شناسایی روش مناسب انتقال تکنولوژی در صنعت باتری سازی خودرو با هدف تولید در سطح جهانی

امیرحسین لطیفیان
گروه مدیریت تکنولوژی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
latifianamirhossein@gmail.com

رضا توکلی مقدم (نویسنده مسئول)
دانشکده مهندسی صنایع، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
tavakoli@ut.ac.ir
محمدعلی کرامتی
گروه مدیریت تکنولوژی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
moh.keramati@iauctb.ac.ir

تاریخ ارسال:۹۹/۰۸/۰۱
تاریخ پذیرش:۹۹/۱۱/۳۰

چکیده

امروزه با پیشرفت علوم و پیچیده تر شدن فرآیندهای فناورانه، همکاری سازمان ها از ویژگی های مهم استراتژی سازمان ها و سیاست های عمومی برای توسعه فناوری در سراسر جهان است. از اینرو موفقیت در جهان امروز به طور آشکار به استفاده از تکنولوژی وابسته است. یکی از زمینه های اعمال مدیریت تکنولوژی که مستلزم این جامع نگری و دورنگری است، انتقال تکنولوژی می باشد. بدین منظور در این تحقیق به شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر انتقال تکنولوژی در صنعت باتری سازی خودرو با هدف دستیابی به تولید در کلاس جهانی، پرداخته شده است. در بخش نخست ابتدا شاخص‌های مؤثر در ارزیابی روش های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی خودرو شناسایی و در بخش دوم ضرایب وزنی مربوط به هر یک از شاخص از طریق به کارگیری روش تصمیم گیری سوارا فازی (FSWARA) محاسبه و پس از آن به منظور پیاده سازی مدل پیشنهادی روش های انتقال فناوری در صنعت ارزیابی و اولویت‌بندی نهایی آن‌ها با استفاده از روش ترکیبی تحلیل رابطه خاکستری-ویکور تحت محیط فازی محاسبه گردید. براساس نتایج به دست آمده از روش سوارا فازی سه عامل اثرگذار در ارزیابی شیوه های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی خودرو به ترتیب عبارتند از "بهبود سبک مدیریت"، "پیامدهای استراتژیکی" و "اثر بخشی هزینه ای". در نهایت مطابق نتایج به دست آمده از رویکرد پیشنهادی، شیوه انتقال "سرمایه‌گذاری مشترک" مناسب‌ترین روش جهت انتقال فناوری در این صنعت است و از این طریق متولیان و سیاست‌گذاران و مدیران می‌توانند فعالیت‌های خود را بر اساس این روش متمرکز کنند.

کلید واژه:
انتقال فناوری، صنایع باتری سازی، تولید در کلاس جهانی، تئوری فازی سوارا، تحلیل رابطه خاکستری - ویکور

مقدمه

با توجه به سرعت جهانی شدن و نیاز شرکت ها و کشورها به رقابت تنگاتنگ در عرصه بازار جهانی، فناوری های جدید و برتر به عنوان یک مزیت رقابتی جهت حضور در بازار جهانی مطرح گردیده اند. در تحقیقات اخیر مشخص گردیده کشورهای در حال توسعه فقط ۵ درصد فناوری جهانی را تولید می نمایند بنابراین توسعه فناوری برای این کشورها مقرون به صرفه و عملی نمی باشد و کشورهای در حال توسعه بیشتر به دنبال انتقال فناوری از سایر کشورها می باشند. امروزه کمتر کشوری وجود دارد که از لحاظ نیازهای فناورانه خودکفا باشد، حتی کشوری مانند آمریکا که مدت ها به عنوان پیشتاز توسعه فناوری مطرح است، هم اکنون در بسیاری از جهات به منابع خارجی وابسته است ولی کشورهای در حال توسعه بیش از کشورهای صنعتی به منابع خارجی و دانش فنی آنها نیازمندند [۱].

با توجه به اینکه در کشورهای جهان سوم نرخ تولید تکنولوژی بسیار پایین می‌باشد، بنابراین به‌منظور ارتقاء محصولات و توسعه این کشورها نیاز به واردات تکنولوژی از کشورهای پیشرو است [۲]. مدیریت تکنولوژی رقابت‌های دائمی را برای شرکت‌ها پیشنهاد می‌دهد که این منجر به افزایش هزینه و پیچیدگی محصولات و خدمات می‌گردد [۳, ٤]. در واقع تغییرات و فرایندهای جهانی به‌طور عمده منجر به توسعه و نوآوری تکنولوژی‌های جدید می‌گردد و بیش از ۵۰ درصد از محصولات جدید و فرایندهای آن تحت عنوان انتقال تکنولوژی پیش‌زمینه مهمی از نظر عملی و

تئوری دارد. مطالعات اخیر اهمیت بالای تحقیق و توسعه خارجی را برای رشد بهره‌وری داخلی به‌عنوان یکی از عوامل جهانی افزایش انتقال تکنولوژی در بین کشورها و به‌خصوص در بین کشورهای توسعه‌یافته که منجر به توسعه یکدیگر می‌شود را نشان می‌دهد.

مدیریت کلاس جهانی که از آن به عنوان انقلاب صنعتی در قرن بیست و یکم نام می برند نگرش جهانی نسبت به بازار و روابط با مشتریان در تولید و ساخت محصولات و خدمات است [۵] در واقع مجموعه ای از تکنولوژیها و روش های موثر جهت تولید با کیفیت، تحویل بموقع(حتی در زمان اوج تقاضا) و با حداقل هزینه می باشد [٦] که با بکارگیری روش های JIT، TPM،TQM که به نوبه خود با مجموعه ای از روش ها همراه شده اند ابزار و شیوه هایی برای دستیابی به تعالی تولید فراهم می سازد [۷, ۸] .

بنابراین هدف از این پژوهش ارائه رویکردی سه مرحله‌ای جهت ارزیابی و انتخاب شیوه‌های انتقال تکنولوژی در صنایع باتری سازی خودرو با هدف ورود به تولید در کلاس جهانی است. در بخش نخست عوامل مؤثر در انتقال تکنولوژی شناسایی و عوامل نهایی سازی می‌شوند. در بخش دوم ضرایب وزنی عوامل از طریق به کارگیری روش سوارا فازی محاسبه می شوند و در نهایت اولویت بندی نهایی شیوه های انتقال فناوری با استفاده از روش ترکیبی فازی تحلیل رابطه خاکستری-ویکور (GRA-VIKOR) نتیجه می‌گردد. در این بخش با توجه به شرایط مسئله بمنظور پوشش عدم قطعیت از رویکردهای مرتبط از قبیل تئوری فازی استفاده شده است.

در ادامه ساختار پژوهش به شرح زیر تقسیم‌بندی شده است: بخش دوم به‌مرور ادبیات پژوهش می‌پردازد، بخش سوم روش پژوهش را شرح می‌دهد، بخش چهارم مورد مطالعاتی پژوهش و همچنین چارچوب معیارهای پیشنهادی را ارائه می‌دهد و بخش پنجم به بحث در مورد نتایج محاسبات می‌پردازد، در نهایت در بخش ششم نیز نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۱. مروری بر پیشینه پژوهش

با توجه به اینکه ایران کشوری درحال‌توسعه و پیشرفت است، انتقال تکنولوژی از مباحث داغ در بین محققان داخلی است و تحقیقات زیادی در این رابطه انجام‌شده است که هرکدام از یک بعد به قضیه نگریسته‌اند. در ادامه به بخشی از این تحقیقات اشاره می‌شود. جعفری و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعات خود، عوامل مؤثر بر موفقیت انتقال فناوری را براساس مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) بررسی کردند و درنهایت، مدلی جهت انتقال موفق فناوری در مراکز دانشگاهی ارائه دادند. آن‌ها برای رسیدن به این هدف، ابتدا قابلیت‌های فرآیند انتقال فناوری، مدیریت دانش، اثربخشی انتقال فناوری و متغیرهای تشکیل‌دهنده را به‌طور جداگانه شناسایی کردند سپس، تأثیر مدیریت دانش در توانایی فرآیند انتقال فناوری و اثر آن در دانشگاه‌های ایران اندازه‌گیری نمودند [۹]. به اعتقاد پژوهشگران، با افزایش دانش پژوهشگران در محیط‌های پذیرنده فناوری، ریسک‌های شکست انتقال فناوری کاهش می‌یابد. هسو و همکاران (۲۰۱۵) به شناسایی محرک‌های مهم مؤثر بر عملکرد انتقال فناوری دانشگاه با استفاده از روش دلفی فازی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) و فرآیند شبکه تحلیلی (ANP) پرداختند. براساس نتایج کسب شده سرمایه انسانی و منابع نهادی/فرهنگی دو منبع برجسته برای بهبود انتقال فناوری دانشگاه در تایوان هستند [۱۰].

دین‌محمدی و شفیعی (۲۰۱۷) از یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و از روش تاپسیس (TOPSIS) برای رتبه‌بندی عوامل انتقال تکنولوژی در صنعت توربین‌های بادی استفاده کردند. این مدل درنهایت برای تعیین مناسب‌ترین استراتژی انتقال توربین‌های بادی در بین چهار گزینه مهندسی معکوس، آموزش مهارت‌های فنی، قراردادهای کلیدی و مجوز فناوری برای بخش انرژی تجدید پذیر ایران مورداستفاده قرار می‌گیرد و نتایج با آن با مدل‌های تصمیم‌گیری کلاسیک مقایسه شده است [۱۱]. استپ و دایم (۲۰۱٦) مقاله‌ای ارائه دادند که در آن هدف شناسایی و ارزیابی عوامل انتقال تکنولوژی بود به همین منظور مدل‌های متفاوتی را مورد ارزیابی قراردادند و درنهایت دو مدل کاربردی که قابلیت پیاده‌سازی در صنایع رادارند ارائه دادند [۱۲]. ادکینسون و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی انتقال فنّاوری و ارزیابی فرایند انتقال در سیستم سلامت پرداختند که از روش‌های تحلیل شبکه (ANP) استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند مهندسی معکوس در پایین‌ترین رده و انتقال دانش در بالاترین رده انتقال تکنولوژی است [۱۳]. دیستانونت و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد انتقال فناوری در صنعت پتروشیمی تایلند با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی (EFA) و مدل معادلات ساختاری (SEM) پرداختند. یافته های تحقیق نشان می دهد که عوامل مهم مؤثر بر عملکرد انتقال فناوری عبارتند از: ۱) ظرفیت جذب کننده، ۲) ویژگی های شریک تجاری، ۳) پیچیدگی فناوری و ٤) روابط بین سازمانی [۱٤].

چنگ (۲۰۱۸) عقیده داشتند انتقال تکنولوژی فرایندی است که می‌تواند از فرد به سازمان منتقل شود آن‌ها در مقاله خود به بررسی بهترین روش جهت انتقال تکنولوژی پرداختند و به منظور رتبه‌بندی از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) استفاده کردند که نوع تکنولوژی به عنوان بیشترین وزن و شرایط لایسنسینگ در رده دوم انتقال تکنولوژی قرار گرفت [۱۵]. کروجالینی (۲۰۱۹) به بررسی ابزارهای مناسب برای سنجش کارآیی فرآیند انتقال

فناوری در مؤسسات آموزش عالی با استفاده از روش‌های TOPSIS، COPRAS، Multi-MOORA و DEA پرداخت. نتایج پژوهش نشان داد در میان ابزارها، FARE برای شناسایی متغیرهای فرآیند انتقال فناوری و تعیین وزن آن‌ها تأکید شده است [۱۶]. لاوی و دایم (۲۰۱۹) یک روش شناختی به منظور سنجش قابلیت‌های انتقال فناوری سازمان ارائه نمودند. رویکرد پیشنهادی آن‌ها ترکیبی از تحقیقات عملی در مرحله اول و مدل‌سازی تصمیم‌گیری سلسله مراتبی (AHP) در مرحله دوم است و به جای تمرکز بر ارزیابی یک فناوری یا پروژه یا برنامه واحد، بر ارزیابی سازمان به عنوان یک کل تمرکز دارد. از اینرو، مدل بینشی در مورد میزان آماده بودن سازمان برای انتقال موفقیت آمیز فناوری ها از مرحله تحقیق به مرحله عملیاتی ارائه می دهد [۱۷]. مالودین و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به ارزیابی انتخاب استراتژیک برای سیاست‌گذاری در ایجاد سیستم انتقال فناوری مناسب براساس نظر خبرگان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداختند [۱۸]. لافونته و بربگال–میرابنت (۲۰۱۹) به بررسی سطح بهره‌وری دفاتر انتقال فناوری (TTO) وابسته به دانشگاه های دولتی اسپانیا براساس روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) پرداختند. رویکرد پیشنهادی آن‌ها امکان ایجاد چارچوبی را فراهم می کند که با نگرانی های مربوط به انتقال فناوری دانشگاه ها مطابقت داشته باشد ولیکن نیاز به تجزیه و تحلیل دقیق نقش پیکربندی نتیجه TTO ها دارد. آن‌ها با محاسبه شاخص مالکوئیست، بهره‌وری TTO های اسپانیایی را در طول سال ۲۰۱۱–۲۰۰۱ تجزیه و تحلیل نمودند. نتایج تأیید می کند که بهره وری انتقال فن آوری تحت تأثیر تغییر در پیکربندی نمونه کارها نتیجه TTO است که ناشی از معیار سطح عملکرد همسالان خود و بازار است [۱۹]. امینی و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی فاکتورهای مؤثر در انتقال تکنولوژی در دانشگاه تهران پرداختند که برای رتبه‌بندی عوامل و ارزیابی آن‌ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد که شرایط سیاسی و اقتصاد و شرایط محیطی جز مهم‌ترین عوامل انتقال تکنولوژی شناسایی شدند [۲۰]. در ادامه خلاصه‌ی تحقیقات مرورشده پیشین مرتبط با موضوع در جدول ۱ گزارش شده است.

همان‌طور که از مرور ادبیات تحقیق مشاهده می‌شود مسئله انتقال فناوری همچنان یکی از مهم‌ترین چالش‌های علمی و بخصوص یک مسئله مهم در سطح جهانی است به همین دلیل در این تحقیق قصد داریم با ارائه یک مدل ترکیبی جدید مبتنی بر تصمیم‌گیری چند معیاره تحت شرایط عدم قطعیت اطلاعات به ارزیابی و انتخاب شیوه‌های مؤثر در انتقال تکنولوژی در صنایع باتری سازی خودرو بپردازیم.

جدول (۱): خلاصه بررسی پژوهش های پیشین مرتبط با موضوع

رفرنس	سال	ماهیت پارامتر				متدولوژی پژوهش
		قطعی	احتمالی	فازی		
جعفری و همکاران	۲۰۱٤	✓				مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM)
هسو و همکاران	۲۰۱۵			✓		دلفی فازی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) و فرآیند شبکه تحلیلی (ANP)
دین‌محمدی و شفیعی	۲۰۱۷	✓				تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، تاپسیس (TOPSIS)
دیستانونت و همکاران	۲۰۱۸	✓				تحلیل عاملی اکتشافی (EFA) و مدل معادلات ساختاری (SEM)
ادکینسون و همکاران	۲۰۱۸	✓				فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)
چنگ	۲۰۱۸		✓			تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)
کروجالینی	۲۰۱۹	✓				تاپسیس (TOPSIS)، کوپراس (COPRAS)، مالتی–مورا (Multi-MOORA) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)
لاوی و دایم	۲۰۱۹	✓				تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
مالودین و همکاران	۲۰۱۹	✓				تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
لافونته و بربگال–میرابنت	۲۰۱۹	✓				تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)
امینی و همکاران	۲۰۲۰	✓				تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

پژوهش حاضر			✓		سوارا فازی (SWARA)،تحلیل رابطه خاکستری-ویکور فازی (GRA-VIKOR)

۲. چارچوب MCDM فازی پیشنهادی

تصمیم گیری چندمعیاره[۱] (MCDM) یک شاخه شناخته‌شده در تصمیم‌گیری است که به‌طور گسترده‌ای در رتبه‌بندی یک یا چند گزینه از مجموعه‌ای از گزینه‌های موجود با مشخصه‌های چندگانه استفاده می‌شود. در واقع MCDM چهارچوب مؤثری را برای تصمیم‌گیری مبتنی بر ارزیابی معیارهای متناقض چندگانه فراهم می‌کند. در این بخش تعاریف اساسی روش سوارا فازی و همچنین روش ترکیبی فازی تحلیل رابطه خاکستری-ویکور به‌طور خلاصه بیان می‌شوند. براساس این مفاهیم اساسی مدل جدید ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره پیشنهاد می‌گردد.

۱.۲. تئوری مجموعه‌های فازی

عباراتی مانند "نه خیلی شفاف"، "احتمالاً" و "خیلی شبیه" در زندگی روزمره مورداستفاده قرار می‌گیرند و به میزان بسیار یا کم برای نشان دادن درجه‌ای از میزان عدم قطعیت ذهنی انسان به کار گرفته می‌شوند. تئوری منطق فازی توسط لطفی زاده [۲۱] جهت نگاشت عبارات کلامی به عبارات عددی در تصمیمات انسانی پیشنهاد شد. مجموعه فازی اغلب برای حل عدم قطعیت و نامعینی در تخصیص اوزان معیارها و رتبه‌های گزینه‌ها در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره تعریف می‌شود. یک مجموعه فازی که توسط یک تابع عضویت نمایش داده می‌شود، به هر معیار رتبه عضویتی را بین [۰،۱] تخصیص می‌دهد و درجات معیارهای مربوط به مجموعه را منعکس می‌کند؛ بنابراین در این پژوهش با استفاده از تئوری مجموعه فازی به اندازه‌گیری عملکرد با استفاده از تخمین ذهنی ارزیاب می‌پردازد.

۱.۱.۲. عدد فازی مثلثی

عدد فازی $\tilde{A}$ از مجموعه فازی و با تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ به‌صورت $R \to [0,1](0 \leqq \mu_{\tilde{A}}(x) \leqq 1 \ , \ x \in X)$ است، به‌طوری‌که x نشان‌دهنده معیار و به‌صورت مشخصه‌های زیر شرح داده می‌شود: $\mu_{\tilde{A}}(x)$ به‌عنوان یک نگاشت پیوسته از R (اعداد حقیقی) برای یک بازه بسته [۰،۱] است؛ $\mu_{\tilde{A}}(x)$ یک زیرمجموعه فازی محدب است؛ $\mu_{\tilde{A}}(x)$ یک زیرمجموعه فازی نرمال شده است به معنای آنکه x_0 وجود داشته باشد به‌طوری‌که $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$. بنابراین عدد فازی مثلثی $\tilde{A} = (l, m, u)$ می‌تواند به‌صورت رابطه‌ی (۱) تعریف شود [۲۲]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \in [-\infty, l] \\ \dfrac{(x-l)}{(m-l)}, & x \in [l, m] \\ \dfrac{(u-x)}{(u-m)}, & x \in [m, u] \\ 0, & x \in [u, +\infty] \end{cases} \quad (۱)$$

اگر $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ دو عدد فازی مثلثی باشند در این صورت عملیات جبری بر روی اعداد فازی مثلثی $\tilde{A}_1$ و $\tilde{A}_2$ را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد [۱۸]:

$$\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۲)$$

$$\tilde{A}_1 \otimes \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (۳)$$

$$\tilde{A}_1 \ominus \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \ominus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (٤)$$

$$\tilde{A}_1 \oslash \tilde{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) / (l_2, m_2, u_2) = (l_1/u_2, m_1/m_2, u_1/l_2) \quad (٥)$$

$$\lambda \tilde{A}_1 = (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda u_1), \lambda > 0 \quad (٦)$$

اگر $\tilde{A}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ و $\tilde{A}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ دو عدد فازی مثلثی باشند در این صورت فاصله نقطه‌ای $\tilde{A}_1$ و $\tilde{A}_2$ به‌صورت رابطه‌ی ۷ تعریف می‌شود [۲۳]:

$$d(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = \frac{1}{2} \int_0^1 [l_1 + (m_1 - l_1)\alpha + r_1 - (r_1 - m_1)\alpha - l_2 - (m_2 - l_2)\alpha - r_2 + (r_2 - m_2)\alpha] d\alpha \quad (۷)$$

۲.۱.۲. سوارا فازی

---

۱ *Multi-criteria Decision-Making*

تاکنون روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره متفاوتی به منظور تعیین وزن معیارها توسط محققان در سال‌های اخیر به کار گرفته شده است، به عنوان‌مثال فرایند تحلیلی سلسله مراتبی (AHP)، فرآیند شبکه تحلیلی (ANP)، آزمایشگاه آزمایش و ارزیابی تصمیم‌گیری (DEMATEL)، روش ساده ارزیابی چند ویژگی (SMART)، روش جمع وزنی (WSM) و سایر موارد [۲٤, ۲۵]. روش سوارا[۱] (SWARA) از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر تعیین وزن معیارها است [۲٦]. مزیت اصلی SWARA توانایی آن در ارزیابی نظرات متخصصان و تخمین ضریب اهمیت نسبی هر معیار است. در این روش کارشناسان به‌عنوان منبع اصلی مهارت در نظر گرفته می‌شوند. اهمیت معیارها نیز اغلب از طریق اولویت‌های وزنی حاصل از ماتریس مقایسه زوجی مورد قضاوت قرار می‌گیرد [۲۷, ۲۸]. در روش SWARA، متخصصان می‌توانند آزادانه معیارها را بدون استفاده از مقیاس ارزیابی کنند. از جمله ویژگی‌های روش سوارا تعداد مقایسات زوجی آن نسبت به روش‌های AHP، ANP و یا حتی BWM است. در واقع در این روش تعداد مقایسات زوجی هنگامی‌که n معیار با توجه به اهمیتشان به ترتیب نزولی رتبه‌بندی شوند برابر است با n-۱ [۲۹]. درحالی‌که در روش AHP، n(n-۱) [۳۰] و در BWM، ۳-۲ مقایسه زوجی انجام می‌شود [۳۱, ۳۲]. همچنین، روش SWARA معیارها را به ترتیب نزولی رتبه‌بندی می‌کند، بنابراین دیگر نیازی به بررسی سازگاری قضاوت‌ها نیست. SWARA می‌تواند به‌راحتی در شرایط پیچیده یا غیر نرمال سازمان‌دهی گردد تا با استفاده از یک رویکرد فازی، اطلاعات غیردقیق و مبهم را کنترل کند. به‌طورکلی، رویه دستیابی به اوزان نسبی معیارها با استفاده از روش سوارا فازی به شرح زیر بیان می‌شود:

گام ۱: معیارها به‌صورت یک توالی از بالاترین درجه اهمیت تا کمترین درجه اهمیت مطابق با نظرات خبرگان و براساس هدف تصمیم‌گیری مرتب می‌شوند. ازآنجاکه تصمیم‌گیری درباره مسائل دنیای واقعی همواره با عدم قطعیت‌هایی همراه است، از مقیاس زبانی به‌منظور ارائه آزادی بیشتر به خبرگان استفاده می‌گردد. این مقیاس‌های زبانی می‌توانند توسط اعداد فازی مثلثی فازی مطابق با جدول ۲ ارائه شوند.

جدول (۲): عبارات کلامی برای مقایسه زوجی معیارها

مقیاس فازی	عبارات کلامی
(۰,۰,۰,۰,۰,۱)	Extremely unimportant (EU)
(۰,۰,۰,۱,۰,۳)	Not very important (NVI)
(۰,۱,۰,۳,۰,۵)	Not important (NI)
(۰,۳,۰,۵,۰,۷)	Fair (F)
(۰,۵,۰,۷,۰,۹)	Important (I)
(۰,۷,۰,۹,۱)	Very important (VI)
(۰,۹,۱,۱)	Extremely important (EI)

گام ۲: این فرآیند از معیار دوم آغاز می‌شود که در آن خبرگان برای هر معیار فردی یک متغیر زبانی را به معیار j نسب به معیار قبلی ($\boldsymbol{j-1}$) تخصیص می‌دهند. این نسبت به‌عنوان اهمیت مقایسه‌ای مقدار متوسط شناخته می‌شود [۲۲].

گام ۳: محاسبه ضریب فازی $\widetilde{\boldsymbol{k}}_{\boldsymbol{j}}$ از طریق به‌کارگیری معادله زیر.

$$\widetilde{k}_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \tilde{S}_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (۸)$$

گام ٤: محاسبه وزن فازی محاسبه‌شده $\widetilde{\boldsymbol{q}}_{\boldsymbol{j}}$ با به‌کارگیری از معادله زیر.

$$\tilde{q}_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{\tilde{q}_{j-1}}{\tilde{k}_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (۹)$$

گام ٥: محاسبه اوزان نسبی فازی معیارهای ارزیابی با استفاده از رابطه زیر.

$$\tilde{w}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^{n} \tilde{q}_k} \quad (۱۰)$$

به‌طوری‌که $\widetilde{\boldsymbol{w}}_{\boldsymbol{j}}$ نشان‌دهنده اوزان نسبی معیار j و n نیز بیانگر تعداد کل معیارها است.

گام ٦: دیفازی سازی اوزان نسبی فازی معیار j از طریق به‌کارگیری روش مرکز میانه مطابق با رابطه زیر نتیجه می‌گردند [۲٤, ۲۹].

$$w_j^{non} = \frac{(w_j^u - w_j^l) + (w_j^m - w_j^l)}{3} + w_j^l \quad (۱۱)$$

---

۱ *Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis*

۳.۱.۲. روش ترکیبی پیشنهادی

در این بخش، یک روش ترکیبی فازی تصمیم‌گیری چندمعیاره جهت برخورد با فرآیندهای پیچیده تصمیم‌گیری در شرایط دارای ابهام و عدم قطعیت در اطلاعات ارائه می‌شود. این رویکرد براساس مفاهیم ترکیب روش‌های ویکور و تحلیل رابطه خاکستری جهت حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی است. به‌منظور ارزش‌گذاری گزینه‌ها نسبت به هر معیار از طیف درجه‌بندی فازی ارائه شده در جدول ۳ استفاده شده است. مراحل کلی این روش عبارت است از [۳۳, ۳٤]:

جدول (۳): مقیاس کلامی روش فازی ترکیبی پیشنهادی

عبارات کلامی	عدد فازی	مقیاس فازی مثلثی
خیلی ضعیف (VP)	$\tilde{1}$	(۱،۱،۱)
ضعیف (P)	$\tilde{3}$	(۲،۳،٤)
نسبتاً ضعیف (F)	$\tilde{5}$	(٤،٥،٦)
خوب (G)	$\tilde{7}$	(٦،۷،۸)
بسیار خوب (VG)	$\tilde{9}$	(۸،۹،۹)

گام ۱: به دست آوردن ماتریس زوجی هر گزینه نسبت به معیارها. فرض می‌شود که یک مسئله تصمیم‌گیری شامل $\boldsymbol{m}$ گزینه بالقوه و $\boldsymbol{n}$ معیار باشد. در این صورت درجه گزینه‌ها نسبت به هر معیار با استفاده از رابطه‌ی ۱۲ محاسبه می‌شود:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k}\left[\tilde{x}_{ij}^{1} + \tilde{x}_{ij}^{2} + \cdots + \tilde{x}_{ij}^{k}\right] = \frac{1}{k}\sum_{k=1}^{K}\tilde{x}_{ij}^{k} \qquad ۱۲$$

به طوری که $\tilde{x}_{ij}^{k}$ درجه فازی تخصیص‌یافته توسط $\boldsymbol{k}$ تصمیم‌گیرنده است. در این صورت یک مسئله MCDM برای تصمیم‌گیری گروهی در یک محیط فازی به‌صورت زیر ملاحظه می‌شود:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} = \left[\tilde{x}_{ij}\right]_{m\times n} \qquad ۱۳$$

به‌طوری‌که $\forall \boldsymbol{i,j}\ \tilde{x}_{ij}$ درجه فازی (ارزش عملکرد فازی) گزینه بالقوه $\boldsymbol{A_i, i = 1.2 \ldots . m}$ نسبت به معیار $\boldsymbol{C_j, j = 1, 2, \ldots, n}$ است.

به‌منظور تضمین سازگاری بین معیارهای ارزیابی، ماتریس تصمیم‌گیری فازی اولیه بایستی به یک مقیاس قابل‌مقایسه تبدیل شود. ازاین‌رو ماتریس تصمیم فازی نرمال به‌صورت $\tilde{\boldsymbol{R}}$ نشان داده می‌شود [۳۵]:

$$\tilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{m\times n}$$
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^{+}}, \frac{m_{ij}}{u_j^{+}}, \frac{u_{ij}}{u_j^{+}}\right), j \in B$$
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^{-}}{u_{ij}}, \frac{l_j^{-}}{m_{ij}}, \frac{l_j^{-}}{l_{ij}}\right), j \in C$$
$$u_j^{+} = \max_i u_{ij} \ \ if\ j \in B$$
$$l_j^{-} = \min_i l_{ij} \ \ if\ j \in C \qquad ۱٤$$

به‌طوری‌که B مجموعه‌ی معیارهای از جنس منفعت و C مجموعه‌ی معیارهای از جنس هزینه است.

گام ۲: محاسبه سری مرجعی راه‌حل ایده‌آل مثبت فازی و راه‌حل ایده‌آل منفی فازی. پس از محاسبه مقادیر نرمال‌شده‌ی معیارهای مختلف، دو سری مرجعی راه‌حل ایده‌آل مثبت فازی $\tilde{A}^{+}$ و راه‌حل ایده‌آل منفی فازی $\tilde{A}^{-}$ به‌صورت روابط ۱۵ و ۱٦ تعریف می‌شوند:

$$\tilde{A}^{+} = \left[\tilde{r}_{0j}^{+}\right] = \left[\max_{1\le i\le m}\left(\left\{\tilde{r}_{ij}\right\}_{i=1}^{m}\right) \middle| j \in B, \min_{1\le i\le m}\left(\left\{\tilde{r}_{ij}\right\}_{i=1}^{m}\right) \middle| j \in C\right], \quad j = 1, 2, \ldots, n \qquad ۱۵$$

$$\tilde{A}^{-} = \left[\tilde{r}_{0j}^{-}\right] = \left[\min_{1\le i\le m}\left(\left\{\tilde{r}_{ij}\right\}_{i=1}^{m}\right) \middle| j \in B, \max_{1\le i\le m}\left(\left\{\tilde{r}_{ij}\right\}_{i=1}^{m}\right) \middle| j \in C\right], \quad j = 1, 2, \ldots, n \qquad ۱٦$$

گام ۳: محاسبه ضریب رابطه خاکستری فازی. راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت (PIS[۱]) و منفی (NIS[۲]) به‌عنوان سری‌های مرجعی و هر یک از گزینه‌ها به‌عنوان سری‌های مقایسه‌ای هستند. ضریب رابطه خاکستری فازی هر گزینه نسبت به راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی براساس رابطه‌ی ۱۷ محاسبه می‌شود (توجه شود که "*" نشان‌دهنده "+" یا "−" است.):

$$\gamma\left(\tilde{r}_{0j}^{*},\tilde{r}_{ij}\right)=\frac{\min_i\min_j \tilde{d}_{ij}^{*}+\rho\max_i\max_j \tilde{d}_{ij}^{*}}{\tilde{d}_{ij}^{*}+\rho\max_i\max_j \tilde{d}_{ij}^{*}}=\frac{\min_i\min_j\left|d\left(\tilde{r}_{0j}^{*},\tilde{r}_{ij}\right)\right|+\rho\max_i\max_j\left|d\left(\tilde{r}_{0j}^{*},\tilde{r}_{ij}\right)\right|}{\left|d\left(\tilde{r}_{0j}^{*},\tilde{r}_{ij}\right)\right|+\rho\max_i\max_j\left|d\left(\tilde{r}_{0j}^{*},\tilde{r}_{ij}\right)\right|} \qquad ۱۷$$

در رابطه فوق $\rho\in[0,1]$ ضریب برطرف‌کننده و w_j نیز نشان‌دهنده اوزان معیارهای به‌دست‌آمده از طریق روش تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا فازی است.

گام ٤: محاسبه مقادیر S_i و R_i. مقادیر S_i و R_i برای $i=1,2,\dots,m$ براساس روابط ۱۸ و ۱۹ محاسبه می‌شوند:

$$S_i=\sum_{j=1}^{n} w_j\gamma\left(\tilde{r}_{0j}^{+},\tilde{r}_{ij}\right) \qquad ۱۸$$

$$R_i=\max_j w_j\gamma\left(\tilde{r}_{0j}^{-},\tilde{r}_{ij}\right) \qquad ۱۹$$

به‌طوری‌که S_i نشان‌دهنده فاصله گزینه iام از راه‌حل ایده‌آل مثبت و R_i بیانگر فاصله گزینه iام از راه‌حل ایده‌آل منفی است.

گام ٥: محاسبه مقدار Q_i. مقدار Q_i برای $i=1,2,\dots,m$ براساس رابطه ۲۰ محاسبه می‌شود:

$$Q_i=v\left(\frac{S^{+}-S_i}{S^{+}-S^{-}}\right)+(1-v)\left(\frac{R_i-R^{+}}{R^{-}-R^{+}}\right) \qquad ۲۰$$

به‌طوری‌که $S^{+}=\max_i S_i$ ،$S^{-}=\min_i S_i$ ،$R^{+}=\min_i R_i$ ،$R^{-}=\max_i R_i$ و پارامتر v نیز به‌عنوان وزنی برای استراتژی حداکثر مطلوبیت گروهی معرفی می‌شود، درحالی‌که $(1-v)$ وزن تأسف فردی است.

گام ٦: رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس مقادیر Q_i. بر این اساس گزینه‌ها با توجه به مقادیر Q_i رتبه‌بندی می‌شوند و گزینه‌ای که کمترین مقدار در Q_i را داشته باشد در رتبه نخست قرار می‌گیرد به‌طوری‌که دو شرط زیر همزمان برقرار گردد:

شرط اول (ویژگی پذیرش): گزینه A^1 انتخاب می‌شود اگر $Q(A^2)-Q(A^1)\geq 1/m-1$ به‌طوری‌که A^2 گزینه ایست که در رتبه دوم قرار گرفته و m نیز برابر با تعداد کل گزینه‌ها است.

شرط دوم (ثبات پذیرش در تصمیم‌گیری): گزینه A^1 همچنین بایستی رتبه اول را براساس مقادیر S_i و/یا R_i به دست آورد.

۳. مدل پژوهش و روش برآورد

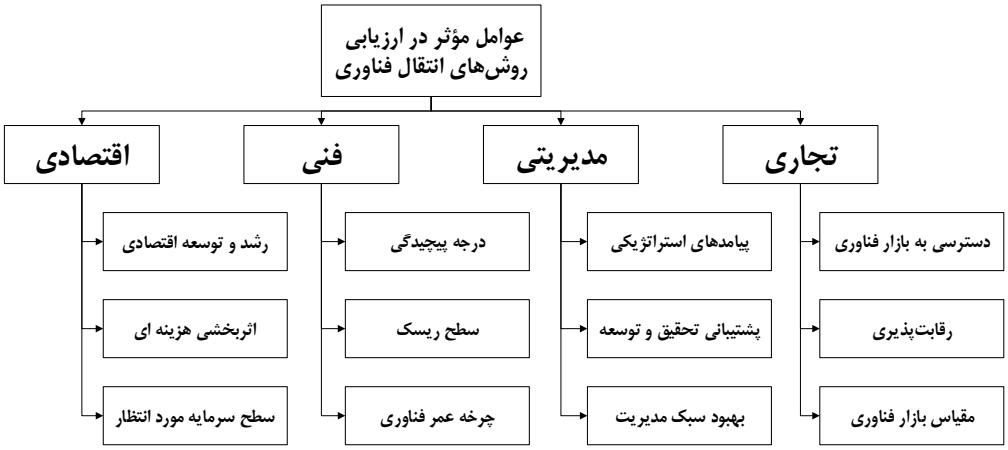
این پژوهش از نظر هدف در چارچوب پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد. جامعه‌ی آماری این تحقیق نیز شامل خبرگان و کارشناسان صنعت باتری خودرو است. مسئله‌ای که در پژوهش حاضر درصدد پاسخگویی به آن هستیم، این است که چگونه می‌توان مدلی جهت انتقال تکنولوژی در صنایع باتری سازی خودرو با هدف دستیابی به کلاس جهانی تحت شرایط عدم قطعیت به کمک روش های تصمیم گیری چندمعیاره فازی-خاکستری ارائه نمود. برای حل این مسئله، به دلیل ماهیت پژوهش و متناسب با گزاره‌های پژوهش از روش پژوهش توصیفی ـ ریاضی (توصیفی ـ تحلیلی) استفاده شده است. شاخص‌ها و معیارهای فراوانی در جهت انتخاب روش مناسب همکاری فناورانه وجود دارد که این امر همواره مدیران را در جهت انتخاب روش مناسب انتقال فناوری با مشکل مواجه کرده است. دسته‌بندی ارائه شده در این پژوهش شاخص‌هایی که از نظر مفهوم به دسته مورد نظر نزدیک‌تر بوده است را در کنار یکدیگر قرار داده است که می‌تواند مدیران را جهت دستیابی به دیدی منسجم‌تر نسبت به شاخص‌های مؤثر در انتخاب روش همکاری مناسب یاری کند.

به همین منظور در این مرحله ابتدا از طریق بازبینی و مرور تحقیقات پیشین و همچنین مصاحبه حضوری با خبرگان فهرستی از معیارهای مرتبط جهت تعیین اولویت‌بندی روش‌های انتقال فناوری شناسایی شدند، سپس به منظور پالایش و غربالگری این عوامل از روش دلفی فازی استفاده شد، لذا پرسشنامه‌هایی طراحی و در اختیار یک کمیته متخصص قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد مؤثرترین عوامل را تعیین کنند. در نهایت نتایج اعتباریابی روش دلفی فازی جهت ارزیابی عوامل اثرگذار بر روش‌های انتقال فناوری در شکل ۱ تعیین گردید:

---

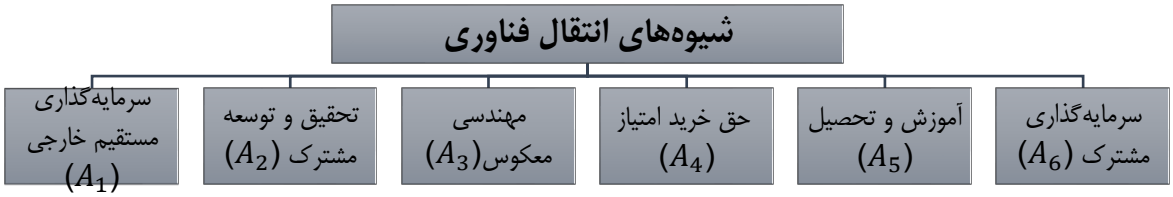
۱ *Positive Ideal Solution*

۲ *Negative Ideal Solution*



شکل (۱): عوامل مؤثر در ارزیابی روش های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی خودرو در سطح جهانی

منظور از روش‌های انتقال فناوری، مجموعه‌ای از فعالیت‌ها در شرایطی تعریف شده است که طی آن، فناوری موردنیاز متقاضی، در ازای جلب رضایت عرضه‌کننده، در اختیار وی قرار می‌گیرد. روش‌های انتقال فناوری، براساس نوع فناوری و شرایط انتقال، متفاوت و در بعضی از موارد بسیار متنوع است (شکل ۲). مطابق با مرور ادبیات صورت گرفته و همچنین مصاحبه با خبرگان روش‌های بالقوه انتقال فناوری در سطح جهانی به شرح زیر شناسایی شدند.



شکل (۲): شیوه‌های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی خودرو در سطح جهانی

۱.۳. تعیین اوزان معیارها

همانطور که در جدول شماره ٤ ملاحظه می‌فرمایید بر مبنای گام اول روش سوارا از خبرگان خواسته شده تا معیارهای بعد اصلی را برحسب اهمیت به طور نزولی مرتب نماید. نتایج این اولویت بندی در ستون اول جدول شماره ٤ به نمایش درآمده است. همچنین گام‌های دوم تا ششم روش سوآرا به ترتیب در ستون‌های دوم تا پنجم جدول شماره ٤ قابل ملاحظه است. درنهایت با پیمودن گام نهایی روش سوارا و نرمال‌سازی اوزان معیارهای اصلی مؤثر در ارزیابی روش‌های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی خودرو، وزن نهایی دیفازی شده آن‌ها گزارش شده است.

جدول (٤): نتایج مربوط به اوزان بهینه محلی معیارهای اصلی

	$\tilde{s}_j$	$\tilde{k}_j$	$\tilde{q}_j$	$\tilde{w}_j$	وزن محلی دیفازی‌شده
مدیریتی		(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۰,٤۳۸،۰,٤۹۰،۰,٥۲۱)	۰,٤۸۳
اقتصادی	(۰,۷،۰,۹،۱)	(۱,۷،۱,۹،۲)	(۰,٥،۰,٥۲٦،۰,٥۸۸)	(۰,۲۱۹،۰,۲٥۸،۰,۳۰۷)	۰,۲٦۱
تجاری	(۰,٥،۰,۷،۰,۹)	(۱,٥،۱,۷،۱,۹)	(۰,۲٦۳،۰,۳۱۰،۰,۳۹۲)	(۰,۱۱٥،۰,۱٥۲،۰,۲۰٤)	۰,۱٥۷
فنی	(۰,۳،۰,٥،۰,۷)	(۱,۳،۱,٥،۱,۷)	(۰,۱٥٥،۰,۲۰٦،۰,۳۰۲)	(۰,۰٦۸،۰,۱۰۱،۰,۱٥۷)	۰,۱۰۹

به روشی مشابه، مقایسه دو به دو زیرمعیارهای هر چهار معیار اصلی، وزن محلی دیفازی شده در جداول مربوطه در پیوست ارائه شده است. در نهایت، وزن های سراسری بهینه شده برای شاخص‌های مؤثر در ارزیابی روش های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی خودرو به شرح جدول ٥ نتیجه شده است.

۲,۳. اولویت‌بندی شیوه‌ها

بعد از دستیابی به اوزان بهینه معیارها، در گام بعد گزینه‌ها (شیوه های انتقال فناوری) با استفاده از روش فازی پیشنهادی ارزیابی می‌شوند. با به‌کارگیری مقیاس کلامی ارائه شده در جدول ۳ تمام خبرگان به‌منظور ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها به‌صورت جداگانه مورد پرسش قرار گرفتند. پس از دستیابی به درجه اولویت هر خبره، در گام بعد میانگین درجات براساس رابطه ۱۲ محاسبه و ماتریس میانگین تصمیم مطابق با جدول ٦ بدست

آمد. به‌منظور تضمین سازگاری بین معیارهای ارزیابی، ماتریس تصمیم‌گیری فازی اولیه بایستی به یک مقیاس قابل مقایسه تبدیل شود، ازاین‌رو ماتریس تصمیم فازی نرمال با به کارگیری رابطه ۱۴ به صورت جدول ۷ نتیجه می‌شود.

جدول (۵): اوزان سراسری بهینه شاخص‌های ارزیابی روش‌های انتقال فناوری در صنایع باتری سازی

رتبه	وزن سراسری	وزن محلی هر زیرمعیار	زیرمعیار	وزن محلی ابعاد اصلی	ابعاد اصلی
۵	۰,۰۷۹	۰,۳۰۱	رشد و توسعه اقتصادی (**R۱۱**)	۰,۲۶۱	اقتصادی (**R۱**)
۳	۰,۱۳۱	۰,۵۰۳	اثربخشی هزینه ای (**R۱۲**)		
۶	۰,۰۵۴	۰,۲۰۶	سطح سرمایه مورد انتظار (**R۱۳**)		
۹	۰,۰۳۹	۰,۳۵۴	درجه پیچیدگی (**R۲۱**)	۰,۱۰۹	فنی (**R۲**)
۷	۰,۰۴۹	۰,۴۴۸	سطح ریسک (**R۲۲**)		
۱۲	۰,۰۲۳	۰,۲۱۵	چرخه عمر فناوری (**R۲۳**)		
۲	۰,۱۳۳	۰,۲۷۶	پیامدهای استراتژیکی (**R۳۱**)	۰,۴۸۳	مدیریتی (**R۳**)
۴	۰,۱۰۶	۰,۲۱۹	پشتیبانی تحقیق و توسعه (**R۳۲**)		
۱	۰,۲۴۷	۰,۵۱۱	بهبود سبک مدیریت (**R۳۳**)		
۱۰	۰,۰۳۳	۰,۳۰۱	دسترسی به بازار فناوری (**R۴۱**)	۰,۱۰۹	تجاری (**R۴**)
۸	۰,۰۴۸	۰,۴۴۱	رقابت پذیری (**R۴۲**)		
۱۱	۰,۰۳۰	۰,۲۷۴	مقیاس بازار فناوری (**R۴۳**)		

جدول (۶): ماتریس میانگین فازی گزینه-معیار

	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
R۱۱	(۴,۹,۵,۹,۶,۴)	(۳,۱,۴,۱,۰,۵,۱)	(۴,۳,۰,۵,۳,۶,۳)	(۱,۲,۰,۲,۴,۳,۶)	(۶,۱,۰,۷,۷,۱)	(۳,۳,۴,۱,۰۵)
R۱۲	(۲,۳,۳,۳,۴,۳)	(۱,۱,۰,۱,۳,۰,۱,۴)	(۳,۷,۰,۴,۰,۵)	(۳,۳,۴,۱,۰۵)	(۲,۹,۰,۳,۹,۴,۹)	(۴,۱,۰۵,۰,۷)
R۱۳	(۴,۳,۰۵,۱,۰۶)	(۵,۹,۰۶,۹,۰۷,۳)	(۷,۰۷,۹,۰۷,۹)	(۲,۶,۰۳,۶,۰۴,۶)	(۶,۰۷,۰۸)	(۴,۱,۰۵,۰۵,۶)
R۲۱	(۳,۳,۰۳,۹,۰۴,۷)	(۱,۴,۰۲,۲,۰۳,۱)	(۲,۶,۰۳,۶,۰۴,۶)	(۱,۱,۰۲,۴,۰۲,۶)	(۳,۹,۰۴,۴,۰۵)	(۲,۴,۰۳,۳,۴,۱)
R۲۲	(۳,۱,۰۴,۱,۰۵,۱)	(۲,۱,۰۳,۳,۹)	(۳,۷,۰۴,۷,۰۵,۷)	(۲,۳,۰۳,۳,۰۴,۳)	(۲,۳,۰۴)	(۲,۳,۰۳,۱,۰۴)
R۲۳	(۲,۳,۰۴)	(۲,۳,۰۳,۳,۰۴,۳)	(۲,۳,۰۴)	(۲,۳,۰۴)	(۳,۹,۰۴,۹,۰۵,۹)	(۲,۰۲,۳,۰۲,۶)
R۳۱	(۵,۳,۰۶,۳,۰۷,۳)	(۴,۷,۰۵,۶,۰۶,۴)	(۳,۴,۰۴,۱,۰۴,۹)	(۴,۰۴,۷,۰۵,۴)	(۲,۳,۰۲,۶,۰۲,۹)	(۵,۰۶,۰۶,۰۷,۰۴)
R۳۲	(۱,۹,۰۲,۱,۰۲,۴)	(۴,۴,۰۵,۳,۰۶,۱)	(۲,۶,۰۳,۶,۰۴,۶)	(۴,۳,۰۵,۳,۰۶,۳)	(۲,۹,۰۳,۹,۰۴,۹)	(۲,۹,۰۳,۹,۰۴,۹)
R۳۳	(۵,۳,۰۶,۱,۰۷)	(۵,۱,۰۶,۱,۰۷)	(۳,۴,۰۴,۱,۰۴,۹)	(۴,۰۶,۰۵,۳,۰۶)	(۲,۶,۰۳,۶,۰۴,۶)	(۶,۱,۰۷,۰۷,۱)
R۴۱	(۲,۳,۰۴,۱,۰۵)	(۲,۴,۰۳,۰۳,۶)	(۲,۳,۰۳,۳,۰۴,۳)	(۳,۱,۰۴,۱,۰۵,۱)	(۳,۱,۰۴,۱,۰۵)	(۳,۰۳,۹,۰۴,۶)
R۴۲	(۲,۰۲,۳,۰۲,۶)	(۴,۶,۰۵,۶,۰۶,۳)	(۴,۹,۰۵,۹,۰۶,۹)	(۳,۱,۰۴,۱,۰۵,۱)	(۲,۹,۰۳,۹,۰۴,۷)	(۳,۱,۰۴,۱,۰۵)
R۴۳	(۲,۷,۰۳,۶,۰۴,۳)	(۳,۰۳,۳,۹,۰۴,۳)	(۵,۰۳,۶,۱,۰۷)	(۳,۱,۰۳,۶,۰۴)	(۴,۷,۰۵,۶,۰۷,۱)	(۲,۹,۰۳,۹,۰۴,۷)

جدول (۷): ماتریس میانگین فازی نرمال شده

	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
R۱۱	(۰,۶۸۰,۰۸۲۰,۰۹۰)	(۰,۴۴۰,۰۵۸۰,۰۷۲)	(۰,۶۰۰,۰۷۴۰,۰۸۸)	(۰,۱۷۰,۰۳۴۰,۰۵۰)	(۰,۸۶۰,۰۹۸۰,۱,۰۰)	(۰,۴۶۰,۰۵۸۰,۰۷۰)

R۱۲	(۰,۴۰,۰,۵۸,۰,۷۵)	(۰,۲۰,۰,۲۳,۰,۲۵)	(۰,۶۵,۰,۷۸,۰,۸۸)	(۰,۵۸,۰,۷۳,۰,۸۸)	(۰,۵۰,۰,۶۸,۰,۸۵)	(۰,۷۳,۰,۸۸,۱,۰۰)
R۱۳	(۰,۵۴,۰,۶۴,۰,۷۵)	(۰,۷۳,۰,۸۶,۰,۹۱)	(۰,۸۸,۰,۹۸,۰,۹۸)	(۰,۳۲,۰,۴۵,۰,۵۷)	(۰,۷۵,۰,۸۸,۱,۰۰)	(۰,۵۲,۰,۶۳,۰,۷۰)
R۲۱	(۰,۶۶,۰,۷۷,۰,۹۴)	(۰,۲۸,۰,۴۴,۰,۶۲)	(۰,۵۱,۰,۷۱,۰,۹۱)	(۰,۲۳,۰,۴۹,۰,۵۱)	(۰,۷۷,۰,۸۹,۱,۰۰)	(۰,۴۹,۰,۶۶,۰,۸۳)
R۲۲	(۰,۵۵,۰,۷۳,۰,۹۰)	(۰,۳۸,۰,۵۳,۰,۶۸)	(۰,۶۵,۰,۸۳,۱,۰۰)	(۰,۴۰,۰,۵۸,۰,۷۵)	(۰,۳۵,۰,۵۳,۰,۷۰)	(۰,۴۰,۰,۵۵,۰,۷۰)
R۲۳	(۰,۳۴,۰,۵۱,۰,۶۸)	(۰,۳۹,۰,۵۶,۰,۷۳)	(۰,۳۴,۰,۵۱,۰,۶۸)	(۰,۳۴,۰,۵۱,۰,۶۸)	(۰,۶۶,۰,۸۳,۱,۰۰)	(۰,۳۴,۰,۳۹,۰,۴۴)
R۳۱	(۰,۷۱,۰,۸۵,۰,۹۸)	(۰,۶۳,۰,۷۵,۰,۸۷)	(۰,۴۶,۰,۵۶,۰,۶۵)	(۰,۵۴,۰,۶۳,۰,۷۳)	(۰,۳۱,۰,۳۵,۰,۳۸)	(۰,۷۵,۰,۸۸,۱,۰۰)
R۳۲	(۰,۳۰,۰,۳۱,۰,۳۹)	(۰,۷۰,۰,۸۴,۰,۹۸)	(۰,۴۱,۰,۵۷,۰,۷۳)	(۰,۶۸,۰,۸۴,۱,۰۰)	(۰,۴۵,۰,۶۱,۰,۷۷)	(۰,۴۵,۰,۶۱,۰,۷۷)
R۳۳	(۰,۷۴,۰,۸۶,۰,۹۸)	(۰,۷۲,۰,۸۶,۰,۹۸)	(۰,۴۸,۰,۵۸,۰,۶۸)	(۰,۶۴,۰,۷۴,۰,۸۴)	(۰,۳۶,۰,۵۰,۰,۶۴)	(۰,۸۶,۰,۹۸,۱,۰۰)
R۴۱	(۰,۶۴,۰,۸۱,۰,۹۷)	(۰,۴۷,۰,۵۸,۰,۶۹)	(۰,۴۴,۰,۶۴,۰,۸۳)	(۰,۶۱,۰,۸۱,۱,۰۰)	(۰,۶۱,۰,۸۱,۰,۹۷)	(۰,۵۸,۰,۷۵,۰,۸۹)
R۴۲	(۰,۲۹,۰,۳۳,۰,۳۸)	(۰,۶۷,۰,۸۱,۰,۹۲)	(۰,۷۱,۰,۸۵,۱,۰۰)	(۰,۴۶,۰,۶۰,۰,۷۵)	(۰,۴۲,۰,۵۶,۰,۶۹)	(۰,۴۶,۰,۶۰,۰,۷۳)
R۴۳	(۰,۳۸,۰,۵۰,۰,۶۰)	(۰,۴۶,۰,۵۴,۰,۶۰)	(۰,۷۴,۰,۸۶,۰,۹۸)	(۰,۴۴,۰,۵۰,۰,۵۶)	(۰,۶۶,۰,۷۸,۱,۰۰)	(۰,۴۰,۰,۵۴,۰,۶۶)

جدول (۸): سری مرجعی راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی

	$\widetilde{A}^{+}$	$\widetilde{A}^{-}$
R۱۱	(۰,۸۶,۰,۹۸,۱,۰۰)	(۰,۱۷,۰,۳۴,۰,۵۰)
R۱۲	(۰,۷۳,۰,۸۸,۱,۰۰)	(۰,۲۰,۰,۲۳,۰,۲۵)
R۱۳	(۰,۸۸,۰,۹۸,۱,۰۰)	(۰,۳۲,۰,۴۵,۰,۵۷)
R۲۱	(۰,۷۷,۰,۸۹,۱,۰۰)	(۰,۲۳,۰,۴۴,۰,۵۱)
R۲۲	(۰,۶۵,۰,۸۳,۱,۰۰)	(۰,۳۵,۰,۵۳,۰,۶۸)
R۲۳	(۰,۶۶,۰,۸۳,۱,۰۰)	(۰,۳۴,۰,۳۹,۰,۴۴)
R۳۱	(۰,۷۵,۰,۸۸,۱,۰۰)	(۰,۳۱,۰,۳۵,۰,۳۸)
R۳۲	(۰,۷۰,۰,۸۴,۱,۰۰)	(۰,۳۰,۰,۳۴,۰,۳۹)
R۳۳	(۰,۸۶,۰,۹۸,۱,۰۰)	(۰,۳۶,۰,۵۰,۰,۶۴)
R۴۱	(۰,۶۴,۰,۸۱,۱,۰۰)	(۰,۴۴,۰,۵۸,۶۹)
R۴۲	(۰,۷۱,۰,۸۵,۱,۰۰)	(۰,۲۹,۰,۳۳,۰,۳۸)
R۴۳	(۰,۷۴,۰,۸۶,۱,۰۰)	(۰,۳۸,۰,۵۰,۰,۵۶)

مطابق با جدول ۸ سری مرجعی راه‌حل ایده‌آل مثبت و راه‌حل ایده‌آل منفی با استفاده از معادلات ۱۵ و ۱۶ به‌دست‌آمده است. در ادامه ضریب رابطه خاکستری فازی هر گزینه نسبت به راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی از طریق رابطه ۱۷ محاسبه شده است که در جدول ۹ نشان داده شده است. در مسئله پیشنهادی مقدار پارامتر ρ برابر ۰,۵ در نظر گرفته شده است. در نهایت با به‌کارگیری از روابط ۱۸-۲۰ مقادیر S، R و Q برای هر گزینه محاسبه شدند که در جدول ۱۰ نمایش داده شده‌اند.

جدول (۹): ضریب رابطه خاکستری فازی هر گزینه نسبت به راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی

	A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶			A۱	A۲	A۳	A۴	A۵	A۶
PIS								NIS						
R۱۱	۰,۶۸	۰,۴۶	۰,۶۰	۰,۳۴	۱,۰۰	۰,۴۶		R۱۱	۰,۴۱	۰,۵۷	۰,۴۴	۱,۰۰	۰,۳۴	۰,۵۷
R۱۲	۰,۵۲	۰,۳۳	۰,۷۶	۰,۶۹	۰,۶۲	۱,۰۰		R۱۲	۰,۴۸	۱,۰۰	۰,۳۷	۰,۳۹	۰,۴۲	۰,۳۳
R۱۳	۰,۵۰	۰,۷۳	۰,۹۹	۰,۳۹	۰,۷۹	۰,۴۸		R۱۳	۰,۶۲	۰,۴۵	۰,۳۹	۱,۰۰	۰,۴۳	۰,۶۵

R۲۱	۰,۷٦	۰,٤۲	۰,٦٥	۰,٤۱	۱,۰۰	۰,٥۸		R۲۱	۰,٤٦	۰,۸۹	۰,٥۱	۰,۹۳	۰,٤۰	۰,٥٦
R۲۲	۰,۷٦	۰,٥۲	۱,۰۰	۰,٥٦	۰,٥۲	۰,٥٤		R۲۲	۰,٦۱	۰,۹۸	۰,٥۱	۰,۸٥	۰,۹۸	۰,۹۱
R۲۳	۰,٥۰	۰,٥٥	۰,٥۰	۰,٥۰	۱,۰۰	۰,٤۲		R۲۳	۰,۷۳	۰,٦٥	۰,۷۳	۰,۷۳	۰,٤۲	۱,۰۰
R۳۱	۰,۹۱	۰,۷۱	۰,٥۰	۰,٥۷	۰,۳۸	۱,۰۰		R۳۱	۰,۳۹	۰,٤٤	۰,٦۰	۰,٥۳	۱,۰۰	۰,۳۸
R۳۲	۰,۳۹	۰,۹۸	۰,٥٤	۰,۹۸	۰,٥۸	۰,٥۸		R۳۲	۱,۰۰	۰,۳۹	۰,٥۹	۰,۳۹	۰,٥٤	۰,٥٤
R۳۳	۰,۷۷	۰,۷٦	۰,٤٦	۰,٦۰	۰,٤۱	۱,۰۰		R۳۳	۰,٤۷	۰,٤۸	۰,۸۰	۰,٥۷	۱,۰۰	۰,٤۱
R٤۱	۰,۹۸	۰,٥۸	۰,٦٥	۰,۹۸	۰,۹٦	۰,۸۲		R٤۱	۰,٥۸	۰,۹۸	۰,۸٤	۰,٥۸	۰,٥۹	۰,٦٦
R٤۲	۰,۳۸	۰,۸٦	۱,۰۰	۰,٥٦	۰,٥۲	۰,٥٦		R٤۲	۱,۰۰	۰,٤۱	۰,۳۸	۰,٥٤	۰,٥۹	۰,٥٥
R٤۳	۰,٤۷	۰,٤۹	۰,۹۸	۰,٤۷	۰,۸٤	۰,٤۹		R٤۳	۰,۹۷	۰,۸۷	۰,٤٦	۰,۹٦	۰,٥۰	۰,۸۷

جدول (۱۰): مقادیر $\boldsymbol{R}$، $\boldsymbol{S}$ و $\boldsymbol{Q}$ برای هر گزینه

	A۱	A۲	A۳	A٤	A٥	A٦
$\boldsymbol{S}$	۰,٦٤٥	۰,٦۳۷	۰,٦۲۳	۰,٥۹٥	۰,٥۸۷	۰,۷٦۳
$\boldsymbol{R}$	۰,۱۱۷	۰,۱۳۱	۰,۱۹۸	۰,۱٤۱	۰,۲٤۷	۰,۱۰۲
$\boldsymbol{Q}$	۰,۳۸۳	۰,٤٥۷	۰,۷۲۷	۰,٦۱۲	۱,۰۰۰	۰,۰۰۰
رتبه	۲	۳	٥	٤	٦	۱

لازم به ذکر است مقدار پارامتر $\boldsymbol{v}$ هم برابر با ۰,٥ لحاظ شده است؛ بنابراین گزینه‌ها براساس مقادیر $\boldsymbol{Q}$ اولویت‌بندی شده و گزینه‌ای که کمترین مقدار $\boldsymbol{Q}$ را دارا باشد به‌عنوان بهترین گزینه انتخاب می‌شود به‌طوری‌که دو شرط اشاره شده در گام ٦ روش پیشنهادی رعایت شود. با توجه به نتیجه به‌دست‌آمده گزینه (A٦) در رتبه اول قرار گرفته چرا که کمترین مقدار $\boldsymbol{Q}$ را داراست و هر دو شرط را تضمین می‌کند ($\boldsymbol{Q(A_1) - Q(A_6) \geq 0.2}$ و همچنین A٦ با توجه به مقادیر R در رتبه نخست قرار دارد).

نتیجه‌گیری

انتقال فناوری یکی از اساسی‌ترین مباحث در فناوری بوده و چگونگی اجرای آن نقش بسیار مهمی را در فرآیند و چرخه فناوری و نوآوری و همچنین خلق ثروت در جوامع درحال‌توسعه ایفا می‌نماید. انتقال فناوری فرآیندی است که طی آن صاحب فناوری، دانش و دانسته‌های خود را درزمینه‌ی موردبحث به شرکت متقاضی انتقال می‌دهد. این فرآیند بسیار پیچیده بوده و در صورت عدم تسلط و آشنایی به آن می‌تواند به موضوعی چالش برانگیز تبدیل گردد. از این‌رو فناوری را باید یا ایجاد کرد که نیاز به زمان و هزینه سنگینی دارد که با توجه به‌سرعت پیشرفت فناوری این امر دشوار است و یا باید آن را انتقال داد. اما موضوع بسیار مهم در انتقال، قابلیت تطبیق و اثربخشی آن و توسعه جهت فراگیری دانش فنی آن است.

در این پژوهش، تلاش شد با پیروی از اصول و چارچوب نظری و پژوهشی، مدلی ارائه گردد که در آن عوامل مؤثر بر شیوه‌های انتقال فناوری با هدف بهبود عملکرد شرکت در سطح جهانی تبیین شود. به همین منظور در ابتدا با بررسی پژوهش‌های داخلی و خارجی مجموعه‌ای از عوامل در چهار دسته عوامل اقتصادی، فنی، مدیریتی و تجاری شناسایی شده و سپس با استفاده از رویکرد دلفی فازی غربالگری و براساس نظرات یک کمیته خبره از کارشناسان ۱۲ شاخص بومی سازی شدند. سپس با به کارگیری روش سوارا فازی به تعیین وزن مؤثر هر معیار و زیرمعیار پرداخته گردید ودر نهایت نیز اولویت‌بندی روش‌های انتقال فناوری با به کارگیری از یک رویکرد ترکیبی فازی مبتنی بر تحلیل رابطه خاکستری و ویکور نتیجه شد.

مطابق نتایج به دست آمده از رویکرد پیشنهادی، شیوه انتقال "سرمایه‌گذاری مشترک" مناسب‌ترین روش جهت انتقال فناوری است و از این طریق متولیان و سیاست‌گذاران و مدیران می‌توانند فعالیت‌های خود را بر اساس این روش متمرکز کنند. روش سرمایه‌گذاری مشترک در سه شاخص "پیامدهای استراتژیکی"، "بهبود سبک مدیریت" و "اثربخش هزینه‌ای" بهترین عملکرد را به دست آورده است و این بیانگر آن است که اگر شرکتی به دنبال رقابت در بازار جهانی(مدیریت کلاس جهانی) است و قصد دارد تا گام در مسیر توسعه و پیشرفت بردارد، روش سرمایه‌گذاری مشترک بالاترین اهمیت را دارا است، زیرا می‌تواند با کمک و همکاری مستقیم و مداوم شرکت‌های بزرگ، بهبود در کسب‌وکار خود به وجود آورد، به سمت مدرن شدن شیوه‌های تولید، افزایش بازدهی و توان تولید پیش برود و درنتیجه موجب افزایش ظرفیت و نرخ تولید در کسب‌وکار شود.

از دیگر نتایج قابل‌توجه می‌توان به رتبه پایین روش آموزش و تحصیل اشاره کرد. این موضوع بیانگر این است که کارشناسان معتقدند که روشی مانند آموزش و تحصیل، علاوه بر اینکه زمان زیادی را برای انتقال موفق فناوری صرف می‌نمایند، نتایج آن چندان موجب بهبود وضعیت رقابتی و ظرفیت

تولید شرکت نمی‌شود آن‌ها در موفق بودن روش‌های آموزش و تحصیل و استخدام و تبادل نیروی انسانی دارای تردید هستند. علاوه بر دلایل ذکر شده وابستگی این صنعت به تغییرات تکنولوژی تولید یکی از دلایل مهم قرارگیری آموزش و تحصیل در پایین ترین رده می باشد.

پیوست

در این بخش، مقایسه زوجی بین معیارهای فرعی هر بعد از ابعاد اصلی، وزن‌های محلی از طریق به کارگیری روش سوارا فازی به شرح جداول زیر گزارش شده است.

جدول (الف-۱): نتایج وزنی شاخص های بعد اقتصادی

وزن محلی دیفازی شده	$\tilde{w}_j$	$\tilde{q}_j$	$\tilde{k}_j$	$\tilde{S}_j$	
۰,۵۰۳	(۰,٤۹٥,۰,٥۰٥,۰,٥٤٥)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)		اثربخشی هزینه‌ای
۰,۳۰۱	(۰,۲٤۱,۰,۲۹۷,۰,۳٦۳)	(۰,٥۲٦,۰,٥۸۸,۰,٦۷۷)	(۱,٥,۱,۷,۱,۹)	(۰,٥,۰,۷,۰,۹)	رشد و توسعه اقتصادی
۰,۲۰٦	(۰,۱٤۲,۰,۱۹۸,۰,۲۷۹)	(۰,۳۱۰,۰,۳۹۲,۰,٥۱۳)	(۱,۳,۱,٥,۱,۷)	(۰,۳,۰,٥,۰,۷)	سطح سرمایه مورد انتظار

جدول (الف-۲): نتایج وزنی شاخص های بعد فنی

وزن محلی دیفازی‌شده	$\tilde{w}_j$	$\tilde{q}_j$	$\tilde{k}_j$	$\tilde{S}_j$	
۰,٤٤۸	(۰,۳۹۸,۰,٤٥۰,۰,٤۹٦)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)		سطح ریسک
۰,۳٥٤	(۰,۲٦٥,۰,۳٤٦,۰,٤٥۱)	(۰,٦٦۷,۰,۷٦۹,۰,۹۰۹)	(۱,۱,۱,۳,۱,٥)	(۰,۱,۰,۳,۰,٥)	درجه پیچیدگی
۰,۲۱٥	(۰,۱٤۰,۰,۲۰٤,۰,۳۰۰)	(۰,۳٥۱,۰,٤٥۲,۰,٦۰٦)	(۱,٥,۱,۷,۱,۹)	(۰,٥,۰,۷,۰,۹)	چرخه عمر فناوری

جدول (الف-۳): نتایج وزنی شاخص های بعد مدیریتی

وزن محلی دیفازی‌شده	$\tilde{w}_j$	$\tilde{q}_j$	$\tilde{k}_j$	$\tilde{S}_j$	
۰,٥۱۱	(۰,٤۷۱,۰,٥۱۸,۰,٥٤٥)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)		بهبود سبک مدیریت
۰,۲۷٦	(۰,۲۳٦,۰,۲۷۳,۰,۳۲۱)	(۰,٥,۰,٥۲٦,۰,٥۸۸)	(۱,۷,۱,۹,۲)	(۰,۷,۰,۹,۱)	پیامدهای استراتژیکی
۰,۲۱۹	(۰,۱٥۷,۰,۲۱۰,۰,۲۹۲)	(۰,۳۳۳,۰,٤۰٥,۰,٥۳٥)	(۱,۱,۱,۳,۱,٥)	(۰,۱,۰,۳,۰,٥)	پشتیبانی آموزشی و توسعه

جدول (الف-٤): نتایج وزنی شاخص های بعد تجاری

وزن محلی دیفازی‌شده	$\tilde{w}_j$	$\tilde{q}_j$	$\tilde{k}_j$	$\tilde{S}_j$	
۰,٤٤۱	(۰,۳۹٤,۰,٤٤۰,۰,٤۹۰)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)		رقابت پذیری
۰,۳۰۱	(۰,۲۳۲,۰,۲۹۳,۰,۳۷۷)	(۰,٥۸۸,۰,٦٦۷,۰,۷٦۹)	(۱,۳,۱,٥,۱,۷)	(۰,۳,۰,٥,۰,۷)	دسترسی به بازار فناوری
۰,۲۷٤	(۰,۱۷۸,۰,۲٦۷,۰,۳۷۷)	(۰,٤٥۲,۰,٦۰٦,۰,۷٦۹)	(۱,۱,۱,۱,۳)	(۰,۰,۰,۱,۰,۳)	پشتیبانی آموزشی و توسعه

منابع

Kaimowitz, D., Making the link: Agricultural research and technology transfer in developing countries. 2019: CRC Press.

Bertsch, G.K., After the revolutions: East-West trade and technology transfer in the 1990s. 2019: Routledge.

Buzás, N., From technology transfer to knowledge transfer: an institutional transition, in: Linking industries across the world. 2019, Routledge. p. 109-124.

Günsel, A., Research on effectiveness of technology transfer from a knowledge based perspective. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2015. 207: p. 777-785.

Berry, N. (2000). Wcm Versus Strategic Trade-Offs. International Journal of Operations and Production Management, 34(12), 56-79.

Peter Poor, Marek Kocisko & Radoslav Krehel. (2016). World class manufacturing (WCM) modelas A tool for company managment. 27TH daaam international symposium on intelligent manufacturing and automation, p 386-
۳۹۰
R.G. Eccles, The Performance Measurement Manifesto, in: J. Holloway, J. Lewis, G. Mallory(Eds.), Performance Measurement and Evaluation, Sage Publications, London, 1995, pp. 5-14.
RCA, Tomorrow's Company: The Role of Business in Changing World, Royal Society of Arts, Manufacturers and Commerce, London, 1994.
Jafari, M., P. Akhavan, and A. Rafiei, Technology Transfer Effectiveness in Knowledge-Based Centers Providing a Model Based on Knowledge Management. International Journal of Scientific Knowledge, 2014. 4(7).
Hsu, D.W., et al., Toward successful commercialization of university technology: Performance drivers of university technology transfer in Taiwan. Technological Forecasting and Social Change, 2015. 92: p. 25-39.

Dinmohammadi, A. and M. Shafiee ,Determination of the most suitable technology transfer strategy for wind turbines using an integrated AHP-TOPSIS decision model. Energies, 2017. 10(5): p. 642.

Estep, J. and T. Daim. A framework for technology transfer potential assessment. in 2016 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). 2016. IEEE.

Atkinson, P., et al., Technology Assessment: Patient-Centric Solutions for Transfer of Health Information, in Infrastructure and Technology Management. 201 ,۸Springer. p. 245-269.

Distanont, A., O. Khongmalai, and P. Kritpipat, Factors affecting technology transfer performance in the Petrochemical Industry in Thailand: A Case study. WMS Journal of Management, 2018. 7(2): p. 23-35.

Cheng, A.-C. Exploring technology transfer of innovation process in the new materials. in 2018 IEEE 9th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies (ICMIMT). 2018. IEEE.

Kraujalienė, L., Comparative analysis of multicriteria decision-making methods evaluating the efficiency of technology transfer. Business, Management and Education, 2019. 17(1): p. 72-93.

Lavoie, J.R. and T. Daim, Technology transfer assessment: An integrated approach, in: R&D Management in the Knowledge Era. 2019, Springer. p. 439-460.

Maluđin, S., et al., Strategic choice of technology transfer in Indonesia. Jurnal Aplikasi Bisnis dan Manajemen (
J
Lafuente, E. and J. Berbegal-Mirabent, Assessing the productivity of technology transfer offices: an analysis of the relevance of aspiration performance and portfolio complexity. The Journal of Technology Transfer, 2019. 44(3): p.
A
B
M
۷۷۸-۸۰۱.
Amini, E., et al., Affecting factors of knowledge-based companies using fuzzy AHP model, Case study Tehran ,University Enterprise Park. Journal of the Knowledge Economy, 2020. 11(2): p. 574-592.

Zadeh, L.A., Information and control. Fuzzy Sets, 1965. 8(3): p. 338-353.
۲
Wu, H.-Y., G.-H. Tzeng, and Y.-H. Chen, A fuzzy MCDM approach for evaluating banking performance based on ,Balanced Scorecard. Expert Systems with Applications, 2009. 36(6): p. 10135-10147.
۱۹۰۵(۱): ص. ۱۶۳
Yao, J.-S. and K. Wu, Ranking fuzzy numbers based on decomposition principle and signed distance. Fuzzy Sets and Systems, 2000. 116(2): p. 275-288.

Ansari, Z.N., R. Kant, and R. Shankar, Evaluation and ranking of solutions to mitigate sustainable remanufacturing supply chain risks: a hybrid fuzzy SWARA-fuzzy COPRAS framework approach. International Journal of Sustainable Engineering, 2020: p. 1-22.

Yadav, G., et al., Hybrid BWM-ELECTRE-based decision framework for effective offshore outsourcing adoption: a case study. International Journal of Production Research, 2018. 56(18): p. 6259-6278.

Keršuliene, V., E.K. Zavadskas, and Z. Turskis, Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). Journal of Business Economics and Management, 2010. 11(2): p. ۲۴۳-۲۵۸.

Kou, G., et al., Pairwise comparison matrix in multiple criteria decision making. Technological and economic development of economy, 2016. 22(5): p. 738-765.

Kou, G., Y. Peng, and G. Wang, Evaluation of clustering algorithms for financial risk analysis using MCDM methods. Information Sciences, 2014. 275: p. 1-12.

Agarwal, S., R. Kant, and R. Shankar, Evaluating Solutions to Overcome Humanitarian Supply Chain Management Barriers: A Hybrid Fuzzy SWARA–Fuzzy WASPAS Approach. International Journal of Disaster Risk Reduction, ۲۰۲۰: □. ۱۰۱۸۳۸.

Mardani, A., et al., A systematic review and meta-Analysis of SWARA and WASPAS methods: Theory and applications with recent fuzzy developments. Applied Soft Computing, 2017. 57: p. 265-292.

Rezaei, J., Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 2015. 53: p. 49-57.

Rezaei, J., Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. Omega, 2016. 64: p. 126-130.

Kuo, M.-S. and G.-S. Liang, Combining VIKOR with GRA techniques to evaluate service quality of airports under fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 2011. 38(3): p. 1304-1312.

Li, N. and H. Zhao, Performance evaluation of eco-industrial thermal power plants by using fuzzy GRA-VIKOR and combination weighting techniques. Journal of Cleaner Production, 2016. 135: p. 169-183.

Chen, C.-T., Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy Sets and Systems, 2000. 114(1): p. 1-9.