فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج – سال شانزدهم/ شماره ۵۷ / پاییز ۱۴۰۰

شناسایی و رتبه بندی عوامل مزیت رقابتی اثرگذار بر مسئله انتخاب مواد پلیمری با استفاده از رویکرد هیبریدی فازی

مرتضی یوسفی
دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
نبی اله محمدی (نویسنده مسؤول)
استادیار، گروه مدیریت، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.
Email: nabi_mohammadi@yahoo.com
هما درودی
دانشیار، گروه مدیریت، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۲/۱۹ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۷/۲۴

چکیده

امروزه به دلیل پیچیدگی و دخیل بودن عوامل متعدد در بحث انتخاب مواد، تولیدکنندگان در عرصهٔ رقابتی به ابزاری قوی و علمی نیازمندند که تمامی عوامل اثرگذار در انتخاب مواد را شناسایی و میزان اهمیت این عوامل را مشخص نموده و بین آن‌ها تعادل برقرار کنند. در این پژوهش سعی داریم یک رویکرد ترکیبی فازی در جهت شناسایی و اولویت‌بندی عوامل اثرگذار در انتخاب مواد پلیمری خودرو ارائه کنیم. بدین منظور پس از مرور سوابق تجربی با نظرسنجی از خبرگان سازمانی و به‌کارگیری تکنیک دلفی فازی، عوامل مزیت رقابتی اثرگذار در انتخاب مواد را شناسایی و غربال‌سازی کرده و با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی، این عوامل را وزن دهی و اولویت‌بندی نمودیم. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده با تکنیک دلفی فازی پنج شاخص: اقتصادی، فنی، زیست‌محیطی، اجتماعی و تکنولوژی مشتمل بر ۲۹ زیر شاخص مرتبط شناسایی و غربال شدند. سپس میزان اهمیت شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها را با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی محاسبه نمودیم. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بیشترین میزان اهمیت مربوط به شاخص‌های فنی و اقتصادی و کمترین میزان اهمیت مربوط به شاخص تکنولوژی است. در ضمن از شاخص اقتصادی مؤلفه ارزش بازاری، از شاخص فنی مؤلفه وزن، از شاخص زیست‌محیطی مؤلفه قابلیت بازیافت و استفاده مجدد، از شاخص اجتماعی مؤلفه سلامت و ایمنی و از شاخص تکنولوژی مؤلفه امکانات فعلی، حائز بالاترین درجه اهمیت شدند.

کلمات کلیدی: رویکرد فازی، عوامل اثرگذار بر انتخاب مواد، مواد پلیمری خودرو.

۱-مقدمه

در دنیای امروزی سازمان‌ها برای بقاء چاره‌ای جز کسب مزیت رقابتی ندارند. سازمان‌ها در یک وضعیت رقابتی و پیچیده تحت تأثیر عوامل متعددی قرارگرفته و برای بقاء و پیشرفت خود باید متفاوت‌تر از قبل عمل کرده و به دنبال منابع جدید مزیت رقابتی باشند (Arbabshirani et al, 2013). مزیت رقابتی از حیث عملکرد می‌تواند به‌صورت پایدار یا موقتی باشد (Zabihilahremi et al, 2010; Mehri, 2004). مزیت رقابتی پایدار در پی ایجاد مزیت رقابتی در منابع داخلی آن حاصل می‌شود (Hajipoor & momen, 2009). تمرکز بر انتخاب مواد می‌تواند نقطه‌ای ضروری برای بهبود پایداری صنعت خودروسازی باشد. البته متغیرها و فرایندهای دیگری نیز وجود دارد که هرکدام اثر بسیار مهمی بر پایداری کلی گذاشته و در آن نقش دارد (Stoycheva et al, 2018). به دلیل موجود بودن مواد متنوع با خواص فیزیکی و مکانیکی مختلف، انتخاب بهترین ماده مناسب یکی از چالش‌های بزرگ در امر تولید محسوب می‌شود (Chaudhary et al, 2018). طراحان و مهندسان برای دست‌یابی به ساخت‌وساز پایدار باید مسائل و معیارهای بسیاری در ارتباط با تولید محصولات را حین تخصیص مواد مناسب برای طرح‌های خودشان در نظر بگیرند. این مسائل شامل خصوصیات فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی، هزینه‌ها، قابلیت دسترسی، توانایی تولید دوام و پایداری، تأثیر محیطی، قابلیت بازیافت و مسائل دیگر می‌شود. به‌علاوه ویژگی‌های متافیزیکی و هم ابعاد تعامل کاربر از قبیل ظاهر، ادراک و احساسات نیز باید در طول مرحله‌ی انتخاب ماده در نظر گرفته در نظر گرفته شده و توازن بین پیامدهای این عوامل بوجود آید (Al-Oqla & Sapuan, 2017). انواع مواد مورداستفاده در ساخت محصول و الزاماتی که بایستی در فرآیند انتخاب در نظر گرفته شود در حال افزایش و فراگیرتر شدن بوده و این انتخاب‌های گسترده و نیازهای جامع، مسئله انتخاب مواد را پیچیده‌تر می‌کند (Zhang et al, 2020). تولیدکنندگان تنها بر جزء اقتصادی پایداری تمرکز کرده و سایر اجزاء و عوامل اثرگذار را در نظر نمی‌گیرند درحالی‌که باید تمامی اجزا به‌صورت هم‌زمان در نظر گرفته شوند (Zhang et al, 2020; Stoycheva, 2018).

با توجه به تصمیمات مهم و مختلفی که در عرصه صنعتی روبرو هستیم، بروز خطا در تصمیم‌گیری‌ها، ضررهای جبران‌ناپذیری برای سازمان ایجاد می‌کند (Hosseinzadeh et al, 2020). انتخاب صحیح مواد باعث بهبود کیفیت و افزایش چرخه عمر محصول شده و انتخاب ضعیف منجر به شکست نابهنگام برخی از معیارهای مهم شامل مشخصات مکانیکی، خصوصیات فیزیکی، ویژگی‌های سایش، خصوصیات ساخت، هزینه مواد، تأثیر مواد بر محیط‌زیست، زیبایی، بازیافت و غیره که در هنگام انتخاب مواد بایستی در نظر گرفته شوند، می‌گردد (Patnaik, 2020). انتخاب نامناسب مواد می‌تواند تأثیر منفی بر بهره‌وری، سودآوری و شهرت یک سازمان بگذارد. با توجه به دشوار و وقت‌گیر بودن انتخاب مواد و معیارهای بین آن‌ها، به‌کارگیری یک رویکردی منظم و کارآمد در مسئله انتخاب مواد مناسب برای تولید محصول، امری کاملاً ضروری است (Anojkumar et al, 2014).

از طرفی انتخاب مناسب‌ترین مواد برای یک محصول خاص، یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره[1] (MCDM) است که عموماً شامل گزینه‌ها و معیارهای متناقض مختلفی می‌شود (Xue et al, 2016; Stoffel, 2018). روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره این امکان را فراهم می‌کند، مجموعه‌ای از گزینه‌های مختلف را با مجموعه معیارهای مشخص رتبه‌بندی کرده و از این طریق به یک چارچوب سازمان‌یافته برای تصمیمات سازمان دست‌یابیم (Farhadi & Fayez, 2020). همچنین با توجه به پیچیدگی‌هایی که در امر تصمیم وجود دارد، استفاده از خبرگان و متخصصان برای بررسی تمامی جهات یک مسئله تصمیم‌گیری اجتناب‌ناپذیر است. یک مدل تصمیم‌گیری مناسب با توجه به ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت‌های فردی بایستی بتواند با تخصیص امتیازهای منطقی، رتبه‌بندی مناسبی از گزینه‌های تصمیم ارائه کند. با توجه به ماهیت غیرقطعی موقعیت‌های تصمیم، برای کنترل عدم قطعیت و کسب نتایجی با اطمینان بیشتر می‌توان منطق فازی را در روش‌های تصمیم‌گیری ترکیب کرد (Khajeh et al, 2020).

این مقاله بنا دارد چارچوبی مفهومی برای ارزیابی انتخاب مواد در صنعت تولید خودرو ارائه کند که می‌تواند با شناسایی و غربال عوامل اثرگذار در انتخاب مواد به‌صورت جامع، بین این عوامل تعادل برقرار کند که عمدتاً برخی از این عوامل اثرگذار در بحث

1-multi-criteria decision making

انتخاب مواد در نظر گرفته نمی‌شوند. درسطح عملی قصد داریم با ارائه یک چارچوب به تولیدکنندگان صنایع خودروسازی، ابزار شفافی جهت اخذ تصمیمات پیچیده در بحث انتخاب مواد ارائه دهیم.

بر این اساس اهم سوالات پژوهش حاضر به شرح زیر است:

۱) شاخص‌های اصلی اثرگذار بر ارزیابی و انتخاب مواد پلیمری در خودروسازی پایدار کدامند؟

۲) شاخص‌های فرعی اثرگذار بر ارزیابی و انتخاب مواد پلیمری در خودروسازی پایدار کدامند؟

۳) میزان اهمیت و اولویت‌بندی شاخص‌ها و زیر شاخص‌های انتخاب مواد پلیمری در خودروسازی پایدار به چه صورت می‌باشد؟

۲- روش‌شناسی پژوهش

در این قسمت در بخش اول مبانی نظری و پیشینه تحقیق را توضیح داده و در بخش دوم به تشریح روش پژوهش می‌پردازیم.

پیشینه نظری و تجربی: امروزه با توجه به محیط رقابتی در صنایع بخصوص صنعت خودرو و نقش حیاتی مسئله انتخاب مواد در ساخت محصول، انتخاب صحیح و بهینه مواد بر اساس شاخص‌های تولید پایدار می‌تواند به‌عنوان یک عامل استراتژیک در دستیابی سازمان‌ها به مزیت رقابتی باشد. انتخاب یک ماده‌ی مناسب به‌عنوان یک محرک کلیدی برای کسب رضایت مشتری و همچنین رشد در بازار در نظر گرفته می‌شود (Al-Oqla & Sapuan, 2017). انتخاب صحیح مواد یک جنبه کلیدی در بهینه‌سازی طراحی یک محصول یا یک سیستم بوده و می‌تواند به بهترین وجه نیازهای طراحی را برآورده کرده و حداکثر عملکرد و حداقل هزینه را تضمین نماید (Mehmood et al, 2018). بسیاری از صاحب‌نظران بر این باورند کـه حدوداً ۵۰٪ تـا ۷۰٪ از هزینه‌های تولیـد به هزینـه‌ی مـواد و قطعـات اختصاص دارد (Amiri et al, 2017). استویچوا و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود به دنبال ارائه یک چارچوب بر اساس مطالعه مقالات مختلف بوده و بیان نمودند، مرور مقالات علمی نشان می‌دهد که روش‌های مختلف آنالیز تصمیم در صنایع خودروسازی مورداستفاده قرارگرفته اما تعداد کمی از مقالات بر تولید پایدار متمرکز بوده است. انتخاب مواد مناسب جهت تولید یکی از مسائل بسیار ضروری در خودروسازی پایدار است. آنان سه معیار اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی را با زیر معیارهایی همچون کیفیت کار، کمیت کار، تاثیر جامعه، سیاسی، سلامت و ایمنی، سرمایه‌گذاری موردنیاز، سودآوری، هزینه برای کاربر نهایی، استفاده از آب، مواد اولیه و انرژی را برای تولید پایدار خودرو در نظر گرفتند. همچنین رویکرد پیشنهادی آنان برای انتخاب مواد، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیار بوده و معتقدند آنالیز حساسیت می‌تواند برای ارزیابی استحکام انتخاب گزینه‌های موجود به کار رود. استوفلس و همکاران (۲۰۱۷) بابیان اینکه سیستم‌های مهندسی مدرن معمولاً باید ازلحاظ طرح‌های نوآورانه (سبک‌وزن) توسعه‌یافته و طیف گسترده‌ای از مزایای زیست‌محیطی و اقتصادی را در کل چرخه عمر محصول ارائه دهند، در نظر گرفتن جنبه‌های مواد را برای انتخاب پایدار جامع، اجتناب‌ناپذیر می‌دانند. کومار و همکاران (۲۰۱۷) بابیان مداخله معیارهای متعدد مانند تکنیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی و پیچیدگی آن‌ها معتقدند، طراحی سیستم تصمیم‌گیری چندمعیاره به دلیل انعطاف‌پذیری دارند، می‌توانند تمام معیارها و اهداف را به‌طور هم‌زمان موردتوجه قرار دهند. این معیارها شامل خصوصیات فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی، هزینه‌ها، قابلیت دسترسی، توانایی تولید دوام و پایداری، تاثیر محیطی، قابلیت بازیافت و مسائل دیگر می‌شود. علاوه براین ویژگی‌های متافیزیکی و ابعاد تعامل کاربر از قبیل ظاهر، ادراک و احساسات نیز باید در طول مرحله‌ی انتخاب ماده در نظر گرفته شوند. فرآیند انتخاب ماده شامل مطالعات مختلف در زمینه‌هایی مانند علم مواد، مهندسی مکانیک، علم طراحی ماشین، مهندسی صنایع و تخصص‌های دیگر هست. همچنین محمودکلائی و همکاران (۲۰۱۸) نیز مدلی برای انتخاب بهترین ماده پایدار برای ساخت‌وساز ارائه کردند. آن‌ها از طریق اصول پایدار، معیارهای انتخاب را به ۴ گروه اقتصادی، فنی، اجتماعی، فرهنگی و محیطی تقسیم‌بندی نموده و برای هر یک از آن‌ها تعدادی زیر معیار تعیین کردند. سپس تکنیک ANP را جهت تعیین اولویت معیارها پیشنهاد نمودند. جایاکروشنا و همکاران (۲۰۱۸) بابیان تاثیر مواد روی مسائل اقتصادی و محیط‌زیستی، عنوان کردند انتخاب مواد معیارهای بسیاری را شامل می‌شود و جایگزینی مواد متعارف با کامپوزیت‌های پیشرفته سبب کاهش وزن شده که به‌نوبه خود باعث افزایش بهره‌وری سوخت

بدون تأثیر بر عملکرد پرواز می‌شود. آن‌ها روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را جهت انتخاب مواد پیشنهاد نمودند. لازم به ذکر است که محققان مختلفی با در نظر گرفتن شاخص‌های مختلف و متعددی، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) را در بحث انتخاب مواد پیشنهاد کردند که در جدول (۱) به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد:

جدول شماره (۱): خلاصه تحقیقات پیشین در زمینه انتخاب مواد با استفاده از تکنیک های MCDM

موضوع مطالعه	سال	نویسندگان	تکنیک پیشنهادی	شاخص‌های اثرگذار
مواد کامپوزیتی	۲۰۲۰	Singh et al	F.AHP, M-topsis	خمش، استحکام ضربه، سختی، چگالی، استحکام کششی و سایش
مواد تیغه توربین بادی	۲۰۲۰	Okokpujie et al	AHP و TOPSIS	قیمت / هزینه، سبک، مقاومت در برابر خوردگی، دوام.
لمینت کامپوزیت	۲۰۱۹	Sanjay et al	Topiss	دانسیته، استحکام کششی، استحکام خمشی، مقاومت برشی، ضربه‌پذیری و جذب آب
ساخت‌وساز پایدار	۲۰۱۸	Mehmood et al	ANP	اقتصادی (هزینه مواد و ساخت‌وساز، حمل‌ونقل، خدمات و نگهداری، سربار، انرژی)، فنی (وزن، مقاومت به مواد شیمیایی، ضدآب، مقاومت به آتش، استحکام، امید به زندگی)، محیط زیستی (مصرف انرژی و منابع، راحتی و سلامتی، اثرات زیست‌محیطی)، اجتماعی فرهنگی (زیبایی‌شناسی، هویت اجتماعی، مذهبی و فرهنگی، دسترسی به کار، دانش طراحی)
پانل خودرو	۲۰۱۸	Gul et al	MCDM	سطح سمیت، هزینه، استحکام کششی، هدایت حرارتی، وزن، کشیدگی، قابلیت بازیافت، حد دما
منیفولد خودرو	۲۰۱۷	Yang et al	Entropy, F.TOPSIS	دوام، قابلیت بازیافت، ترمیم‌پذیری، قابلیت ارتقاء، بهداشت ایمنی و محیط
خودرو	۲۰۱۵	Ali et al	AHP	دانسیته، استحکام کششی، مدول یانگ، سطح سمیت، توانایی تخریب زیستی، هزینه مواد خام و هزینه تجهیزات
قالب‌گیری چرخشی	۲۰۱۸	Chaudhary et al	Grey relation	نقطه ذوب، مدول خمشی، مقاومت کششی، سختی لبه D، کریستالی شدن، ثبات گرما، هزینه
متالورژی پودر	۲۰۱۸	Bhosale et al	topsis	استحکام کششی، سختی، درصد تغییر ابعادی و درصد کشیدگی
سوپاپ بوستر خودرو	۲۰۱۸	Moradian et al	Entropy,Ahp, Moora,Topsis, Vikor	استحکام کششی، تراکم، تنش، هزینه
خنک‌کننده الکترونیکی	۲۰۱۸	Loganathan & Mani	MCDM	نقطه ذوب، گرمای درونی، دانسیته، گرمای خاص جامد، مایع حرارتی خاص، رسانایی ترمینال خاص، رسانایی مایع انتهایی، هزینه
دکوراسیون سبز	۲۰۱۸	Tian et al	AHP, GC-TOPSIS	فنی، اقتصادی، محیط زیستی، اجتماعی
نوارهای مهروموم در توربین	۲۰۱۸	Zindani & Kumar	MCDM	مقاومت خزش، مقاومت به اکسیداسیون، ضریب انبساط حرارتی، قدرت کشش، سختی و کرنش محدود
مواد مناسب لوله در صنعت قند	۲۰۱۴	Anojkumar et al	MCDM	مقاومت، مقاومت کششی نهایی، درصد کشش، سختی، هزینه، میزان خوردگی و میزان سایش
فیبر طبیعی	۲۰۱۱	Sapuan et al	AHP	چگالی، مدول یانگ و استحکام کششی

اهرم ترمز خودرو	۲۰۱۳	Mansor et al	vikor	هزینه، محیطی، دسترسی، استاندارد، وزن، کارایی

در نهایت اموون و اوقنن‌یروهو در پژوهشی نتایج ۵۵ پژوهش علمی را در طی دوره زمانی ۱۹۹۴ لغایت ۲۰۱۹ در زمینه انتخاب مواد مورد بررسی قراردادند. آنان تصریح کردند که معیار هزینه کاربردی‌ترین معیار تصمیم‌گیری برای تجزیه‌وتحلیل انتخاب مواد بوده است. همچنین آنان معتقدند تکنیک‌های روش‌های MCDM برای پرداختن به چالش‌های انتخاب مواد در زمینه‌های مختلف کاملاً مناسب است (Emovon & Oghenenyerovwho, 2020). نکته قابل ذکر در جمع بندی تحقیقات تجربی انجام شده می توان بیان کرد که در هر پژوهشی معیارهـای ارزیـابی انتخاب مواد در هـر سـازمانی با توجه بـه محصول و عوامل اثرگذار بر آن متفاوت است و در هرکدام از این پژوهش‌ها برخی از این معیارهای اثرگذار بر انتخاب مواد (اعم از خصوصیات فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی، مغناطیسی، تکنولوژیکی، هزینه‌ها، قابلیت دسترسی، توانایی تولید، دوام و پایداری، تاثیر زیست محیطی، قابلیت بازیافت، ابعاد تعامل کاربر از قبیل ظاهر، ادراک و احساسات و ...) با به‌کارگیری تکنیک‌های MCDM و با استفاده از شاخص‌های اثرگذار در نظر گرفته‌شده است. درحالی‌که در این پژوهش قصد برآنست تمامی متغیرهای مطرح‌شده را به‌طور هم‌زمان و جامع در بحث انتخاب مواد مورد آنالیز قرار دهیم.

روش پژوهش: این پژوهش بر اساس ماهیت و روش، یک پژوهش نیمه اکتشافی– توسعه‌ای با رویکرد آمیخته است که باهدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مزیت رقابتی اثرگذار در انتخاب مواد پلیمری خودرو انجام‌شده است. جامعه آماری این پژوهش، متشکل از خبرگان و متخصصان صنعت خودرو و مواد پلیمری می‌باشد که تعداد ۱۰ نفر به‌صورت هدفمند و قضاوتی به‌عنوان نمونه شناسایی و انتخاب‌شده و در مراحل شناسایی، غربال و وزن دهی از آنان نظرسنجی صورت گرفت. ابزار مورداستفاده در این مطالعه جهت جمع‌آوری داده‌ها، مطالعات کتابخانه‌ای و پرسشنامه می‌باشد. روایی ابزار مورداستفاده توسط خبرگان و اساتید مورد تائید قرارگرفته و جهت اطمینان از ثبات و سازگاری قضاوت‌های زوجی صورت گرفته در پرسشنامه، نرخ ناسازگاری هر ماتریس محاسبه گردید. با توجه به اینکه مقادیر نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی کمتر ۰/۱ می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت پایایی ابزار مورد تائید است. جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تکنیک‌های دلفی فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی بکار گرفته شد. برای بررسی و تشریح رویکرد پیشنهادی، شرکت پیشرو پلیمر که درزمینه تولید قطعات پلیمری داخلی خودرو فعالیت می‌کند موردبررسی قرار گرفت.

رویکرد پیشنهادی این مطالعه شامل دو مرحله می‌باشد که در مرحله اول پس از بررسی جامع ادبیات پیشـین، شـاخص‌هـای مؤثر در ارزیابی تولید پایدار صنعت پلیمری خودرو شناسـایی و با کمک خبرگان و بهره‌گیری از تکنیک دلفی فازی غربال‌سازی شدند. در مرحله دوم میزان اهمیت شاخص‌ها و زیر شاخص‌های تائید شده بـا به‌کارگیری تکنیـک تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین و سپس اولویت‌بندی گردیدند. در ادامه مقاله به تشریح گام‌های اجرایی روش‌های دلفی فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی می‌پردازیم:

تکنیک دلفی فازی: تکنیک دلفی فازی یکی از فرآیندهای بسیار قوی در شرایط عدم اطمینان در موضوعاتی خاص است که در آن‌ها به دنبال دستیابی به اجماع گروهی، در بین تعدادی از خبرگان و متخصصان هستم (Latifi et al, 2018). این تکنیک از ترکیب دلفی کلاسیک و نظریه‌های مجموعه فازی ایجاد گردید. به‌کارگیری مجموعه‌های فازی درروش دلفی به دلیل عدم قطعیت موجود در نظرات خبرگان در پیش‌بینی‌های ارائه‌شده بوده که در قالب متغیر کلامی و بر اساس شایستگی‌های ذهنی آنان بیان می‌شود که این امر بر فازی بودن نظرات خبرگان دلالت دارد. برای این منظور بهتر است نظرات خبرگان در قالب متغیر کلامی جمع‌آوری و به‌صورت فازی تحلیل گردد (Azar & Faraji, 2015). در این روش می‌توان از توابع عضویت مثلثی، ذوزنقه و گاوسی برای نشان دادن نظرات خبرگان استفاده کرد (Rezaei et al, 2018; Kardaras et al, 2013; Hsu et al, 2010). این روش مزیت‌هایی همچون پاسخ‌های بی‌طرفانه، کاهش تکرار دفعات ارسال پرسشنامه و دریافت بازخور و تجزیه‌وتحلیل آماری نظرات به‌صورت گروهی را دارا است (Hosseini, 2018). در این روش تابع عضویت یک عدد فازی

مثلثی است که در آن M=(l,m,u) و l، u و m در بازه اعداد حقیقی قرار دارند. روابط مورد استفاده در روش دلفی فازی به صورت زیر می‌باشد (Latifi et al, 2018):

رابطه (۱)
$$(x) = \begin{cases} \dfrac{x-l}{m-l} & l \le x \le m \\ \dfrac{u-x}{u-m} & m \le x \le u \\ o & otherwise \end{cases}$$

رابطه (۲)
$$\tilde{A}^{(i)} = \left(a_1^{(i)}, a_2^{(i)}, a_3^{(i)}\right) \quad i = 1,2,3,\dots,n$$

رابطه (۳)
$$\tilde{A}_m^{(i)} = a_{m1}, a_{m2}, a_{m3} = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^i\right)$$

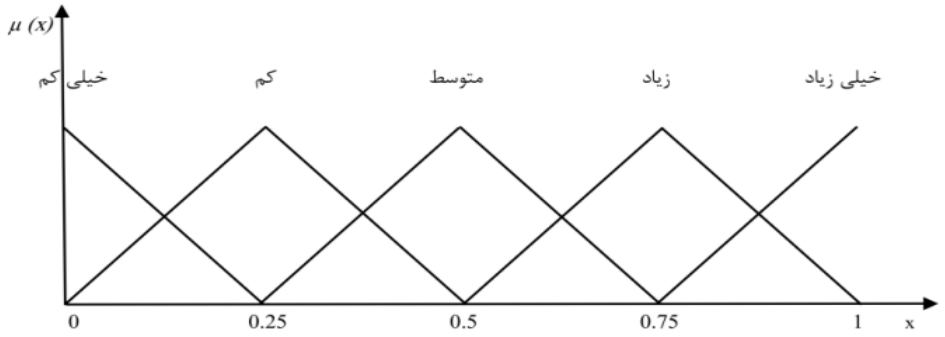
رابطه (۴)
$$(a_{m1} - a_1^{(i)}, a_{m2} - a_2^{(i)}, a_{m3} - a_3^{(i)} = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^i - a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^i - a_2^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_3^i - a_3^{(i)}\right)$$

رابطه (۵)
$$\tilde{B}^{(i)} = (b_1^{(i)}, b_2^{(i)}, b_3^{(i)}) \quad i = 1,2,3,\dots,n$$

رابطه (۶)
$$\tilde{B}_m^{(i)} = b_{m1}, b_{m2}, b_{m3} = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_1^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_2^i, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} b_3^i\right)$$

رابطه (۷)
$$S_j = \frac{u_j + m_j + l_j}{3}$$

رابطه (۸)
$$S(\tilde{B}_m, \tilde{A}_m) = \left|\frac{1}{3}[(b_{m1}, b_{m2}, b_{m3} - a_{m1}, a_{m2}, a_{m3})]\right|$$



شکل شماره (۱): ارتباط اعداد فازی مثلثی و طیف لیکرت

در اجرای این روش پرسش‌نامه‌ای بر اساس طیف پنج گزینه‌ای لیکرت (مطابق شکل ۱) طراحی و در اختیار خبرگان قرارگرفته و از آنان طی دو مرحله نظرسنجی گردید. در نظرسنجی مرحله نخست، پرسشنامه برای اعضای گروه خبره ارسال و میزان موافقت آن‌ها با هرکدام از شاخص‌ها و سپس زیر شاخص‌ها اخذ شد. میانگین نظرات خبرگان در مرحله اول (S1) نشان‌دهنده شدت موافقت خبرگان با هرکدام از معیارهای پژوهش است. در مرحله بعد مجدداً پرسشنامه اصلاحی تهیه گردیده و همراه با نقطه‌نظر قبلی هر فرد و میزان اختلاف آن‌ها با دیدگاه سایر خبرگان، مجدداً برای اعضای گروه خبره ارسال گردید و از آن‌ها خواسته شد تا در مورد شاخص‌ها تجدیدنظر کنند. بر اساس میانگین نظرات خبرگان در مرحله دوم (S2)، شدت موافقت خبرگان با هرکدام از شاخص و زیر شاخص‌ها سنجیده شد. با توجه به دیدگاه‌های ارائه‌شده در مرحله اول و دوم، درصورتی‌که اختلاف بین میانگین نظرات خبرگان، در دو مرحله (|S1- S2|) کمتر از حد آستانه ۰/۲ باشد، فرایند نظرسنجی متوقف می‌شود که نتایج آن در جدول ۲ و ۳ مشاهده می‌گردد.

جدول شماره (۲): میانگین دیدگاه‌های خبرگان برای تعیین شاخص‌های اصلی در دو مرحله

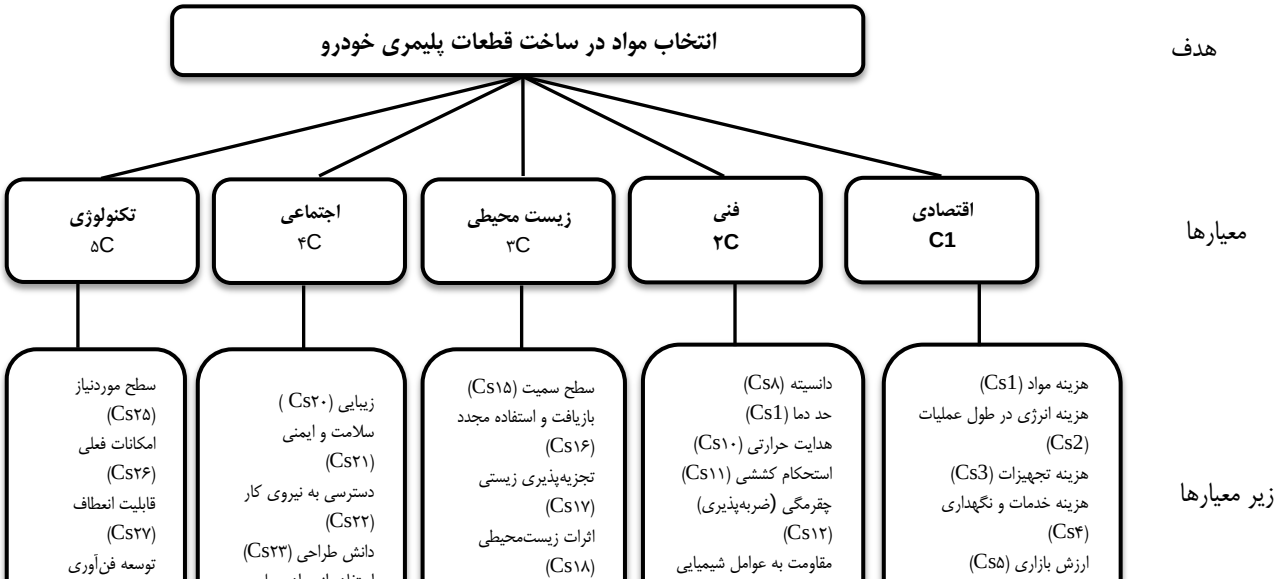
شاخص‌ها	اختصار	L	M	U	S1	L	M	U	S2	|S1- S2|
اقتصادی	C1	۰/۶۷	۰/۹۲	۱/۰۰	۰/۸۶	۰/۷۰	۰/۹۵	۱/۰۰	۰/۸۸	۰/۰۲
فنی	C۲	۰/۷۲	۰/۹۷	۱/۰۰	۰/۸۹	۰/۷۳	۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۹۱	۰/۰۱

زیست‌محیطی	C۳	۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۹۷	۰/۷۸	۰/۶۵	۰/۹۰	۰/۹۸	۰/۸۴	۰/۰۶
اجتماعی	C۴	۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۹۳	۰/۷۴	۰/۶۰	۰/۸۵	۰/۹۷	۰/۸۱	۰/۰۷
تکنولوژی	C۵	–	–	–	–	۰/۴۷	۰/۷۲	۰/۹۲	۰/۷۰	–

جدول شماره (۳): میانگین نظرات خبرگان درباره شاخص و زیر شاخص‌های پژوهش در دو مرحله

فاکتور	زیر مؤلفه	S1	S2	|S1- S2|	فاکتور	زیر مؤلفه	S1	S2	|S1- S2|
اقتصادی	هزینه مواد	۰/۸۳	۰/۸۸	۰/۰۵	زیست‌محیطی	سطح سمیت	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۰۷
	هزینه انرژی در طول عملیات	۰/۷۱	۰/۷۶	۰/۰۵		بازیافت مجدد	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۰۴
	هزینه تجهیزات	۰/۸۲	۰/۸۶	۰/۰۴		تجزیه‌پذیری زیستی	۰/۶۴	۰/۷۱	۰/۰۷
	هزینه خدمات و نگهداری	۰/۷۴	۰/۸۰	۰/۰۶		اثرات زیست‌محیطی	۰/۷۴	۰/۷۶	۰/۰۲
	ارزش بازاری	۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۰۹		میزان مصرف منابع	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۱۰
	هزینه حمل‌ونقل	۰/۶۴	۰/۷۲	۰/۰۸	اجتماعی	زیبایی	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۰۲
	هزینه ضایعات	۰/۶۱	۰/۷۰	۰/۰۹		سلامت و ایمنی	۰/۷۷	۰/۸۲	۰/۰۵
فنی	وزن محصول	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۰۴		دسترسی به نیروی کار	۰/۶۴	۰/۷۴	۰/۱۰
	حد دما	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۰۳		شهرت	۰/۵۹	۰/۶۶	۰/۰۷
	هدایت حرارتی	۰/۷۷	۰/۸۷	۰/۱۰		دانش طراحی	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۰۴
	استحکام کششی	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۰۳		استفاده از مواد محلی	۰/۵۵	۰/۷۱	۰/۱۶
	کشیدگی	۰/۶۰	۰/۶۶	۰/۰۶	تکنولوژی	سطح موردنیاز	۰/۶۹	۰/۷۴	۰/۰۵
	چقرمگی (ضربه‌پذیری)	۰/۷۳	۰/۷۶	۰/۰۳		امکانات فعلی	۰/۷۶	۰/۸۰	۰/۰۴
	مقاومت به عوامل شیمیایی	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۰۲		قابلیت انعطاف	۰/۶۷	۰/۷۱	۰/۰۴
	مدول یانگ	۰/۷۶	۰/۸۱	۰/۰۵		توسعه فن‌آوری	۰/۶۶	۰/۷۰	۰/۰۴
	جریان مذاب	۰/۵۴	۰/۶۱	۰/۰۷		سادگی عملیات	۰/۶۱	۰/۷۲	۰/۱۱

پس از انجام نظرسنجی از خبرگان با تکنیک دلفی فازی طی دو مرحله، ۵ شاخص به همراه ۲۹ زیر شاخص مرتبط غربال‌سازی و تائید و ۳ زیر شاخص حذف شدند. سپس چارچوب سلسله مراتبی تصمیم بر اساس عوامل تولید پایدار در مسئله انتخاب مواد پلیمری خودرو تشکیل گردید (شکل ۲).



شکل شماره (۲): مدل نهایی تحقیق (مؤلفه‌های اثرگذار بر انتخاب مواد پلیمری در تولید پایدار خودرو)

تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی: یکی از برجسته‌ترین رویکردهای MCDM روش فرایند تحلیلی سلسله مراتبی است. از این روش تصمیم‌گیری قدرتمند برای تعیین اولویت‌ها از بین معیارهای مختلف استفاده می‌شود (Torfi et al, 2010)؛ اما این روش به دلیل وجود مقیاس‌های قضاوتی غیرمتعادل، وجود ابهام و عدم اطمینان در فرآیند مقایسات زوجی موردانتقاد قرار دارد. برای غلبه بر این کمبودها، روش تحلیل سلسله مراتبی با نظریه‌های مجموعه فازی ادغام گردید. با این تمهید ابهامات موجود کاهش و اثربخشی تصمیمات افزایش می‌یابد (Sohrabi et al, 2012). کاربرد روش فازی به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد تا مقادیر کمی و کیفی مدل را ادغام کند (Perçin, 2008). در این روش با استفاده از عبارات کلامی، مفهوم فازی بودن در ماتریس‌های مقایسات زوجی دخالت داده‌شده و جهت بیان مقدار ارجحیت مولفه‌ها استفاده می‌شود. روابط موجود در تکنیک F.AHP به صورت زیر می باشد (Samadimiarkolai, 2017; Ardakani, 2013) :

رابطه (۹)
$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j}\right]^{-1}$$

رابطه (۱۰)
$$\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = (l_{i1}, m_{i1}, u_{i1}) \oplus \dots \oplus (l_{im}, m_{im}, u_{im}) = \left(\sum_{j=1}^{m} l_{ij}^{m}, \sum_{j=1}^{m} M_{ij}^{m}, \sum_{j=1}^{m} \iota\right.$$
$$= (\acute{l}_i, \acute{m}_i, \acute{u}_i)$$

رابطه (۱۱)
$$\left(\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^{m} \acute{u}_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} \acute{m}_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} \acute{l}_i}\right)$$

رابطه (۱۲)
$$V(S_i \geq S_k) = SUP\big(min\{a_{s_i}(x), a_{s_k}(y)\}\big)$$

رابطه (۱۳)
$$V(S_i \geq S_k) = a_s(d) = \begin{cases} 1 & if \;\; m_i \geq m_k \\ 0 & if \;\; l_k \geq u_i \\ \dfrac{l_k - u_i}{(m_i - u_i) - (m_k - l_k)} & otherwise \end{cases}$$

رابطه (۱۴)
$$V(S \geq S_1, S_2, \dots, S_k) = \left(V\big((S \geq S_1), (S \geq S_2), \dots, (S, S_k)\big)\right.$$
$$= \min\left(V\big((S \geq S_1), (S \geq S_2), \dots, (S, S_k)\big) = min\, V(S \geq S_i) \quad i\right.$$
$$= 1,2, \dots, k$$

رابطه (۱۵)
$$\acute{W} = \big(\acute{d}(A_1), \big(\acute{d}(A_2), \dots, \big(\acute{d}(A_n)\big)$$

رابطه (۱۶)
$$W = \big(d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n)\big)$$

در این مرحله عوامل مزیت رقابتی اثرگذار در انتخاب مواد پلیمری خودرو که در مرحله قبل غربال‌سازی و تائید شدند، با استفاده از تحلیل توسعه‌ای چانگ و به کمک واژه‌های زبان‌شناسی و اعداد فازی مثلثی ۹ گزینه‌ای توسط خبرگان مورد مقایسات زوجی قرارگرفته و وزن دهی شدند. برای جمع‌آوری داده‌های موردنیاز پرسشنامه‌ای شامل ۶ مقایسه زوجی (شامل یک مقایسه زوجی برای شاخص‌های اصلی و ۵ مقایسه زوجی برای زیر شاخص‌ها) طراحی و توسط خبرگان تکمیل شد. سپس جهت بررسی پایایی مقایسات زوجی بعد از پاسخگویی توسط خبرگان، شاخص ناسازگاری تصادفی (شامل: CRm (ماتریس میانی، برای عدد میانی فازی) و CRg (ماتریس هندسی، برای عدد اول و آخر فازی)) محاسبه گردید. با توجه به اینکه مقادیر CRm و CRg بدست آمده از مقایسات زوجی برای شاخص ها و زیرشاخص ها کمتر از ۰/۱ بدست آمده، بنابراین سازگاری این مقایسات مورد تائید قرار گرفت (جدول ۴).

پس از تائید پایایی جداول مقایسات، با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی، اوزان نسبی شاخص‌های اصلی و فرعی محاسبه گردید (جداول ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰). نهایتاً اوزان نسبی شاخص‌های اصلی و فرعی در یکدیگر ضرب گردیده تا اوزان نهایی و رتبه‌بندی اهمیت عوامل مزیت رقابتی اثرگذار در انتخاب مواد پلیمری خودرو مشخص شود (جداول ۱۱ و ۱۲).

جدول شماره (۴): نتایج نرخ ناسازگاری جداول مقایسات زوجی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها

مقایسات زوجی	نرخ ناسازگاری CRm	CRg	وضعیت

شاخصهای اصلی	۰/۰۱۳۷	۰/۰۳۸۵	سازگار
شاخص اقتصادی	۰/۰۲۵۸	۰/۰۶۷۳	سازگار
شاخص فنی	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۶۶	سازگار
شاخص زیست‌محیطی	۰/۰۰۵۲	۰/۰۱۱۲	سازگار
شاخص اجتماعی	۰/۰۱۴۶	۰/۰۳۲۶	سازگار
شاخص تکنولوژی	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۸۰	سازگار

جدول شماره (۵): ماتریس مقایسات فازی ادغام‌شده شاخص‌های اصلی با توجه به هدف پژوهش

شاخص	اقتصادی	فنی	زیست‌محیطی	اجتماعی	تکنولوژی	اوزان
اقتصادی	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۲۵، ۰/۷۸، ۰/۵۲	۲/۶۳، ۱/۹۳، ۱/۲۳	۳/۰۰، ۲/۱۷، ۱/۲۸	۳/۵۴، ۲/۵۲، ۱/۴۷	۰/۳۲۰
فنی	۱/۹۱، ۱/۲۸، ۰/۸۰	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۴/۴۳، ۳/۴۰، ۲/۳۵	۳/۷۳، ۲/۷۰، ۱/۶۴	۳/۵۴، ۲/۵۲، ۱/۴۷	۰/۳۹۴
زیست‌محیطی	۰/۸۱، ۰/۵۲، ۰/۳۸	۰/۴۳، ۰/۲۹، ۰/۲۳	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۷۸، ۱/۲۸، ۰/۸۶	۲/۶۳، ۱/۸۳، ۱/۱۰	۰/۱۶۰
اجتماعی	۰/۷۸، ۰/۴۶، ۰/۳۳	۰/۶۱، ۰/۳۷، ۰/۲۷	۱/۱۶، ۰/۷۸، ۰/۵۶	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۶۰، ۱/۲۰، ۰/۸۶	۰/۰۸۴
تکنولوژی	۰/۶۸، ۰/۴۰، ۰/۲۸	۰/۶۸، ۰/۴۰، ۰/۲۸	۰/۹۱، ۰/۵۵، ۰/۳۸	۱/۱۶، ۰/۸۴، ۰/۶۳	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۰۴۲

جدول شماره (۶): ماتریس مقایسات فازی ادغام‌شده زیر شاخص‌های اقتصادی

اقتصادی	مواد مصرفی	انرژی مصرفی	تجهیزات تولیدی	خدمات و نگهداری	حمل‌ونقل	ضایعات تولید	ارزش بازاری	اوزان
مواد مصرفی	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۳/۵۸، ۲/۷۶، ۱/۸۹	۲/۲۹، ۱/۶۴، ۱/۰۳	۲/۹۱، ۲/۰۸، ۱/۲۰	۳/۱۸، ۲/۱۷، ۱/۱۵	۳/۵۴، ۲/۵۲، ۱/۴۷	۰/۶۸، ۰/۴۳، ۰/۳۲	۰/۲۵۹
انرژی مصرفی	۰/۵۳، ۰/۳۶، ۰/۲۸	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۵۹، ۰/۳۷، ۰/۲۷	۱/۴۹، ۰/۹۳، ۰/۶۰	۱/۷۳، ۱/۳۲، ۰/۹۰	۱/۸۳، ۱/۴۳، ۱/۰۳	۴۶، ۰/۳۱، ۰/۲۳	۰/۰۴۲
تجهیزات تولیدی	۰/۹۷، ۰/۶۱، ۰/۴۴،	۳/۷۵، ۲/۷۳، ۱/۶۹	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۲/۵۵، ۱/۸۹، ۱/۱۵	۳/۱۸، ۲/۱۷، ۱/۱۵	۳/۴۴، ۲/۴۲، ۱/۳۷	۵۵، ۰/۳۵، ۰/۲۵	۰/۲۲۸
خدمات و نگهداری	۰/۸۴، ۰/۴۸، ۰/۳۴	۱/۶۶، ۱/۰۷، ۰/۶۷	۰/۸۷، ۰/۵۳، ۰/۳۹	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۷۳، ۱/۲۳، ۰/۸۰	۲/۲۲، ۱/۶۹، ۱/۰۷	۳۲، ۰/۲۴، ۰/۱۹	۰/۰۷۳
حمل‌ونقل	۰/۸۷، ۰/۴۶، ۰/۳۱	۱/۱۲، ۰/۷۶، ۰/۵۸	۰/۸۷، ۰/۴۶، ۰/۳۱	۱/۲۵، ۰/۸۱، ۰/۵۸	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۱۶، ۰/۷۳، ۰/۵۰	۶۸، ۰/۴۰، ۰/۲۸	۰/۰۱۸
ضایعات تولید	۰/۶۸، ۰/۴۰، ۰/۲۸	۰/۹۷، ۰/۷۰، ۰/۵۵	۰/۷۳، ۰/۴۱، ۰/۲۹	۰/۹۳، ۰/۵۹، ۰/۴۵	۱/۹۹، ۱/۳۷، ۰/۸۶	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۵۹، ۰/۳۶، ۰/۲۶	۰/۰۱۶
ارزش بازاری	۳/۱۷، ۲/۳۵، ۱/۴۷	۴/۳۰، ۳/۲۷، ۲/۱۹	۳/۹۲، ۲/۹۰، ۱/۸۳	۵/۲۲، ۴/۲۰، ۳/۱۷	۳/۵۴، ۲/۵۲، ۱/۴۷	۳/۸۰، ۲/۷۶، ۱/۶۹	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۳۶۴

جدول شماره (۷): ماتریس مقایسات فازی ادغام‌شده زیر شاخص‌های فنی

فنی	دانسیته	حد دما	هدایت حرارتی	استحکام کششی	چقرمگی	مقاومت شیمیایی	مدول یانگ	اوزان
دانسیته	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۵۵، ۱/۲۳، ۰/۹۰	۱/۹۹، ۱/۴۷، ۰/۹۶	۱/۵۵، ۱/۲۳، ۰/۹۰	۱/۹۹، ۱/۴۷، ۰/۹۶	۳/۰۲، ۲/۱۹، ۱/۳۲	۱/۷۸، ۱/۳۷، ۰/۹۶	۰/۱۹۹
حد دما	۱/۱۲، ۰/۸۱، ۰/۶۴	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۲۵، ۱/۰۷، ۰/۹۰	۱/۲۵، ۰/۸۷، ۰/۶۴	۱/۱۲، ۰/۸۷، ۰/۷۲	۱/۷۸، ۱/۳۷، ۰/۹۶	۱/۲۵، ۰/۸۷، ۰/۶۴	۰/۱۳۲
هدایت حرارتی	۱/۰۴، ۰/۶۸، ۰/۵۰	۱/۱۲، ۰/۹۳، ۰/۸۰	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۱۶، ۰/۷۳، ۰/۵۰	۱/۳۹، ۱/۰۷، ۰/۸۰	۱/۹۹، ۱/۴۷، ۰/۹۶	۱/۲۵، ۰/۹۳، ۰/۷۲	۰/۱۳۳
استحکام کششی	۱/۱۲، ۰/۸۱، ۰/۶۴	۱/۵۵، ۱/۱۵، ۰/۸۰	۱/۹۹، ۱/۳۷، ۰/۸۶	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۲۵، ۱/۰۷، ۰/۹۰	۲/۵۵، ۱/۸۹، ۱/۱۵	۱/۲۵، ۰/۹۳، ۰/۷۲	۰/۱۶۶
چقرمگی	۱/۰۴، ۰/۶۸، ۰/۵۰	۱/۳۹، ۱/۱۵، ۰/۹۰	۱/۲۵، ۰/۹۳، ۰/۷۲	۱/۱۲، ۰/۹۳، ۰/۸۰	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۹۹، ۱/۴۷، ۰/۹۶	۱/۰۴، ۰/۹۰، ۰/۷۸	۰/۱۳۶
مقاومت شیمیایی	۰/۷۶، ۰/۴۶، ۰/۳۳	۱/۰۴، ۰/۷۳، ۰/۵۶	۱/۰۴، ۰/۶۸، ۰/۵۰	۰/۸۷، ۰/۵۳، ۰/۳۹	۱/۰۴، ۰/۶۸، ۰/۵۰	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۲۸، ۰/۷۳، ۰/۴۸	۰/۰۸۵
مدول یانگ	۱/۰۴، ۰/۷۳، ۰/۵۶	۱/۵۵، ۱/۱۵، ۰/۸۰	۱/۳۹، ۱/۰۷، ۰/۸۰	۱/۳۹، ۱/۰۷، ۰/۸۰	۱/۲۸، ۱/۱۲، ۰/۹۶	۲/۰۸، ۱/۳۶، ۰/۷۸	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۱۴۹

جدول شماره (۸): ماتریس مقایسات فازی ادغام‌شده زیر شاخص‌های زیست‌محیطی

زیست‌محیطی	سطح سمیت	قابلیت بازیافت	تجزیه‌پذیری زیستی	اثرات زیست‌محیطی	مصرف انرژی و منابع	اوزان
سطح سمیت	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۹۷، ۰/۶۵، ۰/۴۹	۱/۹۹، ۱/۴۷، ۰/۹۶	۱/۱۶، ۰/۷۸، ۰/۵۶	۱/۱۲، ۰/۷۸، ۰/۵۸	۰/۱۷۶
قابلیت بازیافت	۲/۰۵، ۱/۵۳، ۱/۰۳	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۲/۵۵، ۱/۷۶، ۱/۰۳	۱/۹۱، ۱/۳۷، ۰/۹	۲/۱۳، ۱/۵۸، ۱/۰۰	۰/۲۶۹
تجزیه‌پذیری زیستی	۱/۰۴، ۰/۶۸، ۰/۵۰	۰/۹۷، ۰/۵۷، ۰/۳۹	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۹۷، ۰/۶۱، ۰/۴۴	۱/۰۴، ۰/۶۳، ۰/۴۵	۰/۱۲۴
اثرات زیست‌محیطی	۱/۷۸، ۱/۲۸، ۰/۸۶	۱/۱۲، ۰/۷۳، ۰/۵۲	۲/۲۹، ۱/۶۴، ۱/۰۳	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۸۳، ۱/۳۴، ۰/۹۲	۰/۲۳
مصرف انرژی و منابع	۱/۷۱، ۱/۲۸، ۰/۹۰	۱/۰۰، ۰/۶۳، ۰/۴۷	۲/۲۲، ۱/۵۸، ۰/۹۶	۱/۰۸، ۰/۷۵، ۰/۵۵	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۲۰۱

جدول شماره (۹): ماتریس مقایسات فازی ادغام‌شده زیر شاخص‌های اجتماعی

اجتماعی	زیبایی	سلامت و ایمنی	دسترسی به نیروی کار	دانش طراحی	استفاده از مواد محلی	اوزان
زیبایی	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۹۷، ۰/۶۱، ۰/۴۴	۱/۰۴، ۰/۶۵، ۰/۴۶	۰/۹۷، ۰/۶۵، ۰/۴۹	۲/۳۵، ۱/۷۱، ۱/۱۰	۰/۱۷۶
سلامت و ایمنی	۲/۲۹، ۱/۶۴، ۱/۰۳	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۹۱، ۱/۳۷، ۰/۹	۱/۳۴، ۱/۰۰، ۰/۷۵	۲/۶۳، ۱/۸۳، ۱/۱۰	۰/۲۵۵

دسترسی به نیروی کار	۲/۱۹، ۱/۵۳، ۰/۹۶	۱/۱۲، ۰/۷۳، ۰/۵۲	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۳۹، ۱/۱۵، ۰/۹۰	۱/۶۰، ۱/۲۰، ۰/۸۶	۰/۲۱۳
دانش طراحی	۲/۰۵، ۱/۵۳، ۱/۰۳	۱/۳۴، ۱/۰۰، ۰/۷۵	۱/۱۲، ۰/۸۷، ۰/۷۲	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۲/۶۳، ۱/۸۳، ۱/۱۰	۰/۲۳۶
استفاده از مواد محلی	۰/۹۱، ۰/۵۸، ۰/۴۳	۰/۹۱، ۰/۵۵، ۰/۳۸	۱/۱۶، ۰/۸۴، ۰/۶۳	۰/۹۱، ۰/۵۵، ۰/۳۸	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۱۲۱

جدول شماره (۱۰): ماتریس مقایسات فازی ادغام‌شده زیر شاخص‌های تکنولوژی

تکنولوژی	سطح تکنولوژی	امکانات فعلی	قابلیت انعطاف	توسعه فن‌آوری	سادگی عملیات	اوزان
سطح تکنولوژی	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۱۶، ۰/۸۴، ۰/۶۳	۱/۶۰، ۱/۲۰، ۰/۸۶	۱/۳۹، ۱/۰۷، ۰/۸۰	۱/۷۸، ۱/۲۸، ۰/۸۶	۰/۲۱۳
امکانات فعلی	۱/۶۰، ۱/۲۰، ۱/۰۰	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۷۸، ۱/۲۸، ۰/۸۶	۱/۸۳، ۱/۴۶، ۱/۰۳	۲/۲۹، ۱/۶۴، ۱/۰۳	۰/۲۶۰
قابلیت انعطاف	۱/۱۶، ۱/۲۰، ۰/۸۶	۱/۱۶، ۰/۷۸، ۰/۵۶	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۷۸، ۱/۲۸، ۰/۸۶	۱/۳۰، ۱/۰۳، ۰/۷۸	۰/۱۹۳
توسعه فن‌آوری	۰/۲۵، ۰/۹۳، ۰/۷۲	۰/۹۷، ۰/۷۰، ۰/۵۵	۱/۱۶، ۰/۷۸، ۰/۵۶	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۱/۵۵، ۱/۱۵، ۰/۸۰	۰/۱۷۴
سادگی عملیات	۱/۱۶، ۰/۷۸، ۰/۵۶	۰/۹۷، ۰/۶۱، ۰/۴۴	۱/۲۸، ۰/۹۷، ۰/۷۷	۱/۲۵، ۰/۸۷، ۰/۶۴	۱/۰۰، ۱/۰۰، ۱/۰۰	۰/۱۵۹

جدول شماره (۱۱): اوزان عوامل اصلی اثرگذار در انتخاب مواد پلیمری خودرو

شاخص	C1	C2	C3	C4	C5	نتایج
وزن	۰/۳۲	۰/۳۹۴	۰/۱۶۰	۰/۰۸۵	۰/۰۴۲	C2> C1> C3> C4> C5
رتبه	۲	۱	۳	۴	۵	

جدول شماره (۱۲): اوزان نسبی و نهایی عوامل فرعی اثرگذار در انتخاب مواد پلیمری خودرو

شاخص	زیر شاخص	Cs1	Cs2	Cs3	Cs4	Cs5	Cs6	Cs7	
اقتصادی	وزن نسبی	۰/۲۵۹	۰/۰۴۲	۰/۲۲۸	۰/۰۷۳	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶	۰/۳۶۴	Cs7> Cs1> Cs3> Cs4> Cs2> Cs5> Cs6
	وزن نهایی	۰/۰۸۳	۰/۰۱۳	۰/۰۷۳	۰/۰۲۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۱۱۶	
	رتبه	۲	۵	۳	۴	۶	۷	۱	
فنی	زیر شاخص	Cs8	Cs9	Cs10	Cs11	Cs12	Cs13	Cs14	
	وزن نسبی	۰/۱۹۹	۰/۱۳۲	۰/۱۳۳	۰/۱۶۶	۰/۱۳۶	۰/۰۸۵	۰/۱۴۹	Cs8> Cs11> Cs14> Cs12> Cs10> Cs10> Cs9> Cs13
	وزن نهایی	۰/۰۷۸	۰/۰۵۲	۰/۰۵۲	۰/۰۶۵	۰/۰۵۴	۰/۰۳۳	۰/۰۵۹	
	رتبه	۱	۶	۵	۲	۴	۷	۳	
زیست‌محیطی	زیر شاخص	Cs15	Cs16	Cs17	Cs18	Cs19			
	وزن نسبی	۰/۱۷۶	۰/۲۶۹	۰/۱۲۴	۰/۲۳۰	۰/۲۰۱			Cs16> Cs18> Cs19> Cs15> Cs17
	وزن نهایی	۰/۰۲۸	۰/۰۴۳	۰/۰۲۰	۰/۰۳۷	۰/۰۳۲			
	رتبه	۴	۱	۵	۲	۳			
اجتماعی	زیر شاخص	Cs20	Cs21	Cs22	Cs23	Cs24			
	وزن نسبی	۰/۱۷۶	۰/۲۵۵	۰/۲۱۳	۰/۲۳۶	۰/۱۲۱			Cs21> Cs23> Cs22> Cs20> Cs24
	وزن نهایی	۰/۰۱۵	۰/۰۲۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰			
	رتبه	۴	۱	۳	۲	۵			
تکنولوژی	زیر شاخص	Cs25	Cs26	Cs27	Cs28	Cs29			
	وزن نسبی	۰/۲۳۱	۰/۲۶۰	۰/۱۹۳	۰/۱۷۴	۰/۱۵۹			Cs26> Cs25> Cs27> Cs28> Cs29
	وزن نهایی	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷			
	رتبه	۲	۱	۳	۴	۵			

۳- نتایج و بحث

با توجه به روند رو به گسترش جهانی‌شدن و افزایش رقابت در بازارهای جهانی، صنایع تولیدی کشور بخصوص صنایع مشتری محور با رقابت بالا مثل صنایع قطعات خودرو ناگزیر به شناسایی عوامل ایجادکننده‌ی مزیت رقابتی در تولید پایدار هستند. در فرآیند تولید پایدار، عوامل ایجادکننده مزیت رقابتی اعم از اقتصادی، فنی، زیست‌محیطی، اجتماعی و تکنولوژیکی در راستای ارتقای مزیت رقابتی بایستی به‌صورت جامع مدنظر قرار گیرند. علی‌رغم اهمیت راهبردی مباحث مربوط به انتخاب مواد در شرکت‌ها و در نظر نگرفتن جامع و هم‌زمان عوامل مختلفی همچون زیست‌محیطی (شامل: بازیافت، تجزیه‌پذیری، سطح سمیت

و ...)، فنی (شامل: وزن، استحکام کششی، هدایت حرارتی و ...)، اقتصادی (شامل: هزینه مواد، هزینه انرژی، هزینه حمل‌ونقل و ...)، اجتماعی (شامل: سلامت و ایمنی، زیبایی، دانش طراحی و ...) و تکنولوژی (شامل: امکانات فعلی، سادگی عملیات، انعطاف‌پذیری و ...) ضرورت بازنگری در آلترناتیوهای اثرگذار بر انتخاب مواد و تمرکز بر به‌کارگیری روش مناسب و تمهید سیاست‌های لازم برای بهینه کردن این روند در برنامه‌ریزی تولید صنایع کشور را اجتناب‌ناپذیر می‌کند.

در این مطالعه با ارائه یک رویکرد دومرحله‌ای، شاخص‌های اثرگذار در ساخت قطعات پلیمری خودرو شناسایی و میزان اهمیت شاخص‌ها تعیین گردید. برای این منظور در مرحله اول پس از مطالعات کتابخانه‌ای، مؤلفه‌های مزیت رقابتی پایدار در انتخاب مواد در قالب چهار شاخص اقتصادی، فنی، زیست‌محیطی، اجتماعی تعیین و توسط ۱۰ خبره سازمانی در دو مرحله مورد نظرسنجی قرار گرفت. خبرگان پس از اضافه کردن شاخص تکنولوژی، تمامی عوامل قبلی را تائید نمودند. در مرحله بعدی از ۳۲ زیر شاخص شناسایی‌شده، ۲۹ زیر شاخص تائید و ۳ زیر شاخص نیز حذف شدند. در مرحله دوم با تشکیل جدول مقایسات زوجی برای شاخص‌های تائید شده میزان اهمیت هریک از شاخص‌ها و زیر شاخص به کمک تکنیک تحلیل سلسله مراتبی فازی تعیین گردید. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از شاخص‌های اصلی در انتخاب مواد پلیمری خودرو، شاخص‌های فنی (۰/۳۹۴) و اقتصادی (۰/۳۲۰) دارای بالاترین درجه اهمیت و شاخص تکنولوژی (۰/۰۴۲) دارای پایین‌ترین درجه اهمیت است. همچنین از شاخص اقتصادی، مؤلفه ارزش بازاری (۰/۳۶۴)؛ از شاخص فنی مؤلفه دانسیته (۰/۱۹۹)؛ از شاخص زیست‌محیطی مؤلفه قابلیت بازیافت و استفاده مجدد (۰/۲۶۹)؛ از شاخص اجتماعی، مؤلفه سلامت و ایمنی (۰/۲۵۵)؛ و از شاخص تکنولوژی، مؤلفه امکانات فعلی (۰/۲۶)، حائز بالاترین درجه اهمیت شدند. در این پژوهش در مقایسه با تحقیقات بررسی‌شده مانند گول و همکاران (۲۰۱۸)، استویچوا و همکاران (۲۰۱۸)، علی احمد و همکاران (۲۰۱۵)، ساپوآن و همکاران (۲۰۱۱) سعی نمودیم تا با شناسایی شاخص‌های جدیدتر و جامع‌تر به همراه زیر شاخص‌های مرتبط و تعیین میزان اهمیت آن‌ها بر اساس نظرات خبرگان سازمانی، ریسک انتخاب مواد صحیح و بهینه را در صنعت حساسی مانند صنعت خودرو، بخصوص بخش مواد پلیمری کاهش دهیم.

در انتهای مقاله مواردی همچون محاسبه اهمیت شاخص‌ها با روش‌هایی مانند Entropi، BWM، SWARA و یا ترکیبی از این روش‌ها؛ محاسبه اهمیت شاخص‌ها به‌صورت قطعی، فازی و خاکستری و مقایسه نتایج آن‌ها با یکدیگر؛ محاسبه روابط درونی معیارها با روش‌هایی مانند ANP، مطالعه هم‌زمان چند شرکت با محصول و فرایند تولید مشابه جهت غربال‌سازی صحیح‌تر شاخص‌ها جهت تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد.

٤-منابع

1. Al-Oqla, F. M., & Sapuan, S. M. (2017). Materials selection for natural fiber composites. *Woodhead Publishing*.
2. Ali, B. A., Sapuan, S. M., Zainudin, E. S., & Othman, M. (2015). Implementation of the expert decision system for environmental assessment in composite materials selection for automotive components. *Journal of Cleaner Production*, 107, 557-567.
3. Anojkumar, L., Ilangkumaran, M., & Sasirekha, V. (2014). Comparative analysis of MCDM methods for pipe material selection in sugar industry. *Expert Systems with Applications*, 41(6), 2964-2980.
4. ArbabShirani, B., Ahmadi, A., & Shahriari, M. (2013), Providing a Framework for Determining the Competitive Status of Organizational Resources Based on Competitive Advantage Criteria. *Business Reviews*. 85, Special Issue, [In Persian].
5. Amiri, M., HadiNejad, F., & MalekKhoyan, S. (2017). Evaluation and Prioritization of Suppliers with a Combined Entropy Approach, Modified Hierarchical, and Primitive Analysis Process (Case Study: YouTube). *Journal of Operations Research in its Applications*. 14(4), 20-1. (In percian).
6. Ardakani, M., Ketabi. S., & Mohammad Shafiei, M. (2013). Employee Ranking and Supervisor Selection with a Fuzzy Hierarchical Fuzzy Hierarchy Process Analysis and

Fuzzy Topsis Approach (Case Study, Ghadir Iranian Steel Factory). *Production and Operations Management*, 4(7), 1-22. [In Persian].

7. Azar, A., & Faraji, H. (2015). *Fuzzy Management Science*. Kind Book Institute. (In percian).
8. Bhosale, S. B., Bhowmik, S., & Ray, A. (2018). Multi Criteria Decision Making For Selection Of Material Composition For Powder Metallurgy Process. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4615-4620.
9. Chaudhary, B., Ramkumar, P. L., & Abhishek, K. (2018). Material Selection for Rotational Moulding Process Using Grey Relational Analysis Approach. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 19224-19229.
10. Emovon, I., & Oghenenyerovwho, O. S. (2020). Application of MCDM method in material selection for optimal design: A review. *Results in Materials*, 7, 100115.
11. Farhadi, F., & Fayez, A. (2020). Identifying and prioritizing the factors affecting the evaluation of financing chain management (FSCM) using a mixed approach in Isfahan steel production industries. *Journal of Industrial Management (Sanandaj Azad)*, 50 (14), pp148-157.
12. Gul, M., Celik, E., Gumus, A. T., & Guneri, A. F. (2018). A fuzzy logic based PROMETHEE method for material selection problems. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 68-79.
13. Hajipoor, B., & Momeni, K. (2009). Recognizing the Resource-Based Approach to Organizational Resources and Sustainable Competitive Advantage Study: Saran Production Company. *Management Thought*, 3(1), 77-102.
14. Hosseini,s. Dehghandehnavi,M., Ghorbanizadeh, V., & Rajai, M. (2018), Explaining the Effective Factor Model on Iranian Bank Credits by Fuzzy Delphi Approach. *Perspectives on Financial Management*, 6 (21), 115-131, [In Persian].
15. Hosseinzadeh, A., Pourzarandi, M., & Afshar Kazemi, M. (2020). Analysis of effective factors of organizational architecture in improving supply chain management by hierarchical analysis method (Case study: oil and gas exploitation). *Journal of Industrial Management (Sanandaj Azad)*, 53 (15), 115-134.
16. Hsu, Y. L., Lee, C. H., & Kreng, V. B. (2010). The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 419-425.
17. Jayakrishna, K., Kar, V. R., Sultan, M. T., & Rajesh, M. (2018). Materials selection for aerospace components. In Sustainable Composites for Aerospace Applications (pp. 1-18). *Woodhead Publishing*.
18. Kardaras, D. K., Karakostas, B., & Mamakou, X. J. (2013). Content presentation personalisation and media adaptation in tourism web sites using Fuzzy Delphi Method and Fuzzy Cognitive Maps. *Expert Systems with Applications*, 40(6), 2331-2342.
19. Khajeh, M., Amiri, M., Ulfat, L., & Zandieh, M. (2020). Evaluation and selection of stable suppliers in intuitive fuzzy environment with a combined multi-criteria approach of the best worst and Vicor. *Journal of Operations Research in its Applications*. Seventeenth year, 1 (64 consecutive, spring 99),48-25. (In percian).
20. Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P., & Bansal, R. C. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69, 596-609.
21. Latifi, S., Raheli, H., Yadavar, H., sadi, H., & Shahrestani, S. (2018), Identifying and Explaining the Implementation Processes of Conservation Agricultural Development in Iran by Fuzzy Delphi Approach. *Iranian Biosystems Engineering*, 1, 107-120, [In Persian].

22. Loganathan, A., & Mani, I. (2018). A fuzzy based hybrid multi criteria decision making methodology for phase change material selection in electronics cooling system. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 2943-2950.
23. Mahmoudkelaye, S., Azari, K. T., Pourvaziri, M., & Asadian, E. (2018). Sustainable material selection for building enclosure through ANP method. *Case Studies in Construction Materials*, 9, e00200.
24. Mehmood, Z., Haneef, I., & Udrea, F. (2018). Material selection for Micro-Electro-Mechanical-Systems (MEMS) using Ashby's approach. *Materials & Design*, 157, 412-430.
25. Mehri, Ali. (2004), A Theoretical Look at Sustainable Competitive Advantage. *Tadbir Journal*, No. 140, 33-39, [In Persian].
26. Moradian, M., Modanloo, V., & Aghaiee, S. (2018). Comparative analysis of multi criteria decision making techniques for material selection of brake booster valve body. *Journal of Traffic and Transportation Engineering* (English Edition).
27. Okokpujie, I. P., Okonkwo, U. C., Bolu, C. A., Ohunakin, O. S., Agboola, M. G., & Atayero, A. A. (2020). Implementation of multi-criteria decision method for selection of suitable material for development of horizontal wind turbine blade for sustainable energy generation. *Heliyon*, 6(1), e03142.
28. Patnaik, P. K., Swain, P. T. R., Mishra, S. K., Purohit, A., & Biswas, S. (2020). Composite material selection for structural applications based on AHP-MOORA approach. *Materials Today: Proceedings*, 33, 5659-5663.
29. Perçin, S. (2008). Use of fuzzy AHP for evaluating the benefits of information-sharing decisions in a supply chain. *Journal of Enterprise Information Management*, 21(3), 263-284.
30. Rezaei, M., Tazesh, Y., Omidipour, M., & Moeinmehr, A. (2018), Finding Armestan Using Fuzzy Delphi Hierarchical Analysis and Geographic Information System (Case Study: Lake City). *Regional Planning Quarterly*, 7, 28, [In Persian].
31. Sanjay, M. R., Jawaid, M., Naidu, N. V. R., & Yogesha, B. (2019). TOPSIS method for selection of best composite laminate. In Modelling of Damage Processes in Biocomposites, Fibre-Reinforced Composites and Hybrid Composites (pp. 199-209). *Woodhead Publishing*.
32. Samadimiarkolai, H., Samadimiarkolai, H., & Bastami, M., (2017). Applying fuzzy Delphi method and fuzzy group hierarchy process in identifying and ranking indicators affecting the development of organizational entrepreneurship. *Innovation and value creation*. 6(11), 61-74. (In percian).
33. Sapuan, S. M., Kho, J. Y., Zainudin, E. S., Leman, Z., Ali, B. A., & Hambali, A. (2011). Materials selection for natural fiber reinforced polymer composites using analytical hierarchy process. *NISCAIR-CSIR, India*.
34. Singh, A. K., Avikal, S., Kumar, K. N., Kumar, M., & Thakura, P. (2020). A fuzzy-AHP and M− TOPSIS based approach for selection of composite materials used in structural applications. *Materials Today: Proceedings*.
35. Stoffels, P., Kaspar, J., Bähre, D., & Vielhaber, M. (2018). Integrated product and production engineering approach–a tool-based method for a holistic sustainable design, process and material selection. *Procedia Manufacturing*, 21, 790-797.
36. Sohrabi, R., Shawardi, M., & Bashiri, V. (2012). Model of using fuzzy AHP and balanced scorecard to select the appropriate ERP system (Case study: Company behpakhsh). *Journal of Industrial Management (Sanandaj Azad)*, 19 (7), pp109-130.

37. Stoycheva, S., Marchese, D., Paul, C., Padoan, S., Juhmani, A. S., & Linkov, I. (2018). Multi-criteria decision analysis framework for sustainable manufacturing in automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, 187, 257-272.
38. Tian, G., Zhang, H., Feng, Y., Wang, D., Peng, Y., & Jia, H. (2018). Green decoration materials selection under interior environment characteristics: A grey-correlation based hybrid MCDM method. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 682-692.
39. Torfi, F., Farahani, R. Z., & Rezapour, S. (2010). Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and Fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. *Applied Soft Computing*, 10(2), 520-528.
40. Xue, Y. X., You, J. X., Lai, X. D., & Liu, H. C. (2016). An interval-valued intuitionistic fuzzy MABAC approach for material selection with incomplete weight information. *Applied Soft Computing*, 38, 703-713.
41. Yang, S. S., Nasr, N., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2017). Designing automotive products for remanufacturing from material selection perspective. *Journal of Cleaner Production*, 153, 570-579.
42. Zabihilahremi, E. (2010), Processes and mechanisms for creating and maintaining sustainable competitive advantage. *International Conference on Financial Services Marketing*, 2, [In Persian].
43. Zhang, H., Wu, Y., Wang, K., Peng, Y., Wang, D., Yao, S., & Wang, J. (2020). Materials selection of 3D-printed continuous carbon fiber reinforced composites considering multiple criteria. *Materials & Design*, 196, 109140.
44. Zhang, Q., Hu, J., Feng, J., & Liu, A. (2020). A novel multiple criteria decision making method for material selection based on GGPFWA operator. *Materials & Design*, 195, 109038.
45. Zindani, D., & Kumar, K. (2018). Material Selection for Turbine Seal Strips using PROMETHEE-GAIA Method. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 17533-17539.

Identification and Ranking of Competitive Advantage Factors Affecting, the Choice Problemof Polymeric Materials Using Fuzzy Hybrid Approach

Morteza yousefi
PhD Student of Industrial Management, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.
Nabiollah Mohammadi (Corresponding Author)
Assistant Professor, Department of Management, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.
Email:nabi_mohammadi@yahoo.com
Homa doroudi
Associate Professor, Department of Management, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

Abstract
Today, due to the complexity and involvement of various factors in the discussion of material selection, manufacturers in the field of competition need a strong and scientific tool that identify all the factors influencing the choice of materials, determine the importance these factors and balance them .In this research, we try to present a fuzzy hybrid approach to identify and prioritize the factors influencing the selection of automotive polymeric materials. For this purpose, after reviewing the experimental records by surveying organizational experts and using fuzzy Delphi technique, we identified and screened the factors of competitive advantage affecting the selection of materials and we weighted and prioritized these factors using fuzzy hierarchical analysis technique. Based on the results obtained by fuzzy Delphi technique, five indicators identified and sieved: economic, technical, environmental, social and technology inclusive of 29 related sub-indicators. Then we calculated the importance of indices and sub-indices using fuzzy hierarchical analysis technique. The results showed that the highest importance is related to technical and economic indicators and the least importance is related to technology index. In addition,from the economic index Sub-index the market value, From the technical index Sub-index the weight, From the environmental index Sub-index the recyclability, From the social index Sub-index the health and safety and from the technology index Sub-index the current facilities, obtained the highest degree of importance.

Keywords: Automotive polymeric materials, Factors affecting the choice of materials, Fuzzy approach.