

## انتخاب رویکرد مناسب در تعیین اولویت های تحقیقاتی فناوری، مطالعه موردی فناوری غشاء در صنعت گاز کشور

ناصر باقری مقدم<sup>۱</sup>، مهدی صحاف زاده<sup>۲</sup>، سیدمحمدصادق امامیان<sup>۳</sup>، عبدالله ایران خواه<sup>۴</sup>

۱ و ۲ - شرکت راهبران مدیریت امین، خ حبیب اللهی، خ قاسمی، بن بست شهرام پلاک ۹

۴ - دانشگاه تربیت مدرس، تقاطع بزرگراه چمران و جلال آل احمد

nbagheri@tco.ir

### چکیده

تعیین اولویتهای تحقیقاتی در سطح ملی و بخشی و بنگاهی، ضرورتی است که در دهه های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تا کنون روش های مختلفی در این خصوص توسعه داده شده است که عمدتاً با رویکردهای عددی و به صورت کمی انجام پذیرفته است که بعضی اوقات نتایج صحیحی به همراه نداشته است. در این راستا، ترکیبی از روش های کمی و کیفی تعیین اولویت تاحدی این ضعف را پوشش داده و برای شرایط مختلف، پاسخهای مناسبی ارائه می دهند. در این مقاله سعی شده تا با استفاده از روش انتخاب تکنولوژیهای حیاتی، روشی جهت تعیین اولویتهای تحقیقاتی در سطح بخش ارائه و سپس از آن در تعیین اولویتهای تحقیقاتی غشاء در صنعت گاز کشور استفاده شود.

واژه های کلیدی: فناوری غشاء، اولویت بندی تحقیق و توسعه، روش تکنولوژی های کلیدی

### مقدمه

تحقیق و توسعه در هر سازمانی که به دنبال تولید و یا استفاده از محصولات به روز دنیا می باشد، مبحث مهمی به شمار می آید؛ اما نکته ی مهم این است که یک سازمان با توجه به تعدد موضوعات قابل تحقیق، به کدام موضوعات پرداخته و چگونه آنها را اولویت بندی می کند. همه سازمان ها اعم از خصوصی، دولتی و یا غیر انتفاعی به دلیل محدودیت منابع مالی، زمانی و منابع انسانی، ناچار به طی فرآیند فوق می باشند.

در تعریف فعالیتهای تحقیق و توسعه گفته می شود، «انجام تحقیقات پایه ای و یا کاربردی به منظور خلق و یا بهبود مواد، تجهیزات، محصولات و یا فرآیندها» [۱] یا در تعریفی دیگر آمده است: «فعالیتی خلاقانه که به صورت هدف دار جهت افزایش موجودی دانش و استفاده از آن برای خلق کاربردهای جدید صورت می گیرد.» [۲].

در این مقاله سعی بر آن است تا با استفاده از روش انتخاب تکنولوژیهای حیاتی، روشی جهت تعیین اولویتهای تحقیقاتی در سطح بخش ارائه شود و سپس از روش بدست آمده در تعیین اولویتهای تحقیقاتی غشاء در صنعت گاز کشور استفاده شود. لذا در ابتدا مرور مدل های تدوین استراتژی R&D و در ذیل این بحث مرور مدل های اولویت بندی صورت می گیرد و سپس روش منتخب در قالب مطالعه موردی فناوری غشاء ارائه می گردد.

۱ دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی

۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع

۳ کارشناسی ارشد مدیریت MBA

۴ دکتری مهندسی شیمی

## مرور مدل‌های تدوین استراتژی R&D

استراتژی R&D یک شرکت، شامل «تعریف مجموعه پروژه‌های R&D مورد نیاز به منظور دستیابی به اهداف مشخص شده در زمینه اکتساب تکنولوژی تعریف شده و در چارچوب استراتژی کلی شرکت می‌باشد.» [۱]

رویکرد پورتر به استراتژی در سطح تجارت، رقابت و استراتژی دستیابی به یک مزیت رقابتی پایدار است. وی با استفاده از دو ابزار مدل پنج نیرویی و زنجیره ارزش [۲۱] استراتژی‌های تکنولوژی متشکل از سه عنصر کلیدی زیر را را پیشنهاد می‌دهد: (۱) انتخاب تکنولوژی‌ها برای توسعه، (۲) راهبری یا دنباله‌روی و (۳) فروش و یا عدم فروش تکنولوژی [۲۰]. هکس با تکیه بر چارچوب مفهومی پورتر فرآیندی مشابه با فرآیند کلی برنامه‌ریزی استراتژیک، به منظور تدوین استراتژی تکنولوژی، پیشنهاد می‌کند [۱۳]. این مدل در سطح تدوین استراتژی وظیفه ای است.

در دهه ۱۹۸۰، مشاوران و دست‌اندرکاران با توجه به اهمیت استراتژی تکنولوژی، روش‌هایی برای پشتیبانی از طبقه‌بندی‌های تصمیمات مرتبط با تکنولوژی، به خصوص انتخاب تکنولوژی‌ها ابداع نمودند. در بین این روش‌ها، روش‌های Booz-Allen, A.D. little و Hamilton و نیز Mckinsey به صورتی گسترده مورد استفاده قرار گرفتند. قدم‌های کلی روش ایشان شناسایی تکنولوژی‌های مورد نیاز، تعریف اهمیت استراتژیک و انتخاب تکنولوژی برای رسیدن به عوامل کلیدی موفقیت، تعیین قوت‌ها و ضعف‌های تکنولوژیکی شرکت و تدوین استراتژی تکنولوژی می‌باشد. (برای مطالعه بیشتر به [۱] رجوع کنید). در مدل‌های دیگری نیز از جمله [۹]، [۱۱]، [۱۲] و [۱۴] عوامل مشابهی در نظر گرفته شده است.

Chiesa تصویر دقیق‌تری از فرآیند استراتژی تکنولوژی را در محیط‌های پویا تشریح می‌کند. آینده‌نگاری محیطی، انتخاب، زمان‌بندی و نوع اکتساب تکنولوژی، دسته‌های کلیدی تصمیم‌گیری در استراتژی تکنولوژی می‌باشد. وی در این راستا از ماتریس تکنولوژی-کاربرد بهره می‌برد [۱]، [۷] و [۸].

در میان مدل‌های تدوین استراتژی تکنولوژی داخلی نیز می‌توان به مدل تدوین استراتژی تکنولوژی پیل سوختی اشاره نمود [۵]. در این مدل چارچوب هکس مبنای عمل قرار گرفته و از ماتریس جذابیت-توانمندی Morin نیز استفاده شده است.

## مرور مدل‌های اولویت‌بندی تحقیقات

مدل‌های اولویت‌بندی، تنوع و تکثر بیشتری نسبت به مدل‌های قبلی دارند. همانطور که ذکر شد اولویت‌بندی، جزئی از فرآیند تدوین استراتژی R&D به شمار می‌آید. البته به صورت مستقل نیز مدل‌های متعددی در این زمینه، به خصوص مدل‌های ریاضی، توسعه داده شده است. در اینجا تنها به چند مدل مرتبط و مشهور اشاره می‌گردد.

روش‌های ریاضی تصمیم‌گیری در این حوزه به دو دسته مدل‌ها و فنون تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) و مدل‌ها و فنون غیر چند معیاره تقسیم می‌شوند. نتیجه MCDA، اولویت‌بندی از مطلوب‌ترین گزینه تا نامطلوب‌ترین می‌باشد. باید توجه نمود که در این تکنیک‌ها اولویت‌بندی به صورت خودکار و اتوماتیک انجام نمی‌شود؛ بلکه به عنوان کمکی به فرد تصمیم‌گیرنده هستند [۱۰].

AHP یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که توسط توماس. ال. ساعتی<sup>۵</sup>، ارائه شد. تصمیم‌گیری در مورد مسائلی از نوع MADM با استفاده از AHP، با تشکیل درخت سلسله مراتب تصمیم آغاز می‌شود. سایر مراحل شامل مقایسات زوجی، استخراج ضریب اهمیت هر یک از ماتریس‌ها و محاسبه نرخ سازگاری<sup>۷</sup> می‌باشد (برای مطالعه بیشتر به [۱۰] رجوع کنید).

مدل آینده‌نگاری تکنولوژی، ابزاری برای مدیریت استراتژیک تحقیقات و تکنولوژی است. «آینده‌نگاری، فرآیندی سیستماتیک در نگرشی بلند مدت‌تر به آینده‌ی علم، تکنولوژی، اقتصاد، محیط و جامعه است. این نگرش در قالب شناسایی

<sup>5</sup> Thomas. L. Saaty

<sup>6</sup> Hierarch decision tree

<sup>7</sup> Consistency ratio

تکنولوژی‌های عمومی پدیدار شده و شامل مباحث پشتیبان تحقیقات استراتژیک می‌باشد. تحقیقاتی که منجر به بیشترین منفعت اقتصادی و اجتماعی می‌گردد.» [۳]

آینده نگاری تلاش می‌کند تا طیف وسیعی از گروه‌های ذی نفع را شامل شده و در یک فرآیند نظرات آن‌ها را یکپارچه و دخیل سازد تا توسط آن بتوان به اولویت‌های تحقیقات دست یافت. عناصر اصلی این فرآیند عبارتند از: برقراری ارتباط میان تمام ذی‌نفعان، تمرکز بر افق بلندمدت، هماهنگ‌سازی استراتژی R&D با سایر استراتژی‌های نوآوری، ایجاد توافق جمعی بر روی جهت‌گیری‌ها و اولویت‌های آینده و ایجاد توافق میان تمام کسانی که مسوولیت پیاده‌سازی این اولویت‌ها را دارند [۲]. تکنیک‌های نگاشتن مسیر تکنولوژی<sup>۸</sup> و تعیین تکنولوژی‌های (فناوری‌های) حیاتی<sup>۹</sup>، از تکنیک‌های مورد استفاده در آینده نگاری به شمار می‌روند.

### تکنیک تعیین تکنولوژی‌های حیاتی [۲۳]

زمانی که انتخاب اولویت‌ها در پروژه‌ی آینده‌نگاری مد نظر است، روش تکنولوژی‌های حیاتی یا کلیدی، یک رویکرد ارزشمند و مفید جهت ارزیابی حوزه‌های تحقیقاتی و تکنولوژی‌های مختلف به شمار می‌رود. در این روش با به کارگیری مجموعه‌ای از معیارها که برای اندازه‌گیری میزان اهمیت یا کلیدی بودن تکنولوژی‌ها به کار می‌روند، فهرستی از تکنولوژی‌های مهم و کلیدی مشخص می‌گردد. این روش در چهار مرحله شناسایی و انتخاب متخصصان، فهرست نمودن تکنولوژی‌ها، اولویت‌بندی تکنولوژی‌ها و تهیه فهرست نهایی تکنولوژی‌های کلیدی انجام می‌پذیرد. در مرحله سوم ابزارهای مختلفی جهت اولویت بندی استفاده می‌شود، اما رایج ترین آنها استفاده از ماتریس جذابیت-امکان پذیری است.

### نگاشتن مسیر تکنولوژی [۲۳]

واژه‌ی نگاشت مسیر، دربردارنده‌ی هدف اصلی به کارگیری روش یعنی نگاشتن مسیر تکنولوژی یا ترسیم مسیر کلی به کارگیری و توسعه‌ی تکنولوژی است. رابرت گالوین رییس سابق هیأت مدیره شرکت موتورولا، تعریف زیر را برای نگاشت مسیر ارائه می‌کند: «نگاشت مسیر یک نگاه گسترده به آینده‌ی زمینه‌ی تحقیقاتی منتخب است که از تصور و دانش جمعی در مورد مشخص‌ترین محرک‌های تغییر در آن زمینه تشکیل شده است.»

به طور کلی نگاشتن مسیر تکنولوژی، یک بینش یا دیدگاه مورد توافق همگان را در خصوص چشم‌انداز تکنولوژیکی آینده برای ترسیم تصمیم‌گیران فراهم می‌آورد. فرآیند نگاشت مسیر، روشی برای شناسایی، ارزیابی و انتخاب بدیل‌های استراتژیک فراهم می‌آورد که به منظور دستیابی به تکنولوژی یا هدف تجاری مطلوب، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ارائه مدل منتخب

پس از بررسی و مطابقت مدل‌های معتبر تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در سطوح بنگاهی و بخشی و مطالعه و بررسی مطالعات مشابه در کشور، چارچوب تصمیم‌گیری ماتریس جذابیت-امکان پذیری که از جدیدترین مدل‌های بکار رفته در اینگونه مطالعات می‌باشد، مبنای مطالعه قرار گرفت. البته طبیعی است که با توجه به شرایط مسئله، تعیین معیارهای جذابیت و امکان‌پذیری و همچنین اطلاعات ورودی مناسب و مورد نیاز در این مطالعه، با کمک تیم کارشناسی و نظرسنجی از خبرگان کمیته تخصصی شرکت ملی گاز تعیین شده است. نمایی از این چارچوب در شکل ۱ نمایش داده شده است.

<sup>8</sup> Technology Roadmapping

<sup>9</sup> Critical Technologies



(ب) شناخت فنی غشاء

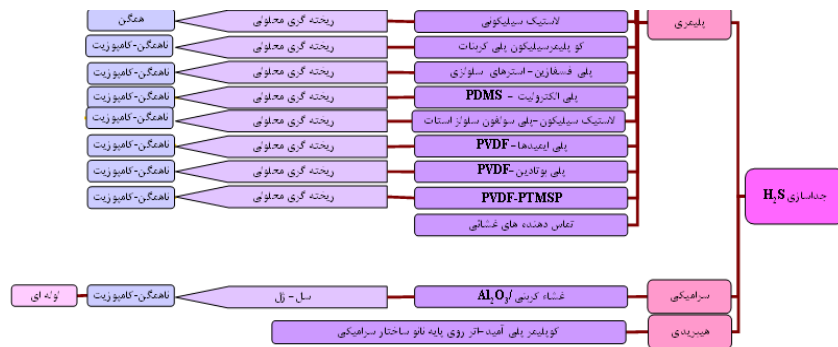
پس از روشن شدن محدوده صنعت و کاربردهای احتمالی غشاء در آن، شناخت نسبتاً دقیقی از مواد، غشاءها، مدولها و فرآیندهای غشایی حاصل گردید که در ادامه توضیح مختصری از آن ارائه می گردد: «غشاء را بعنوان ماده‌ای تعریف می‌کنند که یک جزء بیشتر و آسانتر از اجزاء دیگر از میان آن عبور می‌کند.» [۴]. توانایی کنترل سرعت تراوایی یک جزء شیمیایی از میان غشاء، خصوصیت کلیدی غشاء می‌باشد. مهم‌ترین مزایای بکارگیری از فرآیندهای غشایی در مقایسه با روش‌های دیگر مانند فرآیند آمین عبارتند از: سادگی تجهیزات و سهولت انجام عملیات، پایین بودن هزینه سرمایه‌گذاری، بازدهی انرژی بیشتر، اشغال فضای کم‌تر. با این وجود به دلیل پاره ای از مشکلات نظیر استحکام مکانیکی پایین، قابلیت اطمینان پایین و نیاز به پیش‌فراورش خوراک ورودی این فناوری در مقایسه با رقا، بکارگیری آن در کاربردهای مختلف محل سوال و ابهام بوده و تصمیم‌گیری درباره آن نیازمند بررسی‌های بیشتر است.

در واحدهای صنعتی از غشاءهایی استفاده می‌شود که داخل محفظه‌ای به نام مدول قرار می‌گیرند. مدول‌ها دارای انواع مختلفی از جمله مدول صفحه-قابی، مدول لوله‌ای، مدول پیچشی و مدول لیاف توخالی هستند. از آن‌جا که تکنولوژی غشاء، دربرگیرنده تکنولوژی‌های متعددی می‌باشد، لذا به منظور پیشگیری از هر گونه خطا و همچنین اطمینان از کفایت فعالیت‌های انجام شده، تکنولوژی‌های غشاء از ابعاد مختلف (مواد، ساختار غشاء، کاربرد و ...) ترسیم و نگاشت‌هایی [۱۶] از آن تهیه گردید. با تلفیق نگاشت‌های مواد، ساختار و کاربرد نگاشتی، تحت عنوان «نگاشت فرآیندی فناوری غشاء در صنعت گاز» تهیه گردید. این نگاشت به ترتیب براساس حوزه کاربرد، کاربرد، مواد، روش ساخت غشاء، انواع غشاءهای مورد استفاده و مدول تنظیم شده‌است. سطح اول نگاشت فرآیندی در شکل ۳، دیده می‌شود.



شکل ۳- نگاشت کاربردهای فناوری غشاء در صنعت گاز

در سطوح بعدی برای هر یک از این کاربردها، نگاشت فرآیندی کامل گردید. به عنوان مثال نگاشت فرآیندی برای کاربرد جداسازی سولفید هیدروژن از گاز طبیعی، در شکل ۴ نشان داده شده است. بنگاه، زیرتکنولوژی‌هایی را مورد حمایت قرار داده و به توسعه آن اقدام می‌کند که در بسیاری از تکنولوژی‌های بالادست کاربرد داشته باشند. لذا پس از تکمیل نگاشت فرآیندی برای تمامی کاربردهای تعیین شده، ماتریس‌های فنی تهیه گردید. در این ماتریس‌ها برای هر یک از سطوح مختلف مدول، غشاء، روش‌های ساخت غشاء و همچنین برای مواد مختلف مورد استفاده در همه کاربردها جداولی تهیه گردید (به عنوان مثال جدول ۱) که به کمک آن اشتراک موجود در هر یک از این موارد تعیین می‌شود. لذا این ماتریس‌ها به همراه اطلاعات دیگر در اولویت‌بندی غشا و مدول در هر کاربرد استفاده شده است.



شکل ۴- نگاهت فرآیندی جداسازی سولفید هیدروژن از گاز طبیعی با استفاده از فناوری غشایی

جدول ۱- ماتریس فنی کاربرد- غشاهای (اولویت ۱)، رنگ قرمز تیره، اولویت ۲، رنگ نارنجی و اولویت ۳، رنگ زرد)

شماره کاربرد	غشاء	بهره‌دهی				بهره‌دهی
		بهره‌دهی - غشای جامد	بهره‌دهی - غشای مایع	بهره‌دهی - غشای پلیمری	بهره‌دهی - غشای ترکیبی	
۱	جداسازی غشایی اکسید کربن از گاز طبیعی (CO <sub>2</sub> )					
۲	جداسازی سولفید هیدروژن از گاز طبیعی (H <sub>2</sub> S)					
۳	جداسازی بخار آب از گاز طبیعی (H <sub>2</sub> O)					
۴	جداسازی هیدروکربنها از گاز طبیعی (LPG)					
۵	جداسازی نیتروژن از گاز طبیعی (N <sub>2</sub> )					
۶	جداسازی اکسیژن از هوا (O <sub>2</sub> )					
۷	جداسازی هیدروژن از گاز طبیعی (H <sub>2</sub> )					
۸	جداسازی هیدروکربنها از گاز طبیعی (C <sub>2</sub> تا C <sub>6</sub> )					
۹	جداسازی آب از گاز طبیعی (H <sub>2</sub> O)					
۱۰	جداسازی آمونیاک از گاز طبیعی (NH <sub>3</sub> )					

### ج) تبیین اهداف شرکت ملی گاز

یکی از ورودی‌های اصلی تعیین اولویت‌های این فناوری، در اختیار داشتن چشم انداز، استراتژی‌ها و یا اهداف استراتژیک شرکت ملی گاز می‌باشد. با بررسی‌های به عمل آمده از گزارش‌ها و اسناد درون سازمانی که از آن میان می‌توان به گزارش «چشم انداز بیست ساله گاز طبیعی» اشاره نمود، تیم مطالعات با برگزاری جلساتی با مسئولین مربوطه تلاش نمود تا اهداف استراتژیک شرکت را استخراج نماید. در این راستا با برگزاری جلساتی با مدیران بخش پژوهش شرکت ملی گاز، چهار هدف اصلی شرکت ملی گاز تبیین شد که عبارتند از: استفاده از گاز به عنوان حامل انرژی در مصارف خانگی و صنعتی؛ استفاده از گاز در تبدیلات گازی؛ تزریق به چاه‌های نفت و صادرات گاز.

### تعیین اولویت‌های تحقیقاتی حوزه‌های کاربردی فناوری غشایی

#### الف) تعیین میزان جذابیت و امکان‌پذیری

بر اساس متدولوژی، تعیین اولویت‌های کاربردهای غشاء از طریق ارزیابی جذابیت و امکان‌پذیری کاربردها صورت می‌گیرد. به منظور ارزیابی این دو، از معیارهایی جهت ارزیابی استفاده شد که عبارتند از:

معیارهای جذابیت	معیارهای امکان‌پذیری
۱- جایگاه در چرخه عمر فناوری غشایی؛	۱- وضعیت تجهیزات و آزمایشگاه‌ها (امکانات سخت‌افزاری)؛

۲- هزینه مورد نیاز انجام R&D؛	۲- وضعیت دانش فنی؛
۳- هزینه سرمایه‌گذاری و عملیاتی جهت بهره‌برداری صنعتی؛	۳- وضعیت نیروی انسانی متخصص و کارآمد؛
۴- گستردگی کاربرد در سایر حوزه‌ها (نفت و پتروشیمی و ...)	۴- میزان دسترسی به مواد اولیه.

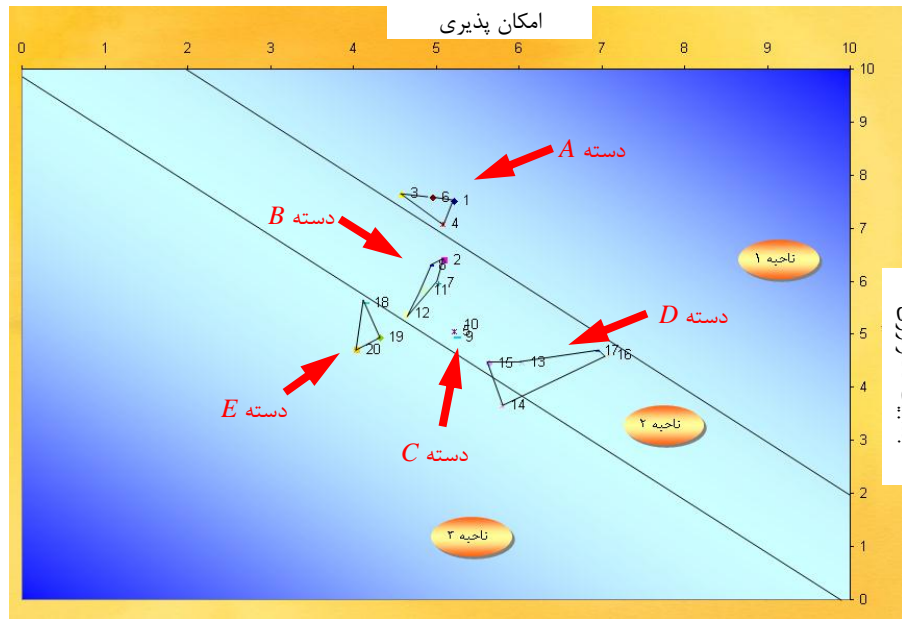
ارزیابی این معیارها از طریق انجام مصاحبه با خبرگان این حوزه و ارسال پرسشنامه ای با معیارهای فوق به فعالان این حوزه صورت گرفت. در مجموع برای ۴۴ متخصص، پرسشنامه ارسال شد که بیش از ۲۲ پاسخ صحیح بازگشت. جمع‌بندی نتایج پرسشنامه به صورت ذیل می‌باشد:

جدول ۲- جمع بندی نتایج جذابیت و امکان پذیری پرسشنامه ها

ردیف	عنوان کاربرد	حوزه کاربرد به اختصار	جمع بندی جذابیت	جمع بندی امکان پذیری
1	جداسازی دی اکسیدکربن	از گاز طبیعی (NG/CO <sub>2</sub> )	7.50	5.22
2	جداسازی دی اکسیدکربن	جداسازی CO <sub>2</sub> از گاز مایع (LPG)	6.39	5.10
3	جداسازی سولفید هیدروژن	از گاز طبیعی (H <sub>2</sub> S/NG)	7.64	4.59
4	جداسازی بخار آب	نم زدائی گاز طبیعی (H <sub>2</sub> O/NG)	7.06	5.08
5	جداسازی بخار آب	نم زدائی هوا (H <sub>2</sub> O/Air)	5.05	5.22
6	جداسازی هیدروکربن‌ها	جداسازی C <sub>2</sub> <sup>+</sup> از گاز طبیعی	7.57	4.97
7	جداسازی هیدروکربن‌ها	جداسازی الفین‌ها از LPG	5.95	5.03
8	جداسازی نیتروژن	از گاز طبیعی (NG/N <sub>2</sub> )	6.29	4.93
9	جداسازی نیتروژن	از هوا (Air/N <sub>2</sub> )	4.94	5.26
10	جداسازی اکسیژن	از هوا (Air/O <sub>2</sub> )	5.16	5.24
11	جداسازی هیدروژن	تنظیم نسبت هیدروژن به منواکسید کربن	5.82	4.86
12	جداسازی هلیوم و گازهای نادر دیگر	از گاز طبیعی (He/NG)	5.39	4.64
13	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	اسمز معکوس	4.46	6.03
14	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	الکترودیالیز	3.64	5.80
15	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	بیوراكتورهای غشایی	4.44	5.65
16	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	میکروفیلتراسیون	4.59	7.08
17	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	اولترافیلتراسیون	4.67	6.93
18	راكتورهای غشایی	تولید گاز سنتز	5.57	4.15
19	راكتورهای غشایی	فرآیند OCM	4.93	4.32
20	راكتورهای غشایی	تجزیه H <sub>2</sub> S	4.70	4.04

### ب) ترسیم و تحلیل ماتریس جذابیت- امکان پذیری

جمع‌بندی نتایج پرسشنامه های دریافتی در ماتریس جذابیت- امکان پذیری قرار گرفت. این ماتریس به منظور تعیین اولویت های فناوری مورد استفاده قرار گرفته و پس از دسته‌بندی به صورت شکل ۶ در می‌آید. این ماتریس، بیانگر جایگاه جذابیت و امکان‌پذیری هر یک از ۲۰ کاربرد می‌باشد که با ترسیم خطوط جداکننده سه ناحیه حاصل می‌شود. در ناحیه اول که میزان جذابیت و امکان‌پذیری بیش از بقیه کاربردهاست، استراتژی توسعه برای تکنولوژی های این ناحیه پیشنهاد می‌شود. بر همین اساس، استراتژی مناسب ناحیه دوم، بهبود انتخابی است؛ به بیان دیگر با توجه به امکانات، از میان تکنولوژی های این ناحیه، تعدادی از تکنولوژی‌های جذاب در دستور کار توسعه قرار می‌گیرد. ناحیه سوم ماتریس دربرگیرنده تکنولوژی‌هایی است که به صورت نسبی از جذابیت و امکان‌پذیری پایینی برای شرکت ملی گاز برخوردار بوده و استراتژی کلی این ناحیه چشم‌پوشی و صرف نظر کردن از توسعه تکنولوژی می‌باشد.



شکل ۶- نمودار دسته بندی شده ابرهای تکنولوژی غشایی

بنابراین دسته تکنولوژی های واقع در ناحیه یک (دسته A) در اولویت توسعه قرار می گیرند. اولویت های حوزه کاربردی فناوری غشایی عبارتند از: جداسازی سولفید هیدروژن از گاز طبیعی ( $H_2S/NG$ )؛ جداسازی دی اکسید کربن از گاز طبیعی ( $CO_2/NG$ )؛ جداسازی بخار آب از گاز طبیعی ( $H_2O/CH_4$ )؛ جداسازی هیدروکربن ها از گاز طبیعی ( $C_3+/NG$ ). با توجه به شکل ۶، اولویت بعدی توسعه در ناحیه دوم، دسته تکنولوژی های B می باشد که از جذابیت بیشتری برخوردارند. به دنبال آن دسته تکنولوژی های C و D قرار می گیرند و استراتژی کلی ناحیه سوم، چشم پوشی از توسعه می باشد. علاوه بر آن، الگوریتمی جهت انتخاب راه های توسعه و اکتساب تکنولوژی تعیین گردید و معیارهایی نیز نظیر میزان هزینه انتقال تکنولوژی در مقابل توسعه درون زا و اهمیت توسعه درون زا نسبت به انتقال تکنولوژی، برای هر یک از کاربردها بررسی گردیده است. در ادامه استراتژی های کلان توسعه فناوری برای تعدادی از کاربردها ارائه شده است.

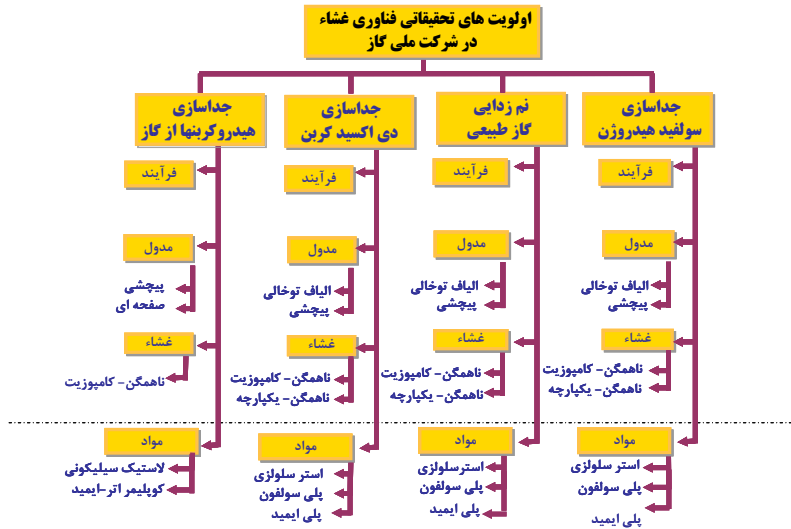
جدول ۳- اولویت های تحقیقاتی و استراتژی توسعه انتخابی هر یک از کاربردهای غشایی

شماره کاربرد	عنوان کاربرد	ناحیه واقع شده در ماتریس جاذبیت-امکان پذیری	استراتژی انتخابی بر اساس راه های توسعه تکنولوژی	اولویت انجام تحقیقات در شرکت ملی گاز
1	CO <sub>2</sub> /NG	1	توسعه درون زا	1
3	H <sub>2</sub> S/NG	1	توسعه درون زا	1
4	H <sub>2</sub> O/NG	1	توسعه درون زا	1
8	N <sub>2</sub> /NG	2	توسعه درون زا	3
11	هیدروژن	2	توسعه درون زا	3
12	He/NG	2	توسعه درون زا	3
5	H <sub>2</sub> O/Air	2	توسعه درون زا	4
9	N <sub>2</sub> /Air	2	توسعه درون زا	4
13	اسمز معکوس	2	دستیابی به تکنولوژی فرآیند-انتقال تکنولوژی مدول	5
15	بیوراکتورهای غشایی	2	انتقال تکنولوژی	5
16	میکروفیلتراسیون	2	دستیابی به تکنولوژی فرآیند-انتقال تکنولوژی مدول	5
2	CO <sub>2</sub> /LPG	2	چشم پوشی	حذف
7	الفین ها از LPG	2	چشم پوشی	حذف



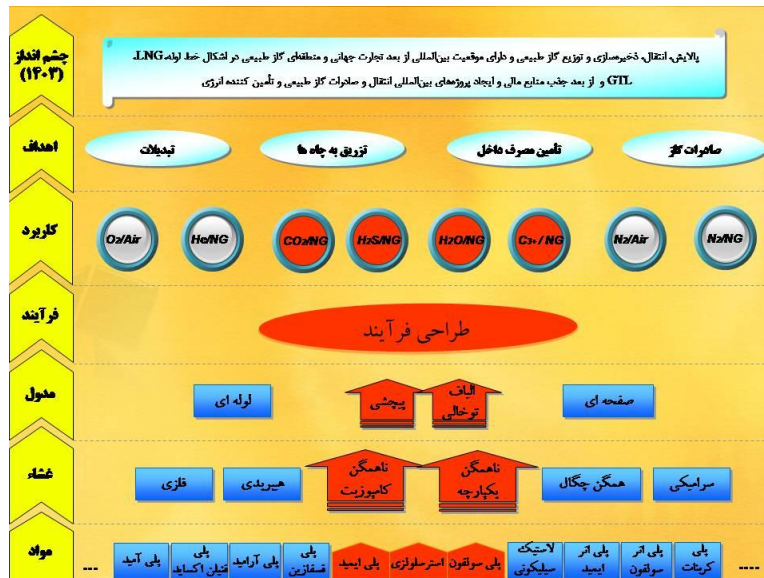
### تعیین مسیر تحقیقات فناوری غشاء در شرکت ملی گاز

در مجموع و بر اساس نتایجی که از جداول فنی (میزان اشتراک در فناوری‌ها) نیز حاصل شد، نمودار اولویت‌های تحقیقاتی فناوری غشاء به صورت شکل ۷، درمی‌آیند.



شکل ۷- نمودار اولویت‌های تحقیقاتی فناوری غشاء در شرکت ملی گاز

در این نمودار از میان ۲۰ حوزه کاربردی غشاء، چهار کاربرد، از میان چهار مدول، دو مدول از میان شش نوع غشاء، دو نوع غشاء و از میان تعداد بی‌شماری ماده، سه ماده به عنوان اولویت‌های تحقیقات شرکت ملی گاز در فناوری غشایی پیشنهاد می‌گردد. همچنین استراتژی توسعه درون‌زا برای این کاربردها پیشنهاد می‌گردد. در نهایت امر بر اساس اولویت‌های اتخاذ شده، مسیر تحقیقات فناوری غشایی<sup>۱۱</sup> را می‌توان به صورت شکل ۸، ترسیم نمود.



شکل ۸، مسیر تحقیقات فناوری غشایی در شرکت ملی گاز

<sup>11</sup> Membrane Research Roadmap

## جمع بندی

در این تحقیق مدلی جهت تعیین اولویت‌های فناوری ارائه گردید. مدل ارائه شده با بهره‌گیری از تکنیک تکنولوژی‌های حیاتی و ماتریس‌های فنی، رویکردی تلفیقی را در این زمینه ارائه نمود. نتایج پیاده‌سازی این مدل در صنعت گاز کشور در توسعه و بکارگیری فناوری‌های غشائی نیز ارائه شد. توسعه و اصلاح مدل و همچنین بکارگیری آن در سایر صنایع نفت و پتروشیمی در فناوری‌های غشائی می‌تواند به عنوان تحقیقات آتی در راستای این مقاله مورد توجه قرار گیرد.

## مراجع

- [۱] ویوتوریو کیه‌زا، استراتژی و سازماندهی R&D، ترجمه سید سپهر قاض نوری، انتشارات مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۴
- [۲] گروه آینده‌اندیشی بنیاد توسعه فردا، روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی، بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴
- [۳] ناظمی. امیر، قدیری روح اله، آینده‌نگاری از مفهوم تا اجرا، انتشارات مرکز صنایع نوین، ۱۳۸۵
- [۴] سیدسپاوش مدائنی و مجید اسماعیلی، "جداسازی گازها با غشاءها" کرمانشاه، دانشگاه رازی، ۱۳۸۵
- [۵] باقری مقدم، ناصر، "مطالعات تحلیل جذابیت و تدوین استراتژی توسعه فن‌آوری پیل سوختی در کشور و راهکارهای پیاده‌سازی آن"، کمیته راهبری پیل سوختی، ۱۳۸۳.
- [6]Booz- Allan & Hamilton, *The strategic Management of Technology*, Outlook, Fallwinter, 1981
- [7]Chiesa, V. and Barbeschi, M., *Technology Strategy in Competence- Based Competition*, Wiley, 1994
- [8]Chiesa, V., Coughlan, P. and Voss, C. A., *Innovation as a Business Process*, Working Paper, London Business School, 1993
- [9]D'Aveni R.A., *Hypercompetitive rivalries – Competing in highly dynamic environments*, Free Press, New York, 1994
- [10]Figueira, J. et al, *Multiple Criteria Decision Analysis*, Springer, 2005
- [11]Hamel, G. and Heene, A., *Competence Based Competition*, John Wiley & Sons, Chichester, 1994
- [12]Hamel, G. and Prahalad, C. K., *Strategic Intel*, Harvard Business Review, Vol. 67, No. 3, 1989, pp 63-67.
- [13]Hax A.C. Majluf N.S., *The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach*, Prentice Hall, 1996.
- [14]Itami, H. and Numagami, T., *Dynamic interaction between strategy and technology*, Strategic Management Journal, No. 13, 1992, pp 119 - 135.
- [15]Khalil T., *Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation*, McGraw Hill, 2000.
- [16]Karol I. Pelc, *Knowledge Mapping: A tool for Management of Technology*
- [17]Lindgren M., *Scenario Planning*, 1<sup>st</sup> ed, Great Britain publication, 2003
- [18]Little, A. D., *The Strategic Management of Technology*, European Management Forum, Davos, 1981.
- [19]Molas J.G, *Creative Balancing: selecting research priorities practices and tools*, SPRU, 2001
- [20]Porter A. et al., *Forecasting and Management of Technology*, John Wiley & Sons, 1998
- [21]Porter, M. E., *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, Free Press, New York, 1980.
- [22]Schainker R., *Program on Technology Innovation: Scenario-Based Technology R&D Strategy for the Electric Power Industry: Final Report, volume 1,2, Technical Report*, 2006
- [23]UNIDO TECHNOLOGY FORESIGHT MANUAL, volume 1,2