

مدل انتخاب فناوری تولید مناسب در صنعت پارافین

محمد علی شفیعا¹، عارف طیبیا^{2*}

1- استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران

2- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع-سیستم و بهره‌وری، سازمان مدیریت صنعتی

پذیرش: 83/7/14

دریافت: 82/9/15

چکیده

در این مقاله سعی شده با استفاده از تئوری تصمیم‌گیری چند شاخصه¹ مدل تصمیم‌گیری تاپ‌سیس²، فناوری تولید مناسب برای فرآورده‌ای معین انتخاب گردد. برای ارزیابی و تأیید صحت نتایج از مدل تصمیم‌گیری الکتز³ بهره گرفته شده است. مدل ارائه شده برای فناوری تولید مناسب در صنعت پارافین به‌کاررفته و نتایج آن با نظر کارشناسان خبره این صنعت مقایسه گردیده است.

کلید واژه‌ها: انتخاب فناوری مناسب، پارافین، تصمیم‌گیریهی چند معیاره، مدل تاپ‌سیس، مدل الکتز.

1- مقدمه

واحدهای تولید صنعتی برای دستیابی به اهداف اقتصادی و راهبردی خود، همواره نیازمند تحلیل از وضعیت و موقعیت فناورانه هستند. پس از این تحلیل، ممکن است برای ادامه حیات اقتصادی، به فناوری جدید و یا بهبود هر یک از اجزای آن نیاز باشد. هر تحول لزوماً به معنای مدرنیزه کردن و تحول کلیه اجزا نیست. همچنین ایجاد هر مورد جدید نیز لزوماً به معنای انتقال جدیدترین و پیشرفته‌ترین فناوریها نخواهد بود. اتخاذ تصمیم در باب هر یک از این موارد باید طی جریانی انجام گیرد که نتیجه آن، تصمیم‌گیری صحیح یا انتخاب مورد مناسب خواهد بود.

E-mail: areftayyeba@yahoo.com

* نویسنده مسئول مقاله:

1. multiple attribute decision making

2. TOPSIS

3. ELECTRE



فرایند انتقال فناوری دارای مراحل مختلفی است که به طور کلی می‌توان آن را به سه بخش زیر تقسیم کرد [1]:

- انتخاب و کسب فناوری؛

- انطباق، کاربرد و جذب فناوری.

- توسعه و انتشار فناوری؛

در هر یک از مراحل فوق در مقاطعی نیاز به تصمیم‌گیری است. مثلاً انتخاب پروژه انتقال فناوری، انتخاب فناوری، انتخاب انتقال گیرنده/گیرندگان فناوری، انتخاب انتقال‌دهنده/دهندگان و انتخاب روش انتقال فناوری. این مقاله، مدل انتخاب فناوری تولید مناسب را که حاصل یک پژوهش در سطح پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد است ارائه کرده، نتایج حاصل را در میدان مورد مطالعه در صنعت پارافین به‌کار گرفته است. برای انتخاب و اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس معیارهای مشخص، از تئوری تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده می‌شود [2].

2- مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

هنگامی که داده‌های یک مسأله بهینه‌سازی به شکل یک ماتریس آماری در اختیار باشد، انتخاب مناسب‌ترین گزینه از بین گزینه‌های موجود به کمک مدل‌های تصمیم‌گیری امکانپذیر است. شکل کلی ماتریس تصمیم در این نوع مدل‌ها به صورت زیر بیان می‌شود [2]:

شاخص \ گزینه	X_1	X_2	X_n
A_1	r_{11}	r_{12}	r_{1n}
A_2			...
M	M	M	
A_m	r_{m1}	r_{m2}	r_{mn}

شکل 1 ماتریس تصمیم‌گیری در مدل MADM

خروجی مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه یک گزینه A^* خواهد بود که ارجحترین ارزش یا مطلوبیت از هر مشخصه موجود را تأمین کند. به عبارت دیگر:

$$A^* = \{x_1^*, x_2^* \dots x_n^*\}$$

$$x_j^* = \max_i U_j(r_{ij}) ; i = 1, 2, \dots, m$$

به این نکته نیز باید توجه شود که دسترسی به A^* در اکثر موارد غیر ممکن است، اما انتخاب مناسبترین گزینه به طور نسبی در هر صورت امکانپذیر خواهد بود. در نتیجه خروجی مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه ترتیب و الویت گزینه‌های موجود در ماتریس تصمیم را - نسبت به یکدیگر- در دسترس قرار می‌دهد.

1-1-2- ارزیابی و بررسی مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه به دو دسته مدل‌های غیر جبرانی¹ و مدل‌های جبرانی² تقسیم می‌شوند.

1-1-2-1- مدل‌های غیر جبرانی

این مدل شامل روشهایی می‌شود که در آنها، مبادله بین شاخصها وجود ندارد؛ یعنی مثلاً نقطه ضعف موجود در یک شاخص، توسط مزیت موجود از شاخص دیگر جبران نمی‌شود. بنابراین، هر شاخص در این روشها، به تنهایی مطرح بوده، مقایسات براساس شاخصها صورت می‌گیرد. ویژگی این مدلها سادگی آنها است و با محدود بودن اطلاعات تطابق دارد [3].

1-1-2-2- مدل‌های جبرانی

این مدل، مشتمل بر روشهایی است که در آنها مبادله در بین شاخصها مجاز است؛ یعنی تغییری احتمالاً کوچک در یک شاخص می‌تواند توسط تغییری مخالف در شاخص یا شاخصهای دیگر جبران شود. این مدل به سه زیر گروه هماهنگ، سازشی و نمره‌گذاری تقسیم می‌گردد. از این دسته روشها بترتیب می‌توان روشهای الکترا، تاپسیس و مجموع ساده وزین را نام برد [4].

1. non – compensatory

2. compensatory



2-2- اندازه‌گیری یک شاخص کیفی به صورت کمی

یک گزینه A_m در یک مدل تصمیم‌گیری چند شاخصه می‌تواند توسط شاخص کمی مانند هزینه، ظرفیت و سرعت و غیره و شاخص کیفی، مانند راحتی، زیبایی، انعطاف‌پذیری و غیره توصیف شود.

در اندازه‌گیری یک مقیاس کیفی، ممکن است از مقیاسهای فاصله‌ای و رتبه‌ای استفاده شود. یک روش عمومی در اندازه‌گیری یک شاخص کیفی، استفاده از دو قطبی فاصله‌ای به شکل زیر است [5]:

1	3	5	7	9
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

این اندازه‌گیری برای شاخصهای مثبت، براساس یک مقیاس ده نقطه‌ای است؛ به طوری که عدد صفر مشخص کننده حداقل و عدد 10 مشخص کننده حداکثر ارزش ممکن از شاخص مورد نظر است. همچنین موقعیت وسط، نقطه شکست مقیاس بین مساعدها و نامساعدها است. برای شاخصهای منفی این اندازه‌گیری هر چه کمتر باشد، مطلوبتر خواهد بود. برای هماهنگی در محاسبات از مقیاس فاصله زیر استفاده می‌شود:

1	3	5	7	9
خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم

در استفاده از سیستم اندازه‌گیری فوق باید به نکات زیر توجه داشت:

1. در این‌گونه مقیاس فرض بر این است که امتیاز 9 سه برابر مناسبتر از 3 است.
2. فرض بر این است که، اختلاف بین زیاد و کم با اختلاف بین خیلی کم و متوسط به یک اندازه می‌باشد.
3. ترکیب ارزشها برای شاخصهای مختلف مجاز است؛ زیرا اختلاف بین دو ارزش مخصوص مثلاً زیاد و کم برای هر شاخص مفروض یکسان است. همین‌طور باید این نکته مورد توجه قرار گیرد که تناظر دادن واژه‌های فوق به مقیاسهای داده شده اختیاری می‌باشد و می‌توان از واژه‌هایی دیگری همچون بد، ضعیف، عالی و غیره نیز استفاده کرد. مقیاس مورد نظر از نظر سازگاری، یکپارچگی و ثبات¹ قابل بررسی است.

1- consistency

نکته دیگری که در اندازه‌گیری شاخصها به صورت کیفی و کمی باید مدنظر قرار گیرد، آن است که چون واحدهای سنجش در هر شاخص متفاوت است، لذا در کلیه روشها، مقادیر اندازه‌گیری شده، براساس روشهای یکسان‌سازی بی‌مقیاس گشته، قابل انجام عملیات ریاضی با یکدیگر می‌شوند.

2-3- ارزیابی اوزان برای شاخصها در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

محمد جواد اصغرپور معتقد است در مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، نیاز به دانستن اهمیت نسبی شاخصهای تصمیم‌گیری است؛ به طوری که مجموع آنها برابر واحد شده، درجه اهمیت هر شاخص را نسبت به شاخصهای دیگر نشان دهد. معمولاً برای پیدا کردن اوزان از چهار روش آنتروپی¹، لین‌مپ² و کمترین مجذورات وزین شده و نیز روش بردار ویژه استفاده می‌شود. روشهای آنتروپی و لین‌مپ نیاز به ماتریس تصمیم‌گیری دارند، در حالی که روش کمترین مجذورات وزین شده و روش بردار ویژه به ماتریس تصمیم‌گیری موجود از قبل نیازمند نیستند [5].

3- انتخاب روش

روشهای متعددی برای حل مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه وجود دارد. از آنجا که در حل مسأله انتخاب فناوری مناسب برای صنعتی خاص، تغییر در یک شاخص می‌تواند باعث تغییر در شاخص تصمیم‌گیری دیگر شود، لذا مدل‌های جبرانی از زیر گروه مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه که بر هم‌کنش بین تغییرات شاخصهای تصمیم را در نظر می‌گیرد، استفاده می‌شود. در تحلیل نهایی باید گفت چون نرخ تبادل جانشینی بین معیارهای انتخاب شده واحد نیست، بنابراین از بین مدل‌های جبرانی مطرح شده، زیر گروه نمره‌گذاری مدل مناسب برای حل مسأله نیست و این مدل باید از بین دو زیر گروه سازش و هماهنگ انتخاب شود که به دلایل زیر برای حل مسأله از روش تاپ‌سیس از زیر گروه سازش استفاده شده است [6]:

1. معیارهای کیفی و کمی را توأم در مبحث بهینه‌سازی دخالت می‌دهد.
2. خروجی مسأله می‌تواند ترتیب اولویت گزینه‌ها را مشخص کرده، این اولویت را به صورت کمی بیان کند. به عبارت دیگر، تصمیم‌گیرنده با بررسی نمره مربوط به هر یک از

1. entropy method

2. linear programming for multidimensional analysis of preference (Linmap)



گزینه‌ها می‌تواند درک واضحی از میزان تفاوت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر داشته باشد.

3. تضاد و تطابق بین شاخصها را در نظر می‌گیرد.
4. روشی ساده بوده، سرعت آن مناسب است.
5. ضرایب وزنی اولیه تصمیم‌گیری را پذیرا است.
6. نتایج حاصل از این مدل کاملاً منطبق با روشهای تجربی است.

در این زیر گروه، گزینه‌ای ارجح خواهد بود که نزدیکترین مورد به راه حل ایدئال باشد. در روش تاپ‌سیس علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطه ایدئال آن از نقطه ایدئال منفی هم در نظر گرفته می‌شود؛ بدین معنا که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایدئال بوده، دارای دورترین فاصله از ایدئال منفی باشد [5].

ضرایب وزنی مناسب در حل مسأله فوق باید طوری انتخاب شود که علاوه بر در نظر گرفتن نظر تصمیم‌گیرنده، وابستگی و برهم‌کنش آماری بین معیارها را نیز دربرگیرد. بدین علت روش آنتروپی که خروجی آن ضرایب وزنی تعدیل شده را به‌دست می‌دهد برای محاسبه ضرایب وزنی ماتریس تصمیم مناسب است [5].

4- بررسی موردی، انتخاب فناوری تولید مناسب در صنعت پارافین

قبل از به‌کارگیری مدل تصمیم‌گیری در انتخاب فناوری تولید مناسب در صنعت پارافین، بهتر است آشنایی کوتاهی با این صنعت ایجاد گردد. پارافین به دو گونه مایع و جامد مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. پارافین مایع از برشهای سبک روغن پایه، و نوع جامد از برشهای واکسی موسوم به اسلاک واکس¹ استحصال می‌شود که منابع تأمین آنها در ایران، پالایشگاههای تهران و اصفهان است.

پارافین در صنایع مختلفی چون امولسیون واکسهای نفتی، کاغذ، تولید جوهر، شمع‌سازی، جلاکاری، نساجی و چرم‌سازی، چسب‌سازی، لاستیک، کبریت‌سازی و در صنایع آرایشی و بهداشتی برای تولید انواع کرمها، روژ لب و دیگر محصولات آرایشی کاربرد دارد [7].

4-1- شناسایی فناوریهای مختلف پارافین

از مهمترین تغییرات اقتصاد جهانی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [8]:

1. تغییر و انتشار سریع فناوری،
2. افزایش پیچیدگی فناوری،

1. slack wax

3. ظهور فناوریهای خدماتی جدید مبتنی بر کامپیوتر،

4. جهانی شدن رقابت و بازار.

با توجه به موارد فوق‌الذکر نیاز به فناوری جدید در صنعت پارافین برای بهبود توان رقابتی، افزایش بهره‌وری بنگاه و همچنین رقابت در عرصه جهانی الزامی است. با توجه به اینکه فرایند تولید پارافین به چند دهه قبل می‌رسد و روشهای موجود نیز به گونه‌های سنتی معروفند که دارای راندمان تولید پایین هستند، نیاز به تحولات عمده در زمینه فرایند تولید احساس می‌گردد. انتخاب فناوری مناسب به تصمیم‌گیری مناسب وابسته است و در این ارتباط نیز مزایا و معایب باید بتواند حسب عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری مورد ارزیابی قرار گیرند. در اینجا به شناسایی فناوریهای مختلف تولید پارافین برای برآورده ساختن نیاز این صنعت پرداخته می‌شود. این سه گزینه عبارتند از [9]:

A₁ بهبود فناوری تصفیه شیمیایی¹ (تصفیه با اسیدسولفوریک یا الئوم) که در حال حاضر در ایران متداول است.

A₂ بهره‌گیری از فناوری تولید استخراج با حلال.

A₃ بهره‌گیری از فناوری تولید کراکینگ کاتالیزوری به همراه هیدروفینیشینگ².

2-4- تعیین شاخصهای تصمیم‌گیری

بنگاههای اقتصادی با توجه به اهداف راهبردی و عملیاتی خود از یک سو، و محدودیتهای پیش روی بنگاه از سوی دیگر، ناگزیر به انتخاب برخی از فناوریهای فهرست شده در مرحله شناسایی آنها هستند. فناوریهای منتخب، الویتهای سرمایه‌گذاری سازمان را در توسعه مشخص می‌سازند.

هر انتخابی از بین راه‌حل‌های مختلف که به‌صورت پروژه‌های تعریف شده است بر چهار پایه اصلی اتکا دارد که یکی از پایه‌ها، اهداف و ارزشهای بنگاه یا فرد تصمیم‌گیرنده است. هر پروژه تغییر یا ایجاد فناوری باید در قالب اهداف بنگاه انجام گیرد تا بتوان با مقایسه هدف منابع و منافع حاصله، انتخاب برتر را مشخص کرد.

به‌طور کلی، اهداف را می‌توان در چهار بعد فنی، اقتصادی و مالی، توسعه طلبی و رقابت از دیدگاه راهبردی و انسانی و اجتماعی تقسیم کرد. برای اینکه بتوان اثر هر انتخاب را بر اهداف مشخص کرد باید معیارها و شاخصهایی برای اهداف و همچنین عوامل مؤثر بر انتخاب تعریف کرد. حال با توجه به اهداف و راهبرد کلان صنعت پارافین به تعیین معیارها و

1. chemical treating

2. hydrofinishing



شاخصها و همچنین عوامل مؤثر بر انتخاب می‌پردازیم.

چون تصمیم‌گیری در سطح بنگاه تعریف شده، چهار بند اصلی زیر را می‌توان به منظور بهینه‌کردن نتایج حاصل از تصمیم، به‌عنوان هدف تصمیم‌گیری در نظر گرفت [10]:

1. عوامل فنی محصول و فرایند،

2. عوامل اقتصادی و مالی،

3. عوامل راهبردی،

4. عوامل انسانی و زیست محیطی.

با توجه به اهداف و راهبرد کلان صنعت پارافین، می‌توان عوامل مؤثر بر این ابعاد را در شکل 2 به عوامل جزئی‌تر تقسیم کرد. با شناسایی این عوامل می‌توان آثار انتخاب هر گزینه را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده، تحت مدلی به اتخاذ تصمیم پرداخت.



شکل 2 عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری انتخاب

4-3- کاربرد مدل برای انتخاب فناوری تولید مناسب در صنعت پارافین

در قسمت قبل، فناوریهای مختلف تولید پارافین و عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری معرفی گردید.

هریک از عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و هیچ‌یک از عوامل نمی‌تواند عامل دیگری را جبران کند. پس ابتدا برای هر یک از چهار عامل فنی محصول و فرایند، اقتصادی و مالی، راهبردی و زیست‌محیطی و انسانی، ماتریس تصمیم‌گیری جداگانه تنظیم می‌گردد و سپس با استفاده از مدل تاپ‌سیس برای هر یک مدل حل می‌شود. نهایتاً با نظریه کارشناسی یکی از گزینه‌ها انتخاب می‌گردد. برای تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری معیارها و شاخصها، نظر هفت نفر از کارشناسان و خبرگان صنعت¹ به وسیله پرسشنامه جمع‌آوری گردید که نتایج آن در شکل 3 مشخص شده است [6].

	در دسترس بودن دانش مهندسی	امکانات برای بهره‌برداری	توان تحقیقات جهت ارتقا	نیروی انسانی متخصص	زمان راه‌اندازی (به سال)	تطابق با فناوری داخلی	چرخه عمر فناوری
A1	خیلی زیاد	زیاد	کم	خیلی کم	0/2	زیاد	کم
A2	متوسط	زیاد	کم	متوسط	0/3	زیاد	زیاد
A3	خیلی کم	متوسط	خیلی کم	زیاد	0/3	متوسط	خیلی زیاد

ماتریس تصمیم‌گیری برای عوامل فنی محصول و فرایند

	ارزش افزوده	وابستگی ارزی در طول بهره‌برداری (میلیارد ریال)	حجم سرمایه‌گذاری به‌منظور دستیابی به فناوری (میلیارد ریال)	حجم بازار
A1	کم	1	0/1	125
A2	زیاد	28680	120	50
A3	خیلی زیاد	47700	400	50

ماتریس تصمیم‌گیری برای عوامل اقتصادی و مالی

شکل 3 ماتریس تصمیم‌گیری هر یک از عوامل مؤثر بر انتخاب فناوری

1. صاحب‌نظران خبره که دارای تحصیلات دانشگاهی، سابقه و تجربه در این صنعت هستند و در شرایط جاری کشور، شاید به تعداد انگشتان دست نرسند.

	عامل بازار	پیچیدگی فرایند	عوامل خارجی
A1	125	خیلی کم	خیلی کم
A2	50	متوسط	زیاد
A3	50	زیاد	زیاد

ماتریس تصمیم‌گیری برای عوامل راهبردی

	آلوده سازی محیط زیست	وضعیت تطابق فناوری با شرایط کارکنان
A1	کم	کم
A2	زیاد	زیاد
A3	زیاد	متوسط

ماتریس تصمیم برای عوامل زیست‌محیطی

ادامه شکل 3

همان‌طور که اشاره شد، با استفاده از روش دو قطبی فاصله‌ای می‌توان شاخصهای کیفی را به صورت کمی درآورد که پس از این امر، ماتریس تصمیم‌گیری ذیل به دست می‌آید:

	X_1^+	X_2^+	X_3^-	X_4^-	X_5^+	X_6^+	X_7^+
A ₁	3	7	0/2	9	3	7	9
A ₂	7	7	0/3	5	3	7	5
A ₃	9	5	0/3	3	1	5	1

	X_1^+	X_2^-	X_3^-	X_4^+
A ₁	125	0/1	1	3
A ₂	50	120	28680	7
A ₃	50	400	47700	9

شکل 4 ماتریس تصمیم‌گیری با شاخصهای کمی

$$D_3 = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} X_1^+ & X_2^- & X_3^- \\ 125 & 9 & 9 \\ 50 & 5 & 3 \\ 50 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$$D_4 = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} X_1^- & X_2^+ \\ 7 & 3 \\ 3 & 7 \\ 3 & 5 \end{bmatrix}$$

ادامه شکل 4

پس از حل مدل تاپسیس به وسیله نرم افزار «ماتماتیکا»¹ نتیجه زیر حاصل می‌گردد:

همان‌طوری که در شکل 5 آمده، گزینه A_1 در عاملهای فنی و اقتصادی رتبه اول و در عاملهای راهبردی و زیست‌محیطی رتبه سوم را دارد. گزینه A_2 در عامل زیست‌محیطی اول و در عاملهای اقتصادی، راهبردی و فنی رتبه دوم را کسب کرده است. گزینه A_3 در عوامل راهبردی رتبه اول و در عامل زیست‌محیطی رتبه دوم و در عاملهای فنی و اقتصادی رتبه سوم را به دست آورده است. با توجه به اینکه در پروژه‌های صنعتی، اگر طرح پروژه توجیه اقتصادی و مالی نداشته باشد آن طرح قابل اجرا نیست و لذا عاملهای اقتصادی و مالی و سپس فنی در اغلب پروژه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، می‌توان گزینه A_1 را به‌عنوان گزینه مناسب انتخاب کرد. بنابراین گزینه‌ها به ترتیب ارجحیت عبارتند از:

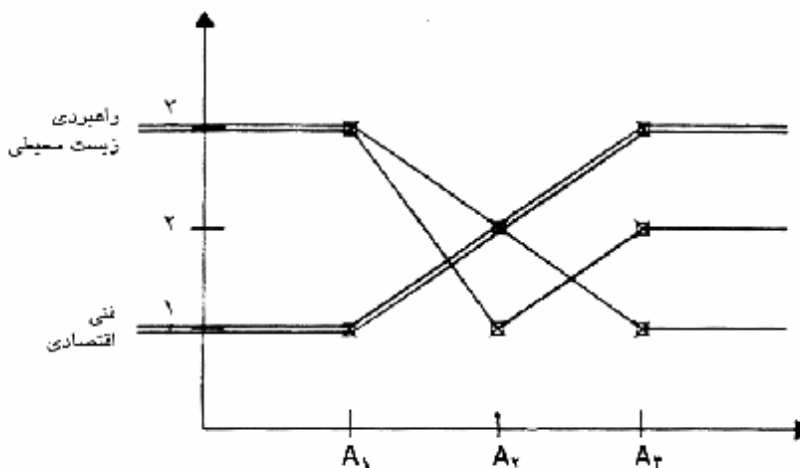
(A_1) بهبود فناوری تصفیه شیمیایی،

(A_2) فناوری تولید استخراج با حلال،

(A_3) فناوری تولید کراکینگ کاتالیزوری به همراه هیدروفینیشینگ.

بدین ترتیب با استفاده از این مدل، اولویت انتخاب فناوری مناسب برای صنعت پارافین مشخص می‌گردد. برای ارزیابی مدل و صحت نتایج به دست آمده، داده‌های ورودی این مدل توسط مدل تصمیم‌گیری الکترونیک نیز پردازش و نتایج مقایسه شده است.

1. Mathematica



شکل 5 نمودار انتخاب فناوری تولید

4-4- صحت نتایج با استفاده از مدل تصمیم‌گیری الکترونیک

این روش متعلق به زیر گروه هماهنگ از مدل‌های جبرانی چند شاخصه است که خروجی آن به صورت یک مجموعه از رتبه‌ها بوده، گزینه‌های کم جاذبه در آن حذف می‌شوند در نتیجه، این روش هم مناسب برای حل مسأله مورد نظر است [11].

$$D_5 = \begin{matrix} & X_1^+ & X_2^+ & X_3^- & X_4^- & X_5^+ & X_6^+ & X_7^+ & X_8^+ & X_9^- & X_{10}^- & X_{11}^+ & X_{12}^+ & X_{13}^- & X_{14}^- & X_{15}^- & X_{16}^+ \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 3 & 7 & 0/2 & 9 & 3 & 7 & 9 & 125 & 0/1 & 1 & 3 & 125 & 9 & 9 & 7 & 3 \\ 7 & 7 & 0/3 & 5 & 3 & 7 & 5 & 50 & 120 & 28680 & 7 & 50 & 5 & 3 & 3 & 7 \\ 9 & 5 & 0/3 & 3 & 1 & 5 & 1 & 50 & 400 & 47700 & 9 & 50 & 3 & 3 & 3 & 5 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

شکل 6 ماتریس تصمیم‌گیری با شاخصهای کمی به وسیله مدل الکترونیک

پس از حل مدل الکترونیک به وسیله نرم‌افزار «ماتماتیکا» گزینه‌ها به ترتیب ارجحیت عبارتند از:

(A₁) بهبود فناوری تصفیه شیمیایی،

(A₂) فناوری تولید استخراج با حلال،

(A₃) فناوری تولید کراکینگ کاتالیزوری به همراه هیدروفرینیشینگ. مشاهده می‌شود که نتیجه به دست آمده از این روش با نتیجه به دست آمده از روش تاپسیس کاملاً منطبق است. بنابراین صحت نتایج به دست آمده تأیید می‌شود.

5- نتیجه‌گیری

با بررسیهای انجام شده در مورد ماهیت فناوریهای مختلف تولید پارافین به نظر می‌رسد که نتایج به دست آمده از مدل تاپسیس، علاوه بر انطباق با نتایج به دست آمده از مدل الکتر، با نظر صاحب‌نظران خبره این صنعت که از طریق مصاحبه با اکثر آنان جمع‌آوری شده نیز همخوانی دارد. به عنوان نمونه با توجه به اهمیت عامل اقتصادی و مالی در هر پروژه، گزینه منتخب A₁ که «بهبود فناوری تصفیه شیمیایی» است، وابستگی ارزی در طول بهره‌برداری نداشته، حجم سرمایه‌گذاری برای دستیابی به فناوری بسیار کم نسبت به فناوریهای دیگر دارد. حجم بازار نسبت به ظرفیت اقتصادی آن نسبت بالاتری به دیگر گزینه‌ها است. در نتیجه این گزینه، بالاترین الویت را داشته که از مدل نیز همین نتیجه به دست آمده است.

6- منابع

- [1] یوسف‌پور، ق.، انتقال تکنولوژی در جهان سوم و ایران، نشر تندیس، 1376.
- [2] اصغرپور، م. ج.، تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازیها با نگرش تحقیق در عملیات، انتشارات دانشگاه تهران، 1382.
- [3] Hwang L., & Yoon K.P., *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Thousand oaks, CA: sage, 1995.
- [4] آذر، ع.، رجب‌زاده، ع.، «تصمیم‌گیری کاربردی رویکرد MADM»، نگاه دانش، 1381.
- [5] اصغرپور، م. ج.، تصمیم‌گیریهای چند معیاره، انتشارات دانشگاه تهران، 1377.
- [6] طیبیا، ع.، شناسایی عوامل مؤثر در انتخاب فناوری تولید مناسب، جهت انتقال آن، (در صنعت پارافین). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد با هدایت محمد علی شفیعا، سازمان مدیریت صنعتی، 1382.
- [7] چکیده طرحهای صنعتی، تدوین وزارت صنایع و معادن، سازمان صنایع کوچک، ناشر شرکت کارآفرینان بصیر، 1379.

- [8] خلیل، ط، «مدیریت تکنولوژی: رمز موفقیت در رقابت و خلق ثروت، ترجمه کامران باقری، پیام تهران، 1381.
- [9] ابوالحمد، گ، «مبانی پالایش نفت، دانشگاه تهران، 1375.
- [10] Noori, H., Meeting The Technology Challenge, Ministry of Energy And The Institute For Research In Planning And Development , Tehran , 1991.
- [11] Saaty T.L., *Decision Making for Leaders*, RWS Publication , 1990.