

انتخاب همزمان تکنولوژی و روش انتقال آن از ارجح‌ترین تامین‌کننده با استفاده از روش تصمیم‌گیری ترکیبی بهترین-بدترین و تحلیل شبکه‌ای خاکستری

علی بنیادی نایینی،* سیروس امیرقدسی،** احمد ماکویی***

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۸/۷/۲۸

چکیده

یکی از تصمیمات مهم در زنجیره تامین انتخاب تامین‌کننده است که بر بخش‌ها و اهداف مختلف یک زنجیره اثرات مهمی برجای می‌گذارد. از آنجاکه در حوزه انتخاب تامین‌کننده سه شاخص: انتخاب محصول/تکنولوژی، انتخاب روش انتقال محصول/تکنولوژی و انتخاب تامین‌کننده محصول/تکنولوژی، قابل بحث و بررسی می‌باشند؛ در این مقاله، عوامل تاثیرگذار بر این سه شاخص شناسایی و اهمیت معیارها با استفاده از روش دیمتل خاکستری و روش بهترین-بدترین^۱ تعیین خواهد شد. سپس اولویت‌گزینه‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای خاکستری که از قوی‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری است مشخص خواهد شد. در این مقاله تلاش شده است تا برتری روش بهترین-بدترین برای تعیین اهمیت معیارها نسبت به روش‌های پیشین در این گروه نشان داده شود. میزان سازگاری به دست آمده برای روش بهترین-بدترین تایید کننده این ادعا است. به منظور بررسی روش پیشنهادی، یک نمونه مطالعاتی با وجود ۵ تامین‌کننده نهایی، ۳ تکنولوژی و ۵ روش انتقال تکنولوژی اجرایی گردید که به انتخاب بهترین تامین‌کننده‌ای که دارای تکنولوژی برتر بوده و با روش انتقال بهینه قادر به انتقال تکنولوژی است، ختم شد.

واژگان کلیدی: انتخاب تامین‌کننده، انتخاب تکنولوژی، انتقال تکنولوژی، روش بهترین-بدترین، فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری.

* استادیار، دکترای تخصصی مدیریت بازرگانی، دانشکده مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران،
(نویسنده مسئول)، bonyadi@iust.ac.ir

** دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشکده پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

*** دانشیار دکتری مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

مقدمه

دانش و انتقال فناوری از عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی و بهره‌وری منابع تولید است (زاک^۱، ۱۹۹۹). تغییر و تحولات تکنولوژیکی امروزه سرعت زیادی به خود گرفته است که لزوم درک عمیق تغییرات عرصه تکنولوژی را بیشتر نمایان می‌سازد (طباطبائیان و نوده، ۱۳۸۳). با پیشرفت زمان، تکنولوژی‌های نو برای انجام کارهای مختلف، روش‌های مفیدتر با کارایی و اثربخشی بالاتر را ارائه می‌دهند و ابعاد جدیدی در فعالیتهای سازمان‌ها ایجاد می‌کنند. از این راه فرصتی برای افزایش بهره‌وری، افزایش کیفیت کالاها و خدمات، کاهش زمان ارائه و ارسال محصولات جدید به بازار و پاسخگویی مناسب به نیازهای افراد فراهم می‌شود (موتوهاشی^۲، ۲۰۱۰).

در کشورهای در حال توسعه، به دلایل مختلف، اساس تأمین تکنولوژی موجود بر وارد کردن آن از سایر کشورهای توسعه یافته با هدف افزایش بهره‌وری اقتصادی، گسترش علم و پتانسیل استفاده از تکنولوژی است (گارسیا و گاو هرگو^۳، ۲۰۱۷). البته نمی‌توان گفت که کشورهای توسعه یافته با در دست داشتن همه تکنولوژی‌های لازم، از ورود آن به کشور خود کاملاً بی‌نیاز هستند، هرچند طبیعتاً کشورهای در حال توسعه بیش از کشورهای صنعتی از منابع تکنولوژی و دانش فنی کشورهای توسعه یافته بهره می‌برند. این فاصله در مالکیت تکنولوژی در دو گروه کشورهای ذکر شده، انتقال تکنولوژی را امری ضروری نشان می‌دهد (دانکوآ^۴، ۲۰۱۷).

در این میان صنعت نفت کشور ایران نیز به عنوان یک کشور در حال توسعه از این امر مستثنی نبوده و با وجود آنکه بیش از یک قرن از اکتشاف نفت در ایران می‌گذرد، اما به اذعان اغلب صاحب نظران، ایران هنوز نتوانسته است خود را به جمع توسعه دهندگان این تکنولوژی ملحق کند (باقری و صدرائی، ۱۳۸۹). متأسفانه هنوز توانمندی‌های عمده ایران در سطح بهره برداری از منابع نفتی است و در زمینه‌های طراحی و مهندسی فقر تکنولوژی بومی به خوبی قابل

1 . Zack

2 . Motohashi

3 . García-Vega & Huergo

4 . Danquah

مشاهده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۶). کشورهای دیگری پیشتاز تکنولوژی این حوزه به حساب می‌آیند و برخی دیگر از کشورها تقریباً با ایران در یک سطح قرار دارند. برای مثال نروژ و برزیل را می‌توان در مقایسه با ایران پیشرو دانست (هیوم^۱، ۲۰۰۸) در حالیکه کشورهای همچون عربستان و نیجریه را می‌توان تا حدودی هم‌سطح ایران دانست (دانتاس و بل^۲، ۲۰۱۱). در این خصوص عدم رعایت ملاحظات ضروری در فرایند انتقال تکنولوژی در مراحل مختلف اعم از انتخاب، اکتساب، تطبیق، نهادینه‌سازی و توسعه، صنعت نفت ایران را در حد وارد کننده تکنولوژی‌های خارجی نگاه داشته است. باید دانست که علاوه بر انتخاب تکنولوژی مناسب، انتخاب روش مناسب انتقال می‌تواند موفقیت فرایند انتقال، جذب و بومی شدن تکنولوژی انتقال یافته را با موفقیت همراه سازد (موهر^۳، ۱۹۹۹).

راه‌های مختلفی برای انتخاب و انتقال تکنولوژی وجود دارد. اما واقعیت آن است که نمی‌توان از بهترین و یگانه‌ترین راه انتقال تکنولوژی صحبت کرد. با این وجود با هدف کسب مزیت رقابتی و افزایش یا حفظ سهم بازار، ارزیابی تکنولوژی و روش‌های انتقال آن، فرایندی ضروری و اجتناب‌ناپذیر برای هر بنگاه اقتصادی است و این ارزیابی باید در فواصل معین زمانی پیاده‌سازی شود. پژوهش‌های مختلفی در ایران و جهان بر روی فرایند انتقال تکنولوژی انجام شده است. برای مثال کلینتنبگ^۴ و همکارانش در سال ۲۰۱۴ میلادی بر روی عوامل موفقیت انتقال تکنولوژی از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه کار کردند و این عوامل را در قالب نتایج پژوهش خود به صورت زیر ارائه نمودند:

- ظرفیت کارکنان محلی در نگهداری سیستم‌ها.
- درگیر شدن مصرف‌کنندگان نهایی از ابتدای فرایند: این عامل آن‌ها را نسبت به تامین خواسته‌هایشان مطمئن نموده و درک عملکرد و محدودیت‌های سیستم را برای آنان فراهم می‌کند.

1 . Heum

2 . Dantas & Bell

3 . Mohr

4 . Klintonberg

- بناگذاری محیطی که در آن مصرف کننده نهایی توانایی و میل پرداخت هزینه برای خدمات ارائه شده را داشته باشد.

- مشخص نمودن چهارچوب عایدات ناشی از خدمات.

بر اساس توضیحات ارائه شده، برای تصمیم گیری در مورد نحوه انتخاب و انتقال تکنولوژی و همچنین شاخص های تاثیرگذار بر این دو مرحله مهم از فرایند انتقال تکنولوژی؛ مقالات، نظرات و روش های مختلفی وجود دارد. وجه مشترک تمامی این روش ها برخورد کلی و کیفی با مسئله بوده و جایگاه یک روش منطقی که امکان تحلیل سیستماتیک و قدم به قدم را برای رسیدن به جواب مناسب فراهم نماید، در این میان خالی است. حتی روش های جدید در این زمینه نیز هنوز با هدف حل سیستماتیک و قدم به قدم این مسئله تصمیم (تصمیم گیری در مورد انتخاب تکنولوژی مناسب و پس از آن انتخاب بین روش های مختلف انتقال تکنولوژی) و آن هم در شرایط عدم قطعیت، فاصله دارند. علاوه بر آن روش های موجود معمولاً تنها یکی از مراحل فرایند انتقال تکنولوژی را مورد بررسی قرار می دهند. در تحقیق حاضر سعی شده است ابتدا به صورت هم زمان به بررسی، توسعه، تعریف و رتبه بندی معیارهای ارزیابی تکنولوژی و همچنین معیارهای ارزیابی روش های انتقال تکنولوژی پرداخته و سپس با استفاده از روش های تلفیقی تصمیم گیری به حل مسئله چگونگی انتخاب تکنولوژی و روش انتقال آن پرداخته شود به گونه ای که با یک روش سیستماتیک و قابل فهم برای مدیران ارشد و مسئولین ذیربط، این روش حتی در شرایط عدم قطعیت نیز پاسخگوی نیازهای صنایع و سازمان های گوناگون منجمله صنعت نفت کشور ایران باشد. روش پیشنهادی تحقیق حاضر علاوه بر نو بودن از اعداد خاکستری برای کنترل عدم قطعیت استفاده می نماید که نمونه این ترکیب در مطالعات گذشته مشاهده نشده است. در این راستا روش بهترین-بدترین و دیمتل خاکستری برای تعیین میزان اهمیت معیارها و روش فرایند تحلیل شبکه ای خاکستری برای تعیین اولویت گزینه ها مورداستفاده قرار می گیرند.

ساختار این مقاله به این صورت است که در بخش ۲ به بررسی ادبیات تحقیق و در بخش ۳ به بررسی مسئله تحقیق پرداخته شده است. در ادامه و در بخش ۴ روش های بهترین-بدترین،

فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری به همراه دیمتل خاکستری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. سپس در بخش ۵ به حل یک نمونه مطالعاتی و تحلیل داده‌ها مبادرت ورزیده خواهد شد تا در بخش ۶ به نتیجه‌گیری از تحقیق منجر شود.

مرور ادبیات

تحقیقات بسیاری در مورد روش‌های مناسب برای انتخاب تکنولوژی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به روش تحلیل شبکه‌ای اشاره کرد که لی^۱ و همکاران (۲۰۱۰) آن را برای انتخاب مناسب‌ترین تامین‌کننده در صنعت ترانزیستور و شن^۲ و همکاران (۲۰۱۱) برای انتخاب تکنولوژی دیویدهای منتشرکننده نور ساختمانی، الفت و صدیقی گاریز (۱۳۹۳) برای رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر تسهیم اطلاعات در زنجیره تامین فرآورده‌های نفتی و عبدالله و رحمان^۳ (۲۰۱۷) برای انتخاب تکنولوژی تصفیه فاضلاب در کشور مالزی؛ به کار برده‌اند. تاپسیس نیز یکی دیگر از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای انتخاب بهترین تامین‌کننده در تجهیزات پزشکی توسط تانسل^۴ (۲۰۱۲)، برای انتخاب تکنولوژی بهینه توسط تقوی‌فرد^۵ و همکاران (۲۰۱۱) و برای انتخاب تکنولوژی در حوزه سلامت توسط شاروات و دویی^۶ (۲۰۱۸)؛ به کاررفته است. همچنین کاریناتیلیک^۷ و همکارانش (۲۰۱۹) از روش تاپسیس فازی به منظور رتبه‌بندی تکنولوژی‌های انرژی تجدیدپذیر در شرایط عدم قطعیت بهره‌جسته‌اند.

یکی از ساده‌ترین و سازگارترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش تحلیل سلسله مراتبی^۸ است که برای تعیین عوامل تأثیرگذار بر فرایند انتقال تکنولوژی توسط کومار^۹ و

1 . Lee

2 . Shen

3 . Abdullah & Rahman

4 . Tansel

5 . Taghavifard

6 . Sharawat & Dubey

7 . Karunathilake

8 . Analytic Hierarchy Process (AHP)

9 . Kumar

همکاران (۲۰۱۵)، برای رتبه بندی تکنولوژی های رادیویی موجود تلفن همراه توسط هابال^۱ و همکاران (۲۰۱۹)، برای ارزیابی تکنولوژی های تولید انرژی از زیست توده توسط خیری^۲ و همکاران (۲۰۱۹) و برای انتخاب تکنولوژی مناسب برای تصفیه خانه فاضلاب توسط ایلانگ^۳ و همکاران (۲۰۱۶) با اضافه کردن اعداد فازی و تکنیک رتبه بندی ترجیحی؛ به کار رفته است. در تحقیقی دیگر دشموک و سوناپوار^۴ (۲۰۱۹) در مطالعه خود از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به منظور رتبه بندی تامین کنندگان سبز در صنایع کشور هند استفاده نموده اند. در جایی دیگر ساهین و ییپ^۵ (۲۰۱۷) ساختار سلسله مراتبی را برای انتقال تکنولوژی در صنعت حمل و نقل و رحیمی^۶ و همکاران (۲۰۱۷) به منظور رتبه بندی تکنولوژی های مطرح و انتخاب محل مناسب جهت ایجاد بیمارستان؛ به کار برده اند. در سال بعد مختارزاده^۷ و همکاران (۲۰۱۸) به منظور رتبه بندی معیارهایی برای انتخاب تکنولوژی در صنایع تکنولوژی اطلاعات از روش ساختار سلسله مراتبی بهره جسته اند. فرشیدی^۸ و همکاران (۲۰۱۸) نیز در تحقیق خود برای انتخاب تکنولوژی نرم افزار از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده کرده اند. در تحقیقی دیگر تیان^۹ و همکارانش (۲۰۱۸) از ترکیب دو روش تاپسیس و تحلیل سلسله مراتبی داده ها به منظور انتخاب تکنولوژی مناسب برای پاکسازی سموم آفت کش دارای کلر آلی استفاده نموده اند. روش دیگر به کار رفته در این حوزه تکنیک تحلیل پوششی داده ها است که گوکر و کارساک^{۱۰} (۲۰۱۶) و مردانی^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۷) از آن برای بررسی کارایی انرژی استفاده نمودند.

- 1 . Habbal
- 2 . Kheybari
- 3 . Hu
- 4 . Deshmukh & Sunnapwar
- 5 . Sahin & yip
- 6 . Rahimi
- 7 . Mokhtarzadeh
- 8 . Farshidi
- 9 . Tian
- 10 . Goker & Karsak
- 11 . Mardani

نایی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی به ارائه یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب فروشنده سیستم‌های مخابراتی پرداخته‌اند. تصمیم‌گیری در مورد سیستم‌های مخابراتی (سانترال) به لحاظ نقش ارتباطی که در سازمان‌ها ایفا می‌نمایند از اهمیت زیادی برخوردار بوده و با توجه به وجود معیارهای متعدد در انتخاب فروشنده سیستم‌های مخابراتی، با یک مسئله چندمعیاره روبرو می‌باشیم. با توجه به اینکه تصمیمات عموماً بر اساس قضاوت‌های ذهنی مدیران صورت می‌گیرد، به منظور بهبود تصمیم‌گیری از منطق فازی استفاده شده است. بدین منظور محققان شاخص‌های مورد نظر را از طریق بررسی ادبیات موجود و نظر خبرگان استخراج کرده و بر مبنای آن یک روش تاپسیس فازی با اوزان ترکیبی توسعه دادند. وزن ترکیبی، حاصل از ترکیب روش‌های متعددی شامل: قضاوت ذهنی مدیران، متوسط آماری فازی، وزن تعدیلی و وزن‌یابی فازی است. نویسندگان در این روش تمامی اعداد را فازی و از نوع مثلثی در نظر گرفته‌اند. همچنین برای آزمون امکان‌پذیری روش پیشنهاد شده در انتخاب یک فروشنده سیستم‌های مخابراتی، یک مطالعه موردی واقعی در دانشگاه آزاد اسلامی قزوین صورت پذیرفت. در مطالعه‌ای دیگر، رضوی حاجی‌آقا و همکاران (۱۳۹۲) ابزاری برای توسعه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به منظور امکان بهره‌گیری از چندین معیار سنجش در مسائل تصمیم‌گیری ارائه نمودند. اصولاً مسائل تصمیم‌گیری چندشاخصه با انتخاب بهترین گزینه از میان تعدادی گزینه موجود و برحسب تعدادی شاخص، روبرو می‌باشند. یکی از مسائل اساسی در این خصوص، تعیین اوزان، آنتروپی اهمیت شاخص‌های تصمیم‌گیری است. در این پژوهش، مدلی غیرخطی به منظور برآورد اوزان ایده آل براساس منطق روش تاپسیس پیشنهاد شده است. از مزایای این روش می‌توان به سادگی و کاهش میزان اطلاعات مورد نیاز دریافتی از تصمیم‌گیرنده در فرایند ارزیابی و امکان لحاظ نمودن نظرات او در خصوص ترجیح شاخص‌ها بر یکدیگر اشاره نمود. در تحقیقی دیگر سلامی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی انتخاب سرمایه‌گذار خارجی برای تامین منابع مالی و روش‌های انتقال تکنولوژی در کشورهای در حال توسعه پرداختند. در این تحقیق محققین به انتخاب روش مناسب سرمایه‌گذاری خارجی در صنایع پالایش نفت کشور بر اساس نظر خبرگان

پرداختند. این تحقیق بر مبنای روش پژوهش توصیفی-پیمایشی طراحی شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده نیز از آزمون‌های آماری و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از قبیل تکنیک آنالیز و تاپسیس استفاده گردیده است. نتایج تحقیق گویای آن است که از میان روش‌های مختلف سرمایه‌گذاری خارجی در طرح‌های احداث و توسعه پالایشگاه‌های نفتی کشور، روش سرمایه‌گذاری ساخت، بهره‌برداری و انتقال نسبت به سایر روش‌ها در بالاترین اولویت قرار گرفته و به عنوان مناسب‌ترین روش سرمایه‌گذاری در این صنعت انتخاب می‌گردد.

از طرف دیگر برای مسئله انتخاب تکنولوژی/دارنده/روش انتقال، معیارهای مختلفی ارائه شده است. از جمله معیارهای مؤثر بر انتقال تکنولوژی میزان پیچیدگی، قابلیت بومی‌سازی تکنولوژی، فاصله سازمانی، تمایل به یادگیری، اعتماد دوجانبه و فرهنگ یادگیری عنوان شده است (مزده^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین معیارهای سازگاری با محیط‌زیست، هزینه خرید و به‌کارگیری، کارایی و قابلیت اعتماد تکنولوژیکی، پذیرش عمومی و نیروی متخصص موردنیاز نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند (خراط^۲ و همکاران، ۲۰۱۶؛ سرای^۳ و همکاران، ۲۰۱۷). منتظری و نجارتبار بیشه^۴ (۲۰۱۷) در مقاله خود به معیارهای ارزش افزوده ناشی از تکنولوژی، بومی‌سازی تکنولوژی و ریسک جایگزینی تکنولوژی موجود با تکنولوژی‌های جدید اشاره کرده‌اند. عبدالله و رحمان (۲۰۱۷) نیز سه معیار عمومی: تکنولوژیکی، اقتصادی و محیط‌زیستی را در رتبه‌بندی تکنولوژی‌های مطرح برای انتقال، مؤثر دانسته‌اند. لو^۵ و همکاران (۲۰۱۶) از چهار معیار اصلی: زیست‌محیطی، اقتصادی، تکنولوژیکی و اجتماعی به منظور رتبه‌بندی تکنولوژی‌های مطرح دسترسی رادیویی در شبکه‌های بی‌سیم استفاده نمودند.

1 . Mazdeh

2 . Kharat

3 . Serrai

4 . Montazeri & Najjartabar-Bisheh

5 . Lu

ارزیابی تحقیقات پیشین، نشان می‌دهد که بسیاری از معیارهای ارزیابی به صورت مشترک برای ارزیابی تکنولوژی/دارنده مناسب و همچنین ارزیابی روش‌های گوناگون انتقال تکنولوژی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این مهم خود بیانگر ارتباط نزدیک بین مراحل فرایند انتقال تکنولوژی است. از سوی دیگر روش‌های موجود هیچکدام به صورت هم‌زمان به سه مقوله انتخاب تکنولوژی/دارنده مناسب و نیز روش انتقال آن، نپرداخته و تنها به بررسی یکی از این مراحل اکتفا کرده‌اند. همچنین بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که در تحقیقات پیشین به جنبه عدم قطعیت و بخصوص اعداد خاکستری که امری ناگزیر در فرایند انتخاب و انتقال تکنولوژی می‌باشد، کم‌تر توجه شده است.

بی‌شک مهم‌ترین رکن در هر اولویت‌بندی استفاده از معیارهای صحیح برای رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌باشد، از این رو در تحقیق حاضر ابتدا با روش‌های توضیح داده شده در قسمت بیان مسئله به بررسی و تعیین معیارهای انتخاب تکنولوژی، تامین‌کننده و همچنین معیارهای انتخاب روش‌های انتقال تکنولوژی پرداخته و سپس با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندگانه به اولویت‌بندی گزینه‌ها پرداخته می‌شود. همچنین این روش با لحاظ کردن عدم قطعیت موجود در دنیای واقعی با حضور اعداد خاکستری به جای اعداد قطعی ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیران ایجاد خواهد نمود.

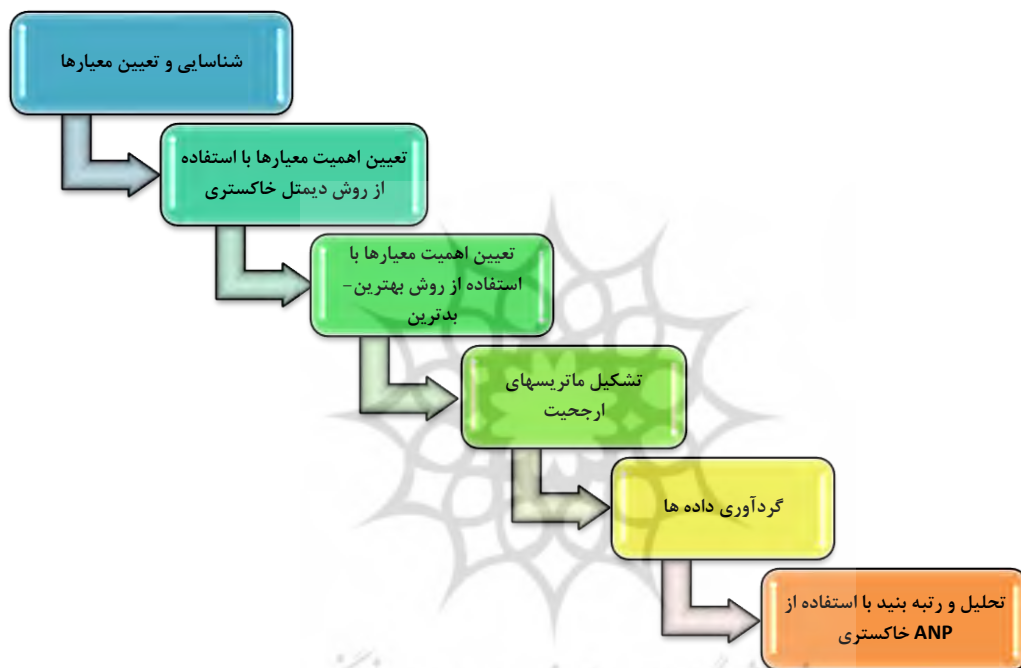
بیان مسئله

با توجه به تعارضات گسترده موجود میان منافع انتقال‌دهنده و انتقال‌گیرنده تکنولوژی و با دقت در پروژه‌های انتقال تکنولوژی بخصوص صنعت نفت کشور؛ موارد بسیاری وجود دارند که عدم توجه به این تعارضات که بیشتر منتج از روش مورد نظر انتقال تکنولوژی از سوی گیرنده و به منظور بومی‌سازی و تسلط بر تکنولوژی می‌باشد؛ باعث شکست فرایند انتقال تکنولوژی و یا حداقل صرف زمان و هزینه بیشتر گردیده است. البته در این خصوص توجه به از دست رفتن فرصت برای گیرنده تکنولوژی با توجه به چرخه عمر تکنولوژی نیز بسیار حائز اهمیت بوده و گاهی هزینه فرصت از دست رفته غیر قابل جبران خواهد بود. در این راستا عدم

توجه به روش بهینه مورد نظر در انتقال تکنولوژی باعث تکرار روند انتخاب تکنولوژی/دارنده گردیده و منجر به از دست رفتن زمان و صرف هزینه بیشتر خواهد شد و لذا نیاز به همزمانی بررسی انتخاب تکنولوژی/دارنده و روش انتقال تکنولوژی و ارائه یک روش مشترک در این زمینه غیر قابل انکار می‌باشد.

در این راستا در پژوهش حاضر با بررسی مقالات و کتب و همچنین مشورت با خبرگان مجموعه کاملی از معیارهای تاثیرگذار جمع‌آوری و یا ایجاد شد. در مجموع ۱۴۶ معیار اولیه برای ارزیابی تکنولوژی و روش‌های انتقال تکنولوژی از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه باز با خبرگان استخراج شد که ۳۰ معیار مشترک در انتخاب تکنولوژی و روش‌های انتقال تکنولوژی وجود داشته است که این مهم خود بر ارتباط تنگاتنگ این دو مرحله مهم از فرایند انتقال تکنولوژی تاکید دارد. برای ارزیابی دارنده تکنولوژی نیز ۱۶ معیار ارزیابی استخراج شده است. در خصوص معیارهای نهایی برای "انتخاب تکنولوژی"، "انتخاب دارنده" و "انتخاب روش انتقال تکنولوژی" پس از تشکیل گروه کانونی و غربال‌گری اولیه شاخص‌های بدست آمده از مطالعات پیشین و مصاحبه‌های باز با خبرگان، به منظور شناسایی شاخص‌های نهایی تحقیق بر اساس روش دلفی پرسش‌نامه باز طراحی و در بین خبرگان شرکت کننده در پنل دلفی توزیع گردید. لازم به ذکر است که پس از غربال‌گری اولیه در گروه کانونی، ۵۲ شاخص برای ارزیابی تکنولوژی، ۷۱ معیار برای روش‌های انتقال تکنولوژی و ۱۴ معیار برای انتخاب دارنده تکنولوژی به مرحله بعد یعنی پنل دلفی وارد گردیدند. در مجموع ۱۵ پرسش‌نامه توزیع و برگشت داده شدند و اطلاعات حاصل از آنها در محیط نرم افزاری SPSS مورد تحلیل قرار گرفتند. پس از ۳ نوبت رفت و برگشت پرسشنامه‌ها در پنل دلفی، برای انتخاب تکنولوژی شش معیار: "نوع تکنولوژی، زیرساختی، آینده‌نگری، قوانین، ریسک و سازمان گیرنده"؛ برای انتخاب روش انتقال تکنولوژی ۴ معیار: "محیطی، مسائل داخلی سازمان، زیرساخت‌ها و تضمین موفقیت" و همچنین برای انتخاب دارنده تکنولوژی تنها پس از یک نوبت رفت و برگشت پرسش‌نامه در پنل دلفی و تحلیل در نرم افزار SPSS، پنج معیار: "سازمان گیرنده، قوانین و مقررات، ریسک، آینده‌نگری و شرایط

محصول"، نهایی گردیدند. در روش پیشنهادی این مقاله از روش تصمیم‌گیری بهترین-بدترین و دیمتل خاکستری برای تعیین اهمیت معیارهای شناسایی شده و تکنیک تصمیم‌گیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری برای اولویت‌بندی گزینه‌ها استفاده می‌شود. معیارهای نهایی شناسایی شده، به مرحله بعد که تعیین میزان اثرگذاری آنها و بررسی وزن گزینه‌هاست وارد می‌شوند. نمودار مراحل انجام این تحقیق به صورت شکل ۱ است.



شکل ۱. نمودار مراحل انجام کار

در این پژوهش ۱۵ خبره شرکت‌کننده در این تحقیق از میان مدیران و متخصصین تامین و خرید کالای حفاری شرکت ملی نفت ایران و با روش گوله‌برفی انتخاب گردیده‌اند که با همگی آنها مصاحبه باز صورت پذیرفته و همگی در گروه کانونی و پنل دلفی شرکت داشته

و در پرکردن ماتریس‌های تصمیم از آنها استفاده شده است. مشخصات جمعیت شناختی جامعه آماری خبرگان شرکت کننده در این تحقیق در جدول ۱ به نمایش گذاشته شده است.

جدول ۱. مشخصات جمعیت شناختی خبرگان شرکت کننده در تحقیق

جنسیت	تحصیلات				سابقه کار در صنعت نفت (سال)		سن (سال)			
	زن	لیسانس	فوق لیسانس	دکتری	۲۰-۱۰	بالای ۲۱	تا ۳۰	۴۰ تا ۵۰	۵۰ تا ۶۰	بالای ۶۱
مرد	۰	۵	۷	۳	۴	۱۱	۲	۴	۶	۳
	٪۰	٪۳۳,۳	٪۴۶,۶	٪۲۰	٪۲۶,۷	٪۷۳,۳	٪۱۳,۳	٪۲۶,۷	٪۴۰	٪۲۰

متدولوژی

در این مقاله همانگونه که توضیح داده شد برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز از پرسشنامه باز استفاده شد. در این راستا و به منظور تشخیص مهمترین معیارهای ارزیابی تکنولوژی مناسب، مناسبترین دارندگان تکنولوژی و همچنین مناسبترین روشهای انتقال تکنولوژی، پس از غربالگری اولیه معیارها در گروه کانونی، بر اساس روش دلفی پرسشنامه‌های متناسب طراحی و بین خبرگان توزیع گردید. پایایی پرسشنامه‌ها نیز به دو شیوه همسانی درونی و دو نیمه‌سازی محاسبه گردید. بر اساس مراحل کار در شکل ۱، معیارهای نهایی شده با استفاده از روش دیمتل خاکستری تعیین اهمیت شده و همین هدف با روش بهترین-بدترین نیز تکرار شده است. فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری نیز برای تعیین اولویت گزینه‌ها به کار رفته است. برای روشن شدن مسیر، علاوه بر توضیح روش‌های به کار رفته در ادامه، روش پیشنهادی برای خرید سه نوع مته حفاری در صنعت نفت اجرا شده است. این مته‌ها در اختیار ۵ شرکت تامین کننده می‌باشند و با روش‌های مختلف انتقال تکنولوژی قابل انتقال به سازمان

گیرنده می‌باشند. در ادامه به توضیح روش‌های بهترین-بدترین، دیمتل خاکستری و فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری پرداخته می‌شود.

روش بهترین-بدترین

روش بهترین-بدترین، جدیدترین روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که نسبت به دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱، مقایسه کمتر و قابلیت اطمینان بالاتری دارد (رضایی^۲، ۲۰۱۵). به عنوان مثال روش بهترین-بدترین به $2n-3$ مقایسه نیاز دارد ولی روش تحلیل سلسله مراتبی که پرکاربردترین روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است، به $\frac{n(n-1)}{2}$ مقایسه نیاز دارد (پاموکار و همکاران^۳، ۲۰۱۸). گام‌های زیر برای این روش قابل اجرا است (رضایی و همکاران، ۲۰۱۶):

۱. بررسی و تعیین عوامل تاثیرگذار بر تصمیم
۲. انتخاب بهترین (مهمترین) معیار و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیار
۳. تعیین ارجحیت بهترین معیار نسبت به دیگر معیارها با عددی بین ۱ تا ۹ به صورت بردار \mathbf{A} :

$$AB = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \quad (1)$$

در این بردار a_{Bj} نشان‌دهنده میزان ارجحیت بهترین معیار \mathbf{B} بر معیارهای \mathbf{j} است.

۴. تکرار مرحله قبل برای بدترین معیار و تعیین ارجحیت سایر معیارها نسبت به بدترین معیار \mathbf{W} :

$$AW = (a_{1w}, a_{2w}, \dots, a_{nw})^T \quad (2)$$

1 . Multi-Criteria Decision Making
 2 . Rezaei
 3 . Pmmmaar, Prrrov,,, & Crrrovcc

در بردار \mathbf{W} ، a_{jw} بیان کننده میزان ارجحیت معیار j نسبت به بدترین معیار \mathbf{W} است.

۵. تشکیل بردار وزن بهینه به شکل بردار $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ به طوری که:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right| \right\} \quad (3)$$

s.t.

$$\sum_j W_j = 1 \quad (4)$$

$$W_j \geq 0$$

مدل Min-Max در رابطه ۳ را می توان به صورت رابطه ۵ نوشت:

$$\min \quad \xi$$

$$\left| \frac{W_B}{W_j} - a_{Bj} \right| \leq \xi \quad \text{For all } j \quad (5)$$

$$\left| \frac{W_j}{W_w} - a_{jw} \right| \leq \xi \quad \text{For all } j$$

$$\sum W_j = 1 \quad (6)$$

$$W_j \geq 0, \text{ For all } j$$

روش دیمتل خاکستری^۱

در دیمتل خاکستری از اعداد خاکستری استفاده می شود. گام های این روش به صورت زیر است (لی و ماتیاژاگان^۲، ۲۰۱۸؛ جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۰؛ آذر و همکاران، ۱۳۹۶؛ اکبریان و نجفی، ۱۳۹۳):

1 . Grey Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Model

2 . Li, & Mathiyazhagan

- گام اول: تعیین معیارهای تاثیرگذار و قرار دادن آنها در رئوس یک دیاگراف.
- گام دوم: تعیین روابط حاکم بین عوامل با مقایسه زوجی آنها؛ در این مرحله یک ماتریس مقایسه زوجی به شکل زیر و با نظر خبرگان تشکیل می‌شود.

$$Z = \begin{matrix} C_1 & \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ C_m & \begin{bmatrix} R_{m1} & R_{m2} & \dots & R_{mn} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

که در این ماتریس a_{ij} درجه نفوذ معیار C_i بر C_j را نشان می‌دهد.

- گام سوم: ماتریس‌های حاصل از گام قبل را بررسی کرده و وجود یا عدم وجود رابطه نهایی بین دو عامل را توسط رای اکثریت کارشناسان مشخص کرده و ماتریس ارتباط مستقیم (میانگین) M تشکیل می‌شود.
- گام چهارم: نرمال سازی ماتریس M ؛ جمع سطری درایه‌های ماتریس M محاسبه شده و معکوس بیشترین آن در درایه‌های ماتریس M ضرب می‌شوند. با این کار شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم تعیین می‌شود.

$$N = \alpha \times M \quad \alpha = \frac{1}{\text{Max} \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (10)$$

- گام پنجم: محاسبه ماتریس روابط کل؛ در این گام ماتریس شرط نسبی موجود از روابط مستقیم و غیرمستقیم (S) با توجه به فرمول زیر تشکیل می‌شود:

$$S = N + N^2 + N^3 + \dots + N^t = \frac{N(I - N^t)}{I - N} = \frac{N}{I - N} = N(I - N)^{-1} \quad (11)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} N^t = 0$$

شدت ممکن از روابط غیرمستقیم (از عناصر موجود بر یکدیگر) از طریق مجموع تصاعد هندسی زیر با استدلالی مشابه قابل، محاسبه می‌باشد.

$$T_{t \rightarrow \infty} = N^2 + N^3 + \dots + N^t = N^2(I - N)^{-1} \quad (12)$$

- گام ششم: مشخص نمودن سلسله مراتب یا ساختار ممکن معیارها.؛ در این گام با مرتب کردن عوامل بر اساس مقادیر R و J و R + J و R - J حاصله از ماتریس S می‌توان یک ساختار و رتبه‌بندی ممکن از عوامل به دست آورد.
- R: جمع سطری درایه‌ها، برای هر عامل معرف میزان تاثیرگذاری آن بر سایر عناصر سیستم مورد بررسی است.
- J: جمع ستونی درایه‌ها، برای هر عامل معرف شدت تاثیر پذیری عامل مذکور از سایر عناصر سیستم مورد بررسی است.
- R + J: بردار برتری، که بردار افقی بوده و میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار R + J عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عناصر سیستم دارد، لذا وزن (اهمیت) عامل در سیستم بیشتر است.
- R - J: بردار ارتباط، که بردار عمودی بوده و مقدار نهایی تاثیرگذاری هر عامل بر مجموعه عناصر دیگر سیستم را نشان می‌دهد.

فرایند تحلیل شبکه‌ای خاکستری^۱ (GANP)

اعداد خاکستری مشابه اعداد فازی هستند اما با این تفاوت اساسی که در اعداد خاکستری مقدار دقیق عدد نامشخص است اما بازه‌ای که مقدار آن عدد را در برمی‌گیرد معلوم است (لین و وی^۲، ۲۰۱۸)؛ در حالی که در یک عدد فازی ضمن این که عدد به صورت یک بازه تعریف می‌شود، اما مقدار دقیق بال‌چپ و راست عدد معلوم نیست و از یک تابع عضویت تبعیت می‌کند (سلامی و همکاران، ۱۳۹۰).

برای به‌دست آوردن وزن مؤلفه‌ها، مراحل محاسبه وزن با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای عبارت است از (شاه‌قلیان، علیزاده سیاهکل، ۱۳۹۵):

– مرحله اول: جهت تجمیع نظرات خبرگان، از مقایسات زوجی پاسخ‌دهندگان میانگین هندسی گرفته می‌شود.

– مرحله دوم: محاسبه بردار ویژه؛ برای محاسبه بردار ویژه هر یک از جداول مقایسات زوجی تجمیع شده، طبق رابطه ۷ از روش لگاریتمی حداقل مجذورات، استفاده می‌شود.

$$w_k^s = \frac{\left(\prod_{j=1}^n a_{kj}^s \right)^{1/n}}{\sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij}^m \right)^{1/n}}, \quad s \in \{l, m, u\} \quad (7)$$

$$\tilde{w}_k = (w_k^l, w_k^m, w_k^u) \quad k = 1, 2, 3, \dots, n$$

– مرحله سوم: تشکیل ماتریس‌های بردار ویژه (\tilde{W}_{ij})؛ این ماتریس‌ها شامل بردارهای ویژه‌ای هستند که از مقایسات زوجی مرحله دوم به‌دست آمده‌اند.

– مرحله چهارم: محاسبه اوزان نهایی سطوح؛ برای محاسبه وزن نهایی مؤلفه‌های هر سطح (W_i^*) می‌بایست حاصل ضرب ماتریس بردار ویژه روابط درونی در بردار ویژه همان سطح در وزن نهایی سطح بالاتر ضرب شود.

1 . Grey Analytic Network Process

2 . Lin, & Wei

$$W_i^* = W_{ii} \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad (۸)$$

در صورتیکه برای یک سطح ماتریس W_{ii} وجود نداشت، لازم است یک ماتریس یک‌به‌یک هم‌درجه جایگزین آن گردد. به عبارت دیگر می‌بایست از فرمول زیر استفاده نمود.

$$W_i^* = I \times W_{i(i-1)} \times W_{i-1}^* \quad (۹)$$

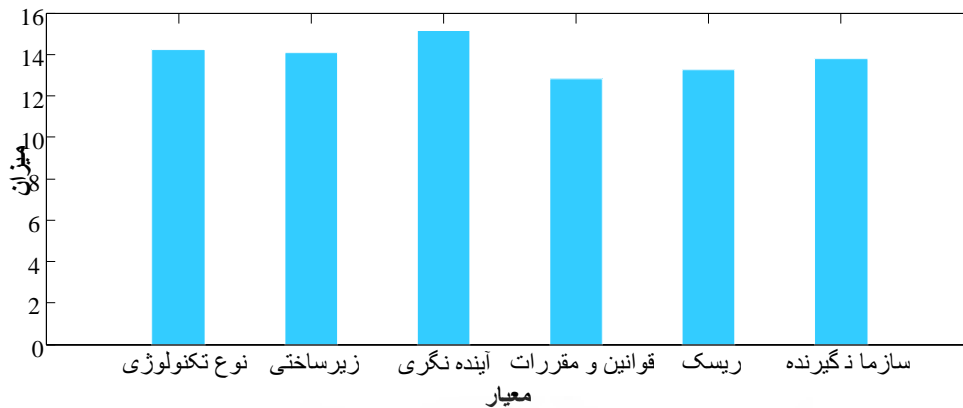
تجزیه و تحلیل

همان‌طور که قبلاً بیان شد برای حل یک نمونه واقعی، از داده‌های مربوط به خرید سه نوع مته حفاری استفاده می‌شود که در مالکیت ۵ تامین‌کننده موجود قرار دارند. بر اساس مراحل تعریف شده برای انجام روش پیشنهادی، ابتدا با استفاده از روش دیمتل خاکستری میزان اهمیت و اثرگذاری هر کدام از معیارهای نهایی سنجیده شده است. جدول ۲ اهمیت و تاثیرگذاری معیارهای گروه انتخاب تکنولوژی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. اهمیت و تاثیرگذاری معیارهای انتخاب تکنولوژی (اعداد قطعی) با روش دیمتل

معیار	$(\bar{J}_i + \bar{R}_i)^{def}$	$(J_i - \bar{R}_i)^{def}$
نوع تکنولوژی	۱۴,۲۴	۰,۱۶
زیرساختی	۱۴,۰۸	۰,۰۵
آینده‌نگری	۱۵,۱۵	-۰,۳۵
قوانین	۱۲,۸۵	۱,۵۵
ریسک	۱۳,۲۸	-۰,۳۲
سازمان گیرنده	۱۳,۷۸	-۱,۰۹

بر اساس داده‌های جدول ۲، آینده‌نگری مهم‌ترین عامل برای انتخاب تکنولوژی است. نمودار داده‌های جدول ۲، به صورت شکل ۲ می‌باشد.



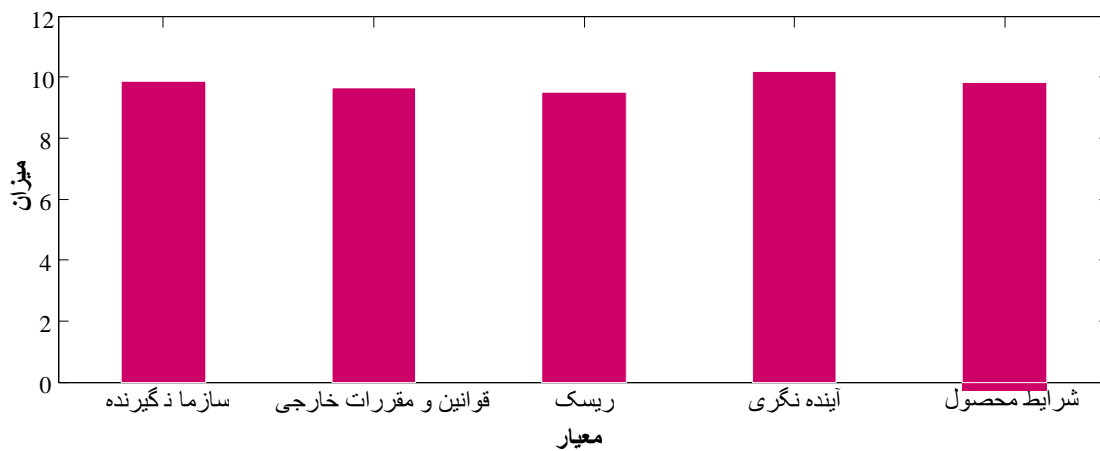
شکل ۲. نمودار اهمیت معیارهای انتخاب تکنولوژی در روش دیمتل

در جدول ۳ اهمیت و تأثیرگذاری معیارهای انتخاب تامین‌کننده نشان داده شده است.

جدول ۳. اهمیت و تأثیرگذاری معیارهای انتخاب تامین‌کننده (اعداد قطعی) با روش دیمتل

معیار	$(\bar{J}_i + \bar{R}_i)^{def}$	$(J_i - \bar{R}_i)^{def}$
سازمان‌گیرنده	۹,۸۸	-۰,۱۳
قوانین و مقررات خارجی	۹,۶۴	۱,۲۷
ریسک	۹,۵۲	-۰,۱۳
آینده‌نگری	۱۰,۱۸	-۰,۶۵
شرایط محصول	۱۰,۰۸	-۰,۳۵

بر اساس داده‌های این جدول که ۵ معیار را بررسی کرده است نیز، معیار آینده‌نگری از بالاترین اهمیت برخوردار است. نمودار مربوط به این جدول در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. نمودار اهمیت معیارهای گروه انتخاب تامین کننده در روش دیمتل

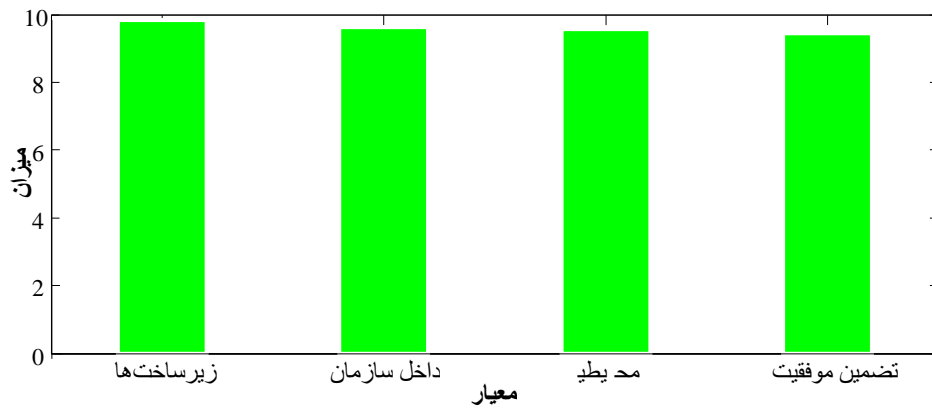
در جدول ۴ اهمیت و تاثیر گذاری ۴ معیار مربوط به گروه انتخاب روش انتقال نشان داده شده است.

جدول ۴. اهمیت و تاثیر گذاری معیارهای انتخاب روش انتقال (اعداد قطعی) با روش دیمتل

معیار	$(\bar{J}_i + \bar{R}_i)^{def}$	$(J_i - \bar{R}_i)^{def}$
زیرساختها	۹,۸۵	-۰,۹۴
داخل سازمان	۹,۶۳	-۰,۲۳
محیطی	۹,۵۸	۰,۰۰
تضمین موفقیت	۹,۴۵	۱,۱۷

بر اساس جدول ۴، معیار زیرساختها با اهمیت ترین معیار در گروه انتخاب روش انتقال است.

شکل ۴ نمودار مربوط به داده های جدول ۴ را نشان می دهد.



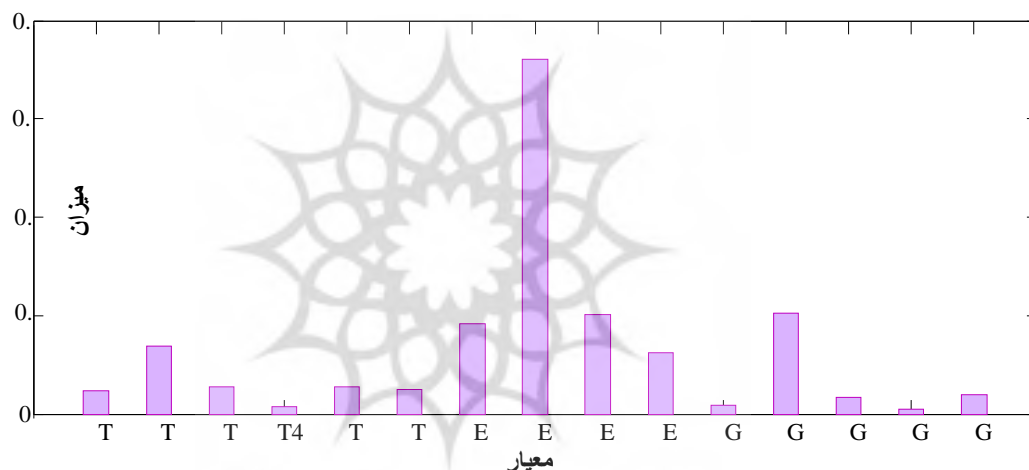
شکل ۴. نمودار اهمیت معیارهای گروه انتخاب روش انتقال در روش دیمتل

پس از تعیین اثرگذاری معیارهای سه گروه انتخاب تکنولوژی، انتخاب روش انتقال تکنولوژی و انتخاب تامین‌کننده با استفاده از روش دیمتل خاکستری؛ حال نوبت به به کارگیری روش بهترین-بدترین برای تعیین اهمیت است (جدول ۵).

جدول ۵. میزان اهمیت معیارها با روش بهترین-بدترین

ردیف	دسته	مشخصه	وزن دسته	عامل	وزن عامل	مقدار [*]	میزان سازگاری	وزن نهایی عامل	رتبه نهایی
۱	انتخاب تکنولوژی (T)	T1	۰/۱۵۳	نوع تکنولوژی	۰/۱۵۷	۰/۱۵۷	۰/۰۳۱۸	۰/۰۲۴	۸
۲		T2		زیرساختی	۰/۲۷۲				
۳		T3		آینده‌نگری	۰/۱۷۵				
۴		T4		قوانین	۰/۰۵۳				
۵		T5		ریسک	۰/۱۸۱				
۶		T6		سازمان گیرنده	۰/۱۶۲				
۱	انتخاب روش انتقال تکنولوژی (E)	E1	۰/۵۸۷	تضمین موفقیت	۰/۱۵۸	۰/۰۸۳۱	۰/۰۱۶۴	۰/۰۹۱	۳
۲		E2		زیرساخت‌ها	۰/۶۱۴				
۳		E3		داخل سازمانی	۰/۱۷۲				
۴		E4		محیطی	۰/۱۰۶				
۱	انتخاب تامین کننده (G)	G1	۰/۰۶۲	سازمان گیرنده	۰/۱۵۷	۰	۰	۰/۰۰۹	۱۳
۲		G2		قوانین و مقررات	۰/۱۶۶				
۳		G3		ریسک	۰/۲۷۷				
۴		G4		آینده‌نگری	۰/۰۸۵				
۵		G5		شرایط محصول	۰/۳۱۵				

در جدول ۵ وزن هر معیار از گروه‌های سه‌گانه انتخاب تامین‌کننده، انتخاب تکنولوژی و انتخاب روش انتقال محاسبه و نمایش داده شده است. همچنین، میزان سازگاری در هر گروه نیز نشان داده شده که برای هر سه مورد کوچکتر از ۰/۱ می‌باشد. روش بهترین-بدترین به صورت کلی معیار زیرساخت‌ها را مؤثرترین معیار معرفی می‌کند و به صورت خاص معیار زیرساختی در گروه انتخاب تکنولوژی، معیار زیرساخت‌ها برای گروه انتخاب روش انتقال و معیار شرایط محصول را برای گروه انتخاب تامین‌کننده مؤثرترین معیارها برمی‌شمارد. شایان ذکر است که ضریب سازگاری برای گروه انتخاب تامین‌کننده صفر است. همچنین برای انتقال تکنولوژی عدد ۰/۰۱۶۴ و برای انتخاب تکنولوژی میزان ۰/۳۱۸ حاصل شده است.



شکل ۵. نمودار اهمیت معیارها با استفاده از روش بهترین-بدترین

نمودار ۵ به صورت بصری نتایج جدول ۵ را نشان می‌دهد.

مرحله بعد به تعیین اولویت گزینه‌ها که به معنی انتخاب یک تامین کننده از بین ۵ تامین کننده، یک تکنولوژی از بین ۳ تکنولوژی و ۱ روش انتقال از بین ۵ روش می‌باشد، اختصاص دارد. نتایج حل بر اساس روش پیشنهادی ترکیبی توضیح داده شده (تحلیل شبکه‌ای خاکستری - دیمتل خاکستری و تحلیل شبکه‌ای خاکستری - بهترین بدترین)، در جدول ۶ نشان داده شده است. شایان ذکر است که روش اصلی پیشنهادی این مقاله تحلیل شبکه‌ای خاکستری - بهترین بدترین و روش تحلیل شبکه‌ای خاکستری - دیمتل خاکستری برای مقایسه ارائه شده است.

جدول ۶. ماتریس اوزان نهایی گزینه‌ها با فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری

وزن نهایی گزینه‌ها با فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری و دیمتل خاکستری	وزن نهایی گزینه‌ها با فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری و بهترین - بدترین	روش انتقال تکنولوژی	تکنولوژی	تامین کنندگان
۰,۲۴	۰,۲۷	خرید حق امتیاز	Roller Cone Bits	تامین کننده ۱
۰,۲۴	۰,۲۱	سرمایه گذاری خارجی		
۰,۲۱	۰,۳۰	پیمانکاری		
۰,۲۷	۰,۲۹	اتحاد		
۰,۳۲	۰,۳۵	تامین تجهیزات تولید		
۰,۲۰	۰,۲۲	خرید حق امتیاز	Polycrystalline Diamond Compact	
۰,۳۲	۰,۳۴	سرمایه گذاری خارجی		
۰,۳۸	۰,۴۱	پیمانکاری		
۰,۲۷	۰,۲۵	اتحاد		

۰,۲۷	۰,۲۸	تامین تجهیزات تولید	Core Bits	تامین‌کننده ۲
۰,۳۲	۰,۳۴	خرید حق امتیاز		
۰,۲۵	۰,۲۷	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۳۰	۰,۳۱	پیمانکاری		
۰,۳۵	۰,۳۸	اتحاد		
۰,۲۲	۰,۲۵	تامین تجهیزات تولید		
۰,۲۷	۰,۲۵	خرید حق امتیاز	Roller Cone Bits	
۰,۲۰	۰,۲۳	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۳۵	۰,۴۰	پیمانکاری		
۰,۲۰	۰,۲۲	اتحاد		
۰,۲۷	۰,۲۹	تامین تجهیزات تولید		
۰,۳۰	۰,۲۶	خرید حق امتیاز	Polycrystalline Diamond Compact	
۰,۳۰	۰,۲۸	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۲۸	۰,۳۲	پیمانکاری		
۰,۳۲	۰,۳۶	اتحاد		
۰,۳۰	۰,۳۲	تامین تجهیزات تولید		
۰,۲۰	۰,۲۵	خرید حق امتیاز	Core Bits	
۰,۳۲	۰,۳۹	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۳۰	۰,۳۴	پیمانکاری		
۰,۲۸	۰,۲۵	اتحاد		

۰,۳۱	۰,۲۸	تامین تجهیزات تولید		
۰,۲۸	۰,۲۹	خرید حق امتیاز	Roller Cone Bits	تامین کننده ۳
۰,۲۸	۰,۳۰	سرمایه گذاری خارجی		
۰,۲۸	۰,۳۰	پیمانکاری		
۰,۲۸	۰,۳۰	اتحاد		
۰,۲۸	۰,۲۷	تامین تجهیزات تولید		
۰,۳۰	۰,۲۵	خرید حق امتیاز		
۰,۲۷	۰,۲۵	سرمایه گذاری خارجی	Polycrystalline Diamond Compact	
۰,۲۸	۰,۲۶	پیمانکاری		
۰,۲۵	۰,۲۴	اتحاد		
۰,۲۵	۰,۲۸	تامین تجهیزات تولید		
۰,۳۰	۰,۳۲	خرید حق امتیاز	Core Bits	
۰,۳۰	۰,۳۳	سرمایه گذاری خارجی		
۰,۳۶	۰,۳۳	پیمانکاری		
۰,۳۲	۰,۲۸	اتحاد		
۰,۲۸	۰,۲۴	تامین تجهیزات تولید		
۰,۲۴	۰,۲۹	خرید حق امتیاز	Roller Cone Bits	تامین کننده ۴
۰,۲۸	۰,۲۷	سرمایه گذاری خارجی		
۰,۲۷	۰,۲۷	پیمانکاری		
۰,۲۴	۰,۲۵	اتحاد		

۰,۳۲	۰,۳۶	تامین تجهیزات تولید	Polycrystalline Diamond Compact	تامین‌کننده ۵
۰,۳۱	۰,۳۴	خرید حق امتیاز		
۰,۳۰	۰,۲۷	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۲۵	۰,۲۶	پیمانکاری		
۰,۲۸	۰,۲۷	اتحاد		
۰,۳۱	۰,۳۰	تامین تجهیزات تولید		
۰,۳۴	۰,۳۰	خرید حق امتیاز	Core Bits	
۰,۳۱	۰,۳۰	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۳۰	۰,۳۶	پیمانکاری		
۰,۳۵	۰,۳۵	اتحاد		
۰,۳۲	۰,۳۵	تامین تجهیزات تولید		
۰,۳۶	۰,۳۶	خرید حق امتیاز	Roller Cone Bits	
۰,۳۰	۰,۳۸	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۳۲	۰,۳۹	پیمانکاری		
۰,۲۴	۰,۲۸	اتحاد		
۰,۲۴	۰,۲۷	تامین تجهیزات تولید		
۰,۲۷	۰,۲۸	خرید حق امتیاز	Polycrystalline Diamond Compact	
۰,۳۳	۰,۳۰	سرمایه‌گذاری خارجی		
۰,۲۸	۰,۳۰	پیمانکاری		
۰,۳۵	۰,۳۴	اتحاد		

۰,۳۲	۰,۳۱	تامین تجهیزات تولید	Core Bits
۰,۳۳	۰,۳۵	خرید حق امتیاز	
۰,۳۵	۰,۳۴	سرمایه گذاری خارجی	
۰,۲۷	۰,۲۷	پیمانکاری	
۰,۲۹	۰,۲۸	اتحاد	
۰,۳۰	۰,۲۹	تامین تجهیزات تولید	

در جدول شماره ۶، ستون اول ۵ تامین کننده، ستون دوم ۳ نوع تکنولوژی در دسترس و ستون سوم ۵ روش انتقال تکنولوژی را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های به دست آمده که در دو ستون آخر نوشته شده است، تامین تکنولوژی ساخت مته‌های الماس مصنوعی یا فشرده الماس پلی کریستالین^۱ از تامین کننده اول و با روش انتقال پیمانکاری با وزن ۰/۴۱ با استفاده از روش بهترین-بدترین و فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری و همچنین با وزن ۰/۳۸ با استفاده از ترکیب روش دیمتل خاکستری و فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری؛ بهترین انتخاب است. نتایج به دست آمده از دو روش دیمتل خاکستری و بهترین-بدترین بسیار به یکدیگر نزدیک هستند، اما روش بهترین-بدترین که روشی جدید در روش‌های تصمیم‌گیری است به دلیل توانایی بهتر در تعیین وزن معیارها و همچنین نیازمند بودن به انجام مقایسات کمتر از سوی خبرگان، نسبت به روش دیمتل ارجحیت دارد.

1 . Polycrystalline Diamond Compact Bits

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی و انتخاب سه آیت‌م: تکنولوژی مناسب، روش درست انتقال آن و انتخاب تامین‌کننده بهینه آن تکنولوژی از نظر کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی، افزایش بهره‌وری، استفاده از قابلیت‌های سازمان و افراد، کنترل ریسک و در نهایت برنامه‌ریزی صحیح برای استفاده بهینه از زمان و منابع برای سازمان مهم و حیاتی است. در این مقاله برای انتخاب بهترین تامین‌کننده، بهترین تکنولوژی و روش انتقال از روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه استفاده شد. از روش دیمتل خاکستری و بهترین-بدترین برای تعیین وزن معیارها و از فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری برای تعیین اولویت گزینه‌ها استفاده شد. با داشتن ۵ انتخاب برای تامین‌کننده، ۳ انتخاب برای تکنولوژی و ۵ انتخاب برای روش انتقال تکنولوژی، همانطور که از نتایج جدول ۶ مشخص می‌باشد با استفاده از هر دو روش ترکیبی تحلیل شبکه‌ای خاکستری-دیمتل خاکستری و تحلیل شبکه‌ای خاکستری-بهترین بدترین، تامین‌کننده شماره ۱ با تکنولوژی ساخت مته‌های الماس مصنوعی یا فشرده الماس پلی کریستالین و روش انتقال تکنولوژی پیمانکاری، بهترین انتخاب تشخیص داده شد. نتایج حاصل از روش ترکیبی فرآیند تحلیل شبکه‌ای خاکستری و بهترین-بدترین به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا بتوانند در شرایط عدم قطعیت با روشی سیستماتیک و دقیق به انتخاب تامین‌کننده بهینه با توجه به تکنولوژی و روش انتقال مناسب آن مبادرت ورزند. همچنین با توجه به نتایج ارائه شده در بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها تنها روش بهترین-بدترین دارای این توانایی است که به صورت هم‌زمان و یک‌پارچه به رتبه‌بندی تمامی معیارهای هر سه گروه انتخاب تکنولوژی، انتخاب روش مناسب انتقال و انتخاب دارنده پردازد که در این راستا معیار زیرساخت‌ها دارای بیشترین اهمیت در میان تمامی معیارهای سه گروه بوده است. این نتیجه بر توجه ویژه مسئولین تصمیم‌گیر در این مطالعه موردی به مواردی همچون زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری لازم برای انتقال محصول، آمادگی و سازگاری سازمانی و فرهنگی، قوانین مورد نیاز و ... تاکید دارد. با توجه به نتایج به دست آمده در گروه انتخاب تکنولوژی، روش دیمتل معیار آینده‌نگری را با اهمیت‌ترین معیار تشخیص داده است، درحالی‌که با استفاده از روش

بهترین-بدترین، مهم‌ترین معیار شاخص زیرساختی بوده است. علی‌رغم با اهمیت بودن معیار آینده‌نگری در انتخاب تکنولوژی باید توجه نمود که حتی در صورت لحاظ نمودن کلیه زیرمعیارهای تاثیرگذار در معیار آینده‌نگری و انتخاب مناسب‌ترین تکنولوژی در آینده، چنانچه زیرساخت‌های لازم برای انتقال و بومی‌سازی این تکنولوژی موجود نباشند بی‌شک فرایند انتقال تکنولوژی محکوم به شکست خواهد بود و از این منظر روش بهترین-بدترین همان‌طور که انتظار آن می‌رفت دقیق‌تر از روش دیمتل عمل نموده است. از سوی دیگر در گروه انتخاب تامین‌کننده در حالیکه روش دیمتل مجدداً معیار آینده‌نگری را با اهمیت‌ترین معیار تشخیص داده است با استفاده از روش بهترین-بدترین با اهمیت‌ترین معیار شاخص شرایط محصول بوده است. در این مورد نیز باید توجه نمود که مجدداً علی‌رغم با اهمیت بودن معیار آینده‌نگری در انتخاب تامین‌کننده، چنانچه زیرمعیارهای شاخص شرایط محصول مانند کیفیت، تکنولوژی تولیدی و سطح مهارت مورد نیاز، هزینه (قیمت محصول)، زمان تحویل محصول، روش پرداخت و ... در فرایند انتقال تکنولوژی لحاظ نگردند بی‌شک نمی‌توان به موفقیت فرایند انتقال تکنولوژی اطمینان داشت و از این منظر نیز روش بهترین-بدترین بر اساس فرضیات این تحقیق، دقیق‌تر از روش دیمتل عمل نموده است.

در تحقیقات آتی می‌توان از ترکیب‌های دیگری مانند اعداد فازی تقریبی با ارزش زمانی-بهترین بدترین^۱ با برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- اکبریان، م؛ نجفی، ا (۱۳۹۳). ترسیم نقشه استراتژی در کارت امتیازی متوازن با استفاده از روش دیمتل. فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال دوازدهم، شماره ۳۴، ص ۱۵۴-۱۳۳.
- الفت، ل؛ صدیقی گاریز، س (۱۳۹۳). رتبه بندی عوامل موثر بر تسهیم اطلاعات در زنجیره تامین با به کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی در صنعت پالایش و پخش فراورده‌های نفتی کشور، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال دوازدهم، شماره ۳۲، ص ۱۲۱-۹۹.
- آذر، ع؛ رجب زاده قطری، ع، اخوان، ع (۱۳۹۶). نگاشت مدل تولید پایدار با رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال پانزدهم، شماره ۴۶، ص ۲۶-۱.
- باقری، س؛ صدرائی، س (۱۳۸۹). گذر از پژوهش جزیره ای به نوآوری شبکه ای در صنعت نفت ایران، فرصت‌ها و چالش‌ها، تهران، چهارمین کنفرانس ملی مدیریت فناوری ایران.
- جعفرنژاد، ا؛ احمدی، ا؛ ملکی، م (۱۳۹۰). ارزیابی تولید ناب با استفاده از رویکرد ترکیبی از تکنیکهای ANP و DEMATEL در شرایط فازی، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال هشتم، شماره ۲۰، ص ۲۵-۱.
- سلامی، ر؛ رضانی، ه؛ صدیقی گاریز، س؛ جمالی، ا (۱۳۹۰). انتخاب روش مناسب سرمایه گذاری خارجی با به کارگیری تکنیکهای تصمیم‌گیری چند معیاره در صنایع پالایش نفت جمهوری اسلامی ایران، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، ۹(۲۳)، ص ۹۶-۷۱.
- شاه‌قلیان، ک؛ علیزاده سیاهکل، م (۱۳۹۵). ارائه یک سیستم پشتیبان تصمیم فازی جهت انتخاب مناسب‌ترین چیدمان جریان تولید ناب، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال چهاردهم، شماره ۴۳، ص ۱۸۸-۱۶۳.
- طباطبائیان، ح؛ نوده، ع (۱۳۸۳). انتخاب روش مناسب پیش‌بینی تکنولوژی: مطالعه موردی تکنولوژی GIS، فصلنامه مدیریت صنعتی، دوره دوم، شماره ۴، ص ۲۰-۱.

عزیزی، م؛ صبحیه، م؛ و بمانیان، م (۱۳۸۶). بررسی جایگاه و اهمیت مدیریت انتقال تکنولوژی در صنعت نفت کشور، فصلنامه مدیریت پروژه، ۶، ص ۲۳-۱۴.

نایی، م؛ پارسانژاد، ا؛ پارسانژاد، م (۱۳۹۲). یک رویکرد TOPSIS فازی با اوزان ترکیبی برای انتخاب فروشنده سیستم‌های مخابراتی، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۱(۲۹)، ص ۸۷-۶۱.

رضوی حاجی آقا، ح؛ عموزاد مهدیرجی، ح؛ اکرمی، ه؛ هاشمی، ش (۱۳۹۲). مدل برنامه ریزی غیر خطی مبتنی بر TOPSIS برای محاسبه اوزان ایده آل شاخص‌های تصمیم‌گیری، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۱(۲۹)، ص ۳۹-۲۱.

Abdullah, L., & Rahman, N. A. A. (2017). "Analytic Network Process for Developing Relative Weight of Wastewater Treatment Technology Selection". *Modern Applied Science*, 11(5), 64.

Dantas, E., & Bell, M. (2011). "The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil". *World Development*, 39(9), 1570-1591.

Deshmukh, S., & Sunnapwar, V. (2019). "Fuzzy analytic hierarchy process (FAHP) for green supplier selection in Indian Industries". *In Proceedings of international conference on intelligent manufacturing and automation* (pp. 679-687). Springer, Singapore.

Farshidi, S., Jansen, S., de Jong, R., & Brinkkemper, S. (2018). "A decision support system for software technology selection". *Journal of Decision Systems*, 1-13.

García-Vega, M., & Huergo, E. (2017). "Trust and technology transfers". *Journal of Economic Behavior & Organization*, 142, 92-104.

Goker, N., & Karsak, E. E. (2016). "An Improved Common Weight DEA-Based Methodology for Manufacturing Technology Selection". *In Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science* (Vol. 2).

Habbal, A., Goudar, S. I., & Hassan, S. (2019). "A Context-aware Radio Access Technology selection mechanism in 5G mobile network for smart city applications". *Journal of Network and Computer Applications*, 135, 97-107.

Heum, P. (2008). "Local Content Development: Experiences from oil and gas activities in Norway". Working Paper 2.

Hu, W., Liu, G., & Tu, Y. (2016). Wastewater treatment evaluation for enterprises based on fuzzy-AHP comprehensive evaluation: a case study in industrial park in Taihu Basin, China. *SpringerPlus*, 5(1), 907.

Kharat, M. G., Raut, R. D., Kamble, S. S., & Kamble, S. J. (2016). "The application of Delphi and AHP method in environmentally conscious solid waste treatment and disposal technology selection". *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 27(4), 427-440.

Kheybari, S., Rezaie, F. M., Naji, S. A., & Najafi, F. (2019). "Evaluation of energy production technologies from biomass using analytical hierarchy process: The case of Iran". *Journal of Cleaner Production*, 232, 257-265.

Karunathilake, H., Hewage, K., Mérida, W., & Sadiq, R. (2019). "Renewable energy selection for net-zero energy communities: Life cycle based decision making under uncertainty". *Renewable energy*, 130, 558-573.

Klintonberg, P., Wallin, F., & Azimoh, L. C. (2014). "Successful technology transfer: What does it take?". *Applied Energy*, 130, 807-813.

Kumar, S., Luthra, S., & Haleem, A. (2015). "Benchmarking supply chains by analyzing technology transfer critical barriers using AHP approach". *Benchmarking an International Journal*, 22(4), 538-558.

Lee, A. H., Wang, W. M., & Lin, T. Y. (2010). "An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry". *Technological Forecasting and Social Change*, 77(1), 135-150.

Li, Y., & Mathiyazhagan, K. (2018). "Application of DEMATEL approach to identify the influential indicators towards sustainable supply chain adoption in the auto components manufacturing sector". *Journal of Cleaner Production*, 172, 2931-2941.

Lin, J. J., & Wei, Y. H. (2018). "Assessing area-wide bikeability: A grey analytic network process". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 381-396.

Lu, C., You, J. X., Liu, H. C., & Li, P. (2016). "Health-care waste treatment technology selection using the interval 2-tuple induced TOPSIS method". *International journal of environmental research and public health*, 13(6), 562.

Mardani, A., Zavadskas, E. K., Streimikiene, D., Jusoh, A., & Khoshnoudi, M. (2017). "A comprehensive review of data envelopment analysis (DEA) approach in energy efficiency". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1298-1322.

Mazdeh, M., Shafia, M., Bandarian, R., & Kahrizi, A. (2015). "An ISM approach for analyzing the factors in technology transfer". *Decision Science Letters*, 4(3), 335-348.

Mohr, H. (1999). "Technology assessment in theory and practice". *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 4(4), 233-235.

Mokhtarzadeh, N. G., Mahdiraji, H. A., Beheshti, M., & Zavadskas, E. K. (2018). "A Novel Hybrid Approach for Technology Selection in the Information Technology Industry". *Technologies*, 6(1), 34.

Montazeri, M. M., & Najjartabar-Bisheh, M. (2017). "Optimizing Technology Selection for Power Smart Grid Systems: a Case Study of Iran Power Distribution Industry (IPDI)". *Technology and Economics of Smart Grids and Sustainable Energy*, 2(1), 6.

Moradian, A., Hessami, H. Z., & Pezeshki, P. M. (2010). "Prioritization of Technology Transfer Methods to Downstream Petrochemical Industries in Developing Countries". *Terengganu International Business and Economics Conference*.

Motohashi, K. (2010). "R&D activities of manufacturing multinationals in China: structure, motivations and regional differences". *China & World Economy*, 18(6), 56-72.

Paaaaa ,, Pećććććđ. & Ćććććć (2018). "Modification of the Best–Worst and MABAC methods: A novel approach based on interval-valued fuzzy-rough numbers". *Expert Systems with Applications*, 91, 89-106.

Rahimi, F., Goli, A., & Rezaee, R. (2017). "Hospital location-allocation in Shiraz using Geographical Information System (GIS)". *Shiraz E-Medical Journal*, 18(8).

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.

Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J., & Tavasszy, L. (2016). "A supplier selection life cycle approach integrating traditional and environmental criteria using the best worst method". *Journal of Cleaner Production*, 135, 577-588.

Sahin, B., & Yip, T. L. (2017). "Shipping technology selection for dynamic capability based on improved Gaussian fuzzy AHP model". *Ocean Engineering*, 136, 233-242.

Serrai, W., Abdelli, A., Mokdad, L., & Hammal, Y. (2017). "Towards an efficient and a more accurate web service selection using MCDM methods". *Journal of Computational Science*, 22, 253-267.

Sharawat, K., & Dubey, S. K. (2018). "Diet Recommendation for Diabetic Patients Using MCDM Approach. In Intelligent Communication". *Control and Devices* (pp. 239-246). Springer, Singapore.

Shen, Y. C., Lin, G. T., & Tzeng, G. H. (2011). "Combined DEMATEL techniques with novel MCDM for the organic light emitting diode technology selection". *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1468-1481.

Taghavifard, M., Rostami, M., & Mousavi, S. M. M. (2011). "A HIERARCHICAL FUZZY TOPSIS MODEL FOR EVALUATING TECHNOLOGY TRANSFER OF MEDICAL EQUIPMENT". *International Journal of Academic Research*, 3(3).

Tansel, B. (2012). "Significance of thermodynamic and physical characteristics on permeation of ions during membrane separation: Hydrated radius, hydration free energy and viscous effects". *Separation and purification technology*, 86, 119-126.

Tian, Z. P., Wang, J. Q., & Zhang, H. Y. (2018). An integrated approach for failure mode and effects analysis based on fuzzy best-worst, relative entropy, and VIKOR methods. *Applied Soft Computing*, 72, 636-646.

Zack, M. H. (1999). Developing a knowledge strategy. *California management review*, 41(3), 125-145.