



Managing Information Technology Investments with Real Options Analysis

Ahmad Jafarzadeh Afshari*, Mohammad Mohammadpour Omran & Somayeh Rasouli

Ahmad Jafarzadeh Afshari, Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Shomal University, Amol, Iran

Mohammad Mohammadpour Omran, Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

Somayeh Rasouli, MSc in Industrial Engineering, Shomal University, Amol, Iran

Keywords

Real options,
Information technology
investment,
Risk management,
Enterprise resource planning
(ERP)

ABSTRACT

Fast-growing tendency of the modern societies to exploit information have caused big changes in the number of Information Technology (IT) projects in the organizational and national levels. Due to the ever-increasing rate of technological innovations, IT projects (especially software projects) are facing a number of challenges and risks. To reduce the risk, decision-makers should be allowed to be able to change decisions related to investing, whenever new information is available about costs, prices and other market-related issues. This subject is the main definition of flexibility on investment funds and allows institutions to apply real option valuing in IT investment.

In this research, we dealt with valuing the investment on Enterprise Resources Planning project (ERP) in a financial software development firm based on the real options method. The finding indicated that about two billion Rials increase in value results using the real options method, which considers flexibility investment decisions. Finally, a strategic map is proposed for the project during one year of its development.

© 2016 IUST Publication, IJIEPM Vol. 27, No. 3, All Rights Reserved



مدیریت سرمایه گذاری فناوری اطلاعات با استفاده از روش اختیارات حقیقی

احمد جعفرزاده افشاری^{*}، محمد محمدپور عمران و سمیه رسولی

چکیده:

حرکت رو به رشد و سریع جوامع امروزی جهت کسب و بهره برداری از اطلاعات، موجب گسترش روز افزون اجرای پروژه‌های مختلف در زمینه فناوری اطلاعات در سطوح سازمانی و ملی شده است. با توجه به سرعت چشمگیر نوآوری‌های تکنولوژیکی، پروژه‌های فناوری اطلاعات با چالشها و ریسکهای متعددی مواجه می‌باشند. برای کاهش ریسک، باید به تصمیم گیرندگان اجازه داده شود تا هر زمان که اطلاعات جدیدی در حوزه قیمت‌ها، هزینه‌ها، و سایر شرایط بازار موجود می باشد بتوانند تصمیمات مربوط به سرمایه گذاری را تغییر دهند. این موضوع مفهوم اصلی انعطاف پذیری در زمینه وجوه سرمایه گذاری می‌باشد که به موسسات اجازه می دهد تا در سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات از ارزش گذاری تئوری اختیارات حقیقی استفاده نمایند. در این پژوهش با روش اختیارات حقیقی به ارزش گذاری سرمایه گذاری پروژه برنامه ریزی منابع بنگاهی (ERP) در یک شرکت تولید نرم‌افزارهای مالی با در نظر گرفتن اختیارات گسترش پرداخته شده است. نتایج یافته‌ها نشان داد که در روش اختیارات حقیقی با در نظر گرفتن انعطاف پذیری در مدیریت، در نتیجه اعمال اختیار گسترش ارزش مازادی حدود دو میلیارد ریال برای پروژه به همراه خواهد داشت. در نهایت یک نقشه راهبردی برای پروژه در طول یک سال عمر اختیارات در نظر گرفته شده است.

کلمات کلیدی

اختیارات حقیقی،
سرمایه گذاری در فناوری
اطلاعات،
مدیریت ریسک،
برنامه‌ریزی منابع بنگاهی

۱. مقدمه

امروزه با وجود استراتژی‌هایی که با میزان بالایی از ریسک و عدم قطعیت مشخص می‌شوند، دیگر روش‌های سنتی قادر به ارزیابی دقیق و قابل اعتمادی در خصوص سرمایه گذاری نیستند و نیاز به روش‌های جدیدتر و پیشرفته تری است. روش‌های سنتی فرضیات مطلقی دارند، نظیر بازگشت پذیری سرمایه. به عبارت دیگر، یک سرمایه گذاری می‌تواند متوقف شده و هزینه‌ها دوباره بازیافت شوند.

تاریخ وصول: ۹۲/۰۹/۱۲

تاریخ تصویب: ۹۳/۱۰/۱۶

محمد محمدپور عمران، استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، omran@iust.ac.ir

سمیه رسولی، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه شمال، Rasouli252@gmail.com

^{*}نویسنده مسئول مقاله: دکتر احمد جعفرزاده افشاری، استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه شمال، afshari@shomal.ac.ir

از طرف دیگر، در برخی مواقع اگر یک شرکت اکنون سرمایه گذاری را انجام ندهد، قادر نخواهد بود در آینده آن را انجام داده و این غیرقابل بازیافت خواهد بود.

گرچه برخی پروژه‌های سرمایه گذاری واجد این ویژگی می‌باشند اما اغلب آنها فاقد این خصوصیات هستند. در واقع، امکان تأخیر یک سرمایه گذاری به منظور کسب اطلاعات بیشتر و بنابراین کاهش عدم قطعیت، برای مدیریت فرصت ارزشمندی را برای اصلاح سرمایه‌گذاری و استراتژی پیرو آن به منظور کسب فرصت‌های بهتر یا کاهش زیان‌ها در آینده فراهم می‌نماید. به چنین امکانی می‌توان به عنوان یک اختیار نگریست. مفهوم اختیارات حقیقی ریشه در نظریه اختیارات مالی دارد. پایه‌های آن بر کارهای برندگان جایزه نوبل اقتصاد در زمینه قیمت گذاری قراردادهای اختیارات مالی، توسعه داده شده توسط بلک، شولز و مرتون می‌باشد. نظریه قیمت گذاری اختیاری در مورد انواع سرمایه گذاری‌ها، اعم از واقعی یا غیرمالی کاربرد دارد [۱].

بنابراین، نظریه اختیارات حقیقی بسطی طبیعی از نظریه قیمت گذاری اختیاری بوده و ریشه در اختیارات مالی دارد. بالاسوبرامانیان و همکاران با استفاده از روش اختیارات حقیقی به بررسی یک فناوری رسمی و عملی برای ارزیابی سرمایه گذاری های زیرساخت های فناوری اطلاعات نمودند. در نتیجه این روش نشان داد که نه تنها بر بازده سرمایه گذاری تاثیر گذار است بلکه همچنین باعث افزایش درک در مورد این مسئله می شود که چگونه محرک های عملیاتی را بر اساس قابلیت های تجاری و تصمیمات سرمایه گذاری تنظیم نمایند [۲].

کیم و سندرز در سرمایه گذاری فناوری اطلاعات مبتنی بر نظریه اختیارات حقیقی به بررسی چارچوبی مربوط به ارزش های فناوری اطلاعات و فعالیت های استراتژیک نموده و مبنایی را برای ارزش گذاری سرمایه گذاری فناوری اطلاعات از لحاظ ارزش اقتصادی و انتخاب واقعی ایجاد کردند. همچنین چارچوب قابل درکی را برای مدیران فناوری اطلاعات فراهم نمودند که می توان در ارزیابی و تصدیق سرمایه گذاری فناوری اطلاعات از آن کمک گرفت [۳].

اصفهان پور و شاهرخ شاهی اختیار حقیقی آسیایی را در ارزش گذاری اقتصادی پروژه ها به منظور نزدیک نمودن اختیارات واقعی به شرایط دنیای واقعی بکار گرفته اند. در این مطالعه برای ارزش گذاری اختیار آسیایی از روش درخت دوجمله ای انبوه استفاده شده است. رویکرد پیشنهادی این مقاله برای ارزش گذاری یک پروژه واقعی بکار گرفته شد و همانطور که انتظار میرفت نتایج حاصل از رویکرد آسیایی واقعی به دلیل برآورد مطابق با شرایط واقعی، انعطاف پذیری ها را کمتر از اختیارات معمولی برآورد می کند [۴].

کیمیاگری و آفریده ثانی به ارائه یک روش تلفیقی جهت قیمت گذاری اختیار معامله مبتنی بر دو روش مدل بلک شولز و درخت دو تایی پرداخته اند. آنالیز مدل ها در مقاله نشان داد که مدل بلک شولز مدلی مناسب جهت قیمت گذاری اختیار معامله سهم ها با نوسانات پایین و مدل درخت دوتایی مدلی مناسب جهت قیمت گذاری سهم ها با نوسانات بالا می باشد [۵]. نصیری و کیمیاگری در مقاله ای روش های مختلف تخمین پارامترهای نوسان پذیری را برای رویکرد اختیارات حقیقی مورد مطالعه قرار داده اند. همچنین در این مقاله، یک روش جدید که مبتنی بر جریانات نقدی است پیشنهاد گردیده است [۶].

چان و همکاران در مقاله ای بیان می کنند که ارزیابی سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات معمولاً نیاز به مقدار قابل توجهی هزینه دارد و با توجه به عدم قطعیت محیطی از روش تئوری اختیارات حقیقی برای ارزیابی پروژه استفاده شده است. در این مقاله به معرفی تئوری اختیارات حقیقی پرداخته شده است و

یک چارچوب ساده از تئوری اختیارات حقیقی برای ارزشیابی فرصت های سرمایه گذاری ارائه شده است [۷].

هو و لیائو یک رویکرد فازی برای ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری در شرایط نامطمئن با استفاده از تئوری اختیارات حقیقی ارائه نمودند. این پژوهش یک رویکرد فازی دوجمله ای برای ارزیابی پروژه ها تحت شرایط عدم قطعیت بکار گرفت. علاوه بر آن در این تحقیق، یک روش برای محاسبه میانگین ارزش خالص حال (NPV)^۱ گسترش یافته فازی ارائه شده است [۸].

۲. چگونگی شکل گیری متدولوژی اختیارات حقیقی

مایرز اولین کسی بود که محدودیت های روش های سنتی برای ارزش گذاری سرمایه گذاری های همراه با یک عملکرد مشخص یا همراه با انتخاب های استراتژیک را مطرح کرد. او پیشنهاد نمود که ارزش گذاری اختیارات بهترین روش برای ارزش یابی چنین سرمایه گذاری هایی است [۹]. دیکسیت و پیندیک بر مشخصه غیرقابل تغییر بودن بیشتر تصمیمات سرمایه گذاری و همین طور محیط عدم قطعیت حاکم بر این تصمیم گیری ها تأکید نمودند. آنها ارزش اختیار انتظار برای داشتن اطلاعات بیشتر (ولی ناکامل) را مطرح کردند. تمرکز کتاب آنها بر درک رفتار سرمایه گذاری شرکت ها و توسعه ملاحظات برای این تئوری برای محیط های پویا بود [۱۰].

تریجر جیس دانش گذشته و پراکنده در مورد اختیارات حقیقی را جمع آوری کرد. وی به طور جامع تکنیک های بودجه گذاری کلان را مرور و روشی مبتنی بر تئوری ارزش گذاری اختیارات را معرفی کرد که ابزاری برای کمی نمودن انعطاف پذیری بود. او همین طور مسائلی چون تعاملات بین اختیارات، ارزش گذاری انتخاب های متعدد در یک سرمایه گذاری و ارزشیابی تأثیر تعاملات رقابتی را در کتاب خود مورد بحث قرار داد. متدولوژی مطرح شده در کتاب او تئوریک بود و به شکل گیری تکنیک های عملی بیشتری برای ارزش یابی مبتنی بر اختیارات حقیقی موجود کمک کرد [۱۱].

در کنار توسعه تئوری، کاربرد اختیارات حقیقی در استراتژی کسب و کار، امور مالی سازمان ها، ارزیابی بازار، تحلیل اوراق قرضه، مدیریت پورتفولیو، مدیریت ریسک تا طراحی مهندسی به سرعت در حال رشد است. متدولوژی اختیارات حقیقی در صنایع مختلفی چون فناوری اطلاعات، تحقیق و توسعه (R&D)، تولید، تجارت الکترونیک و ... کاربرد زیادی دارد. آمرام و کولاتیلا کتابی مقدماتی در مورد تئوری اختیارات حقیقی نوشتند که در آن به ارزش گذاری اختیارات و کاربرد اختیارات حقیقی پرداخته شده بود. ولی این کتاب متدولوژی عملی و همراه با جزئیات برای ارزیابی اختیارات حقیقی فراهم نمی کرد و تنها به این مسأله اشاره شده بود که تکنیک اختیارات حقیقی تا چه اندازه می تواند کاربرد داشته باشد [۱۲].

آغاز قرن بیست و یکم زمان شکوفایی انتشار کتاب در زمینه اختیارات حقیقی با تمرکز بیشتر روی کاربرد آن بود. کاپلند و آنتی کاروف کتابی تأثیر گذار درباره اختیارات حقیقی نوشتند. در این کتاب آنها رویه ای را برای ارزش نهادن بر هر یک از انتخابهای پیش رو برای سرمایه گذاری طرح کردند [۱۳]. مان تعریفی کیفی و کمی از اختیارات حقیقی بیان نمود که مطالعه های موردی و سناریوهای واقعی در مورد آن فراهم می آورد. او درباره کاربرد عملی اختیارات حقیقی توضیح می دهد و تمرکز او بیشتر بر استفاده از ارزش گذاری با استفاده از ریسک پذیری خنثی^۲ می باشد. تاکنون مقالات و کتب زیادی درباره این متدولوژی نوشته شده است و استفاده از آن در حال گسترش است [۱۴].

۳. مبانی تحلیل روش اختیارات حقیقی

مفهوم اختیارات حقیقی در ابتدا برای اختیارات سهام مطرح شد که به عنوان یکی از ابزارهای برجسته در مباحث مالی برای مقابله با ریسک های مربوط به معاملات این داراییها استفاده می گردید [۱۲]. همچنین این تئوری برای دارایی های غیرمالی مثل سرمایه گذاری های فناوری ابزار مناسبی برای توجیه، برنامه ریزی و ارزش یابی این دارایی ها تحت شرایط ریسک می باشد. در اینجا دارایی های سازمانی که تأثیرپذیر از سرمایه گذاری و اختیارات هستند، دارایی های اصلی به شمار می روند. برای مثال بخش های سازمانی که اجرای سیستم مدیریت ارتباط با مشتری (CRM)^۳ را به عهده دارند و یا قسمت هایی از سازمان که داده های یک پروژه برنامه ریزی منابع سازمانی (ERP)^۴ از سوی آنها تأمین می شود، دارایی های اصلی در این نوع سرمایه گذاری ها محسوب می شوند. هزینه سرمایه گذاری ها در هنگام اجرایی نمودن اختیارات نیز به منزله همان قیمت توافقی در اختیارات مالی است. مساله مهم این است که عایدی حاصل از سرمایه گذاری در شرایط عدم قطعیت بایستی از هزینه های آن کمتر باشد. در شرایطی که تغییرات^۵ بیشتری وجود داشته باشد، ارزش اختیارات نیز بیشتر خواهد شد. ارزش اختیارات با ابزارهای اختیارات حقیقی مانند روش های دوجمله ای، معادلات بلک شولز و یا شبیه سازی به دست می آید [۱۵].

درک طبیعت و منشا عدم قطعیت جنبه حیاتی برای استفاده از تحلیل اختیارات حقیقی است، چرا که ارزش ویژه این اختیارات به خاطر شرایط عدم قطعیتی است که در تصمیم گیری وجود دارد [۱۶]. شرایط عدم قطعیت با متغیری اعمال می شود که توزیع احتمال آن متغیر شرایط عدم قطعیت را شبیه سازی می کند. ارزش مورد انتظار این توزیع احتمال، تخمین آماری و واریانس، اندازه ای از تغییرات تحت شرایط عدم قطعیت را نشان می دهد.

دیگرام های عایدی^۶ ارزش آتی یک تصمیم در شرایط عدم قطعیت را به این صورت نشان می دهند که چگونه عایدی های آتی سرمایه گذاری با عدم قطعیت مورد انتظار تغییر می کنند. روش اختیارات حقیقی به مدیران فناوری اطلاعات اجازه می دهد تا از عواقب ریسک آگاه باشند، در حالت بروز اتفاقات نامطلوب با آن مقابله و در صورت مساعد بودن شرایط به نحو احسن از آن موقعیت استفاده کنند، بهترین گزینه سرمایه گذاری استراتژیک را انتخاب و آن را برای مدیریت ارشد و سهامداران مالی توجیه کنند.

۴. اختیارات حقیقی و تصمیمات سرمایه گذاری

فناوری اطلاعات

مشخصه های اصلی تصمیمات سرمایه گذاری در یک پروژه فناوری اطلاعات (IT)^۷ پیوسته و وابسته بودن، پویایی و پیچیدگی است. این ویژگی ها به طور مشخص توسط تحلیل اختیارات حقیقی مورد بررسی قرار می گیرند و بدینوسیله سرمایه گذاران بر محدودیت های روش های سنتی قبلی در این زمینه فائق می آیند. برای مثال برای سرمایه گذاری های فناوری اطلاعات وابسته به دیگر سرمایه گذاری های قبلی، استفاده از اختیارات محتمل الوقوع ریسک سرمایه گذاری را در پروژه های فناوری اطلاعات بزرگ در شرایط عدم قطعیت کاهش می دهد، بدین شکل که انجام سرمایه گذاری به صورت مرحله به مرحله انجام گیرد به طوری که انجام هر مرحله منوط به انجام موفقیت آمیز مراحل قبلی باشد. همین طور تحلیل اختیارات حقیقی با ارزش یابی انعطاف پذیری و راههای مختلف در تصمیمات سرمایه گذاری فناوری اطلاعات، مشخصه پویایی پروژه های فناوری اطلاعات را در تصمیم گیری های سرمایه گذاری در نظر می گیرد. به این شکل تصمیم گیرندگان به این مساله ترغیب می شوند که سرمایه گذاری ها را به شکلی طراحی کنند که دارای انعطاف پذیری باشند و امکان انتخابهای مختلف در آنها وجود داشته باشد، به شکلی که منافع بالقوه سازمان بالفعل شود. این انعطاف پذیری می تواند در ورودی های سرمایه گذاری باشد، مانند وارد کردن یک فناوری نوین و یا یک قانون جدید در شرایط سرمایه گذاری و یا حتی در خروجی ها مانند محصولات نرم افزاری یا ویرایش های مختلف برای بخش های مختلف بازار و متناسب با نیازهای مختلف. نهایتاً تحلیل اختیارات حقیقی بدین شکل پاسخگوی مشخصه پیچیدگی سرمایه گذاری فناوری اطلاعات است که بر نتایج تعاملات کسب و کار و فناوری اطلاعات نیز متمرکز می شود. ارزش یابی فناوری اطلاعات توسط این متدولوژی مانند روش های سنتی محدود به ارزیابی مالی کوتاه مدت و به صورت ایزوله نمی باشد، بلکه در این تحلیل بررسی می شود که چگونه سرمایه گذاری فناوری اطلاعات با استراتژی های

کسب و کار و دیگر اجزای سازمانی در تعامل است و در نتیجه ارزش کسب و کار را به طور قابل ملاحظه ای افزایش می دهد.

۵. ارزش یابی پروژه ERP در شرکت تولید نرم افزار

مالی با استفاده از مدل تحقیق

مدل تحقیق روشی مرحله ای برای ارزش یابی و برنامه ریزی سرمایه گذاری های فناوری اطلاعات است. در زیر گام های این مدل برای ارزشیابی پروژه ERP تشریح می نمایم:

گام اول: امکان بکارگیری تحلیل اختیارات حقیقی

در مرحله اول امکان بکارگیری تحلیل اختیارات حقیقی در تصمیم گیری سرمایه گذاری در این پروژه بررسی می شود. با توجه به اینکه در پژوهش حاضر یکپارچه سازی سیستم های سازمانی در یک پروژه برنامه ریزی منابع بنگاهی نیازمند پذیرش کامل از سوی افراد کل سازمان است، عدم قبول فناوری یک نرم افزار کاربردی بالتبع موفقیت تجاری آن را نیز غیرممکن می سازد. در چنین شرایطی تصمیم گیری دارای شرایط عدم قطعیت است. بنابراین، استفاده از تحلیل اختیارات حقیقی برای ارزش یابی سرمایه گذاری مناسب است. ضمن آن که با توجه به انجام پروژه به صورت مرحله ای، با تکمیل هر فاز از پروژه برای ادامه کار گزینه های مختلفی وجود دارد.

گام دوم: شناسایی گزینه های ممکن سرمایه گذاری

در این مرحله گزینه های ممکن سرمایه گذاری شناسایی می شوند. پس از بررسی شرایط پروژه و مصاحبه افراد خبره در حال حاضر گزینه سرمایه گذاری ممکن برای این پروژه گزینه گسترش می باشد.

گام سوم: محاسبه ارزش اختیارات حقیقی سرمایه گذاری

در این مرحله ارزش اختیارات حقیقی با استفاده از یکی از ابزارهای اختیارات حقیقی مورد ارزش یابی قرار می گیرد. این پروژه را توسط ابزار درخت دوجمله ای مورد ارزش یابی قرار گرفته است.

۵-۱. ارزش گذاری اختیارات در نظر گرفته شده در پروژه با

استفاده از روش درخت دوجمله ای

در ارزش گذاری با درخت دو جمله ای ابتدا متغیر ورودی تعیین می شوند. سپس با بکارگیری استقرای پس رو هر کدام از اختیارات در نظر گرفته شده، ارزش گذاری می شوند. مراحل انجام این ارزش گذاری به صورت زیر است.

۵-۱-۱. تعریف پارامترهای ورودی

پارامترهای ورودی در مدل های ارزش گذاری اختیارات حقیقی در قالب ارزش فعلی دارایی، نوسان پذیری، عمر اختیارات و نرخ

بهره بدون ریسک و بازه زمانی تعریف می شود. این پارامترها در جدول (۱) آورده شده است.

برای ارزیابی پروژه های مربوط به فناوری اطلاعات با رویکرد اختیارات حقیقی به تخمین پارامترهایی نیاز داریم که مهم ترین و کلیدی ترین آنها پارامتر نوسان پذیری است. اما تخمین این پارامترها بسیار پیچیده است، زیرا به داده های تاریخی برای دارایی پایه - اینجا ارزش پروژه - دسترسی نداریم. علت این است که در چنین موقعیت هایی پروژه برای اولین بار اجرا می شود و غیر قابل بازگشت است. برای تخمین این پارامتر روش های متنوعی وجود دارد [۶] که در این پژوهش از روش مبتنی بر نظر خبرگان استفاده شده است. در این رویکرد، که آموزش آن به مدیران و توضیح چگونگی عملکرد آن بسیار ساده است، مدیران را مجاز می سازد که بدون اجرای تحلیل های ممتد تخمینی تقریبی از نوسان پذیری انجام دهند.

جدول ۱. پارامتر ورودی در ارزش گذاری اختیارات حقیقی

پارامترهای ورودی	نماد	مقدار
ارزش فعلی دارایی	S0	۱۹۹.۸
نوسان پذیری ارزش دارایی	σ	۰.۲
عمر اختیارات	T	یک سال
نرخ بهره بدون ریسک	r	۰.۱۸
بازه زمانی	Δt	۳ ماهه

۵-۲. محاسبه منافع و هزینه های سرمایه گذاری

شناسایی ارزش کسب و کاری سرمایه گذاری های پروژه ERP فرآیند پیچیده ای است، چراکه قابلیت های این نوع از سیستم های اطلاعاتی به ندرت پیشاپیش به لحاظ کمی مشخص هستند و اندازه گیری منافع آن و تاثیر عدم قطعیت و نامطمئن بودن آن امری مشکل است. معمولاً سرمایه گذاری های استراتژیک فناوری اطلاعات نیازمند زیرساخت و سرمایه اولیه زیاد هستند و بازگشت سرمایه آنها در درازمدت صورت می پذیرد. در این پروژه منافع و هزینه ها نیز مبتنی بر نظرات خبرگان بدست آمده است.

جدول ۲. مفروضات لازم برای سرمایه گذاری

جمع کل درآمدهای سالیانه	۸۴ میلیون تومان
متوسط هزینه سالیانه راه اندازی	۶۰۰ میلیون تومان
هزینه نگهداری سالیانه سیستم	۱ میلیون تومان
طول دوره راه اندازی طرح	۱ سال
عمر مفید سیستم	۵ سال

۵-۳. ارزشیابی سرمایه گذاری با روش NPV

در روش های سنتی مانند NPV عدم اطمینان در منافع و هزینه ها در نظر گرفته نمی شود. جدول (۳) نتایج تحلیل و ارزش یابی سرمایه گذاری سنتی را نشان می دهد. نرخ تنزیل در این پروژه

$$NPV = \sum_{n=1}^n F_{benefits,n} \left(\frac{1}{1+r} \right)^n - \sum_{n=1}^n F_{costs,n} \left(\frac{1}{1+r} \right)^n \quad (1)$$

با توجه به رابطه (۱) مقدار NPV برابر با ۱۹۹.۸ میلیون تومان بدست آمد.

برابر با ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است. اعداد جدول (۳) بر حسب میلیون تومان است.

NPV حاصل کسر ارزش فعلی هزینه‌ها از ارزش فعلی منافع است. رابطه (۱) فرم استاندارد معادله NPV وقتی نرخ تنزیل ثابت فرض می‌شود و معادل با هر دوره زمانی تنزیل صورت می‌گیرد را نشان می‌دهد:

جدول ۳. محاسبه NPV برای پروژه ERP

سال	درآمدها	هزینه‌های نگهداری	هزینه اولیه سرمایه گذاری	مجموع هزینه‌ها	هزینه استهلاک (۱۰٪ هزینه تجهیزات)	درآمدها پس از کسر مالیات (۵٪ درآمد)	ارزش فعلی جریان نقدینگی
۹۲	۰	۰	۶۰/۰۰	۶۰/۰۰	۱/۰۰	-۶۱/۰۰	-۶۱/۰۰
۹۳	۸۴/۰۰	۱/۰۰	۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۷۹/۸	۶۷/۶۶
۹۴	۸۴/۰۰	۱/۰۰	۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۷۹/۸	۵۸/۸۳
۹۵	۸۴/۰۰	۱/۰۰	۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۷۹/۸	۵۱/۱۵
۹۶	۸۴/۰۰	۱/۰۰	۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۷۹/۸	۴۴/۴۸
۹۷	۸۴/۰۰	۱/۰۰	۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۷۹/۸	۳۸/۶۸

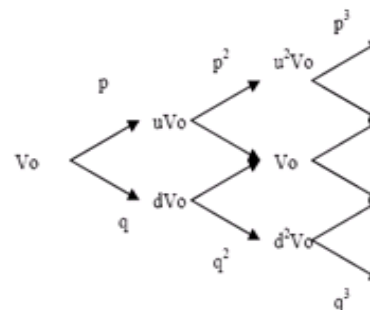
$$d = \left(\frac{1}{u} \right) = \frac{1}{\exp(\sigma \sqrt{\delta t})} \quad (3)$$

n برابر تعداد گامهای درخت دوجمله ای و σ نوسان پذیری است که تحت عنوان انحراف معیار استاندارد تابع توزیع لوگ نرمال برگشت سرمایه پیوسته پروژه مطرح می‌شود. ارزش نهایی اختیار خرید C در شرایط بالا یا پایین رفتن ارزش از رابطه $C_u = \max [0, uV - I]$ یا $C_d = \max [0, dV - I]$ به دست می‌آید. I مقدار سرمایه گذاری لازم برای اعمال اختیار است. اگر P را به صورت $P = \frac{\exp(r \delta t) - d}{u - d}$ تعریف کنیم، ارزش اختیار خرید C در زمان $t=0$ به صورت شکل ۲ محاسبه می‌شود.

معادله اختیار خرید دوجمله ای، ارزش اختیار را در حالت‌های مختلف تصمیم گیری مدیریت محاسبه می‌کند. درخت‌های دوجمله ای را می‌توان به صورت چندگانه و در بازه‌های زمانی مختلف Δt توسعه داد. به صورت الگوریتمی بایستی از انتهای درخت (در زمان $n \Delta t$) شروع کرد و به صورت عقبگرد ارزش اختیار در هر گروه قبلی را محاسبه کرد.

۵-۴. روش دوجمله‌ای

کاکس، راس و رابینستین در سال ۱۹۷۹ متدی جایگزین برای ارزش‌یابی اختیارات با استفاده از دیدگاه دوجمله‌ای و در هر بازه زمانی مشخص ابداع کردند. در این مدل ارزش دارایی اصلی تحت شرایط ریسکی (V) در بازه‌های زمانی مختلف و به صورت توزیع دو جمله ای چندگانه محاسبه می‌شود (شکل ۱). زمان این ارزش‌یابی از زمان صفر شروع می‌شود. در یک بازه زمانی Δt ، V ممکن است به احتمال p زیاد شود و به uV افزایش یابد ($u > 1$) و یا اینکه به احتمال $q = 1 - p$ کم شود و به مقدار dV برسد ($d < 1$). فرض می‌شود $d < 1 + r < u$ و r نرخ برگشت بدون ریسک است.



شکل ۱. درخت دوجمله ای چند گانه

طبق فرضیات توزیع دوجمله ای بالا و پایین رفتن ارزش از توابع زیر پیروی می‌کنند:

$$u = \exp(\sigma \sqrt{\delta t}) \quad (2)$$

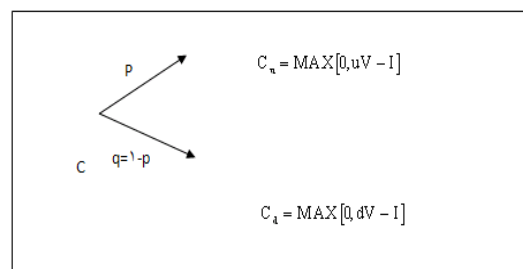
محاسبات مربوط به مقادیر پارامترهای ورودی برای ساخت درخت دو جمله ای به شرح زیر می باشد:

$$V_0 = 199.8 \quad (5)$$

$$u = \exp(\sigma\sqrt{\delta t}) = 1.10517 \quad (6)$$

$$d = \left(\frac{1}{u}\right) = \frac{1}{\exp(\sigma\sqrt{\delta t})} = 0.90484 \quad (7)$$

$$p = \frac{\exp(r\delta t) - d}{u - d} = 0.66575 \quad (8)$$



شکل ۲. معادله اختیار خرید دو جمله ای

در شکل ۲ ارزش نهایی اختیار بر اساس رابطه (۴) بدست می آید [۱۷]:

$$C = \frac{\text{MAX}[0, UV - I]}{r} = \frac{P * \text{MAX}[0, UV - I] + (1 - P) * \text{MAX}[0, dV - I]}{r} \quad (4)$$

۵-۵. محاسبه پارامترهای ساخت درخت دو جمله ای

				۲۹۸.۰۶۵۶
			۲۶۹.۷۰۱۲	
		۲۴۴.۰۳۵		۲۴۴.۰۳۵۹
	۲۲۰.۸۱۳		۲۲۰.۸۱۳	
۱۹۹.۸		۱۹۹.۸		۱۹۹.۸
	۱۸۰.۷۸		۱۸۰.۷۸۷	
		۱۶۳.۵۸		۱۶۳.۵۸۳۳
			۱۴۸.۰۱۶	
				۱۳۳.۹۳۱۵

شکل ۳. تغییر ارزش شرکت برای یک سال، مبنای محاسبات بعدی

نسبتی که به عنوان فاکتور اندازه شناخته می شود و بی بعد است.

در این تحقیق هزینه گسترش با فاکتور ۲ به صورت زیر می باشد.

$$C_B = \left(\left(\frac{2}{1}\right)^{0.6} * 60\right) = 90.9432 \quad (9)$$

که این هزینه سرمایه گذاری همان هزینه اجرای اختیار می باشد. در نتیجه ارزش انتظاری دارایی با اجرای اختیار گسترش (دو برابر کردن) برابر است با:

$$NPV = (2 * 298.0656) - 90.9432 = 505.188 \quad (10)$$

$$NPV = (2 * 244.0359) - 90.9432 = 397.1286 \quad (11)$$

$$NPV = (2 * 199.8) - 90.9432 = 308.6568 \quad (12)$$

$$NPV = (2 * 163.5833) - 90.9432 = 236.2234 \quad (13)$$

$$NPV = (2 * 133.9315) - 90.9432 = 176.9198 \quad (14)$$

۵-۵-۲. ارزش گذاری اختیار گسترش:

اختیار گسترش در این پروژه با فاکتور ۲، یعنی با دو برابر کردن حجم عملیات در نظر گرفته شده است. این اختیار با استفاده از استقرای پس رو از آخرین گره های درخت دو جمله ای که بیانگر آخرین مرحله زمانی می باشند، یعنی گره های S_0u^4 الی S_0 شروع به ارزش گذاری شده است. برای شروع در گره S_0u^4 ، ارزش مورد انتظار دارایی ۲۹۸.۰۶۵۶ میلیون تومان است. با اختیار دو برابر کردن حجم عملیات، هزینه های سرمایه گذاری و ارزش انتظاری دارایی تغییر می کنند. این تغییرات به صورت زیر می باشد. برای تخمین هزینه از قانون ۰.۶ استفاده شده است. هزینه های تقریبی در صورتی که هزینه مورد مشابه در اندازه و ظرفیت مختلف شناخته شده باشد قابل محاسبه است. قانون سرانگشتی در طول سالیان تحت قالب قانون ۰.۶ نتایج قابل قبولی را ارائه داده است. رابطه مربوطه به صورت زیر بیان می شود.

C_A : هزینه شناخته شده برای اندازه A

C_B : هزینه تقریبی برای اندازه پروژه

				۵۰۵.۱۸۸
			۴۴۸.۴۵۹۲	
		۳۹۷.۱۲۸۶		۳۹۷.۱۲۸۶
	۳۵۰.۶۸۲۸		۳۵۰.۶۸۲۸	
۳۰۸.۶۵۶۸		۳۰۸.۶۵۶۸		۳۰۸.۶۵۶۸
	۲۷۰.۶۳۰۸		۲۷۰.۶۳۰۸	
		۲۳۶.۲۲۳۴		۲۳۶.۲۲۳۴
			۲۰۵.۰۹۰۴	
				۱۷۶.۹۱۹۸

شکل ۴. نمودار عایدی شرکت در اثر اعمال اختیار گسترش

۵-۳- ارزش گذاری اختیارات

مرحله نهایی در ساخت درخت دوجمله ای، محاسبه ارزش هر یک از اختیارات پروژه است. در آنچه در ادامه می آید اختیار پروژه (اختیار گسترش) ارزش گذاری شده است. محاسبات ارزش اختیار در هر گره از درخت با استفاده از آنچه که استقرای پس روی بازگشتی خوانده می شود انجام گرفته است.

۵-۳-۱. محاسبه ارزش گره با روش پسرو

در این مرحله ابتدا برای گره های لایه آخر شکل ۳ و شکل ۴، ماکزیمم مقدار گره ها را محاسبه و در گره متناظر در شکل ۵ قرار داده می شود. سپس برای گره های مربوط به لایه ماقبل لایه آخر نیز ابتدا ارزش میانگین دو گروه مرتبط در لایه آخر شکل ۵ را محاسبه و آنرا با مقدار گره متناظر در شکل ۴ مقایسه و ماکزیمم آن در گره متناظر در شکل ۵ قرار داده می شود. پس از تعیین تمام مقادیر برای یک لایه این روال را برای لایه ماقبل نیز تکرار می گردد. الگوریتم مزبور را می توان به صورت رابطه (۱۵) در نظر گرفت:

$$C_{ij} = \max[(A(j+1, j)P + A_{(j+1, j+1)})(1 - e^{-rt})] \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m \quad (15)$$

در این رابطه i نشان دهنده لایه ایست که گره در آن قرار دارد و j نشان دهنده ردیفی است که در آن واقع شده است. عدد ردیف ها از بالا به پایین افزایش می یابد A_{ij} نشان دهنده گره های حاصل از فرایند تغییرات ارزش می باشد و B_{ij} نشان دهنده گره های شکل ۲ و یا به طور کلی گره های مربوط به اختیار مورد نظر است. C_{ij} نیز گره نهایی است و نشان دهنده تصمیم بهینه ای است که سرمایه گذار در مورد اعمال اختیار و یا انتظار تا دوره بعد اتخاذ می نماید. اگر مقدار این گره از مقدار گره مربوط به اختیار کوچکتر باشد در این صورت سرمایه گذار از اختیار مربوط استفاده می نماید و در غیر این صورت ارزش فعلی مورد انتظار حالت های آتی بیشتر از عایدی ناشی از اختیار است و لذا منطقی است که سرمایه گذار استفاده از اختیار را موکول به آینده نماید. نحوه محاسبه در شکل ۵ نشان داده شده است.

				۵۰۵.۱۸۸
			۴۵۱.۸۰۵	گسترش
		۴۰۳.۶۹	انتظار تا دوره بعد	۳۹۷.۱۲۸۶
	۳۶۰.۳۵۱	انتظار تا دوره بعد	۳۵۴.۰۲۹	گسترش
۳۰۸.۶۵۶۸	انتظار تا دوره بعد	۳۱۵.۲۲۶	انتظار تا دوره بعد	۳۰۸.۶۵۶۸
گسترش	۲۷۳.۶۳۲	انتظار تا دوره بعد	۲۷۳.۹۷۷	گسترش
	انتظار تا دوره بعد	۲۳۶.۲۲۳۴	انتظار تا دوره بعد	۲۳۶.۲۲۳۴
		گسترش	۲۰۵.۰۹۰۴	گسترش
			گسترش	۱۷۶.۹۱۹۸
				گسترش

شکل ۵. محاسبه ارزش گره ها با روش پسرو

5. Volatility
6. Payoff diagrams
7. Information technology
8. Discounted cash flow

مراجع

- [1] Hull J. Fundamentals of Futures and Options Markets, Prentice Hall, New Jersey, (2002).
- [2] Balasubramanian P, Kulatilaka N, Storck J. Managing information technology investments using a real-options approach, The Journal of Strategic Information Systems, Vol. 9, No. 1, (2000), pp. 39-62.
- [3] Kim YJ, Sanders GL. Strategic actions in information technology investment based on real option theory, Decision Support Systems, Vol. 33, No. 1, (2002), pp. 1-11.

[۴] اصفهانی پور، اکبر؛ شاهرخشاهی، زهرا (۱۳۹۲). ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها به روش اختیار واقعی آسیایی، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۳، جلد ۲۴، صص. ۳۴۰-۳۴۷.

[۵] کیمیاگری، علی محمد؛ آفریده ثانی، احسان (۱۳۸۷). ارائه یک روش تلفیقی جهت قیمت گذاری اختیار معامله مبتنی بر دو روش مدل بلک شولز و درخت دو جمله ای، نشریه مهندسی صنایع و مدیریت تولید، جلد ۱۹، شماره ۴، صص. ۱۱۹-۱۲۷.

[۶] اکبری نصیری، مریم؛ کیمیاگری، علی محمد (۱۳۹۱). ارائه روشی جهت تخمین پارامتر نوسان پذیری برای کاربرد در تئوری ارزش گذاری اختیارات واقعی، نشریه بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۱، جلد ۲۳، صص. ۱۱۰-۱۱۹.

[7] Chan CWN, Cheng CH, Gunasekaran A, Wong KF. A framework for applying real options analysis to information technology investments, International Journal of Industrial and Systems Engineering, Vol. 10, No. 2, (2012), pp. 217-237.

[8] Ho SH, Liao SH. A fuzzy real option approach for investment project valuation, Expert Systems with Applications, Vol. 38, No. 12, (2011), pp. 15296-15302.

[9] Myers SC. Determinants of corporate borrowing, Journal of financial economics, Vol. 5, No. 2, (1977), pp. 147-175.

[10] Dixit AK, Pindyck RS. Investment under Uncertainty, Princeton University Press, Princeton, (1994).

۶. نتیجه گیری

در این پژوهش به منظور در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت که در زمره ویژگی‌های بارز پروژه‌های فناوری اطلاعات می‌باشد، روش اختیارات حقیقی به عنوان تکنیکی برتر در مقایسه با روش‌های مبتنی بر جریان نقدینگی تنزیل شده (DCF)^۸ برای تحلیل و ارزش یابی پروژه‌های فناوری اطلاعات بکار گرفته شده است. یکی از چالش‌های اساسی در پروژه‌های فناوری اطلاعات، تعیین میزان ارزش سرمایه گذاری می‌باشد که در مواجهه با شرایطی از قبیل الزام به صرفه جویی در هزینه‌ها و مقاومت پرسنل اهمیتی دوچندان می‌یابد. ابزارهای ارزش یابی سنتی که مبتنی روش‌های حسابداری می‌باشند، امکان در نظر گرفتن پتانسیل‌های بالقوه پروژه و منافع بلندمدت آن را ندارد. در پژوهش حاضر یکپارچه سازی سیستم‌های سازمانی در یک پروژه برنامه ریزی منابع بنگاهی مورد مطالعه قرار گرفته است. عدم پذیرش فناوری در یک پروژه توسعه نرم افزار کاربردی بالتبع موفقیت تجاری آن را نیز غیرممکن می‌سازد. از سوی دیگر غیرقابل پیش بینی بودن برهم کنش‌های بین کسب و کار و فناوری اطلاعات، موفقیت پروژه‌های IT را با چالش‌های بیشتری مواجه ساخته و موجب می‌شود منافع دراز مدت این پروژه‌ها مورد اغماض قرار گیرد. بر اساس نتایج این تحقیق که یک پروژه ERP مورد بررسی قرار گرفته است، ارزش فعلی دارایی برای عملیات جاری ۱۹۹۸ میلیون تومان برآورد شده است که اگر عملیات امروز گسترش داده شود ارزش دارایی برابر با ۳۰۸۶۵۶۸ میلیون تومان برآورد خواهد شد. در نتیجه ارزش دارایی با اعمال اختیار گسترش ارزش مازادی معادل ۱۰۸۸۵ میلیون تومان به همراه خواهد داشت. نهایتاً یک نقشه راهبردی برای پروژه در طول یک سال عمر اختیارات در نظر گرفته شده است.

با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه ارزش یابی سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و بررسی‌های صورت گرفته، موارد ذیل جهت تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شوند:

- کاربرد روش تحلیل اختیارات حقیقی در سایر انواع پروژه‌های فناوری اطلاعات.
- بکارگیری اختیارات مختلف در سرمایه گذاری فناوری اطلاعات با در نظر گرفتن مختصات هر یک از مراحل در چرخه عمر پروژه.
- تلفیق نظریه اختیارات حقیقی با نظریه بازی‌ها.

پی نوشت

1. Net present value
2. Risk neutral
3. Customer relationship management
4. Enterprise resource planning

-
- [11] Trigeorgis L. Real options and business strategy, Haymarket House Press, London, (1999).
- [12] Amram M, Kulatilaka N. Real options: managing strategic investment in an uncertain world, Harvard Business School Press, (1999).
- [13] Copeland T, Antikarov V. Real Options: A Practitioner's Guide, New York: Texere, (2001).
- [14] Wang T. Real options in projects and systems design: identification of options and solutions for path dependency, PhD diss, Massachusetts Institute of Technology, (2005).
- [15] Benaroch M. Managing information technology investment risk: a real options perspective, Journal of Management Information Systems, Vol. 19, No. 2, (2002), pp. 43-84.
- [16] Benaroch M. Option-based management of technology investment risk, IEEE Transactions on Engineering Management, Vol. 48, No. 4, (2001), pp. 428-444.
- [17] Cox JC, Ross SA, Rubinstein M. Option pricing: A simplified approach, Journal of financial Economics, Vol. 7, No. 3, (1979), pp. 229-263.