مجلهٔ دانش و توسعه (علمی – پژوهشی) سال پانزدهم، شمارهٔ ۲۲، بهار ۱۳۸۷

ارزیابی و رتبه بندی سطح فناوری شش شاخهٔ صنعتی منتخب استان خراسان با استفاده از روش TOPSIS

غلامرضا ملک زاده *

تاریخ ارسال : تاریخ پذیرش:

چکیده

ارزیابی فناوری، مرحله‌ای حیاتی در فرآیند تصمیم گیری و تصمیم سازیهای صنعتی و مدیریت فناوری است و در واقع به عنوان بخشی از مدیریت و سیاست‌گذاری دانش و فناوری در پی ادغام ویژگی‌های فناوری‌ها با هم است تا از این رهگذر نیازهای فناورانه به صورت کامل تامین شود.

در این مقاله، ارزیابی و تعیین سطح فناوری شش شاخه منتخب صنعتی استان خراسان با روش TOPSIS با توجه به یازده معیار کمی و کیفی و روش ارزیابی فناوری پورتر انجام شده است. معیارهای مورد بررسی در این مطالعه از مستندات آماری و پرسش‌نامه‌های نظرخواهی خبرگان و کارشناسان صنعت و دانشگاه جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از به‌کارگیری روش TOPSIS نشان می‌دهند که سطح فناوری‌های موجود در شاخه صنعتی تولید مواد غذایی و آشامیدنی‌ها (کد ۱۵) در بین شش شاخهٔ صنعتی موردنظر در رتبه اول بوده و شاخه‌های صنعتی تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی (کد ۲۶)، ساخت منسوجات (کد ۱۷)، ساخت ماشین آلات و تجهیزات (کد ۲۹)، تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک (کد ۲۵) و تولید وسایل نقلیه موتوری (کد ۳۴) به ترتیب در سطوح بعدی قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: ارزیابی فناوری، مدیریت فناوری، سیاست گذاری علم و فناوری، شاخهٔ صنعتی، روش TOPSIS

طبقه‌بندی JEL: C۵۲, C۵۳, L۶۰, O۲۰, O۲۱, O۲۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

* کارشناس ارشد مهندسی صنایع و عضو هیأت علمی پژوهشکده علوم و صنایع غذایی خراسان رضوی
Rezamalkzadeh@yahoo.com

مقدمه

یکی از مهمترین نیازهای امروز مدیران، تصمیم‌گیری در رابطه با سرمایه‌گذاری در عرصه‌های مختلف صنعت، دانش و فناوری است که با توجه به کمبود منابع از یک سو و هزینه‌های بالای پژوهش و توسعه‌ی فناوری‌ها از سوی دیگر، اهمیت روز افزونی یافته است. نقش کلیدی و حیاتی فناوری در ارتقای موقعیت اقتصادی و اجتماعی جوامع انسانی و افزایش توان رقابتی آنها، ارزیابی سطح و انتخاب زمینه‌های سرمایه‌گذاری در فناوری را به عنوان عاملی حیاتی و تعیین کننده در تصمیم‌گیریهای صنعتی و مدیریت فناوری مطرح کرده است. همواره پرسش‌هایی از این دست برای مدیران فناوری چالش برانگیز بوده است :

- آیا فناوری موردنظر به طور صحیح انتخاب شده و تمامی مراحل ارزیابی را در مرحلهٔ انتخاب طی نموده و در مجموع با دید و نگرش مثبت پذیرفته شده است؟
- در صورت مناسب بودن فناوری انتخابی، آیا امکان بومی کردن آن وجود دارد؟
- فناوری موردنظر اکنون در چه موقعیتی به سر می‌برد؟
- نقاط ضعف و قوت آن به لحاظ عملکرد چیست؟
- آیا زمینه توسعه‌ی فناوری در صنعت مورد بررسی وجود دارد و تاکنون چه اقداماتی در این رابطه صورت گرفته است؟

فناوری به عنوان عامل تبدیل کننده منابع طبیعی، زمین، سرمایه و نیروی انسانی به کالاهای ساخته شده، ترکیبی از سخت افزار و نرم افزار برای تولید بوده و به ۴ جزء اصلی تقسیم می‌شود :

- ماشین‌آلات و ابزار تولید، یعنی وسیله یا وسایلی که فناوری در آنها جای گرفته است.
- مهارت‌ها و تجربیات تولید یعنی فناوری نهفته در انسانها شامل تمام توانایی‌های لازم برای انجام عملیات تولید.
- اطلاعات و دانش فنی تولید یعنی فناوری نهفته در اسناد شامل تمام اطلاعات و ارقام موردنیاز برای انجام فعالیت‌های تولیدی.
- سازماندهی و مدیریت تولید یعنی فناوری نهفته در سازمان شامل تمام چارچوب‌های مورد نیاز برای فعالیت‌های تولیدی [۱].

ارزیابی سطح فناوری

ارزیابی و اولویت‌بندی فناوری مناسبترین ابزار برای کمک به این نوع از تصمیم‌گیری‌ها و تصمیم‌سازی‌هاست و ضروری است با نگاهی تازه مورد توجه و استفاده مدیران و سیاست گذاران قرار گیرد. ارزیابی علمی و نظام‌مند فناوری باعث می‌شود به تمامی سؤالات مدیران فناوری پاسخ

داده شود. فرآیند ارزیابی فناوری در سطح شاخه‌های صنعتی، به سبب وجود فعل و انفعالات یا کنش‌های درونی بسیار پیچیده بین فناوری و محیط اطراف، نیازمند بررسی و در نظر گرفتن عوامل متعددی است که می‌تواند در ارزیابی فناوری به کار گرفته شود.

ارزیابی فناوری، فرآیندی نظام مند، کنشی و ارتباطی است که با هدف کمک به جامعه به بررسی علمی و فنی جوانب مختلف فناوری می‌پردازد [۲]. محتمل ترین و مهمترین اثرات فناوری که می‌تواند مورد توجه و بررسی قرار گیرد عبارتند از: توان بالقوه، مخاطرات، مشکلات و پارادایم‌های همراه با آن، به خصوص وقتی یک فناوری جدید مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش-های مختلفی برای ارزیابی فناوری‌ها و شناخت اثرات مختلف آنها بر صنعت و جامعه مطرح و ارائه شده است که در منابع مختلف به تفصیل تشریح شده اند[۳- ۱۱].

انتخاب شاخه‌ها و زمینه‌های اصلی فعالیتهای صنعتی بر مبنای فناوری، از جمله مهمترین کاربردهای ارزیابی فناوری و سطح آن است که در حقیقت به عنوان نوعی پژوهش با هدف بررسی اثرات فناوریها ی به کار برده شده در شاخه‌های صنعتی بر جامعه مطرح شده و بر فرآیند تصمیم‌گیری و تصمیم سازی مدیران متمرکز می‌گردد و تلاش می‌کند راه‌های مختلف بهبود آنها را بیابد.

ارزیابی فناوری مجموعه‌ای از ابزارهاست که برای مقایسه و انتخاب فناوریها به کار برده می‌شود و حداقل اثرات منفی و حداکثر اثرات مثبت را جست‌وجو می‌کند [۱۲]. یکی از مهمترین مسائل در سیاست گذاری‌های عرصه صنعت و فناوری، بررسی و پاسخ به این سؤال است که چه شاخه‌هایی از صنعت مناسب‌تر هستند و وضعیت کنونی شاخه‌های مختلف صنعتی نسبت به یکدیگر چگونه است ؟ به همین دلیل، همواره انتخاب روش مناسب ارزیابی به عنوان چالشی مهم برای مدیران فناوری مطرح بوده است. انتخاب روش ارزیابی با در نظر گرفتن موارد متعددی انجام می‌شود که تعدد فناوری‌ها، نبود اطلاعات قابل اعتماد و وجود طیف وسیع معیارها و شاخص‌ها، اصلی‌ترین محدودیت‌هایی هستند که برای تصمیم‌گیرندگان در هنگام انتخاب شاخه‌های صنعتی و سیاست‌گذاری‌ها، مورد توجه قرار می‌گیرند.

هدف تحقیق و روش انتخابی

روش انتخابی در این بررسی، با توجه به هدف آن یعنی تعیین سطح و اولویت بندی شاخه‌های منتخب صنعتی استان خراسان، مدل پورتر است. بر اساس مدل پورتر، هر فعالیت ارزشی برای تبدیل ورودی به خروجی مطلوب، از یک یا چند فناوری استفاده می‌کند. اگر سطح عملکرد و بهره‌وری یک فعالیت بالا باشد، موفقیت عمل تبدیل را نشان می‌دهد که موفقیت عمل تبدیل نیز خود نشانهٔ مناسب بودن فناوری مورد استفاده است. در نتیجه، ارزیابی عملکرد و کارایی هر فعالیت

معیار مناسبی برای اندازه‌گیری سطح یا عملکرد فناوریهای به کار رفته در آن است [۱۳]. این ارزیابی با تعریف شاخص‌های مناسب برای هر فعالیت صورت می‌گیرد که دو گروه کلی را تشکیل می‌دهند:

۱- شاخص‌های ارزیابی ساختار

شاخص‌های ارزیابی ساختار، محتوای فناورانه هر فعالیت را مورد سؤال و توجه قرار می‌دهند و اساساً به این مسأله می‌پردازند که آیا منابع موردنیاز هر فعالیت وجود دارند یا خیر و کیفیت و چگونگی انجام آن فعالیت چیست؟ در عین حال با بررسی این شاخص‌ها می‌توان تعیین کرد که آیا ساختار هر فعالیت و تمام فعالیتها با هم به صورت دقیق بنا شده است یا خیر؟ ارزیابی شاخص-های ساختاری، کیفی و ذهنی هستند و لذا با طرح پرسش‌نامه و استفاده از چک لیست‌های مناسب و کسب نظرات خبرگان و کارشناسان صنعت به دست می‌آیند.

۲- شاخص‌های ارزیابی عملکرد

شاخص‌های ارزیابی عملکرد، خروجی‌های هر فعالیت را در ارتباط با ورودی‌های آن مورد بررسی قرار داده و نسبت خروجی به ورودی را برقرار می‌کنند. شاخصهای ارزیابی عملکرد بر نتایج حاصل از هر فعالیت متمرکز هستند و حرکت صحیح هر فعالیت به سمت اهداف مشخص و تعریف شده را ارزیابی می‌کنند. شاخص‌های ارزیابی عملکرد، کمی و عینی و متکی بر آمار و اطلاعات می‌باشند و به دو دسته کلی الف) شاخص‌های بهره‌وری و (ب) شاخص‌های عملکردی تقسیم می‌شوند.

با استفاده از شاخص‌های بهره‌وری می‌توان کنترل مدیریتی مجموعه فعالیت‌های یک صنعت را اعمال کرد. در حالی‌که شاخص‌های عملکردی، امکان کنترل عملیاتی فعالیت‌های صنعت را فراهم می‌سازند، شاخص‌های فوق به صورت منفرد و یا در ترکیب با هم می‌توانند سطح فناوری یک صنعت را نشان دهند. برای ترکیب شاخص‌ها با هم، مسأله اولویت‌بندی و وزن‌دهی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد و باید از روشهای مناسبی استفاده کرد. در عین حال باید اطلاعات کافی و دقیق نیز وجود داشته باشد.

معیارهای انتخابی ارزیابی عملکرد

با توجه به منابع اطلاعاتی موجود، معیارهای زیر به عنوان معیارهای اولیه ارزیابی عملکرد انتخاب شدند : متوسط تعداد مجوزهای صادر شده (X_1)، متوسط سرمایه‌گذاری(X_2)، متوسط تعداد شاغلین (X_3)، متوسط ارزش افزوده (X_4)، متوسط تعداد پروانه‌های بهره‌برداری(X_5)، متوسط

دستمزد پرداخت شده ($X_۶$). اطلاعات مربوط به این شاخص‌ها از سالنامه‌های آماری سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی و بانک‌های اطلاعاتی سازمان صنایع و معادن خراسان رضوی استخراج شده و مورد استفاده قرار گرفته است.

معیارهای انتخابی ارزیابی ساختار

برای انتخاب شاخص‌های تعیین و ارزیابی سطح فناوری در شاخه‌های صنعتی استان، پرسش‌نامه‌ای تهیه و در اختیار تعدادی از خبرگان و صاحب‌نظران صنعت که با موضوع تحقیق نیز آشنایی داشتند قرار داده شد و از آنها نظرخواهی گردید. با توجه به نتایج حاصل و امتیازات داده شده، شاخص‌های کیفی و ذهنی زیر در این مرحله انتخاب شد:

الف) عوامل فنی و فناورانه ($X_۷$) با توجه به بررسی امکان تامین فناوری، انحصاری بودن فناوریهای مصرفی، سطح پیچیدگی فناوریها، سطح اتوماسیون و تنوع فناوری در صنعت موردنظر.

ب) عوامل اقتصادی ($X_۸$) با در نظر گرفتن توان صادرات، وجود طرح‌های فرآوری ضایعات با ارزش افزوده، نقش شاخهٔ صنعتی در افزایش درآمد ملی، صرفه‌جویی ارزی، نسبت ارزش افزوده به سرمایه ثابت، نسبت ارزش افزوده به قیمت تمام شده و ارزش اشتغال به سرمایه ثابت در شاخه‌ی صنعتی.

پ) عوامل محیطی ($X_۹$) با بررسی میزان آلودگی‌های زیست محیطی، سطح حمایت از صنایع پایین دستی، نقش صنعت در توسعه سایر صنایع و نقش صنعت در زنجیره تولید کشور.

ت) عوامل سیاسی– اجتماعی ($X_{۱۰}$) با توجه به میزان تطابق با برنامه‌های کشور، نقش صنعت در امنیت ملی، نقش صنعت در قطع وابستگی‌ها، سطح نوآوری و خلاقیت، قابلیت عرضه طیف وسیعی از تولیدات و وجود استانداردهای ملی و اجباری در صنعت موردنظر.

ث) دسترسی به منابع ($X_{۱۱}$) با در نظر گرفتن وجود منابع داخلی مواد اولیه، امکان استفاده از مواد جایگزین، درصد مواد اولیه وارداتی، انرژی مصرفی، وجود منابع انسانی و دسترسی به تسهیلات مورد نیاز در صنعت.

پس از جمع‌آوری اطلاعات پیرامون کلیه گزینه‌ها با توجه به شاخص‌های تعیین شده تشخیص داده شد که این مسأله در حوزه تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه (MADM) است. روشهایMADM یکی از زیر مجموعه‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است که زیر مجموعه دیگر آن MCDM (تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه) می‌باشد. تفاوت این دو روش تصمیم‌گیری به اختصار در زیر ذکر می‌شود:

۱- روش تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه در مواقعی کاربرد دارد که گزینه‌ها از قبل تعیین شده باشند و هدف آن، انتخاب یکی از گزینه‌های موجود از طریق مقایسه آنها در حضور

شاخص‌های متعدد تاثیرگذار بر ارحجیت گزینه‌ها می‌باشد.

۲- روش تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه در مواقعی کاربرد دارد که برای یک مسأله بهینه‌سازی تعداد اهداف متفاوت (و در بعضی موارد متناقض) وجود دارد. یعنی هدف طراحی بهترین گزینه است.

از بین روش‌های متعددی که در حوزه تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه وجود دارد، روش اولویت بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ ایده‌آل (TOPSIS)[۱] به دلیل مزیت‌هایی که نسبت به روش‌های دیگر داراست، برای این تحقیق انتخاب گردید. روش اولویت بندی ترجیحی بر اساس تشابه به پاسخ ایده‌آل (TOPSIS) برای حل مسائل تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه توسط هوانگ و یونگ [۱۴] ابداع شده است. براساس نظریه آنها می‌توان مسألهٔ تحلیلی در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه را به عنوان سامانه‌ای هندسی در نظر گرفت که در آن m گزینه با n معیار مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. این گزینه‌ها مشابه با m نقطه در فضای n بعدی هستند. بنابراین بهترین گزینه در این فضا نزدیکترین نقطه به پاسخ ایده‌آل و دورترین گزینه، بدترین پاسخ است. نویسندگان متعددی این روش را بررسی کرده‌اند [۱۵-۱۸].

مزایای روش TOPSIS

مهمترین مزایای این روش به صورت خلاصه عبارتند از [۱۸]:

۱- معیارهای کمی و کیفی در ارزیابی به صورت همزمان دخالت دارند.

۲- تعداد قابل توجهی معیار در نظر گرفته می‌شود.

۳- این روش به سادگی و با سرعت مناسب اعمال می‌گردد.

۴- عملکرد سیستم به صورت مطلوب و قابل قبول است.

۵- مطلوبیت شاخص‌های مورد نظر در حل مسأله، به طور یکنواخت افزایشی (یا کاهشی) می‌باشند (یعنی هر چه مقدار شاخص بیشتر شود، مطلوبیت بیشتر می‌شود و یا بالعکس)

۵- اطلاعات ورودی را می‌توان تغییر داد و نحوه پاسخ‌گویی سیستم را بر اساس این تغییرات بررسی کرد.

۶- روابط مورد استفاده برای نرمالایز کردن اطلاعات، محاسبهٔ فواصل، و روش تعیین اوزان شاخص‌ها به صورت اختیاری بوده و قابل تطبیق با نوع اطلاعات موجود در مسأله است.

۷- اولویت‌بندی در این روش با منطق شباهت به جواب ایده‌آل انجام می‌شود. بر این اساس که گزینه انتخابی کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از بدترین جواب داشته

---

۱. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

باشد.

۸- اگر بعضی از معیارها از نوع هزینه‌ای باشند و هدف کاهش آنها و برخی دیگر از نوع سود بوده و هدف افزایش آنها باشد، روش TOPSIS به آسانی جواب ایده‌آل را که ترکیبی از بهترین مقادیر قابل دست‌یابی همه‌ی معیارها می‌باشد می‌یابد.

۹- روش TOPSIS، فاصله از بهترین جواب و بدترین جواب را با در نظرگرفتن نزدیکی مبنی بر جواب بهینه، به طور همزمان در نظر می‌گیرد.

۱۰- خروجی می‌تواند اولویتها را به صورت کمی بیان کند که در واقع این کمیّات، وزن نهایی گزینه‌ها در اولویت‌بندی می‌باشند و از این اوزان می‌توان در حل مسائل برنامه‌ریزی خطی یا عدد صحیح به عنوان ضرایب تابع هدف استفاده کرد. اگر محدودیت‌هایی نیز برای مسأله وجود داشته باشند، با حل مسألهٔ برنامه‌ریزی خطی به این نحو می‌توان انتخاب را بین گزینه‌ها انجام داد.

انتخاب شاخه‌های صنعتی

با توجه به این‌که کدهای دو رقمی ISIC، ملاک عمل شناسایی شاخه‌های معدنی و صنعتی است و با در نظر گرفتن این‌که برخی از شاخه‌های صنعتی در استان خراسان رضوی، فعالیت چندانی نداشته و صنایع معدنی نیز در حوزه کاری این بررسی نبودند، از میان بیش از ۴۰۰۰ واحد صنعتی فعال در استان، برای تعیین و انتخاب واحدهای نمونه در هر یک از شاخه‌ها، به صورت زیر تصمیم‌گیری شد.

ابتدا تعداد، میزان سرمایه ثابت و تعداد کارکنان شاغل در هر یک از کدهای دو رقمی (ISIC) استخراج شد. سپس با در نظر گرفتن امتیاز ۱۰۰ برای بیشترین مقدار کمیت مورد بررسی و امتیاز صفر برای کمترین مقدار آن در هر شاخه صنعتی با در نظر گرفتن تعداد واحدهای فعال، میزان سرمایه و اشتغال، امتیازات مربوطه محاسبه گردید. با در نظر گرفتن ضریب اهمیت مساوی برای هر سه عامل فوق، جمع امتیازات به دست آمده در هر شاخه صنعتی برای اولویت‌بندی توسط گروه خبرگان به کار برده شد. به این ترتیب شش کد دو رقمی اول توسط گروه خبرگان به عنوان کدهای منتخب برای بررسی در این تحقیق مشخص گردید. این شش گروه صنعتی عبارتند از: تولید محصولات غذایی و آشامیدنیها (۱۵)، ساخت منسوجات (۱۷)، تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک (۲۵)، ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات (۲۹)، تولید وسایل نقلیه موتوری (۳۴)، تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی (۲۶).

جمع‌آوری داده‌ها

برای جمع‌آوری داده‌ها، از منابع مختلف استفاده می‌شود که به شرح زیر است:

الف) اطلاعات موجود در بانکهای اطلاعاتی سازمان صنایع و معادن خراسان رضوی

ب) اطلاعات موجود در مستندات و گزارشهای سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان رضوی

پ) نظرات کارشناسی و خبرگان صنایع مختلف

داده‌های موردنظر در بند (پ) فوق با استفاده از پرسش‌نامهٔ خبرگان شاخه‌های صنعتی منتخب جمع‌آوری و پردازش شده است. اطلاعات و نظرات کیفی خبرگان صنعت نیز با استفاده از پرسش‌نامه‌ای جمع‌آوری گردید که به این منظور طراحی شده بود.

همان‌گونه که پیشتر گفته شد در این تحقیق از یازده شاخص(X) استفاده شده است. شاخصهای X_1 تا X_6 شاخصهای کمی و شاخصهای X_7 تا X_{11} از شاخصهای کیفی هستند. مقادیر مربوط به شاخصهای X_1 تا X_6 از آمارهای کمی موجود در سالهای مختلف و مقادیر متوسط آنها به دست آمده است.(مقدار متوسط مقادیر کمی مربوط به سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ است). مقادیر مربوط به X_7 تا X_{11} بر اساس امتیازات کسب شده در رابطه با هر یک از عوامل کیفی به دست آمده از پرسش‌نامه‌های خبرگان صنعت مشخص شده‌اند.

در این بررسی از ۱۲۰ نفر خبرگان و متخصصان شاخه‌های صنعتی منتخب (برای هر شاخه صنعتی ۲۰ کارشناس) خواسته شد با توجه به مجموعه عوامل و شرایط موجود در ارتباط با هر یک از فناوریها امتیازی را برای عوامل X_7 تا X_{11} مشخص و در پرسش‌نامه‌ی ارزیابی فناوری درج نمایند. این پرسش‌نامه به گونه‌ای طراحی شده است که پاسخ دهنده در مقابل هریک از عوامل یکی از گزینه‌های خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴) و خیلی زیاد (۵) را مشخص می‌کند. امتیازی که به هر عامل داده می‌شود برابر با حاصل جمع تعداد پاسخها ضرب در امتیاز هر گزینه است. نتایج حاصل از این روش با توجه به این‌که عوامل کمی و کیفی هر دو در نظر گرفته شده‌اند، ضریب اطمینان بالاتری دارند و می‌توانند معیار تصمیم‌گیری باشند.

تحلیل آماری پرسش‌نامه‌ها

برای سنجش دقت معیارهای نظرخواهی شده، مقیاس لیکرت (Likert Scale) را مورد استفاده قرار می‌دهیم. به این ترتیب مشخصه‌هایی که میانگین آنها از دقت بالایی برخوردار هستند تعیین خواهند شد. این مشخصه‌ها برای گروه‌های برگزیده به ترتیب صعودی توان افتراقی (ترتیب نزولی دقیق بودن میانگین) مرتب شده‌اند. جمع توان افتراقی معیارها در گروه‌های مختلف نشان می‌دهد که تمرکز پاسخ به سوالات در این گروه‌ها به ترتیب زیر (از زیاد یعنی بیشترین تمرکز به کم یعنی بیشترین پراکندگی) است:

۱- کد ۲۹) ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات

۲- کد ۲۵) تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
۳- کد ۳۴) تولید وسایل نقلیه موتوری
۴- کد ۱۷) ساخت منسوجات
۵- کد۱۵) تولید محصولات غذایی وآشامیدنی‌ها
۵- کد ۲۶) تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی

الگوریتم روش TOPSIS

در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینهٔ A_i، از نقطه ایده‌آل، فاصله آن از نقطه‌ی ایده‌آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود، یعنی گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ممکن باشد و در عین حال دورترین فاصله از راه حل ایده‌آل منفی را نیز داشته باشد.

تعیین شاخص‌ها

تعیین معیارها و شاخصها با استفاده از مقادیر کمی به دست آمده از منابع اطلاعاتی و پرسش‌نامه‌هایی که توسط خبرگان به دست آمده‌اند انجام شده و نتایج در ماتریس تصمیم‌گیری زیر درج شده است:

جدول (۱) ماتریس تصمیم گیری برای شاخه‌های صنعتی منتخب

کد ISIC	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}
۱۵	۲۴۸/۵۰۰	۱۵۰۶۲۳/۰۰۰	۱۸۲۵۱/۶۷۰	۹۰۵۲۱۹/۸۳۰	۱۵۲/۳۳۰	۱۷۹۰۴۱/۱۳۸	۵۱/۷۵۰	۶۲/۵۰۰	۴۹/۵۷۱	۴۶/۵۰۰	۳۶/۸۳۳
۱۷	۵۱/۶۶۷	۸۵۶۳۵/۵۰۰	۹۰۸۹/۳۳۰	۲۳۹۰۳۰/۰۰۰	۶۱/۳۳۰	۵۵۶۳۶/۰۲۷	۴۹/۱۲۵	۴۵/۰۰۰	۲۴/۴۲۹	۳۱/۸۷۵	۲۳/۵۰۰
۲۵	۱۳۶/۶۶۷	۸۴۵۱۹/۸۳۰	۱۷۷۶/۵۰۰	۱۵۴۷۶۱/۳۳۰	۱۳۵/۳۳۰	۴۰۱۹۸/۸۳۲	۵۶/۵۰۰	۵۸/۷۵۰	۳۶/۴۲۹	۴۷/۶۲۵	۳۱/۰۰۰
۲۶	۱۳۸/۳۳۳	۱۴۵۹۵۸/۶۷۰	۸۶۳۸/۰۰۰	۴۹۶۸۳۳/۳۳۰	۸۰/۵۰۰	۱۰۸۵۸۵/۰۸۳	۵۳/۰۰۰	۶۴/۵۰۰	۴۷/۸۵۷	۵۷/۸۷۵	۴۴/۶۶۷
۲۹	۱۲۲/۳۳۳	۲۹۶۲۴/۳۳۰	۴۵۳۹/۱۷۰	۱۳۴۴۵۸/۶۷۰	۵۹/۸۳۰	۲۸۱۱۳/۶۶۷	۵۱/۳۷۵	۵۳/۵۰۰	۴۴/۰۰۰	۴۶/۳۷۵	۲۴/۸۳۳
۳۴	۵۷/۵۰۰	۴۵۹۱۲/۶۷۰	۳۶۳۹/۳۳۰	۲۳۷۹۸۷/۵۰۰	۲۹/۳۳۰	۴۷۹۲۸/۱۳۸	۵۴/۶۲۵	۶۶/۲۵۰	۵۰/۸۵۷	۵۰/۶۲۵	۳۰/۰۰۰

نرمالاکردن مقادیر

برای محاسبهٔ ماتریس تصمیم گیری نرمال شده روشهای زیادی وجود دارد[۱۸]. در این بررسی از رابطهٔ زیر استفاده شده است:

$$a_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^2} \quad ;\forall\ j \qquad\qquad n_{ij} = \frac{r_{ij}}{a_j} \quad ; \quad \forall\ i,j \qquad (۱)$$

(در این حالت m=۶) i = ۱ تا m

(در این حالت n=۱۱) j = ۱ تا n

که در آن r_{ij} و n_{ij} به ترتیب اعضای ماتریس قبل و بعد از نرمالیزه کردن است.

جدول (۲) ماتریس بی‌مقیاس شده

N_{ij}	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۹۳	۰/۷۲	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۸۶
	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۲۹	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۱۸
	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۲۱	۰/۶۴	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۴۴	۰/۴۷
	۰/۵۹	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۵۷	۰/۳۸	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۷۶	۰/۴۸
	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۱۵	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۴۲
	۰/۵۸	۰/۵۹	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۵۸	۰/۲۵	۰/۱۴	۰/۲۵	۰/۱۸	۰/۲۴	۰/۲۰

وزن‌دهی به معیارها

همان گونه که می‌دانیم، معیارهای مختلف دارای وزنهای مختلف هستند. برای این کار می‌توان از روشهای مختلف نظیر روش انتروپی، linmap و بردار ویژه استفاده کرد. در این بررسی از روش انتروپی استفاده کرده‌ایم که در آن تعیین وزن هر یک از معیارها و شاخص‌ها با بهره‌گیری از روابط زیر انجام می‌شود[۱۸]:

$$b_j = \sum_{i=1}^{m} r_{ij} \ ;\forall\ j \qquad P_{ij} = \frac{r_{ij}}{b_j} \ ; \forall i,j \qquad (۲)$$

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m}[P_{ij}.Ln\ P_{ij}] \ ; \forall\ j \qquad (۳)$$

در رابطهٔ فوق $k = \frac{1}{Lnm}$ که m تعداد معیارهاست. عدم قطعیت نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$d_j = 1 - E_j \ ; \forall j \qquad (۴)$$

سرانجام، وزن هر معیار با رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$e = \sum_{j=1}^{n} d_j \qquad W_j = \frac{d_j}{e} \ ; \forall j \qquad (۵)$$

که در آن n تعداد شاخصها یا معیارهاست. باید یادآوری شود که برای دقت بیشتر وزن دهی می‌توان از رابطه (۷) استفاده کرد:

$$f = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j W \qquad W_j^{'} = \frac{\lambda_j \times W_j}{e} \ ; \forall j \qquad (۶)$$

در این رابطه λj وزنی است که توسط متخصصان داده می‌شود. در این بررسی فرض کرده‌ایم که وزنی که توسط افراد متخصص داده می‌شود، مساوی است و در نتیجه W=W′ خواهد بود. نتایج حاصل با استفاده از این معادلات در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳) محاسبه مقادیر و کمیات روش انتروپی و وزن هر یک از عوامل

Ej	۰/۹۹۹۹	۰/۹۹۹۹	۰/۹۹۹۹	۰/۹۹۹۹	۰/۹۹۹۹	۰/۸۸۳۸	۰/۹۲۸۵	۰/۸۶۴۴	۰/۸۶۸۹	۰/۹۲۵۴	۰/۹۲۶۸
Dj	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۱۶۲	۰/۰۷۱۵	۰/۱۳۵۶	۰/۱۳۱۱	۰/۰۷۴۶	۰/۰۷۳۲
Wj	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۹۲۷	۰/۱۱۸۷	۰/۲۲۵۱	۰/۲۱۷۴	۰/۱۲۳۸	۰/۱۲۱۴

$$V = n.W_{n\times n}^{'} = \begin{bmatrix} v_{11},\ldots,v_{1j},\ldots,v_{1n} \\ \vdots \\ v_{m1},\ldots,v_{mj},\ldots,v_{mn} \end{bmatrix}$$

$$W_{n\times n}^{'} = \begin{bmatrix} W_1^{'} 0 \ldots\ldots\ldots\ldots 0 \\ 0\, W_2^{'} \ldots\ldots\ldots\ldots 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ 0 \ldots\ldots\ldots\ldots W_n^{'} \end{bmatrix}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

به این ترتیب وزن نسبی عوامل مختلف عبارت است از:

(۰/۱۲۱٤، ۰/۱۲۳۸، ۰/۲۱۷٤، ۰/۲۲۵۱، ۰/۱۱۸۷، ۰/۱۹۲۷، ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۲)

که به ترتیب از چپ به راست برای $X_{11}, X_{10}, X_9, X_8, X_7, X_6, X_5, X_4, X_3, X_2, X_1$ به کار برده می‌شود. با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری و بردار وزنها، می‌توانیم ماتریس موزون و نرمالیز شده را محاسبه کنیم:

جدول (۴) ماتریس موزون و نرمالیز شده

V_{ij}	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۸۰۰	۰/۰۸۵۰	۰/۲۱۴۷	۰/۱۹۳۹	۰/۰۹۶۷	۰/۱۰۴۷
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۵۹	۰/۰۳۴۲	۰/۰۵۶۷	۰/۰۹۶۶	۰/۰۵۵۰	۰/۰۲۱۸
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۰۴	۰/۰۷۵۵	۰/۰۳۶۷	۰/۰۱۸۹	۰/۰۵۴۳	۰/۰۵۷۶
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰۹۱	۰/۰۴۴۹	۰/۱۱۷۸	۰/۰۹۱۸	۰/۰۹۳۷	۰/۰۵۸۳
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۲۸۳	۰/۰۳۳۴	۰/۰۳۱۹	۰/۰۴۸۲	۰/۰۱۹۰	۰/۰۵۱۵
	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۸۲	۰/۰۱۶۴	۰/۰۵۶۴	۰/۰۳۸۷	۰/۰۲۹۵	۰/۰۲۴۲

شناسایی پاسخ‌های ایده‌آل مثبت و منفی

بر اساس روش TOPSIS، بهترین پاسخ (A^+) به عنوان گزینه‌ای انتخاب می‌شود که شامل بالاترین مقادیر معیارها باشد و به صورت زیر بیان می‌شود:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i V_{ij} \middle| j \in J \right), \left(\min_i V_{ij} \middle| j \in J' \right) \middle| i = 1, 2, \ldots m \right\}$$
$$= \left\{ V_1^+, V_2^+, \ldots, V_n^+ \right\}$$

بدترین پاسخ (A^-) شامل کوچکترین مقادیر است که به صورت زیر به دست می‌آید:

$$A^- = \left\{ \left(\min_i V_{ij} \middle| j \in J \right), \left(\max_i V_{ij} \middle| j \in J' \right) \middle| i = 1, 2, \ldots m \right\}$$
$$= \left\{ V_1^-, V_2^-, \ldots, V_n^- \right\}$$

$$J = \{j = 1,2,...,n | j \text{ is benefit}\}$$
$$J' = \{j = 1,2,...,n | j \text{ is worst solution}\}$$

مقادیر A^+ و A^- در جدول ۶ ارائه شده‌اند.

جدول (۶) بهترین و بدترین پاسخها

A^+	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۱۸۰۰	۰/۰۸۵۰	۰/۲۱۴۷	۰/۱۹۳۹	۰/۰۹۶۷	۰/۱۰۴۷
A^-	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴۰۴	۰/۰۳۴۲	۰/۰۳۶۷	۰/۰۱۸۹	۰/۰۵۴۳	۰/۰۲۱۸

محاسبهٔ اندازهٔ جدایی (فاصله)

محاسبه و تعیین فاصله را می‌توان با استفاده از روش فواصل اقلیدسی به دست می‌آورد که بیانگر فاصله از بهترین و بدترین پاسخ است. بهترین و بدترین پاسخها بر مبنای موقعیت آنها نسبت به منافع و هزینه‌ها به دست می‌آید. لذا روابط مربوطه عبارتند از:

$$d_i^+ = \{\sum (V_{ij} - V_J^+)^2\}^{0.5} \qquad i = 1,2,...,m \qquad (۷)$$

$$d_i^- = \{\sum (V_{ij} - V_J^-)^2\}^{0.5} \qquad i = 1,2,...,m \qquad (۸)$$

محاسبهٔ نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل

نزدیکی نسبی CL به پاسخ ایده‌آل به صورت زیر بیان می‌شود:

$$CL = \frac{d_i^+}{d_i^+ + S_i^-} \qquad (۹)$$

مقدار CL بین صفر و یک است. هر چه CL به یک نزدیکتر باشد، اولویت گزینه i ام بالاتر است. فاصله اقلیدسی تا بهترین و بدترین و میزان نزدیکی و نیز اولویت بندی گزینه‌های مختلف در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول (۷) فاصله اقلیدسی تا بهترین و بدترین پاسخها و میزان نزدیکی به آنها

کد شاخه صنعتی	cli^+	di^-	di^+
۱۵	۱/۰۰۰۰	۰/۳۰۵۰	۰/۰۰۰۰
۱۷	۰/۰۲۴۸۶	۰/۰۸۱۷	۰/۲۴۷۰
۲۵	۰/۱۵۷۱	۰/۰۵۴۶	۰/۲۹۳۱
۲۶	۰/۴۵۳۱	۰/۱۴۰۱	۰/۱۶۹۱
۲۹	۰/۱۵۸۴	۰/۰۵۶۲	۰/۲۹۸۶
۳۴	۰/۱۲۸۳	۰/۰۴۲۲	۰/۲۸۶۷

مقادیر نزدیکی نسبی نشان می‌دهد که بهترین سطح فناوری را شاخه صنعتی تولید مواد غذایی و آشامیدنی‌ها دارد و سایر شاخه‌های صنعتی به ترتیب در رتبه‌ها و سطوح بعدی قرار می‌گیرند.

اولویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶
کد شاخه صنعتی	۱۵	۲۶	۱۷	۲۹	۲۵	۳۴
نزدیکی نسبی	۱/۰۰۰۰	۰/۰۴۵۳۱	۰/۲۴۸۶	۰/۱۵۸۴	۰/۱۵۷۱	۰/۱۲۸۳

تعیین اولویت با روش موزون جمع‌پذیر سلسله مراتبی[۱]

برای اولویت بندی شاخه‌های صنعتی مورد بررسی، علاوه بر روش اصلی مورد نظر در این تحقیق، می‌توان از روشهای دیگر اولویت‌بندی نیز استفاده کرد. در این تحقیق از روشهای مختلف نظیر شاخص مزیت فناوری، شیب فناوری، تغییرات ICOR به این منظور استفاده شده است. اگرچه هدف اصلی در این نوشته بررسی استفاده از روش TOPSIS می‌باشد اما برای مقایسه نتایج در این‌جا روش دیگری موسوم به مجموع وزین و رده بندی شده نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱. Hierarchical Additive Weighting Method

روش موزون جمع‌بندی سلسله مراتبی

عوامل مؤثر در یک تصمیم‌گیری را می‌توان به صورت رده‌ای و در سطوح مختلف نشان داد به‌طوری که هر سطح شامل عوامل رده پایین‌تر متأثر از متغیرهای موجود در سطح بلافاصله ماقبل خود باشد. اگر سه سطح گزینه داشته باشیم در این صورت بردار ارجحیت برای پایین‌ترین سطح گزینه‌ها نسبت به کل سیستم تصمیم‌گیری عبارت است از:

بردار ارجحیت از پایین‌ترین سطح = $W = w^3.w^2.1$

نظریهٔ سلسله مراتبی از مجموعه‌های مرتب شده در سطوح مختلف منشأ می‌گیرد. به‌طوری که بالاترین رده متشکل از یک عنصر مجرد است و هر عنصر از یک سطح معین نیز مسلط بر برخی یا کلیه عناصر موجود در ردهٔ بلافاصله پایین‌تر از آن می‌باشد (۱۸).

در مسألهٔ مورد بررسی، ماتریس تصمیم گیری در جدول شماره (۱) ارائه شده است. چون در این ماتریس تمام عناصر مشخص است نیازی به مقایسه زوجی نیست. در عین حال سازگاری در این ماتریس کامل است و می‌توان برای محاسبهٔ اوزان گزینه‌ها به ازای هر شاخص از نرمالیزه کردن ارقام هر ستون استفاده کرد:

برای شاخصهای مثبت $C_j = \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}}$ برای شاخصهای منفی $C_j = \frac{1/r_{ij}}{\sum 1/r_{ij}}$

به این ترتیب ماتریس ارجحیت از سطح سوم عبارت است از:

$C_3 =$

کد ۱۵	۰/۱۷۸	۰/۱۶۴	۰/۳۹۰	۰/۲۹۴	۰/۴۱۷	۰/۳۹۷	۰/۲۷۸	۰/۳۲۹
کد ۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۵۵	۰/۱۲۱	۰/۱۱۸	۰/۱۱۰	۰/۱۹۸	۰/۱۵۸	۰/۰۶۸
کد ۲۵	۰/۱۶۸	۰/۱۷۹	۰/۰۸۷	۰/۲۶۱	۰/۰۷۱	۰/۰۳۹	۰/۱۵۶	۰/۱۸۱
کد ۲۶	۰/۱۸۴	۰/۱۶۸	۰/۲۳۶	۰/۱۵۵	۰/۲۲۹	۰/۱۸۸	۰/۲۶۹	۰/۱۸۳
کد ۲۹	۰/۱۵۳	۰/۱۶۲	۰/۰۶۱	۰/۱۱۵	۰/۰۶۲	۰/۰۹۹	۰/۰۵۵	۰/۱۶۲
کد ۳۴	۰/۱۸۹	۰/۱۷۳	۰/۱۰۴	۰/۰۵۷	۰/۱۱۰	۰/۰۷۹	۰/۰۸۵	۰/۰۷۶

همچنین برای بردار W^2 از سطح دوم (اوزان شاخص‌ها) که با استفاده از روش انتروپی محاسبه

شده است خواهیم داشت:

$$W^{۲} = \{۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۲، ۰/۰۰۰۱، ۰/۰۰۰۱، ۰/۱۹۲۷، ۰/۱۱۸۷، ۰/۲۲۵۱، ۰/۲۱۷۴، ۰/۱۲۳۸، ۰/۱۲۱۴\}$$

بنابراین بردار ارجحیت (اولویت بندی) در رابطه با گزینه‌ها از طریق رده‌بندی برای تصمیم‌گیری در رابطه با اولویت شاخه‌های صنعتی موردنظر عبارت است از:

اولویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶
درجه ارجحیت	۰/۳۶۵	۰/۲۱۲	۰/۱۳۳	۰/۱۱۴	۰/۰۸۹	۰/۰۸۷
گزینه	۱۵	۲۶	۱۷	۲۵	۳۴	۲۹

مشاهده می‌شود که با این روش نیز کدهای ۱۵، ۲۶ و۱۷ در اولویت اول تا سوم هستند ولی در اولویت‌های بعدی جابه‌جایی صورت گرفته است.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، ارزیابی سطح و اولویت‌بندی فناوریهای شش شاخه صنعتی براساس معیارهای کمی و کیفی با استفاده از روش رتبه‌بندی ترجیحی بر مبنای تشابه با پاسخ ایده‌آل (TOPSIS) مورد بررسی قرار گرفت.

معیارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل پنج شاخص کیفی و شش شاخص کمی است. اگر چه از شاخصها و معیارهای دیگر ارزیابی (کمی و یا کیفی) نیز همراه با این روش می‌توان استفاده کرد. در عین حال تعداد معیارهای ارزیابی در این روش عامل محدود کننده نیست. روش (TOPSIS) ساده بوده و پاسخ مورد نظر را به سرعت مشخص می‌کند، اطلاعات ورودی را می‌توان تغییر داد و نحوه پاسخ گوئی را بررسی کرد. این روش دارای این مزیت اساسی نیز هست که می‌توان وزن معیارهای مختلف را بر مبنای اطلاعات موجود و معیارهای کیفی که به صورت کمی بیان شده‌اند به دست آورد و وزن دهی به عوامل بر اساس نظرات افراد را تصحیح کرد.

نتایج حاصل در رابطه با شاخه‌های صنعتی مورد بررسی نشان می‌دهد که جهت‌گیری صنعتی استان با توجه به مزیت‌های نسبی و مسائل مرتبط با الزامات فناوری‌ها در عرصه تولید مواد غذایی و آشامیدنی‌ها صحیح است و این شاخه صنعتی همچنان اولویت اول در استان است اگرچه مسأله بازسازی و جایگزینی فناوری‌های نوین در این صنایع ضرورتی انکارناپذیر است. هدف سیاست-

های فناوری، بهبود قابلیتهای صنعت و در نهایت رشد اقتصادی است. ارزیابی سطح فناوری می‌تواند به شکل دهی، تسریع و تسهیل تغییر ساختاری در شاخه‌های صنعتی مختلف کمک کند.

منابع

ATLAS Bulletin (۱۹۸۷), **Technology Assessment and Development**, Issue ٤, October, ٤-٨.

Decker, M. and M. Ladikas (۲۰۰۴), **Bridges between Science, Society and Policy: Technology Assessment - Methods and Impacts**, New York, Springer.

Berloznik, R. and L.Langenhove (۱۹۹۸), **Integration of technology assessment in R&D management practices**, *Technol. Forecast. Soc. Change*, ٥٨ (١-٢), ٢٣-٣٣.

Rip, A. (۲۰۰۱), **Assessing the Impact of Innovation: New Developments in Technology Assessment**, *OECD Proceedings: Social Sciences and Innovation*, OECD: Paris, ١٩٧ –٢١٣.

Rip, A., T.J. Misa, and J. Schot (۱۹۹٥), **Managing Technology in Society: the Approach of Constructive Technology Assessment**, London, Pinter.

Schot, J. (۲۰۰۱), **Towards New Forms of Participatory Technology Development**, *Technology Analysis & Strategic Management*, ١٣ (١), ٣٩–٥٢.

Schot, J. and A. Rip (۱۹۹۷), **The past and future of constructive technology assessment**, *Technol. Forecast. Soc. Change*, ٥٤ (٢/٣), ٢٥١–٢٦٨.

Guston, H., M. Jones and L.M. Branscomb (۱۹۹۷), **Technology assessment in the U.S. state legislatures**, *Technol. Forecast. Soc. Change*, ٥٤ (٢ –٣), ٢٣٣ – ٢٥٠.

Coates, J. F. (۲۰۰۱), **A ۲۱st century agenda for technology assessment**, *Technol. Forecast. Soc. Change,* ٦٧, ٣٠٣ – ٣٠٨

Rip, A. (۲۰۰۱a), **Contributions from Social Studies of Science and Constructive Technology Assessment,** in: Stirling, A. (Ed.), On Science and Precaution in the Management of Technological Risk. Vol. II: Case Studies, Sevilla, Institute for Prospective Technology Studies, European Commission Joint Research Centre.

Rip, A. and J. Schot (۲۰۰۲), **Identifying loci for influencing the dynamics of technological development,** in: K.H. Sørenson, R. Williams (Eds), Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces, Tools. Edward Elgar: Cheltenham, ١٥٥–١٧٢.

Assefa,G., Eriksson, O. and B. Frostell (۲۰۰٥), **Technology assessment of thermal treatment technologies using ORWARE**, *Energy Conversion and Management*, ٤٦, ٧٩٧–٨١٩.

ارباب شیرانی، بهروز (۱۳۷۱)، **مدیریت انتقال تکنولوژی در معادن زغال سنگ**، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران؛ دانشگاه صنعتی شریف.

Hwang, C.L. and K.Yoon (۱۹۸۱), **Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications.** New York: Springer-Verlag.

Olson, D. L (۲۰۰٤), **Comparison of Weights in TOPSIS model**, *Mathematical and Computer Modeling journal*, ٤٠ (٧-٨), ٧٢١-٧٢٧.

Tong, L. and C. Su (۱۹۹۷), **Optimizing Multi-Response Problems in the Taguchi Method by Fuzzy Multiple Attribute Decision Making**, *Quality and Reliability Engineering International*, ١٣, ٢٥-٣٤.

Srdjevici, B., Y. D. P. Mediros, and A. S. Faria (۲۰۰٤), **An Objective Multi-Criteria Evaluation of Water Management Scenarios**, *Water Resources Management journal*, ۱۸, ۳٥_٥٤.

اصغر پور، محمد جواد (۱۳۷۷)، **تصمیم گیری‌های چند معیاره**، تهران؛ انتشارات دانشگاه تهران.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی