Volume 5, Number 3, Spring 2013

Journal of

Science & Technology Policy

R&D Projects Portfolio Selection by Developing a Hybrid DEA-BSC Model

Mohammad Abbassi[1*], Maryam Ashrafi[1,2], Amir Saman Kheirkhah[3], Hamid Bonyad[4], Hamidreza Ghorbanzade Karimi[5]

1- Sina Institute for Policy making, Management & Innovation Studies,Tehran, Iran
2- Department of Industrial Engineering and Management Systems, Amirkabir University of Technology,Tehran, Iran
3- Department of Industrial Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4- Research and Technology directorate, National Iranian Gas Company, Tehran, Iran
5- Institute for Trade Studies and Research, Tehran, Iran

Abstract

Although investment in research and development (R&D) is a promising tool for technology centered organizations through achieving their objectives, resource constraints make organizations select between their pool of R&D projects.
Evaluating and selecting research projects are decision makers' continual challenge referring to the importance of research projects alignment with organization strategic objectives. Although financial return is a common criterion applied in many cases of project evaluation, technologic and strategic alignment and project's probability of success are critical criteria.
Project portfolio management is a tool to identify and select projects and to determine to what extent they should be invested and which projects should be stopped in a certain period of time.

In this study, the authors developed ae Data Envelopment Analysis-Balanced Scoreboard (DEA-BSC) model to support the R&D project portfolio evaluation and selection. The study describes the application of the developedproject portfolio selection method to research and development (R&D) projects of the National Iranian Gas Company (NIGC). The R&D project portfolio selection results were evaluated and validate by an expert panel of gas industry.

Keywords: R&D Projects Portfolio, Portfolio Selection, Technology Roadmap, Risk, Data Envelopment Analysis, Balanced Scorecard.

* Corresponding Author: abbassi.md@gmail.com

فصلنامه علمی-پژوهشی

سیاست علم و فناوری

سال پنجم، شماره ۳، بهار ۱۳۹۲

انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه با استفاده از یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها- کارت امتیازی متوازن

محمد عباسی[1*]، مریم اشرفی[1و2]، امیرسامان خیرخواه[3]، حمید بنیاد[4]، حمیدرضا قربانزاده کریمی[5]

۱- موسسه مطالعات سیاست‌گذاری، مدیریت و نوآوری سینا؛ موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

۲- دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت

۳- دانشگاه بوعلی سینا، گروه مهندسی صنایع

۴- شرکت ملی گاز ایران، واحد پژوهش و فناوری

۵- موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

چکیده

اگرچه سرمایه‌گذاری در پژوهش و فناوری یک ابزار مطمئن برای دستیابی به اهداف در سازمان‌های فناوری‌محور است، محدودیت منابع این سازمان‌ها را ناگزیر از انتخاب میان انبوهی از پروژه‌های پژوهش و فناوری می‌سازد. ارزیابی و انتخاب پروژه‌های پژوهشی همواره از دغدغه‌های تصمیم‌گیران بوده است که به اهمیت هم‌راستایی پروژه‌های پژوهشی با اهداف استراتژیک هر سازمان باز می‌گردد. مدیریت سبد پروژه‌ها در واقع تعیین می‌کند که در افق زمانی موردنظر بر روی چه پروژه‌هایی و به چه میزان سرمایه‌گذاری انجام شود، کدام پروژه‌ها متوقف شوند و کدام پروژه‌ها با یکدیگر ادغام شوند. ارزیابی سبد پروژه‌ها یک فرایند اساسی است که پس از تدوین رهنگاشت فناوری سازمان آغاز می‌شود و از خروجی‌های رهنگاشت فناوری به عنوان ورودی‌های فاز تولید پروژه‌های کاندیدا در چرخه مدیریت سبد استفاده می‌کند. در این مقاله، چارچوب ارزیابی سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در قالب ۴ فاز : ۱- تولید پروژه‌های کاندیدا بر مبنای نتایج حاصل از رهنگاشت فناوری و نیازسنجی؛ ۲- ارزیابی پروژه‌ها شامل دسته‌بندی انواع پروژه‌ها و تحلیل ارزش و ریسک آنها برمبنای معیارهای کارت امتیازی متوازن و عدم‌قطعیت؛ ۳- انتخاب سبد بر اساس مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها-کارت امتیازی متوازن (DEA-BSC) و ۴- تنظیم سبد؛ سازمان‌دهی شده است. مدل تحلیل پوششی داده‌ها-کارت امتیازی متوازن به منظور ارزیابی و انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه ارائه شده است. نتایج حاصل از انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه، در یک پانل خبرگی، توسط خبرگان صنعت گاز مورد ارزیابی و اعتبارسنجی قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه، انتخاب سبد، رهنگاشت فناوری، ریسک، مدل تحلیل پوششی داده‌ها، کارت امتیازی متوازن

۱- مقدمه

در هزاره سوم، چالش‌های دشواری برای صنایع پیشرفته فناوری‌محور، ناشی از تغییرات شتابان فناوری و جهانی شدن رقابت پدید آمده است، لذا بنگاه‌های اقتصادی و سازمان‌ها برای بقای خویش نیازمند بکارگیری تحقیق و توسعه به‌عنوان ابزاری برای دستیابی به نوآوری هستند [۱]. این سازمان‌ها نیازمند شناسایی پیشرفت‌های فناورانه حاضر و بالقوه در آینده که بر خدمات و کالاها تاثیر می‌گذارند هستند. کوتاه‌تر شدن چرخه عمر محصولات و نرخ فزاینده هزینه‌ها در پروژه‌های پژوهشی، سازمان‌های با فناوری پیشرفته را مجبور به انتخاب صحیح پروژه‌های پژوهش و فناوری جهت سرمایه‌گذاری نموده است. لذا مفهوم انتخاب و مدیریت سبد[1] به تدریج در

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: abbassi.md@gmail.com

1- Portfolio

حوزه مدیریت پروژه‌های تحقیقاتی و سازمان‌های فناوری‌محور وارد شده و امروزه سازمان‌ها و شرکت‌ها، فناوری‌هایشان را با چنین رویکردی که در آن مجموعه یا زیرمجموعه‌ای از پروژه‌های تحقیق و توسعه در کنار یکدیگر و در ارتباط با یکدیگر ارزیابی می‌شوند، انتخاب می‌کنند [۲].
امروزه تغییرات زیادی در بینش مدیران پروژه ایجاد شده است. آنها پی برده‌اند که صِرفا نظارت بر شاخص‌های پیشرفت پروژه، عامل موفقیت آنها محسوب نمی‌شود و اجرای موفق پروژه‌های یک سازمان به این معنی نیست که آن سازمان یک سازمان موفق در محیط کسب و کار است. اگرچه موفقیت پروژه‌ها به‌عنوان یکی از مزایای رقابتی سازمان‌ها مطرح است، اما غالبا فاقد یک مدل جامع تصمیم‌گیری در انتخاب و اجرای پروژه‌ها هستند. پروژه‌هایی که در برخی سازمان‌ها اجرا می‌شوند، بدون در نظر گرفتن اهداف و راهبردهای سازمان انتخاب می‌شوند. در چنین شرایطی منابع مالی، انسانی و فناورانه سازمان صرف اموری می‌شود که معلوم نیست به واقع در جهت بهبود وضعیت سازمان در محیط کسب و کار موثر باشند، البته مشکل به انتخاب پروژه‌ها محدود نمی‌شود، در این سازمان‌ها پروژه‌ای که آغاز شد به طور حتم باید به پایان برسد و تا زمانی که ضرردهی و فرصت‌سوزی به مرز بحران نرسد، سازمان وضعیت اجرای پروژه را تغییر نمی‌دهد [۲و۳]. این ضرورت‌ها و همچنین ضرورت وجود یک سیستم جامع مدیریتی که ابعاد مختلف سازمان را در برگیرد، سبب شده تا مدیریت سبد پروژه‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از مدیران قرار گیرد. به طور خلاصه مدیریت پروژه اجرای درست کارهاست، در حالی که مدیریت سبد بر اجرای کار درست تاکید دارد [۲].
در مدیریت سبد برخلاف مدیریت پروژه چرخه عمر پروژه با شروع عملیات اجرایی پروژه شروع نشده و با ختم آن نیز پایان نمی‌یابد، بلکه این چرخه از زمانی که ایده جدیدی در سازمان مطرح می‌شود، شروع شده و زمانی خاتمه می‌یابد که سازمان به همه اهداف مالی، راهبردی و سایر منافع تعریف شده دست پیدا کند [۲].
روش واحدی در انتخاب سبد پروژه‌های پژوهشی که مقبولیت عام داشته باشد وجود ندارد. برخی از این تکنیک‌ها عدم‌قطعیت، ریسک و ارتباطات متقابل میان پروژه‌ها را در ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه دخالت نمی‌دهند، درک و کاربرد دسته‌ای دیگر از روش‌ها بسیار مشکل است و در چارچوب یک فرایند سازمان‌یافته قابل استفاده نیستند [۴].
چالش‌های اصلی در تحلیل و انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه عبارتند از [۵]: (۱) چگونگی سنجش عملکرد یا ظرفیت پروژه‌های تحقیق و توسعه و (۲) بهینه‌سازی انتخاب پروژه‌ها با استفاده از تکنیک‌هایی که بسیاری از مواقع دارای معیارهای چندگانه متعارض یا غیرقابل قیاسند. لذا طراحی و پیاده‌سازی یک مدل به منظور ارزیابی و انتخاب پروژه‌های پژوهشی به نحوی که ارزش سبد را مبتنی بر معیارها و اهداف تعریف شده بیشینه کرده و دستیابی سازمان به اهداف رهنگاشت فناوری را تسهیل نماید و کاربرد آن در یک سازمان فناوری‌محور هدف اصلی این مقاله می‌باشد.

۲- پیشینه تحقیق

مفهوم مدیریت سبد اولین بار در سال ۱۹۵۲ از سوی مارکوویتز[1] برای انتخاب سهام مناسب در بورس مطرح شد و از آن زمان تاکنون بیش از۹۰ درصد دانش توسعه یافته در زمینه مدیریت، بهینه‌سازی و انتخاب سبد در زمینه سرمایه‌گذاری در بازارهای بورس بوده است. مفهوم سبد پروژه و فناوری از اواخر دهه ۸۰ میلادی مطرح شده است. از این مفهوم ابتدا برای انتخاب طرح‌های تحقیق و توسعه بهره گرفته شد و در نخستین کاربردها فقط از روش‌هایی چون چک‌لیست‌ها و روش‌های امتیازدهی برای تعیین سبد پروژه استفاده شد، اما به تدریج ابزارها و روش‌های جدیدی در این زمینه توسعه یافت [۲].
معنی ساده این واژه، سبد سرمایه‌گذاری به‌طور عام و سبد سهام به‌طور خاص، عبارت است از ترکیب دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده توسط یک سرمایه‌گذار، اعم از حقیقی یا حقوقی. به لحاظ فنی، یک سبد سرمایه‌گذاری مجموعه کامل دارایی‌های حقیقی و مالی سرمایه‌گذار را در بر می‌گیرد [۳].
در سال ۱۹۵۲، مارکویتز مدلی را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن سبد گردید. مارکویتز به‌صورت کمّی نشان داد

1- Markowitz

که چرا و چگونه متنوع‌سازی سبد می‌تواند باعث کاهش ریسک سبد یک سرمایه‌گذار گردد [۳].

به طور کلی تصمیم‌گیران در هر سطحی اعم از خرد یا کلان برای افزایش اثربخشی و کارایی سرمایه‌های تحت مدیریت خود نیازمند بکارگیری رویکرد سبد به اقلام سرمایه‌ای هستند. این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که میزان برگشت سرمایه (یا زیان منتج از سرمایه‌گذاری) از هر جنس، تابع شرایط و پارامترهای متعددی است که مجموع عوامل تشکیل دهنده شرایط، تعیین کننده منفعت حاصل از سرمایه‌گذاری خواهد بود. در واقع اگر میزان بازگشت حاصل از سرمایه‌گذاری بر روی یک پروژه خاص را یک متغیر تصادفی در نظر بگیریم، توزیع این متغیر تصادفی بسته به ماهیت آن و عوامل اثرگذار بر رشد آن خصوصا عامل زمان، قابل تفسیر است.

تعریفی که در استاندارد مدیریت سبد ارائه شده، آن را مجموعه‌ای از پروژه‌ها (پروژه تلاشی موقتی است که به منظور ایجاد یک محصول یا خدمتی یکتا تعهد می‌شود) و طرح‌ها (طرح، مجموعه‌ای از پروژه‌های مرتبط به هم است که برای کسب منافع بیشتر و کنترل بهتر به صورت گروهی ارائه می‌شوند.) می‌داند که به منظور اثربخشی بیشتر و همچنین دستیابی به اهداف راهبردی به صورت گروهی اداره می‌شوند [۲]. لواین[1] در سال ۲۰۰۵ [۶] با رویکرد توسعه پارادایم مدیریت پروژه به ارائه مفاهیم مدیریت سبد پروژه‌ها پرداخته است. در این کتاب تعاریف مدیریت سبد پروژه‌ها، ضرورت پرداختن به آن و اجزاء و فرآیندهای آن و همچنین تکنیک‌های برنامه‌ریزی و انتخاب سبد تشریح شده است.

در طول چند دهه گذشته روش‌های زیادی، در ارزیابی پروژه‌های پژوهشی استفاده شده‌اند. مدل‌های انتخاب سبد پروژه‌ها را به طور کلی شامل سه دسته روش‌های کمّی، روش‌های کیفی و روش‌های ترکیبی طبقه‌بندی می‌کنند [۷]. در ادامه این روش‌ها به تفکیک مرور خواهد شد.

۲-۱ روش‌های کمّی انتخاب سبد پروژه

اولین مکتب فکری که به‌طور عمده تحت تاثیر بیکر[2]، فریلند[3] و پوند[4] است [۸] و تا اوایل دهه ۱۹۹۰ کاربرد گسترده‌تری داشته است، بر روش‌های کمّی و تخصیص منابع تمرکز دارد. این رویکردها غالبا از نوع برنامه‌ریزی ریاضی ایستا هستند به دلیل عدم توانمندی در مدنظر قرار دادن وجوه پویا در تصمیم‌گیری مورد انتقاد قرار می‌گیرند. مدل‌های کمّی انتخاب سبد را با توجه به رویکردی که دارند می‌توان به شش دسته اصلی (۱) متدهای سنجش سود؛ (۲) برنامه‌ریزی ریاضی؛ (۳) تئوری تصمیم و بازی‌ها؛ (۴) شبیه‌سازی؛ (۵) فراحسی؛ و (۶) اقتباسی از فرایند تصمیم‌گیری واقعی تقسیم نمود [۹].

قاسم‌زاده و آرچر[5][۴] در معرفی چارجوب سازمان یافته در تحلیل و انتخاب سبد پروژه‌ها پیشتاز بوده‌اند. آنها ضمن توسعه یک چارچوب تصمیم‌گیری، از یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح خطی برای انتخاب سبد با هدف بیشینه‌سازی منافع بالقوه پروژه‌ها با مدنظر قرار دادن محدودیت زمانی و هزینه استفاده کرده‌اند. مئاده و پرسلی[6][۱۰] ضرورت انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه به علت محدودیت منابع و حصول اطمینان از همخوانی پروژه‌های انتخاب شده با استراتژی‌های سازمان را بررسی کرده و سپس یک مدل تصمیم فرآیند شبکه تحلیلی به عنوان شکل کلی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه معرفی کرده و آن را در یک شرکت فناوری پیشرفته اجرا کرده‌اند. شهاب‌الدین و همکاران[7][۱۱] یک چارچوب برای ارزیابی و فیلتر اولیه فناوری‌ها، انتخاب فناوری‌ها و کسب یا انتقال آنها ارائه کرده‌اند. در این چارچوب به منظور انتخاب فناوری‌ها دو دسته اصلی از معیارها (نیازمندی‌های فناوری و دستیابی به فناوری) وجود دارد که هریک خود دارای زیرمعیارهایی نیز هستند. مدرس و حسن‌زاده [۱۲] عدم‌قطعیت در پروژه‌های تحقیق و توسعه را مورد توجه قرار داده‌اند و با بکارگیری مفهوم «اختیارات واقعی[8]» یک مدل عددصحیح

1- Levine

2- Baker
3- Freeland
4- Pound
5- Ghasemzadeh and Archer
6- Meade and Pressly
7- Shehabuddeen et al
8- Real Options

صفر و یک به منظور انتخاب سبد پروژه‌های پژوهشی و فناوری با هدف بیشینه‌سازی منافع مورد انتظار توسعه داده‌اند. استامر و هیدنبرگر[1] یک مدل چند هدفه برنامه‌ریزی عدد صحیح با هدف بیشینه‌سازی منافع پروژه‌ها با مدنظر قرار دادن وابستگی و ارتباطات متقابل پروژه‌ها در تابع هدف و محدودیت منابع گسترش داده و سبدهای شدنی را مقایسه و تحلیل کرده‌اند [۱۳]. مرگان و دنیلز[2][۱۴] در صنعت اتومبیل‌سازی و برای انتخاب سبد بهینه فناوری‌های نوین یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح با هدف بیشینه‌سازی سود سرمایه‌گذاری در سبد با مدنظر قرار دادن تقاضا محصولات مختلف مرتبط با فناوری‌ها و محدودیت‌های منابع توسعه داده‌اند. دایم و همکاران[3][۱۵] در سال ۲۰۱۰ یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی با مدنظر قرار دادن استانداردها و ترجیحات تصمیم‌گیران به منظور انتخاب سبد فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر توسعه داده‌اند.

وانگ و هوانگ[4] در سال ۲۰۰۷ [۱۶] با مورد توجه قرار دادن عدم قطعیت در انتخاب سبد فناوری و پروژه‌های تحقیق و توسعه یک مدل فازی صفر و یک به منظور بیشینه‌سازی ارزش سبد توسعه داده‌اند.

هوانگ و همکاران[5] در سال ۲۰۰۸ [۱۷] مساله انتخاب سبد فناوری را به عنوان یک مساله تصمیم‌گیری چندشاخصه مطرح کرده و با توسعه یک مدل فازی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[6] به توسعه ۲۷ معیار ارزیابی سبد پروژه‌های فناوری در در ۴ محور: (۱) صلاحیت علمی و فناوری؛ (۲) منافع بالقوه؛ (۳) معیارهای مربوط به اجرای پروژه‌ها و (۴) ریسک و وزن‌دهی آنها پرداخته‌اند. لینتون و همکاران[7][۱۸] با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پروژه‌های تحقیق و توسعه را به سه دسته قبول، قابل بررسی بیشتر و مردود تقسیم کرده‌اند.

کراکر و همکارانش[8] از شبیه‌سازی برای مدل کردن ریسک در انتخاب سبد فناوری در صنعت حمل و نقل فضایی استفاده کردند [۱۹]. اسمیت و همکارانش[9] در مدلی برای آنالیز سبد از ترکیب تصمیم‌گیری چند معیاره، برنامه‌ریزی ریاضی و شبیه‌سازی مونت کارلو نمودند [۲۰].

۲-۲ روش‌های کیفی انتخاب سبد پروژه

مکتب دوم از روش‌های انتخاب سبد، که تحت تاثیر سودر[10]، منداکویک[11] و گوپتا[12] است [۲۱و۲۲] غالبا از تکنیک‌های کیفی نظیر دیاگرام‌های حبابی و مدل‌های امتیازدهی برای انتخاب و رتبه‌بندی پروژه‌ها استفاده می‌کنند. اغلب پروژه‌های توسعه محصول جدید به ارزیابی مقادیر قابل توجهی اطلاعات کیفی نیاز دارند. چرا که کمّی کردن بسیاری از عوامل بسیار دشوار است و یا ممکن است به نتایج گمراه‌کننده‌ای منتهی شود. این دسته از روش‌ها شامل روش پرسش‌های غربال کننده، روش Q-Sort و روش ماتریسی است [۲۳].

میکلا[13] در [۲۴] از ماتریس سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه استفاده نموده و از طریق این ماتریس مزایای رقابتی یک شرکت در طیف کم تا زیاد با مزایای حاصل از پروژه‌های تحقیق و توسعه پیوند داده است و پروژه‌ها را در حوزه صنایع الکتریکی برحسب اینکه در کدام بخش از این ماتریس قرار بگیرند مورد تحلیل قرار داده است.

باقری مقدم و همکاران [۲۵] نیز ماتریس جذابیت و امکان‌پذیری برای تعیین اولویت‌های تحقیقاتی حوزه‌های کاربردی فناوری غشاء در شرکت ملی گاز استفاده کرده‌اند.

۲-۳ روش‌های ترکیبی انتخاب سبد فناوری

روش‌های کمّی و کیفی مزایای متعددی در کمک به انتخاب پروژه‌های توسعه دارند. در بسیاری از شرکت‌ها تلفیقی از روش‌ها را برای تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری استفاده می‌کنند. روش‌های نموداری و گرافیکی [۲۶]، تحلیل یکپارچه[14]، تحلیل پوششی داده‌ها[15] و برنامه‌ریزی سناریو[1] از جمله روش‌های ترکیبی محسوب می‌شوند.

1- Stummer and Heidenberger
2- Morgan and Daniels
3- Daim et al.
4- Wang and Hwang
5- Hwang et al.
6- Fuzzy-AHP
7- Linton et al.
8- Croker et al
9- Smith et al
10- Souder
11- Mandakovic
12- Gupta
13- Mikkola
14- Conjoint Analysis
15- Data Envelopment Analysis (DEA)

فرضی‌پور[2] در سال ۲۰۰۶ [۲۷] یک مدل ریاضی تصمیم‌گیری برای انتخاب فناوری مبتنی بر رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و با مدنظر قرار دادن داده‌های کیفی و کمّی در رابطه با هریک از فناوری‌ها توسعه داده است. ایلات[3] و همکاران [۲۸] به منظور انتخاب سبد پروژه‌های پژوهشی یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن توسعه داده‌اند. در این مدل از معیارهای چهارگانه کارت امتیازی متوازن (مالی، مشتری، کسب و کار داخلی و یادگیری) به‌عنوان خروجی‌ها در مدل تحلیلی پوششی داده‌ها استفاده شده است و مدل حاصله با رویکرد شاخه و حد حل شده است. ازکان[4] و همکاران [۲۹] در سال ۲۰۱۱ یک چارچوب پشتیبانی تصمیم در مساله انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در حوزه نیمه‌هادی‌ها معرفی کرده‌اند. چارچوب ارائه شده دارای ۳ فاز اصلی است: (۱) تولید سناریوها و آینده‌پژوهی در رابطه با آینده صنعت؛ (۲) بهینه‌سازی با ارائه یک برنامه بهینه‌سازی تصادفی به‌منظور بیشینه‌سازی درآمد مورد انتظار و با در نظر گرفتن ریسک، وابستگی متقابل محصولات، ظرفیت و منابع در دسترس (۳) پالایش به منظور گنجاندن دیدگاه‌های مدیریتی در خروجی حاصل.

همانطور که مرور پژوهش‌های انجام شده در حوزه ارزیابی و انتخاب سبد پروژه‌های پژوهشی نشان می‌دهد با توجه به مزایا، معایب و تفاوت‌های انواع روش‌ها، ضروری است انتخاب روش برحسب عوامل مختلف محیطی، داده‌های مورد نیاز و داده‌های در دسترس، هزینه و دقت مورد نیاز، ساختار سازمانی و حتی تصمیم‌گیران مشارکت‌کننده در فرایند صورت گیرد. نکته دیگر آنکه در انتخاب پروژه‌های پژوهشی به دلیل ماهیت عدم قطعی آن‌ها، مدنظر قرار دادن عدم‌قطعیت و ریسک به نتیجه رسیدن پروژه‌ها در متناسب‌سازی روش انتخابی برای بکارگیری در مورد پروژه‌های پژوهشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

محور دیگری که در مدل‌ها و روش‌های توسعه یافته برای انتخاب سبد پروژه‌های پژوهشی کمتر مورد توجه قرار گرفته است، ارزیابی و رتبه‌بندی پروژه‌های پژوهشی با توجه به انواع این پروژه‌هاست چراکه معیارهای ارزیابی یک پروژه پژوهشی راهبردی که آثار آن در بلندمدت ظاهر می‌شود با یک پروژه کاربردی متفاوت خواهد بود.

۳- چارچوب ارزیابی سبد پروژه‌های پژوهشی

مدیریت سبد پروژه‌ها یک فرایند تصمیم‌گیری با هدف تخصیص بهینه منابع میان انواع پروژه‌ها در سازمان است. انتخاب سبد پروژه‌ها، یک فرایند مشتمل بر مراحل متعدد مرتبط با هم است که صرفا به ارزیابی و امتیازدهی پروژه‌ها محدود نمی‌شود [۴]. از جمله رویکردهای مهم در ادبیات مدیریت فناوری می‌توان رویکردهای رهنگاشت فناوری، استراتژی فناوری را نام برد. اما در این مطالعه رویکرد غالب، سبد فناوری است که علاوه بر پذیرش منطق رهنگاری که فناوری را زیربنای دستیابی به اهداف سازمانی می‌شناسد، در سطوح پایین‌تر قادر به شناسایی گزینه‌های مختلف برای سرمایه‌گذاری و در نتیجه ارائه راه‌حل تفصیلی برای مسأله مدیریت فناوری در سطح بخش یا بنگاه می‌باشد.

مبنای اصلی در تحقیق حاضر پرداختن به صورت مسأله از جنبه‌های کمّی- کیفی با بکارگیری روش‌های ترکیبی انتخاب سبد و با استفاده از ابزارهای کیفی مانند کارت امتیازی متوازن، پنل‌های خبرگی و پرسشنامه و ابزارهای کمّی نظیر تحلیل‌های آماری و بهینه‌سازی است. از این رو تلاش شده است تا با استفاده از ورودی‌های کیفی، از روش‌های کمّی به منظور حصول به نتایج استفاده شود.

در این مقاله یک چارچوب یکپارچه ارزیابی پروژه‌های پژوهشی با رویکرد نظریه سیستم و با استفاده از نتایج رهنگاشت فناوری توسعه یافته است. بر اساس نظریه سیستم، در چارچوب نظام‌مند ارزیابی و انتخاب سبد، هریک از اجزا و عناصر سیستم، ورودی‌های مورد نیاز سایر اجزا را در یک فرایند چند مرحله‌ای فراهم می‌نماید. مراحل این فرایند به‌گونه‌ای سازمان‌دهی شده که از دسته‌بندی پروژه‌های تحقیق و توسعه تا انتخاب معیارهای مناسب و در نهایت مدل‌سازی و حل مدل به منظور دستیابی به سبد فناوری‌های مناسب برای سرمایه‌گذاری در هر صنعت مبتنی بر فناوری با انجام

1- Scenario Planning
2- Frazipoor
3- Eilat
4- Ozkan

اصلاحاتی برای متناسب‌سازی معیارهای ارزیابی قابل اجرا و به کارگیری است. این فرایند چندمرحله‌ای از بکارگیری نتایج رهنگاشت فناوری و تولید پروژه‌های تحقیق و توسعه کاندیدا تا ارزیابی و رتبه‌بندی پروژه‌ها و توسعه یک سبد متوازن را در برمی‌گیرد. این چارچوب در شکل ۱ نشان داده شده است. چارچوب توسعه یافته به منظور تاکید بر ماهیت پویای آن و اهمیت پایش، کنترل و بروزرسانی پورتفولیو به صورت دوره‌ای به صورت یک چرخه نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است این چارچوب تصمیم‌گیری دارای اجزاء اصلی ذیل است:

۱) فاز تولید پروژه‌های کاندیدا: به منظور شناسایی کلیه گزینه‌های ارزشمند و نوآور، ۲ دسته ورودی مورد استفاده قرار گرفت: (۱) نتایج حاصل از رهنگاشت فناوری سازمان و (۲) نتایج حاصل از نیازسنجی. ویلیارد[1] و مک کلیز[2][۳۰] معتقدند رهنگاشت فناوری که به منظور توصیف بازار، برنامه‌ریزی برای توسعه فرایند و محصولات، توسعه ظرفیت‌های فناورانه و تحلیل منابع بکار می‌رود، در مسیر تکنیک‌های انتخاب سبد می‌تواند به مدیران راهبردی در ارزیابی این موضوع که آیا سبد انتخاب شده، پشتیبانی کافی را از رشد بلندمدت سازمان و دستیابی به اهداف ترسیم شده در رهنگاشت فناوری سازمان به عمل می‌آورد، کمک نماید. به عبارت دیگر، فرایند انتخاب و ارزیابی سبد باید دارای پیوند تنگاتنگ با اهداف رهنگاشت فناوری سازمان باشد تا سازمان را در دستیابی به اهداف مورد انتظار، پشتیبانی کند. آراستی و همکاران [۳۱] انتخاب سبد فناوری و تخصیص منابع به آنها را یکی از مؤلفه‌های اصلی راهبرد فناوری می‌دانند. از آنجاکه رهنگاشت فناوری و ارزیابی سبد به نوعی مکمل یکدیگرند، یکپارچه‌سازی این دو فرصتی برای بهبود نتایج هر دو فرایند است، چراکه از یک سو صرفا تدوین رهنگاشت فناوری به سبدی از پروژه‌های تحقیق و توسعه منجر نمی‌شود و از سوی دیگر انتخاب سبد پروژه‌ها نیازمند فهرستی از پروژه‌های آینده‌محور و منطبق بر راهبردهای سازمان، به عنوان ورودی است. در واقع مدیریت سبد پروژه‌ها، ارزیابی، انتخاب و کنترل مجموعه پروژه‌های سازمان را بر مبنای برنامه‌های راهبردی سازمان در حوزه مورد نظر دربرمی‌گیرد. در نتیجه با تضمین همخوانی پروژه‌ها با اهداف راهبردی سازمان، به بیشینه‌سازی ارزش سبد پروژه‌ها بر اساس اهداف و معیارهای تعریف شده و استفاده کارا از منابع کمک می‌کند [۳۲].

۲) فاز ارزیابی پروژه‌ها: این فاز شامل دو مرحله اصلی است: (۱) مرحله دسته‌بندی که طی آن پروژه‌های تحقیق و توسعه بر مبنای مشخصات و ویژگی‌هایشان دسته‌بندی می‌شوند و به هر دسته وزنی تخصیص می‌یابد. همچنین از این طریق امکان توسعه معیارهای مناسب ارزیابی برای هر دسته نیز فراهم می‌شود و (۲) مرحله تحلیل پروژه‌ها به صورت انفرادی که در این مرحله، ارزش و ریسک هر یک از پروژه‌ها در چارچوب مدل کارت امتیازی متوازن بر اساس مجموعه‌ای از معیارهای کمّی، با استفاده از داده‌های تاریخی و دیدگاه خبرگان و متخصصین ارزیابی می‌شوند. برخی ارزش‌های مثبت و منفی در تحلیل پروژه‌ها، سود و ضرر تخمین زده شده برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های موردنظر، تاثیر بر رشد یا رکود اقتصادی. منافع یا هزینه‌های اجتماعی پروژه‌ها نام برده شده‌اند [۳۳]. در این مقاله، بخشی از ارزش‌های سبد از راهبردها و برنامه پنج‌ساله توسعه شرکت گاز استخراج شده اند.

۳) فاز انتخاب سبد پروژه‌ها: این فاز شامل دو مرحله است: (۱) رتبه‌بندی پروژه‌ها که در این مرحله پروژه‌ها بر اساس امتیازات کسب شده در انواع معیارها و وزن معیارها نسبت به یکدیگر، اولویت‌بندی می‌شوند و (۲) یافتن سبد بهینه پروژه‌ها که در این مرحله از یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها-کارت امتیازی متوازن (DEA-BSC) استفاده شده است.

۴) فاز تنظیم سبد پروژه‌ها: نتیجه نهایی کار باید یک سبد پروژه باشد که اهداف سازمان را به صورت بهینه یا نزدیک به بهینه محقق سازد. این موضوع غالبا از طریق

1- Willyard
2- Mc Clees

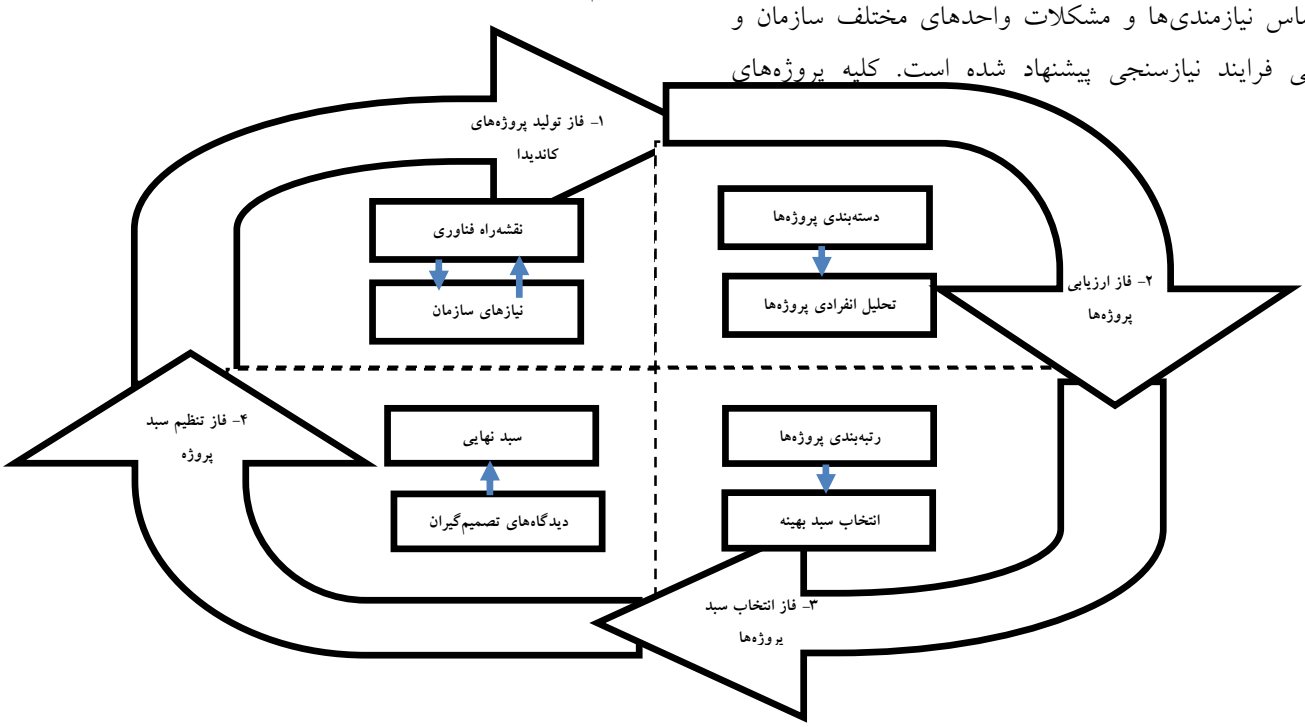
ایجاد برخی اصلاحات و تنظیمات با وارد کردن نظرات تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران ارشد انجام می‌شود. به‌عبارت دیگر پس از انتخاب سبد در این فاز امکان تجدیدنظر در نتایج، بر اساس دیدگاه‌ها و قضاوت‌های راهبردی فراهم می‌شود.

۴- ارزیابی سبد در چارچوب کارت امتیاز متوازن

در فرایند انتخاب سبد پروژه‌ها، تصمیم‌گیران با حجم انبوهی از اطلاعات و انتظارات حتی متعارض روبرو هستند که گنجاندن همه آنها در قالب یک مدل یگانه ارزیابی ممکن است مدل را پیچیده و بکارگیری آن را عملا غیرممکن سازد. به منظور تسهیل فرایند ارزیابی سبد، فرایند کار به صورت چند مرحله‌ای و به‌گونه‌ای سازمان یافته که پروژه‌ها بر مبنای چارچوب ارائه‌شده و بر طبق مدل توسعه‌یافته ارزیابی شوند. پس از حصول نتایج تدوین رهنگاشت فناوری سازمان، مرحله تولید پروژه‌های کاندیدا بر اساس همخوانی با اهداف ترسیم شده در این رهنگاشت شروع می‌شود. کانال دوم شناسایی پروژه‌های کاندیدا، استخراج پروژه‌هایی است که بر اساس نیازمندی‌ها و مشکلات واحدهای مختلف سازمان و طی فرایند نیازسنجی پیشنهاد شده است. کلیه پروژه‌های استخراج شده طی این دو مرحله به عنوان ورودی انتخاب سبد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۱ ارزیابی اولیه

یکی از وجوه بسیار پر اهمیت ارزیابی پروژه‌ها، همخوانی و تناسب ابزار بکار گرفته شده با نوع و ماهیت پروژه‌هاست [۳۴]. در این پژوهش با مدنظر قرار دادن ماهیت پروژه‌های تحقیق‌وتوسعه سازمان، این پروژه‌ها به سه دسته (۱) پروژه‌های پژوهشی کاربردی؛ (۲) پروژه‌های توسعه فناوری؛ و (۳) مطالعات راهبردی تقسیم‌بندی شدند. سپس ترجیحات نسبی این دسته‌ها نسبت به یکدیگر بر اساس نظر خبرگان تخمین زده شد. این نوع دسته‌بندی، امکان بکارگیری مناسب‌ترین ابزارها را در مراحل ارزیابی پروژه‌ها و همچنین وزن‌دهی معیارها بر اساس هر دسته از پروژه‌های پژوهشی را فراهم کرد. پس از دسته‌بندی پروژه‌های تحقیق‌وتوسعه، بررسی و فیلتر اولیه پروژه‌ها که شامل ارزیابی پروژه‌ها بر اساس برخی معیارهای ساده و کیفی و حذف برخی پروژه‌های ناموفق در دستیابی به حداقل‌های موردنظر است، انجام خواهد شد.



شکل ۱) چارچوب تحلیل سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه

۴-۲ کارت امتیازی متوازن

یکی از وظایف اصلی تصمیم‌گیران در هر سازمانی استخراج اطلاعات مربوط به بازده مورد انتظار پروژه‌های کاندیدا پیش از سرمایه‌گذاری روی آنها و با هدف بیشینه‌سازی ارزش سبد، برقراری تعادل و حمایت از استراتژی سازمان است [۱۹و۳۴]. بنابراین یکی از چالش‌های اصلی تکنیک‌های انتخاب سبد، انتخاب معیارها و شاخص‌های مناسب است [۲]. اگرچه فیلتر اولیه پروژه‌ها تصویری از میزان جذابیت پروژه‌های موردنظر ارائه می‌دهد، استفاده از معیارهای کمّی جهت ارزیابی ریسک و بازده پروژه ضروری است [۳۴].

در این مقاله از چارچوب کارت امتیازی متوازن به عنوان یک ابزار ارزیابی مشتمل بر مجموعه‌ای از معیارها استفاده شده است. کارت امتیازی نه تنها یک ابزار اندازه‌گیری عملکرد فراگیر و یکپارچه است بلکه یک سیستم مدیریتی با رویکرد جدید مدیریت استراتژیک می‌باشد که در دهه ۱۹۹۰ معرفی شد. این مدل یک مجموعه متنوع از شاخص‌های عملکرد را در چهار گروه ارائه می‌دهد که شامل شاخص‌های عملکرد مالی، شاخص‌های ارتباط با مشتری، شاخص‌های فرآیند داخلی کسب و کار و شاخص‌های رشد و یادگیری می‌باشد. در واقع کارت امتیازی متوازن چارچوبی برای تبدیل چشم‌انداز سازمان به مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکرد در چهار حوزه می‌باشد. شاخص‌های مورد استفاده در ارزیابی طرح‌های پژوهشی شرکت ملی گاز در چارچوب کارت امتیازی متوازن و با مد نظر قرار دادن ماهیت غیرقطعی طرح‌های پژوهشی، برقراری تعادل میان سه دسته پروژه‌های تحقیق و توسعه در طراحی شاخص‌ها و ایجاد همخوانی میان این شاخص‌ها و شاخص‌های ارزیابی طرح‌های جاری و آتی وزارت نفت طراحی شد. فهرست شاخص‌های پیشنهادی به همراه طیف مدنظر در سنجش آنها در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که در این جدول نشان داده شده است، شاخص‌های طراحی شده در چارچوب کارت امتیازی متوازن و عدم قطعیت، شامل پنج دسته می‌شود که هریک از این دسته‌ها خود مشتمل بر تعدادی شاخص است:

جدول ۱) شاخص‌ها و معیارهای ارزیابی بر مبنای کارت امتیازی متوازن

BSC	شاخص	طیف اندازه‌گیری
جنبه مالی	*تخمین جریان مالی (IRR)*	۱- زیر ۱۰٪
		۴- بین ۱۰٪ تا ۱۵٪
		۷- بین ۱۵٪ تا ۲۰٪
		۱۰- بیش از ۲۰٪
	نحوه تامین مالی	۱- فاقد اعتبار
		۴- از محل سهم پژوهش و فناوری مصوب
		۷- طرح‌های توسعه‌ای (از محل سهم پژوهش و فناوری در سرمایه‌گذاری‌های داخلی)
		۱۰- طرح‌های توسعه‌ای (از محل سهم پژوهش و فناوری در سرمایه‌گذاری‌های خارجی)
جنبه مشتری	*ارتباط با برنامه پنجساله تحقیق و توسعه صنعت گاز (برگرفته از رهنگاشت)*	۱- غیر مرتبط
		۴- نیمه مرتبط
		۷- مرتبط
		۱۰- کاملا مرتبط
	تاثیر در ارتقاء بهره‌وری شرکت‌های بهره‌بردار	۱- تاثیر بسیار محدود، بدون صدمه قابل توجه در صورت حذف طرح
		۴- تاثیر نسبتا کم مالی و رقابتی
		۷- تاثیر قابل ملاحظه، جبران سخت در صورت حذف یا اجرای ناموفق طرح
		۱۰- دستیابی به اهداف و استراتژی‌ها به این طرح وابسته است
	نیاز شرکت‌های بهره‌بردار	۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰
		بسیار کم ◄——► بسیار زیاد

BSC	شاخص	طیف اندازه‌گیری
جنبه داخلی - کسب و کار	*دستاورد تجاری طرح*	۱- بازار بالقوه ضعیفی دارد.
		۴- بازار بالقوه خوبی دارد.
		۷- بازار بالفعل ضعیفی دارد.
		۱۰- بازار بالفعل خوبی دارد.
	درصد پیشرفت فیزیکی	۰- ۰٪
		۱- کمتر از ۲۰٪
		۴- بین ۲۰٪ تا ۵۰٪
		۷- بین ۵۰٪ تا ۷۰٪
		۱۰- بیش از ۷۰٪
	هم‌افزایی با سایر طرح‌ها و فعالیت‌ها	۱- محدود
		۴- نتایج طرح با انجام اصلاحاتی قابل بکارگیری برای مقاصد دیگری است
		۷- قابل انطباق و بکارگیری در حوزه‌های متعدد دیگر
		۱۰- قابل بکارگیری در بسیاری از حوزه‌های دیگر به صورت گسترده
جنبه یادگیری و رشد	*نوع دستاورد حاصله*	۱- مقاله
		۲- تولید آزمایشگاهی، ثبت اختراع
		۴- دانش حل یک مشکل عملیاتی یا راهبردی یا تدوین استاندارد
		۷- افزایش تولید صنعتی محصول و تولید ارزش افزوده
		۱۰- تولید صنعتی محصول جدید، دانش فنی مهندسی پایه و واحد نیمه صنعتی
	ایجاد زیرساخت برای طرح‌های بعدی	۱- بن‌بست
		۴- فرصت‌هایی برای تعمیم
		۷- قابلیت برای طیف متنوعی از طرح‌ها
		۱۰- گشودن زمینه‌های فنی و تجاری نوین
	تاثیر بر حل مشکلات ناشی از تحریم	۱- تاثیر بسیار محدود یا خیلی دراز مدت
		۴- تاثیر نسبتا کم
		۷- تاثیر قابل ملاحظه
		۱۰- دستیابی به اهداف و استراتژی‌ها به این طرح وابسته است
جنبه عدم قطعیت	*ریسک فنی طرح*	۱- مطالعات اولیه انجام گرفته است. ریسک این طرح بسیار بالا است (بیش از ۸۰٪)
		۲- مطالعات امکانسنجی انجام گرفته است. ریسک اجرای طرح بالاست (بین ۵۵٪ تا ۸۰٪)
		۴- امکانسجی و طراحی پایه انجام شده است. ریسک اجرای طرح متوسط است (بین ۳۵٪ تا ۵۵٪)
		۷- طرح تفصیلی انجام شده است. ریسک اجرای طرح کم است (بین ۱۵٪ تا ۳۵٪)
		۱۰- ساخت کالا و تجهیزات انجام شده است. طرح دارای ریسک اجرای بسیار پایینی است (کمتر از ۱۵٪)
	تاثیر مسائل قانونی و زیست‌محیطی بر طرح	۱- منفی
		۴- خنثی
		۷- تا حدی مطلوب
		۱۰- مثبت
	میزان تاثیرپذیری از تحریم	۱- تاثیرپذیری بسیار زیاد و تحت تاثیر قرار دادن دستیابی به اهداف طرح
		۴- تاثیر قابل ملاحظه، جبران سخت
		۷- تاثیر نسبتا کم مالی و رقابتی
		۱۰- تاثیر بسیار محدود، بدون صدمه قابل توجه
	کوتاه بودن زمان اجرا	معکوس تعداد ماه‌های پیش‌بینی شده
	دسترسی به مجری با تجربه و صاحب صلاحیت	۱- عدم دسترسی به مجری دارای صلاحیت
		۴-محدودیت نسبی در دسترسی به مجری واجد صلاحیت
		۷- تقریبا در دسترس
		۱۰- کاملا در دسترس

(۱) جنبه مالی شامل دو شاخص *تخمین جریان مالی* و *نحوه تامین مالی* می‌باشد. از آنجا که فراهم بودن منابع مالی یکی از عوامل اصلی در فراهم‌سازی امکان اجرای طرح‌ها محسوب می‌شود، کارفرما در شروع طرح‌هایی که دارای اعتبار مصوب از محل سهم پژوهش و فناوری یا منابع دیگر است با آزادی عمل بیشتری اقدام می‌نماید. لذا این نوع از طرح‌ها از امتیاز بالاتری برخوردار خواهند بود.

(۲) جنبه مشتری شامل سه شاخص می‌باشد. ازآنجاکه طرح‌های مورد توجه در فرآیند اولویت‌بندی شامل سه دسته راهبردی، توسعه فناوری و کاربردی شرکت‌ها است، در رابطه با شاخص‌های جنبه مشتری هر طرح با توجه به قرار گرفتن در دسته مربوطه در یک یا دو شاخص امتیاز بالایی کسب خواهد کرد. اولین شاخص *ارتباط با برنامه پنجساله تحقیق و توسعه صنعت گاز* است. در این شاخص عمدتا طرح‌های راهبردی و طرح‌های توسعه فناوری حائز اهمیت بالاتری خواهند بود. شاخص دوم عبارتست از *تاثیر در ارتقاء بهره‌وری شرکت‌های بهره‌بردار*. در این شاخص عمدتا طرح‌های توسعه فناوری برحسب نوع تاثیراتی که بر شرکت‌های بهره‌بردار خواهند گذاشت طبقه‌بندی خواهند شد و نهایتا شاخص سوم *نیاز شرکت‌های بهره‌بردار* است. عمدتا طرح‌های کاربردی که با توجه به نیازها و مشکلات شرکت‌ها تعریف شده‌اند در این شاخص امتیاز بالاتری خواهند داشت.

(۳) جنبه داخلی- کسب و کار نیز شامل سه شاخص می‌باشد: *دستاورد تجاری طرح* اولین شاخص در این جنبه از چارچوب کارت امتیازی متوازن است که طرح‌ها را به لحاظ تاثیراتی که در کسب سهم بازار خواهند داشت، مورد سنجش قرار می‌دهد. لذا هرچه طرحی سهم بیشتری در تغییر سهم بازار در سطح ملی و منطقه‌ای به نفع شرکت ملی گاز داشته باشد، از امتیاز بالاتری برخوردار خواهد بود. دومین شاخص *درصد پیشرفت فیزیکی* می‌باشد. ازآنجاکه کلیه طرح‌هایی که به عنوان کاندیدا در فرآیند اولویت‌بندی شرکت خواهند کرد در وضعیت یکسانی به لحاظ پیشرفت و اجرایی شدن قرار ندارند و هدف تنها انتخاب طرح‌های دارای اولویت نیست بلکه به نوعی مدیریت کلیه طرح‌ها است، درصد پیشرفت فیزیکی طرح‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است، چرا که نسبت به طرح‌هایی که هنوز شروع نشده‌اند منابع مالی و انسانی صرف اجرای آن‌ها شده است و در اولویت پایین قرار گرفتن آن‌ها به معنی اتلاف آن منابع است. شاخص سوم از این جنبه عبارتست از *هم‌افزایی با سایر طرح‌ها و فعالیت‌ها*. در نظر گرفتن طرح‌ها و پروژه‌های حائز اولویت بالا به عنوان یک سبد، ضروری می‌سازد که وابستگی متقابل بین آنها را مدنظر قرار دهیم. به عبارت دیگر ترجیح بر این است که طرح‌هایی در برنامه پنج‌ساله اجرا شوند که اثر مثبتی بریکدیگر دارند و دستاوردهای یکدیگر را تقویت می‌کنند.

(۴) جنبه یادگیری و رشد نیز شامل سه شاخص می‌باشد. اولین شاخص از این مجموعه *نوع دستاورد حاصله* است. به طور کلی دستاوردهای حاصله در ۵ دسته: (۱) مقاله، (۲) تولید آزمایشگاهی و ثبت اختراع، (۳) دانش حل یک مشکل عملیاتی یا راهبردی یا تدوین استاندارد، (۴) افزایش تولید صنعتی محصول و تولید ارزش افزوده و (۵) تولید صنعتی محصول جدید، دانش فنی مهندسی پایه و واحد نیمه صنعتی طبقه‌بندی شدند. *ایجاد زیرساخت برای طرح‌های بعدی* دومین شاخص در جنبه یادگیری و رشد است. سومین شاخص در این جنبه عبارتست از *تاثیر بر حل مشکلات ناشی از تحریم*. از آنجاکه مدل مورد استفاده باید به نوعی متناسب با شرایط باشد و یکی از تهدیدهای مبتلابه شرکت ملی گاز در این مقطع زمانی تحریم است، لذا طرح‌هایی که بتواند به کارفرما در حل مشکلات ناشی از تحریم کمک کند در اولویت قرار خواهند گرفت.

(۵) جنبه عدم‌قطعیت: این دسته از شاخص‌ها با توجه به ویژگی‌های طرح‌های پژوهشی و شرایط محیطی به ۴ جنبه مورد استفاده در کارت امتیازی متوازن افزوده شده است. این جنبه شامل ۵ شاخص می‌باشد: اولین شاخص *ریسک فنی طرح* است. منظور از این شاخص عدم قطعیت‌هایی است که کارفرما در ارزیابی میزان توفیق آتی طرح با آن مواجه است. دومین شاخص در این مجموعه *تاثیر مسائل قانونی و زیست‌محیطی بر طرح* می‌باشد، چراکه کارفرما در اجرای طرح‌های برنامه‌ریزی شده، ملزم به در نظر گرفتن ملاحظات قانونی و زیست‌محیطی است. *میزان تاثیرپذیری از تحریم* سومین شاخص در جنبه عدم قطعیت است. از آنجاکه آثار تحریم بر روند اجرای طرح‌ها می‌تواند بسیار محسوس باشد، تحریم به نوعی دیگر به عنوان شاخصی در جنبه عدم قطعیت نیز مورد توجه قرار گرفته است. بدیهی است هرچه میزان

تاثیرپذیری طرحی از تحریم بیشتر باشد، عدم قطعیت‌هایی که کارفرما در اجرا، ارزیابی و بهره‌برداری طرح با آنها روبروست فزونتر خواهد بود. شاخص چهارم عبارتست از *کوتاه بودن زمان اجرا*. کنترل، مدیریت و کسب داده و اطلاعات در رابطه با طرح‌هایی که دارای مدت زمان طولانی هستند نسبت به دیگر طرح‌ها از پیچیدگی بیشتری برخوردار است و کارفرما را با عدم قطعیت بیشتری مواجه خواهد ساخت، لذا امتیاز طرح‌ها در این شاخص برابر با معکوس زمان اجرای آنها در نظر گرفته شده است. نهایتا آخرین شاخص *دسترسی به مجری با تجربه و صاحب صلاحیت* می‌باشد. در رابطه با این شاخص از خبرگان درخواست شد در رابطه با هر طرح با توجه به شناختی که از توانمندی‌ها و تخصص مورد نیاز برای آن طرح دارند، در رابطه با دسترس‌پذیری مجریانی با صلاحیت مورد نیاز اظهارنظر نمایند.

۵- توسعه مدل ترکیبی انتخاب سبد

در این مرحله از یک مدل ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها به منظور رتبه‌بندی و انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه استفاده شد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها یک روش ناپارامتری سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری است که نخستین‌بار توسط چارنز[1]، کوپر[2] و رودز[3] با عنوان CCR معرفی شد [۳۵]. تحلیل‌پوششی‌داده‌ها شامل مجموعه‌ای از مدل‌ها با مفروضات مختلف در رابطه با روابط ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای مختلف تصمیم‌گیری است [۳۶]. مدل اولیه CCR صرفا در مواردی که واحدهای تصمیم‌گیری دارای بازده ثابت به مقیاس[4] هستند، قابل کاربرد است [۳۵]. لذا مدل تعمیم‌یافته CCR توسط بنکرز[5]، چارنز و کوپر (BCC) به منظور کاربرد در رابطه با واحدهای تصمیم‌گیری دارای بازده متغیر به مقیاس توسعه یافت. در ادامه نوآوری‌های روش‌شناسی در این زمینه منجر به توسعه مدل CCR-BCC نیز شد [۳۵].

تحلیل پوششی داده‌ها، روش ارزیابی یک پروژه احتمالی با استفاده از معیارهای چندگانه‌ای است که ممکن است از واحدهای اندازه‌گیری متفاوت برخوردار باشند. تحلیل پوششی داده‌ها از برنامه‌ریزی خطی برای تلفیق ملاک‌های اندازه‌گیری و ایجاد یک مرز کارایی[6] فرضی استفاده می‌کند که بیانگر بهترین عملکرد در مورد هر ملاک است. این روش سپس فاصله‌ای را که هر پروژه از این مرز فرضی دارد را اندازه می‌گیرد و بدین وسیله یک مقدار در رابطه با کارایی بدست می‌آید. این مقادیر برای رتبه‌بندی ترتیبی پروژه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. مزیت اصلی این تحلیل آن است که با استفاده از انواع متعدد ملاک‌های اندازه‌گیری مقایسه بین پروژه‌ها را میسر می‌سازد. البته نتایج آن به اعتبار داده‌های مورد استفاده، معتبر است و این مسئولیت مدیران است که مشخص کنند کدام ملاک‌ها از همه مهم‌تر هستند تا در تحلیل گنجانده شوند و باید مدیران ضامن دقت ملاک‌ها باشند [۲۸و۳۷].

در مقاله حاضر، از مدل اولیه تحلیل پوششی داده‌ها با عنوان CCR استفاده شده است و نوآوری اصلی این پژوهش، یکپارچه‌سازی آن با ساختار مدل کارت امتیازی متوازن، مدنظر قراردادن عدم قطعیت مبتلابه پروژه‌های تحقیق و توسعه در معیارهای ارزیابی و تنظیم معیارها با توجه به انواع این پروژه‌ها است. مقادیر ورودی مدل، بودجه تخمینی و منابع انسانی مورد نیاز هر پروژه (جدول ۲) است و مقادیر خروجی نیز شامل معیارها و شاخص‌های معرفی شده در جدول ۱ است.

جدول ۲) شاخص‌های ورودی مدل شامل بودجه تخمینی و منابع انسانی مورد نیاز

ورودی مدل	شاخص	طیف اندازگیری
منابع	پیش‌بینی بودجه مورد نیاز	میلیون ریال
	حجم نیروی کارشناسی مورد نیاز در مدیریت پژوهش و فناوری (نفر)	۱- کمتر از ۰٫۵ نفر
		۴- بین ۰٫۵ تا ۱ نفر
		۷- بین ۱ تا ۲ نفر
		۱۰- بیش از ۲ نفر

1- Charnes
2- Cooper
3- Rhodes
4- Constant Return to Scale
5- Bankers
6- Efficiency Frontier

ساختار کارت امتیازی متوازن از طریق مجموعه‌ای از محدودیت‌های تعادل مربوط به قید وزنی[1] با مدل تحلیل پوششی داده‌ها، یکپارچه شده است. به طور خاص، این محدودیت‌ها از روش قید وزنی تناسبی پیروی می‌کند که توسط ونگ[2] و بیزلی[3] معرفی شده است [۳۸]. مدل CCR عبارتست از:

$$\max_{u,v} \frac{\sum_r \mu_r y_{r0}}{\sum_i v_i x_{i0}} \quad (1)$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_i \mu_i y_{ij}}{\sum_i v_i x_{ij}} \le 1 \quad \forall j, \quad (2)$$

$$\mu_r \ge \varepsilon \quad (3),$$

$$v_i \ge \varepsilon \quad (4)$$

این مدل کارایی نسبی یک پروژه مانند $P0$ را به عنوان نرخی در طیفی بین مجموع وزن‌دار خروجی‌های آن $(\sum_r \mu_r y_{r0})$ و مجموع وزن‌دار ورودی‌های آن $(\sum_r \mu_r y_{r0})$ تعریف می‌کند. متغیرهای $\mu_r > 0$ و $v_i > 0$ به صورتی تعریف می‌شوند که پروژه موردنظر به بهترین شکل معرفی شود [۳۸]. ثابت ε یک عدد کوچک مثبت است که به عنوان خد پایین متغیرها عمل می‌کند.

فرمولاسیون کسری در مدل فوق به فرمولاسیون برنامه‌ریزی خطی معادل آن که با عنوان مدل CCR ورودی‌گرا شناخته می‌شود [۳۶]، تبدیل می‌شود. همچنین محدودیت‌های تعدل افزوده شده به مدل CCR عبارتند از:

$$\sum_{l=1}^{l_0} \left(\sum_{i \epsilon C_l} \mu_i y_{ij} \Big/ \sum_{i \epsilon C_0} \mu_i y_{ij} \right) = 1 \quad \forall j \quad (5),$$

$$L_{C_l} \le \sum_{i \epsilon C_l} \mu_i y_{i0} \Big/ \sum_{i \epsilon C_0} \mu_i y_{i0} \le U_{C_l} \quad \forall l \quad (6)$$

که در آن C_0 مجموعه کل خروجی‌ها و C_l بعد l ام از ابعاد کارت امتیازی متوازن از مجموعه خروجی‌ها است. با گنجاندن معیارهای کارت امتیازی متوازن در مدل تحلیل پوششی داده‌ها، امکان ارزیابی انفرادی پروژه‌ها و مقایسه معنادار آنها را در فرایند انتخاب سبد فراهم می‌شود. لذا با بکارگیری این مدل و استفاده از داده‌های موجود و نظرات خبرگان برای ارزیابی ابعاد مختلف چارچوب کارت امتیازی متوازن و ریسک مرتبط با پروژه‌ها، پروژه‌ها بر اساس فاصله‌شان از مرز کارایی رتبه‌بندی شدند. نتیجه نهایی این مرحله، پیاده‌سازی مدل انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه است که منابع انسانی و مالی سازمان بر اساس رتبه پروژه‌ها به آنها تخصیص یافته است.

۶- بکارگیری مدل ترکیبی برای انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه شرکت ملی گاز ایران

شرکت ملی گاز ایران به عنوان یکی از شرکت‌های اصلی وزارت نفت ایران و یکی از شرکت‌های مطرح صنعت گاز در خاورمیانه، مسئول تامین بیش از ۶۳٪ از انرژی مورد نیاز کشور است [۳۹]. بر اساس چشم‌انداز و برنامه‌ها، یکی از اهداف این شرکت ارتقاء به عنوان سومین تولید کننده گاز طبیعی در سطح بین‌المللی و دستیابی به ۱۰-۸ درصد از سهم بازار جهانی تجارت گاز است. همچنین قرار گرفتن در جایگاه نخست منطقه در حوزه فناوری‌های گاز از دیگر اهداف این شرکت است. در راستای دستیابی به اهداف فوق‌الذکر، واحد پژوهش و فناوری، رهنگاشت فناوری این شرکت را تدوین نموده است. در مسیر تحقق اهداف ترسیم شده در این رهنگاشت، این واحد با فرصت‌های سرمایه‌گذاری متعددی در تحقیق و توسعه روبه‌رو بود و این موضوع منجر به اجرای فرایند ارزیابی و انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه گردید.

در مرحله اول از سلسله فرایندهای انتخاب سبد، پروژه‌های کاندیدا به سه دسته تقسیم‌بندی شدند و خبرگان ترجیحات نسبی هر دسته راتعیین کردند. سپس به منظور ارزیابی پروژه‌ها با توجه به معیارها و شاخص‌های طراحی شده در چارچوب کارت امتیازی متوازن پرسشنامه‌ای جهت اخذ آرای متخصصین تحقیق‌وتوسعه صنعت گاز به عنوان جامعه مخاطب مسأله مورد بررسی تنظیم گردید. این پرسش‌نامه علاوه بر فهرست معیارها شامل تعریف خلاصه‌ای از پروژه‌های کاندیدا و نیز جدول امتیازدهی بر اساس طیف نشان داده شده در جدول ۱ بود. پرسش اصلی مورد سؤال در ارتباط با هر پروژه عبارت از این بود که با توجه به شناخت از صنعت مربوطه و فناوری‌های مورد نیاز آن، هر کدام از پروژه‌های کاندیدا چه امتیازی در رابطه با معیارهای مختلف

1- Weight Restriction
2- Wong
3- Beasley

به منظور انتخاب سبد پژوهشی مناسب برای این صنعت کسب می‌کنند.

جامعه آماری این پژوهش مجموعه متخصصین و کارشناسان فعال در زمینه‌های مختلف تحقیق و توسعه فناوری در صنعت گاز کشور بوده است. از این رو پرسشنامه طراحی شده میان صد نفر از متخصصین حوزه‌های یاد شده در بخش‌های مختلف صنعت گاز توزیع شد. از منظر خبرگان دارای دانش ضمنی در حوزه پروژه‌های تحقیق وتوسعه و فناوری‌های مورد مطالعه، قلمرو خبرگان شامل دو گروه عمده زیر است:

(۱) خبرگان صنعت در زمینه پروژه‌های تحقیق وتوسعه و فناوری‌های مورد مطالعه که دارای دانش عملی و صنعتی در حوزه مورد نظر هستند.

(۲) خبرگان سیاست‌گذار در زمینه پروژه‌های تحقیق وتوسعه و مورد مطالعه که دارای دانش مدیریت و سیاست‌گذاری در این زمینه هستند. این گروه از افراد با سوابق مدیریتی و سیاست‌گذاری قابل ملاحظه در زمینه توسعه انتقال، توزیع، ذخیره‌سازی و پالایش گاز در کشور دارای دید راهبردی و استراتژیک نسبت به طرح‌ها و برنامه‌ها هستند.

پس از اخذ و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ارزیابی پروژه‌ها از خبرگان، پروژه‌های کاندیدا در قالب مدل تحلیل پوششی داده‌ها-کارت امتیازی متوازن و براساس معیارها و شاخص‌های ذکر شده، ارزیابی شدند. در این مدل برای معیارها و زیرمعیارهای مورد استفاده در مدل حدود وزنی در دو سطح تعریف و اعمال شد. مدل تحلیل پوششی داده‌ها-کارت امتیازی متوازن حاصل که اصلاح شده و خطی شده CCR اولیه که دارای ۱۴۰ متغیر و ۱۷ محدودیت است، در محیط مایکروسافت اکسل و ویژوال بیسیک کد شده و نهایتا برای ۱۱۵ پروژه تحقیق و توسعه کاندیدا در شرکت ملی گاز ایران اجرا شد. در کنار اجرای مدل و محاسبه امتیاز کلی هر یک از پروژه‌های تحقیق و توسعه، بودجه موردنیاز هر پروژه و کل بودجه سازمان مدنظر قرار گرفت تا از این طریق محدوده سبد و تعداد پروژه‌هایی که قابل سرمایه‌گذاری بودند، تعیین شود.

اساس مدل تحلیل پوششی داده‌ها ،توجه به امتیاز کارایی به دست آمده برای هر پروژه است و پروژه‌ها به دو دسته کارا (دارای امتیاز کارایی برابر یک) و ناکارا تقسیم می‌شوند. پروژه‌های غیرکارا بر اساس میزان ناکارایی آنها قابل رتبه‌بندی هستند، اما پروژه‌هایی که امتیاز کارایی آن ها برابر یک باشد با استفاده از مدل‌های استاندارد تحلیل پوششی داده‌ها قابل رتبه‌بندی نیستند. لذا اندرسون و پترسون [۴۰] روشی را برای رتبه‌بندی واحدهای کارا پیشنهاد کردند. در این روش، یکی از پروژه‌ها حذف شده و تاثیر آن بر روی مرز کارایی بررسی می‌شود. بدین ترتیب، پروژه‌های ناکارا همان مقدار ناکارایی خود را می‌گیرند ولی پروژه‌های کارا مقداری بزرگتر یا مساوی یک را به خود اختصاص می‌دهند. لذا، پروژه‌های کارا نیز مانند پروژه‌های ناکارا رتبه‌بندی می‌شوند. از آنجاکه بر اساس نتایج حاصل از اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌ها- کارت امتیازی متوازن تعدادی از پروژه‌ها با کسب امتیاز یک به‌عنوان واحد کارا شناخته شده و در مرز کارایی قرار می‌گرفتند به منظور ایجاد تمایز میان پروژه‌های دارای امتیاز یکسان از مدل اندرسون-پیترسون استفاده شد.

جدول ۳) نمونه‌ای خلاصه نتایج اجرای مدل انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه

شماره پروژه	امتیاز کل در مدل	امتیاز کل در مدل اندرسون-پیترسون	حوزه پروژه در زنجیره ارزش	دسته‌بندی پروژه	بودجه مورد نیاز (دلار)
۱	۱	۲,۸۷۱۵۷۶۷	فرآوری گاز	پژوهش کاربردی	۳۵،۰۰۰
۲	۱	۲,۵۱۶۷۴۸۴	انتقال گاز طبیعی	پژوهش کاربردی	۱۰۰،۰۰۰
۳	۱	۱,۴۰۵۵۳۶	فرآوری گاز	توسعه فناوری	۴۰،۰۰۰
۴	۱	۱,۴۰۵۳۶	کنترل و توزیع	مطالعات راهبردی	۲۵۰،۰۰۰
۵	۱	۱,۱۲۲۹۵۹۳	کنترل و توزیع	توسعه فناوری	۴۰۰،۰۰۰
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
۶	۰,۱۳۷۹۳۱	۰,۱۳۷۹۳۱	ذخیره گاز	مطالعات راهبردی	۲۵۰،۰۰۰
۷	۰,۱۲۷۱۲۹۱	۰,۱۲۷۱۲۹۱	انتقال گاز طبیعی	توسعه فناوری	۶۰۰،۰۰۰
۸	۰,۱۲۲۴۴۹	۰,۱۲۲۴۴۹	ذخیره گاز	توسعه فناوری	۱،۰۰۰،۰۰۰
۹	۰,۱۲۱۲۱۲۱	۰,۱۲۱۲۱۲۱	ذخیره گاز	توسعه فناوری	۷۰۰،۰۰۰
۱۰	۰,۱۱۷۹۴۴۴	۰,۱۱۷۹۴۴۴	فرآوری گاز	پژوهش کاربردی	۱۵۰،۰۰۰

استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها- کارت امتیازی متوازن برای انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه در شرکت دارای مزایا و منافع ذیل است:

(۱) امکان بررسی و شناسایی حدود پایین و بالا در مورد هریک از معیارها و شاخص‌ها؛
(۲) امکان بازنگری مدل در صورت اضافه/ کم شدن پروژه/ معیار؛
(۳) تعیین کارایی نسبی هر پروژه؛
(۴) امکان سنجش کارایی نسبی پروژه‌ها از طریق تخمین تصویر پروژه‌های ناکارا بر مرز کارایی.

۷- اعتبارسنجی مدل و تنظیم سبد

نتیجه نهایی کار، یک سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه است که اهداف سازمان را محقق سازد. این نتیجه با فراهم کردن بستری برای تنظیمات نهایی تصمیم‌گیران ارشد سازمان که گنجاندن آنها در قالب مدل مشکل یا غیرممکن است، بدست خواهد آمد [۴]. انتخاب سبد پروژه یک تصمیم راهبردی است، لذا اطلاعات مورد نیاز و نتایج پیاده‌سازی مدل باید در اختیار تصمیم‌گیران قرار گیرد تا آنها فرصت ارزیابی راهبردی داشته باشند. به همین دلیل مرحله نهایی در چارچوب انتخاب سبد، تنظیم نتایج است. پس از نهایی شدن نتایج در مرحله انتخاب سبد، روش‌ها و ابزارهای مختلفی به منظور اصلاح و تنظیم کارای آن بر اساس دیدگاه‌های مدیران ارشد و یکپارچه‌سازی نتایج با راهبردهای سازمان وجود دارد.

نحوه اعتبار سنجی مدل مذکور مبتنی بر روش تحقیق و با استفاده از پانل خبرگان بوده است. در این مرحله، به منظور تایید مدل از نظر بیست نفر از خبرگان استفاده شد که متشکل از ذینفعان، خبرگان و کارشناسان شرکت ملی گاز ایران بود. انتخاب خبرگان این مرحله نیز از میان خبرگان مشارکت‌کننده در مرحله ارزیابی پروژه‌ها و در دو دسته معرفی شده در همان بخش صورت گرفت و تلاش شد افراد به‌گونه‌ای انتخاب شوند که پانل به لحاظ تخصص و تجربه خبرگان مشارکت کننده دارای جامعیت باشد. برگزاری پانل خبرگان دسترسی راحت به قضاوت افراد خبره و کارشناسان و امکان برقراری تعامل موثر و هدفمند میان دیدگاه‌های خبرگان از رشته‌های علمی و تخصص‌های گوناگون را فراهم آورد.

در پانل برگزار شده، فرآیند کار و منطق مدل برای خبرگان تشریح و نهایتا نتایج حاصل از اجرا و پیاده‌سازی مدل نظیر رتبه، امتیاز و بودجه مورد نیاز هریک از پروژه‌ها همراه با دیگر اطلاعات ضروری (جدول ۳) ارائه گردید. نتایج بررسی جدول رتبه‌بندی و امتیاز پروژه‌ها توسط خبرگان این حوزه تخصصی بیانگر این مطلب بود که از ۲۰ پروژه‌ای که از دید آنان دارای اولویت بالایی نسبت به سایر پروژه‌ها بودند، در اولویت‌های بالای سبد حاصل از اجرای مدل قرار گرفته‌اند و نهایتا نتایج اجرای مدل و سبد پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز ایران برای افق زمانی ۵ ساله به اتفاق آراء تصویب شد. نتیجه مصوب نشان‌دهنده توان مدل در جمع‌بندی دیدگاه‌ها و ارائه پاسخ مناسب به تصمیم‌گیرندگان بوده است.

۸- جمع‌بندی

در این مقاله با بهره‌گیری از چارچوب کلی مدیریت سبد و مفاهیم ریسک، کارت امتیازی متوازن و مدل تحلیل پوششی داده‌ها، یک چارچوب و مدل ارزیابی و انتخاب سبد پروژه‌های تحقیق و توسعه ارائه گردید. در این مدل با این فرض که بر اساس رهنگاشت فناوری، فناوری زیرساخت تولید محصولات و ارائه خدمات بوده و محصولات و خدمات نیز به نوبه خود ضامن دستیابی به اهداف راهبردی هستند، ارزش افزوده حاصل از سرمایه‌گذاری بر پروژه‌های مرتبط از جنس میزان توانمندی در دستیابی به اهداف راهبردی شناسایی شد و مجموعه‌ای از معیارها در چارچوب کارت امتیازی متوازن و مدنظر قرار دادن ماهیت غیرقطعی پروژه‌های پژوهشی برای ارزیابی پروژه‌ها معرفی گردید. مدل ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها نیز برای ارزیابی و رتبه‌بندی پروژه‌ها بر مبنای منطق سنجش کارایی پروژه‌ها برحسب نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها در رابطه با داده‌های گردآوری شده از پروژه‌های پژوهشی کاندیدا در شرکت ملی گاز ایران استفاده شد و نتایج حاصل با انتظارات خبرگان و ذینفعان در

چارچوب نظام جامع راهبری پژوهش، فناوری و نوآوری در صنعت نفت و گاز تطابق قابل قبولی را نشان داد.

این مدل یک سامانه پشتیبانی تصمیم در اختیار تصمیم‌گیران ارشد سازمان به منظور مدیریت کارای پژوهش و فناوری قرار می‌دهد و به شفافیت هرچه بیشتر فرایند ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها کمک کرده و سرمایه‌گذاری مطمئن و همخوانی با اهداف راهبردی سازمان را پشتیبانی می‌کند.

۹- قدردانی

نویسندگان این مقاله از شرکت ملی گاز ایران به خاطر حمایت مالی از پروژه (شماره قرارداد ۴۱۶۱/۰۱۰۱۹- مجری: موسسه مطالعات سیاست‌گذاری، مدیریت و نوآوری سینا) قدردانی می‌نمایند.

منابع References

[۱] محمدزاده، پرویز، سجودی، سکینه و مهدی‌زاده، یونس، ۱۳۹۱، "مطالعه عوامل موثر بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه بنگاه‌های اقتصادی ایران؛ کاربرد مدل‌های رگرسیون گسسته"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۴(۴)، صص. ۷۶-۶۵.

[۲] ایرانمنش، سیدحسین، قریشی، سیدمحمد و شامخی‌امیری، علیرضا، ۱۳۸۹، *مدیریت پورتفولیوی پروژه (راهنمای جامع پیاده‌سازی)*، ویرایش اول، موسسه مطالعات بازرگانی.

[۳] جونز، چارلز، ۱۳۸۰، *سبد سهام (سبد سرمایه‌گذاری)*، ترجمه: محمد شاه‌علیزاده، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.

[4] Ghasemzadeh, F. and Archer, N.P., 2000, "Project Portfolio Selection through Decision Support", *Decision Support Systems*, 29, pp. 73-88.

[5] Linton, J.D., Walsh, S.T., Kirchhoff, B.A., Morabito, J. and Merges, M., 2000, "Selection of R&D Projects in a Portfolio", *Engineering Management Society, Proceedings of the 2000 IEEE*, pp. 506-511.

[6] Levine, H.A., 2005, *Project Portfolio Management; A Practical Guide to Selecting Projects, Managing Portfolios, and Maximizing Benefits*, John Wiley & Sons.

[7] Iamratanakul, S., Patanakul, P. and Milosevic, D., 2008, "Project Portfolio Selection: From Past to Present", *IEEE*, pp. 287-292.

[8] Baker, N. and Freeland, J., 1975, "Recent Advances in R&D Benefit Measurement and Project Selection Methods", *Management Science*, 21, pp. 1164-1175.

[9] Heidenberger, K. and Stummer, Ch., 1999, "Research and Development Project Selection and Resource Allocation: A Review of Quantitative Modeling Approaches", *International Journal of Management Review*, 1, pp. 197-224.

[10] Meade, L. and Presley, A., 2002, "R&D Project Selection Using the Analytic Network Process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), pp. 59-66.

[11] Shehabuddeen, N., Probert, D. and Phaal, R., 2006, "From theory to practice: challenges in operationalising a technology selection framework", *Technovation*, 26, pp. 324-335.

[12] Modarres, M. and Hassanzadeh, F., 2009, "A Robust Optimization Approach to R&D Project Selection", *World Applied Sciences Journal*, 7(5), pp. 582-592.

[13] Stummer, C. and Heidenberger, K., 2001, "Interactive R&D Portfolio Selection Considering Multiple Objectives, Project Interdependencies, and Time: a Three Phase Approach", University of Vienna, pp. 423-428.

[14] Morgan, L.O. and Daniels, R.L., 2001, "Integrating product mix and technology adoption decisions: a portfolio approach for evaluating advanced technologies in the automobile industry", *Journal of Operations Management*, 19, pp. 219-238.

[15] Daim, T.U., Gulgun, K. and Cowa, K., 2010, "Developing Oregon's renewable energy portfolio using fuzzy goal programming model", *Computers & Industrial Engineering*, 59, pp. 786-793.

[16] Wang, J. and Hwang, W.L., 2007, "Afuzzy set approach forR&Dportfolio selection using a real options valuation model", *Omega*, 35, pp. 247-257.

[17] Huang, C-C, Chub, P-Y and Chiang, Y.-H., 2008, "A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection", *Omega*, 36, pp. 1038-1052.

[18] Linton, J.D., Walsh, S.T., Kirchhoff, B.A., Morabito, J.M. and Merges, M.J., 2000, "Selection of R&D Projects in a Portfolio", *Proceedings of the 2000 IEEE*, pp. 506-511.

[19] Crocker, M.A., Charania, A.C. and Olds, J.R., 2001, "An Introduction to the ROSETTA Modeling Process for Advanced Space Transportation Technology Investment", *Space Conference and Exposition*.

[20] Smith, J.H., Dolgin, B.P. and Charles, R.W., 2003, "Reaching Mars: Multi Criteria R&D Portfolio Selection for Mars Exploration Technology Planning", *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the Western Decision Sciences Institute*, Hawaii.

[21] Gupta, S.K. and Mandakovic, T., 1992, "Contemporary Approaches to R&D Project Selection: A Literature Search", In: D.F. Kocaoglu (Ed.), *Management of R&D and Engineering*, Amsterdam: North Holland, pp. 67-87.

[22] Souder, W.E. and Mandakovic, T., 1986, "R&D Project Selection Models", *Research Management*, 29, pp. 36-42.

[23] Chiesa, V., 2001, *R&D Strategy and Organization: Managing Technical Change in Dynamic Contexts*, MA: Imperial College Press.

[24] Mikkola, J.H., 2001, "Portfolio Management of R&D projects: Implications for Innovation Management", *Technovation*, 21, pp. 423-435.

[۲۵] باقری مقدم، ناصر، صحاف‌زاده، مهدی، امامیان، سیدمحمدصادق و ایران‌خواه، عبداله، ۱۳۸۷، "انتخاب رویکرد مناسب در تعیین اولویت‌های تحقیقاتی فناوری؛ فناوری غشاء در شرکت ملی گاز ایران"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۱(۴)، صص. ۱۰-۱.

[26] Oldenburger, N., 2004, *Technology Portfolio Management*, Faculty of Technology Policy and Management, Delft.

[27] Farzipoor, R., 2006, "A decision model for technology selection in the existence of both cardinal and ordinal data", *Applied Mathematics and Computation*, 181, pp. 1600-1608.

[28] Eilat, H., Golany, B. and Shtub, A., 2006, "Constructing and Evaluating Balanced Portfolios of R&D Projects with Interactions: A DEA Based Methodology", *European Journal of Operational Research*, 172, pp. 1018-1039.

[29] Ozkan, B., Wu, D., Linderoth, J.T. and Moore, J., 2010, "R&D Project Portfolio Analysis for the Semiconductor Industry", *Operations Research*, 58(6), pp. 1548-1563.

[30] Willyard, C.H. and McClees, C.W., 1987, "Motorola's Technology Roadmap Process", *Research Management*, 30(5), pp. 13-19.

[۳۱] آراستی، محمدرضا، خالقی، مهدی و نوری، جواد، ۱۳۸۸، "ارتباط میان راهبرد فناوری و راهبرد کلان در سطح شرکت‌های دارای کسب و کار متنوع"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۲(۳)، صص. ۱۶-۱.

[32] Cooper, R.G., Edgett, S.J. and Kleinschmidt, E.J., 2002, "Portfolio Management: Fundamental for New Product Success", In: P. Belliveau, A. Griffin and S. Somermeyer (Eds.), *The PDMA Tool book for New Product Development*, John Wiley & Sons, New York.

[33] Martino, J., 1995, *R&D Project Selection*, New York: Wiley.

[34] Coldrick, S., Longhurst, Ph., Ivey, P. and Hannis, J., 2005, "An R&D Options Selection Model for Investment Decisions", *Technovation*, 25, pp. 185-193.

[35] Subhash C.R., 2004, *Date Envelopment Analysis: Theory and Techniques for Economy and Operation Research*, Cambridge University Press.

[36] Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A. and Seiford, L.M., 1994, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.

[37] Eilat, H., Golany, B. and Shtub, A., 2008, "R&Dproject evaluation: An integrated DEA and balanced scorecard approach", *Omega*, 3, pp. 895-912.

[38] Wong, Y-HB and Beasley, J.E.,990, "Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis", *Journal of the Operational Research Society*, 41(9), pp. 829-835.

[39] http://www.iraniangas.ir/

[40] Andersen, P. and Petersen, N.C., 1993, "A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis", *Management Science*, 39(10), pp. 1261-1264.