فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج - سال ششم / شماره ۱۷ / پاییز ۱۳۹۰

تعیین میزان ناب بودن با استفاده از روش های تحلیل ابعادی، فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی (مورد کاوی: شرکت مونتاژ شومینه رز)

نوید هوشیار (نویسنده مسؤول)
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشگاه پیام نور تهران
Email: nhooshyar@gmail.com
مرتضی صادق عمل نیک
استادیار مهندسی صنایع دانشگاه قم

تاریخ دریافت: ۹۰ /۵/۱۸ * تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۲۰

چکیده

امروزه تعیین میزان ناب بودن سازمان های مختلف، از عوامل کلیدی جهت حرکت به سمت استقرار یک سیستم بدون اتلاف و نیز بیشینه کردن بهره وری در کل زنجیره تامین می باشد. تولید ناب به عنوان یک فلسفه مدیریتی تمرکز بر حذف اتلاف در کل زنجیره ارزش یک محصول دارد. بنابراین شناخت وضع موجود کمکی شایان در شناسایی نقاط ضعف و قوت شبکه زنجیره تامین می کند. این مقاله با استفاده از روش تجزیه و تحلیل ابعادی بهبود یافته و تبدیل آن به فرم استاندارد، عوامل اصلی و موثر تولید ناب در شرکت مونتاژ شومینه رز را مورد ارزیابی و سنجش قرار داده است، برای این منظور ۶ عامل اصلی و ۳۵ عامل فرعی شناسایی و تجزیه و تحلیل شده است. همچنین با توجه به معیارهای مشخص، از تکنیک های تصمیم گیری با معیارهای چندگانه استفاده شده است. به این ترتیب که مدل تحقیق در تعیین وزن کلام کارشناسان از روش تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی و نیز جهت بهینه کردن روش تصمیم گیری و دوری از ابهام از متغیرهای زبانی که به وسیله اعداد مثلثی پارامتر شده اند بهره برده است. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد که میزان سازگاری شرکت مونتاژ شومینه رز با معیارها و ویژگی های تولید ناب به اندازه ۵۲٪ می باشد. همچنین نتایج حاصل شده، فاصله هر یک از عوامل اصلی را از تولید ناب نشان می دهد. این روش برای کلیه سازمان های تولیدی با ماهیت مونتاژ قابل تعمیم است.

واژه‌های کلیدی: تولید ناب، تحلیل سلسله مراتبی، تجزیه و تحلیل ابعادی، تصمیم گیری با معیارهای چندگانه، تاپسیس فازی.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

تولید ناب که با نام سیستم تویوتا شناخته می‌شود، به مفهوم تولید بیشتر با صرف هزینه، زمان، فضا، فعالیت‌های انسانی، ماشین‌آلات و مواد کمتر است. در تولید ناب هدف اصلی به حداقل رساندن کلیه اتلاف‌ها و ضایعات و همچنین به حداکثر رساندن بهره‌وری تسهیلات و منابع انسانی و سرمایه می‌باشد. برای سنجش ناب بودن یک خط تولید نیاز به مدل‌سازی آن و مقایسه شرایط فعلی خط تولید با حالت ناب بودن می‌باشد که نتایج حاصل از این سنجش، نشان‌دهنده دور یا نزدیک بودن شرایط خط تولید، نسبت به تولید ناب است. با توجه به نتایج حاصله، مدیران و مهندسین فرآیند تولید، نقاط نقص و قوت را پیدا کرده و در جهت رفع عیب‌ها و نقص‌ها اقدام می‌نمایند. نتایج حاصل از مقایسه مجدد، نشان‌دهنده موفقیت آن‌ها در رفع مشکلات می‌باشد. تولید ناب در سال ۱۹۶۰ در ژاپن متولد گردید. از پیشگامان ایده تولید ناب می‌توان به کوئی‌چیرو تویودا و تا ای‌جی اونو اشاره کرد که پس از جنگ جهانی دوم و تا دهه ۱۹۶۰ تلاش‌های زیادی را به‌منظور ایجاد بسترهای تولید ناب به عمل آوردند (Womack, 1990) و (Womack and Jones, 1994) تولید ناب فلسفه‌ای در جهت حذف اتلاف‌ها بوده و به‌طور مستمر در پی به حداکثر رساندن بهره‌وری در همه امور سازمان اعم از تدارکات، مهندسی، بازاریابی، منابع سازمان، نیروی انسانی و حتی ارتباط موثر با خارج سازمان شامل تامین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان است. عناصر بنیادی برای اجرای تولید ناب را می‌توان شامل عناصر سازمان‌دهی، سنجش، پشتیبانی، جریان تولید و کنترل فرآیند دانست. این عناصر ارائه‌کننده جنبه‌های متنوعی برای حمایت از برنامه یکپارچه تولید ناب هستند که با استقرار این عناصر، سازمان به سوی تولید ناب حرکت خواهد کرد (Alam Tabriz, 2009). به طور خلاصه تر ناب یک فلسفه مدیریتی است که تمرکز بر شناسایی و حذف اتلاف در سراسر جریان ارزش یک محصول دارد که تعمیم آن نه فقط در سازمان، بلکه در شبکه زنجیره تامین نیز باشد (Scherrer-Rathje et al., 2009). اکنون با گسترش پیاده‌سازی اصول و تکنیک‌های تولید ناب و تغییر خط‌مشی تولیدی شرکت‌ها به سمت تولید ناب و ناب شدن، عنصر سنجش که بر میزان سازگاری سیستم و اهمیت عوامل موثر بر تولید ناب تمرکز دارد، مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس میزان مطابقت وضعیت موجود یک سیستم با شاخص‌های تولید ناب توسط این عنصر تعیین گردیده و در این مسیر روش‌ها و الگوریتم‌های کاربردی در جهت ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمان‌ها و شرکت های تولیدی ارائه گردیده است. لاک می در سال ۱۹۹۵ نظام‌های اندازه‌گیری عملکرد در انتخاب شرکت‌های جهانی را تبیین نمود (Lockamy, 1995). در پژوهشی دیگر به عوامل و معیارهای شناخت شرکت های تولیدی به‌عنوان تولید ناب پرداخته شد و در آن مهم‌ترین عامل در عدم دست‌یابی به تولید ناب، نداشتن معیار ارزیابی عملکرد معرفی گردید و عوامل و ویژگی‌های سازمان‌دهی کار از دیدگاه تولید ناب مورد بررسی قرار گرفت (Biazzo, 2000). از دیگر پژوهش‌های انجام شده در این زمینه می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط ویلیام ام فلد (M. Feld, 2001) اشاره نمود. در این تحقیق عناصر اولیه تولید ناب به پنج عنصر جریان تولید، سازمان‌دهی، مستندات، تدارکات و کنترل فرآیند تقسیم گردیده و در مجموع ۳۳ عنصر تشکیل‌دهنده تولید ناب معرفی شده است. در سال ۲۰۰۴ شرکت *نستله* انگلستان پژوهشی را درباره تولید ناب به عمل آورد(Nestle UK's factory, 2004). در این پژوهش به پیچیدگی‌های اجرائی فرآیند تولید ناب اشاره شده و بهبود مستمر و اصلاح فرهنگ سازمانی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در موفقیت اجرا و تغییر به سوی ناب شدن اعلام گردید. تحقیق دیگری که نتایج شرکت نستله را تأیید می‌کرد توسط پیتر موری(Murray, 2003) انجام گردید که بیانگر تأثیر به‌سزای آموزش و مشارکت تیمی در بهبود مستمر در اجرای صحیح مدیریت کیفیت جامع بر تولید ناب بود. بایو در سال ۲۰۰۸ اندازه‌گیری میزان ناب بودن سیستم‌های تولیدی بر اساس یک روش فازی را بیان نمود (Bayou, 2008). در این تحقیق به ارائه یک روش فازی جهت تعیین میزان ناب بودن سیستم‌های تولیدی پرداخته شد که اهداف اصلی این تحقیق در قالب دو هدف تعیین میزان ناب بودن سیستم‌های تولیدی به‌عنوان یک مفهوم واحد و نیز توسعه یک روش اندازه‌گیری سیستماتیک جهت تعیین میزان ناب بودن سیستم‌های تولیدی دسته بندی گردید. مدل‌سازی زنجیره تامین در سازمان‌های اجرا کننده راهبردهای تولید ناب تحقیق دیگری بود که در سال ۲۰۰۸ توسط ماچادو انجام گردید (Machado, 2008). در این تحقیق به ارائه مدلی کاربردی جهت ارزیابی میزان ناب بودن زنجیره تامین در سازمان‌های اجرا کننده راهبردهای تولید ناب پرداخته شد. در این تحقیق به‌منظور ارزیابی تغییرات، بر روی شناخت و تعیین شاخص‌های ارزیابی

Archive of SID

www.SID.ir

بهبود تاکید گردیده است. مدل یکپارچه برای سیستم‌های کوچک و متوسط در جهت ارتقاء تدارکات ناب تحقیق دیگری بود که در سال ۲۰۰۹ توسط ویلسون انجام گردید (Wilson, 2009). هدف این تحقیق درقالب ارائه مدلی یکپارچه جهت صرفه‌جوئی در هزینه، افزیش کارائی تولید و کاهش سطح موجودی در سیستم‌های کوچک و متوسط و در جهت ارتقاء تدارکات ناب دسته بندی گردید. در سال ۲۰۱۰ آرنوت پول (Pool, 2010) برازش رویکرد تولید ناب با تولید نیمه فرایندی را به صورت کاربردی در صنایع تولید و بسته بندی قهوه ارائه کرد و میزان تطابق بالای معیارهای ناب و تأثیر این معیارها در بهبود تولید را نشان داد. ارزیابی عوامل و مشخصه‌های مختلف با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی تحقیقی است که توسط ویلیس انجام گردیده است (Willis, 1993). با استفاده از تکنیک مذکور و تبدیل آن به فرم استاندارد می‌توان عوامل اصلی و موثر و یا جزئی و زیر سیستم تولید ناب را مورد ارزیابی قرار داد (Seyed Hosseini, 2004). مدل اولیه تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی در سال ۱۹۹۰ برای انتخاب برخی تامین‌کنندگان به کار گرفته شد. در سال ۱۹۹۳ ویلیس مدل تجزیه و تحلیل ابعادی را بهبود بخشید و هر تامین‌کننده را با معیار استاندارد و تعیین شده‌ای مقایسه کرد. در سال ۲۰۱۰ سیف برقی مدلی ارائه داد که در واقع مدل بهبود یافته ویلیس می باشد. در تحلیل ابعادی بهبود یافته، به‌منظور افزایش دقت میزان ناب بودن یک سیستم، روشی ارائه گردیده است که اهمیت یا وزن کلام افراد در امتیازدهی را با توجه به سطح مهارت و تجربه افراد در نظر می‌گیرد. همچنین امتیازهای داده شده به معیارهای فرعی توسط تک‌تک افراد در فرمول لحاظ شده است (Seif Barqi, 2010).

عناصر بنیادی برای اجرای تولید ناب را می‌توان جریان تولید، سازماندهی، کنترل فرآیند، سنجش و پشتیبانی برشمرد در میان این عناصر چهارمین عنصر یعنی سنجش از اهمیت خاص برخوردار است و می‌بایست میزان سازگاری سیستم و اهمیت عوامل موثر بر تولید ناب توسط این عنصر تعیین گردد. به عبارت دیگر تعیین درجه تطبیق وضعیت یک سیستم با شاخصهای تولید ناب توسط این عنصر میسر می‌گردد. لذا مسئله را می‌توان در قالب " ارزیابی عوامل تولید ناب در صنایع مونتاژ شومینه رز" بیان نمود. سؤال اصلی این تحقیق را می‌توان به شرح ذیل تبیین نمود:

✓ درجه سازگاری و تطبیق صنایع مونتاژ شومینه رز با شاخصهای تولید ناب به چه میزان است؟

برای پاسخگوئی به این سؤال ابتدا عوامل و فاکتورهای اصلی سازمان را که محدوده ناب را تحت پوشش قرار می دهند شناسائی و سپس میزان تطابق تک تک عوامل با شاخص های تولید ناب تعیین شده اند. برآیند نتایج بدست آمده از این عوامل وضعیت کل سازمان را مشخص می کند.

۲- مواد و روش ها

روش تحقیق این پژوهش، تحقیق زمینه یابی است که عبارتست از: توصیف، تبیین و کشف پدیده‌ها به منظور معنا دادن به جنبه های مختلف اطلاعات جمع آوری شده. با توجه به نوع روش تحقیق گردآوری اطلاعات بصورت میدانی و کتابخانه ای انجام می‌گردد. لذا ابزارهای گردآوری اطلاعات پرسشنامه و مصاحبه می باشد.جامعه مورد پژوهش- صنایع شومینه رز- یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های مونتاژ شومینه بر مبنای سفارش می‌باشد. صنایع شومینه رز نمایندگی انحصاری شرکت هبی، عرضه‌کننده انواع شومینه‌های چدنی طرح انگلیسی به‌همراه انواع فریم‌های چوبی با طرح‌های منحصر به فرد و انواع سنگ‌های زیر شومینه می‌باشد. جامعه آماری مورد پژوهش مجموعه تمامی نفرات موثر با عوامل تولید ناب در صنایع مونتاژ شومینه رز می‌باشد. روش تجزیه و تحلیل اطلاعات در فاز اول این تحقیق به جمع آوری اطلاعات و شناسائی عوامل اصلی و فرعی تولید ناب در صنایع مونتاژ شومینه رز پرداخته شده است. در فاز دوم این تحقیق ابتدا به تدوین پرسشنامه مقایسات زوجی و امتیازدهی پرداخته شد و پرسشنامه مذکور بین مدیران و کارشناسان موثر با عوامل تولید ناب توزیع گردید. با درج مقایسات زوجی اخذ شده در نرم‌افزار Expert Choice ضرایب اهمیت عوامل اصلی و فرعی تعیین گردید. در فاز سوم این تحقیق ابتدا به تعیین وزن یا ارجحیت کلام کارشناسان موثر با عوامل تولید ناب با استفاده ار روش های فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس فازی پرداخته شده است و در فاز آخر درجه سازگاری عوامل اصلی و فرعی و نیز میزان ناب بودن کل سیستم با در نظر گرفتن وزن کلام کارشناسان مشخص شده است. در انتها نیز اعتبارسنجی مدل بررسی شده است.

الف) مدل تجزیه و تحلیل ابعادی بهبود یافته

Archive of SID

www.SID.ir

روش تجزیه و تحلیل ابعادی از تکنیکهای ارزیابی یکپارچه عوامل با مشخصه های متفاوت است که جهت استنتاج اطلاعات بکار گرفته می شود.در این روش مشخصه ها و ویژگیهای مختلف که ابعاد و اهمیت نسبی متفاوتی دارند به یک مقدار واحد و منفرد تبدیل می گردند. با استفاده از تکنیک مذکور و تبدیل آن به فرم استاندارد می توان عوامل اصلی و موثر و یا جزئی یک سیستم را مورد ارزیابی قرار داد که اساس و زیربنای آن اوزان و ضرایب اهمیتی است که از روش مقایسه زوجی بدست آمده است (Seyed Hosseini, 2004). مدل اولیه تکنیک تجزیه و تحلیل ابعادی توسط آقایان ویلیس و هالستون در سال ۱۹۹۰ برای ارزیابی تامین کنندگان به کار گرفته شد. در سال ۱۹۹۳ ویلیس مدل تجزیه و تحلیل ابعادی را بهبود بخشید و هر تامین‌کننده را با معیار استاندارد و تعیین شده‌ای مقایسه کرد (Willis, 1993). در سال ۲۰۱۰، سیف برقی مدل تجزیه وتحلیل ابعادی بهبود یافته ویلیس را ارائه کرد. در تحلیل ابعادی بهبود یافته، به‌منظور افزایش دقت میزان ناب بودن یک سیستم، روشی ارائه گردیده است که اهمیت یا وزن کلام افراد در امتیازدهی را با توجه به سطح مهارت و تجربه افراد در نظر می‌گیرد. همچنین امتیازهای داده شده به معیارهای فرعی توسط تک‌تک افراد در فرمول لحاظ شده است. فرمول این روش به شکل ذیل می‌باشد (Seif Barqi, 2010):

$$DOA_j = \sum_{i=1}^{n} \frac{W_{ij}}{y} \left(\sum_{k=1}^{m} (d_k \times x_{ik}) \right) \qquad (1)$$

که در این فرمول:

DOA_j (Degree of Adaptability) : درجه تطبیق فاکتور اصلی jام

W_{ij} : وزن فاکتور فرعی i ام از معیار اصلی jام $\left(\forall_j \sum_{i=1}^{n} W_{ij} = 1,0 < W_{ij} < 1 \right)$

n : تعداد فاکتورهای فرعی زیر مجموعه یک فاکتور اصلی

X_{ik} : امتیازی که نفر k ام به فاکتور فرعی i ام می دهد $(1 \le X_{ik} \le 9)$

d_k : میزان اهمیت کلام یا وزن کلام نفر k ام $\left(\sum_{k=1}^{m} d_k = 1,0 \le d_k \le 1 \right)$

m : تعداد افراد

y: امتیاز فاکتور فرعی در حالت ایده آل(y=9)

در صورتیکه هدف، ارزیابی میزان ناب بودن یک سیستم باشد آنگاه می توان با فرمول شماره (۱)، میزان ناب بودن عوامل اصلی را تعیین نمود. برای تعیین میزان ناب بودن کل سیستم فرمول شماره (۲) به شرح ذیل ارائه می گردد (Seyed Hosseini, 2004):

$$DOA_{Lean} = \sum W_i \sqrt{\left(\frac{DOA_1}{DOA_{1s}} \right)^{W_1} \times \left(\frac{DOA_2}{DOA_{2s}} \right)^{W_2} \times \ldots \times \left(\frac{DOA_6}{DOA_{6s}} \right)^{W_6}} \qquad (2)$$

در فرمول (۲) زیر نویس های ۱ الی ۵ نشان دهنده عامل اصلی شماره ا الی ۶ و همچنین زیر نویس های 1sالی 6s نشان دهنده مقادیر استاندارد یا مقادیر مورد نظر عوامل اصلی می باشند.با استفاده از فرمول ۲ درجه سازگاری و تطبیق وضعیت موجود واحد تولیدی با شاخص های تولید ناب مشخص می شود.

ب) روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

AHP توسط ساعتی (Saati, 1980) مطرح شد و نشان داد که چگونه می توان اهمیت رابطه مجموعه ای از فعالیت ها را در یک مسئله تصمیم گیری با معیارهای چندگانه (MCDM[1]) را تعیین کرد. در این فرایند امکان قضاوت در مورد معیارهای نا محسوس کیفی در مقابل معیارهای محسوس کیفی میسر می شود (Badri, 2001). AHP روشی است که در آن یک وضعیت پیچیده، به بخش های کوچکتر تجزیه شده، سپس این اجزا در یک ساختار سلسله مراتبی قرار می گیرند. در این روش به قضاوت های ذهنی با توجه به اهمیت هر متغیر مقادیر عددی اختصاص داده، متغیرهایی که بیشترین اهمیت را دارند، مشخص

1 _ Multi Criteria Decision Making

Archive of SID

www.SID.ir

می شوند. به عبارت دیگر، ترتیب اولویت متغیرها تعیین می شود. روش AHP بر پایه سه اصل است: اول، ساختار مدل؛ دوم، قضاوت در مورد گزینه ها و معیارها؛ سوم،تعیین اولویت ها (Dagdeviren, 2009). در AHP، مقایسات زوجی بر پایه مقیاس استاندارد مقایسات در نه سطح می باشد(جدول ۱):

تعریف	درجه اهمیت
اهمیت یکسان	۱
نسبتا مرجح	۳
اهمیت شدید	۵
اهمیت خیلی شدید	۷
اهمیت فوق العاده زیاد	۹
ارزش های بینابین در قضاوت	۸ ،۶ ،۴ ،۲

جدول شماره (۱): مقیاس

مجموعه $C=\{Cj \mid j= 1,2,\ldots, n\}$، مجموعه معیارها خواهد بود. نتیجه مقایسات زوجی روی n معیار بصورت خلاصه در ماتریس A_{n*n}، که هر عنصر آن a_{ij} $(ij= 1,2,\ldots,n)$ و برابر با وزن هر معیار است بصورت زیر آورده می شود:

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad aij=1,\ aij=1/aij,\ aij\neq 0 \qquad (۳)$$

در مرحله آخر، فرایند ریاضی با نرمالایزه کردن و یافتن وزن های هر یک از ماترس ها شروع می گردد. وزن های مربوطه با توجه به بردار (W) و بیشترین مقدار ویژه(λ_{max}) بدست می آید:

$$A_w= \lambda_{max} W \qquad (۴)$$

اگر مقایسات زوجی بطور کامل سازگار باشند، ماتریس A برابر ۱ و $\lambda_{max}= n$ خواهد بود. در این صورت، وزن ها می توانند به وسیله هر یک از ردیف ها و یا ستون ها نرمالیزه شوند[Wang, 2007]. یک موضوع قابل توجه در مورد خروجی AHP این است که این نتایج وابستگی مستقیم به سازگاری مقایسات زوجی قضاوت ها دارند. سازگاری بوسیله ارتباط ورودی های $a_{jk} = A: a_{ij} \times aik$ تعریف می شود. شاخص سازگاری(CI) عبارتست از:

$$CI = (\lambda_{max}- n)/(n-1) \qquad (۵)$$

نرخ سازگاری نهایی(CR)، تعیین کننده کارایی سازگاری در ارزیابی افراد می باشد و بوسیله شاخص سازگاری (CI) و شاخص تصادفی (RI) محاسبه می شود:

$$CR=CI/RI \qquad (۶)$$

نرخ سازگاری محاسبه شده باید ۰/۱ یا کمتر باشد. اگر این نرخ از ۰/۱ بیشتر باشد، قضاوت ها ممکن است بصورت متضاد باشند و جهت بهبود سازگاری ارزیابی مجدد انجام شود. اندازه گیری سازگاری برای تصمیم گیرندگان نیز مانند سلسله مراتب کل نیز قابل اندازه گیری است (Wang, 2007).

ج) روش تاپسیس

این روش در سال ۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه شد(Hwang and Yoon, 1981). با توجه به این تکنیک، بهترین گزینه، گزینه ای است که از راه حل ایده آل مثبت کمترین فاصله و بیشترین فاصله را از راه حل ایده آل منفی داشته باشد (Ertugrul,

Archive of SID

www.SID.ir

2007). راه حل ایده آل مثبت معیارهای از نوع سود را بیشینه و معیارهای هزینه ای را کمینه می کند، در حالیکه راه حل ایده آل منفی معیارهای هزینه ای را بیشینه و معیارهای از نوع سود را کمینه می کند (Wang, 2006).

د) روش تاپسیس فازی

تاپسیس به طور وسیعی در حل مسائل رتبه بندی در دنیای واقعی مورد استفاده قرار گرفته است. علی رغم عمومیت و سادگی مفهوم آن، این روش به خاطر عدم قابلیت در برخورد با عدم قطعیت ها و همچنین عدم دقت مربوط به درک تصمیم گیرندگان از مقادیر قطعی مورد انتقاد قرار گرفته است(Dagdeviren, 2009). فرموله کردن تاپسیس به روش های سنتی با به کار بردن مقادیر قطعی در قضاوت های شخصی همراه است، حال آنکه در بسیاری از مدل های ترجیحی انسان ها تصمیم گیری با عدم قطعیت در تصمیم گیری همراه است و تصمیم گیرندگان ممکن است قادر به تخصیص مقدار قطعی به قضاوت های مقایسه ای نباشند و یا نسبت به این کار بی میل باشند (Chan, 2007). استفاده از تئوری فازی (Zadeh, 1975) به تصمیم گیرندگان این امکان را می دهد تا اطلاعات غیر کمی، اطلاعات ناقص و اطلاعات غیر قابل حصول را در مدل تصمیم ترکیب کنند (Kulak et al., 2005). در نتیجه، فازی تاپسیس و ملحقات آن جهت حل مسائل الویت بندی و توجیهی طراحی شد (Yang, 2007).

در این تحقیق از اعداد مثلثی فازی استفاده شده است. دلیل استفاده از اعداد مثلثی فازی درک ساده تصمیم گیرندگان در استفاده و محاسبه آن است. به علاوه، اثبات شده است که مدلسازی با استفاده از اعداد فازی مثلثی راهی موثر جهت فرموله کردن مسائل تصمیم گیری در جایی که اطلاعات موجود ذهنی و مبهم است می باشد. در ادامه، برخی از تعاریف مهم مجموعه های فازی ارائه می شود (Dagdeviren, 2009).

تعریف ۱. مجموعه فازی $\tilde{A}$ در مجموعه مرجع X بوسیله تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ نمایش داده می شود که در آن عنصر x عددی قطعی در X و در بازه [۱ و ۰] می باشد. به مقدار تابع $\mu_{\tilde{A}}(x)$، درجه عضویت x در $\tilde{A}$ گفته می شود.

تعریف ۲. یک عدد فازی مثلثی توسط سه گانه (a_1, a_2, a_3) نمایش داده می شود

تعریف ۳. متغیرهای زبانی مقادیر متغیری هستند که به صورت واژه های زبانی می باشند. مفهوم متغیرهای زبانی در روبرو شدن با موقعیت های پیچیده و یا غیر بدیهی که به صورت اصطلاحات کمی مستدل متداول قابل بیان نیستند کاربرد دارد. برای مثال "وزن" یک متغیر زبانی است؛ مقادیر آن خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد و غیره می باشد. این مقادیر زبانی نیز می توانند بوسیله اعداد فازی نمایش داده شوند.

تعریف ۴. اگر $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ دو عدد فازی مثلثی باشند، و بصورت سه گانه (a_1, a_2, a_3) و (b_1, b_2, b_3) نمایش داده شوند، آنگاه فاصله بین آن دو از رابطه ۷ محاسبه می شود:

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a_1-b_1)^2 + (a_2-b_2)^2 + (a_3-b_3)^2\right]} \qquad (۷)$$

تعریف ۵. با توجه به تفاوت اهمیت مقادیر هر یک از شاخص ها،ماتریس موزون نرمالیزه شده از رابطه ۸ بدست می آید:

$$\tilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{n\times j},\ I = 1, 2\ldots, n,\ j = 1, 2, \ldots J \qquad (۸)$$

که در آن:

- $\tilde{v}_{ij} = \tilde{x}_{ij} \times w_i$ ،
- مجموعه الویت های A_j (j=1,2,…,J) با توجه به معیارهای C_i (i=1,2,…,n) مجموعه $\tilde{X} = \{\tilde{x}_{ij}, i = 1,2,\ldots,n,\ j = 1,2,\ldots,J\}$ نامیده می شود.
- مجموعه وزن های هر یک از معیار ها wi (i = 1, 2, …, n) می باشد.

با توجه به توضیحات خلاصه بالا در مورد تئوری فازی، تاپسیس فازی با توجه به گام های زیر بیان می شود:

Archive of SID

www.SID.ir

گام ۱: مقادیر زبانی ($\tilde{X}=\{\tilde{x}_{ij}, i=1,2,\ldots,n, j=1,2,\ldots,J\}$) برای آلترناتیوها و با توجه به معیار مورد نظر را انتخاب کنید. مقادیر زبانی $\tilde{x}_{ij}$ این خاصیت اعداد فازی مثلثی نرمالیزه شده که در بازه [۱و۰] قرار می گیرند را حفظ می کند، بنابراین، نیازی به نرمالسازی وجود ندارد.

گام ۲: ماتریس تصمیم نرمالسازی شده موزون فازی را محاسبه نمایید. مقدار نرمالیزه شده موزون با استفاده از معادله ۸ بدست می آید.

گام ۳: راه حل های ایده آل مثبت(A^*) و منفی(A^-) را شناسایی کنید. محاسبه راه حل ایده آل مثیت فازی($FPIS, A^*$) و راه حل ایده آل منفی فازی($FNIS, A^-$) از طریق معادلات ۹ و ۱۰ امکان پذیر می باشد:

$$A^* = \{\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \ldots, \tilde{v}_i^*\} \quad (۹)$$

$$\{(\max_j v_{ij} | i \in I') \times (\min_j v_{ij} | i \in I'')\}, i = 1,2,\ldots,J$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \ldots, \tilde{v}_i^-\} \quad (۱۰)$$

$$\{(\max_j v_{ij} | i \in I') \times (\min_j v_{ij} | i \in I'')\}, i = 1,2,\ldots,J$$

در اینجا I' مربوط به معیارهایی از نوع سود و I'' مربوط به معیارهایی از نوع هزینه می باشد.

گام ۴: فاصله هر یک از آلترناتیوها از A^* و A^- را با استفاده از معادلات ۱۱ و ۱۲ بدست می آید:

$$D_j^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_i^*), j = 1,2,\ldots,J \quad (۱۱)$$

$$D_j^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_i^-), j = 1,2,\ldots,J \quad (۱۲)$$

گام ۵: نزدیکی به راه حل ایده آل از رابطه ۱۳ محاسبه می شود.

$$CC_j = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-}, j = ۱,۲,\ldots,J \quad (۱۳)$$

گام ۶: گزینه ها را با توجه به مقدار CC_j رتبه بندی می کنیم(مقدار بیشتر، الویت بالاتر).

"در این تحقیق CCj هر گزینه پس از تقسیم به مجموع CCj ها،میانگین وزنی گزینه ها، و در واقع مقدار پارامتر d_k (کارشناس k ام) در معادله تجزیه و تحلیل ابعادی بهبود یافته خواهد بود".

ه) اعتبار سنجی مدل

اعتبارسنجی فرآیندی است که در آن یک مدل، رفتار واقعی سیستم را تقلید می‌کند. اعتبارسنجی برای یک مدل نیازمند بررسی منطق مدل و نیز شرایط سیستم می‌باشد. تکنیک مورد استفاده برای مطالعه رفتار یک مدل «رویکرد مطالعه اثر» نام دارد. این رویکرد منطق مدل و رفتار مناسب سیستم را تائید می‌نماید. زمانی که یک مدل توسعه داده می‌شود، می‌بایست اعتبار آن سنجیده شود. به‌عبارت دیگر می‌بایست این مهم تعیین شود که آیا رفتار مدل دقیقاً منطبق بر رفتار سیستم تحت مطالعه می‌باشد یا خیر؟ زیرا اگر مدل ساخته شده معتبر نباشد یقیناً تصمیماتی که بر مبنای خروجی‌های آن مدل گرفته می‌شود معتبر نیست. اعتبارسنجی یک مدل می‌تواند به‌کمک چند بررسی کوچک مانند بررسی برابری میزان خروجی مدل با میزان خروجی سیستم و یا بررسی توسط کارشناسان سیستم به‌منظور اطمینان از انطباق منطق مدل و منطق سیستم صورت پذیرد. در این تحقیق از اعتبارسنجی کارشناسان بهره گرفته شده است.

۳- نتایج و بحث

الف) تعیین عوامل اصلی و فرعی میزان ناب بودن شرکت شومینه رز

به منظور نیل به هدف تحقیق، ابتدا عوامل اصلی و عوامل فرعی زیر مجموعه سیستم شناسایی گردید. در این راستا با برگزاری جلسات متعدد با کارشناسان موثر و مدیران هر بخش، به تدوین عوامل اصلی و عوامل فرعی زیر مجموعه عوامل اصلی پرداخته

Archive of SID

www.SID.ir

شد. برونداد این جلسات تدوین ۶ عامل اصلی و ۳۵ عامل فرعی زیر مجموعه آنها جهت تعیین میزان ناب بودن شرکت شومینه رز می باشد (شکل۱).

ب) تعیین رتبه و وزن کارشناسان موثر

– معیارهای مورد توجه در رتبه بندی کارشناسان و تعیین وزن کلام آنها توسط یک تیم خبره مشخص گردید. تجربیات و سوابق گذشته تیم، در نهایت منجر به انتخاب نهایی سه معیار "میزان تحصیلات"، "سابقه کار" و "حسن شهرت و اعتبار" جهت تعیین وزن کلامی کارشناسان انجامید. ماتریس مقایسات زوجی برای امتیاز دهی به این معیارها مطابق با جدول ۲ می باشد. مقایسات زوجی بر پایه مقیاس استاندارد مقایسات انجام گرفته است(جدول ۱).در گام بعدی جهت بدست آوردن ماتریس نرمالیزه شده، هر عنصر ماتریس مقایسات زوجی را به جمع ستون مربوط به خود تقسیم می کنیم (جدول ۳). در گام بعد، جهت تعیین وزن هر معیار، کافیست میانگین هر یک از سطرهای ماتریس نرمالیزه شده را محاسبه نماییم (جدول ۴).

در این مرحله وزن بدست آمده برای هر معیار را در سطر مربوط به خود در ماتریس مقایسات زوجی ضرب و اعداد بدست آمده در هر سطر را جمع می کنیم میانگین سه عدد بدست آمده بیشترین مقدار ویژه یعنی λ_{max} خواهد بود. که در رابطه فوق شاخص تصادفی از جدول ارزش تصادفی مشخص گردید. نرخ سازگاری محاسبه شده باید ۰/۱ یا کمتر باشد. اگر این نرخ از ۰/۱ بیشتر باشد، قضاوت ها ممکن است بصورت متضاد باشند و جهت بهبود سازگاری ارزیابی مجدد انجام شود. نتایج به دست آمده به شرح جدول ۴ قابل مشاهده است. همانطور که مشاهده می شود، نرخ سازگاری محاسبه شده از ماتریس مقایسات زوجی، برابر با ۰/۰۷۲ می باشد که از ۰/۱ کوچکتر می باشد. بنابراین وزن های بدست آمده سازگار بوده و در فرایند رتبه بندی و تعیین وزن کارشناسان مورد استفاده قرار می گیرند.

جدول شماره (۲): مقایسات زوجی

معیار	حسن شهرت و اعتبار	سابقه کار	میزان تحصیلات
میزان تحصیلات	۱/۵	۰/۹	۱
سابقه کار	۰/۷	۱	۱/۱
حسن شهرت و اعتبار	۱	۱/۴	۰/۷

جدول شماره (۳): نتایج نهایی معیارها

معیار	حسن شهرت و اعتبار	سابقه کار	میزان تحصیلات
میزان تحصیلات	۰/۴۶۹	۰/۲۷۰	۰/۳۶۰
سابقه کار	۰/۲۱۹	۰/۳۰۰	۰/۴۰۰
حسن شهرت و اعتبار	۰/۳۱۳	۰/۴۲۹	۰/۲۴۰

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره (۴): ماتریس نرمالیزه شده

معیار	وزن	λ_{max}, CI, RI	CR
میزان تحصیلات	۰/۳۶۶	λ_{max}= ۳/۰۸۴ CI = ۰/۰۴۲ RI = ۰/۵۸	CR = ۰/۰۷۲
سابقه کار	۰/۳۰۶		
حسن شهرت و اعتبار	۰/۲۳۷		

پس از بدست آوردن وزن معیارهای مؤثر در وزن کارشناسان، می بایست به بررسی اطلاعات واقعی پرداخته شود. بر این اساس جدول شماره ۵ حاوی اطلاعات واقعی کارشناسان موثر عامل اصلی تکنولوژی اطلاعات می باشد به همین ترتیب ۵ عامل اصلی دیگر نیز دارای جداول مشابهی می باشند. این اطلاعات می بایست با استفاده از متغیرهای زبانی (جدول شماره ۶) به اعداد فازی مثلثی تبدیل شوند. نحوه تعیین متغیرهای زبانی معیارها در جدول شماره ۷ و ماتریس ارزیابی فازی کارشناسان موثر سیستم تکنولوژی اطلاعات در جدول شماره ۸ قابل مشاهده است. عوامل دیگر نیز از همین رویه تبعیت می کنند.

جدول شماره (۵): اطلاعات واقعی کارشناسان

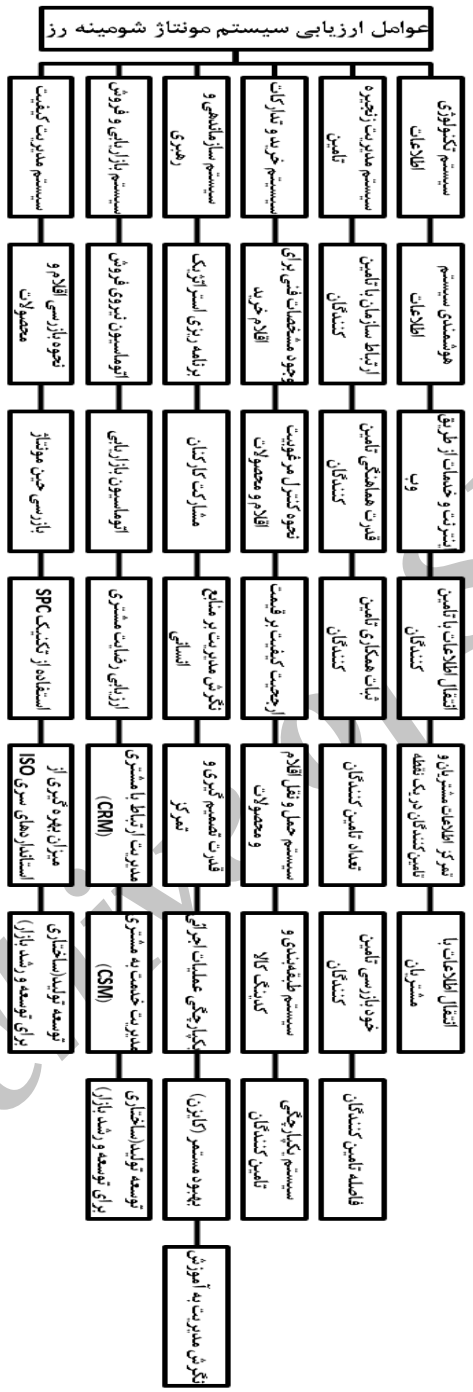
فاکتور ارزیابی	کارشناسان موثر	میزان تحصیلات	سابقه(سال)	میزان حسن شهرت واعتبار از ۹
تکنولوژی اطلاعات	کارشناس ۱	کارشناسی ارشد	۶	۷
	کارشناس ۲	کارشناسی	۹	۷
	کارشناس ۳	کارشناسی	۲	۵/۵
	کارشناس ۴	کاردانی	۰/۰۸۳	-

جدول شماره (۶): جدول متغیرهای زبانی

مقادیر زبانی	اعداد فازی
خیلی کم (VL)	(۰, ۰, ۰/۲)
کم (L)	(۰, ۰/۲, ۰/۴)
متوسط (M)	(۰/۲, ۰/۴, ۰/۶)
زیاد (H)	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸)
خیلی زیاد (VH)	(۰/۶, ۰/۸, ۱)
عالی (E)	(۰/۸, ۱, ۱)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل شماره(۱): عوامل اصلی و فرعی ارزیابی تولید ناب

جدول شماره(۷): چگونگی تعیین متغیرهای زبانی معیارها

	VL (خیلی کم)	L (کم)	M (متوسط)	H (زیاد)	VH (خیلی زیاد)	E (عالی)
حسن شهرت و اعتبار	[۰و۱)	[۱و۳)	[۳و۵)	[۵و۷)	[۷و۹)	۹
سابقه (سال)	[۰و۲)	[۲و۴)	[۴و۷)	[۷و۱۰)	[۱۰و۱۳]	≥ ۱۳
میزان تحصیلات	زیر دیپلم	دیپلم	کاردانی	کارشناسی	کارشناسی ارشد	دکتری

www.SID.ir

جدول شماره (۸): ماتریس ارزیابی فازی کارشناسان موثر سیستم

کارشناسان موثر	حسن شهرت و اعتبار	سابقه کار	میزان تحصیلات
کارشناس ۱	VH	M	VH
کارشناس ۲	VH	H	H
کارشناس ۳	H	L	H
کارشناس ۴	VL	VL	M
کارشناس ۱	(۰/۶, ۰/۸, ۱)	(۰/۲, ۰/۴, ۰/۶)	(۰/۶, ۰/۸, ۱)
کارشناس ۲	(۰/۶, ۰/۸, ۱)	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸)	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸)
کارشناس ۳	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸)	(۰, ۰/۲, ۰/۴)	(۰/۴, ۰/۶, ۰/۸)
کارشناس ۴	(۰, ۰, ۰/۲)	(۰, ۰, ۰/۲)	(۰/۲, ۰/۴, ۰/۶)
وزن	۰/۳۲۷	۰/۳۰۶	۰/۳۶۶

در این قسمت ماتریس وزن دهی موزون $\tilde{V}_{ij}$ تعیین گردیده است. به عنوان نمونه ماتریس موزون ارزیابی کارشناسان موثر معیار تکنولوژی اطلاعات در جدول ۹ قابل مشاهده است. این ماتریس نتیجه تأثیر اوزان معیار ها در اعداد فازی مثلثی ماتریس ارزیابی فازی می باشد.

جدول شماره (۹): ماتریس موزون ارزیابی کارشناسان موثر معیار تکنولوژی اطلاعات

	حسن شهرت و اعتبار	سابقه کار	میزان تحصیلات
کارشناس ۱	(۰/۱۹۶, ۰/۲۶۲, ۰/۳۲۷)	(۰/۰۶۱, ۰/۱۲۲, ۰/۱۸۴)	(۰/۲۲۰, ۰/۲۹۳, ۰/۳۶۶)
کارشناس ۲	(۰/۱۹۶, ۰/۲۶۲, ۰/۳۲۷)	(۰/۱۲۲, ۰/۱۸۴, ۰/۲۴۵)	(۰/۱۴۶, ۰/۲۲۰, ۰/۲۹۳)
کارشناس ۳	(۰/۱۳۱ ,۰/۱۹۶, ۰/۲۶۲)	(۰, ۰/۰۶۱, ۰/۱۲۲)	(۰/۱۴۶, ۰/۲۲۰, ۰/۲۹۳)
کارشناس ۴	(۰, ۰, ۰/۰۶۵)	(۰, ۰, ۰/۰۶۱)	(۰/۰۷۳, ۰/۱۴۶, ۰/۲۲۰)
A*	$v_۳^* = (۱, ۱, ۱)$	$v_۲^* = (۱, ۱, ۱)$	$v_۱^* = (۱, ۱, ۱)$
A⁻	$v_۳^- = (۰, ۰, ۰)$	$v_۲^- = (۰, ۰, ۰)$	$v_۱^- = (۰, ۰, ۰)$

با توجه به نتایج، عناصر $\tilde{V}_{ij}$ به ازای تمام مقادیر تمام مقادیر i و j اعداد فازی نرمالیزه شده مثبت هستند و محدوده آنها مجموعه بسته [۱و۰] می باشد. بنابراین، ما می توانیم راه حل ایده آل مثبت فازی (FPIS, A*) و راه حل ایده آل منفی فازی (FNIS, A⁻) را بر اساس $\tilde{v}_i^* = (۱, ۱, ۱)$ و $\tilde{v}_i^- = (۰, ۰, ۰)$ برای معیارهای از نوع سود و $\tilde{v}_i^* = (۰, ۰, ۰)$ و $\tilde{v}_i^- = (۱, ۱, ۱)$ برای

Archive of SID

www.SID.ir

معیارهای از نوع هزینه تعریف نمود. در این تحقیق هر سه معیار تعیین وزن کلامی از نوع سود می باشند. برای گام بعدی، فاصله هر گزینه از A^* و A^- یعنی D_j^* و D_j^- محاسبه می شود. در نهایت نزدیکی به راه حل ایده آل CC_j به دست می آید[Yang, 2007]. برای کارشناس اول سیستم تکنولوژی اطلاعات داریم:

$$D_1^* = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0)^2 + (1-0/293)^2 + (1-0/366)^2\right]} + \sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0/061)^2 + (1-0/122)^2 + (1-0/184)^2\right]}$$

$$+ \sqrt{\frac{1}{3}\left[(1-0/196)^2 + (1-0/262)^2 + (1-0/327)^2\right]} = 2/328$$

$$D_1^- = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(0-0/220)^2 + (0-0/293)^2 + (0-0/366)^2\right]} + \sqrt{\frac{1}{3}\left[(0-0/061)^2 + (0-0/122)^2 + (0-0/184)^2\right]}$$

$$+ \sqrt{\frac{1}{3}\left[(0-0/196)^2 + (0-0/262)^2 + (0-0/327)^2\right]} = 0/699$$

$$CC_1 = \frac{0/699}{2/328 + 0/699} = 0/231$$

همچنین نتایج تاپسیس فازی کل کارشناسان تکنولوژی اطلاعات در جدول ۱۰ قابل مشاهده خواهد بود. (وزن هر کارشناس با توجه به رتبه آن در بازه صفر و یک بهنجار شده است).

جدول شماره(۱۰): نتایج تاپسیس فازی معیار تکنولوژی اطلاعات

کارشناسان موثر	D_j^*	D_j^-	CC_j	وزن هر کارشناس
کارشناس ۱	۲/۳۲۸	۰/۶۹۹	۰/۲۳۱	۰/۳۲۹
کارشناس ۲	۲/۳۴۰	۰/۶۸۵	۰/۲۲۶	۰/۳۲۳
کارشناس ۳	۲/۵۲۷	۰/۵۰۹	۰/۱۶۸	۰/۲۳۹
کارشناس ۴	۲/۸۱۵	۰/۲۳۱	۰/۰۷۶	۰/۱۰۸

ج) مقایسات زوجی عوامل اصلی و فرعی

برای بدست آوردن وزن عوامل اصلی و عوامل فرعی زیر مجموعه آن، نیاز به مقایسات زوجی بین عوامل اصلی و فرعی می باشد. بنابراین ابتدا پرسشنامه ای برای مقایسه زوجی عوامل فرعی هر یک از عوامل اصلی در اختیار کارشناسان قرار گرفت. از مقایسه زوجی بدست آمده، مقدار وزن هر عامل توسط نرم افزار Expert Choice تعیین گردید. با استفاده از تکنیک ترکیب در این نرم افزار تمامی مقایسات زوجی در یک عامل را با یکدیگر ترکیب کرده و برآیند آن به عنوان خروجی نهائی نرم افزار، مبین وزن نهائی عوامل مورد نظر می باشد. جدول ۱۱ نشان دهنده وزن نهائی عوامل فرعی سیستم "مدیریت تکنولوژی ارتباطات" می باشد. وزن تمامی عوامل اصلی و فرعی به روش فوق به دست آمده است. مقایسات زوجی انجام شده در تعیین وزن عوامل اصلی توسط ۴ کارشناس موثر انجام شده است نتایج حاصل به‌عنوان خروجی نرم‌افزار مبین وزن نهائی عوامل اصلی سیستم در نمودار شکل ۲ قابل مشاهده می‌باشد.

د) امتیاز دهی به عوامل فرعی

پس از محاسبه اوزان نهائی عوامل فرعی توسط نرم افزار Expert Choice، می بایست امتیاز هر عامل یا به عبارتی میزان تحقق آن عامل در قسمت مربوطه (مثلا مدیریت تکنولوژی اطلاعات)، توسط کارشناسان موثر بر این

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم ارائه گردد. جدول ۱۲ مبین امتیازهای داده شده عوامل فرعی سیستم تکنولوژی اطلاعات می باشد که از پاسخ نامه ها استخراج شده است.

جدول شماره (۱۱): وزن نهائی عوامل فرعی سیستم "تکنولوژی اطلاعات"

عوامل ارزیابی سیستم " تکنولوژی اطلاعات "	وزن نهائی محاسبه شده توسط نرم‌افزار
هوشمندی سیستم اطلاعات	۰/۲۴۵
اینترنت و خدمات از طریق شبکه	۰/۳۳۴
انتقال اطلاعات با تامین‌کنندگان	۰/۲۱۷
تمرکز اطلاعات مشتریان و تامین‌کنندگان در یک نقطه	۰/۰۹۱
انتقال اطلاعات با مشتریان	۰/۱۱۴

جدول شماره (۱۲): امتیازهای داده شده توسط کارشناسان موثر به عوامل فرعی سیستم تکنولوژی اطلاعات

عوامل ارزیابی سیستم " تکنولوژی اطلاعات "	امتیاز داده شده توسط کارشناسان (امتیاز از ۹)			
	نفر ۱	نفر ۲	نفر ۳	نفر ۴
هوشمندی سیستم اطلاعات	۴	۵	۵	۴/۵
اینترنت و خدمات از طریق شبکه	۴	۶	۳/۵	۵
انتقال اطلاعات با تامین‌کنندگان	۴/۵	۴/۵	۶	۴
تمرکز اطلاعات مشتریان و تامین‌کنندگان در یک نقطه	۵	۴	۶	۳
انتقال اطلاعات با مشتریان	۳/۵	۷	۵	۴

ه) تعیین میزان ناب بودن عوامل فرعی

با داشتن وزن عوامل فرعی و میانگین امتیاز این عوامل میزان ناب بودن هر عامل اصلی محاسبه می شود. با جایگزینی وزن عوامل فرعی و نیز میانگین امتیاز هر عامل در فرمول شماره ۱، درجه تطبیق عوامل اصلی سیستم (DOA) قابل محاسبه است. برای نمونه درجه تطبیق عامل سیستم "تکنولوژی اطلاعات" به شرح ذیل می باشد:

$$\text{DOA} = \frac{۰/۲۴۵}{۹}((۰/۳۲۹\times۴)+(۰/۳۲۳\times۵)+(۰/۲۳۹\times۵)+(۰/۱۰۹\times۴/۵))$$
$$+\frac{۰/۳۳۴}{۹}((۰/۳۲۹\times۴)+(۰/۳۲۳\times۶)+(۰/۲۳۹\times۳/۵)+(۰/۱۰۹\times۵))$$
$$+\frac{۰/۲۱۷}{۹}((۰/۳۲۹\times۴/۵)+(۰/۳۲۳\times۴/۵)+(۰/۲۳۹\times۶)+(۰/۱۰۹\times۴))$$
$$+\frac{۰/۰۹۱}{۹}((۰/۳۲۹\times۵)+(۰/۳۲۳\times۴)+(۰/۲۳۹\times۶)+(۰/۱۰۹\times۳))$$
$$+\frac{۰/۱۱۴}{۹}((۰/۳۲۹\times۳/۵)+(۰/۳۲۳\times۷)+(۰/۲۳۹\times۵)+(۰/۱۰۹\times۴))=۰/۵۲۵$$

درجه تطبیق بدست آمده برای تمامی عوامل اصلی سیستم به صورت نمودار ستونی در شکل ۲ نشان داده شده است.

و) تعیین درجه تطبیق سیستم شرکت شومینه رز با ویژگی های ناب

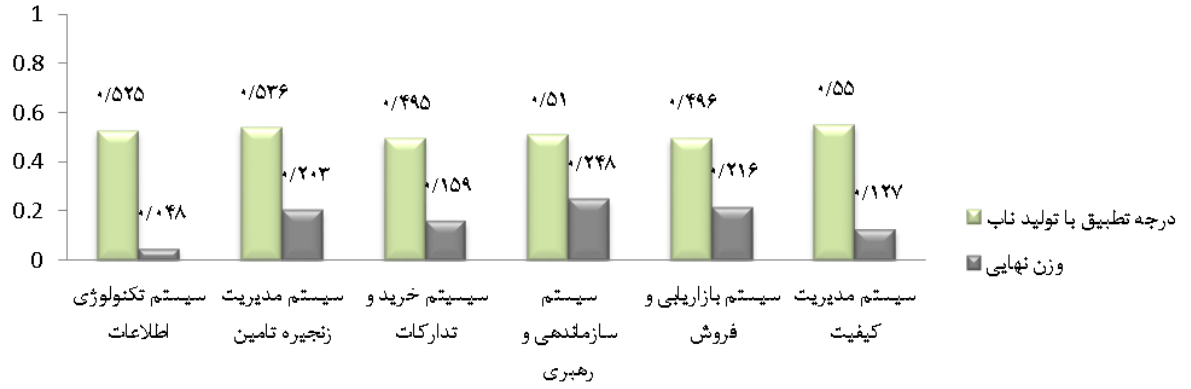
Archive of SID

www.SID.ir

مقایسات زوجی انجام گرفته توسط کارشناسان بین عوامل اصلی شرکت شومینه رز، به عنوان داده های اولیه به Expert Choice وارد می گردد. خروجی Expert Choice مبین وزن عوامل اصلی شرکت شومینه رز از دیدگاه کارشناسان می باشد. شکل ۲ نشان دهنده نمودار ترکیبی از درجه یا میزان تطبیق (DOA) و مقدار وزن عوامل اصلی می باشد.

با داشتن وزن عوامل اصلی و همچنین درجه تطبیق عوامل اصلی با شرایط تولید ناب ۲، می توان میزان ناب بودن کل سیستم شرکت شومینه رز را محاسبه نمود. با جایگزینی وزن عوامل اصلی و نیز درجه تطبیق این عوامل در فرمول شماره ۲، درجه تطبیق سیستم "شومینه رز" یا به عبارتی درجه تطبیق کل به شرح ذیل قابل محاسبه است(درجه تطبیق در حالت ایده آل ۱ در نظر گرفته شده است):

$$DOA_{Lean} = \left(\frac{۰/۵۲۵}{۱}\right)^{۰/۰۴۸} \times \left(\frac{۰/۵۳۶}{۱}\right)^{۰/۲۰۳} \times \left(\frac{۰/۴۹۵}{۱}\right)^{۰/۱۵۹} \times \left(\frac{۰/۵۱۰}{۱}\right)^{۰/۲۴۸} \times \left(\frac{۰/۴۹۶}{۱}\right)^{۰/۲۱۶} \times \left(\frac{۰/۵۵۰}{۱}\right)^{۰/۱۲۷} = ۰/۵۲$$



شکل ۲- میزان درجه تطبیق عوامل اصلی با ویژگی های تولید ناب و وزن متناظر آن ها

ز) اعتبار سنجی

در اعتبارسنجی کارشناسان، از کارشناسان سیستم در خصوص انطباق نتایج مدل سوال می‌گردد. پس از تعیین میزان سازگاری عوامل تولید ناب در صنایع شومینه رز، نتایج حاکی از این بود که سیستم مدیریت کیفیت در صنایع شومینه رز بالاترین درجه سازگاری با ویژگی‌های تولید ناب را در بین معیارهای اصلی داشته و بعد از آن به‌ترتیب سیستم مدیریت زنجیره تامین و سیستم مدیریت تکنولوژی اطلاعات مهم‌ترین عوامل در دست‌یابی به تولید ناب هستند و سیستم‌های سازماندهی و رهبری، مدیریت خرید و تدارکات و سیستم بازاریابی و فروش به‌ترتیب در جایگاه چهارم تا ششم دست یابی به تولید ناب قرار دارند.نتایج حاصله در اختیار کارشناسان و مدیران موثر سیستم قرار گرفته و برآیند نظرات گروه کارشناسی حاکی از صحت و اعتبار نتایج به‌دست آمده بود. به‌این معنا که از نظر گروه کارشناسی سیستم‌های مدیریت کیفیت، مدیریت زنجیره تامین، مدیریت تکنولوژی اطلاعات، سازماندهی و رهبری، مدیریت خرید و تدارکات و سیستم بازاریابی و فروش به‌ترتیب در جایگاه اول تا ششم دست‌یابی به تولید ناب قرار داشتند که این نظر گروه کارشناسی دقیقاً منطبق بر نتایج به‌دست آمده حاصل از اجرای مدل تجزیه و تحلیل و تحلیل ابعادی در صنایع مونتاژ شومینه رز می‌باشد و این مسئله نشان از صحت و اعتبار نتایج به‌دست آمده حاصل از اجرای مدل تجزیه و تحلیل ابعادی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

در این تحقیق تلاش شده است تا روش های دیگر پژوهشگران در زمینه فوق الذکر بهبود داده شود و امید است که نتایج حاصل از این پژ.هش، گامی موثر در جهت حرکت به سمت تفکر و تولید ناب باشد. نتایج حاصل از پژوهش در زمینه تولید ناب در شرکت شومینه رز به اختصار به شرح زیر می باشد:

– ناب بودن شرکت وابسته به ۶ عامل اصلی «مدیریت تکنولوژی اطلاعات»، «مدیریت زنجیره تامین»، «مدیریت خرید و تدارکات»، «سیستم سازماندهی و رهبری»، «مدیریت بازاریابی و فروش»و «مدیریت کیفیت» می باشد. هر یک از این ۶ عامل اصلی دارای عوامل فرعی نیز می باشند. در مجموع ۳۵ عامل فرعی در ناب بودن شرکت شومینه رز موثر است.

– سه معیار میزان تحصیلات، سابقه کار، حسن شهرت و اعتبار جهت رتبه بندی و تعیین اوزان کارشناسان تعیین شد که به ترتیب «میزان تحصیلات»، «حسن شهرت و اعتبار» و «سابقه کار» در تعیین وزن کلام کارشناسان از اهمیت بیشتری برخوردارند.

– نتایج به دست آمده از تعیین اوزان عوامل اصلی نشان می دهد که «سازماندهی و رهبری» دارای بالاترین میزان اهمیت و «تکنولوژی اطلاعات» دارای کمترین اهمیت در اندازه ناب بودن صنایع شومینه رز می باشد.

– نتایج به دست امده حاکی است که «سیستم مدیریت کیفیت» بالاترین تطبیق با تولید ناب را داراست، در حالیکه پایین ترین تطبیق مربوط به «سیستم خرید و تدارکات» می باشد.

– جهت نزدیک شدن به تولید ناب، اولویت با عوامل اصلی است که دارای اهمیت بیشتری هستند بنابراین در شرکت شومینه رز سه عامل اصلی «سیستم سازماندهی و رهبری»، «مدیریت بازاریابی و فروش» و «مدیریت زنجیره تامین» دارای اهمیت بیشتری می باشند. یعنی بهبود در این عوامل به دلیل وزن بالای آنها منتج به نزدیکتر شدن شرکت به تولید ناب می گردد.

– درجه ناب بودن شرکت شومینه رز، معادل ۵۲٪ است، که ۴۸٪ از ناب بودن کامل فاصله داشته است.

– همانطور که ملاحظه شد نتایج این پژوهش فاصله عوامل مختلف تا یک سیستم ناب ایده آل را نشان می دهد. با توجه به اینکه حرکت به سمت ناب شدن مستلزم صرف هزینه و زمان می باشد، پس از ارائه گزارش این تحقیق به مدیریت ارشد شرکت شومینه رز و توضیحات لازم در خصوص نتایج، مقرر شد در جلسه کمیته استراتژیک شرکت نحوه سرمایه گذاری در بر طرف کردن نقاط ضعف و تقویت نقاط قوت در حرکت به سمت اتلاف صفر مطرح شود و طی یک برنامه مشخص را ه حل های بالقوه در قالب پروژه های اجرائی استقرار سیستم ناب به بحث و تبادل نظر گذاشته شوند. تعریف پروژه های بهبود و مقایسه نتایج با این تحقیق می تواند از جمله تحقیقات آینده تعریف شود.

۴- منابع

1- Alam Tabriz, Akbar & Bagherzadeh Azar, Mohammad. 2009. Lean Manufacturing with Map and Five Elements, Industrial Research and Training Center of Iran.
2- Badri, M. A. 2001. A Combined AHP-GP Model for Quality Control Systems. International Journal of Production Economics. 72: 27–40.
3- Bayou, M. Korvin, A. 2008. Measuring the Leanness of Manufacturing Systems: A Case Study of Ford Motor Company and General Motors, Journal of Engineering Technology Management.
4- Biazzo, s. 2000. The assessment of Work Organization in Lean Production: the Relevance of the Worker's Perspective, University of Padova, Italy. Journal of Integrated Manufacturing System. 11:1.
5- Chan, F. T. S., & Kumar, N. 2007. Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP-based Approach. OMEGA. 35:417–431.
6- Dagdeviren, M., Yavuz, S., Kilinc, N. 2009. Weapon Selection Using AHP and TOPSIS Methods under Fuzzy Environment. Journal of Expert Systems with Applications. 36.8143–8151.

Archive of SID

www.SID.ir

7- Ertugrul, I., & Karakasoglu, N. 2007. Performance Evaluation of Turkish Cement Firms with Fuzzy Analytic Hierarchy Process and TOPSIS Methods. Expert Systems with Applications, 36:1.702–715.
8- Hwang, C. L., & Yoon, K. 1998. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. A State of the Art Survey. New York: Springer-Verlag.
9- Kulak, O., Durmusoglu, B., & Kahraman, C. 2005. Fuzzy Multi-attribute Equipment Selection based on Information Axiom. Journal of Materials Processing Technology. 169.337–345.
10- Lockamy, A. 1995. A Study of Operational and Strategic Performance Measurement System in Selected World Class Manufacturing Firms, An Examination of Lineages for Competitive Advantage. University of Georgia.
11- M.feld, w. 2001. Lean Manufacturing, Tools, Techniques, and How to Use them: St. Lucie Press and Apices Services Resource Management.
12- Machado, V. & Pereira, A. 2008. Modeling Lean Performance, University Nova of Lisboa, Portugal.
13- Murray, P. 2003. From Continuous Improvement to Organizational Learning Australia, The Learning Organization. 10:5.
14- Nestle UK's factory. 2004. Building a Lean Knowledge base-New Level of Skills Training for Nestle UK's Factory Line Managers Bring-signi, Amerald Group Publishing Limited.
15- Pool, A., Wijngaard, J., & Van der Zee, D. J, 2010. Lean Planning in the Semi-process Industry: A Case Study. International Journal of Production Economics.
16- Saaty, T. L. 1980. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.
17- Scherrer-Rathje, Maike, Todd A. Boyle, Patricia Deflorin. 2009. Lean, Take two! Reflection from Second Attempt at Lean Implementation. Journal of Business Horizons. 52:1.79-88
18- Seif Barqi, Mahdi, Gharaei, Abolfazl. 2010. Improvement and Using Willis Method to Determine the Degree of Adaptability a System with Lean Production Characteristics. Seventh International Conference of Industrial Engineering.
19- Seyed Hosseini, Seyed Mohammad, & Bayat Turk, Amir. 2004. Evaluating Lean Production Factors in Non-Continuous Manufacturing Organizations (Ordering). Modarres Quarterly Journal. 9:2.
20- Wang, J. J., and Yang, D. L. 2007. Using a Hybrid Mmulti-criteria Decision Aid Method for Information Systems Outsourcing. Journal of Computers and Operation Research. 34:3691–3700
21- Wang, Y. M., & Elhag, T. M. S. 2006. Fuzzy TOPSIS Method based on Alpha Level Sets with an Application to Bridge Risk Assessment. Journal of Expert Systems with Applications.31:309–319.
22- Willis, H. & Huston, R. Pohlkamp, F. 1993. Evaluation Measures of Just-in-time Supplier Performance, Journal of Production and Inventory Management.
23- Wilson, m. Roy, R. 2009. Enabling Lean Procurement: A Consolidation Model for Small- and Medium-sized Enterprises. Journal of Manufacturing Technology Management.20: 6.
24- Womack, j. Daniel, d. Roos, D. 1990. The Machine that Changed the World. New York: Rawson Associates, Macmillan Publishing Co.
25- Womack, J. Jones, D. 1994. From Lean production to the Lean Enterprise. Harvard Business Review, March: 93-103.
26- Yang, T., & Hung, C. C. 2007. Multiple-attribute Decision Making Methods for Plant Layout Design Problem. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing.23:126–137.
27- Zadeh, L. A. 1975. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning. Information Sciences.8:199–249(I), 301–357(II).

www.SID.ir