (۴) تا (۷) نشان داده شده است.

محاسبهٔ اوزان نهایی معیارهای اصلی چابکی تحت تأثیر هدف کلّی

پس از محاسبهٔ بردار اوزان معیارها اصلی تحت کنترل هدف و معیارهای دیگر، باید اوزان نهایی معیارهای ارزیابی چابکی محاسبه شود که به این منظور سوپر ماتریس اولیه تشکیل می‌شود. جدول (۸) سوپر ماتریس اولیه را نشان می‌دهد.

تصادفی به دست می‌آید که در جدول (۹) نشان داده شده است.

برای محاسبه سوپرماتریس نهایی، باید سوپرماتریس موزون را به توان برسانیم؛ تا جائیکه عناصر تمامی ستون‌های سوپر ماتریس با هم برابر شوند. جدول (۱۰) سوپر ماتریس نهایی را نشان می‌دهد که در توان ۱۱ام به همگرایی رسیده است. اوزان نهایی مربوط به هر یک از معیارهای اصلی چابکی در سطر سوپر ماتریس مربوط به هر معیار موجود است. کنترل معیارهای مربوطه در جدول (۱۱) نشان داده شده است.

44. Goldman et al.
45. Jeng & Tzeng
46. Gous
47 . Consistency Rate

ایجاد ماتریس بی‌مقیاس وزین

پس از محاسبهٔ بردار اولویت معیارهای اصلی چابکی، وضعیت چابکی پنج واحد اصلی سازمان توسعهٔ برق ایران با استفاده از تکنیک FTOPSIS مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار می‌گیرد. در این بخش از تحقیق، نظرات ۱۱۰ کارشناس شاغل در واحدهای مالی، بازرگانی، برنامه‌ریزی، کارگزینی و فناوری اطلاعات در مورد وضعیت هر یک از معیارهای چابکی، از طریق پرسشنامه اخذ گردید. لازم به ذکر است برای ارزیابی واحدها از مقیاس فازی (۰/۳و۰/۱و۰/۱) به نشانهٔ وضعیت بسیار ضعیف تا (۱و۰/۹و۰/۷) به نشانهٔ وضعیت بسیار قوی (جنگ و تی زنگ[۴۸]، ۲۰۱۲) استفاده شده است. پس از ادغام نظرات با روش میانگین حسابی، ماتریس بی‌مقیاس وزین معیّارهای اصلی چابکی تشکیل شده است (جدول ۱۲).

فاصله از ایده‌آل مثبت و منفی

فاصلهٔ هر یک از واحدها از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی در جداول (۱۳) و (۱۴) نشان داده شده است.

محاسبهٔ فاصبه نسبی و رتبه‌بندی گزینه‌ها

جدول (۱۴) فاصلهٔ نسبی و رتبهٔ کلّی هر واحد را با توجّه به هدف کلّی نشان می‌دهد. فاصلهٔ نسبی محاسبه شده برای هر واحد بیانگر این حقیقت است که واحد کارگزینی بهترین واحد از منظر معیارهای چابکی بوده و واحدهای برنامه‌ریزی، بازرگانی، فناوری اطلاعات، و مالی و اداری با فاصلهٔ کمی از هم به ترتیب بهترین واحدهای بعدی هستند. وضعیت کلی سازمان از نظر معیّارهای اصلی چابکی مورد بررسی قرارگرفته که در جدول (۱۶) نشان داده شده است. همانطورکه مشاهده می‌شود در سازمان توسعهٔ برق، معیار «غالب آمدن بر تغییر» بهترین وضعیت را نسبت به دیگر معیارهای اصلی دارد و معیّارهای «اغنای‌مشتریان»، «روابط همکارانه» و «اهرمی‌کردن اثر افراد و اطلاعات» به ترتیب در جایگاه بعدی قرار دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که از نظر خبرگان تحقیق معیار اصلی «روابط همکارانه» با درجهٔ اهمّیّت (۰/۳۰۱) مهم ترین معیار در ارزیابی چابکی سازمان است. این در حالی است که در سازمان توسعهٔ برق ایران، ویژگی روابط همکارانه، در رتبهٔ سوم قرار گرفته است. همچنین معیارهای اصلی «اهرمی‌کردن اثر افراد و اطلاعات» (۰/۲۷۷)، «غالب آمدن بر تغییر» (۰/۲۳۸) و «اغنای مشتریان» (۰/۱۸۴) مهم‌ترین معیارهای بعدی در ارزیابی چابکی سازمان شناخته شدند. همچنین اوزان به دست آمده برای معیّارهای فرعی چابکی جدول (۱۱)، بیانگر این است که در راستای بهبود معیار اصلی «روابط همکارانه» مهم‌ترین عنصر، معیار فرعی یکپارچه‌سازی (۰/۷۵۴) بوده و معیار فرعی مشارکت‌گروهی (۰/۲۴۵) مهم‌ترین معیار بعدی است. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت بهبود معیار اصلی روابط همکارانه، ابتدا به شناسایی و بررسی مشارکت‌های درون سازمانی موجود پرداخته و فرآیندهایی را به کار گیرند که علاوه بر یکپارچگی بالا به چابکی هر چه بیش‌تر واحدهای سازمانی کمک کنند. در راستای بهبود معیار اصلی «اهرمی‌کردن اثر افراد و اطلاعات»، معیارهای فرعی آموزش (۰/۶۹) و مدیریت اطلاعات (۰/۳۰۹) به ترتیب مهم‌ترین معیارها شناخته شدند. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت بهبود معیار اهرمی‌کردن اثر افراد و اطلاعات، راهکارهای توسعهٔ برنامه‌های آموزشی شناسایی شده و ضمن توسعهٔ زیر ساختارهای فناوری اطلاعات، ارتباطات و مدیریت دانش، مکانیزم‌های تقویت ارتباطات اثربخش در تمامی واحدهای سازمان توسعه یابد. به منظور بهبود معیار اصلی «غالب آمدن بر تغییر»، معیارهای فرعی انعطاف‌پذیری (۰/۵۰۸)، کار تیمی (۰/۵۰۱)، سرعت (۰/۲۸۱) و تغییر (۰/۱۴۳) به ترتیب مهم‌ترین معیارها هستند. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت بهبود این معیار اصلی، ضمن شناسایی فعالیّت‌های انعطاف‌پذیر و استفاده از ظرفیت‌های همکاری، بتوانند امکان انطباق هر چه سریع‌تر با شرایط متغیر را فراهم سازند. در راستای تقویت معیار اصلی «اغنای مشتریان»، معیارهای فرعی بازار (۰/۴۸۴)، طراحی (۰/۴۲۹) و کیفیت (۰/۰۸۵) مهم‌ترین معیارها شناخته شدند. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت تقویت این معیار اصلی، ضمن شناسایی و بررسی بازارهای هدف موجود، از استراتژی‌هایی استفاده کنند که علاوه بر گسترش بازارهای هدف و افزایش کیفیت خدمات،

48. Jeng & Tzeng

بتوانند نیازهای متنوع و متغیر مشتریان را پاسخ دهند. وجه تمایز و تفاوت تحقیق حاضر با تحقیقات قبلی به این شرح است. کاسترو و همکاران (۲۰۱۲)، مفاهیم تولید ناب و چابک را در تدوین برنامه‌ها و ترسیم نقشه راه ملّی و بین‌المللی تحقیق و توسعه در بخش تولیدی به کار گرفتند، در حالی که تحقیق حاضر به ارزیابی شاخص‌های چابکی در بخش خدماتی پرداخته است. اینمان و همکاران (۲۰۱۱)، ارتباط بین تولید به هنگام و تولید چابک و تأثیر آن‌ها را بر عملکرد عملّیاتی و شرکتی مورد بررسی قرار دادند، اما تحقیق حاضر عملکرد واحدهای مختلف سازمان را بر حسب معیارهای اصلی و فرعی چابکی ارزیابی کرده است. وینود و کوتالینگم (۲۰۱۱)، طراحی و مهندسی به کمک کامپیوتر را به عنوان توانمندسازهای چابکی معرفی کرده‌اند، در حالی که تحقیق حاضر صرفاً به بررسی شاخص‌های اصلی و فرعی چابکی در سازمان مورد مطالعه پرداخته است. ژانگ (۲۰۱۱)، کاربرد سه استراتژی اصلی چابکی (سرعت، پاسخ‌گویی و پیش کنشی) را در انگلستان مورد مطالعه قرار داد، اما در تحقیق حاضر عملکرد سازمان با توجّه به چهار بعد اصلی چابکی ارزیابی شده است.

لین و همکاران (۲۰۱۰)، با استفاده از سنجه‌های آنتروپی و اطلاعات متقابل به ارزیابی چابکی در سازمان‌های شبکه‌ای پرداختند؛ و گانگولی و همکاران (۲۰۰۹)، نیز چابکی سازمان‌ها را با استفاده از روش‌های متریک ارزیابی کرده‌اند؛ وازکوز و همکاران (۲۰۰۷)، یک مدل مفهومی برای تولید چابک بر اساس عناصر سه گانهٔ محرک‌ها، توانمندسازها و پیامدهای چابکی ارائه داده‌اند؛ باقرزاده و همکاران (۱۳۸۹)، به بررسی وضعیت قابلیت‌های چابکی در ادارهٔ کل پست مازندران، پرداختند؛ زنجیرچی و الفت (۱۳۸۹)، تأثیر مؤلفه-های مربوط به فناوری تولید، فناوری محصول و فناوری اطلاعات را بر چابکی در صنعت الکترونیک ایران بررسی کرده‌اند؛ الفت و زنجیرچی (۱۳۸۸)، مدلی برای چابکی سازمانی درصنعت الکترونیک ایران ارائه داده‌اند، در حالی که در تحقیق حاضر شاخص‌های چابکی در سازمان توسعهٔ برق ایران با استفاده از تکنیک‌های FANP و FTOPSIS ارزیابی شد و واحدهای اصلی سازمان بر اساس شاخص‌های مورد نظر رتبه‌بندی شده و راه کارهایی نیز در جهت بهبود وضعیت چابکی سازمان ارائه شده است. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی وضعیت نابی سازمان ارزیابی شود و نتایج آن با تحقیق حاضر مقایسه شود.

منابع

۱.آذر، عادل و رجب‌زاده، علی (۱۳۸۱). *تصمیم گیری کاربردی*، تهران: نشرنگاه دانش.

۲.الفت، لعیا و زنجیرچی، سیدمحمود. (۱۳۸۸). مدلی برای چابکی سازمانی درصنعت الکترونیک ایران. *فصلنامه علوم مدیریت ایران*، سال چهارم، شماره ۱۳. صص ۴۷-۷۴.

۳.باقرزاده، محمد رضا؛ بالوئی جامخانه، عزت الله و معافی مدنی، سید رضا. (۱۳۸۹). بررسی وضعیت قابلیت های چابکی در سازمان های دولتی، (مطالعه موردی اداره کل پست مازندران)، *فصلنامه مدیریت*، دوره۷، شماره ۱۸، صص ۳۷.

۴.جعفرنژاد، احمد و شهایی، بهنام (۱۳۸۶). *مقدمه‌ای بر چابکی سازمانی و تولید چابک*. چاپ اول، تهران، مهربان نشر.

۵.زنجیرچی، سید محمود و الفت، لعیا. (۱۳۸۹). نقش فناوری در دستیابی به چابکی در شرکت‌های الکترونیک ایران. *فصلنامه سیاست علم و فناوری*. سال سوم، شماره ۱، صص ۲۹-۴۴.

۶.عطائی، محمد. (۱۳۸۹)، *تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی*، دانشگاه صنعتی شاهرود، چاپ اول.

7.Agarwal, A., Shankar, R. & Tiwari, M.K. (2007). Modeling agility of supply chain. *Industrial Marketing Management*, Vol. 36, pp. 443–457.

8.Ambrose, C. & Morella, D. (2004). Designing an agile organization. *Available at: www.granter.com*

9.Baker, P. (2008). The design and operation of distribution centers within agile supply

chains. *International Journal of Production Economics*, Vol. 111, pp. 27–41.
10.Baramichai, M., Zimmers, E.W. & Marangos, C.A. (2007). Agile supply chain transformation matrix: an integrated tool for creating an agile enterprise. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 12 No. 5, pp. 334–348.
11.Castro, H; Putnik, G.D. & Shah, V. (2012). A review of agile and lean manufacturing as issues in selected international and national research and development programs and roadmaps. *The Learning Organization*. Vol. 19 No. 3, pp. 267-289.
12.Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy sets and systems, 114(1), 1-9.
13.Chen, T. Y., & Tsao, C. Y. (2008). The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(11), 1410-1428.
14.Cheng-Ru W; Che-Wei, C. & Hung-Lung, L. (2008). A Fuzzy ANP-based Approach to Evaluate Medical Organizational Performance, *Information and Management Sciences*, pp. 53-74.
15.Christopher, M. (2000). The Agile Supply Chain Competing in Volatile Markets. *Industrial Marketing Management*, Vol. 29, 37–44.
16.Costantino, N.; Mariagrazia, D.; Marco, F.; Maria, P. & Agostino, M. M. (2012). A model for supply management of agile manufacturing supply chains. *Int. J. Production Economics*, Vol. 135, pp. 451–457.
17.Ganguly, A., Nilchiani, R., & Farr, J. V. (2009). Evaluating agility in corporate enterprises. *International Journal of Production Economics* , 1182, pp. 410-423.
18.Goldman, S., Nagel, R., & Preiss, K. (1995). Agile Competitors and Virtual Organizations: strategies for enriching the customer. NEW York: Van Nostrand Reinhold: New York: Van Nostrand Reinhold.
19.Gous, O. &. (1998). Strong transitivity, rationality and weak monotonicity in fuzzy pairwise comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*, pp. 133-144.
20.Green, j. p. (2006). Determining the Reliability and Validity of Service Quality Scores in A Public Library Context: A Confirmatory Approach. *A Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy.* Capella University.
21.Gunasekaran, A. & Yusuf, Y. (2002), "Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives", *International Journal of Production Research*, Vol. 40 No. 6, pp. 1357-85.
22.Hillegersberg, J; et al. (2005). Business agility requirements in financial services. *Journal of Rotterdam School.* Erasmus University Rotterdam.
23.Inman, R.A; Sale, R.S.; Green, K.W. & Whitten, W. (2011). Agile manufacturing: Relation to JIT, operational performance and firm performance. *Journal of Operations Management*. 29, pp. 343–355.
24.Jeng, D. J. F., & Tzeng, G. H. (2012). Social influence on the use of clinical decision support systems: revisiting the unified theory of acceptance and use of technology by the fuzzy DEMATEL technique. *Computers & Industrial Engineering*, 62(3), 819-828.
25.Jin-Hai, L., Anderson, A.R. & Harrison, R.T. (2003). The evolution of agile manufacturing. *Business Process Management Journal*, Vol. 9 No. 2, pp. 170-89.
26.Kisperska-Moron, D. & Swierczek, A. (2009). The agile capabilities of Polish companies in the supply chain: An empirical study. *International Journal of Production Economics*, Vol. 118, pp. 217–224.
27.Krishnamurthy, R. & Yauch, C.A. (2007). Leagile manufacturing: a proposed

corporate infrastructure. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 27 No. 6, pp. 588-604.
28.Lin, C.T., Chiu, H. & Tseng, Y.H., (2006). Agility evaluation using fuzzy logic. *International Journal of Production Economics*. 101(2), pp. 353-368.
29.Lin, Y., Desouza, K. C., & Roy, S. (2010). Measuring agility of networked organizational structures via network entropy and mutual information. *Applied Mathematics and Computation*, 216 (10), pp. 2824-2836.
30.Lou, P., Zhou, Z., Chen, Y.P. & Ai, W. (2004). Study of multi-agent-based agile supply chain management. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 23, pp. 197-203.
31.Lu, M.S. & Tseng, L.K. (2010). An integrated object-oriented approach for design and analysis of an agile manufacturing control system. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*. 48. pp.1107–1122.
32.Pan, F. & Nagi, P. (2010). Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing. *Computers & Operations Research.* 37. pp. 668 – 683.
33.Pan, F. & Nagi, P. (2013). Multi-echelon supply chain network design in agile manufacturing. *Omega*. 41. pp. 969–983.
34.Prater, E., Biehl, M. & Smith, M.A. (2001). International supply chain agility: Tradeoffs between flexibility and uncertainty. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No. 5/6, pp. 823-839.
35.Prince, J. & Kay J.M. (2003). Combining lean and agile characteristics: Creation of virtual groups by enhanced production flow analysis. *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, pp. 305–318.
36.Rahimnia, F. & Moghadasian, M. (2010). Supply chain leagility in professional services: how to apply decoupling point concept in healthcare delivery system. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 15 No. 1, pp. 80–91.
37.Rahimnia, F., Moghadasian, M. & Costka, P. (2009). Benchmarking leagility in mass services: The case of a fast food restaurant chains in Iran. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 16 No. 6, pp. 799-816.
38.Ramesh, G. & Devadasan, S.R. (2007). Literature reviews on the agile manufacturing criteria. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 18 No. 2, pp. 182-201.
39.Saaty, T.L. (1996). The analytic network process-decision making with dependence and feedback, Pittsburgh, PA: RWS Publications.
40.Sharifi, H. & Zhang, Z. (2001). Agile manufacturing in practice: Application of a methodology. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No. 5/6, pp. 772-94.
41.Sherehiy, B; Karwowski, W. & Layer, J. (2007). A review of enterprise agility: Concepts, framework, and attributes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, pp. 445-460.
42.Swafford, P.M., Ghosh, S. & Murthy, N. (2008). Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility. *International Journal of Production Economics*, Vol. 116, pp. 288–297.
43.Torng Lin, C. & et al. (2005). Agility evaluation using fuzzy logic. *Int. J. Production Economics.* pp. 1-16.
44.Tsourveloudis, N.C. & Valavanis, K.P. (2002). On the measurement of enterprise agility. *Journal of Intelligent and Robotic System*. Vol. 33, pp. 329-342.
45.Va´zquez-Bustelo, D., Avella, L. & Ferna´ndez, E. (2007). Agility drivers, enablers and outcomes: Empirical test of an integrated agile manufacturing model. *International Journal of Operations*

& Production Management. Volume: 27 Issue: 12 , pp. 1303 - 1332.
46.Vazquez-Bustelo, D. & Avella, L. (2006). Agile manufacturing: Industrial case studies in Spain. *Technovation*, Volume 26, Issue 10, pp. 1147-1161.
47.Vinodh, S. & Kuttalingam, D. (2011). Computer-aided design and engineering as enablers of agile manufacturing: A case study in an Indian manufacturing organization, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 Issue: 3, pp.405 – 418.
48.Vinodh, S; Devadasan, S.R.; Vimal, K.E.K. & Kumar, D. (2013). Design of agile supply chain assessment model and its case study in an Indian automotive components manufacturing organization. *Journal of Manufacturing Systems*, Volume 32, Issue 4, PP.620-631.
49.Zhang. D.Z. (2011). Towards theory building in agile manufacturing strategies: Case studies of agility taxonomy. *Int. J. Production Economics*. 131. pp. 303–312.