رتبه بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) از طریق رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از تکنیک دیمتل

تاریخ دریافت مقاله : ۹۹/۰۸/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۹/۱۰/۱۶

حسن میرزاآقابیک[۱]
قنبرعباس‌پوراسفدن[۲]

چکیده

سطح‌بندی عوامل موثر برکیفیت قطعات خودرو برای هر شرکت چالش بزرگی به حساب می‌آید. هدف این پـژوهش، سطح‌بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره[۱] با استفاده از تکنیک دیمتل[۲] می‌باشد.

در این پژوهش عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو شناسایی شده سپس با استفاده از روش دلفی[۳] عوامل غربال سازی‌شده و پس از آن با کمک روش دیمتل این عوامل سطح‌بندی شده‌اند.

نتایج نشانگر این است که از بین ۱۴ عامل موثر شناسایی‌شده در کیفیت قطعات مکانیکی خودرو، به ترتیب ۵ عامل تعمیر و نگهداری تجهیزات تولیدی، افزایش استانداردهای کیفی، ارتقا و بروز رسانی ماشین آلات خط تولید، سوخت مناسب و استاندارد برای موتور و استفاده از شمع، تسمه تایم و دینام مناسب، از رنک بالاتری نسبت به بقیه عوامل موثر برخوردار بوده‌اند.

کلمات کلیدی

سطح‌بندی عوامل، قطعات مکانیکی خودرو، عوامل موثر در کیفیت، تصمیم‌گیری چند معیاره، روش دیمتل

۱-گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. h_mirzaaghabeyk@yahoo.com
۲-گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران(نویسنده مسئول) gh_abbaspour@azad.ac.ir

مقدمه

شناسایی و سطح‌بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات خودرو یکی از مهمترین و اساسی‌ترین وظایف مدیران شرکت‌های خودرو ساز است که امروزه با توجه به وسعت و سرعت تغییرات و تحولات اجتماعی و اقتصادی و افزایش شدت رقابت‌ها، روز به روز بر اهمیت آن افزوده می‌شود و تمامی شرکت‌های خودرو ساز برای بقای خود ناگزیرند دیر یا زود به این مهم بپردازند.

هدف این پـژوهش سطح‌بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) را با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از روش دیمتل می باشد. اگرچه پژوهش‌های زیاد و قابل توجهی در زمینه اولویت‌بندی با کمک تصمیم‌گیری‌های چند معیاره انجام شده است، لـیکن تعـداد کمـی از این پژوهش‌ها، در زمینه خودروسازی بوده‌است. شناسایی و سطح‌بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از روش دیمتل برای اولین بار در این پژوهش صورت‌گرفته‌است.

پیشینه تحقیق

کومارا[۴] و همکاران (۲۰۱۷) مروری بر تصمیم‌گیری چند معیاره به سمت توسعه انرژی تجدیدپذیر پایدار را انجام داند. آنها بیان داشتند که تصمیم‌گیری چند معیاره شاخه‌ای از تحقیقات عملیاتی است که با یافتن نتایج بهینه در سناریوهای پیچیده از جمله شاخص‌های مختلف، اهداف و معیارهای متضاد سروکار دارد.

یزدانی و همکاران (۲۰۱۷) روی چارچوب یکپارچه تصمیم‌گیری چند معیاره توسعه عملکرد کیفیت[۵] برای انتخاب منبع سبز کار کردند. هدف آنها ارایه یک رویکرد یکپارچه برای انتخاب منبع سبز با در نظر گرفتن الزامات و معیارهای عملکرد زیست محیطی مختلف بود. رویکرد پیشنهادی به روابط بین نیازهای مشتری[۶] با کمک روش تصمیم‌گیری و ارزیابی آزمایشگاهی در حین ساخت یک ساختار رابطه می‌پرداخت.

بویوکوزان[۷] و گوسر[۸] (۲۰۱۷) از یک روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی شهودی مبتنی بر روش طراحی بدیهی برای مسئله انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند. مطالعه آنها یک روش تلفیقی جدید ارایه می‌داد که برای اولین بار در ادبیات مورد استفاده قرار می‌گرفت.

کولاک[۹] و کایا[۱۰] (۲۰۱۷) روی اولویت‌بندی گزینه‌های انرژی تجدیدپذیر با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی یکپارچه یک مورد واقعی برای ترکیه مطالعه کردند. مدل تصمیم‌گیری

چند معیاره پیشنهاد شده ترکیبی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[11] براساس مجموعه‌های فازی نوع دو و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی بود.

موسوی‌نسب و انواری (۲۰۱۷) یک رویکرد جامع مبتنی بر تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از تاپسیس[12] ، کوپراس[13] به عنوان ابزاری کمکی برای مشکلات انتخاب مواد ارائه دادند. هدف آنها ارائه چارچوبی جامع برای حل این مشکل بود.

بویوکوژان و گولریوز[14] (۲۰۱۷) ارزیابی منابع انرژی تجدیدپذیر در ترکیه با استفاده از یک رویکرد یکپارچه تصمیم‌گیری چند معیاره با روابط ترجیحی فازی فاصله زبانی را انجام‌دادند. هدف آنها توسعه یک مدل ارزیابی برای انتخاب مناسب‌ترین منابع انرژی تجدیدپذیر[15] در ترکیه بود.

هاشم خانی زلفانی و همکاران (۲۰۱۷) ارزیابی پروژه‌های ساختمانی هتل‌ها براساس پایداری محیطی با چارچوب تصمیم‌گیری چند معیاره را انجام دادند. نظارت و کنترل پروژه معماری شامل یک مساله تصمیم‌گیری با تحلیل چند متغیره است. هدف آنها ارزیابی پروژه‌های ساخت‌وساز هتل‌ها در رابطه با پایداری زیست‌محیطی انجام شد.

شن[16] و همکاران (۲۰۱۷) مدل سازی مالی و برنامه‌ریزی بهبود برای صنعت بیمه عمر با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی مبتنی بر دانش حدسی را انجام دادند. آنها یک رویکرد ترکیبی دومرحله‌ای را پیشنهاد کردند: دانش مالی دشوار را ابتدا بازیابی کردند، و سپس ویژگی‌های اصلی به‌دست‌آمده را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری مبتنی بر انتگرال فازی اندازه‌گیری و سنتز کردند.

دوسی[17] و همکاران (۲۰۱۷) روی انتخاب مسیر جدید هواپیمایی بر اساس فاصله از تصمیم‌گیری چند معیاره فازی نوع ۲ یک مطالعه موردی از مسیر جدید بین منطقه ترکیه - آمریکای شمالی کار کردند. یک شرکت هواپیمایی در ترکیه قصد داشت مسیر جدیدی را در فرودگاه در منطقه آمریکای شمالی راه‌اندازی کند.

سرای[18] و همکاران (۲۰۱۷) یک روش به سمت انتخاب وب کارآمد و دقیق تر با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه دادند. آنها روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره را برای انتخاب سرویس‌های وب هدف قرار دادند. در این زمینه، آنها یک روش ترکیبی برای انتخاب سرویس‌های وب بهینه براساس تصمیم‌گیری چند معیاره پیشنهاد کردند.

ناصرالدین و اسکندری (۲۰۱۷) یک رویکرد یکپارچه تصمیم‌گیری چند معیاره برای ارزیابی سیستم‌های حمل و نقل عمومی در تهران ارائه دادند. آنها مساله حمل و نقل عمومی در تهران مورد

بررسی قراردادند و میزان رضایت مسافران آنها را با استفاده از روش پیمایشی مورد ارزیابی‌قرار دادند.

بونگو[۱۹] و اوکامپو[۲۰] (۲۰۱۷) یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی ترکیبی برای کاهش ازدحام فرودگاه در مورد فرودگاه بین المللی Ninoy Aquino ارائه دادند. آنها کاربرد یک مدل یکپارچه تصمیم‌گیری چند معیاره فازی را برای کاهش تراکم فرودگاه معرفی کردند که بر عملکرد زمانی خطوط هوایی، شهرت عملیاتی فرودگاه‌ها، و تجربه سفر هوایی مسافران تاثیر گذار بود.

کشتکار (۲۰۱۷) تجزیه و تحلیل عملکرد برج خنک‌کننده با جریان مخالف و انتخاب وضعیت مطلوب عمل را با روش تصمیم‌گیری چند معیاره – تاپسیس بررسی کرد. هدف او از این کار ارائه تکنیکی جدید برای بهینه‌سازی یک برج‌خنک‌کن مرطوب با جریان مخالف[۲۱] بود.

یو[۲۲] و همکاران(۲۰۱۸) روی روش‌های الکتره[۲۳] در محیط اولویت‌بندی تصمیم‌گیری چند معیاره کار کردند. به نظر آنها، طراحی روش‌های خاص الکتره برای مشکلات اولویت‌بندی، به توسعه تصمیم‌گیری چند معیاره و اولویت‌بندی خواهد انجامید. در این مقاله آنها ابتدا اصطلاحات هماهنگی و ناهمخوانی را برای استفاده در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره با معیارهای وابسته به ویژه معیارهای اولویت‌بندی، براساس مفاهیم معیارهای فازی تنظیم کردند.

تیان[۲۴] و همکاران (۲۰۱۸) روی انتخاب مواد دکوراسیون سبز تحت خصوصیات محیط داخلی: یک ارتباط خاکستری بر اساس روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره مطالعه کردند. آنها برای انتخاب کیفی مواد دکوراسیون سبز بهینه، یک رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره رابا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ادغام و تکنیک همبستگی خاکستری برای عملکرد سفارش با تشابه به راه‌حل ایده‌آل جی سی تاپسیس[۲۵] پیشنهاد کردند.

لی[۲۶] و چانگ[۲۷] (۲۰۱۸) تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای رتبه‌بندی منابع انرژی تجدید پذیر در تایوان را انجام دادند. آنها تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای منابع انرژی تجدیدپذیر برای تولید برق در تایوان را با استفاده از چهار روش تصمیم گیری چند معیاره، ویکور[۲۸] ، تاپسیس و الکتره ارایه دادند.

وو[۲۹] و همکاران (۲۰۱۸) روی ارزیابی منابع انرژی تجدید پذیر با استفاده از یک تصمیم‌گیری چند معیاره فازی بر اساس تئوری چشم انداز تجمعی: مورد در چین کار کردند. تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری در منابع تجدیدپذیردر حال بدست آوردن محبوبیت هستند چون این فرآیند شامل معیارهای متضاد زیادی است.

کشاورز قرابائی و همکاران(۲۰۱۸) یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی ترکیبی جدید برای ارزیابی تجهیزات ساختمانی با ملاحظات پایداری ارائه کردند. آنها یک روش جدید تصمیم‌گیری چند معیاره برای مقابله با این فرآیند ارزیابی در محیط فازی پیشنهاد کردند. آنها روش‌های افزایشی فازی روش‌های تحلیل وزن ارزیابی قدمی ارزیابی وزن[۳۰] و اهمیت بحران از طریق همبستگی بین ملاک‌ها را برای تعیین وزن‌های ذهنی و عینی معیارها ارائه دادند.

سوالات تحقیق

۱- عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) در شرکت‌های قطعه سازی کدامند؟

۲- سطح‌بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) در شرکت‌های قطعه‌سازی چگونه است؟

روش تحقیق

در این تحقیق پژوهشی با عنوان شناسایی و سطح‌بندی عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور) با رویکرد تصمیم گیری چند معیاره با استفاده از تکنیک دیمتل مورد مطالعه قرارگرفته است. اطلاعات مربوط به میزان تحصیلات در جدول ۱ و اطلاعات مربوط به سنوات خدمت در جدول ۲ آورده شده‌است.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به میزان تحصیلات

لیسانس	فوق لیسانس	دکتری و بالاتر
۲ نفر	۵ نفر	۳ نفر

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۲- اطلاعات مربوط به سنوات خدمت

۱۰ تا ۱۵ سال	۱۵ تا ۲۰ سال	بیش از ۲۰سال
۵	۳	۲

منبع: یافته‌های پژوهشگر

روش گردآوری داده‌ها

اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش از طریق یافته‌های میدانی و کتابخانه‌ای گردآوری شده اند و به روش استقرائی فشرده‌سازی آنها از طریق طبقه‌بندی و سپس تجزیه و تحلیل انجام شده است و فرضیه‌های تدوین شده مورد ارزیابی قرار گرفته است. بعبارت دیگر این پژوهش به اتکای اطلاعات

گردآوری شده واقعیت و حقیقت را آنطور که هست کشف نموده است. نکته قابل توجه این است که اعتبار اطلاعات اهمیت بسیاری دارد، زیرا اطلاعات غیرمعتبر مانع از کشف حقیقت و واقعیت می‌گردد و مسئله و مجهول موردنظر تحقیق بدرستی معلوم نمی‌شود یا تصویری انحرافی و ناصحیح از آن ارائه می‌شود. برای حفظ اعتبار اطلاعات و داده‌های گردآوری شده، در این پژوهش دو اصل صحت و دقت را مورد توجه خاص قرار گرفته شده است.

روش دیمتل

دیمتل که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر پایه مقایسات زوجی می‌باشد، با بهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی سیستماتیک به آنها توسط به‌کارگیری اصول تئوری گراف‌ها[۱۴] ، ساختار سلسله مراتبی از عوامل موجود درسیستم، همراه با روابط تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متقابل عناصر مذکور به‌دست می‌دهد، به گونه‌ای که شدت اثر روابط مذکور و اهمیت آن‌ها را به صورت امتیازی عددی معین می‌کند.

شدت روابط که در واقع به صورت نفوذ داشتن و تحت نفوذ بودن بیان می‌گردد، می‌تواند به صورت امتیازی نیز باشد. برای امتیاز دهی می‌شود از طیف‌های لیکرت گونه به دلخواه از صفر تا ۴ یا از ۱ تا ۵ و یا صفر تا صد (درصد) نیز استفاده کرد، شدت روابط در این پژوهش مطابق جدول ۳ در نظر گرفته شده است.

جدول ۳- نوع شدت تاثیر و امتیاز دهی روابط

نوع شدت تاثیر	امتیاز
تاثیر بسیار کم	۱
تاثر کم	۲
تاثیر متوسط	۳
تاثیر بالا	۴
تاثیر بسیار بالا	۵

منبع: یافته‌های پژوهشگر

الگوریتم تکنیک دیمتل

اقدامات لازم در این روش به شرح زیر می‌باشد:

گام اول: مجموعه عوامل یا عناصر اصلی تشکیل‌دهنده سیستم مورد نظر تحقیق را به روش مناسب با استفاده از تکنیک ISM یا دلفی با توافق جمعی خبرگان پس از غربال سازی معلوم می‌شود.

گام دوم: مقیاس تعیین شدت روابط بین عناصر یا گره‌ها یا ایستگاه‌ها را تعیین کرده جدول مقایسات زوجی‌آنها را در اختیار خبرگان قرار داده، پس از اخذ نظرات میانگین شدت‌ها را در هرسلول ثبت می‌شود.

گام سوم: دیاگراف مربوط به عناصر را با ثبت شدت ارتباط روی یال‌ها ترسیم می‌شود.

گام چهارم: ماتریس تصمیم V را از روی دیاگراف تشکیل می‌شود که درآیه‌های V_{ij} آن میزان شدت نفوذ مستقیم عنصر i ام بر عنصر j ام می‌باشد.

گام پنجم: با جمع درآیه‌های هر سطر برای هر عنصر مجموع ردیفی یا به عبارتی مجموع شدت نفوذ هر عامل بر کلیه عوامل را بدست آورده در یک ستون ثبت می‌شود. از بین آنها ماکزیمم $(Max = \alpha^*)$ را معلوم می‌شود.

گام ششم: معکوس ماکزیمم یاد شده را در ماتریس V ضرب و ماتریس جدید یعنی ماتریس شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم را با $\bar{V}$ نشان داده می‌شود، فرمول ۱ ماتریس شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم را نشان می‌دهد.

$$\bar{V} = \frac{1}{\alpha^*} V \quad (۱)$$

اینکه بر ماکزیمم سطری تقسیم می شود به این خاطر است که درآیه‌های $\bar{V}$ از عدد یک کوچکتر و لذا در توان‌های متوالی بالا به صفر همگرا خواهند شد یعنی :

$$\lim_{n\to\infty} \bar{V}^n = 0$$

که در پایان ماتریس $\bar{V}^n$ نیز به ماتریس صفر همگرا می‌شود.

گام هفتم: با داشتن $\bar{V}$ توان‌های متوالی آن یعنی $\bar{V}^n . \dots . \bar{V}^3 . \bar{V}^2$ را محاسبه و مجموع دنباله نامتناهی ایجاد شده زیر را که حاصل شدت‌های مستقیم و غیر مستقیم عناصر بر یکدیگر است بدست می‌آید فرمول ۲ بیانگر این مطلب است.

$$\bar{S} = \bar{V} + \bar{V}^2 + \bar{V}^3 + \cdots + \bar{V}^n \quad (۲)$$

با توجه به آنچه ذکر شد درآیه‌های $\bar{V}$ ها همه کوچکتر از صفر هستند لذا مجموع فوق یک تصاعد هندسی ماتریسی نامتناهی است که قدر نسبت آن $(q = \bar{V})$ می‌باشد، لذا:

$$\bar{S}_\infty = \frac{\bar{V}(I - \bar{V}^n)}{I - \bar{V}} . \bar{V}^n = 0 \Rightarrow I - \bar{V}^n = I$$

$$\Rightarrow \bar{S}_\infty = \frac{\bar{V}}{I - \bar{V}} = \bar{V}(I - \bar{V})^{-1} . |I - \bar{V}| \neq 0$$

بنابراین ماتریس شدت نسبی روابط مستقیم و غیر مستقیم عوامل طبق فرمول ۳ بدست می‌آید.

$$\Rightarrow \bar{S}_{\infty} = \bar{V}(I - \bar{V})^{-1} \quad (۳)$$

رابطه $\bar{S}_{\infty} = \bar{V}(I - \bar{V})^{-1}$ شدت ممکن از کلیه روابط مستقیم و غیر مستقیم حاصل از پاسخ خبرگان را برای دیاگراف مستقیم اولیه محاسبه می‌کند.

گام هشتم: حال مجددا شدت کل روابط غیر مستقیم عوامل بر یکدیگر را با صرف نظر از ماتریس شدت نسبی مستقیم یعنی $\bar{V}$ نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{S'}_{\infty} = \overline{V^2} + \overline{V^3} + \overline{V^4} + \cdots + \overline{V^n}.\, n \to \infty$$

که با استدلالی مشابه آنچه در تصاعد هندسی نامتناهی قبلی گفته شد خواهیم داشت:

$$\bar{S'}_{\infty} = \frac{\overline{V^2}\,(I - \overline{V^n})}{I - \bar{V}}.\,\overline{V^n} \to 0$$

ماتریس شدت نسبی روابط غیر مستقیم عوامل طبق فرمول ۴ بدست می‌آید.

$$\Rightarrow \bar{S'}_{\infty} = \overline{V^2}(I - \bar{V})^{-1} \quad (۴)$$

این ماتریس نشانگر این است که شدت روابط غیر آشکار بین عناصر نیز معلوم می‌شود. حتی عنصری که مستقیما طوقه نداشته است ولی پس از تعاملات ساختاری و محاسبات ماتریس ممکن است مشاهده شود که بر خود نیز تاثیر دارد.

گام نهم: دیاگراف شدت نسبی روابط غیر مستقیم را ترسیم کرده و شدت‌های نسبی غیر مستقیم روی یال‌ها نوشته می‌شود.

گام دهم: به کمک ماتریس $\bar{S}_{\infty}$ (ماتریس شدت نسبی روابط مستقیم و غیر مستقیم عوامل)، مجموع نفوذ داشتن(D) و تحت نفوذ بودن (R) هر عنصر به کمک جهت یال‌ها بدست می‌آید. مجموع سطر و ستون را که با کمک D و R نشان داده شده را در حاشیه جدول ثبت می‌کنیم.

گام یازدهم: برای هر عنصر $D - R.\, D + R$ را محاسبه کرده و آنها را در یک دستگاه دکارتی قائم که محور افقی $D + R$ و محور عمودی $D - R$ باشد قرار داده و مبدا مختصات یعنی مرکزیت، نقطه ایست که طول آن یعنی $D + R$ بشترین مقدار $D + R$ و عرض یا ارتفاع آن یعنی $D - R$ صفر باشد.

گام دوازدهم: با توجه به جایگاه عناصر دردستگاه مختصات سطح‌بندی عوامل یا گزینه‌ها انجام خواهد شد.

امتیاز کسب شده عوامل موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور خودرو) با توجه به امتیاز کسب شده از طیف لیکرت در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- عوامل‌موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور خودرو) با استفاده از روش دلفی با توجه به امتیاز کسب‌شده از طیف لیکرت

ردیف	عوامل‌موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور)	امتیاز کسب‌شده با استفاده از طیف لیکرت
N1	استفاده از مواد اولیه مرغوب	۴/۸
N2	طراحی مناسب قطعات	۴/۳
N3	سوزن انژکتور مناسب	۴/۶
N4	گیربکس تعریف‌شده برای موتور خودرو	۴/۴
N5	سوخت مناسب و استاندارد برای موتور	۴/۴
N6	استفاده از شمع ، تسمه تایم و دینام مناسب	۴/۱
N7	موادسوخت‌رسانی‌اعم از (پمپ و فیلتر بنزین و فیلتر هوا)	۴/۵
N8	افزایش حساسیت برای بخش کنترل کیفیت	۴/۶
N9	آب‌بندی مناسب اقلام (سوپاپ ، پیستون و رینگ)	۴/۶
N10	استفاده از سنسور (آب و روغن ، اکسیژن و دریچه گاز)	۴/۴
N11	سیستم الکتریکی خودرو (E.C.U)	۴/۶
N12	افزایش استانداردهای کیفی	۴/۱
N13	اجرای نت (تعمیر و نگهداری) تجهیزات تولیدی	۴/۱
N14	ارتقا و به روز رسانی ماشین آلات خط تولید	۴/۵

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با توجه به گام پنجم، مجموع ردیفی یا مجموع شدت جریان مستقیم هر عنصر بر عناصر دیگر را محاسبه شده و طبق آن مجموع شدت نفوذ مطابق زیر بدست می‌آید.

$\alpha^* = \text{Max} = 58.36364$ مجموع شدت نفوذ N12

با انجام مراحل ۶ تا ۱۰ شدت نفوذ هر عامل نسبت به کلیه عامل‌ها یعنی $D(N)$ و میزان تحت نفوذ بودن هر عامل یعنی R(N) در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- شدت نفوذ هر عامل نسبت به کلیه عامل‌ها $D(N)$ و میزان تحت نفوذ بودن هر عامل R(N)

ردیف	شدت نفوذ هر عامل نسبت به کلیه عامل‌ها D(N)	میزان تحت نفوذ بودن هر عامل R(N)
N1	۹/۲۱۵۹۲۳	۹/۵۳۲۰۶۲
N2	۸/۹۵۶۵۸۱	۹/۵۴۰۰۵۹
N3	۸/۳۳۳۶۴۸	۸/۸۲۴۶۲۳
N4	۷/۴۷۵۷۲۷	۷/۶۶۵۵۸۲
N5	۸/۰۷۳۷۱	۷/۹۲۰۷۶۷
N6	۸/۳۶۱۷۰۳	۸/۴۷۱۳۹۳
N7	۸/۳۳۳۵۶۴	۸/۵۱۸۸۷۷
N8	۸/۵۸۳۴۸۱	۹/۱۵۸۹۸۷
N9	۷/۷۰۲۳۶۵	۸/۵۰۶۸۹۸
N10	۷/۲۱۸۸۰۷	۷/۷۳۰۱۳۴
N11	۸/۱۵۵۸۲۷	۸/۲۶۹۹۳۱
N12	۹/۳۰۱۴۹۹	۸/۱۰۷۸۵۹
N13	۸/۷۸۲۰۱۲	۷/۲۳۴۸۵۶
N14	۸/۹۰۹۳۲۲	۷/۹۲۲۱۴۱

منبع: یافته‌های پژوهشگر

سلسله مراتب عوامل به لحاظ شدت نفوذ داشتن بصورت زیر می‌باشد.

$$\mathbf{D}(\boldsymbol{N12}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N1}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N2}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N14}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N13}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N8}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N6}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N3}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N7}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N11}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N5}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N9}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N4}) > \boldsymbol{D}(\boldsymbol{N10})$$

سلسله مراتب عناصر به لحاظ تحت نفوذ واقع شدن بصورت زیر می‌باشد.

$$(\boldsymbol{N2}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N1}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N8}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N3}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N7}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N9}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N6}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N11}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N12}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N14}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N5}) > \boldsymbol{R}(\boldsymbol{N10}) >$$

طبق گام یازدهم برای هر عضو $(D+R)(N_i)$ و $(D-R)(N_i)$ را محاسبه شده و درجه نقش مرکزی عامل‌ها و درجه ارتباط به لحاظ نفوذ داشتن در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶- درجه نقش مرکزی عامل‌ها $(\mathbf{D}+\mathbf{R})(\mathbf{N_i})$ درجه ارتباط به لحاظ نفوذ داشتن $(\boldsymbol{D}-\boldsymbol{R})(\boldsymbol{N_i})$

ردیف	درجه نقش مرکزی عامل‌ها (D+R) (N_i)	درجه ارتباط به لحاظ نفوذ داشتن (D-R) (N_i)
N1	۱۸/۷۴۷۹۸	۰/۳۱۶۱۴-
N2	۱۸/۴۹۶۶۴	-۰/۵۸۳۴۸
N3	۱۷/۱۵۸۲۷	-۰/۴۹۰۹۸
N4	۱۵/۱۴۱۳۱	-۰/۱۸۹۸۶
N5	۱۵/۹۹۴۴۸	۰/۱۵۲۹۴۳
N6	۱۶/۸۳۳۱	-۰/۱۰۹۶۹
N7	۱۶/۸۵۲۴۴	-۰/۱۸۵۳۱
N8	۱۷/۷۴۲۴۷	-۰/۵۷۵۵۱
N9	۱۶/۲۰۹۲۶	-۰/۸۰۴۵۳
N10	۱۴/۹۴۸۹۴	-۰/۵۱۱۳۳
N11	۱۶/۴۲۵۷۶	-۰/۱۱۴۱
N12	۱۷/۴۰۹۳۶	۱/۱۹۳۶۴
N13	۱۶/۰۱۶۸۷	۱/۵۴۷۱۵۷
N14	۱۶/۸۳۱۴۶	۰/۹۸۷۱۸۱

منبع: یافته‌های پژوهشگر

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ابتدا چهارده عامل‌موثر بر کیفیت قطعات مکانیکی خودرو (موتور خودرو) بعد از دو مرحله غربال سازی توسط روش دلفی شناسایی شده، سپس با استفاده از تکنیک دیمتل رتبه‌بندی شدند. از نتایج جدول ۶ و توضیحات گام یازدهم و دوازدهم می‌توان نتیجه گرفت که هر چقدر درجه ارتباط به لحاظ نفوذ داشتن بیشتر باشد عامل موثر از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و از نظر رتبه‌بندی در جایگاه بالاتری قرار می‌گیرد.

به‌این‌ترتیب عوامل موثر در کیفیت قطعات مکانیکی خودرو به ترتیب اولویت عبارتنداز: اجرای نت (تعمیر و نگهداری تجهیزات تولیدی)، افزایش استانداردهای کیفی، ارتقا و به روز رسانی ماشین آلات خط تولید، سوخت مناسب و استاندارد برای موتور، استفاده از شمع تسمه تایم و دینام مناسب، سیستم الکتریکی خودرو، مواد سوخت رسانی اعم از (پمپ و فیلتر بنزین و فیلتر هوا)، گیربکس تعریف شده

برای موتور خودرو، استفاده از مواد اولیه مرغوب، سوزن انژکتور مناسب، استفاده از سنسور (آب و روغن، اکسیژن و دریچه گاز)،افزایش حساسیت برای بخش کنترل کیفیت، طراحی مناسب قطعات و آب‌بندی مناسب اقلام (سوپاپ، پیستون و رینگ).

منابع

1) Bongo, M.F., and Ocampo, L.A. (2017). A hybrid fuzzy MCDM approach for mitigating airport congestion: A case in Ninoy Aquino International Airport, Journal of Air Transport Management, Vol. 63, Page 1-16.
2) Buyukozkan, G., and Gocer. F. (2017). Application of a new combined intuitionistic fuzzy MCDM approach based on axiomatic design methodology for the supplier selection problem, Applied Soft Computing, Elsevier, Vol. 52, Page 1222-1238.
3) Buyukozkan, G., and Güleryüz. S. (2017). Evaluation of Renewable Energy Resources in Turkey Using an Integrated MCDM Approach with Linguistic Interval Fuzzy Preference Relations, Energy, Elsevier, Vol. 123, Page 149-163.
4) Colak, M., and Kaya, I. (2017). Prioritization of renewable energy alternatives by using an integrated fuzzy MCDM model: A real case application for Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, Vol. 80, Page 843-850.
5) Deveci, M. et. al. (2017). Airline new route selection based on interval type-2 fuzzy MCDM: A case study of new route between Turkey- North American region destinations, Journal of Air Transport Management, Elsevier, Vol. 59, Page 83-99.
6) Hashemkhani Zolfani, S., et. al. (2017). Evaluating construction projects of hotels based on environmental sustainability with MCDM framework, Alexandria Engineering Journal, Elsevier, Vol. 57 (1), Page 357-365.
7) Keshavarz Ghorabaee, M. et. al. (2018). A new hybrid fuzzy MCDM approach for evaluation of construction equipment with sustainability considerations, Archives civil and mechanical engineering, Elsevier, Vol. 18(1), Page 32-49.
8) Keshtkar, M.M. (2017). Performance Analysis of a Counter Flow Wet Cooling Tower and Selection of Optimum Operative Condition by MCDM-TOPSIS Method, Applied Thermal Engineering, Elsevier, Vol. 114, Page 776-784.
9) Kumara, A. et. al. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, Vol. 69, Page 596–609.
10) Lee, H.C, and Chang, C.T. (2018). Comparative analysis of MCDM methods for ranking renewable energy sources in Taiwan, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, Vol. 92, Page 883–896.
11) Mousavi-Nasab, S.H., and Sotoudeh-Anvari. A.R., (2017), A comprehensive MCDM-based approach using TOPSIS, COPRAS and DEA as an auxiliary tool for material selection problems, Materials & Design, Vol. 121, Page 237-253.
12) Nassereddinea, M., and Eskandari, H. (2017). An integrated MCDM approach to evaluate public transportation systems in Tehran, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Elsevier, Vol. 106, Page 427-439.
13) Serrai, W. et. al. (2017). Towards an efficient and a more accurate web service selection using MCDM methods, Journal of computational science, Elsevier, Vol. 22, Page 253-267.

14) Shen, K.Y. et. al. (2017). Financial modeling and improvement planning for the life insurance industry by using a rough knowledge-based hybrid MCDM model, Information Sciences, Elsevier, Vol. 375, Page 296–313.
15) Tian, G. et. al. (2018). Green decoration materials selection under interior environment characteristics: A grey-correlation based hybrid MCDM method, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 81(1), Page 682–692.
16) Wu, Y. et. al. (2018). Evaluation of renewable power sources using a fuzzy MCDM based on cumulative prospect theory: A case in China, Energy, Elsevier, Vol. 147, Page 1227-1239.
17) Yazdani, M. et. al. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection, Journal of Cleaner Production, Elsevier, Vol. 142 (4), Page 3728-3740.
18) Yu, X. et. al. (2018). ELECTRE Methods in Prioritized MCDM Environment, Information Sciences, Elsevier, Vol. 424, Page 301-316

یادداشت‌ها :

۱ MCDM
۲ DEMATEL
۳ Delphi
۴ Kumara
۵ Quality function deployment
۶ Customer requirements
۷ Buyukozkan
۸ Gocer
۹ Colak
۱۰ Kaya
۱۱ AHP
۱۲ TOPSIS
۱۳ COPRAS
۱۴ Guleryuz
۱۵ Renewable Energy Resources
۱۶ Shen
۱۷ Deveci
۱۸ Serrai
۱۹ Bongo
۲۰ Ocampo
۲۱ Counter Flow Wet Cooling Tower
۲۲ Yu
۲۳ ELECTRE
۲۴ Tian
۲۵ GC - TOPSIS
۲۶ Lee
۲۷ Chang
۲۸ VIKOR
۲۹ Wu
۳۰ Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis