فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی (مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال هفدهم/ شماره ۶۰ / تابستان ۱۴۰۱

شناسایی معیارها و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان پایدار در زنجیره تامین شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان با استفاده از روش تحلیل تم و مارکوس

فرزاد تاجمیری رستمی
کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، موسسه آموزش عالی نورهدایت شهرکرد، شهرکرد، ایران
فرهاد فرهادی (نویسنده مسؤول)
دکتری مدیریت صنعتی، مدرس موسسه آموزش عالی نورهدایت شهرکرد، شهرکرد، ایران
Email: farhad.farhadi90@ noorhedayat.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۲ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۳/۰۵

چکیده

با افزایش مقررات و محدودیت‌های زیست‌محیطی و افزایش آگاهی اجتماعی به منظور دستیابی به اهداف توسعه پایدار، نظارت دولت درباره مباحث زیست محیطی و اجتماعی در سازمان‌ها سختگیرانه‌تر شده است. از اینرو هدف از انجام این پژوهش شناسایی معیارها و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان پایدار سنگ آهن شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جدید MARCOS می‌باشد. پژوهش حاضر از نوع کاربردی می‌باشد که به روش کیفی- کمی انجام شده است. جامعه آماری این پژوهش خبرگان بخش خرید و تامین مواد اولیه شرکت سهامی ذوب‌آهن اصفهان بوده است که با روش نمونه‌گیری هدفمند ده نفر از خبرگان انتخاب شده‌اند. در بخش کیفی پژوهش شناسایی معیارها با روش تحلیل تم و از طریق مصاحبه با خبرگان انجام شده است. سپس از روش AHP برای محاسبه وزن معیارها استفاده شده است و در نهایت با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره براساس راه‌حل توافقی MARCOS رتبه‌بندی و ارزیابی هفت تامین‌کننده عمده سنگ آهن با تاکید بر اصول پایداری و با کدنویسی در محیط نرم‌افزار MATLAB 2019a انجام شده است. براساس نتایج بدست آمده پانزده معیار در سه بخش اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شناسایی شده است که پس از محاسبه وزن معیارها، کیفیت، تحویل به موقع، مسئولیت اجتماعی، قابلیت اطمینان، تعهد به قوانین، کنترل آلودگی و مسافت دارای اهمیت بالاتری بوده‌اند. لازم به ذکر است که معیارهای شناسایی شده در این پژوهش با منابع موجود مطابقت خوبی داشته است. همچنین نتایج بدست آمده از روش MARCOS با نتایج روش‌های تاپسیس، کوپراس، ویکور و SAW مطابقت داشته است.

کلمات کلیدی: تصمیم‌گیری چند معیاره، رتبه‌بندی تامین‌کنندگان، روش مارکوس، ذوب آهن اصفهان، مدیریت زنجیره تامین پایدار.

۱-مقدمه

از دهه نود میلادی، رقابت شرکت‌ها در بازارهای جهانی روندی رو به رشد داشته و شرکت‌ها در راستای افزایش توان رقابتی خود به دنبال بهبود کارایی کسب و کار و افزایش رضایت مشتریان هستند (Kannan and Tan, 2005). از طرفی تحویل به موقع کالای با کیفیت به مشتریان با قیمت تمام شده کمتر از عوامل مهم افزایش توان رقابتی شرکت‌ها است (Tan et al., 2001). و دستیابی شرکت به توان رقابتی، بدون توجه و تمرکز بر مبحث مدیریت زنجیره تامین امکان‌پذیر نمی‌باشد. در واقع مدیریت زنجیره تامین که شامل کلیه فعالیت‌های جابه‌جایی مواد اولیه تا مرحله محصول نهایی، جریان اطلاعات و تبادلات مالی می‌باشد، که موجب افزایش عملکرد کسب و کار و افزایش توان رقابتی شرکت‌ها در بازارهای جهانی می‌گردد (Aghajani et al., 2018).

از آنجا که کشور ایران، یک کشور در حال توسعه است، ضروری است که شرکت‌ها با شناخت صحیح اصول اساسی توسعه پایدار برای توسعه کشور به نحوی پایدار تلاش کنند. توسعه پایدار به معنی توسعه و پیشرفت نسل حاضر با حفظ و نگهداشت منابع برای توسعه نسل آینده می‌باشد و این مفهوم، در سال ۱۹۸۷ توسط کمیسیون برانتلند سازمان ملل معرفی شده است (Chaharsoghi and Ashrafi,2014). در پایداری، سه جنبه اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی با هم به‌طور کامل در تعامل هستند. مفهوم زنجیره تامین پایدار نیز براساس سه جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی توسعه یافته است. در اکثر مطالعات مربوط به زنجیره تامین به جنبه‌های اقتصادی به عنوان مثال حداقل شدن هزینه‌ها، توجه شده است. امروزه با افزایش آگاهی مشتریان، افزایش سخت‌گیری‌ها و مقررات محیط زیستی و همچنین تمرکز بر موضوعات اجتماعی از طرف دولت، مسائل اجتماعی و محیط زیستی نیز در برنامه‌ریزی‌های مربوط به زنجیره تامین مورد توجه گسترده قرار گرفته است (Ardavan et al., 2018).

بر این اساس، انتخاب تامین‌کنندگان با تمرکز بر اصول پایداری، نقطه شروعی جهت ایجاد زنجیره تامین پایدار است. تنوع تامین‌کنندگان موجب می‌شود که انتخاب تامین‌کنندگان پایدار فرایندی پیچیده گردد. و به هر میزان سطح پیچیدگی مرتبط با عوامل تاثیرگذار بر عملکرد تامین‌کنندگان افزایش یابد به همان میزان پیچیدگی مربوط به انتخاب و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان نیز افزایش می‌یابد. از اینرو مسئله انتخاب تامین‌کننده پایدار، نیازمند به‌کارگیری دقت بالا در تصمیم‌گیری با استفاده از روش‌ها و ابزارهای خاص برای تحلیل عوامل متعدد مرتبط با آن می‌باشد. به همین‌دلیل استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب تامین‌کننده پایدار از قابلیت‌های مناسبی برخودار است(Khatami Firouz Abadi et al., 2015).

صنعت فولاد، یکی از صنایع بزرگ، زیربنایی و پراهمیت کشور است که سهم شایانی در ایجاد اشتغال داشته است و موتور محرکی برای رشد و توسعه در سایر صنایع می‌باشد. شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان به عنوان خط مقدم جبهه صنعت یکی از پیشکسوتان صنعت فولاد در کشور می‌باشد. تامین مواد اولیه به عنوان یکی از نیازهای مهم و اصلی در صنعت فولاد کشور محسوب می‌شود. ماده اولیه تولید فولاد، سنگ آهن، زغال سنگ و سنگ آهک می‌باشد و امروزه به علت ارزش اقتصادی آهن، آهن قراضه نیز جمع‌آوری گردیده و پس از انجام عملیات بازیافت، به چرخه تولید برگشت داده می‌شود. در چند سال گذشته با نوسانات فراوان و همچنین نرخ صعودی ارز در کشور و همچنین افزایش قیمت جهانی سنگ آهن، میزان صادرات سنگ آهن با کیفیت از ایران به سایر کشورهای جهان افزایش یافته است. در نتیجه این امر شرکت‌های سازنده فولاد در داخل کشور برای تامین سنگ آهن مورد نیاز و با کیفیت مطلوب با مشکلات بسیاری روبرو شده‌اند. شرکت ذوب آهن اصفهان به عنوان بزرگترین تولید کننده فولاد در کشور، از این قاعده مستثنی نبوده و مسائل پیش‌آمده در رابطه با تامین سنگ آهن در این شرکت منجر به کاهش میزان تولید فولاد شده است. که متعاقبا منجر به از دست رفتن برخی از فرصت‌های شغلی در زنجیره صنعت فولاد شده است.

به طور کلی تحقیقات محدودی در رابطه با ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در صنعت فولاد و با در نظر گرفتن سه فاکتور اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی انجام شده است. در مطالعات انجام شده از روش‌های تحلیل سلسله مراتبی (Deng et al., 2014)، روش تاپسیس (Ghamari et al., 2021; Azimifard et al., 2018) ، ویکور (You et al., 2015) ، تحلیل پوششی داده‌ها (Amindoust 2018a; Alikhani et al., 2018) و دیمتل (Kumar et al., 2018) برای انتخاب

تامین‌کننده پایدار استفاده شده است. علاوه بر این برای مقابله با ابهامات در روند تصمیم‌گیری واقعی روش‌های تاپسیس فازی (Oroojeni Mohammad Javad et al., 2020) و تئوری خاکستری (Ardavan et al., 2018) تحلیل پوششی داده‌های فازی (Amindoust, 2018b) برای انتخاب تامین‌کننده پایدار استفاده شده‌اند. امروزه بیشتر از روش‌های ترکیبی برای انتخاب تامین‌کننده استفاده می‌شود. ادبی فیروزجایی و صفایی (۲۰۱۷) از رویکرد ترکیبی دیمتل و ویکور خاکستری و تکنیک بهترین بدترین برای انتخاب تامین‌کننده تاب آور استفاده کرده‌اند. فرهادی و همکاران (۲۰۲۰) برای انتخاب تامین کننده تاب آور از ترکیب روش‌های تحلیل تم و کوالی‌فلکس استفاده کرده‌اند. زو و همکاران (۲۰۱۸) از ترکیب روش‌های دیمتل، ویکور و تحلیل شبکه برای انتخاب تامین‌کننده پایدار استفاده کرده‌اند. در جدول ۱ مروری بر تحقیقات انجام شده در زمینه انتخاب تامین‌کننده پایدار در سال‌های اخیر آورده شده است.

جدول شماره (۱): انتخاب تامین‌کننده پایدار در منابع

مرجع	شناسایی معیارها	محاسبه اوزان	رتبه‌بندی	معیارها	زیرمعیارها
قمری و همکاران (۲۰۲۱)	مرور منابع، نظر خبرگان و تحلیل میک مک	روش بهترین-بدترین	تاپسیس	اقتصادی	تحویل، کیفیت، تکنولوژی، قدرت مالی، انعطاف‌پذیری و ارائه خدمات.
				اجتماعی	شهرت و جایگاه تامین‌کننده در صنعت، نفوذ ذی‌نفعان، حساسیت نسبت به شرایط سیاسی، مسئولیت اجتماعی، موجودی استراتژیک، در دسترس بودن تامین‌کننده پشتیبان.
				زیست محیطی	مصرف آب، کنترل آلودگی
اردوان و همکاران (۲۰۱۸)	نظر خبرگان	نظر خبرگان	تئوری خاکستری	اقتصادی	هزینه، قابلیت اطمینان در تحویل، کیفیت، قابلیت تکنولوژی.
				اجتماعی	اشتغال، سلامتی و ایمنی، نفوذ جوامع محلی، نفوذ ذی نفعان.
				زیست محیطی	تولید آلودگی، مصرف منابع، طراحی زیست محیطی، نظام مدیریت زیست محیطی.
سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)	نظر خبرگان	دیمتل خاکستری	-	اقتصادی	هزینه، تحویل، کیفیت، تکنولوژی، قدرت مالی و روابط، عدم پذیرش مواد معدوم، انعطاف‌پذیری و ارائه خدمات.
				اجتماعی	رضایت مشتریان، سلامت و امنیت، آموزش کارکنان.
				زیست محیطی	کنترل آلودگی، لجستیک معکوس، کنترل مصرف منابع.
امین‌دوست (۲۰۱۸)	آنالیز پوششی داده‌های ناحیه اطمینان و تحلیل فازی			اقتصادی	هزینه، تحویل به موقع، کیفیت، فناوری، انعطاف‌پذیری و ارائه خدمات، قدرت مالی و قابلیت اطمینان.
				اجتماعی	مسئولیت‌پذیری، کاهش ریسک، قرارداد تامین‌کننده پشتیبان، تفکیک جغرافیایی، مشارکت، ظرفیت بازسازی، موجودی مازاد، حقوق مردم، تعهدات مدیریت اجتماعی.
				زیست محیطی	قابلیت طراحی سبز، سیستم مدیریت زیست محیطی، قابلیت‌های زیست محیطی، کنترل آلودگی، راندمان انرژی، بازیابی دوستدار محیط زیست، طراحی و توسعه سبز و نوآوری، سلامت محیط کار و ایمنی کارگر.
امین‌دوست (۲۰۱۸)	آنالیز پوششی داده‌های فازی وروش تاپسیس فازی شهودگرایانه			اقتصادی	هزینه، تحویل، کیفیت، تکنولوژی، خدمات پس از فروش.
				اجتماعی	ایمنی محیط کار و سلامت کارگران، اخلاقیات.
				زیست محیطی	کنترل آلودگی، سیستم مدیریت زیست محیطی.
کومار و همکاران (۲۰۱۸)	نظر خبرگان	نظر خبرگان	تاپسیس فازی	اقتصادی	هزینه، تحویل، کیفیت، عملکرد.
				اجتماعی	شهرت

عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)	استفاده از منابع	AHP	تاپسیس	اقتصادی	تکنولوژی، قیمت، کیفیت، هزینه تولید، هزینه حمل و نقل، فاصله، تحویل.
				اجتماعی	آموزش، شهرت، حقوق انسان‌ها، کار اجباری و کودکان کار، رضایت مشتریان، تعداد کارمندان.
				زیست محیطی	مصرف منابع و انرژی ، آلودگی، دانش زیست محیطی، انتشار کربن‌دی‌اکسید و مصرف آب.
اروجنی و همکاران (۲۰۲۰)	نظر خبرگان	روش بهترین- بدترین	تاپسیس فازی		همکاری‌ها، سرمایه گذاری های زیست محیطی و منافع اقتصادی، ابتکارات مدیریت محیط زیست، ابتکارات تحقیق و طراحی، قابلیت خرید سبز، تعهدات نظارتی ، فشارها و تقاضای بازار.

از اینرو هدف از انجام این پژوهش شناسایی معیارها و انتخاب و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان پایدار سنگ آهن در زنجیره تامین شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان با تمرکز بر معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌باشد. نوآوری این پژوهش در بررسی پایداری و انتخاب تامین کننده پایدار برای سنگ آهن با استفاده از روش جدید مارکوس و ترکیب این روش با روش‌های تحلیل تم و AHP می‌باشد. در ادامه به بررسی روش پژوهش پرداخته شده است و سپس یافته‌های پژوهش گزارش شده است. و پس از جمع‌بندی نتایج به بحث پیرامون آنها پرداخته شده است. در نهایت نتیجه‌گیری آورده شده است.

۲- روش‌شناسی پژوهش

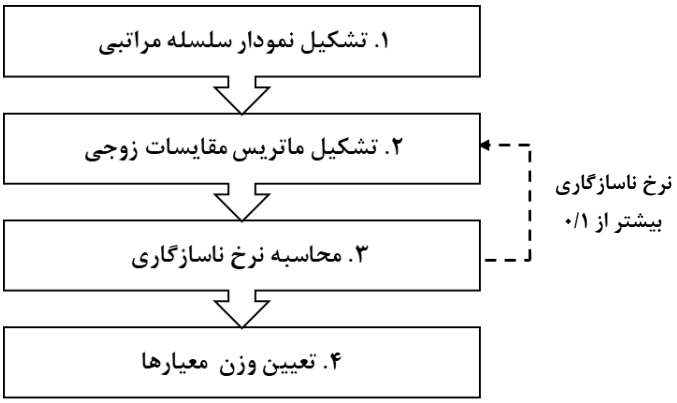
در این پژوهش انتخاب تامین‌کننده پایدار سنگ آهن در شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان در سه مرحله انجام شده است. در مرحله اول، تیمی از افراد خبره تشکیل داده شد و مجموعه‌ای از گزینه‌ها برای تامین‌کنندگان انتخاب شد. با استفاده از روش تحلیل تم و طی مصاحبه با خبرگان، معیارها و زیرمعیارهای اصلی برای رتبه‌بندی تامین‌کنندگان پایدار شناسایی و مدل تصمیم‌گیری چند معیاره ایجاد شد. مدلسازی اولویت‌های خبرگان به عنوان مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره حوزه جذابی از تحقیقات امروزه را تشکیل داده است که موضوع مطالعات اکثر محققان در دهه اخیر بوده است. در مرحله دوم و پس از تعریف مساله به صورت مجموعه ای از گزینه‌ها و معیارها، وزن هر کدام از معیارها برای سطوح مختلف ساختار سلسله مراتبی مساله محاسبه شد. در مرحله سوم با استفاده از وزن‌های محاسبه شده برای معیارها، ارزیابی تامین‌کنندگان با روش مارکوس انجام شده است. که در ادامه هر کدام از این روش‌ها توضیح داده شده است. لازم به ذکر است که کدنویسی مربوط به روش‌های مورد استفاده در این پژوهش در محیط نرم‌افزار MATLAB 2019a انجام شده است.

الف) تحلیل تم

در این پژوهش برای شناسایی معیارهای موثر بر تصمیم‌گیری و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان، از روش تحلیل تم باز و بدون محدودیت استفاده شده است. تحلیل تم روشی انعطاف‌پذیر و سریع برای شناسایی، تحلیل و بیان الگوهای موجود درون داده‌ها است. داده‌های اولیه، از طریق مصاحبه با خبرگان جمع‌آوری می‌شوند. سپس مجموعه‌ای از داده‌های گردآوری شده، سازماندهی و در قالب جزییاتی ارزشمند توصیف می‌شوند (Farhadi et al., 2020). در این روش، هر تم شامل اطلاعات مفید و مرتبط استخراج شده از داده‌ها در راستای پاسخ به پرسش پژوهش بوده و حاصل از شناسایی الگو در مجموعه داده‌ها است (Hashemi & Qasemi, 2020). به طور کلی تحلیل تم از دو روش استقرایی (پایین به بالا) و قیاسی (بالا به پایین) انجام می‌شود. در روش استقرایی، داده‌های متنی یا غیر متنی، کدگذاری شده و کدهای مشابه در یک تم قرار می‌گیرند. و در واقع در روش استقرایی تم‌ها از پیش تعیین شده نبوده و در روند تحلیل داده‌ها، الگوها و تم‌ها شناسایی می‌شوند. در روش قیاسی قبل از کدگذاری، تم‌هایی توسط پژوهشگر تعریف شده و سپس کدهای استخراج شده از داده‌ها به تم‌های تعریف شده نسبت داده می‌شوند. براین اساس تحیل تم به روش استقرایی داده محور و تحلیل تم به روش قیاسی پژوهشگر محور می‌باشد. در این پژوهش از روش تحلیل تم استقرایی شش مرحله‌ای کلارک و براون (۲۰۰۶) استفاده شده است. برای بررسی روایی روش از اعتباریابی توسط اعضا (حین مصاحبه، محقق صحت برداشت خود از گفته‌های مصاحبه شوندگان را کنترل کرده و صحت آنها با کمک مصاحبه‌کنندگان تایید می‌گردد.) و بازبینی توسط همکاران استفاده شده است. بررسی پایایی نیز با روش درصد توافق بین دوکدگذار انجام گردید.

ب) روش (AHP)

واژه AHP مخفف عبارت Analytical Hierarchy process به معنی فرایند تحلیل سلسله مراتبی است این روش در سال ۱۹۸۰ توسط آقای ساعتی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره ارائه شده است. در اولین قدم از این روش باید معیارهای موثر و مورد نظر شناسایی شوند. سپس گزینه‌های مساله تصمیم‌گیری براساس معیارهای شناسایی شده، ارزیابی می‌شوند. روش AHP یکی از روش‌های پرکاربرد برای رتبه‌بندی و تعیین اهمیت عوامل است که هر دو ارزیابی عینی و ذهنی را در قالبی یکپارچه با مقایسات زوجی ترکیب کرده و مساله را به‌شکلی سلسله مراتبی سازماندهی می‌کند. در شکل ۱ الگوریتم روش AHP آورده شده است.



شکل شماره (۱): الگوریتم روش AHP

ج) روش مارکوس (MARCOS)

روش مارکوس بر مبنای تعریف رابطه‌ی بین گزینه‌ها و مقادیر مرجع (گزینه ایده‌آل و غیرایده‌آل) می‌باشد و توسط استویچ و همکاران در سال ۲۰۱۹ ارائه شده است. بر اساس روابط تعریف شده تابع بهره مربوط به هر گزینه محاسبه شده و رتبه‌بندی توافقی بر اساس رابطه هر گزینه با گزینه ایده‌آل و غیرایده‌آل انجام می‌شود. اولویت‌های تصمیم‌گیری براساس تابع بهره تعریف می‌شوند. تابع بهره، نشان‌دهنده موقعیت هر گزینه را در مقایسه با گزینه ایده‌آل و غیرایده‌آل است. مقدار تابع بهره برای بهترین گزینه یک است که در واقع نشان‌دهنده گزینه ایده‌آل است و بیشترین فاصله را با گزینه غیرایده‌آل دارد. الگوریتم روش مارکوس در شکل ۲ آورده شده است.

شکل شماره (۲) الگوریتم روش مارکوس

۳- نتایج و بحث

شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان، سنگ آهن مورد نیاز خود را از طریق هفت تامین‌کننده اصلی داخلی سنگ‌آهن مگنتیت تامین می‌کند. در این بخش از تحقیق طی مصاحبه با ده نفر از خبرگان شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان و با استفاده از روش تحلیل تم عوامل موثر بر انتخاب تامین‌کننده پایدار تعیین شده است. شرایط زیر برای انتخاب افراد خبره شرکت کننده تعیین شده است:

- دارا بودن حداقل مدرک کارشناسی ارشد
- دارا بودن حداقل ۱۲ سال سابقه کار
- دارا بودن حداقل ۵ سال سابقه مدیریت

در جدول ۲ اطلاعات جمعیت‌شناختی خبرگان شرکت‌کننده در مصاحبه و پرسش‌نامه‌های این پژوهش آورده شده است.

جدول شماره (۲): اطلاعات جمعیت شناختی خبرگان

خبره	جنسیت	سابقه کار (سال)	سابقه مدیریت (سال)	تحصیلات
خبره اول	مرد	۲۸	۱۸	کارشناسی ارشد
خبره دوم	مرد	۲۵	۱۵	کارشناسی ارشد
خبره سوم	مرد	۲۰	۸	کارشناسی ارشد
خبره چهارم	مرد	۲۲	۱۰	کارشناسی ارشد
خبره پنجم	مرد	۱۸	۹	کارشناسی ارشد
خبره ششم	مرد	۱۷	۹	کارشناسی ارشد
خبره هفتم	مرد	۱۶	۷	کارشناسی ارشد
خبره هشتم	مرد	۱۵	۶	کارشناسی ارشد
خبره نهم	مرد	۱۶	۸	کارشناسی ارشد
خبره دهم	مرد	۱۵	۷	کارشناسی ارشد

از اینرو پس از انجام مصاحبه، ترانویسی فایل‌های صوتی انجام شده و کدهای مفید، غیرتکراری و اصلی از متن استخراج شده است. پس از بررسی کدها، تم‌های تفسیری و سپس تم‌های فراگیر استخراج شده از متن تعیین شده‌اند. براساس مفاهیم بدست آمده این تم‌ها در سه دسته اقتصادی، اجتماعی و محیطزیستی تقسیم‌بندی شده‌اند. در مرحله اول تعداد ۶۱ کد اولیه استخراج شد که پس از بررسی و حذف کدهای تکراری و ادغام کدهای با مفهوم مشابه و ایجاد کد جدید، ۳۸ تم تفسیری ایجاد شده است. در مرحله بعد و پس از بررسی تم‌های تفسیری بدست آمده، ۱۵ تم فراگیر در قالب سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیطزیستی به شرح **Error! Reference source not found.**۳ استخراج شده است.

جدول شماره (۳): تم‌های تفسیری و فراگیر استخراج شده

بعد پایداری	نماد	مضمون فراگیر	مضمون تفسیری
اقتصادی	C_{11}	قیمت	• مقرون به صرفه بودن • سودآوری شرکت و کاهش هزینه‌ها
	C_{12}	کیفیت	• کیفیت مناسب • سازگاری محصول با فرایند • رضایت سایر مشتریان • تامین کیفی یکنواخت و مستمر • فرایند تولید موثر ومنظم
	C_{13}	تحویل به موقع	• تحویل سنگ آهن به موقع و در زمان مناسب • روش تحویل
	C_{14}	قابلیت اطمینان	• حصول اطمینان از تامین مواد اولیه در دوره چندساله • تامین کمی یکنواخت و مستمر • عدم اطمینان ناشی از عوامل احتمالی • حجم نقدینگی • توان اقتصادی و فنی

	C_{15}	مسافت	• برنامه‌ریزی حمل و نقل • مسافت
	C_{21}	شهرت	• حسن اعتبار نزد خریداران • شناخت تامین‌کننده
	C_{22}	مسئولیت اجتماعی	• عمل به مسئولیت اجتماعی و ماموریت ملی • پایبندی به مسائل اجتماعی • رعایت حقوق کارکنان
اجتماعی	C_{23}	تعهد به قوانین	• متعهد به مشتری • متعهد به آرمان‌های کشور • قابلیت اعتماد • آزمایش عملکرد تامین‌کننده
	C_{24}	آموزش کارکنان	• آموزش کارکنان به طور مستمر وموثر • کارکنان کارآزموده و باتجربه • آموزش کارکنان متناسب با تکنولوژی‌های روز
	C_{25}	ایمنی و سلامت کارکنان	• سلامت • ایمنی • خدمات رفاهی
	C_{31}	الزامات محیط زیستی	• تایید سازمان محیط زیست • الزامات زیست‌محیطی
	C_{32}	بازسازی طبیعت	• بازسازی و برگشت برداشت‌های انجام شده
محیط زیستی	C_{33}	کنترل آلودگی	• تخریب زیست محیطی • حفظ طبیعت
	C_{34}	محصولات سبز	• میزان آلایندگی وعناصر مضر
	C_{35}	استانداردهای ایزو کسب شده	• کسب استانداردهای ایزو

با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و براساس ماتریس‌های مقایسات زوجی تکمیل شده توسط هرکدام از تصمیم‌گیرندگان، وزن هرکدام از زیرمعیارهای شناسایی شده برای سه بعد پایداری شامل اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی محاسبه شده است. وزن نهایی هر کدام از زیرمعیارها با استفاده از میانگین حسابی وزن بدست آمده برای آن زیرمعیار توسط تصمیم‌گیرندگان مختلف محاسبه شده است. لازم به ذکر است که وزن سه معیار اصلی اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی نیز به روش AHP محاسبه شده است. برای محاسبه وزن کلی هرکدام از زیر معیارها به منظور استفاده در رتبه‌بندی تامین‌کنندگان، وزن متوسط محاسبه شده برای هر زیر معیار در وزن معیار مربوطه ضرب شده و به عنوان وزن کلی در نظر گرفته شده است. وزن متوسط و وزن کلی هر کدام از زیر معیارها در جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول شماره (۴): وزن متوسط و وزن کلی محاسبه شده برای معیارهای تصمیم‌گیری توسط تصمیم‌گیرندگان و با روش AHP

اقتصادی	۰/۶۵۲	زیرمعیار	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}
		وزن متوسط	۰/۰۵۸	۰/۴۴۷	۰/۲۶۳	۰/۱۲۳	۰/۱۰۹
		وزن کلی	۰/۰۳۶	۰/۳۰۲	۰/۱۸۱	۰/۰۸۶	۰/۰۴۶
اجتماعی	۰/۲۳۵	زیرمعیار	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{25}
		وزن متوسط	۰/۱۲۲	۰/۴۴۸	۰/۲۱۵	۰/۰۷۱	۰/۱۴۴
		وزن کلی	۰/۰۲۶	۰/۱۰۸	۰/۰۵۴	۰/۰۱۶	۰/۰۳۱
محیط زیستی	۰/۱۱۳	زیرمعیار	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}

وزن متوسط	۰/۱۰۱	۰/۲۴۸	۰/۴۰۵	۰/۱۷۲	۰/۰۷۴
وزن کلی	۰/۰۱۱	۰/۰۲۹	۰/۰۴۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۶

پس از محاسبه وزن معیارها، رتبه‌بندی تامین‌کنندگان با استفاده از روش جدید مارکوس انجام شده است. مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مذکور شامل پانزده معیار و هفت گزینه می‌باشد که به روش گروهی و توسط ده تصمیم‌گیرنده تکمیل شده است. نتایج بدست آمده از پرسشنامه‌ها براساس طیف زیر کمی‌سازی شده است.

خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف	خیلی ضعیف
۹	۷	۵	۳	۱

بدین ترتیب ماتریس تصمیم ابتدا توسط هرکدام از تصمیم‌گیرندگان تکمیل شده و در نهایت ماتریس تصمیم اصلی اولیه مورد استفاده برای رتبه‌بندی با روش مارکوس، با استفاده از میانگین هندسی آنها محاسبه شده است. سپس با استفاده از معادلات ۱ و ۲ با تعریف گزینه‌های ایده‌آل و غیرایده‌آل ماتریس تصمیم بسط‌یافته تشکیل شده است (جدول ۵). گزینه غیرایده‌آل بدترین حالت‌های ممکن را در نظر می‌گیرد به صورتی‌که برای معیارهای هزینه بیشترین مقدار و برای معیارهای سود کمترین مقدار به عنوان حالت غیرایده‌آل در نظر گرفته می‌شود. وگزینه ایده‌آل شامل بیشترین مقدار برای معیارهای سود و کمترین مقدار برای معیارهای هزینه می‌باشد. لازم به ذکر است که در مساله مورد بررسی، دو زیرمعیار قیمت (C_{11}) و مسافت (C_{15}) زیرمعیارهای هزینه و منفی و سایر زیرمعیارها مربوط به گروه سود و مثبت می‌باشند.

$$AAI = \min_i x_{ij} \quad if \ \ j \in B \qquad and \quad \max_i x_{ij} \quad if \ \ j \in C$$ رابطه (۱)

$$AI = \max_i x_{ij} \quad if \ \ j \in B \qquad and \quad \min_i x_{ij} \quad if \ \ j \in C$$ رابطه (۲)

در این تعاریف، B نشان‌دهنده مجموعه معیارهای سود و مثبت و C نشان‌دهنده مجموعه معیارهای هزینه و منفی است.

به منظور ایجاد ماتریس نرمال $N = [n_{ij}]_{m\times n}$، با استفاده از معادله شماره ۳، مقادیر نرمال‌شده برای معیارهای هزینه و با استفاده از معادله شماره ۴ مقادیر نرمال‌شده (جدول شماره ۶) برای معیارهای سود محاسبه شده است.

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \qquad if \ \ j \in C$$ رابطه (۳)

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \qquad if \ \ j \in B$$ رابطه (۴)

در مرحله بعد با استفاده از معادله ۵ و از طریق ضرب ماتریس نرمال در ماتریس وزن معیارها، ماتریس نرمال‌شده وزنی $V = [v_{ij}]_{m\times n}$ محاسبه شده است (جدول شماره ۷)

$$v_{ij} = n_{ij} \times \ w_j$$ رابطه (۵)

جدول شماره (۵) ماتریس تصمیم بسط‌یافته

C_{35}	C_{34}	C_{33}	C_{32}	C_{31}	C_{25}	C_{24}	C_{23}	C_{22}	C_{21}	C_{15}	C_{14}	C_{13}	C_{12}	C_{11}	
۱/۸۳۸	۳/۵۰۰	۳/۶۸۰	۳/۹۳۶	۴/۶۶۳	۴/۳۶۰	۴/۶۶۳	۴/۰۷۶	۳/۷۴۳	۴/۶۶۳	۴/۴۳۵	۲/۱۴۱	۳/۰۰۵	۲/۳۷۱	۳/۵۰۰	AAI
۱/۸۳۸	۴/۶۶۳	۴/۹۰۴	۵/۷۲۰	۷/۷۴۰	۴/۹۸۸	۶/۴۳۴	۵/۵۲۴	۵/۱۶۵	۴/۸۲۹	۴/۸۲۹	۲/۱۴۱	۶/۴۳۴	۴/۵۱۴	۴/۰۷۶	A_1
۳/۳۸۰	۳/۵۰۰	۴/۸۲۹	۳/۹۳۶	۵/۳۴۸	۵/۱۶۵	۶/۸۸۲	۴/۰۷۶	۷/۷۴۰	۶/۱۱۹	۴/۴۳۵	۷/۱۱۴	۶/۱۱۹	۷/۳۶۱	۵/۴۳۱	A_2
۲/۸۵۳	۴/۳۶۰۰	۴/۰۷۶	۴/۰۷۶	۵/۱۶۵	۶/۲۱۳	۵/۴۳۱	۶/۰۱۵	۴/۲۱۰	۵/۱۶۵	۶/۴۳۴	۵/۱۶۵	۳/۸۷۶	۶/۸۸۲	۵/۸۰۹	A_3
۳/۰۰۵	۵/۳۴۸	۵/۷۲۰	۳/۹۳۶	۵/۴۳۱	۶/۵۴۴	۴/۶۶۳	۵/۵۲۴	۷/۲۳۷	۴/۶۶۳	۴/۸۲۹	۵/۱۶۵	۵/۱۶۵	۶/۰۱۹	۳/۵۰۰	A_4
۳/۱۶۰	۴/۳۶۰	۵/۵۲۴	۵/۱۶۵	۴/۶۶۳	۵/۴۳۱	۵/۰۷۴	۵/۵۱۵	۷/۶۱۰	۵/۹۰۹	۶/۵۴۴	۵/۷۱۱	۶/۴۳۴	۷/۲۳۷	۵/۳۴۸	A_5
۳/۲۱۴	۳/۹۳۶	۳/۶۸۰	۴/۳۶۰	۴/۹۸۸	۴/۸۲۹	۶/۵۴۴	۵/۸۰۹	۴/۶۶۱	۵/۵۲۴	۶/۴۳۴	۵/۷۲۰	۶/۵۴۴	۴/۳۶۰	۴/۸۲۹	A_6
۳/۱۶۰	۵/۳۴۸	۴/۸۲۹	۴/۳۶۰	۶/۴۳۴	۴/۳۶۰	۵/۸۰۹	۴/۶۶۳	۳/۷۴۳	۵/۱۶۵	۵/۵۲۴	۴/۸۲۹	۳/۰۰۵	۲/۳۷۱	۳/۹۳۶	A_7
۳/۳۸۰	۵/۳۴۸	۵/۷۲۰	۵/۷۲۰	۷/۷۴۰	۶/۵۴۴	۶/۸۸۲	۶/۰۱۵	۷/۷۴۰	۶/۱۱۹	۶/۵۴۴	۷/۱۱۴	۶/۵۴۴	۷/۳۶۱	۵/۸۰۹	AI

جدول شماره (۶) ماتریس تصمیم نرمال‌شده

C_{35}	C_{34}	C_{33}	C_{32}	C_{31}	C_{25}	C_{24}	C_{23}	C_{22}	C_{21}	C_{15}	C_{14}	C_{13}	C_{12}	C_{11}	
۰/۵۴۴	۰/۶۵۴	۰/۶۴۳	۰/۶۸۸	۰/۶۰۲	۰/۶۶۶	۰/۶۷۸	۰/۶۷۸	۰/۴۸۴	۰/۷۶۲	۰/۶۷۸	۰/۳۰۱	۰/۴۵۹	۰/۳۲۲	۰/۶۰۲	AAI
۰/۵۴۴	۰/۸۷۲	۰/۸۵۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۷۶۲	۰/۹۳۵	۰/۹۱۸	۰/۶۶۷	۰/۷۸۹	۰/۷۳۸	۰/۳۰۱	۰/۹۸۳	۰/۶۱۳	۰/۷۰۲	A_1
۱/۰۰۰	۰/۶۵۴	۰/۸۴۴	۰/۶۸۸	۰/۶۹۱	۰/۷۸۹	۱/۰۰۰	۰/۶۷۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۶۷۸	۱/۰۰۰	۰/۹۳۵	۱/۰۰۰	۰/۹۳۵	A_2
۰/۸۴۴	۰/۸۱۵	۰/۷۱۳	۰/۷۱۳	۰/۶۶۷	۰/۹۴۹	۰/۷۸۹	۱/۰۰۰	۰/۵۴۴	۰/۸۴۴	۰/۹۸۳	۰/۷۲۶	۰/۵۹۲	۰/۹۳۵	۱/۰۰۰	A_3
۰/۸۸۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۶۸۸	۰/۷۰۲	۱/۰۰۰	۰/۶۷۸	۰/۹۱۸	۰/۹۳۵	۰/۷۶۲	۰/۷۳۸	۰/۷۲۶	۰/۷۸۹	۰/۸۱۷	۰/۶۰۲	A_4
۰/۹۳۵	۰/۸۱۵	۰/۹۶۶	۰/۹۰۳	۰/۶۰۲	۰/۸۳۰	۰/۷۳۸	۰/۹۱۷	۰/۹۸۳	۰/۹۶۶	۱/۰۰۰	۰/۸۰۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۲۱	A_5
۰/۹۵۱	۰/۷۳۶	۰/۶۴۳	۰/۷۶۲	۰/۶۴۴	۰/۸۳۸	۰/۹۵۱	۰/۹۶۶	۰/۶۰۲	۰/۹۰۳	۰/۹۸۳	۰/۸۰۴	۱/۰۰۰	۰/۵۹۲	۰/۸۳۱	A_6
۰/۹۳۵	۱/۰۰۰	۰/۸۴۴	۰/۷۶۲	۰/۸۳۱	۰/۶۶۶	۰/۸۴۴	۰/۷۷۵	۰/۴۸۴	۰/۸۴۴	۰/۸۴۴	۰/۶۷۹	۰/۴۵۹	۰/۳۲۲	۰/۶۷۸	A_7
۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	AI

جدول شماره (۷) ماتریس تصمیم نرمال‌شده وزنی

C_{35}	C_{34}	C_{33}	C_{32}	C_{31}	C_{25}	C_{24}	C_{23}	C_{22}	C_{21}	C_{15}	C_{14}	C_{13}	C_{12}	C_{11}	
۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۳۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۷	۰/۰۲۱	۰/۰۱۱	۰/۰۳۷	۰/۰۵۲	۰/۰۲۰	۰/۰۳۱	۰/۰۲۶	۰/۰۸۳	۰/۰۹۷	۰/۰۲۲	AAI
۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۰۴۱	۰/۰۲۹	۰/۰۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۱۵	۰/۰۵۰	۰/۰۷۲	۰/۰۲۱	۰/۰۳۴	۰/۰۲۶	۰/۱۷۸	۰/۱۸۵	۰/۰۲۵	A_1
۰/۰۰۶	۰/۰۱۳	۰/۰۴۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۳۷	۰/۱۰۸	۰/۰۲۶	۰/۰۳۱	۰/۰۸۶	۰/۱۷۰	۰/۳۰۲	۰/۰۳۴	A_2
۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰/۰۳۴	۰/۰۲۱	۰/۰۰۷	۰/۰۲۹	۰/۰۱۳	۰/۰۵۴	۰/۰۵۹	۰/۰۲۲	۰/۰۴۵	۰/۰۶۲	۰/۱۰۷	۰/۲۸۲	۰/۰۳۶	A_3
۰/۰۰۵	۰/۰۲۰	۰/۰۴۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	۰/۰۳۱	۰/۰۱۱	۰/۰۵۰	۰/۱۰۱	۰/۰۲۰	۰/۰۳۴	۰/۰۶۲	۰/۱۴۳	۰/۲۴۷	۰/۰۲۲	A_4
۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰/۰۴۶	۰/۰۲۶	۰/۰۰۷	۰/۰۲۶	۰/۰۱۲	۰/۰۴۹	۰/۱۰۶	۰/۰۲۵	۰/۰۴۶	۰/۰۶۹	۰/۱۷۸	۰/۲۹۷	۰/۰۳۳	A_5
۰/۰۰۶	۰/۰۱۴	۰/۰۳۱	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷	۰/۰۲۳	۰/۰۱۵	۰/۰۵۲	۰/۰۶۵	۰/۰۲۴	۰/۰۴۵	۰/۰۶۹	۰/۱۸۱	۰/۱۷۹	۰/۰۳۰	A_6
۰/۰۰۵	۰/۰۲۰	۰/۰۴۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۹	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴	۰/۰۴۲	۰/۰۵۲	۰/۰۲۲	۰/۰۳۹	۰/۰۵۸	۰/۰۸۳	۰/۰۹۷	۰/۰۲۴	A_7
۰/۰۰۶	۰/۰۲۰	۰/۰۴۸	۰/۰۲۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۱	۰/۰۱۶	۰/۰۵۴	۰/۱۰۸	۰/۰۲۶	۰/۰۴۶	۰/۰۸۶	۰/۱۸۱	۰/۳۰۲	۰/۰۳۶	AI

نهایت و با استفاده از معادلات ۱۱-۷ نتایج نهایی بدست آمده از روش مارکوس به شرح زیر و طبق جدول محاسبه شده است. با استفاده از معادله شماره ۸ تمامی مقادیر هر سطر (مربوط به هر گزینه) باهم جمع شده و مقادیر S_i محاسبه شده‌اند.

سپس با استفاده از معادلات ۶ و ۷ درجه بهره نسبت به حالت غیرایده‌ال K_i^- و ایده‌ال K_i^+ محاسبه شده است. تابع بهره گزینه i در مقایسه با گزینه غیرایده‌آل $f(K_i^-)$ و تابع بهره گزینه i در مقایسه با گزینه ایده‌آل $f(K_i^+)$ به ترتیب براساس معادلات ۱۰ و ۱۱ محاسبه شده است. در نهایت، تابع بهره برای هر یک از گزینه‌ها $f(K_i)$ با استفاده از معادله شماره ۹ محاسبه شده است. لازم به ذکر است که در جدول ۸ رتبه‌بندی تامین‌کنندگان به ترتیب و براساس مقادیر تابع بهره از مقادیر بالا به پایین انجام شده است.

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}}$$ رابطه (۶)

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}}$$ رابطه (۷)

$$S_i = \sum_{i=1}^{m} v_{ij}$$ رابطه (۸)

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}}$$ رابطه (۹)

تابع بهره گزینه i در مقایسه با گزینه غیرایده‌آل:

رابطه (۱۰)
$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-}$$

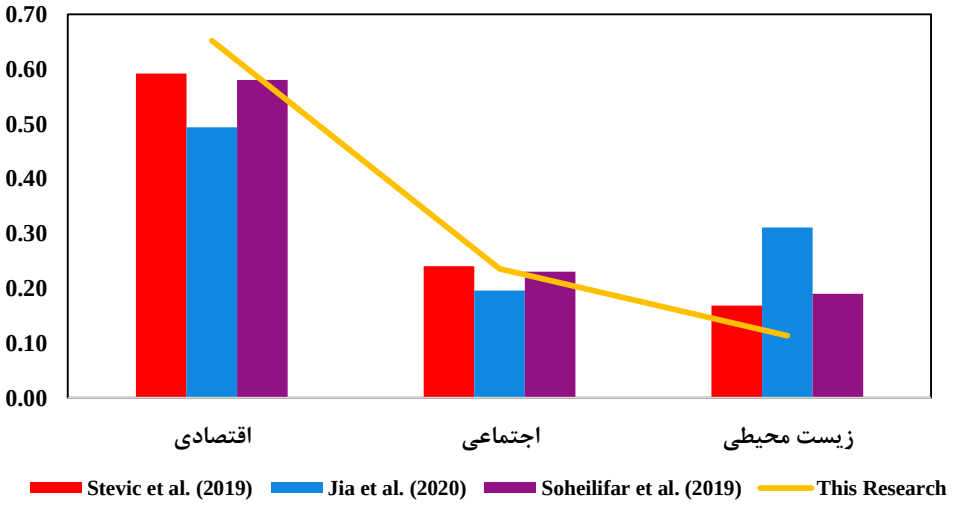
تابع بهره گزینه i در مقایسه با گزینه ایده‌آل:

رابطه (۱۱)
$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-}$$

جدول شماره (۸): نتایج بدست آمده از روش مارکوس

Rank	$f(K_i)$	$f(K^+)$	$f(K^-)$	K_{i+}	K_{i-}	S_i	A_i
						۰/۴۷۳	AAI
۶	۰/۶۳۵	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۷۳۱	۱/۵۴۵	۰/۷۳۱	A_1
۲	۰/۷۹۹	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۹۲۰	۱/۹۴۶	۰/۹۲۰	A_2
۴	۰/۶۸۹	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۷۹۴	۱/۶۷۸	۰/۷۹۴	A_3
۳	۰/۷۱۳	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۸۲۱	۱/۷۳۵	۰/۸۲۱	A_4
۱	۰/۸۱۸	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۹۴۳	۱/۹۹۳	۰/۹۴۳	A_5
۵	۰/۶۶۳	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۷۶۴	۱/۶۱۴	۰/۷۶۴	A_6
۷	۰/۴۷۷	۰/۶۷۹	۰/۳۲۱	۰/۵۴۹	۱/۱۶۱	۰/۵۴۹	A_7
						۱/۰۰۰	AI

در این پژوهش وزن معیارهای اقتصادی، اجتماعی و محیطزیستی به ترتیب ۶۵، ۲۴ و ۱۱ درصد محاسبه شده است. در شکل ۳ وزن سه معیار اقتصادی، اجتماعی و محیطزیستی بدست آمده با وزن بدست آمده در پژوهش‌های گذشته برای این سه معیار، در راستای انتخاب تامین‌کننده پایدار مقایسه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در همه موارد، معیار اقتصادی بیش از ۵۰٪ وزن را به خود اختصاص داده است. با مقایسه این چهار پژوهش میانگین وزن معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی به ترتیب ۵۸، ۲۲ و ۲۰ ٪ محاسبه شده است. بر این اساس در پژوهش حاضر وزن معیارها مقادیری منطقی می‌باشد. لازم به ذکر است که با توجه به شرایط فعلی شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان و مشکلات مربوط به تامین سنگ آهن، توجه به مسائل اقتصادی همچون کیفیت و تحویل به موقع و قیمت بسیار بیشتر از مسائل اجتماعی و بویژه مسائل محیط زیستی می‌باشد. با توجه به ماهیت کار معدن و استخراج مواد معدنی و تخریب طبیعت در این حرفه، ضمن انتخاب کیفیت و قیمت مناسب نیاز به تغییر رویکرد و توجه بیشتری به مسائل محیط زیستی در راستای نیل به اهداف توسعه پایدار می‌باشد.



شکل شماره (۳) : مقایسه وزن معیارهای پایداری بدست آمده در این پژوهش و پژوهش‌های گذشته

در جدول ۹ معیارهای شناسایی شده در این پژوهش برای تعیین تامین کننده پایدار با معیارهای شناسایی شده در پژوهش‌های گذشته مقایسه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در اکثر پژوهش‌های انجام شده توجه بیشتری به مسائل اقتصادی نسبت به مسائل اجتماعی و محیط زیستی شده است. همانطور که گفته شد در پژوهش حاضر پس از محاسبه وزن کلی برای زیر معیارها دو زیر معیار کیفیت و تحویل به موقع با وزن‌های ۳۰ و ۱۸٪ بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به اینکه صنعت فولاد تاثیر مهمی در عمران و توسعه کشور دارد، کیفیت مواد اولیه بسیار مهم بوده و همچنین در شرکتی همچون ذوب آهن اصفهان تحویل به موقع مواد اولیه به جهت حفظ برنامه‌ریزی تولید و همچنین بهره‌برداری در ظرفیت اسمی کارخانه بسیار پر اهمیت می‌باشد. همانطور که در جدول ۵ نیز ملاحظه می‌گردد به این دو زیرمعیار در سایر پژوهش‌ها نیز توجه شایانی شده است. در بخش معیار اقتصادی اهمیت زیرمعیارها به ترتیب کیفیت، تحویل به موقع، قابلیت اطمینان، مسافت و در نهایت قیمت می‌باشد. که زیرمعیار قیمت در بخش اقتصادی کمترین وزن یعنی ۳/۶ درصد را به خود اختصاص داده است. علت این موضوع را نیز می‌توان کمبود مواد اولیه دانست. چراکه در شرایط کنونی شرکت ذوب آهن اصفهان بحث تامین سنگ آهن با کیفیت در زمان مناسب بسیار مهمتر از بحث قیمت آن می‌باشد. چرا که در صورت عدم تامین سنگ آهن مورد نیاز خسارت هنگفتی به شرکت وارد خواهد شد. همچنین با توجه به افزایش بالای قیمت جهانی و داخلی محصولات فولادی، تمرکز بر تولید پیوسته و در ظرفیت اسمی کارخانه می‌باشد و بدین جهت توان خرید شرکت نیز افزایش یافته و زیرمعیار قیمت در انتخاب تامین کننده اهمیت کمتری پیدا کرده است.

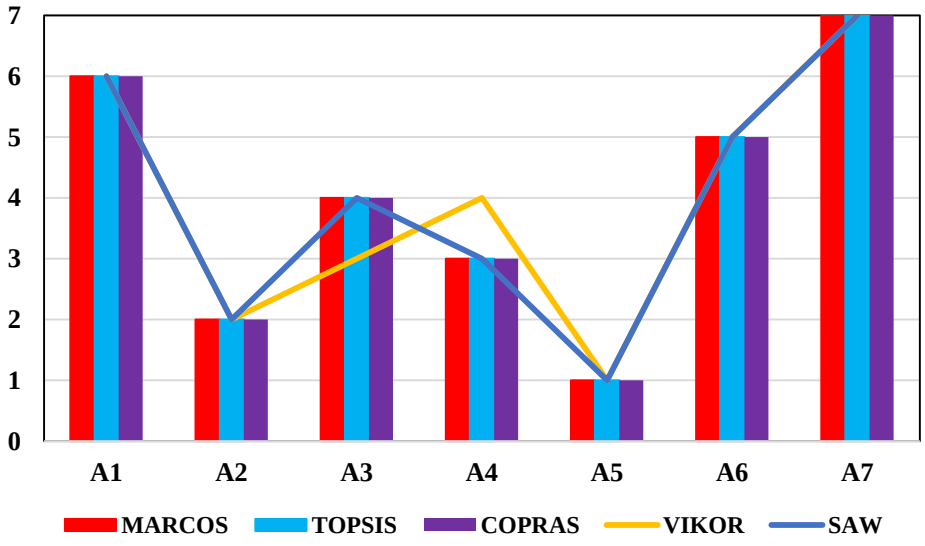
در بخش اجتماعی، زیرمعیارهای مسئولیت اجتماعی و تعهد به قوانین بیشترین وزن را دارند. چرا که در حال حاضر، اگر تامین‌کنندگان سنگ آهن در کشور به قوانین کشور متعهد باشند و نسبت به مسئولیت اجتماعی خود در داخل کشور پایبند باشند بسیاری از مشکلات کنونی که بهای صادرات سنگ آهن خام از طرف معدن‌کاران و در ازای دریافت سود بیشتر، برای فولادسازان داخلی ایجاد شده است برطرف خواهد شد. معیار محیط‌زیستی از نظر حفظ و نگهداری از محیط زیست برای توسعه نسل آینده بسیار پر اهمیت می‌باشد. اما همانطور که ملاحظه می‌شود متاسفانه توجه زیادی به آن نشده است. که نیاز به تغییر نگرش‌های مدیریتی و افزایش نظارت و سخت‌گیری ها از طرف سازمان حفاظت محیط زیست و دولت می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده در این پژوهش از نظر معیار محیط زیستی بازسازی طبیعت و کنترل آلودگی بیشترین وزن و تعداد استانداردهای ایزو کسب شده کمترین وزن را داشته‌اند.

جدول شماره (۹): مقایسه معیارهای شناسایی شده با سایر منابع

معیار	زیر معیار	نماد	وزن ٪	منابع
اقتصادی	قیمت	C_{11}	۳/۶۱۲	قمری و همکاران (۲۰۲۱)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)، عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، کومار و همکاران (۲۰۱۸)، امین‌دوست و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، صفایی و همکاران (۲۰۱۸)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	کیفیت	C_{12}	۳۰/۲۱۳	قمری و همکاران (۲۰۲۱)، فرهادی و همکاران (۲۰۲۰)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)، عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، کومار و همکاران (۲۰۱۸)، امین‌دوست و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، صفایی و همکاران (۲۰۱۸)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	تحویل به موقع	C_{13}	۱۸/۱۴۵	قمری و همکاران (۲۰۲۱)، فرهادی و همکاران (۲۰۲۰)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)، عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، کومار و همکاران (۲۰۱۸)، امین‌دوست و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، صفایی و همکاران (۲۰۱۸)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	قابلیت اطمینان	C_{14}	۸/۶۰۶	فرهادی و همکاران (۲۰۲۰)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	مسافت	C_{15}	۴/۶۱۷	عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)
	شهرت	C_{21}	۲/۶۳۳	قمری و همکاران (۲۰۲۱)، عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، کومار و همکاران (۲۰۱۸)،

				استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	مسئولیت اجتماعی	C_{22}	۱۰/۷۸۳	قمری و همکاران (۲۰۲۱)، فرهادی و همکاران (۲۰۲۰)، جین و سین (۲۰۱۹).
	تعهد به قوانین	C_{23}	۵/۳۹۲	اروجنی و همکاران (۲۰۲۰)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	آموزش کارکنان	C_{24}	۱/۶۰۲	عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، خاتمی و همکاران (۱۳۹۴)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	ایمنی و سلامت کارکنان	C_{25}	۳/۰۹۷	اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)، امین‌دوست و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
محیط زیستی	الزامات محیط زیستی	C_{31}	۱/۰۸۸	فرهادی و همکاران (۲۰۲۰)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	بازسازی طبیعت	C_{32}	۲/۹۰۳	اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، صفایی و همکاران (۲۰۲۰)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)
	کنترل آلودگی	C_{33}	۴/۷۷۱	قمری و همکاران (۲۰۲۱)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، امین‌دوست و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)، عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، صفایی و همکاران (۲۰۲۰)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	محصولات سبز	C_{34}	۱/۹۵۶	جین و سین (۲۰۱۹)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)، صفایی و همکاران (۲۰۲۰)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹).
	استانداردهای ایزو کسب شده	C_{35}	۰/۵۸۳	استویچ و همکاران (۲۰۱۹).

در ادامه‌ی این پژوهش نتایج بدست آمده از روش مارکوس با نتایج بدست آمده توسط سایر روش‌های تصمیم‌گیری مقایسه شده است (شکل شماره ۴). به این ترتیب، نتایج بدست آمده با استفاده از روش‌های ویکور (You et al., 2015)، کوپراس (Stević et al., 2019) ، تاپسیس (Azimifard et al., 2018) و SAW (Stević et al., 2019) با نتایج بدست آمده با استفاده از روش مارکوس مقایسه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود نتایج بدست آمده توسط روش مارکوس، با نتایج بدست آمده با روش‌های دیگر، کاملا مطابقت داشته و همسو می‌باشد. بنابراین می‌توان روش مارکوس را به عنوان روشی کارا با محاسباتی ساده برای رتبه‌بندی استفاده کرد.



شکل شماره (۴): مقایسه نتایج روش مارکوس و سایر روش‌ها

به طور کلی معیارهای کیفیت، تحویل به موقع، قابلیت اطمینان، تعهد به قوانین، کنترل آلودگی و مسافت دارای بیشترین اهمیت بوده است. در معیارهای کیفیت، تحویل به موقع، مسئولیت اجتماعی و کنترل آلودگی نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج بدست آمده توسط قمری و همکاران (۲۰۲۱)، اردوان و همکاران (۲۰۱۸)، امین‌دوست و همکاران (۲۰۱۸)، جین و سین (۲۰۱۹)،

عظیمی‌فرد و همکاران (۲۰۱۸)، سهیلی‌فر و فلاح (۲۰۱۹)، صفایی و همکاران (۲۰۲۰)، خاتمی و همکاران (۲۰۱۵)، استویچ و همکاران (۲۰۱۹) همسو می‌باشند. در معیارهای قابلیت اطمینان و تعهد به قوانین به ترتیب با قمری و همکاران (۲۰۲۱) و استویچ و همکاران (۲۰۱۹) همسو بوده و از نظر معیار مسئولیت اجتماعی با نتایج بدست آمده توسط قمری و همکاران (۲۰۲۱)، فرهادی و همکاران (۲۰۲۰)، جین و سین (۲۰۱۹) همسو می‌باشد. در بخش رتبه‌بندی تامین کنندگان باتوجه به تغییر تامین‌کننده‌ها و همچنین با تغییرات شرایط اقتصادی و سیاسی و در پی آن تغییر وزن معیارها نتایج حاصل از رتبه‌بندی قابل مقایسه با سایر تحقیقات نمی‌باشد. اما همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود نتایج بدست آمده از روش مارکوس با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مطابقت داشته و همسو می‌باشد.

به طور کلی روش مارکوس را می توان به سادگی برای حل طیف گسترده‌ای از مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره در صنایع دیگر مانند تدارکات و حمل و نقل (برای انتخاب وسیله نقلیه)، مدیریت چرخه عمر، انتخاب مکان، ارزیابی فرایند تولید، ارزیابی فناوری نیز مورد استفاده قرار داد. همچنین با بسط روش به صورت فازی برای در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها و استفاده از ارزش‌های زبانی به منظور در نظرگرفتن قضاوت‌های انسانی به صورت جامع‌تر، قابل توسعه می‌باشد. همچنین می توان از این روش به همراه سایر ابزارهای وزن‌دهی معیارهای ذهنی و عینی استفاده کرد. به علاوه توسعه مدل و افزودن بخش بهینه‌سازی برای تخصیص میزان سفارش از هر کدام از تامین‌کننده‌ها در ادامه این پژوهش قابل بررسی می‌باشد. در نهایت نتایج بدست آمده از این پژوهش برای رتبه‌بندی تامین کنندگان پایدار در شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان قابل استفاده می‌باشد. با توجه به اینکه انتخاب تامین‌کنندگان مطابق با نیاز شرکت و براساس قضاوت‌های شهودی کارشناسان انجام می‌شود و کارشناسان بر مبنای قضاوت خود اقدام به مقایسه تامین‌کنندگان می‌کنند، پیشنهاد می‌شود با استفاده از نتایج این پژوهش، انتخاب تامین‌کنندگان در این شرکت و سایر شرکت‌های مشابه با جمع‌آوری اطلاعات و به صورت سیستماتیک و علمی انجام شود. پیشنهاد می‌گردد یک استراتژی بازاریابی قوی با تامین‌کنندگانی که رتبه بالاتری دارند و از لحاظ معیارهای مدنظر شرکت در اولویت قرار گرفته‌اند، برقرار گردد. در نهایت با توجه به اهمیت معیار تحویل به موقع سنگ آهن در موعد مقرر و اخلال در سایر برنامه‌ریزی‌های تولید در صورت عدم تامین به موقع سنگ آهن، پیشنهاد می‌گردد در زمان عقد قرارداد در مورد دیرکرد و تحویل به موقع بندهایی در نظر گرفته شود. شایان ذکر است که در یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره تغییرات تعداد تامین‌کننده‌ها، تغییر معیارها و درجه اهمیت هر معیار بر نتایج بدست آمده و رتبه‌بندی تامین‌کننده‌ها تاثیر به‌سزایی دارد. که لزوم بررسی مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره در شرایط پویا را نشان می‌دهد.

تقدیر و تشکر

از مساعدت بی‌شائبه جناب آقای مهندس محمد جعفر صالحی معاون محترم خرید شرکت سهامی ذوب آهن اصفهان و خبرگان واحد خرید این شرکت در راستای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

٤-منابع

1. Adabi Firoozjaei, M., & Safaei Ghadiklaei, A. (2017). Selecting the best resilient supply chain with the combined approach of dematel, gray vikor and the best-worst technique, case study: selected dairy companies - Mazandaran province, *The first national conference on modern management studies in Iran, Karaj, Allameh Khoei Higher Education Institute and Meraj Higher Education Institute.* (In Persian).
2. Aghajani, H., Samadi-Miarkolaei, H., Samadi, H., & Sohanian, M. (2018). Evaluation and Ranking Suppliers in Supply Chain Network with Using MCDM Fuzzy Trapezoidal System. *Journal of Industrial Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch*,13 (45): 49-64. (In Persian).
3. Alikhani R., Torabi, S.A., & Altay, N. (2018). Strategic supplier selection under sustainability and risk criteria. *International Journal of Production Economics*, DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.11.018.

4. Amindoust, A. (2018a). Supplier selection considering sustainability measures: an application of weight restriction fuzzy-DEA approach. *RAIRO Operations Research*, 52: 981-1001.
5. Amindoust, A., (2018b), A resilient-sustainable based supplier selection model using a hybrid intelligent method, *Computers & Industrial Engineering*, 126: 122-135, https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.09.031
6. Ardavan, A., AlemTabriz, A., Rabie, M., & Zandieh, M. (2018). Sustainable Supplier Selection Based on Grey Theory: Case Study in Steel Industry. *Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems,* 6 (13):165-177. (In Persian).
7. Azimifard, A., Moosavirad, H., & Ariafar, Sh. (2018). Selecting sustainable supplier countries for Iran's steel industry at three levels by using AHP and TOPSIS methods. *Resources Policy*, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.01.002.
8. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3:77-101. DOI: 10.1191/1478088706qp063oa.
9. Chaharsoghi, K., & Ashrafi, M., (2014). Integrating Sustainability into Supplier Selection and Order Quantity Allocation. *Journal of Industrial Management Perspective*, 3 (4):63-85. (In Persian).
10. Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., & Mahadevan, S. (2014). Supplier selection using, AHP methodology extended by D numbers. *Expert Syst Appl*, 41(1):156–167.
11. Farhadi, F., Mohammadi, A., Mahmoudabadi, M., & Mahmoodi Mandani, M. (2020). Identification and Ranking of Resilience Supplier Selection Components in Chaharmahal and Bakhtiari Steel Industry Using (AHP-QUALIFLEX*). Journal of Industrial Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch.* 15 (53): 1-13. (In Persian).
12. Ghamari, R., Mahdavi-Mazdeh, M., & Ghannadpour, S.F. (2021). Resilient and sustainable supplier selection via a new framework: a case study from the steel industry. *Environ Dev Sustain*. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01872-5.
13. Hashemi, A., & Ghasemi, Y. (2020). Doing a Research by Thematic Analysis: A Practical, Step-by-Step Guide for Learning and Teaching (Case Study: Music usage of M.A. Students at Ilam University). *Ilam Culture*, 20(64):7-33. (In Persian).
14. Jain, N., & Singh, A. R. (2019). Sustainable supplier selection criteria classification for Indian iron and steel industry: a fuzzy modified Kano model approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, DOI: 10.1080/19397038.2019.1566413.
15. Jia, R., Liu, Y., & Bai, X. (2020). Sustainable supplier selection and order allocation: Distributionally robust goal programming model and tractable approximation. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106267.
16. Kannan, V.R., & Tan, K.C. (2005). Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance. *Omega*, 33(2): 153-162.
17. Khatami Firouz Abadi, S M A., Olfat, L., & Doulabi, S. (2015). Select suppliers on sustainable supply chain using fuzzy multi-criteria decision-making techniques (Case study: parts manufacturing industry). *Journal of Decision Engineering*, 1 (3):7-38. (In Persian).
18. Kumar, A., Pal, A., Vohra, A., Gupta, S., Manchanda, S., & Dash, M. K. (2018). Construction of capital procurement decision making model to optimize supplier selection using Fuzzy Delphi and AHP-DEMATEL. *Benchmarking: An International Journal*, 25(5): 1528-1547.
19. Kumar, S., Kumar, S., & Gopal Barman, A. (2018). Supplier selection using fuzzy TOPSIS multi criteria model for a small-scale steel manufacturing unit. *Procedia Computer Science*, 133: 905–912.

20. Oroojeni Mohammad Javad, M., Darvishi, M., & Oroojeni Mohammad Javad, A. (2020). Green supplier selection for the steel industry using BWM and fuzzy TOPSIS: A case study of Khouzestan steel company. *Sustainable Futures*, 2, 100012.
21. Safaei, A., Madhooshi, M., & Jamalian, A. (2020). Explanation of Affecting Factors in Sustainable Suppliers Selection in SAIPA Company. *Iranian Journal of Supply Chain Management*, 19(55):32-48. (In Persian).
22. Soheilifar, S., & Fallah Lajimi, H. (2019). Assessment of appropriate criteria on the selection of raw material suppliers used in marine industries with a sustainability approach. *Iranian Journal of Marine Science and Technology*, 23 (90): 13-23. (In Persian).
23. Stević, Z., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2019). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution (MARCOS), *Computers & Industrial Engineering*.
24. Tan, K., Lee, L., Zhu, Q., & Ou, K. (2001). Heuristic methods for vehicle routing problem with time windows, *Artificial Intelligence in Engineering*, 15(3): 281-295.
25. You, X. Y, You, J. X, Liu, H. C., & Zhen, L. (2015). Group multi-criteria supplier selection using an extended VIKOR method with interval 2-tuple linguistic information. *Expert Systems with Applications*, 42(4): 1906-1916.
26. Zhou, X., & Xu, Z. (2018). An Integrated Sustainable Supplier Selection Approach Based on Hybrid Information Aggregation. *Sustainability*, 10, 2543.

Criteria Identification and Ranking of Sustainable Suppliers in the Supply Chain of Isfahan Steel Company Using Thematic Analysis and MARCOS Methods

Farzad Tajmiri Rostami
M.Sc. in Industrial Management, Noor-e-Hedayat Higher Education Institute, Shahrekord, Iran.
Farhad Farhadi (Corresponding Author)
Ph. D. in Industrial Management, Lecturer at Noor-e-Hedayat Higher Education Institute, Shahrekord, Iran.
Email: farhad.farhadi90@yahoo.com

Abstract
Due to increasing environmental regulations and restrictions, and increasing social awareness, in order to meet sustainable development goals, government oversight of environmental and social issues in organizations has become stricter. Therefore, this study aims to dveleope criteria and sustainable iron ore supplier ranking of Isfahan Steel Company using a new multi-criteria decision-making method, named MARCOS. This research is applicative which performed by qualitative- quantitative method. The statistical population of this study was the raw material purchasing experts, which ten experts were selected by purposive sampling. In the qualitative part, the criteria were identified by thematic analysis. Then, AHP method has been used to calculate the weight of criteria and finally, using MARCOS method, ranking and evaluation of seven major suppliers of iron ore with emphasis on sustainability principles has been done by MATLAB 2019a software. Results indicnates fifteen criteria have been identified in three sectors: economic, social and environmental. After calculating the weight of the criteria, the followings are the the most signiifvcant ones: quality, delivery, and social responsibility, and reliability, adherence to laws, pollution control and distance. It should be noted that the criteria identified in this study were in good agreement with available literatures. Also, the results obtained from MARCOS method were consistent with the results of TOPSIS, COPRAS, VIKOR and SAW methods.

Keywords: Isfahan Steel Company, MARCOS, Multi-criteria decision making, Supplier ranking, Sustainable supply chain management.