

Priority Setting of R&D Issues - A Case Study of Membrane Technology in National Iranian Gas Company

**Naser Bagheri Moghaddam^{*1}, Mahdi
Sahafzadeh², Seyed Mohammad Sadegh
Emamian³, Abdullah Irankhah⁴**

1. Ph.D. Candidate of Management of Technology,
Allame Tabatabaie University
2. Master of Industrial Engineering, Iran University of
Science and Technology
3. Ph.D. Student of Science and Technology Studies,
University of Edinburgh
4. Ph.D. of Chemical Engineering, Tarbiat Modares
University

Abstract

Setting priorities in R&D issues at national, sector and firm level is a necessity that is considerably concerned during latest decades. Although various methods are developed for Priority setting, most of them are quantitative, somehow with the wrong results. To deal with the challenges, different combinations of qualitative and quantitative approaches are developed for various situations. In this paper, a new approach using critical technologies method is developed in the sector level and applied for prioritizing R&D issues of membrane technology in National Iranian Gas Industry (NIGC).

Keywords: Membrane Technology, R&D Priority Setting, Critical Technologies Method

* Corresponding Author: nbagheri@tco.ir.

انتخاب رویکرد مناسب در تعیین اولویت‌های تحقیقاتی فناوری؛ فناوری غشا در شرکت ملی گاز ایران

ناصر باقری مقدم^{۱*}، مهدی صحافزاده^۲، سیدمحمدصادق امامیان^۳، عبدالله ایران خواه^۴

۱- دانشجوی دکتری مدیریت فناوری، دانشگاه علامه طباطبایی

۲- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت

۳- کارشناسی ارشد مدیریت MBA، دانشگاه صنعتی شریف

۴- دکتری مهندسی شیمی، دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در سطح ملی، بخشی و بنگاهی، ضرورتی است که در دهه‌های اخیر بیش‌تر به آن توجه شده است. تاکنون روش‌های مختلفی در این خصوص توسعه داده شده است که به‌طور عمده با رویکردهای عددی و به صورت کمی انجام پذیرفته و بعضی اوقات نتایج صحیحی به همراه نداشته است. در این راستا، ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی تعیین اولویت تاحدی این ضعف را پوشش داده و برای شرایط مختلف، پاسخ‌های مناسبی ارائه کرده است. در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از روش انتخاب فناوری‌های کلیدی، روشی برای تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در سطح بخش ارائه و سپس از آن در تعیین اولویت‌های تحقیقاتی غشا در صنعت گاز کشور استفاده شود.

کلید واژه‌ها: فناوری غشا؛ اولویت‌بندی تحقیق و توسعه؛ روش فناوری‌های کلیدی

۱- مقدمه

در تعریف فعالیت‌های تحقیق و توسعه گفته می‌شود: «انجام تحقیقات پای و یا کاربردی به منظور خلق و یا بهبود مواد، تجهیزات، محصولات و یا فرایندها» یا در تعریفی دیگر آمده است: «فعالیتی خلاقانه که به صورت هدف‌دار برای افزایش موجودی دانش و استفاده از آن برای خلق کاربردهای جدید صورت می‌گیرد» [۱ و ۲].

در این مقاله سعی بر آن است تا با استفاده از روش انتخاب فناوری‌های حیاتی، روشی برای تعیین اولویت‌های تحقیقاتی در سطح بخش ارائه شود و سپس از روش به‌دست آمده در تعیین اولویت‌های تحقیقاتی غشا در صنعت گاز کشور استفاده شود. با توجه به این‌که متولی اصلی صنعت گاز کشور، شرکت ملی گاز ایران

تحقیق و توسعه در هر سازمانی که به دنبال تولید و یا استفاده از محصولات به روز دنیا باشد، مبحث مهمی به شمار می‌آید؛ اما نکته مهم این است که یک سازمان با توجه به تعدد موضوعات قابل تحقیق، به کدام موضوعات پرداخته و چگونه آن‌ها را اولویت‌بندی می‌کند. همه سازمان‌ها اعم از خصوصی، دولتی و یا غیر انتفاعی به دلیل محدودیت منابع مالی، زمانی و منابع انسانی، ناچار به طی فرایند فوق می‌باشند.

جذابیت - توانمندی Morin نیز استفاده شده است.

۳- مرور مدل‌های اولویت‌بندی تحقیقات

مدل‌های اولویت‌بندی، تنوع و تکثر بیش‌تری نسبت به مدل‌های قبلی دارند. همان‌طور که ذکر شد اولویت‌بندی، جزئی از فرایند تدوین راهبرد تحقیق و توسعه به شمار می‌آید. البته به صورت مستقل نیز مدل‌های متعددی در این زمینه، به‌خصوص مدل‌های ریاضی توسعه داده شده است. در اینجا تنها به چند مدل مرتبط و مشهور اشاره می‌شود.

روش‌های ریاضی تصمیم‌گیری در این حوزه به دو دسته مدل‌ها و فنون تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)^۱ و مدل‌ها و فنون غیر چند معیاره تقسیم می‌شوند. نتیجه MCDM، اولویت‌بندی از مطلوب‌ترین گزینه تا نامطلوب‌ترین است. باید توجه کرد که در این روش‌ها اولویت‌بندی به صورت خودکار و اتوماتیک انجام نمی‌شود بلکه به عنوان کمکی به فرد تصمیم‌گیرنده محسوب می‌شود [۱۴].

AHP یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است که به وسیله توماس ال. ساعتی^۲ ارائه شد. تصمیم‌گیری با استفاده از AHP با تشکیل درخت سلسله مراتب تصمیم^۳ آغاز می‌شود. سایر مراحل شامل مقایسات زوجی، استخراج ضریب اهمیت هر یک از ماتریس‌ها و محاسبه نرخ سازگاری^۴ می‌باشد [۱۴].

مدل آینده‌نگاری فناوری، ابزاری برای مدیریت راهبردی تحقیقات و فناوری است. «آینده‌نگاری، فرایندی سیستماتیک در نگرشی بلندمدت‌تر به آینده علم، فناوری، اقتصاد، محیط و جامعه است. این نگرش در قالب شناسایی فناوری‌های عمومی پدیدار شده و شامل مباحث پشتیبان تحقیقات راهبردی می‌باشد. تحقیقاتی که به بیش‌ترین منفعت اقتصادی و اجتماعی منجر می‌شود» [۱۵].

آینده‌نگاری تلاش می‌کند تا طیف وسیعی از گروه‌های ذی‌نفع را شامل شده و در یک فرایند نظریات آن‌ها را یکپارچه و دخیل سازد تا به وسیله آن بتوان به اولویت‌های تحقیقات دست پیدا کرد. عناصر اصلی این فرایند عبارتند از برقراری ارتباط میان تمام ذی‌نفعان، تمرکز بر افق بلندمدت، هماهنگ‌سازی راهبرد تحقیق و توسعه با سایر راهبردهای نوآوری، ایجاد توافق جمعی بر

می‌باشد، به همین دلیل، این اولویت‌بندی برای آن شرکت صورت گرفته است. با این ترتیب، در ابتدا مرور مدل‌های تدوین راهبرد تحقیق و توسعه و در ذیل این بحث، مرور مدل‌های اولویت‌بندی صورت می‌گیرد و سپس روش منتخب در قالب مطالعه موردی فناوری غشا ارائه می‌شود.

۲- مرور مدل‌های تدوین راهبرد تحقیق و توسعه

راهبرد تحقیق و توسعه یک شرکت، شامل «تعریف مجموعه پروژه‌های تحقیق و توسعه مورد نیاز به منظور دستیابی به اهداف مشخص شده در زمینه اکتساب فناوری تعریف شده و در چارچوب راهبرد کلی شرکت می‌باشد» [۱].

رویکرد پورتر به راهبرد در سطح تجارت، رقابت و راهبرد دستیابی به یک مزیت رقابتی پایدار است. وی با استفاده از دو ابزار مدل پنج نیرویی و زنجیره ارزش [۳]، راهبردهای فناوری را متشکل از سه عنصر کلیدی زیر پیشنهاد می‌دهد: ۱- انتخاب فناوری‌ها برای توسعه؛ ۲- راهبری یا دنباله‌روی؛ ۳- فروش و یا عدم فروش فناوری [۴]. هکس با تکیه بر چارچوب مفهومی پورتر، فرایندی مشابه با فرایند کلی برنامه‌ریزی راهبردی، به منظور تدوین راهبرد فناوری پیشنهاد می‌کند [۵]. این مدل در سطح تدوین راهبرد وظیفه‌ای است. در دهه ۱۹۸۰، مشاوران و دست‌اندرکاران با توجه به اهمیت راهبرد فناوری، روش‌هایی برای پشتیبانی از طبقه‌بندی‌های تصمیم‌های مرتبط با فناوری، به خصوص انتخاب فناوری‌ها ابداع کردند. در بین این روش‌ها، روش‌های Booze-Allen, A.D. little و Hamilton و نیز McKinsey به صورتی گسترده استفاده شدند [۶]. قدم‌های کلی روش ایشان، شامل شناسایی فناوری‌های مورد نیاز، تعریف اهمیت راهبردی و انتخاب فناوری برای رسیدن به عوامل کلیدی موفقیت، تعیین قوت‌ها و ضعف‌های فناوری شرکت و تدوین راهبرد فناوری می‌باشد [۱]. در مدل‌های دیگری نیز عوامل مشابهی در نظر گرفته شده است [۷، ۸، ۹].

کیزا تصویر دقیق‌تری از فرایند راهبرد فناوری را در محیط‌های پویا تشریح می‌کند. آینده‌نگاری محیطی، انتخاب، زمان‌بندی و نوع اکتساب فناوری، دسته‌های کلیدی تصمیم‌گیری در راهبرد فناوری می‌باشد. او در این راستا از ماتریس فناوری - کاربرد بهره می‌برد [۱، ۱۰، ۱۱].

در میان مدل‌های تدوین راهبرد فناوری داخلی نیز می‌توان به مدل تدوین راهبرد فناوری نانو و پیل سوختی اشاره کرد [۱۲، ۱۳]. در این مدل چارچوب HaX مبنای عمل قرار گرفته و از ماتریس

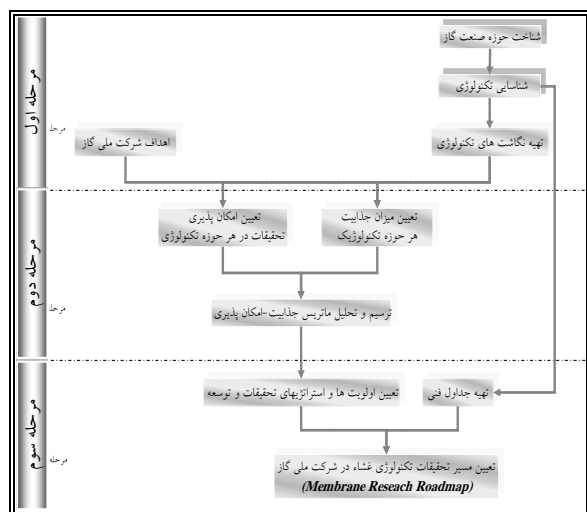
^۱. Multi Criteria Decision Making

^۲. Thomas, L. Saaty

^۳. Hierarch Decision Tree

^۴. Consistency Ratio

تحقیقاتی در سطوح بنگاهی، بخشی و مطالعه و بررسی مطالعات مشابه در کشور، چارچوب تصمیم‌گیری ماتریس جذابیت - امکان‌پذیری (که از جدیدترین مدل‌های به کار رفته در این گونه 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 گروه کارشناسی و نظرسنجی از خبرگان کمیته تخصصی شرکت ملی گاز تعیین شده است. نمایی از این چارچوب در نمودار ۱ نمایش داده شده است.



نمودار ۱) روش‌شناسی اولویت‌بندی تحقیقات فناوری غشا در شرکت ملی گاز

روش‌شناسی توسعه داده شده از سه مرحله تشکیل شده است که در ادامه جزئیات هر مرحله و گام‌های آن در مطالعه موردی فناوری غشایی در شرکت ملی گاز ایران به همراه نتایج آن تشریح می‌شود.

۷- مطالعه موردی: تعیین اولویت‌های فناوری غشایی

در شرکت ملی گاز

۷-۱ شناخت محدوده صنعت گاز، شناخت فنی و تعیین اهداف

۷-۱-۱ شناخت محدوده صنعت گاز

لازمه تدوین راهبرد فناوری در هر حوزه، شناخت دقیق آن حوزه و محدوده^۱ آن می‌باشد. لذا با کمک اسناد، مدارک و خبرگان، چارچوب اولیه‌ای از محدوده صنعت گاز تهیه و در جلسه کمیته راهبری مطرح شد و پس از اصلاح به تأیید شرکت ملی گاز

جهت‌گیری‌ها و اولویت‌های آینده و ایجاد توافق میان تمام کسانی که مسئولیت پیاده‌سازی این اولویت‌ها را دارند [۲]. روش‌های رهنگاشت فناوری^۱ و تعیین فناوری‌های کلیدی^۲، از روش‌های استفاده شده در آینده‌نگاری به شمار می‌روند.

۴- روش تعیین فناوری‌های کلیدی [۱۶]

زمانی که انتخاب اولویت‌ها در پروژه آینده‌نگاری مورد نظر است، روش فناوری‌های کلیدی، یک رویکرد ارزشمند و مفید برای ارزیابی حوزه‌های تحقیقاتی و فناوری‌های مختلف به شمار می‌رود. در این روش با به‌کارگیری مجموعه‌ای از معیارها که برای اندازه‌گیری میزان اهمیت یا کلیدی بودن فناوری‌ها به کار می‌روند، فهرستی از فناوری‌های مهم و کلیدی مشخص می‌شود. این روش در چهار مرحله شناسایی و انتخاب متخصصان، فهرست کردن فناوری‌ها، اولویت‌بندی فناوری‌ها و تهیه فهرست نهایی فناوری‌های کلیدی انجام می‌پذیرد. در مرحله سوم ابزارهای مختلفی برای اولویت‌بندی استفاده می‌شود، اما رایج‌ترین آن‌ها استفاده از ماتریس جذابیت - امکان‌پذیری است.

۵- رهنگاشت فناوری

واژه رهنگاشت دربردارنده هدف اصلی به‌کارگیری روش، یعنی نگاشتن مسیر فناوری یا ترسیم مسیر کلی به‌کارگیری و توسعه فناوری است. رابرت گالوین رئیس سابق هیأت مدیره شرکت موتورولا، تعریف زیر را برای رهنگاشت ارائه می‌کند: «رهنگاشت یک نگاه گسترده به آینده زمینه تحقیقاتی منتخب است که از تصور و دانش جمعی در مورد مشخص‌ترین محرک‌های تغییر در آن زمینه تشکیل شده است» [۱۶].

به طور کلی نگاشتن مسیر فناوری، یک بینش یا دیدگاه مورد توافق همگان را در خصوص چشم‌انداز فناورانه آینده برای ترسیم تصمیم‌گیران فراهم می‌آورد. فرایند رهنگاشت، روشی برای شناسایی، ارزیابی و انتخاب بدیل‌های راهبردی فراهم می‌کند که به منظور دست‌یافتن به فناوری یا هدف تجاری مطلوب استفاده می‌شود.

۶- ارائه مدل منتخب

پس از بررسی و مطابقت مدل‌های معتبر، تعیین اولویت‌های

^۱ Technology Roadmapping

^۲ Critical Technologies

جدول ۲) جمع بندی نتایج جذابیت و امکان پذیری پرسش نامه ها

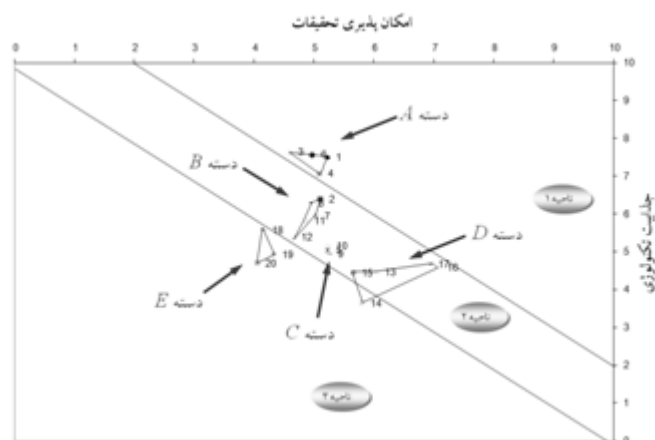
ردیف	عنوان کاربرد	حوزه کاربرد به اختصار	جمع بندی جذابیت	جمع بندی امکان پذیری
۱	جداسازی دی اکسیدکربن	از گاز طبیعی (NG/CO ₂)	۷/۵۰	۵/۲۲
۲	جداسازی دی اکسیدکربن	جداسازی CO ₂ از گاز مایع (LPG)	۶/۳۹	۵/۱۰
۳	جداسازی سولفید هیدروژن	از گاز طبیعی (H ₂ S/NG)	۷/۶۴	۴/۵۹
۴	جداسازی بخارآب	نم زدایی گاز طبیعی (H ₂ O/NG)	۷/۰۶	۵/۰۸
۵	جداسازی بخارآب	نم زدایی هوا (H ₂ O/Air)	۵/۰۵	۵/۲۲
۶	جداسازی هیدروکربن ها	جداسازی C _n ⁺ از گاز طبیعی	۷/۵۷	۴/۹۷
۷	جداسازی هیدروکربن ها	جداسازی الفین ها از LPG	۵/۹۵	۵/۰۳
۸	جداسازی نیتروژن	از گاز طبیعی (NG/N ₂)	۶/۲۹	۴/۹۳
۹	جداسازی نیتروژن	از هوا (Air/N ₂)	۴/۹۴	۵/۲۶
۱۰	جداسازی اکسیژن	از هوا (Air/O ₂)	۵/۱۶	۵/۲۴
۱۱	جداسازی هیدروژن	تنظیم نسبت هیدروژن به منواکسید کربن	۵/۸۲	۴/۸۶
۱۲	جداسازی هلیوم و گازهای نادر دیگر	از گاز طبیعی (He/NG)	۵/۳۹	۴/۶۴
۱۳	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	اسمز معکوس	۴/۴۶	۶/۰۳
۱۴	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	الکترودیالیز	۳/۶۴	۵/۸۰
۱۵	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	بیوراکتورهای غشایی	۴/۴۴	۵/۶۵
۱۶	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	میکروفیلتراسیون	۴/۵۹	۷/۰۸
۱۷	شیرین سازی آب و تصفیه پساب	اولترافیلتراسیون	۴/۶۷	۶/۹۳
۱۸	راکتورهای غشایی	تولید گاز سنتز	۵/۵۷	۴/۱۵
۱۹	راکتورهای غشایی	فرایند OCM	۴/۹۳	۴/۳۲
۲۰	راکتورهای غشایی	تجزیه H ₂ S	۴/۷۰	۴/۰۴

این ماتریس، بیانگر جایگاه جذابیت و امکان پذیری هر یک از ۲۰ کاربرد می باشد که با ترسیم خطوط جداکننده سه ناحیه حاصل می شود. در ناحیه اول که میزان جذابیت و امکان پذیری بیش از بقیه کاربردهاست، راهبرد توسعه برای فناوری های این ناحیه پیشنهاد می شود. بر همین اساس، راهبرد مناسب ناحیه دوم، بهبود انتخابی است؛ به بیان دیگر با توجه به امکانات، از میان فناوری های این ناحیه، تعدادی از فناوری های جذاب در دستور کار توسعه قرار می گیرد. ناحیه سوم ماتریس دربرگیرنده فناوری هایی است که به صورت نسبی از جذابیت و امکان پذیری پایینی برای شرکت ملی گاز برخوردار بوده و راهبرد کلی این ناحیه چشم پوشی و صرف نظر کردن از توسعه فناوری است.

بنابراین دسته فناوری 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 (H₂S/NG)، جداسازی دی اکسید کربن از گاز طبیعی (CO₂/NG)، جداسازی بخار آب از گاز طبیعی (H₂O/CH₄)، جداسازی

۸-۲ ترسیم و تحلیل ماتریس جذابیت - امکان پذیری

جمع بندی نتایج پرسش نامه های دریافتی در ماتریس جذابیت - امکان پذیری قرار گرفت. این ماتریس به منظور تعیین اولویت های فناوری استفاده شده است و پس از دسته بندی به صورت نمودار ۶ در می آید.



نمودار ۶) نمودار دسته بندی شده ابرهای فناوری غشایی

مقابل توسعه درونزا و اهمیت توسعه درونزا نسبت به انتقال فناوری، برای هر یک از کاربردها بررسی شد. در این الگوریتم تلفیقی از نتایج و ناحیه بندی صورت گرفته در ماتریس جذابیت - امکان پذیری و معیارهای فوق در چهار مرحله بررسی شده است. در ادامه راهبردهای کلان توسعه فناوری برای تعدادی از کاربردها ارائه شده است (جدول ۳).

هیدروکربن ها از گاز طبیعی (C_2H_6/NG).
با توجه به نمودار ۶، اولویت بعدی توسعه در ناحیه دوم، دسته فناوری های B می باشند که از جذابیت بیش تری برخوردارند. به دنبال آن دسته فناوری های C و D قرار می گیرند و راهبرد کلی ناحیه سوم، چشم پوشی از توسعه است.
علاوه بر آن، الگوریتمی برای انتخاب راه های توسعه و اکتساب فناوری تعیین شد و معیارهایی نیز نظیر میزان هزینه انتقال فناوری در

جدول ۳) اولویت های تحقیقاتی و راهبرد انتخابی توسعه هر یک از کاربردهای غشایی

شماره کاربرد	عنوان کاربرد	ناحیه واقع شده در ماتریس جذابیت - امکان پذیری	راهبرد انتخابی بر اساس راه های توسعه فناوری	اولویت انجام تحقیقات در شرکت ملی گاز
۱	CO_2/NG	۱	توسعه درونزا	۱
۳	H_2S/NG	۱	توسعه درونزا	۱
۴	H_2O/NG	۱	توسعه درونزا	۱
۸	N_2/NG	۲	توسعه درونزا	۳
۱۱	هیدروژن	۲	توسعه درونزا	۳
۱۲	He/NG	۲	توسعه درونزا	۳
۵	H_2O/Air	۲	توسعه درونزا	۴
۹	N_2/Air	۲	توسعه درونزا	۴
۱۳	اسمز معکوس	۲	دست یافتن به فناوری فرایند - انتقال فناوری مدول	۵
۱۵	بیوراكتورهای غشایی	۲	انتقال فناوری	۵
۱۶	میکرو فیلتراسیون	۲	دست یافتن به فناوری فرایند - انتقال فناوری مدول	۵
۲	CO_2/LPG	۲	چشم پوشی	حذف
۷	الفین ها از LPG	۲	چشم پوشی	حذف

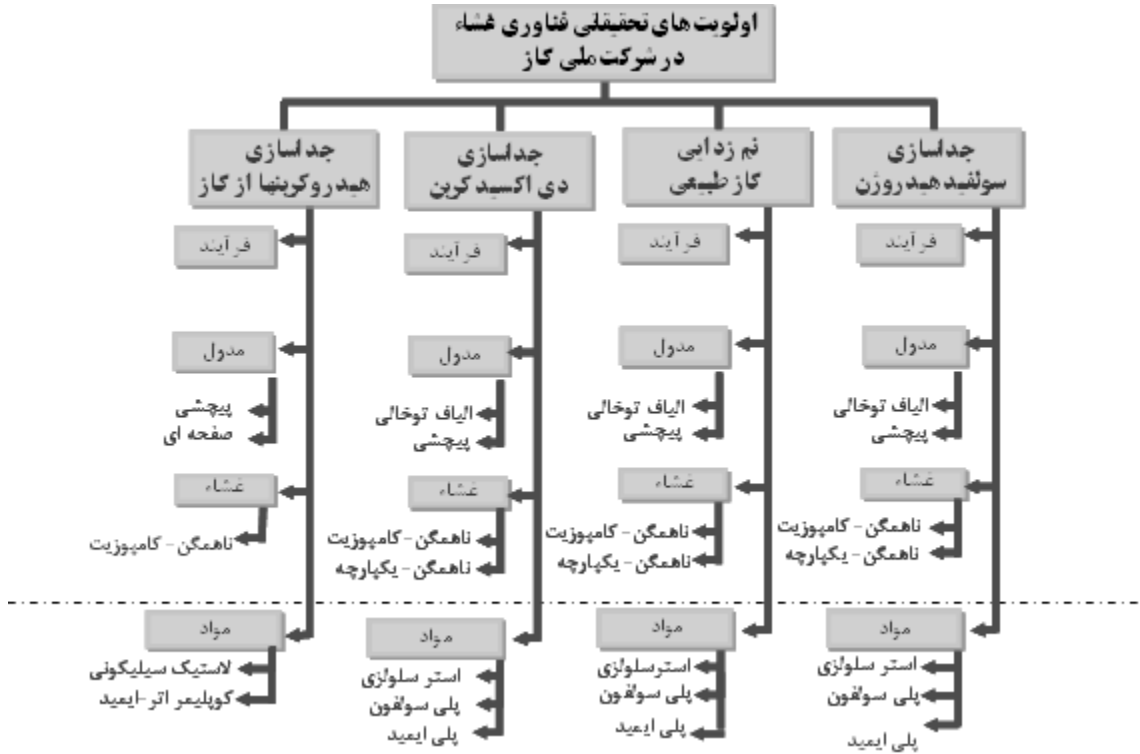
۹- تعیین مسیر تحقیقات فناوری غشا در شرکت ملی گاز

در مجموع و بر اساس نتایجی که از جداول فنی (میزان اشتراک در فناوری ها) نیز به دست آمد، نمودار اولویت های تحقیقاتی فناوری غشا به صورت نمودار ۷ درمی آید.
در این نمودار از میان ۲۰ حوزه کاربردی غشا، چهار کاربرد از میان چهار مدول، دو مدول از میان شش نوع غشا، دو نوع غشا و از میان تعداد بی شماری ماده، سه ماده به عنوان اولویت های تحقیقات شرکت ملی گاز در فناوری غشایی، همچنین راهبرد توسعه درونزا برای این کاربردها پیشنهاد می گردد.
در پایان بر اساس اولویت های اتخاذ شده، مسیر تحقیقات فناوری غشایی^۱ را می توان به صورت نمودار ۸ ترسیم کرد.

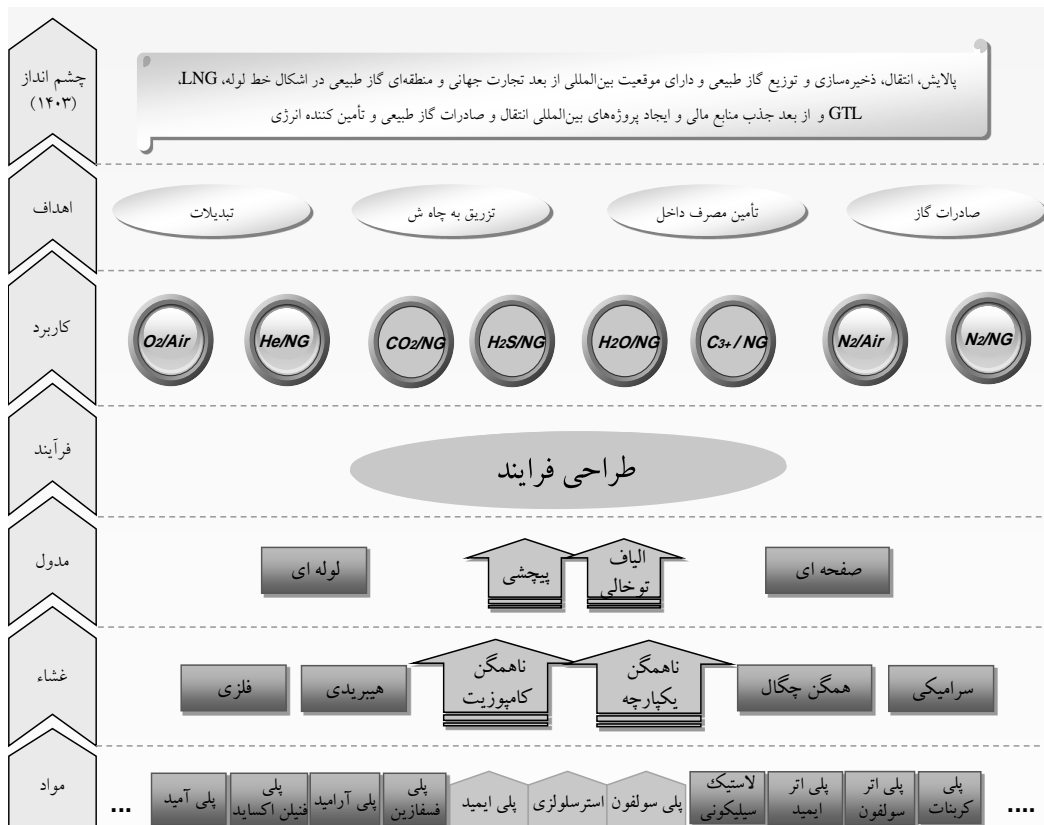
۱۰- نتیجه گیری

در این تحقیق مدلی برای تعیین اولویت های فناوری ارائه شد. مدل ارائه شده با بهره گیری از روش فناوری های حیاتی و ماتریس های فنی، رویکردی تلفیقی را در این زمینه ارائه کرد. رویکرد آینده نگاری و استفاده از روش های آن، همچنین ترکیب روش های کمی و کیفی در ارزیابی فناوری ها از دیگر مزایای مدل ارائه شده می باشد. نتایج پیاده سازی این مدل در صنعت گاز کشور در توسعه و به کارگیری فناوری غشایی نیز ارائه شد. تدوین راهبردهای دستیابی و ارزیابی راه های اکتساب فناوری با استفاده از ماتریس مذکور و ارائه رهنگاشت در سطوح مختلف دستیابی به این فناوری در افق ۱۵ ساله از خروجی های دیگر این کار تحقیقاتی به شمار می آید. توسعه و اصلاح مدل و همچنین به کارگیری آن در سایر صنایع نفت و پتروشیمی در فناوری غشایی می تواند به عنوان تحقیقات آتی در راستای این مقاله مورد توجه قرار گیرد.

^۱ Membrane Research Roadmap



نمودار (۷) نمودار اولویت های تحقیقاتی فناوری غشاء در شرکت ملی گاز



نمودار (۸) مسیر تحقیقات فناوری غشایی در شرکت ملی گاز

اجرا، انتشارات مرکز صنایع نوین.

[۱۶] *UNIDO Technology foresight manual*, vol. ۱, No. ۲.

[۱۷] Khalil T., ۲۰۰۰; *Management of technology: the key to competitiveness and wealth creation*; McGraw Hill.

[۱۷] سیدسیاوش مدائنی س.س.، اسماعیلی م.، ۱۳۸۵؛ "جداسازی گازها با غشاها"؛ کرمانشاه، دانشگاه رازی، ۱۳۸۵.

[۱۸] Karol I. Pelc; *Knowledge mapping: A tool for management of technology*.

[۱۹] Hawkins, R.G., ۱۹۹۲; *Economic evaluation of CSIRO industrial research*; CSIRO Institute.

[۱۹] Lindgren M., ۲۰۰۳; *Scenario planning*; ۱st ed, Great Britain publication.

[۲۰] Little, A. D., ۱۹۸۱; *The strategic management of technology*; European Management Forum, Davos.

[۲۱] Molas J.G., ۲۰۰۱; *Creative balancing: selecting research priorities practices and tools*, SPRU.

[۲۴] Schainker R., ۲۰۰۶; *Program on technology innovation: scenario-based technology R&D strategy for the electric power industry*: Final Report, vol. ۱, No. ۲, *Technical Report*.

Reference

مراجع

[۱] کیه‌زا، ویتوریو، ۱۳۸۴، *راهبرد و سازماندهی تحقیق و توسعه*،

ترجمه سید سپهر قاضی نوری، انتشارات مرکز صنایع نوین .

[۲] گروه آینده‌اندیشی بنیاد توسعه فردا؛ روش‌های آینده‌نگاری فناوری، بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴.

[۳] Porter, M. E., ۱۹۸۰; *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*; Free Press, New York.

[۴] Porter A. et.al., ۱۹۹۸; *Forecasting and management of technology*, John Wiley & Sons.

[۵] Hax A.C., Majluf N.S., ۱۹۹۶; *The Strategy concept and process: A pragmatic approach*, Prentice Hall.

[۶] Booz- A., Hamilton, ۱۹۸۱; *The strategic management of technology*, Outlook, Fallwinter.

[۷] Hamel, G., Heene, A., ۱۹۹۴; *Competence based competition*; John Wiley & Sons, Chichester.

[۸] Hamel, G., Prahalad, C. K., ۱۹۸۹; *Strategic Intel*; *Harvard Business Review*, Vol. ۶۷, No. ۳, pp: ۶۳-۶۷.

[۹] D'Aveni R.A., ۱۹۹۴; *Hypercompetitive rivalries – competing in highly dynamic environments*; Free Press, New York.

[۹] Itami, H., Numagami, T., ۱۹۹۲; "Dynamic interaction between strategy and technology"; *Strategic Management Journal*, No. ۱۳, pp: ۱۱۹ - ۱۳۵.

[۱۰] Chiesa, V., Barbeschi, M., ۱۹۹۴; *Technology strategy in competence-based competition*; Wiley.

[۱۱] Chiesa, V., Coughlan, P., Voss, C. A., ۱۹۹۳; *Innovation as a business process*; Working Paper, London Business School.

[۱۲] باقری مقدم، ن.، ۱۳۸۳، *مطالعات تحلیل جذابیت و تدوین راهبرد توسعه فناوری پیل سوختی در کشور و راهکارهای پیاده‌سازی آن*؛ کمیته راهبری پیل سوختی.

[۱۳] Ghazinoory, S., et.al., ۲۰۰۹; *A new definition and framework for the development of a national technology strategy: The case of nanotechnology for Iran*, Technol. Forecast. Soc. Change.

[۱۴] Figueira, J. et.al., ۲۰۰۵; *Multiple criteria decision analysis*; Springer.

[۱۵] ناظمی امیر، قدیری روح‌اله، ۱۳۸۵؛ *آینده‌نگاری از مفهوم تا*