بهبود مدیریت
سال پنجم، شماره ۳
پیاپی۱٤، زمستان۱۳۹۰
صفحه ٤۱-۲۳

کاربرد الگوی ارزش در معرض ریسک در مدیریت سبد سرمایه گذاری فناورانه- مطالعه موردی در صنعت نفت ایران

سید فرهنگ فصیحی[1*] - میرمهدی سید اصفهانی[2] - حمید داودپور[3]
(تاریخ دریافت ۱۳۹۰/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش ۱۳۹۰/۰۹/۱۲)

چکیده

فناوری زیربنای توسعه محصولات و خدمات و در نتیجه زیرساخت نیل به اهداف سازمانی و تحقق راهبردهای سازمانی است. رویکرد مدیریت سبد فناوری از جمله رویکردهای نسبتاً نوین و در عین حال محبوب در ادبیات مدیریت فناوری است. مسأله مدیریت سبد فناوری عبارت از توزیع مناسب سرمایه و منابع میان مجموعه ای از فناوری ها به گونه ای است که بیشترین اثربخشی را در ارتباط با دستیابی به اهداف سازمانی فراهم نماید. در سال های اخیر عوامل و معیارهای متنوعی توسط صاحب نظران برای انتخاب و مدیریت سبد فناوری پیشنهاد شده است. این مقاله در صدد است تا ضمن مرور اجمالی برخی از این معیارها و معرفی مجموعه ای از معیارها برای انتخاب سبد فناوری در یکی از بخش های صنعت نفت کشور، با بازتعریف مفاهیم و ریسک و بازگشت سرمایه متناسب با فضای مدیریت فناوری و در چارچوب نظریه کلی سبد، الگویی را با مناسب سازی مفهوم « ارزش در معرض ریسک » که از معیارهای شناخته شده سنجش ریسک در مدیریت مالی است توسعه داده و برای انتخاب سبد فناوری به کار گیرد. الگوی معرفی شده در این مقاله قادر است با محاسبه میزان توانمندی سبد فناوری در دستیابی به اهداف راهبردی و پشتیبانی از آن ها،

۱* - دانشجوی دکترای دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر farhang@aut.ac.ir
۳و۲- عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

تصمیم گیرندگان را در فرآیند سرمایه گذاری بر هر سبد فناوری یاری نماید.

واژگان کلیدی: سبد فناوری، مدیریت ریسک، ارزش در معرض ریسک، بازگشت سرمایه، سرمایه گذاری فناورانه.

۱. مقدمه

ارزیابی و سنجش ریسک سرمایه گذاری یکی از ارکان مهم تصمیم گیری در هر فرآیند سرمایه گذاری است. در واقع عامل ریسک در کنار عامل تعیین کننده دیگری به نام بازگشت مورد انتظار از سرمایه گذاری که در ادامه این مقاله به اختصار «بازگشت» نامیده می شود، شکل دهنده نظر نهایی تصمیم گیرندگان است. در عین حال جنس و ماهیت عوامل ریسک و بازگشت، بسته به نوع و سطح سرمایه گذاری متفاوت بوده و در نتیجه متأثر از عوامل گوناگونی است. به عنوان مثال در بازار سهام، خرید هر سهم مستلزم سرمایه گذاری مالی است. بازگشت مورد انتظار از این سرمایه گذاری مالی که خود نیز از جنس دریافت های مالی است، با توجه به داده های تاریخی تخمین زده می شود. البته ممکن است علاوه بر توجه به روند تغییرات بازگشت سرمایه در گذشته، برخی تحولات تأثیرگذار و پیش بینی آن ها نیز به طور غیر مستقیم در برآورد بازگشت برای دوره های زمانی مشخص در آینده تأثیرگذار باشد. در همین مثال نرخ تغییرات و نوسانات بازگشت سرمایه دردوره های زمانی قبلی نیز شاخصی برای سنجش ریسک سرمایه گذاری است. در واقع با توجه به روند تغییرات داده های تاریخی می توان برآوردی نیز از احتمال زیان و میزان آن در صورت وقوع به دست آورد. در این مثال البته بازگشت مورد انتظار و زیان احتمالی هر دو به طور مستقیم از جنس مالی است.

در دیگر انواع سرمایه گذاری نظیر سرمایه گذاری در بورس های کالا یا تشکیل سبدی از دارایی ها نیز عموما هزینه دارایی های مورد نظر برای خرید و تشکیل یا مدیریت سبد از محل منابع مالی پرداخت می شود و ارزش دارایی ها برای محاسبه بازگشت سرمایه به طور پیوسته رصد می شود. انتظار طبیعی آن است که ارزش سبد سرمایه نسبت به هزینه پرداخت شده اولیه افزایش یافته و یا حداقل ثابت باقی بماند و چنانچه احتمال کاهش ارزش سبد به هر دلیلی وجود داشته باشد، سرمایه گذار متناسب با ارزش در معرض ریسک و تطبیق آن با ظرفیت ریسک پذیری خود اقدام به ترمیم و بهبود سبد سرمایه خود خواهد نمود. مجموعه این اقدامات را که متضمن رصد ریسک سرمایه گذاری و مراقبت از میزان بازگشت مورد انتظار از سرمایه گذاری است را مدیریت سبد می نامند. نظریه مدیریت سبد در سال های اخیر علاوه بر سبد سهام و کاربرد آن در بازارهای بورس به حوزه هایی از مدیریت نظیر مدیریت پروژه و مدیریت فناوری نیز وارد شده است.

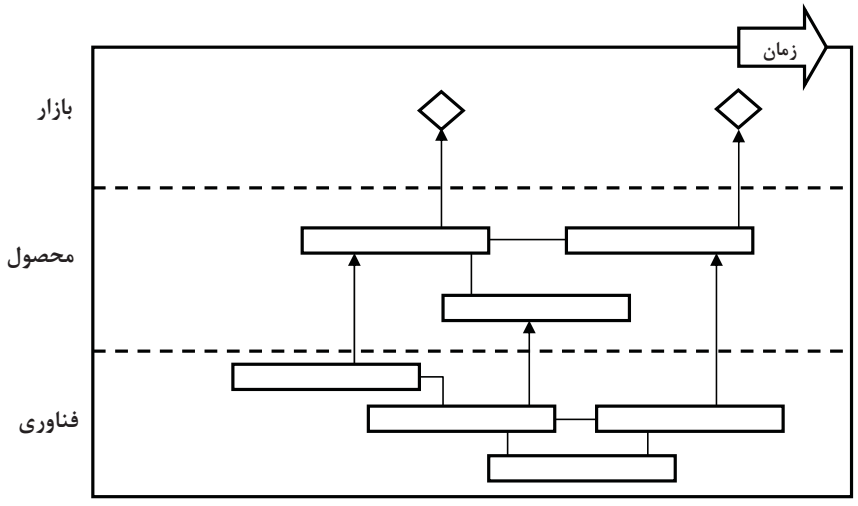
طرح این نظریه در برخی حوزه های مدیریت ضمن فراهم نمودن امکان به کارگیری برخی اجزاء و ابزارهای توسعه یافته در ادبیات مدیریت مالی برای حل مسائل خاص در زمینه های مختلف مدیریت، همراه با توسعه و مناسب سازی برخی مفاهیم کلیدی مدیریت سبد برای این زمینه ها نیز بوده است. به عنوان مثال عوامل مؤثر بر توفیق یا شکست پروژه ها در زمینه های مختلف، باعث توسعه تعاریف بازگشت و ریسک در «مدیریت سبد پروژه ها» می شود و یا در حوزه مدیریت راهبردی رویکرد سبد متضمن تعاریف متفاوتی از مفاهیم ریسک و بازگشت سرمایه گذاری نسبت به الگوهای مالی مدیریت سبد است (برای اطلاعات بیشتر رجوع کنید به [۲۱] و [۱۸]).

مدیریت سبد فناوری نیز از جمله مفاهیم میان رشته ای است که از تلاقی دانش مدیریت فناوری با ابزارهای مدیریت سبد حاصل شده است. هدف از مدیریت سبد فناوری نیز همانند سایر زمینه های سرمایه گذاری تلاش برای کسب حداکثر بازگشت سرمایه مورد انتظار و در عین حال تحمل کمترین ریسک سرمایه گذاری است. هرچند که با توجه به ماهیت مقوله فناوری و جایگاه آن به عنوان زیرساخت دستیابی به اهداف راهبردی (شکل ۱) از یک سو و نیز عوامل مؤثر بر توسعه و رشد فناوری از سوی دیگر جنس و ماهیت ریسک و بازگشت در تصمیم گیری های مرتبط با سرمایه گذاری های فناورانه نیازمند تعاریف ویژه خود است.

این مقاله در صدد است تا با بازتعریف مفاهیم ریسک و بازگشت برای مدیریت سبد فناوری، یکی از محبوب ترین و قدرتمندترین ابزارهای مدیریت ریسک مالی یعنی الگو «ارزش در معرض ریسک» را برای کاربرد در مدیریت فناوری توسعه دهد و کاربردی از آن را در صنعت نفت ایران ارایه نماید. سایر بخش های این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است: در بخش دوم الگوی ارزش در معرض ریسک در شکل کلی آن معرفی می شود. بخش سوم به معرفی رویکرد سبد فناوری و مفاهیم ریسک و بازگشت در مدیریت فناوری از دیدگاه مؤلفین می پردازد. بخش چهارم اختصاص به مناسب سازی و کاربردی کردن الگو ارزش در معرض ریسک برای استفاده در مدیریت سبد فناوری دارد. بخش پنجم مطالعه موردی را برای یکی از بخش-های صنعت نفت ایران شرح می دهد و در نهایت بخش ششم شامل جمع بندی مقاله همراه با پیشنهادهایی برای مطالعات آتی خواهد بود.

۲- معرفی الگوی ارزش در معرض ریسک

مصادیق ریسک در مدیریت فناوری و اندازه گیری و مدیریت آن در چارچوب کلی مدیریت سبد فناوری



شکل ۱- شمای نقشه راه فناوری: فناوری زیرساخت توسعه محصولات و خدمات وضامن تحقق راهبرد کسب و کار و بهره برداری از فرصت های بازار است.منبع: [۱۰]

بر اساس اهداف مورد انتظار از سرمایه گذاری بر سبد فناوری است و از این رو ماهیت آن با آنچه در الگو های شناخته شده سنجش و مدیریت ریسک در ادبیات مدیریت مالی مشهور است تفاوت دارد. در عین حال الگویی که در بخش چهارم این مقاله برای سنجش ریسک سبد فناوری معرفی می شود، الهام گرفته از یکی از معروف ترین معیارهای سنجش ریسک مالی است. عبارت «ارزش در ریسک» نخستین بار در گزارش «گروه سی[1]» در جولای ۱۹۹۳ به کار گرفته شد و پس از آن الگوی ارزش در ریسک[2] در سال ۱۹۹۴ در ویرایش نخست ریسک متریک از سوی جی. پی. مورگان[3] معرفی شد[۱۹]. این معیار تمام انواع ریسک را در یک عدد خلاصه نموده و بخشی از سرمایه سازمان را که در معرض زیان قرار می‌گیرد، تعیین می کند. به همین علت از جذابیت بسیاری برای کاربران آن برخوردار بوده است. به طور کلی سنجه‌های ریسک را می توان به سه دسته حساسیت، نوسان و سنجه های ریسک نامطلوب طبقه بندی نمود. حساسیت[4] به معنی تغییر یک متغیر وابسته بر اثر تغییر یک متغیر مستقل، مانند تغییر قیمت در قبال تغییرات واحد سود است و تداوم[5] ، ضریب حساسیت (بتا) و تحدب[6] از این دسته اند. نوسان[7] به معنی تغییرات یک متغیر در اطراف میانگین و یا یک پارامتر تصادفی دیگر است و واریانس و انحراف معیار در این دسته قرار دارند. سنجه‌های ریسک نامطلوب[8] نیز تنها بر بخش مخرب ریسک تمرکز دارند و در حقیقت نوسانات زیر سطح میانگین یا زیر سطح هدف را مورد محاسبه قرار می‌دهند. سنجه‌های نیم واریانس، نیم انحراف معیار و ارزش در ریسک از این دسته اند.

۲-۱- برآورد ریسک

به منظور درک بهتر الگوی ارزش در ریسک، ابتدا به اختصار به نکاتی در مورد برآورد ریسک اشاره می شود. روش های متنوعی برای برآورد ریسک در بازارهای سرمایه وجود دارد. نخستین گام در تعیین روش برآورد ریسک پاسخ کاربر به دو سؤال ساده است: نخست اینکه آیا می‌توان فرض طبیعی بودن را برای داده‌ها پذیرفت؟ و دیگر اینکه آیا ارزش دارایی‌ها به‌صورت خطی با قیمت‌های بازار تغییر می‌کند؟

درصورتی که پاسخ به هردو سؤال فوق، مثبت باشد، می‌توان از سنجه‌های استاندارد ریسک، مانند تداوم و تحدب استفاده نمود. تداوم در واقع میانگین وزنی زمانی است که جریان نقدی حاصل از یک سرمایه‌گذاری دریافت می‌شود. وزن‌هایی که در محاسبه به کار گرفته می‌شوند، ارزش فعلی این جریانات نقدی هستند. تداوم معیاری از ریسک نرخ بهره است. هرچه مقدار تداوم کمتر باشد، مقدار ارزش سهام نسبت به تغییرات نرخ بهره، از خود تغییر کمتری نشان می‌دهد. تداوم، شیب ارزش فعلی دارایی را می‌سنجد، درحالی‌که معیار تحدب، میزان تحدب ارزش فعلی دارایی را مورد بررسی قرار می‌دهد و نشان می‌دهد چگونه تداوم تعدیل شده با توجه به نرخ بهره تغییر می‌کند. زمانی که تغییرات عمده‌ای در منحنی بازده رؤیت شود، استفاده از معیار تحدب مناسب است. اما معیار تداوم معیاری خطی است و برای تغییرات کوچک در بازده مناسب است. در صورتی که پاسخ به سؤالات، منفی باشد، نیازمند استفاده از تحلیل سناریو بهمراه شگردهای شبیه سازی خواهیم بود. در صورتی که پاسخ سؤال اول مثبت و پاسخ دوم منفی باشد، باید از ترکیبی از ابزارهای آماری و شگردهای شبیه سازی استفاده کنیم [۱۳].

سه سنجه کمی استاندارد ریسک که در اندازه‌گیری ریسک سرمایه‌گذاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارت از: انحراف معیار، نسبت شارپ و نسبت ون هستند. در مطالعات دانشگاهی و در سبد نوین، ریسک

1- The Group of Thirty
2- Value at Risk (VaR)
3- J. P. Morgan
4- Sensitivity
5- Duration
6- Convexity
7- Volatility
8- Downside risk measures

با مفهوم انحراف معیار یا نوسان تعریف می‌شود. در سرمایه‌گذاری‌ها، ریسک به‌عنوان احتمال زیان درنظر گرفته می‌شود. انحراف معیار، معیاری سنتی است که عموماً توسط سرمایه‌گذاران حرفه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این معیار، انحرافات از بازگشت سرمایه را اندازه‌گیری می‌کند، که همان مفهوم نوسان در رابطه با میانگین بازگشت سرمایه است.در ادبیات بازار مالی، نوسان معیاری از این است که قیمت یک دارایی هر روز (یا هر هفته یا هر ماه) به چه میزان تغییر می‌کند. در حالت کلی، نوسان بیشتر به معنای سود یا زیان بیشتر است. دارایی‌هایی که نوسان بیشتری دارند، چنان قیمت گذاری می شوند که بازگشت سرمایه آن‌ها، در مقابل ریسک‌های بیشتر از ریسک مورد انتظار، جوابگو باشد.

۲-۲- ارزش در ریسک

ظهور معیار ارزش در ریسک به‌عنوان یک روش پذیرفته شده برای کمّی‌سازی ریسک بازار و استفاده از آن توسط بانک‌ها، مرحله مهمی از انقلاب در عرصه مدیریت ریسک به شمار می‌آید. استفاده از آن پس از به‌کارگیری اولیه در بازار اوراق بهادار، با ارائه ریسک متریک رایگان توسط جی. پی. مورگان در سال ۱۹۹۴، به بانک‌های تجاری و سازمان‌ها ارتقا پیدا کرد [۱۳]. ارزش در ریسک تخمینی از مبلغی از پول است. این معیار بر پایه احتمالات بنا نهاده شده است، لذا نمی‌توان با قطعیت کامل به آن استناد نمود، اما در این معیار، سطح اطمینانی تعریف می‌شود که توسط کاربر آن تعیین می‌شود. ارزش در ریسک، نوسان دارایی‌های یک سازمان را محاسبه می‌کند؛ هرچه نوسان دارایی‌ها بیشتر باشد، احتمال ضرر نیز بیشتر است.ارزش در ریسک، بیانگر حداکثر زیان مورد انتظار روی سبد دارایی‌ها یا مجموعه سرمایه‌گذاری در طول افق زمانی معین (مثل یک روز یا یک ماه و یا یک سال) در شرایط عادی بازار و در سطح اطمینان معین می‌باشد.

ارزش در ریسک متناظر با یک سبد، تابعی از دو پارامتر افق زمانی و سطح اطمینان است. در واقع در کنار هر معیار ارزش در ریسک، احتمال α، یا در واقع سطح اطمینان α-۱، و نیز زمان تحت بررسی یا دوره زمانی h نیز تعریف می‌شود. ارزش در ریسک در سطح اطمینان α-۱، میزان زیان مورد انتظار با احتمال α درصد در دوره زمانی h است. بعبارت دیگر مقدار زیان با احتمال α-۱ درصد، کمتر از میزان ارزش در ریسک خواهد بود. به‌عنوان مثال اگر h معادل یک روز بوده و سطح اطمینان ۹۵ درصد باشد، یعنی α برابر ۰/۰۵ است. اگر ارزش در ریسک ۱۰ میلیون ریال باشد، یعنی در طول دوره زمانی یک روز، میزان زیان سبد تنها با احتمال ۵ درصد از ۱۰ میلیون ریال بیشتر خواهد بود. در واقع، مفهوم ارزش در ریسک، راهی برای بیان خلاصه‌وار بزرگی زیان‌های احتمالی یک سبد است [۱۴].

این الگو سعی در تجمیع کل ریسک، صرف نظر از نوع آن و بیان آن تحت یک عدد یا درصد دارد. باتوجه به اینکه این عدد برای سرمایه‌گذاری‌های مختلف، متفاوت است، در تصمیم‌گیری انتخاب سبد بهینه کمک‌کننده است. بطور عمده سطح اطمینان برای دارایی‌ها و سبدهای دارای توزیع نرمال، ۹۹درصد یا ۹۵ درصد در نظر گرفته می‌شود و مفهوم طبیعی سبد در محاسبه ارزش در ریسک به دلیل انتخاب روش اهمیت زیادی دارد.

برای محاسبه ارزش در ریسک، روش های مختلفی وجود دارد که همگی قابل استناد می‌باشند، اما نتایج آنها می‌تواند کاملاً باهم متفاوت باشد. لذا باید در اینجا یادآور شد که ارزش در ریسک، روش یکپارچه‌ای برای محاسبه ریسک نیست. زیرا روش های محاسباتی مختلف، نتایج و مقادیر مختلفی برای ارزش در

ریسک بدست می‌دهند. بعلاوه چون این روش، روش آماری است، تنها قادر است ریسک‌های کمّی را کنترل کند. لذا این معیار قادر به اندازه‌گیری ریسک‌های دیگری که یک بانک یا مؤسسه مالی با آن روبرو می‌شود، نظیر ریسک نقدینگی یا ریسک عملیاتی نیست. مهمتر از همه، ارزش در ریسک، به معنای مدیریت ریسک نیست، زیرا مدیریت ریسک به مجموعه قوانین و مقرراتی اتلاق می‌شود که در حداقل نمودن ریسک بانکی تأثیرگذارند. اما ارزش در ریسک یکی از اجزای مهم مدیریت ریسک است و ابزاری برای محاسبه ریسک بازار به شمار می‌آید.

سطح اطمینان در ارزش در ریسک، با نماد $(1-\varepsilon)100\%$ نشان داده می‌شود به این معنا که زیان‌های بیشتر از مقدار VaR، با احتمال ε رخ می‌دهند که به آن احتمال دنباله[1] می‌گویند. باتوجه به ماهیت متغیر تصادفی، ارزش در ریسک به‌صورت‌های زیر قابل تعریف است [۱۵]:

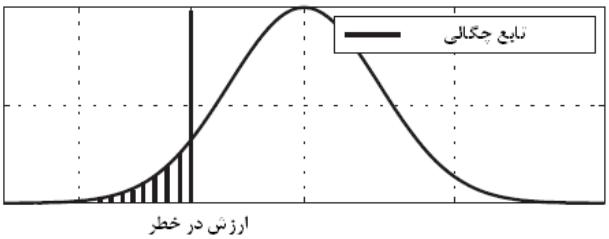
ارزش در ریسک در سطح اطمینان $(1-\varepsilon)100\%$ ، قرینه کمترین چارک ε تابع توزیع بازگشت سرمایه است:

$$VaR_\varepsilon(R) = -\inf_r\{r|P(R \le r) \ge \varepsilon\} = -F_R^{-1}(\varepsilon) \quad (۱)$$

که در آن مقدار VaR، با ادبیات بازگشت سرمایه است و F_R^{-1} تابع معکوس تابع توزیع بازگشت سرمایه است.

شکل شماره۲ نشان دهنده نمودار تابع چگالی احتمال است و قسمت‌هاشورخورده نشان‌دهندهٔ احتمال دنباله است.

در صورتی که مقدار ارزش در ریسک محاسبه شده عددی منفی باشد، به این معناست که با احتمال εسبد متحمل زیان نخواهد شد و زیان با احتمال کمتر از ε رخ می‌دهد. در این حالت متغیر R با ریسک مواجه نخواهد بود.



شکل ۲- ارزش ریسک در نمودار تابع چگالی احتمال بازده سبد، منبع:۱۵

سهامداران یا ذی نفعان ممکن است دیدگاه های متفاوتی به ریسک و مدیریت آن داشته باشند. اگر بخواهیم این نگاه‌ها را جمع‌بندی کنیم، همهٔ سهامداران می‌خواهند عایدی و درآمد سرمایه‌گذاریشان ثبات داشته باشد و درعین حال بیشترین بازگشت سرمایه نیز حاصل شود. از دیدگاه مدیران تجاری، ممکن است نگاه به مدیریت ریسک اندکی متفاوت باشد و راهبرد مدیریت ریسک آنها، این نیازها را نیز در بر داشته باشد:

- مجموعه‌ای متنوع از حوزه‌های سرمایه گذاری را تعریف کند و در هر حوزه، سبد متنوع[2] با سود حداکثری را ایجاد کند؛
- راهکارهایی برای تعریف سنجه‌هایی برای پیش‌بینی آینده بازار ارائه دهد؛

1- Tail Probability
2- Diversified portfolio

- زمانی که پیش‌بینی بازار، امکان وقوع زیان را اعلام می‌کند، سبد را به گونه‌ای مدیریت کند که کمترین زیان متوجه کسب وکار شود.

اندازه‌گیری ارزش در ریسک، ابعاد دوم و سوم این راهبرد را بدست می‌دهد [١٣].

به‌منظور شناسایی بهترین سبد، روش‌هایی به‌صورت بهینه‌سازی دوهدفه تعریف شده اند که از یک سو، بازگشت سرمایه سبد را حداکثر کند و از سوی دیگر، سنجه ریسک را حداقل سازد، وجود دارند، به عنوان مثال در الگو کلاسیک مارکویتز، ریسک به کمک سنجه‌های پراکندگی[1] نظیر واریانس و انحراف معیار اندازه‌گیری می‌شود. اما باتوجه به اینکه نوسانات مثبت و منفی، هردو بر روی مقدار پراکندگی و نتیجتاً به روی ریسک سنجیده شده اثر می‌گذارند، لذا نظریه پردازان مختلف به سوی استفاده از معیارهای چارک محور[2] جلب شده اند که ارزش در ریسک از جمله این معیارهاست [١۶].

٢-٣- محاسبه ارزش در ریسک سبد[١٣،١۴،١۶]

اگر سبد مورد بررسی از n سهم تشکیل شده باشد، برای محاسبه VaR در بازه زمانی معین، بازگشت سرمایه در همان بازه زمانی برای هریک از این سهم‌ها، به‌صورت R١ و R٢ و ... و Rn نشان داده می‌شود و w١ و w٢ و ... و wn وزن هر سهم در سبد است. به این ترتیب بازگشت سرمایه سبد در بازه زمانی مورد انتظار عبارتست از:

$$\mu_p = w_1R_1 + w_2R_2 + \cdots + w_nR_n \qquad (٢)$$

ارزش در ریسک سبد با استفاده از تابع توزیع بدست می‌آید و سه رویکرد عمده با عناوین روش ریسک متریک، روش شبیه سازی تاریخی و روش مونت کارلو برای محاسبه آن وجود دارد که الگو پیشنهادی در این مقاله برای مدیریت سبد فناوری بر اساس روش ریسک متریک بنا شده است. این روش محاسبه ارزش در ریسک سبد، با فرض توزیع نرمال چند متغیره برای بازگشت سرمایه هر سهم است. با این فرض، تابع توزیع سبد نیز نرمال خواهد بود. بنابراین به‌منظور محاسبه ارزش در ریسک، نیازمند محاسبه بازگشت سرمایه انتظاری سبد و انحراف استاندارد آن هستیم. ارزش در ریسک ٩٩ درصد در این حالت، قرینه چارک ١ درصد توزیع نرمال با مشخصات ($E\mu_p, \sigma^2_{\mu_p}$) خواهد بود. بازگشت سرمایه انتظاری سبد از بازگشت سرمایه انتظاری هر سهم بدست می‌آید:

$$E\mu_p = w_1ER_1 + w_2ER_2 + \cdots + w_nER_n = \sum_{i=1}^{n} w_iER_i \qquad (٣)$$

که در آن E نشان دهنده امیدریاضی است. همچنین واریانس سبد با استفاده از واریانس و کوواریانس بازگشت سرمایه سهم‌ها قابل محاسبه است:

$$\sigma^2_{\mu_p} = w_1^2\sigma^2_{R_1} + w_2^2\sigma^2_{R_2} + \cdots + w_n^2\sigma^2_{R_n} + \sum_{i\neq j} w_i\, w_j \mathrm{cov}(R_i, R_j) \qquad (۴)$$

به عبارتی دیگر $\sigma^2_{\mu_p} = w^t\Sigma w$ که در آن $w = (w_1, w_2, \ldots, w_n)$ بردار وزن سهم‌ها در سبد است و Σ ماتریس کوواریانس بازگشت سرمایه سهام است:

1- Diversified portfolio
2- Dispersion
3- Quantile Based

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma^2_{R_1} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma^2_{R_2} & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma^2_{R_n} \end{pmatrix}, \sigma_{ij} = \mathrm{cov}(R_i, R_j) \qquad (۵)$$

لذا بازگشت سرمایه سبد توزیع نرمال خواهد داشت و چون $\mu_p \in N\left(E\mu_p, \sigma^2_{\mu_p}\right)$ لذا $\frac{\mu_p - E\mu_p}{\sigma_{\mu_p}} \in N(0,1)$ و داریم $VaR_{0.01}(\mu_p) = q_{0.99}\sigma_{\mu_p} - E\mu_p$ که $q_{0.99}$ چارک ۹۹ درصد توزیع نرمال استاندارد است.

۳- معرفی رویکرد سبد فناوری

نخستین توجهات کلاسیک به موضوع انتخاب فناوری مناسب برای سرمایه گذاری به منظور توسعه محصولات و خدمات را باید در ادامه طرح مباحث مدیریت علمی در طی دوران توسعه صنعتی دانست. بررسی دیدگاه های مختلف صاحب نظران مدیریت فناوری نشان می دهد که موضوع برنامه ریزی و مدیریت توسعه و کاربرد فناوری مبحث بسیار گسترده ای است. گستره این مبحث می تواند از یک سو تا حدی باز شود که زمینه های کلی نظیر راهبردهای تجاری بنگاه ها و سازمان ها، خط مشی های اقتصادی ملی و حتی توسعه اقتصاد جهانی و مسائل زیست محیطی را نیز در بر بگیرد و از سوی دیگر می توان دامنه مبحث مدیریت فناوری را با تمرکز بر برنامه ریزی و مدیریت پروژه های خاص توسعه فناوری بسیار محدود در نظر گرفت [۷]. در این مقاله کانون تمرکز بر سطحی از مدیریت فناوری است که آن را برنامه ریزی و مدیریت سبد فناوری می نامند و عبارت از بهترین نحوه تخصیص منابع در بین فناوری های مختلف به منظور دستیابی به اهداف مطلوب تصمیم گیرندگان است. شکل ۳ شمای کلی فرآیند برنامه ریزی و مدیریت سبد فناوری را نشان می دهد. مرحله برنامه ریزی سبد فناوری شامل اقداماتی نظیر اولویت گذاری و کمی کردن ارزشها و مخاطرات، خلق گزینه های نوآورانه برای انتخاب سبد، تعیین و پیش بینی ارتباطات بین گزینه ها و ارزش ها و یافتن سبد بهینه فناوری است. مرحله مدیریت سبد فناوری نیز شامل رصد پیشرفت و تغییرات سبد و در صورت نیاز اصلاح سبد برای حفظ هم سویی با راهبردهاست. در عین حال هدف از تشکیل و مدیریت سبد فناوری توزیع مناسب منابع و در حقیقت سرمایه گذاری برای اکتساب فناوری هایی است که به نوبه خود با تقویت توان تولید محصولات و ارائه خدمات رقابتی به بازار، ضامن دستیابی به اهداف راهبردی می گردد.

۳-۱- معرفی برخی دیدگاه ها و معیارهای انتخاب سبد فناوری

سبد فناوری عبارتی ترکیبی است که اجزاء آن نشان دهنده تلاقی دو حوزه مدیریت سبد و نقشه راه فناوری است. مفهوم نخست را هری مارکوویتز در سال ۱۹۵۲ در حوزه مدیریت مالی به متخصصین سرمایه گذاری و بازار سهام ارائه کرد [۱۲]. او با معرفی میانگین داده های گذشته نرخ بازگشت یک فرایند سرمایه گذاری به عنوان شاخص بازگشت سرمایه و انحراف معیار همین مجموعه داده ها به عنوان شاخصی برای محاسبه ریسک سرمایه گذاری در سبدی از دارایی ها، مفهوم سبد را به ادبیات سرمایه گذاری وارد نمود و در سال ۱۹۹۱ با انتشار کتابی در همین زمینه مجموعه ای از فنون پیشرفته تر برای انتخاب سبد را ارائه کرد [۱۱].

مفهوم دوم، یعنی نقشه راه فناوری، از حیث نظری سابقه ای کوتاهتر دارد. نخستین تجارب مستند در خصوص تدوین نقشه راه فناوری را می توان به شرکت آمریکایی موتورولا در سال ۱۹۸۷ توسط ویلیارد و مک کلیز نسبت داد [۲] که عقیده داشتند نقشه راه فناوری ابزاری برای توصیف بازار، برنامه ریزی برای توسعه محصول و فرآیند، تثبیت ظرفیت های فناورانه و تجزیه و تحلیل منابع است و در همین راستا فنون انتخاب سبد نیز در خدمت مدیران سازمان برای ارزیابی سرمایه گذاری های سازمان از منظر رشد بلند مدت بنگاه، دستیابی به اهداف راهبردی و نقشه راه فناوری است. از این دیدگاه برای دستیابی به اهداف مورد انتظار لازم است که فرآیند انتخاب و ارزیابی سبد با اهداف نقشه راه فناوری پیوند داده شود.

شکل ۳- شمای کلی فرآیند برنامه ریزی و مدیریت سبد فناوری

سالها بعد در سال ۲۰۱۰ همین موضوع به صورتی دیگر توسط اولیویرا و روزنفلد مورد تأکید قرار گرفته است [۱]. ایشان معتقدند از آنجا که نقشه راه فناوری و ارزیابی سبد وجوه مشترکی دارند، یکپارچه سازی این دو فرآیند فرصتی برای بهبود و تنظیم هر دو فرآیند است و این موضوع از آن جهت منطقی است که نقشه راه فناوری به تنهایی منجر به تشکیل یک سبد یا سبد از پروژه ها نمی شود و از سوی دیگر تشکیل سبد نیز نیاز به فهرستی از پروژه ها به عنوان ورودی دارد که لازم است آینده نگر و یا همسو با اهداف راهبردی بنگاه باشد.

با وجود اینکه انتخاب فناوری برای سرمایه گذاری جزء جدایی ناپذیر فرآیند مدیریت فناوری است، اما تعبیر انتخاب و مدیریت سبد فناوری و توسعه ابزارهایی برای سنجش ارزش و محاسبه ریسک طرح ها و پروژه های توسعه فناوری و سبد سرمایه گذاری های فناورانه در صنایع مختلف عمر چندانی ندارد. خلیل [۶] در سال ۲۰۰۰ در بخشی از کتاب مدیریت فناوری، به معیارهای ارزیابی سبد فناوری می پردازد و توان خلاقیت و نوآوری، هماهنگی با برنامه کسب و کار سازمان، دسترسی به منابع مالی مستمر و ریسک های فناورانه را از جمله معیارهای ارزیابی سبد فناوری دانست.

دیکینسون و همکارانش [۳] در سال ۲۰۰۱ در مقاله ای با موضوع مدیریت سبد فناوری در شرکت بوئینگ، مهم ترین معیار ارزیابی ارزش سبد فناوری را توانایی ارتقاء سطح راهبردی سازمان معرفی کرده اند.

1- Portfolio Selection

ژولی [۵] در سال ۲۰۰۳ معیارهای ارزیابی سبد فناوری را در دو دسته رقابت پذیری و جذابیت طبقه بندی کرده است. هریک از این دو دسته اصلی شامل ۱۶ زیر معیار است. از جمله زیر معیارهای توسعه یافته در دسته رقابت پذیری می توان به کیفیت روابط میان واحد تحقیق و توسعه و واحد بازاریابی، تعداد اختراعات ثبت شده در حوزه مربوطه و توانمندی و شایستگی تیم تحقیقاتی اشاره کرد. همچنین زیر معیارهای دسته جذابیت شامل موقعیت فناوری در چرخه عمر، موانع در مقابل کپی برداری، طیفی از کاربردهای جدید که به وسیله این فناوری میسر می گردد و سیزده معیار دیگر می شود. در این مقاله اهمیت نسبی هریک از زیرمعیارها نیز در دو دسته اصلی با مراجعه به آراء خبرگان در حوزه های مختلف فناوری برآورد شده است.

کیه زا [۲۰] تناسب پروژه ها و فناوری ها را با راهبرد سازمان، ارتباط با فناوری های موجود و قابلیت خلق گزینه های دیگر را از جمله معیارهای ارزیابی سبد دانسته است.کلدریک و همکاران [۸] در سال ۲۰۰۵ با مطالعه چگونگی تصمیم گیری در مورد سرمایه گذاری در سبد تحقیق و توسعه، معیارهای ارزیابی ارزش سبد را انطباق با برنامه کسب و کار سازمان، پتانسیل رشد محصول، هم افزایی با سایر محصولات/فرآیندها، تاثیر بر بازار فعلی، تاثیر بر آینده بازار، بازگشت سرمایه، قابلیت پیاده سازی فرآیند/محصول و حفاظت از طراحی و اختراعات معرفی کرده اند. یو [۷] در سال ۲۰۰۶ معیارهای ارزیابی سبد را در دسته های سودآوری، کیفیت، اعتبار، اهمیت راهبردی، ارزش تجاری، موقعیت فعلی، دسترس پذیری و استطاعت[1] طبقه بندی کرده است. گولانی و همکاران [۹] در سال ۲۰۰۶ بر اساس الگو کارت امتیازی متوازن معیارهای سنجش ارزش سبد را در چهار دسته مشتریان، مالی، کسب و کار داخلی و یادگیری و رشد طبقه بندی کرده است.وانگ و هوانگ [۴] در سال ۲۰۰۷ به موضوع انتخاب سبد تحقیق و توسعه با رویکرد فازی و روش گزینه های واقعی[2] پرداخته و زمان به نتیجه رسیدن پروژه های پژوهشی مرتبط، پویای بازار در مورد فناوری مورد نظر و پویایی فناوری را به عنوان معیارهای ارزیابی ارزش سبد معرفی کرده است.

هوانگا و همکارانش [۱۷] در سال ۲۰۰۸ میزان نوآوری، میزان پیشرفته بودن فناوری مرتبط، میزان کلیدی و حساس بودن فناوری مرتبط، وسعت و پراکندگی زمینه های کاربرد، قابلیت تعمیم نتایج به سایر حوزه ها، تاثیر بر ظرفیت های پژوهشی، تاثیر بر بازار، همخوانی با راهبردها، بهبود کیفیت، تاثیر بر سطح زندگی افراد، تاثیر بر گسترش مرزهای دانش، محتوای فنی و تخصصی، قابلیت های مجریان پژوهش، زمان، هزینه، ملاحظات زیست محیطی و ایمنی، تجهیزات و قابلیت کاربرد نتایج را به عنوان معیارهای انتخاب سبد در ارزیابی ارزش معرفی کرده اند.

۳-۲- مفهوم بازگشت در مدیریت سبد فناوری

همانگونه که در بخش های قبلی اشاره شد، معیارهای متنوعی برای انتخاب و مدیریت یک سبد مناسب از فناوری ها توسط صاحب نظران حوزه مدیریت فناوری معرفی شده است. همچنین اشاره شد که منظور از یک سبد مناسب، سبدی از فناوری ها است که سرمایه گذاری بر آن ها ضامن دستیابی به اهداف راهبردی سازمان باشد. از این رو شایسته است که جنس و ماهیت واقعی بازگشت را در فرآیند سرمایه گذاری بر روی فناوری از جنس اهداف راهبردی بدانیم. در این تحقیق با توجه به دیدگاه های مختلف صاحب نظران مدیریت که در بخش قبل به برخی از آن ها اشاره شد، عوامل مؤثر بر موفقیت فناوری از همین منظر طبقه بندی شده اند. برخی از این عوامل اثرگذار معطوف به خود فناوری و توانمندی های سازمانی برای دستیابی به

1- Affordability
2- Real Option

فناوری هستند. برخی دیگر عواملی هستند که توسط بازار تعیین می شوند و جهت گیری کلی برای انتخاب و تجاری شدن فناوری را شکل می دهند. برخی از عوامل نیز به طور مستقیم با اهداف راهبردی سازمان در ارتباط هستند و میزان پشتیبانی فناوری از این اهداف را نشان می دهند. در عین حال گروهی از معیارها نیز انواع مخاطرات و ریسک های ناشی از فقدان توانمندی های لازم برای اکتساب و تجاری شدن فناوری را مورد توجه قرار می دهند که به طور طبیعی با امتیاز منفی در محاسبه بازگشت سرمایه گذاری در فناوری نقش ایفاء می کنند.

در این تحقیق با چند بار طبقه بندی، ۷۹ معیار به دست آمده از مطالعات گذشته و تحلیل عاملی تأییدی[1] داده های گردآوری شده از متخصصین یکی از بخش های صنعت نفت کشور، ده معیار کلی برای سنجش میزان مناسب بودن یا به تعبیر این مقاله «بازگشت سرمایه گذاری» سبد فناوری شناسایی و معرفی گردید (جدول ۱). سپس با گردآوری داده ها از حدود یکصد نفر خبره و متخصص این صنعت در مورد دویست و پنجاه فناوری مورد نظر برای سرمایه گذاری نظرخواهی شد و به این ترتیب میزان بازگشت سرمایه هر فناوری مشخص گردید.

جدول ۱- دسته بندی معیارهای انتخاب فناوری بر اساس دو معیار ارزش و ریسک

		معیارها	برخی زیرمعیارهای مرتبط
بازگشت مورد انتظار از سرمایه گذاری بر سبد فناوری	ارزش‌ها	برتری‌های ذاتی فناوری	زمان ثمردهی تحقیق و توسعه، موقعیت فناوری در چرخه عمر، کیفیت فناوری، قابلیت انتقال از واحدی به واحد دیگر، وابستگی به سایر فناوری‌ها، انعطاف‌پذیری و توان پیاده‌سازی فناوری
		آمادگی سازمانی برای میزبانی و ارتقاء فناوری	منشأ مالکیت فناوری، توان انتشار، ظرفیت همراهی با دانش فنی، کیفیت روابط تحقیق و توسعه با واحدهای تولید و بازاریابی
		پشتیبانی فناوری از اهداف راهبردی و آرمان‌ها	اهمیت راهبردی، تناسب با برنامه کسب و کار، پشتیبانی از اهداف سازمان، اثربخشی فناوری، ارتقاء سطح راهبردی
		پشتیبانی فناوری از انتظارات ذی‌نفعان و سرمایه-گذاران	تعداد ذی‌نفعان، سودآوری فناوری، ارزش تجاری، توان بازگشت سرمایه، سازگاری با سناریوها، نسبت هزینه- فایده
		منابع موجود فنی، مالی و انسانی برای حمایت از فناوری	پشتیبانی عمومی از توسعه فناوری، تجارب انباشته موجود، ارزش نیروی کار و تجهیزات، شایستگی تیم‌های تحقیقاتی، تأمین منابع
		عوامل متاثر از بازار	پویایی بازار، حجم بازاری که توسط فناوری ایجاد می‌شود، حساسیت بازار به فاکتورهای فنی، تأثیر بر چشم‌انداز بازار
		عوامل بهم مرتبط پشتیبانی کننده از رقابت‌پذیری سازمان	شدت رقابت، تأثیر فناوری بر رقابت، برتری طراحی، موانع مشابه‌سازی، فاصله با برترین‌ها، اختراعات ثبت شده، استقبال بازار
	ریسک‌ها	ریسک فنی تکمیل طرح	تهدید فناوری‌های جایگزین، پیچیدگی فناوری، ریسک فنی تکمیل
		عدم قطعیت‌های اقتصادی و ریسک تجاری	عدم قطعیت‌های اقتصادی و ریسک‌های تجاری و مالی کاربرد فناوری
		ریسک نهادی	ریسک اخذ الزامات و استانداردهای قانونی، عدم قطعیت‌های نهادی

1- Confirmatory Factor Analysis (CFA)

۴- کاربرد الگوی ارزش در معرض ریسک در مدیریت سبد فناوری

بر اساس آنچه که در بخش قبل اشاره شد، ارزش واقعی سبدی از فناوری ها برای سرمایه گذار، میزان پشتیبانی و حمایتی است که آن سبد از دستیابی به اهداف راهبردی سازمان فراهم می نماید. در عین حال میزان این پشتیبانی و حمایت بر اساس معیارهایی سنجیده می شود که بسته به نوع فناوری ها و عوامل مؤثر بر بستر کاربرد آن ها از حوزه ای به حوزه دیگر متفاوت بوده و یا دارای درجات اهمیت مختلف هستند. از سوی دیگر خود این معیارها، ضریب اهمیت آن ها و به ویژه فرآیند امتیازدهی به هر فناوری در برابر این معیارها نیازمند مراجعه به آراء خبرگان است که در مجموع وضعیت فناوری را برای کسب حداکثر بازگشت از سرمایه گذاری تصویر می نمایند. از آنجا که داده های گردآوری شده از خبرگان به دلیل برداشت های متفاوت ایشان از آینده هر فناوری و نقش آن در پیشبرد اهداف سازمانی دارای نوسان است، با شناخت توزیع آماری متغیرها و انجام تحلیل های آماری بر روی این نوسانات می توان به شاخصی برای سنجش ریسک سرمایه گذاری دست یافت. الگوی به کار گرفته شده در این تحقیق همان الگوی « ارزش در معرض ریسک» است که در بخش ۲ این مقاله به اختصار معرفی گردید و به کاربردهای آن در مدیریت مالی و بازارهای بورس سهام اشاره شد و در این قسمت برای به کارگیری در مدیریت فناوری مناسب سازی می شود.

۴-۱- شرح مفهومی الگو

برای مناسب سازی الگوی « ارزش در معرض ریسک » و به کارگیری آن در مدیریت سبد فناوری، یادآوری می شود که جنس بازگشت سرمایه در فرآیند سرمایه گذاری در سبد فناوری از جنس میزان توفیق در دستیابی به اهداف راهبردی و ریسک موجود در عدم دستیابی به برخی اهداف و یا ناتوانی سبد در پوشش تمامی اهداف مورد نظر است. برای این منظور لازم است که هم از بابت توفیق در اکتساب فناوری های مورد نظر از جهات مختلف فنی و تجاری اطمینان حاصل نمود و هم از اینکه فناوری کسب شده به میزان مطلوب در پیشبرد اهداف سازمانی نقش ایفاء می نماید. برای سنجش هر دو بعد ذکر شده الگویی در بخش قبل مبتنی بر ده معیار کلی ارائه گردید که امتیاز حاصل بر اساس این معیارها نماد بازگشت سرمایه در مدیریت سبد فناوری است.

اکنون با توجه به اینکه امتیازات کسب شده مبتنی بر داده های گردآوری شده از خبرگانی است که هر یک از منظرهای مختلف بازگشت سرمایه گذاری را تخمین زده اند، نمودار شکل شماره ۲ و در نتیجه مفهوم «ارزش در معرض ریسک» برای کاربرد در مدیریت فناوری را می توان به این شرح تفسیر نمود:از آنجا که نوسانات داده ها نمادی از ریسک سرمایه گذاری است و هدف از سرمایه گذاری بر فناوری های مورد سؤال از خبرگان در نهایت دستیابی به مجموعه ای از اهداف سازمانی است، نوسانات آراء خبرگان در زمینه توانمندی های فناوری ها برای دستیابی به اهداف قابل تحلیل است. به عبارت دیگر چنانچه بتوان فرض کرد که مجموعه ای از فناوری ها وجود داشته باشند که سقف امتیاز ممکن را توسط همه خبرگان کسب نموده باشند، در این صورت می توان انتظار داشت که همه اهداف مورد انتظار از سرمایه گذاری تأمین خواهد شد. ولی چنین حالتی تقریبا غیر ممکن است و معمولا خبرگان قضاوت های متفاوتی در مورد فناوری ها دارند و همین منشأ وجود ریسک در تصمیم گیری است. ارزش در معرض ریسک در حقیقت حداکثر نسبت اهداف مورد انتظار است که در یک سرمایه گذاری فناورانه با احتمالی مشخص در معرض خطر (تأمین نشدن) قرار

می گیرند.

به این ترتیب در این الگو هدف محاسبه ریسک تجمیع شده در یک سرمایه گذاری فناورانه است. به این معنی که اگر مجموع ارزش اهداف سازمانی مورد انتظار برای تحقق را برابر عدد ۱۰۰ (یا معادل عدد یک) در نظر بگیریم، سرمایه گذار انتظار دارد با سرمایه گذاری بر روی سبد بهینه فناوری زمینه های فناورانه لازم برای دستیابی به تمامی اهداف راهبردی را فراهم نماید. در این صورت هدف حداکثر نمودن تأثیر سبد در دستیابی به اهداف و یا به طور معادل کمینه سازی اهداف از دست رفته ناشی از عدم انتخاب فناوری های مناسب یا ریسک های فنی و تجاری مرتبط با فناوری های منتخب خواهد بود. به این ترتیب ارزش در معرض ریسک در این الگو در نهایت مبتنی بر میزان ضرر احتمالی تحت توزیع نرمال در سطح اطمینان تعریف شده خواهد بود. اطلاع از این نسبت، سرمایه گذار را در پذیرش تصمیم اتخاذ شده درباره سبد منتخب و یا عزم او برای اصلاح و بهبود آن یاری خواهد نمود.

۴-۲- شرح ریاضی الگو

بر اساس آنچه که در بخش ۲ این مقاله معرفی شد و با توجه به توصیف سبد فناوری در بخش ۳، الگوی ریاضی برای تعیین سبد بهینه فناوری با هدف یافتن کمترین ارزش در معرض ریسک برای یک افق پنج ساله به صورت زیر توسعه داده می شود. در الگوی پیشنهادی علاوه بر کمینه کردن ارزش در معرض ریسک، محدودیت هایی نیز قابل تصور است که برخی از آن ها نظیر محدودیت مجموع نسبت سرمایه گذاری از اجزاء اصلی الگو بوده و برخی دیگر نظیر محدودیت سرمایه انسانی مورد نیاز برای مدیریت توسعه فناوری های مورد نیاز و یا محدودیت تجهیزات و تأسیسات مورد نیاز از مسأله اختصاصی این تحقیق یعنی انتخاب سبد بهینه برای مدیریت فناوری در یکی از بخش های صنعت نفت کشور استخراج شده است که قابل تعمیم به مسائل مشابه نیز می باشد.

$$Min\ VaR = \sigma_p z_\alpha - \mu_p \qquad (۱۳)$$

Subject To:

$$\sum_{t=1}^{n} w_t y_t \leq 1 \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{t=1}^{n} a_t y_t - \sum_{t=1}^{n-1} \sum_{f=t+1}^{n} a_{tf} y_t y_f \leq H \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{t=1}^{n} s_t y_t - \sum_{t=1}^{n-1} \sum_{f=t+1}^{n} s_{tf} y_t y_f \leq S \qquad (۱۶)$$

$$N_t y_t - \sum_{f=1}^{n} p_{tf} y_f \leq 0 \qquad \forall\ t = 1, 2, \ldots, n \qquad (۱۷)$$

$$w_t \leq M y_t \qquad (۱۸)$$

$$C_t - w_t \leq M(1 - y_t) \qquad (۱۹)$$

$$y_t = 0 \text{ یا } 1 \quad \text{و} \quad w_t \geq 0 \qquad (۲۰)$$

در این الگو عبارت (۱۳) نشان دهنده تابع هدف مسأله بوده و همانطور که در بخش های قبل اشاره شد

اجزاء آن به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$\mu_p = \sum_{i=1}^{n} w_i R_i \quad (۲۱)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=j}^{n} w_i w_j cov(R_i, R_j) \quad (۲۲)$$

در واقع عبارت هدف که متغییر تصمیم و مجهول مسأله در آن wi است، نشان دهنده انحراف از میزان پشتیبانی مورد انتظار از اهداف است که به نوعی معرف زیان احتمالی ناشی از سرمایه گذاری خواهد بود. با این تابع هدف به دنبال سبدی از فناوری ها هستیم که بیشترین میزان توانایی برای پشتیبانی از اهداف را فراهم نمایند. عبارت (۱۴) محدودیت کل بودجه یا اعتبار موجود برای تخصیص در سرمایه گذاری است.wi درصدی از کل بودجه است که به فناوریi اختصاص داده خواهد شد و بنابراین مجموع wi ها نباید از عدد ۱ بیشتر باشد.

در جریان الگو سازی برای حل مسائل سبد توجه به وابستگی اجزاء سبد به یکدیگر امری ضروری است. در مسأله مورد نظر این تحقیق وجود روابط متقابل در مدیریت پروژه های توسعه فناوری، بهره برداری از تجهیزات و امکانات تحقیقاتی و آزمایشگاهی و نیز روابط پیش نیازی میان طرح های توسعه فناوری منجر به تعریف محدودیت های (۱۵)، (۱۶) و (۱۷) شده است. عبارت (۱۵) محدودیت های منابع انسانی مدیریتی را به تصویر می کشد که در آن مقادیر ai میزان استفاده هر طرح از منابع مدیریتی است و aij میزان صرفه جویی در منابع توسط پروژه های به هم وابسته است. این محدودیت H میزان کل نفرساعت موجود است. عبارت (۱۶) محدودیت سرمایه گذاری جدید تجهیزاتی و آزمایشگاهی مورد نیاز را نمایش می دهد. مقادیر si میزان سرمایه گذاری جدید مورد نیاز هر طرح برای امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی است و sij میزان صرفه جویی در این سرمایه گذاری برای طرح های به هم وابسته است. در مورد طرح هایی که سرمایه گذاری جدید نمیخواهند هم si و هم sij صفر است. مقدار S نیز کل سرمایه تجهیزاتی موجود برای سرمایه گذاری است. عبارت (۱۷) نیز محدودیت پیش نیازی است که در آن Pij نشان دهنده وابستگی پروژه i به پروژه پیش نیاز j است و هر پروژه تنها در صورتی در سبد قرار می گیرد که همه پروژه های پیش نیاز آن در سبد باشند. Ni تعداد پروژه های پیش نیاز پروژه i است.

دستیابی به هر فناوری در صورت انتخاب و توفیق کامل آن در پشتیبانی از دستیابی به اهداف مورد انتظار نیازمند حداقلی از سرمایه گذاری است. در واقع برای هر فناوری یک حداقل سرمایه گذاری (عددی نسبت به کل بودجه) وجود دارد که اگر این حداقل تخصیص داده نشود فناوری نمی بایست در سبد قرار گیرد. عبارات (۱۸) و (۱۹) مکمل یکدیگر بوده و به اتفاق محدودیت کف سرمایه گذاری مورد نیاز برای هر فناوری را تضمین می نمایند.

y_i ها متغیرهای صفر یا یک هستند که بودن یا نبودن فناوریi را در سبد معلوم می کنند. محدودیت (۲۰) علاوه بر معرفی این متغیر صفر و یک، منفی نبودن نسبت سرمایه گذاری بر هر فناوری (w_i) را نیز تضمین می نماید.

۵- مطالعه موردی در شرکت ملی گاز ایران

بخش انرژی در ایران شامل وزارتخانه ها و سازمان های متعددی است که به عنوان زیرمجموعه های بخش انرژی شناخته شده هستند. بزرگترین دستگاه اجرایی در این بین وزارت نفت است که نقش قابل توجهی در سیاست گذاری و پشتیبانی از صنعت نفت و گاز کشور و بالتبع در بخش انرژی دارد. در عمل بخش بزرگی از زنجیره ارزش نفت از اکتشاف و مدیریت میادین در بالادست گرفته تا محصولات پتروشیمی و فرآیندهای آن در پایین دست در این بخش قرار داشته و از سیاست ها و تصمیمات وزارت نفت متأثر می شوند. از آنجا که زنجیره ارزش نفت بسیار وابسته به فناوری است، تصمیم گیری درباره سرمایه گذاری های فناورانه در این صنعت امری حیاتی است. از این رو وجود مجموعه ای از معیارهای دقیق برای انتخاب فناوری هایی که بیشترین حمایت را از اهداف و راهبرد های سازمانی به عمل آورده و در نتیجه بیشترین بازگشت حاصل از سرمایه گذاری را برای صنعت نفت به ارمغان داشته باشند، بسیار ضروری است.

بر این اساس معاونت پژوهش و فناوری وزارت نفت نسبت به طراحی و استقرار نظام جدید راهبری پژوهش، فناوری و نوآوری صنعت نفت اقدام نموده است. این نظام نوین پژوهشی بر دو رکن سبد مسائل و نیازهای فناورانه صنعت از یک سو و شناسایی و قطب بندی ظرفیت های جامعه و توانایی های موجود نزد متخصصین برای برآوردن این نیازها و حل مشکلات از طرف دیگر بنا شده و در سال ۱۳۸۹ از سوی وزارت نفت ابلاغ شده است. الگوی انتزاعی و مفهومی از این نظام در شکل ۴ نشان داده شده است. همانند هر صنعت دیگر به دلیل محدودیت منابع، لازم است مسائل به دقت انتخاب و وزن دهی شوند و درقالب سبد پژوهش و فناوری صنعت شکل داده شوند.

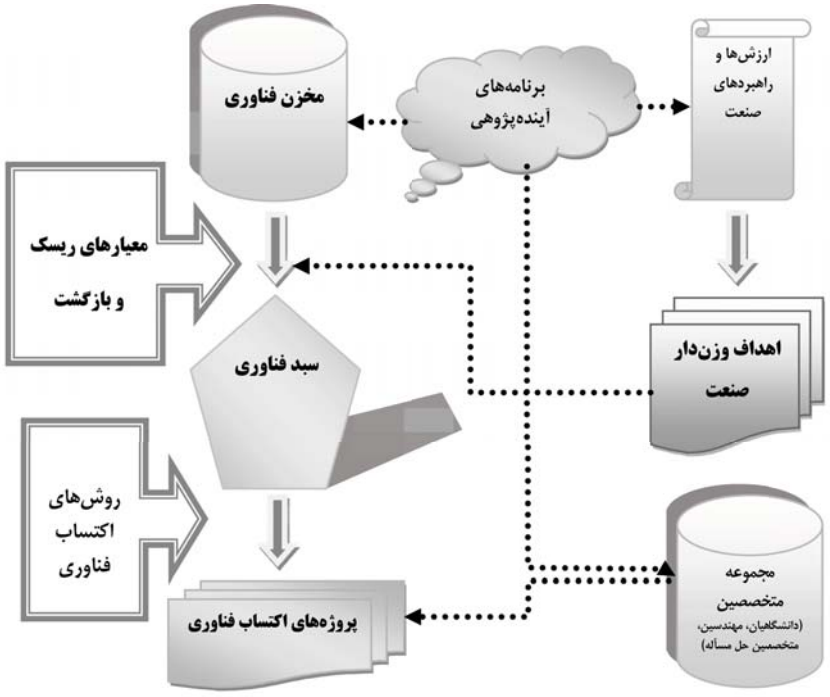
در این تحقیق الگو ارائه شده در بخش ۳-۲ این مقاله برای انتخاب سبد فناوری و ایجاد مجموعه ای از پروژه های پژوهشی و توسعه فناوری برای یک افق پنج ساله در شرکت ملی گاز ایران به عنوان یکی از زیرمجموعه های صنعت نفت کشور مورد استفاده قرار گرفت. برای به کارگیری مجموعه معیارهای معرفی شده، فهرستی از فناوری های پیشنهاد شده از سوی مهندسین و کارشناسان بخش مربوطه و نیز توسط استادان و متخصصین دانشگاه ها تهیه گردید. این فهرست شامل ۲۴۲ عنوان پروژه پژوهشی و فناورانه بود که قبلا در قالب طراحی نقشه راه فناوری این شرکت به دست آمده بود. فناوری های پیشنهادی برای سرمایه گذاری بر اساس برداشت کارشناسان صنعت گاز کشور از نیازهای فوری یا کوتاه مدت/ میان مدت بخش و نیز نتایج برخی از فعالیت های آینده نگاری گردآوری شده و برای تصویب به کارگروه پژوهش های پایین دستی وزارت نفت ارایه گردید. این فهرست شامل طرح ها و پروژه های پژوهشی و توسعه فناوری قابل انجام در دو سطح ستادی و شرکت های تابعه شرکت ملی گاز ایران بوده است. در سطح ستادی مجموع پروژه های فناورانه جاری (در حال اجرا) ۳۴ طرح و پروژه بوده و ۱۲ طرح جدید نیز برای اجرا پیشنهاد شده بود که در مجموع اطلاعات ۴۶ طرح برای بررسی و انتخاب سبد مورد استفاده قرار گرفت. در سطح شرکت های تابعه نیز مجموعا ۱۹۶ عنوان پروژه فناورانه برای بررسی در اختیار کارگروه مربوطه قرار گرفت.

فهرست فناوری ها برای اخذ نظر صاحب نظران در ارتباط با معیارهای انتخاب و وزن دهی و تعیین اهمیت آن ها و در نتیجه حصول برآوردی از میزان بازگشت سرمایه گذاری بر هر فناوری در قالب پرسشنامه جداگانه ای که نمونه آن در جدول ۲ ارائه شده است سازماندهی گردید. این پرسشنامه در میان مجموعه ای از کارشناسان و مدیران بخش مربوطه توزیع شد ونظرات ایشان در مورد اهمیت هر حوزه فناوری با امتیازدهی

به هر پروژه توسعه فناوری در برابر هر یک از معیارها در مقیاس ۱ تا ۱۰ اخذ گردید. سپس توزیع آماری داده های گردآوری شده از حدود ۱۰۰ متخصص بررسی شد و بعد از اطمینان از نرمال بودن داده ها، الگو ارزش در معرض ریسک بر اساس نوسانات داده های موجود و مطابق الگو ارائه شده در بخش ۴-۲ برای افق زمانی پنج ساله طراحی شد. محدودیت های الگو ریاضی نیز بر اساس اطلاعات موجود مربوط به هر محدودیت بازنویسی شد. سپس با حل الگو ریاضی اولیه با استفاده از نرم افزار GAMS پیشنهاد اولیه برای سبد فناوری مورد نظر شامل فناوری های مناسب و منتخب برای سرمایه گذاری همراه با وزن هر یک به گونه ای که متضمن بیشترین بازگشت سرمایه باشند به دست آمد.

از مجموع ۲۴۲ عنوان پروژه فناورانه بررسی شده در سطح ستاد و شرکت ها، ۳۱ طرح و پروژه در سطح ستاد که شامل ۱۹ عنوان از عناوین طرح های جاری و ۱۲ عنوان طرح جدید بود، مورد تصویب کارگروه پایین دستی قرار گرفت. در سطح شرکت ها نیز از مجموع ۱۹۶ طرح ارائه شده، ۱۳۵ عنوان پروژه مورد تصویب کارگروه واقع شد.

خروجی این فرآیند در نهایت برای تصویب به شورای سیاست گذاری پژوهشی وزارت نفت عرضه گردید. این شورا ضمن اعمال برخی تغییرات جزئی در وزن و اهمیت فناوری های پیشنهادی، سبد فناوری ارائه شده را مناسب تشخیص داد و تصویب نمود. تصویب سبد ارائه شده توسط بالاترین مرجع تشخیص و نهاد سیاستگذار پژوهش نشان دهنده توانمند بودن معیارهای معرفی شده و روش به کار گرفته شده برای انتخاب سبد بوده است.



شکل ۴- شمای کلی و مفهومی از نظام جامع راهبری پژوهش، فناوری و نوآوری صنعت نفت

جدول ۲- نمونه پرسشنامه برای امتیازدهی پروژه های اکتساب فناوری در برابر معیارهای انتخاب

فناوری	ارزش‌ها							ریسک‌ها		
	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	R_1	R_2	R_3
T_1										
T_2										
...										
...										
T_{n-1}										
T_n										

۶- جمع بندی، نتیجه گیری و پیشنهاد مطالعات آینده

در این مقاله با بهره گیری از چارچوب کلی مدیریت سبد و مفاهیم ریسک و بازگشت و با الهام از الگوی شناخته شده «ارزش در معرض ریسک» در ادبیات مدیریت مالی، الگویی برای ارزیابی و مدیریت سرمایه گذاری در سبد فناوری ارائه گردید. در این الگو با این فرض که بر اساس الگوی نقشه راه فناوری، فناوری زیرساخت تولید محصولات و ارائه خدمات است و محصولات و خدمات نیز به نوبه خود ضامن دستیابی به اهداف راهبردی هستند، بازگشت سرمایه گذاری بر فناوری از جنس میزان توانمندی در دستیابی به اهداف راهبردی شناسایی شد و مجموعه ای از عوامل و معیارها برای محاسبه این بازگشت معرفی گردید. ارزش در معرض ریسک نیز بر مبنای واریانس آراء خبرگان در مورد بازگشت سرمایه مورد محاسبه قرار گرفت و برآوردی از اهداف از دست رفته را به عنوان معیاری برای ریسک سرمایه گذاری به دست داد. الگوی ریاضی ارائه شده برای محاسبه و کمینه کردن ارزش در معرض ریسک سبد فناوری برای داده های گردآوری شده از یکی از بخش های صنعت نفت ایران مورد استفاده قرار گرفت و نتایج حاصل با انتظارات ذی نفعان در چارچوب نظام جامع راهبری پژوهش، فناوری و نوآوری در صنعت نفت تطابق قابل قبولی را نشان داد. به منظور ادامه مسیر و بهبود الگو در مطالعات آینده در این زمینه برخی موارد به شرح زیر پیشنهاد می شود:

الف- در این تحقیق مجموعه اهداف راهبردی و معیارهای استخراج شده و مورد استفاده برای محاسبه بازگشت سرمایه گذاری در سبد فناوری بدون برتری نسبت به یکدیگر و دارای وزن مساوی در نظر گرفته شده اند. به نظر می رسد در بسیاری از موارد عملی و بسته به شرایط محیطی که الگو در آن به کار گرفته می شود، وزن معیارها و نیز اهداف راهبردی با یکدیگر متفاوت بوده و در نتیجه میزان تأثیرگذاری هر فناوری در سبد منتخب نیز تحت تأثیر قرار خواهد گرفت که مناسب است در تحقیقات آتی مورد نظر قرار گیرد.

ب- از آنجا که امتیازدهی توسط هر خبره به هر فناوری در رابطه با هر معیار بر اساس مفروضاتی نسبت به شرایط حال و آینده صورت می گیرد و با توجه به عدم قطعیت موجود در برداشت ها نسبت به آینده، امکان تدوین سناریوهای محتمل برای آینده فناوری ها و کسب آراء خبرگان برای محاسبه بازگشت سرمایه گذاری ذیل سناریوهای مختلف نیز وجود دارد. در این صورت با محاسبه برگشت سرمایه در سناریوهای مختلف هدف یافتن سبدی خواهد بود که در تمامی سناریوها عملکرد مناسبی برای پشتیبانی از اهداف سازمانی فراهم نماید.

ج- بهینه سازی الگوی ارزش در معرض ریسک تنها زمانی به سادگی امکان پذیر است که توزیع داده های

مسأله نرمال باشد. با توجه به احتمال تبعیت داده های مسائل مختلف از توزیع های آماری دیگری غیر از توزیع نرمال، پیشنهاد می شود مسأله در حالتی که داده های گردآوری شده از توزیع نرمال تبعیت ننمایند، نیز مورد مطالعه قرار گیرد.

References منابع

[1] Oliveira, M. G., Rozenfeld, H., 2010, “Integrating Technology Roadmapping and Portfolio Management at the Front-End of New Product Development”, Technological Forecasting & Social Change, 77, pp: 1339–1354.

[2] Willyard, C.H., McClees, C.W., 1987, “Motorola’s Technology Roadmap Process”, Research Management, 30 (5), pp: 13–19.

[3] Dickinson, M.W., Thornton, A. C., Graves, S., 2001, “Technology Portfolio Management: Optimizing Interdependent Projects over Multiple Periods”, Transactions on Engineering Management, 48 (4), pp: 518-527.

[4] Wang, J, and Hwang, W.L., 2007, “A Fuzzy Set Approach for R&D Portfolio Selection Using a Real Options Valuation Model”, Omega, 35, 3, pp: 247-257.

[5] Jolly, D., 2003, “The Issue of Weightings in Technology Portfolio Management”, Technovation, 23, pp: 383-391.

[6] Khalil, T.M., 2000, “Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation”, Singapore: McGraw Hill.

[7] Yu, O. S., 2006, “Technology Portfolio Planning Management”, Star Strategy Group Los Altas, Ca, USA.

[8] Coldrick, S., Longhurst, P., Iveya, P., Hannis, J., 2005, “An R&D Options Selection Model for Investment Decisions”, Technovation, 25, pp: 185–193.

[9] Eilat, H., Golany, B., 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.

[10] Phaal, R., Farrukh, C. J. P. and Probert, D. R., 2004, “Technology Roadmapping- A Planning Faramework for Evolution and Revolution” Technological Forcasting and Social Change, 71, pp: 5-26.

[11] Markowitz, H. M., 1991, “Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments”, Second Ed., Cambridge, MA, Basil Blackwell.

[12] Markowitz, H. M., 1952, “Portfolio Selection”, Journal of Finance, 7: 77-91.

[13] Choudhry, M.,2006, “An Introduction to Value at Risk”,Fourth Ed.,Chichester,

John Wiley & Sons.

[14] Pearson, N.D.,2002, “Risk Budgeting- Portfolio Problem Solving with Value at Risk”, New York, John Wiley & Sons.

[15] Rachev, S.T., Stoyanov, S.V., Fabozzi, F.J., 2008,“Advanced Stochastic Models, Risk Assessment and Portfolio Optimization: The Ideal Risk, Uncertainty and Performance Measures”, New Jersey, John Wiley & Sons.

[16] Quaranta, A.G., Zaffaroni, A.,2008, “Robust Optimization of Conditional Value at Risk and Portfolio Selection”,Journal of Banking & Finance, 32, pp: 2046–2056.

[17] Huang, Ch., Chu, P.Y., Chiang, Y.H., 2008, “A Fuzzy AHP Application in Government-Sponsored R&D Project Selection”, Omega, 36, pp.1038 – 1052.

[18] Segev, E., 1995, Corporate Strategy: Portfolio Models,ITP, London, Boyd and Fraser.

[۱۹] ریسک بازار، رویکرد ارزش در ریسک. شرکت ماتریس تحلیل گران سیستم‌های پیچیده. چاپ اول، تهران: نشر آتی‌نگر، ۱۳۸۸

[۲۰] ویتوریو کیه زا، ۱۳۸۴، «استراتژی و سازماندهی R&D»، ترجمه: سیدسپهر قاضی نوری، محبوبه مهدی خانی، تهران: وزارت صنایع، مرکز صنایع نوین.

[۲۱] سید حسین ایرانمنش، سید محمد قریشی و علیرضا شامخی امیری، ۱۳۸۹، مدیریت سبد پروژه ها – راهنمای جامع پیاده سازی، تهران، شرکت چاپ و نشر بازرگانی.

[۲۲] سید سروش قاضی نوری، ۱۳۸۳، «ارزیابی فناوری: ابزار کمک سیاستگذاری»، تهران: وزارت صنایع، مرکز صنایع نوین.