مدل انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی (مطالعه موردی صنعت میکرو الکترونیک)

مدیریت فردا
فصلنامه
اطلاع رسانی ، آموزشی و پژوهشی
پاییز و زمستان ۸۵

نویسنده:
دکتر علیرضا علی احمدی
دانشیار دانشگاه علم وصنعت ایران
مهندس علیرضا توکلی
کارشناس ارشد مهندسی صنایع (سیستمهای اقتصادی – اجتماعی)

چکیده
فرآیند انتقال تکنولوژی یکی از فرآیندهای پیچیده و دشوار است که دارای مراحل گوناگون و پیوسته ای است که آن را می توان به سه بخش عمده تقسیم کرد:
الف- انتخاب و کسب تکنولوژی ب- انطباق، کاربرد و جذب تکنولوژی ج- توسعه و انتشار تکنولوژی.هر یک از مراحل فوق در مقاطعی نیازمند تصمیم گیری است.در این مقاله، ضمن بررسی روشهای موجود انتقال تکنولوژی، مدلهای انتخاب و اولویت بندی این روشها ارائه شده است. اولویت بندی این روشها با استفاده از تئوری تصمیم گیری چند شاخصه ای (MADM)، مدل تصمیم گیری TOPSIS و با معیارهای حداقل هزینه، حداکثر جذب تکنولوژی، حداقل زمان انتقال، حداکثر دسترسی به بازار و حداکثر همراهی با تحولات تکنولوژی انجام شده و برای ارزیابی آن تائید صحت نتایج از مدل تصمیم گیری Electre استفاده شده است. در نهایت و در مورد بررسی موردی، مدل ارائه شده برای انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی در صنعت میکروالکترونیک به عنوان مطالعه موردی به کار رفته است..

کلید واژه.
انتقال تکنولوژی، مدلهای اولویت بندی، تصمیم گیری با شاخصهای چندگانه

مقدمه

انتقال تکنولوژی فرآیند پیچیده و دشواری است و بدون مطالعه و بررسی لازم نه تنها مفید نخواهد بود بلکه ممکن است علاوه بر هدر رفتن سرمایه و زمان، به تضعیف تکنولوژی ملی هم بیانجامد.

قبل از اینکه فرآیندانتقال تکنولوژی را توضیح دهیم ذکر این نکته ضروری است که درفرآیند انتقال تکنولوژی، تهیه ماشین آلات و ایجاد تاسیسات مورد نیاز آنها اگر چه شامل بخش اعظم سرمایه گذاری می شود (بالاخص در صنایع متعارف با مقیاس بزرگ) اما به دلیل ملموس بودن و در جریان انتقال به صورت سهل تری انجام می شود.در حالیکه اجزاء نرم افزاری تکنولوژی شامل نیروی انسانی متخصص، روش فنی تولید و بالاخره سازمان تکنولوژی، مفاهیم غیر ملموس هستند که شاید هرگز نتوان از تحقق کامل آنها مطمئن شد. متاسفانه تجربه نشان داده است که به دلیل عدم توجه متقاضیان تکنولوژی نهفته در جریان انتقال

جنبه های نرم افزاری، تکنولوژی به درستی بـه طـرف گیرنـده منتقل نمی گردد و گیرنده نه تنها در توسعه تکنولوژی فوق کـه حتی اغلب در بهره برداری مناسب از تکنولوژی خریداری شـده نیز با مشکل روبرو می شود {۲}

فرآیند انتقال تکنولوژی دارای مراحـل گونـاگون و پیوسـته ای است که آنها را می توان به سه بخش تقسیم کرد:[۳]

انتخاب و کسب تکنولوژی

انطباق، کاربرد و جذب تکنولوژی

توسعه و انتشار تکنولوژی

طی هر یک از مراحل فوق در مقاطعی نیازمنـد تصـمیم گیـری است. به عنوان مثال انتخاب پروژه انتقـال تکنولـوژی، انتخـاب تکنولوژی، انتخـاب دهنـده / دهنـدگان و گیرنـده/ گیرنـدگان تکنولوژی و انتخاب روش انتقـال تکنولـوژی. در واقـع پـس از انتخاب تکنولوژی مـورد نظـر، شـناخت صـاحبان تکنولـوژی، روشهای انتقال و شرکتهای همکـار، انتخـاب و اولویـت بنـدی روشهای ممکن مناسب انتقال تکنولوژی انجام مـی شـود تـا در مذاکره با دارندگان تکنولوژی تا در مذاکره با دارندگان تکنولوژی بر روش مناسب پافشاری شود.[۴]

این مقاله مدل انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی را که حاصل یک تحقیق در سطح کارشناسی ارشد اسـت ارائـه کرده و نتایج عملی آن را انتخاب و اولویـت بنـدی روش انتقـال تکنولوژی میکروالکترونیک بیان کـرده اسـت. بـرای انتخـاب و اولویت بندی گزینه ها بر اساس معیارهـای مشـخص، از تئـوری تصمیمگیری، مدلهای تصمیم گیـری چندشاخصـه (MADM) استفاده می شود که در ذیل درباره نحـوه اسـتفاده از مـدلهای توضیحات لازم بیان می شود.

۱. مراحل استفاده از مدلهای تصمیم گیری چندشاخصـه (MADM) [۵]

مدلهای MADM به منظور انتخاب مناسبترین گزینه از بین m گزینه موجود با استفاده از شاخصها و معیارهای تعیین شده بکار می روند. برای طراحی و بکار گیری این مدلها مدل قدمهای ذیل باید طی شود:

۱. ۱. مرحلـه اول: مشـخص کـردن گزینـه هـا (روشـها، راه حلهاو...) و معیارها (شاخصهای کیفی و کمی).

۱. ۲. مرحله دوم: تشکیل ماتریس تصـمیم گیـری بـا کمـک کارشناسان و مدیران ذیربط.(شکل ۱)

شاخص / گزینه	X_1	X_2		X_n
A_1	r_{11}	r_{12}	.....	r_{1n}
A_2	r_{21}	r_{22}	.....	r_{2n}
⋮	⋮	⋮		⋮
A_m	r_{m1}	r_{m2}	.....	r_{mn}

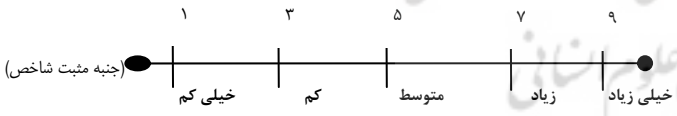
شکل ۱ ماتریس تصمیم گیری در مدل MADM

بطوریکه A_1 نشان دهنده گزینهٔ i ام،X_j نشان دهنده شاخص j ام و r_{ij} نشان دهنده ارزش شاخص j ام بـرای گزینـه I ام مـی باشد.

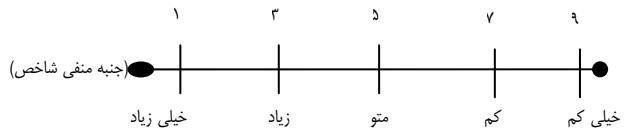
اغلب شاخصها در مدلهای MADM از مقیاسهای مختلف بوده و غالباً در تعارض با یکدیگر قراردارند، بنابراین گزینه ای که بتواند از هر شاخص بالاترین ایده آل را تامین کند در اغلب مواقع غیـر ممکن است.

۱. ۳. مرحله سوم: تبدیل شاخصهای کیفی و کمی

در اندازه گیری شاخصهای کیفی می توان از مقیاسهای فاصـله ای رتبه ای استفاده نمود. یک روش عمومی در اندازه گیری یک شاخص کیفی با مقیاس فاصله ای استفاده از مقیـاس دو قطبـی فاصله ای به شکل زیر است:



البته این اندازه گیری برای شاخصها با جنبه مثبت است به ایـن معنی که هرچه بیشـتر باشـد مطلـوبتر اسـت (ماننـد جـذب تکنولوژی برای شاخصهای با جنبه منفی (مانند هزینه که هر چه کمتر باشد)



۱. ۴. مرحله چهارم: بی مقیاس کردن

مقیاس اندازه گیری شاخصهای کمی می تواند با یکدیگر متفاوت باشد (مانند هزینه به دلار در مقابل زمان به سال) و به این دلیل انجام عملیات اصلی ریاضی قبل از بی مقیاس کردن یا یکسان سازی مقیاسها مجاز نیست. روشهای مختلف بی مقیاس کردن به شرح ذیل است:

الف- بی مقیاس کردن خطی: دراین روش برای شاخصهای با جنبه مثبت هر ارزش r_{ij} را به حداکثر موجود از ستون j ام تقسیم می کنیم:

$$r_j^* = \max_i r_{ij} \qquad n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_j^*}$$

و برای شاخصه هایی با جنبه منفی، با معکوس کردن نتیجه، نه آن را به جنبه مثبت تبدیل می کنیم:

$$n_{ij} = \frac{\frac{1}{r_{ij}}}{\max_i\left(\frac{1}{r_{ij}}\right)} = \frac{\min_i r_{ij}}{r_{ij}} = \frac{r_i^{\min}}{r_{ij}}$$

در این حالت n_{ij} خطی بوده و کلیه نتایج به یک نسبت خطی تبدیل می شوند. در نتیجه ترتیب نسبی از نتایج موجود، یکسان باقی می مانند.

ب- بی مقیاس کردن اقلیدسی: در این روش برای هر ارزش r_{ij} داریم:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^2}}$$

به علت تبدیل غیرخطی، این روش منجر به مقیاسهای اندازه گیری با طول مساوی نشده، ترتیب نسبی نتایج به خصوص برای مقادیر مینیمم و ماکزیمم در این روش یکسان باقی نمی ماند و نتیجتاً مقایسه مستقیم شاخصها با یکدیگر هنوز خالی از اشکال نیست. این روش در بعضی روشهای وزن دهی و مدل دهی و مدلهای تصمیم گیری به کار می رود.

ج- بی مقیاس کردن فازی: در این روش برای شاخصی با جنبه مثبت داریم:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij} - r_j^{\min}}{r_j^* - r_j^{\min}}$$

و برای شاخص با جنبه منفی به صورت ذیل است:

$$n_{ij} = \frac{r_j^* - r_{ij}}{r_j^* - r_j^{\min}}$$

مقیاس اندازه گیری در این روش بین صفر و یک بوده و منجر به یک تغییر متناسب در نتایج نمی شود.

۱. ۵. مرحله پنجم: ارزیابی وزنهای هر شاخص

در اکثر مسائل MADM نیاز به داشتن اهمیت نسبی شاخصها که نرمال شده اند وجود دارد. برای ارزیابی اوزان چهار روش وجود دارد:

الف- روش آنتروپی

ب- روش Linmap

ج- روش کمترین مجذورات وزین شده

د- روش بردار ویژه

روشهای آنتروپی و Linmap نیاز به ماتریس تصمیم گیری داشته و دو روش دیگر نیاز به ماتریس تصمیم گیری ندارند. علاقه مندان به آشنایی دقیق با روشهای وزن دهی فوق می توانند به مرجع {۳} مراجعه کنند.

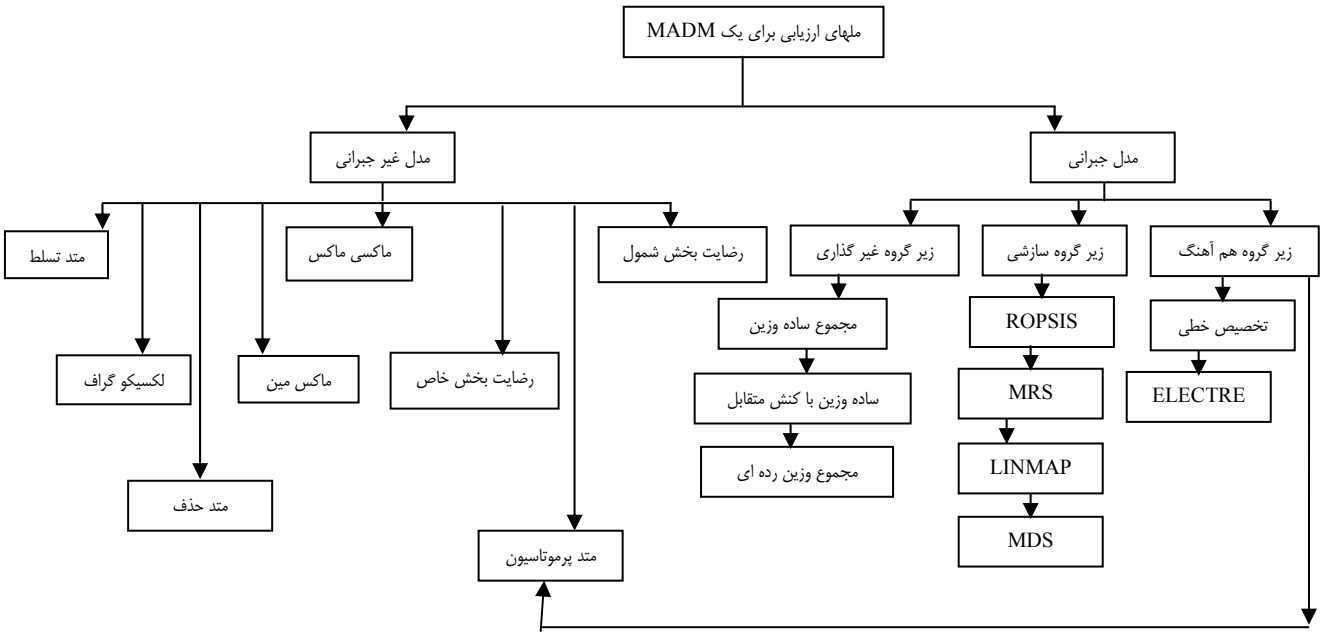
۱. ۶. مرحله ششم: ارزیابی و بررسی مدلهای MADM و انتخاب مدل مناسب

مدلهای مختلف MADM به دو دسته مختلف تقسیم می شوند:

الف: مدل غیر جبرانی شامل روشهایی می شود که در آنها مبادله بین شاخصها مجاز نیست مثلاً نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود از شاخص دیگر جبران نمی شود. بنابراین هر شاخص در این روش به تنهایی مطرح بوده و مقایسه بر اساس شاخص به شاخص انجام می گیرد. مزیت این روشها سادگی آنها و ارتباط نسبتاً ساده با تصمیم گیران است.

ب: مدل جبرانی شامل روشهایی است که اجازه مبادله در بین شاخصه ها در آنها مجاز است یعنی مثلاً تغییری (احتمالاً کوچک) در یک شاخص می تواند توسط تغییری مخالف در شاخص دیگر جبران شود.

دسته بندی این مدلها در شکل ۲ مشخص شده است:



شکل ۲ مدلهای تصمیم گیری MADM

استفاده از هر یک از مدلهای فوق نیازمند فرضیاتی است که در صورت متفاوت بودن فرضیات مورد نیاز با مسئله مورد نظر منجر به کاربرد نادرست مدل میشود.در شرایطی نیز از چند مدل میتوان استفاده کرد. ولی با توجه به گزینه ها و شاخصهای مسئله مورد نظر کاربرد یکی از بقیه بهتر است.

۱. ۷ مرحله هفتم اجرای مدل و تعیین بهترین گزینه یا ترتیب گزینه های مناسب

بعد از مشخص کردن مدل مناسب باید مراحل و قدمهای گفته شده در مدل را به ترتیب اجرا نمود. معمولا با اتمام محاسبات بهترین گزینه مشخص شده و یا مناسبترین گزینه ها بترتیب مشخص میشوند.

۲. مدل انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی[۱]

برای انتخاب مدل مناسب برای اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی ابتدا باید گزینه ها و معیارها را مشخص نمود. در این مدل گزینه ها همان روشهای انتقال تکنولوژی هستند که در فصلهای قبل انواع این روشها مطرح و بررسی شد. در پیاده سازی مدل در یک مسئله مشخص باید تنها روشهایی مد نظر قرار گیرند که در بررسی اولیه تکنولوژی و دارندگان آن عملی ارزیابی میشوند.

۲. ۱. معیارهای انتخاب

برای تعیین معیارهای انتخاب و اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی به دو طریق میتوان عمل نمود. بررسی ادبیات انتقال تکنولوژی و استفاده از نظرات صاحبنظران در بررسی ادبیات تکنولوژی معیارهای ذیل برای انتخاب تکنولوژی مدنظر قرار گرفت[۴] .

- **حداقل هزینه**
- **حداکثر جذب تکنولوژی**
- **حداقل زمان انتقال**
- **حداکثر دسترسی به بازار**
- **حداکثر همراهی با تحولات تکنولوژی**

۲. ۲. بررسی مدلهای موجود

برای انتخاب مدل مناسب لازم است که هفده مدل ذکر شده مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اینکه بین شاخصها و معیارهای انتخاب شده برای انتخاب و الویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی امکان مبادله وجود دارد- به عنوان مثال در صورتی که در زمان انتقال کاهش یابد. افزایش هزینه تا حدی قابل قبول است. مدل مورد نظر باید از مدلهای جبرانی انتخاب شود. مدلهای جبرانی به سه گروه به شرح ذیل تقسیم میشوند.

۲. ۲. ۱. زیر گروه نمره گذاری

در این زیر گروه سعی در برآورد یک تابع مطلوبیت به ازای هر گزینه میباشد و در نهایت گزینه با بیشترین مطلوبیت برگزیده خواهد شد. بنابراین مشکل در این زیر گروه چگونگی برآورد تابع مطلوبیت چند شاخصه است. روشهایی که در این زیر گروه بحث میشوند عبارتند از: روش مجموع ساده وزین رده بندی شده و روش مجموع ساده وزین با کنش متقابل روشهای فوق عمدتا نیازمند تابع مطلوبیت خطی است لازم است که نرخ تبادل جانشینی بین معیارها واحد باشد.

۲. ۲. ۲. زیر گروه سازشی

در این زیر گروه گزینه ای ارجح خواهد بود که نزدیکترین گزینه به راه حل ایده آل باشد. روشهایی که در این زیر گروه بحث میشوند عبارتند از:

۲. ۲. ۲. ۱. روش LINMAP

در این روش **m** گزینه و **n** شاخص از یک مسئله مفروض بصورت **m** نقطه در یک فضای **n** بعدی مورد توجه قرار گرفته و سپس نقطه ایده آل تشخیص داده شده و گزینه ای که دارای کمترین فاصله از ایده آل باشد انتخاب میشود.

۲. ۲. ۲. ۲. روش TOPSIS

در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطه ایده آل از نقطه ایده آل منفی هم در نظر گرفته می شود. بدین معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه ایده آل بوده و دارای دورترین فاصله از ایده آل منفی باشد.

واقعیات زیر بنایی این روش بدین قراراست: مطلوبیت هر شاخص باید بطور یکنواخت افزایشی یا کاهشی باشد(هرچه بیشتر ، مطلوبتر و برعکس) و فاصله یک گزینه از ایده آل (یا ایده آل منفی) ممکن است بصورت فاصله اقلیدسی (از توان دوم) و یا بصورت مجموع قدر مطلق از فواصل خطی محاسبه گردد که این امر بستگی به نرخ تبادل و جایگزینی در این شاخصها دارد.

۲. ۲. ۲. ۳ روش MRS

این روش تبادل بین شاخصهای موجود را به صورت عینی در بر می گیرد. به این ترتیب که معمولا دو شاخص را برای تبادل در نظر می گیرد.نرخ تبادل عبارتست از مقدار تغییر لازم در ارزش موجود از یک شاخص در مقابل یک واحد تغییر از شاخصی دیگر به ازای وجود شرایطی معین. برای محاسبه نرخ تبادل در این روش می توان از منحنیهای بی تفاوتهاتی استفاده نمود. با داشتن وابستگی در بین شاخصهای موجود و توجه به نرخ تبادل بین آنها می توان گزینه های یک مسئله مفروض را بهتر از قبل با یکدیگر مقایسه کرد. بدین ترتیب که تعداد شاخصها را با استفاده از تبادلات داده ای تقلیل داده و در نهایت گزینه ها را با وجود یک شاخص با یکدیگر مقایسه کرد.

۲. ۲. ۲. ۴ روش MDS

این روش اساسا برای کشف ساختار مخفی از یک مجموعه از اطلاعات تجربی می باشد. این روش برای مواردی که تعداد شاخصها در یک **MADM** متعدد بوده و نسبت به یکدیگر وابستگی داشته باشند، مناسب بوده و متغییرهای زیر بنایی را مشخص می نماید.

۲. ۲. ۳ زیر گروه هماهنگ

در این زیر گروه، خروجی بصورت یک مجموعه از رتبه هاست بنحوی که هماهنگی لازم را به مناسبترین صورت تامین خواهد نمود. این زیر گروه شامل روشهای ذیل است: (روش پرموتاسیون که در مدلهای غیر جبرانی وجود دارد، از جهاتی نیز همانند روشهای این گروه است و بنابراین در مرز مدلهای جبرانی و غیر جبرانی واقع می شود).

۲. ۲. ۳. ۲ روش ELECTRE

در این روش به جای رتبه بندی گزینه ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیر رتبه ای استفاده می شود. به این معنا که کلیه گزینه ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرارگرفته و بدان طریق گزینه های غیر موثر حذف می شوند. کلیه این مراحل بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه ریزی می شوند.

۲. ۲. ۳. ۲ روش تخصیص خطی

در این روش گزینه هـای مفـروض از یـک مسـاله بـر حسـب امتیازات آنها از هر شاخص موجود رتبه بنـدی شـده و سـپس رتبه نهایی گزینه ها از طریق یک پروسه جبران خطی (به ازای تبادلات ممکن در بین شاخصها) مشخص خواهد شد. پروسـه حل بگونه ای است که نیازی به مقیاس درآوردن شاخص هـای کیفی و کمی نخواهد بود.

۲. ۳ انتخاب مدل

در تحلیل نهایی باید گفت نرخ تبادل جانشینی بین معیارهـای انتخاب شده برای مدل انتخاب و اولویت بندی روشـهای مـدل باید از بین دو زیر گروه سازشی و هماهنگ انتخـاب شـود. در بین مدلهای ذکر شده در این دو زیر گروه با توجـه بـه اینکـه مطلوبیت شاخصهای مورد نظر برای انتخـاب و اولویـت بنـدی روشهای انتقال تکنولوژی بطور یکنواخت افزایش (یاکاهشی) بوده و نرخ تبادل جانشینی بین آنها نیز اقلیدسـی اسـت و بـا توجه به قابل فهم و پذیرش بـودن مـدل بـرای تصـمیمگیران، مدلTOPSIS انتخاب شده است.

لازم به ذکر است که برای ارزیابی مدل TOPSIS ارائه شـده، لازم است داده های ورودی مدل بوسیله مـدل دیگـری ماننـد مدل ELECTRE پردازش شده وصحت نتایج بدست آمـده تایید شود. در بررسی موردی انتخاب و اولویت بندی روشـهای انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک، این امر در عمل بکار گرفته شده است.

۳. انتخـــاب روش مناســـب انتقـــال تکنولـــوژی میکروالکترونیک (بررسی موردی) [۱]

قبل از بکارگیری مدل تصمیم گیری گفته شده در انتخاب روش مناسب انتقال تکنولوژی میکروالکترونیـک آشـنایی بـا ایـن تکنولوژی وویژگیهای آن مفید است:

۳. ۱ آشنایی با تکنولوژی میکروالکترونیک

میکروالکترونیک یعنی صنعت طراحـی و سـاخت و قطعـات و سیستمهای الکترونیکی و مخابراتی بطور فشرده و مجتمع (آی –سی) و بر اساس مواد نیمه هادی. در فرآیند طراحی و ساخت میکرو الکترونیک پـس از تعریـف قطعـه یـا سیسـتم مـورد نظر،اولین مرحله طراحی است که با نرم افزارهای خاصی صورت می گیرد. مرحله دوم، ساختن صفحه ای از جنس شیشه اسـت که «ماسک» نام دارد ودر مرحله بعدی ، توسط ماسک می توان صدها و بلکه هزاران بار، کپی مدار یا سیستم طراحـی شـده را روی یک ویفر یا قرص سیلیکان (ماده ای سـخت و شـفاف از جنس سیلیکان) در زمانی بسیار سریع منتقـل کـرد. ایـن از خصیصه های صنعت میکرو الکترونیک است که توسط آن مـی توان تولید بسیار انبوه مدارات و سیستمهای الکترونیکی بسیار کوچک و ظرایف را انجام داد.

در این عمل، که پردازش ویفر[۱] نامیده مـی شـود یـک مـدار الکترونیکی پس ا زگذر از ۸۰ تا ۱۲۰ مرحله متفاوت ساخته می شود. طی این مراحل حدودا از ۲۰ تا ۲۵ نوع تجهیزات و وسائل پیشرفته و گران قیمت استفاده می شود و چیزی بالغ بر یک تا دو ماه و نیم طول می کشد.

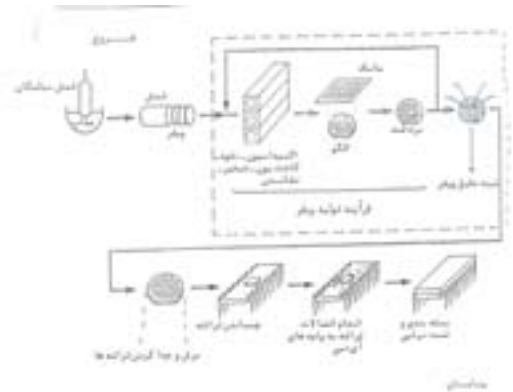
لازم به ذکر است از آنجا که در این صنعت از انـدازه هـایی در حدود کمتر از یک هزارم قطر موی سر صحبت می شود محـیط کاری فوق تمیز و ماشینهای بسیار دقیـق بـرای تولیـد انبـوه مدارات و سیستمهای الکترونیکی و مخابراتی مورد نیاز است.

پیچیدگی و هزینه تاسیس یک تکنولوژی میکروالکترونیک بـه عوامل زیر بستگی دارد:

الف) ابعاد کوچکترین عنصر الکترونیکی در مـدار الکترونیـک طراحی شده (رقمی بین ۰/۲۵ میکـرون (هـر میکـرون یـک هزارم میلی متر است) که مربوط به پیشرفته ترین تکنولـوژی میکروالکترونیک در حال حاضر است و ۲ میکرون)

ب) اندازه قطر ماده دایره شکل سیلیکان به نام ویفـر (یعنـی ماده اولیه این تکنولوژی) که رقمی بین ۱۰۰ میلی متـر تـا ۲۰۰ میلی متر می باشد.

ج) تعداد ویفرهای که در ماه تولید می شود (رقمی بین ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ در ماه)



۲.۳ بررسی ماهیت و ویژگی تکنولوژی میکروالکترونیک

برای انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک به کشور باید بررسی همه جانبه انجام پذیرد، لازم است ماهیت ویژگیهای آن بررسی شود. این تجزیه و تحلیل همه جانبه با استفاده از منابع اطلاعاتی موجود و صحبت با اکثر صاحبنظران خبرهٔ این تکنولوژی در کشور انجام شده است:

۱.۲.۳ رشد صنعت الکترونیک، خصوصا میکرو الکترونیک در جهان بسیار سریع است

مجله رایانه در شماره ۵۰، صفحه ۸۴ در مقاله « در دنیای فروش قطعات نیمه هادی چه می گذرد» می نویسد:

« نگاهی به جدول رشد بازار نیمه هادی از سال ۸۷ تا ۲۰۰۰، گواه آن است که متخصصین ارزیابی آمار و ارقام در بازار نیمه هادی، رشد بدون وقفه ای را در آن پیش بینی می کنند. رشد معادل ۲۰ تا ۲۵ درصد در سال. در سطح جهانی کدام بازار به این سرعت رشد یافته است؟آیا پیش بینی می شود که بازار دیگری به اینصورت افزایش یابد؟ جواب هر دو سال منفی است»

۲.۲.۳ سمت و سوی الکترو نیک به سوی مجتمع شدن و استفاده بیشتر از صنعت میکروالکترونیک است.

« آیا می دانید که در صد قطعات نیمه هادی محصولات مولتی مدیا ، کامپیوترهای شخصی ، تلفنهای موبایل، کارتهای تلفن و اعتباری و الکترونیک در اتومبیل سازی باعث افزایش بی سابقه در بازار جهانی نیمه هادی شده است. زیرا که درصد قطعات نیمه هادی در تولیدات بازارهای فوق الذکر از ۰/۷۰ بالاتر بوده و نتیجتاً رشد این بازارها بطور کلی باعث رشد بازار جهانی نیمه هادی شده است».

صاحبنظران می گویند:« معلوم نیست ۵ سال دیگر ما این شانس را داشته باشیم که وارد بازار دنیا شویم زیرا IC ها به طرف مجتمع شدن به پیش می روند و ۵ سال دیگر A/D، یک بخش از یک IC خواهد بود نه یک IC مجزا» صحبت فوق نشان می دهد که حتی در میکروالکترونیک نیز صحبت از مجتمع شدن یک مدار در یک IC فراتر رفته و از مجتمع شدن یک سیستم صحبت بعمل می آید.

۳-۲-۳ فرآیند ساخت قطعات میکروالکترونیک در دنیا، بسیار متحول است

بهترین دلیل برای اثبات تحول سریع این تکنولوژی، قانون مور است. از زمان ابداع مدارهای یکپارچه، سازندگان این نوع مدارها بر اساس قانونی موسوم به « قانون مور» مدعی هستند که پیشرفتهای تکنولوژیک سبب می شود تا در راس هر هجده ماه، اندازه این مدارها نصف شود و در عوض تعداد ترانزیستورها و عناصر الکتریکی موجود بر روی آنها دو برابر گردد.

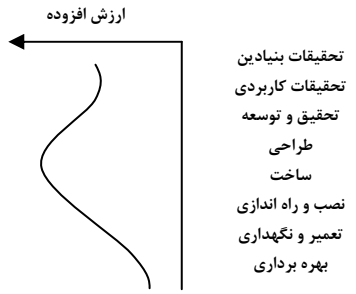
صاحبنظرا ن می گویند :« صنعت انفورماتیک ،جزء نادر صنایعی است که دوره توسعه [۲] و دوره عمر [۳] آن کمتر از چهار سال است،یعنی کمتر از پنج سال یک نسل کامل از بین رفته است، برای قطعات الکترونیکی این زمان ۱/۵ سال است (در محصول جدید و طراحی جدید)».

۴.۲.۳ نقطه سر بسر تولید در صنعت میکروالکترونیک بسیار بالاست

سرمایه گذاری در صنعت میکروالکترونیک و هزینه نگهداری آن بسیار بالاست . اما با توجه به ابعاد بسیار کوچک مدارهای میکروالکترونیک (که عموما از یک میلیمتر مربع تجاوز نمی کند) تیراژ تولید بسیار بالاست و کمک می کند که هر قطعه با قیمت نسبتا پایینی در اختیار مصرف کننده قرار گیرد . بنابراین نقطه سر بسر تولید در صنعت میکرو الکترونیک بسیار بالاست.

۵.۲.۳ ارزش افزوده میکرو الکترونیک در سطح تکنولوژی عمدتا در بخش طراحی است

صاحبنظران می گویند: ارزش اقتصادی IC های آنالوگ عمدتا بخاطر طرح است (این موضوع در شکل ۱۹ ترسیم شده است) در ایران به سهولت و با امکانات شخصی قابل انجام است. بعنوان نمونه مثلا یک $\frac{D}{A}$ ۵۰۰ MHz و ۱۲ بیت، ۱۸۰۰۰۰ ین قیمت دارد و در این زمینه ها هزینه ساخت حدود ۲۰ دلار است و در حالیکه به قیمت ۱۵۰ دلار می تواند به فروش برسد.



شکل ۴. رابطه ارزش افزوده با سطوح توانمندی تکنولوژی میکروالکترونیک

۳. ۲. ۶ لبه تکنولوژی میکروالکترونیک، تکنولوژی ۰/۱m است

به صورت عملیاتی تکنولوژی ۰/۱۸ و ۰/۲۵m با قطر ویفر ۱۸ اینچ در تولید IC ها مورد استفاده قرار می گیرد. برای راه اندازی فرآیند تولید با این تکنولوژی به بیش از یک میلیارد دلار سرمایه گذاری نیاز است.

بولتن علمی پژوهش خبرگزاری ج. ا. ا می نویسد: {۶}«آزمایشگاههای تحقیقاتی تولید کننده مدارهای مجتمع یکپارچه الکترونیکی با استفاده از یک روش جدید مرسوم به لیتوگرافی با پرتو بسیار شدید اشعه ماوراء بنفش EUV موفق به ساخت نسل تازه ای از مدارهای مرسوم به Stepper شده اند که فاصله خطوط ارتباطی در آنها یک ده میلیونیم متر (۰/۱ میکرون) یعنی کمتر از یک هزارم ضخامت موی انسان است.

فاصله خطوط ارتباطی مدارهایی که هم اکنون در صنایع الکترونیک و کامپیوتر مورد استفاده قرار دارد ۰/۲۵ میکرون است اما روش جدید این امکان را به وجود می آورد که در هر مدار مجتمع الکترونیکی به عوض تعداد چند میلیون ترانزیستوری که با تکنولوژی کنونی می توان جاسازی کرد، حدود یک میلیارد ترانزیستور قرار داد.»

منابع موجود درباره وزارت صنایع الکترونیک چین بیان می کند: « چین دارای وزارت صنایع الکترونیک است که کلیه امور مربوط به ساخت تجهیزات و قطعات الکترونیک و صنایع مربوط را عهده دار است. اخیراً این کشور با سرمایه گذاری حدود یک میلیارد دلار پیشرفته ترین خط تولید نیمه هادی را راه اندازی کرده است.»

۳. ۲. ۷ ظرفیت تولید کوچکترین Fab در دنیا ۱۰۰۰ ویفر در ماه است.

صاحبنظران، Fab (خط تولید IC) پایلوت به صورت یک Foundry برای دانشگاهها و تولیدات در مقیاس کوچک و نیز اهداف و پروژه های تحقیقاتی یا محصولات بسیار انحصاری که دارای مزیت نسبی در آن هستیم را با این مشخصات معرفی کرده اند: با حداقل تکنولوژی ۱۰۰۰ ویفر در ماه،(m) ۰/۸ و قطر ویفر ۶ اینچ.

۳. ۲. ۸ در تکنولوژی ساخت IC در رده تجاری امکان انحصار وجود ندارد.

صاحبنظران می گویند: «رقابت در خارج بسیار شدید است و حتی شرکتهای آمریکایی و اروپایی هم برای فروش IC با مشکل موجه هستند اما اگر شما بجای یک IC یک سیستم بفروشید هم موفق تر بوده و هم اگر از سرویس ساخت[۴] استفاده کنید محفوظتر است. اکنون در آمریکا IC بصورت یک کالای عادی[۵] دیده میشود و از یک محصول با تکنولوژی بالا خارج شده است.

ذکر این نکته هم جالب است قاچاق IC بدلیل حجم بسیار کوچک آن در همه جای دنیا بسیار راحت انجام میشود

۳. ۲. ۹. در IC ها نظامی معدودی از مدارات مجتمع وجود دارند که امکان اعمال تحریم وجود دارد ولی اگر پایه های طراحی وجود داشته باشد. امکان ساخت آن از طریقهای دیگر مانندASIC و FPGA وجود دارد.

صاحب نظران می گویند امکان ساخت بسیاری از نیازهای مرکز تحقیقات نیمه هادی و کلا صنایع دفاعی از راههای فوق عملی است. به تازگی رده FPGA با تکنولوژیm ۰/۳۵ نیز در دسترس است که در عرض ۲ ساعت طراحی بر آن سوار میشود و IC آماده استفاده است.

۳. ۲. ۱۰. برای یک طراح خوب، به منظور رقابت در دنیا تبادل اطلاعات و ارتباط با بخش ساخت بسیار مهم است.

صاحبنظران می گویند: حتی استفاده از سرویس ساخت هیچگونه ضمانتی برای کپی نکردن کار متوسط آنها ایجاد نمیکند مگر اینکه بصورت ثبت اختراع [۶] و با هزینه های زیاد استفاده از وکلا و غیره از طراحی محافظت نمود. بهرحال در یک مقطع بایستی در کشور امکانات ساخت ایجاد شود. حتی اگر

بهترین طراح را درنیا داشته باشیم بازهم بایستی فرآیند را یاد بگیریم. در غیر این صورت طراحی ما هیچ ارزشی نخواهد داشت.

۳. ۲. ۱۱. معمولا سرویس دهندگان ساخت تکنولوژی درجه یک خود را در اختیار قرار نمیدهند.

صاحبنظران میگویند معمولا سرویس دهندگان ساخت تکنولوژی درجه یک خود رادراختیار همه قرار نمیدهند و به مشتریهای کوچکتری تکنولوژی نسل دوم را ارئه میکنند. گرفتن پروژههای طراحی از شرکتهای عمده نیز کار بسیار مشکلی میباشد چون رقابت بسیار شدید بوده و آنها از محصولات خود به شدت محافظت می کنند. زمان رسیدن به بازار[۷] نیم کمتر از یکسال شده است.

۳. ۳. بکارگیری مدل برای انتخاب روش انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک

با بررسیهای انجام شده در بخش قبل و مذاکرات اولیه انجام شده از بین روشهای موجود انتقال تکنولوژی تنها روشهای ذیل برای انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک عملی ارزیابی شده است.

A_1 : روش کلید در دست

A_2 : سرمایه گذاری مشترک

A_3 : : واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین الات

A_4 : بیع متقابل

برای تشکیل ماتریس تصمیم گیری معیارهای کمی از اطلاعات موجود و مذاکرات اولیه با دارندگان تکنولوژی بدست آمده و معیارهای کیفی پس از جلسات متعدد با صاحب نظران و مشخص شدن ابعاد موضوع توسط مسئول پروژه مشخص شده است.

	همراهی با تحولات تکنولوژی	به بازار	جذب تکنولوژی	زمان (سال)	هزینه (میلیون دلار)
A_1	کم	کم	کم	۳	۱۲۰
A_2	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	۵	۶۹۰
A_3	متوسط	کم	زیاد	۶	۵۰
A_4	زیاد	زیاد	متوسط	۴	۱۲۰

همانطور که در ماتریس فوق ملاحظه میشود از پنج شاخص موجود دو شاخص کمی بوده (هزینه و زمان) و بقیه کیفی هستند بنابراین شاخصهای کیفی به کمی تبدیل شده و ماتریس ذیل بدست می آید.

	X_1^-	X_2^-	X_3^+	X_4^+	X_5^+
A_1	120	3	3	3	3
A_2	60	5	9	7	9
A_3	50	6	7	3	5
A_4	120	4	5	7	7
$\sum_{i=1}^{4} r_{ij}^2$	186/182	9/274	12/806	10/770	12/806

۳. ۳. ۱. اولویت بندی روشها با استفاده از مدل تصمیم گیری TOPSIS [۱]

اکنون ماتریس تصمیم گیری آماده است و باید قدمهای مدل TOPSIS برای انتخاب روش مناسب طی شود:

۳. ۳. ۱. ۱ قدم اول: ماتریس **D** را باستفاده از رابطه $n_{ij}=\frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{4} r_{ij}^2}}$ به ماتریس **ND** تبدیل می نماییم.

$$N_D=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} X_1^- & X_2^- & X_3^+ & X_4^+ & X_5^+ \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0/645 & 0/323 & 0/234 & 0/279 & 0/234 \\ 0/322 & 0/539 & 0/703 & 0/650 & 0/703 \\ 0/268 & 0/647 & 0/547 & 0/279 & 0/390 \\ 0/645 & 0/431 & 0/390 & 0/650 & 0/547 \end{pmatrix} \end{array}$$

۳. ۳. ۱. ۲ قدم دوم: بردار W (ارزش هر شاخص) با توجه به نظر مسئول پروژه به شکل زیر مشخص شده است:

W= ۰/۱۵۲, ۰/۱۵۱, ۰/۲۱۲, ۰/۲۷۳, ۰/۲۱۲

بنابراین ماتریس $V=N_D \cdot W_{ncn}$ چنین بدست می آید:

$$N_D=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} X_1^- & X_2^- & X_3^+ & X_4^+ & X_5^+ \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0/098 & 0/049 & 0/050 & 0/076 & 0/050 \\ 0/049 & 0/081 & 0/149 & 0/177 & 0/149 \\ 0/041 & 0/098 & 0/116 & 0/076 & 0/083 \\ 0/098 & 0/065 & 0/083 & 0/177 & 0/116 \end{pmatrix} \end{array}$$

۳. ۳. ۱. ۳ قدم سوم: مشخص نمودن راه حل ایده آل و راه حل ضد ایده آل

$$A^{+}=\left\{\min_i V_{i1}\ ,\ \min_i V_{i2}\ ,\ \max_i V_{i4}\ ,\ \max_i V_{i5}\right\}$$
$$=\{0/041,0/049\ ,0/149,0/177,0/149\}$$
$$A^{+}=\left\{\max_i V_{i1}\ ,\ \max_i V_{i2}\ ,\ \min_i V_{i4}\ ,\ \min_i V_{i5}\right\}$$
$$=\{0/098,0/098\ ,0/050,0/076,0/050\}$$

۳. ۳. ۱. ۴ قدم چهارم: محاسبه فواصل

$$d_{i+}=\left\{\sum_{j=1}^{5}\left(V_{ij}-V_j^{+}\ \right)\right\}^{\frac{1}{2}} \qquad d_{i-}=\left\{\sum_{j=1}^{5}\left(V_{ij}-V_j^{-}\right)^2\ \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$d_{1+}=0/1818$ | $d_{1-}=0/049$

$d_{2+}=0/0330$ | $d_{2-}=0/1803$

$d_{3+}=0/1343$ | $d_{3-}=0/0932$

$d_{4+}=0/0946$ | $d_{4-}=0/1294$

۳. ۳. ۱. ۵ قدم پنجم: محاسبه نزدیکی نسبی Ai به ایده آل

$$c1_{i+}=\frac{d_{i-}}{d_{i+}+d_{i-}}\ ,\ i=1,2,3,4$$

$c1_{1+}=0/212$

$c1_{2+}=0/845$

$c1_{3+}=0/409$

$c1_{4+}=0/577$

۳. ۳. ۱. ۶ قدم ششم: بنابراین رتبه بندی گزینه ها به ترتیب ارجحیت عبارتند از:

A_2: سرمایه گذاری مشترک

A_4: بیع متقابل

A_3 : واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین آلات

A_1 : روش کلید در دست.

بنابراین با استفاده از مدل **TOPSISI** اولویت روشهای انتقال تکنولوژی میکروالکترونیک مشخص گردید. برای ارزیابی مدل و صحت نتایج بدست آمده، داده های ورودی این مدل توسط مدل تصمیم گیری **ELECTRE** نیز پردازش شده و نتایج مقایسه شده است.

۳. ۳. ۲ ارزیابی مدل و صحت نتایج با استفاده از مدل تصمیم گیری ELECTRE {۱}

همانطور که قبلاً بیان گردید ویژگی این مدل این است که به جای محاسبه و تعیین ارزش عددی هر یک از این گزینه ها، این گزینه ها را بر اساس شاخصهای مشخص شده با یکدیگر مقایسه رده و گزینه های مسلط را مشخص می سازد. به نظر می رسد این مدل از کارایی بیشتر و خطای کمتری برای اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی برخوردار باشد ولی عموماً فهم و پذیرش آن برای تصمیم گیرندگان مشکل است.

۳. ۳. ۲. ۱ قدم اول: این مدل با مدل TOPSISI یکسان است.

بنابراین اجرای مدل از قدم سوم دنبال می شود.

۳. ۳. ۲. ۲ قدم دوم: این مدل با مدل TOPSISI یکسان است.

بنابراین اجرای مدل از قدم سوم دنبال می شود.

۳. ۳. ۲. ۳ قدم سوم: مشخص نمودن مجموعه هماهنگی و مجموعه ناهماهنگی برای هر زوج از گزینه ها.

مجموعه هماهنگ شامل کلیه شاخصهایی خواهد بود که A_K بر A_1 به ازای آنها ترجیح داده شود، یعنی داشته باشیم:

$S_k=\left\{j\ \middle|\ r_{kj}\geq r_{1j}\right\}$ (r_{ij} با مطلوبیت افزایشی مفروض است)

و برعکس زیرمجموعه مکمل به نام مجموعه ناهماهنگ (D_{k1}) مجموعه ای از شاخصهاست که به ازای آنها داشته باشیم:

$D_{k1}=\left\{j\ \middle|\ r_{kj}\ \langle\ r_{1j}\right.$ در نیجه مقادیر ذیل حاصل می شود.

$$S_{12}=\{1\} \qquad D_{12}=\{2,3,4,5\}$$
$$S_{13}=\{1,4\} \qquad D_{13}=\{2,3,5\}$$
$$S_{14}=\{1\} \qquad D_{14}=\{2,3,4,5\}$$
$$S_{21}=\{2,3,4,5\} \qquad D_{21}=\{1\}$$
$$S_{23}=\{1,3,4,5\} \qquad D_{23}=\{2\}$$
$$S_{24}=\{2,3,4,5\} \qquad D_{24}=\{1\}$$
$$S_{31}=\{2,3,4,5\} \qquad D_{31}=\{1\}$$
$$S_{32}=\{2\} \qquad D_{32}=\{1,3,4,5\}$$
$$S_{34}=\{2,3\} \qquad D_{34}=\{1,4,5\}$$
$$S_{41}=\{1,2,3,4,5\} \qquad D_{41}=\{\ \}$$
$$S_{42}=\{1,4\} \qquad D_{42}=\{2,3,5\}$$
$$S_{43}=\{1,4,5\} \qquad D_{43}=\{2,3\}$$

۳. ۳. ۲. ۴ قدم چهارم: محاسبه ماتریس هماهنگی.

معیار هماهنگی ($I_{K۱}$) منعکس کننده اهمیت نسبی از A_k در رابطه با $A_۱$ است. ارزش بیشتر $I_{k۱}$ بدان مفهوم خواهد بود که ارجحیت A_k بر $A_۱$ بیشتر هماهنگ است:

$$I=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \quad & \quad & \quad & \quad \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 0/152 & 0/425 & 0/152 \\ 0/848 & - & 0/849 & 0/848 \\ 0/848 & 0/151 & - & 363 \\ 1 & 0/425 & 0/637 & - \end{bmatrix} \end{array}$$

۳. ۳. ۲. ۵ قدم پنجم: محاسبه ماتریس ناهماهنگی.

معیار ناهماهنگی نشان دهنده شدت بدتر بودن ارزیابی از A_K در رابطه با $A_۱$ می باشد. این معیار ($NI_{k۱}$) با استفاده از عناصر ماتریس V به ازای مجموعه ناهماهنگ $D_{k۱}$ محاسبه می گردد. بدین ترتیب که:

از این رو ماتریس ناهماهنگی به ازای کلیه مقایسات زوجی از گزینه ها به شرح ذیل بدست خواهد آمد:

$$I=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \quad & \quad & \quad & \quad \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0/485 & - & 0/168 & 0/742 \\ 0/864 & 1 & - & 1 \\ - & 1 & 0/327 & - \end{bmatrix} \end{array}$$

لازم به ذکر است که ماتریس I منعکس کننده اوزان W_j از شاخصهای هماهنگ بوده و ماتریس نامتقارن NI منعکس کننده بیشترین اختلاف نسبی از W_j . $V_{ij}=N_{ij}$ به ازای شاخصهای ناهماهنگ است.

۳. ۳. ۲. ۶ قدم ششم. مشخص نمودن ماتریس هماهنگ موثر.

ارزشهای $I_{k۱}$ از ماتریس هماهنگی باید نسبت به یک ارزش آستانه سنجیده شوند تا شانس ارجحیت A_k بر $A_۱$ بهتر مورد قضاوت واقع شود. این آستانه دلخواه را می توان از میانگین معیارهای هماهنگی بدست آورد سپس ماتریس هماهنگ موثر F (با عناصر صفر و یک) به شرح ذیل تشکیل می شود:

$F_{k۱}$=۱ (if $I_{k1} \geq I$ آستانه)

$F_{k۱}$= ۰ (if $I_{k1} < I$ آستانه)

با توجه به اینکه I میانگین برابر ۰/۵۵۸ است، ماتریس هماهنگ موثر عبارت است از:

$$F=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \quad & \quad & \quad & \quad \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 1 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ 1 & 0 & 1 & - \end{bmatrix} \end{array}$$

۳. ۳. ۲. ۷ قدم هفتم

مشابه قدم ششم برای ماتریس ناهماهنگی انجام می شود تا ماتریس ناهماهنگ موثر بدست آید (NI میانگین برابر ۰/۷۱۶ است).

عناصر واحد در ماتریس G نشان دهنده روابط تسلط در بین گزینه ها می باشد.

$$G=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \quad & \quad & \quad & \quad \end{array} \\ \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 0 & - & 0 & 1 \\ 1 & 1 & - & 1 \\ - & 1 & 0 & - \end{bmatrix} \end{array}$$

۳. ۳. ۲. ۸ قدم هشتم

مشخص نمودن ماتریس کلی و موثر. عناصر مشترک ($h_{k۱}$) با استفاده از رابطه زیر از دو ماتریس F و G تشکیل یک ماتریس کلی H را برای تصمیم گیری می دهند: $h_{k۱}=f_{k۱} . g_{k۱}$

بنابراین داریم:

$$H = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix} \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 0 & - & 0 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ - & 0 & 0 & - \end{bmatrix}$$

۳. ۳. ۲. ۹ قدم نهم

حذف گزینه های کم جاذبه. ماتریس کلی H نشان دهنده ترتیب ارجحیت های نسبی از گزینه هاست، بدان معنی که $h_{k1}=1$ نشان می دهد که A_k بر A_1 هم از نظر معیار هماهنگی و هم از نظر معیار ناهماهنگی ارجح است، هر چند هنوز ممکن است A_k تحت تسلط گزینه های دیگر باشد. بنابراین شرط اینکه A_k با استفاده از این روش یک گزینه موثر باشد این است که :

$h_{k1}=1$(برای حداقل یک I) ,I=1،2،...،m ,$k \neq 1$

$H_{kl}=0$ (برای کلیه i ها , i=1،2،...،m , $i \neq l$, $i \neq k$

تحقق توام این دو شرط ممکن است مشکل باشد ولی آستانه هماهنگی و ناهماهنگی می توان به گونه ای انتخاب نمود که یک ستون کاملاً صفر باقی بماند. با توجه به اینکه در ماتریس بدست آمده، دو ستون برابر صفر است باید حد آستانه I و یا NI را به گونه ای تغییر داد که تنها یک ستون برابر صفر باقی بماند. با انتخاب آستانه NI=0/3 داریم:

$$G = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix} \begin{bmatrix} - & 1 & 1 & 1 \\ 1 & - & 0 & 1 \\ 1 & 1 & - & 1 \\ - & 1 & 1 & - \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ A_4 \end{matrix} \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 0 & 1 \\ 1 & 0 & - & 0 \\ - & 0 & 1 & - \end{bmatrix}$$

از ماتریس H نهایی، روابط ارجحیت ذیل بدست می آید:

$$A_2 \rangle A_1$$
$$A_3 \rangle A_1$$
$$A_4 \rangle A_3$$
$$A_2 \rangle A_4$$

نتیجه گیری

طبق محاسبات فوق در یک جمع بندی با استفاده از روشهای MADM اولویت بندی روشهای اولویت دار برای انتقال و دستیابی به فناوری میکروالکترونیک انجام شد.

که نتایج حاصله برای این مطالعه موردی بدین شرح است.

بنابراین رتبه بندی گزینه ها به ترتیب ارجحیت عبارتند از:

A_2 : سرمایه گذاری مشترک

A_4 : بیع متقابل

A_3 : واردات کالاهای سرمایه ای و ماشین آلات

A_1 : روش کلید در دست.

مشاهده می شود که نتیجه بدست آمده از این روش با نتیجه بدست آمده از روش TOPSIS کاملاً منطبق است. بنابراین صحت نتایج بدست آمده تایید می شود.

متدولوژی فوق را برای اولویت بندی دستیابی به فناوری در سایر صنایع پیشرفته نیز می توان به کار گرفت.

منابع

۱. توکلی، علیرضا، طراحی الگوی اولویت بندی روشهای انتقال تکنولوژی، پایان نامه کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر علیرضا علی احمدی، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۷۹، تهران.

۲. طباطبایان، سید حبیب الله، «انتقال تکنولوژی، نیازمند نگرشی جامع» ، مرکز مطالعات مدیریت و بهره وری ایران، ۱۳۷۸.

۳. یوسف پور، قربان، «انتقال تکنولوژی در جهان سوم و ایران» نشر تندیس، ۱۳۷۶.

۴. اصغرپور، محمد جواد، «تصمیم گیریهای چند معیاره» انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷. ص ۴۱

۱- خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، بولتن علمی پژوهشی شماره ۱۴۴، نیمه دوم بهمن ۱۳۷۶، تهران

پی نوشت

[۱] Wafer Process
[۲] Devlopment Cycre.
[۳] Life Cycre.
[۴] Foundry
[۵] Commodity
[۶] Patent
[۷] Time to Market