



Project Economic Valuation Using Asian Real Option Approach

A. Esfahanipour* & Z. Shahrokhshahi

Akbar Esfahanipour, Department of Industrial Engineering and Management Systems, Amirkabir University, Tehran, Iran

Zahra Shahrokhshahi, Department of Industrial Engineering, Mazandaran University of Science and Technology, Babol, Iran

Keywords

project evaluation,
Real option, Asian option,
Asian real option,
Binomial bushy tree

ABSTRACT

Real option is a promising approach for valuation of projects especially under uncertainty conditions. However many researchers believe that the results of this approach cannot be completely relied, because real option overestimates value of inherent flexibilities in projects. The main reason for overestimation of the flexibilities is to apply valuation procedures of financial options in real options while these two options have some differences. In this paper, we apply Asian real option approach for valuation of projects in order to become more realistic. Asian option is a kind of financial option that its value, despite of ordinary options, depends on price variation of underlying asset during a period of time. This study utilizes binomial bushy tree for valuation of Asian option. Our proposed approach has been applied in a real project. As expected, the Asian real option estimates the value of flexibilities inherent in the project less than the plain vanilla option.

© 2013 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 24, No. 3, All Rights Reserved

*
Corresponding author. Akbar Esfahanipour
Email: esfahaa@aut.ac.ir

ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها به روش اختیار واقعی آسیایی

اکبر اصفهانی پور* و زهرا شاهرخشاهی

چکیده:

کلمات کلیدی

روش اختیار واقعی یکی از روشهای مورد توجه برای ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها در شرایط عدم قطعیت است. با این حال بسیاری بر این باورند که نمی‌توان به نتایج این روش کاملاً تکیه کرد زیرا اختیار واقعی، ارزش انعطاف‌پذیری‌های مرتبط با پروژه‌ها را دست‌بالا محاسبه می‌کند. یکی از دلایل عمده برآورد نامناسب ارزش انعطاف‌پذیری‌ها، بکارگیری مدل‌های ارزشگذاری اختیارات مالی برای اختیارات واقعی است، درحالی‌که این دو نوع اختیار دارای تفاوت‌هایی می‌باشند. در این مقاله ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها با استفاده از اختیار واقعی آسیایی جهت نزدیک نمودن اختیارات واقعی به شرایط دنیای واقعی بکار گرفته شده است. اختیار آسیایی نوعی از اختیارات مالی است که ارزش آن برخلاف اختیارات معمولی وابسته به تغییرات قیمت دارایی پایه در طول زمان است. در این مطالعه برای ارزشگذاری اختیار آسیایی از روش درخت دوجمله‌ای انبوه استفاده شده است. رویکرد پیشنهادی این مقاله برای ارزشگذاری یک پروژه واقعی بکار گرفته شد. همانطور که انتظار می‌رفت، نتایج حاصل از رویکرد اختیار آسیایی واقعی به دلیل برآورد مطابق با شرایط واقعی، انعطاف‌پذیری‌ها را کمتر از اختیارات معمولی برآورد می‌کند.

ارزشگذاری پروژه،
اختیار واقعی، اختیار آسیایی،
اختیار آسیایی واقعی،
درخت دوجمله‌ای انبوه

۱. مقدمه

روش اختیار واقعی با هدف ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها اولین بار در سال ۱۹۷۷ توسط مایرز Myers با الهام از اختیار در بازارهای مالی معرفی شد. تفاوت بنیادین این روش با دیگر روش‌های ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها در برآورد ارزش انعطاف‌پذیری تصمیم‌گیرندگان به عنوان یکی از عوامل ایجادکننده ارزش می‌باشد (Myers, ۱۹۷۷). انعطاف‌پذیری مدیریت به معنای اختیار تصمیم‌گیری در زمینه تغییر روند پروژه است. همچنین در اختیار واقعی برآورد میزان جریان درآمدهای آتی به صورت تابعی از فرایندهای تصادفی است. ارزش نهایی بدست آمده در این روش

(ارزش استراتژیک) برابر ارزش فعلی خالص دارایی به علاوه ارزش انعطاف‌پذیری تصمیم‌گیرندگان می‌باشد (Trigeorgis, 1991). اختیار در بازارهای مالی به معنای داشتن حق خرید یا فروش یک دارایی مشخص در زمان و با قیمت از پیش تعیین شده است. ارزش دارایی در زمان ایجاد اختیار با عنوان ارزش اولیه دارایی، قیمت مشخص شده برای قیمت خرید یا فروش دارایی در آینده با عنوان قیمت اعمال اختیار و زمان تعیین شده برای تصمیم‌گیری در مورد این حق زمان اعمال اختیار شناخته می‌شوند. در ادبیات موضوع به ارزش گذاری اقتصادی سرمایه گذاری با کمک اختیار واقعی بسیار پرداخته شده است. برخی از مقاله‌ها به بررسی ارزش اختیار سرمایه گذاری در زمینه های گوناگون پرداخته اند.

به طور مثال (P. Balasubramanian, N. Kulatilaka, J. Storck, 2000) ارزش پروژه های IT را با هزینه ثابت و درآمد احتمالی محاسبه کرده است. (Campbell, 2002) ارزش پروژه با اختیار واقعی را بر روی سرمایه گذاری سیستم های اطلاعات در نظر گرفته است. (Rico-Ramirez, V., Diwekar, U.M, 2003) مطالعه موردی بر روی ارزش اقتصادی تولید و توزیع انجام

تاریخ وصول: ۹۰/۶/۹

تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۲۷

زهرا شاهرخشاهی کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران
z.shahrokhshahi@gmail.com

*نویسنده مسئول مقاله: دکتر اکبر اصفهانی پور، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
esfahaa@aut.ac.ir

پارامتر نوسان پذیری تفاوت ماهیت قیمت ها و تغییرات آن ها در بازارهای مالی و دنیای واقعی است که در این مقاله به این موضوع خواهیم پرداخت.

از زمان معرفی روش اختیار واقعی مزایای آن شناخته شده و در زمینه های بسیاری مورد بررسی قرار گرفته است. اما استفاده از آن به عنوان معیار تصمیم گیری گستردگی کمی دارد. (Geddes, 1999) بیان کرده ۲٪ از شرکت های ایرلندی و انگلیسی به طور معمول از اختیار واقعی استفاده می کنند. (Graham, J.R., Harvey, C.R., 2001) نشان داده اند در آمریکا از میان ۳۹۲ شرکت نمونه تنها ۲۷٪ آن ها از اختیار واقعی بهره می برند. (Copeland, T and Antikarov, V, 2005) بیان کرده است تصمیم گیرندگان هنوز به درستی نتایج حاصل از روش اختیار واقعی اطمینان ندارند. هدف از این مقاله ارائه مدلی برای برآورد هر چه واقعی تر ارزش اختیار است به طوریکه نتایج حاصل از آن برای استفاده در صنعت قابل قبول باشد.

روش های گوناگونی از قبیل روش بلک شولز، روش شبیه سازی مونت کارلو، روش های معادلات دیفرانسیل و روش های شبکه ای برای محاسبه ارزش اختیار وجود دارد. معمولاً برای ارزشگذاری اختیار واقعی از روش های شبکه ای و به طور خاص از درخت دوجمله ای استفاده می شود.

مزیت روش های شبکه ای در امکان ارزشگذاری اختیارات آمریکایی و همچنین اختیارات پیچیده تر از قبیل اختیارات وابسته به مسیر می باشد (Prasad Kodukula, PMP Chandra, Papudesu, 2006) هم چنین نتایج بدست آمده از محاسبه اختیار با درخت دوجمله ای برای مدیران قابل درک و شفاف بوده و از نقطه نظر محاسباتی کارا می باشد (Rain Baule, Marco Wilkens, ۲۰۰۴).

باقی این مقاله به صورت زیر ساختار یافته است. بخش دوم با عنوان چرا اختیار آسیایی به دلایل استفاده از اختیار آسیایی در دنیای واقعی می پردازد. بخش سوم ارزشگذاری اختیار آسیایی را مورد بررسی قرار می دهد. بخش چهارم شامل معرفی مورد مطالعه و پیاده سازی مدل خواهد بود و در یخش پنجم به نتیجه گیری خواهیم پرداخت.

۲. چرا اختیار آسیایی واقعی ؟

در کنار گسترش روز افزون کاربرد های اختیار واقعی، انتقاداتی نیز به این روش وارد است. در بسیاری از منابع تاکید شده است که نمی توان به ارزش های بدست آمده توسط اختیار واقعی اعتماد کرد زیرا اختیار واقعی ارزش سرمایه گذاری را دست بالا برآورد می کند (Franz Schober, Judith Gebauer, 2011).

داده است. (Maklan, 2005) تحلیل بر روی مدیریت روابط مشتری را به دلیل ذات طولانی مدت سرمایه گذاری در این زمینه انجام داده است. (Cunningham, 2007) در زمینه سرمایه گذاری ساخت و خرید زمین از اختیارات واقعی استفاده کرده است. (Y.d'Halluin, P.A. Forsyth, K.R. Vetzal, 2007) به بررسی سرمایه گذاری و زمان بهینه آن برای گسترش پهنای باند در شبکه های بی سیم پرداخته است.

(Abadie, Luis M., Chamorro, José M., 2008) ارزش پروژه تولید برق با توجه به عدم قطعیت در هزینه ها را مورد بررسی قرار داده است. (Abadie, 2009) در صنعت تولید انرژی با توجه به طولانی بودن زمان پروژه از روش اختیار واقعی استفاده کرده است. (Zhen Wang, b., Xin Tang, 2010) ارزش سرمایه گذاری در صنعت کشاورزی را تابعی از اختیار واقعی فرض کرده است. در تمامی این مطالعات فرض شده است مدیریت دارای اختیار انعطاف پذیری می باشد و جریان مالی از یک فرایند احتمالی تبعیت می کند. در هر کدام از آن ها یک یا چند اختیار مورد از قبیل اختیار گسترش، اختیار انقباض و غیره مورد بررسی قرار گرفته است.

یکی از چالش های ارزشگذاری اختیارات واقعی نحوه برآورد پارامتر نوسان پذیری است. نوسان پذیری یکی از تاثیر گذارترین ورودی های مدل ارزشگذاری اختیار می باشد. برای افزایش اطمینان به نتایج حاصل از اختیار واقعی در بسیاری از مطالعات سعی بر محاسبه نوسان پذیری با دقت بالاتر بوده است به طوریکه (Davis, 1998) از انحراف معیار پروژه جانشین برای تخمین نوسان پذیری استفاده کرده است.

(Meade, 2010) نوسان پذیری را با روش آرما-گارچ محاسبه کرده است. (Gabriel A. Costa Lima, Saul B. Suslick, ۲۰۰۶)، نوسان پذیری را متغیری تصادفی با حرکت برونایی یا میانگین بازگشت کننده در نظر گرفته است. (Siem Jan Koopman, Marius Ooms, and M. Angeles Carnero, ۲۰۰۷) با استفاده از reg-ARFIMA-GARCH پارامتر نوسان پذیری را بدست آورده است، (Karl Larsson, Marcus Nossman, ۲۰۱۱) نوسان پذیری را متغیر تصادفی با حرکت براونی و پرش هایی با توزیع احتمال پواسون فرض کرده است.

(Lee, S. Yang and J., 2011) به کمک احتمالات بیزی و نوسان پذیری ضمنی پارامتر نوسان پذیری را محاسبه کرده است. با این حال (Franz Schober, Judith Gebauer, 2011) بیان می کند به دلیل ماهیت اختیارات واقعی نوسان پذیری همواره دست بالا برآورد می شود.

همانطور که بیان شد، روش های بسیاری برای برآورد دقیق تر نوسان پذیری انجام شده است. با این حال مشکل عمده در برآورد

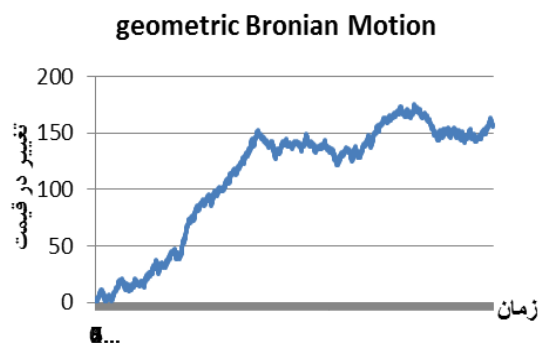
زمان حال تکیه نمی کند و تغییرات قیمت ها در طول زمان را مد نظر قرار می دهد. در مورد ارزشگذاری اختیار واقعی نیز مطابق شرایط دنیای واقعی نمی بایست تنها به قیمت در زمان اعمال توجه نمود، در واقع می بایست روند تغییرات قیمت ها از گذشته تا به حال را در ارزش اختیار دخالت داد.

در بازارهای مالی اختیار آسیایی در سال ۱۹۸۷ برای ارزشگذاری اختیار دارایی هایی با نرخ معامله پایین ابداع شد. با هدف نزدیک شدن به این واقعیت در دنیای واقعی؛ در این مقاله استفاده از اختیار آسیایی (asian average price option) برای ارزش گذاری اختیار واقعی پیشنهاد شده است.

اختیار آسیایی متوسط قیمت به نوعی اختیار اطلاق می شود که در آن قیمت دارایی برای اعمال اختیار معادل میانگین (حسابی یا هندسی) قیمت های دارایی از ابتدای عمر اختیار تا زمان اعمال می باشد.

اختیارات آسیایی در ابتدا به منظور کاهش دستکاری بازار در زمان اعمال اختیار، توسط آریترائو گران به بازار ارائه شد. (Tarik Driouchi, David Bennett, Gary Simpson, 2010) نشان داده اند اختیار آسیایی موجب کاهش نوسان پذیری و در نتیجه کاهش ارزش اختیار می شود. همچنین (Domingo, 2002) بیان کرده است ارزش اختیار آسیایی در مقابل دیگر اختیارات وابستگی کمتری به قیمت نهایی داشته، در نتیجه نمی توان با تغییرات کوتاه مدت در قیمت ها ارزش اختیار را متأثر نمود. این استقلال موجب کاهش تاثیر تغییرات کوتاه مدت قیمت های بازار بر روی تصمیم گیری شده و اثر ناخواسته نقد شوندگی پایین مدل های واقعی را کاهش می دهد.

چگونگی کاهش نوسان پذیری و در نتیجه کاهش ارزش اختیار در مدل های آسیایی با فرض پیروی قیمت ها از فرایند حرکت براونی هندسی در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمونه ای از پیش بینی قیمت ها با فرایند تصادفی براونی هندسی

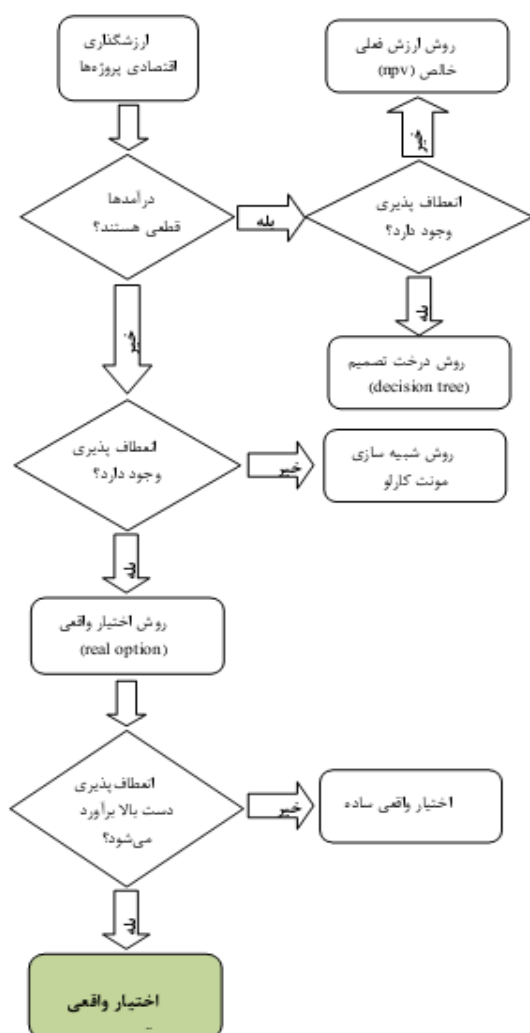
دلیل عمده این انتقادات تفاوت ماهیتی میان اختیار مالی و اختیار در دنیای واقعی است. در دنیای واقعی اعمال اختیار معنای متفاوتی از دنیای مالی دارد (Lewise, Neal.Eschenbach, Ted.Hartman, Joseph, 2008). به طور مثال اعمال اختیار خرید در دنیای مالی برابر با بدست آوردن کالا یا سهام مشخص است در حالیکه در دنیای واقعی اعمال اختیار معادل تصمیم گیری در مورد سرمایه گذاری در پروژه، تغییر ظرفیت تولید و غیره می باشد. تفاوت های موجود در بازارهای مالی و واقعی را می توان به دو دسته تقسیم کرد.

۱. اعمال اختیار در دنیای واقعی دارای اینرسی می باشد که ناشی از عوامل مادی از قبیل هزینه های اولیه پروژه، استخدام یا اخراج نیروی کار و عوامل معنوی مانند اینرسی موجود در برابر تغییر در افراد است. به طوریکه اینرسی موجود موجب افزایش هزینه تغییر و کاهش ارزش اختیار خواهد شد.

۲. در دنیای واقعی به دلیل آن که مورد اعمال اختیار کالا یا خدمت رایج در بازار نمی باشد، اختیار دارای ارزش نقدشوندگی پایین تری می باشد. نقد شوندگی پایین نیز موجب کاهش ارزش اختیار می شود (Alvaro Cartea, Carlos Gonzalez-Pedraz, 2011). همچنین نقد شوندگی پایین موجب می شود تغییرات کوتاه مدت و ناپایدار (به طور مثال تغییرات فصلی) در بازار اثر نامطلوبی بر ارزش اختیار داشته باشند. از این رو در مدل های واقعی می بایست پارامتر نوسان پذیری را به صورت متمایزی در نظر گرفت. همچنین با استناد به موارد بالا می توان نتیجه گرفت ارزش اختیار واقعی می بایست کمتر برآورد شود.

از سوی دیگر (Lewise, Neal.Eschenbach, Ted.Hartman, Joseph 2008) بیان می کند دنیای مالی و واقعی متفاوتند و در دنیای واقعی بیش از یک منبع نوسان پذیری داریم. در دنیای واقعی بخشی از این نوسان پذیری (ریسک عملیاتی) را می توان با اختیار پوشش داد. در نتیجه استفاده از نوسان پذیری مطابق دارایی های مالی موجب برآورد دست بالا نوسان پذیری واقعی و ارزش اختیار واقعی می شود. در واقع ارزش نوسان پذیری در دنیای واقعی کمتر از بازارهای مالی می باشد.

در این مقاله برای برآورد واقعی تر ارزش اختیار واقعی که متأثر از نوسان پذیری قیمت ها و پیش بینی قیمت های آتی است؛ به مفهوم تصمیم گیری در دنیای واقعی رجوع می کنیم. ارزش دارایی در دنیای واقعی حاصل از جریان های مالی در طول دوره بهره برداری پروژه است همچنین این جریان های مالی تابعی از روند قیمت ها در گذشته (طول دوره بهره برداری تا زمان تصمیم گیری) می باشند، در نتیجه تصمیم گیرنده برای تصمیم سرمایه گذاری، تنها به اطلاعات قیمت ها در

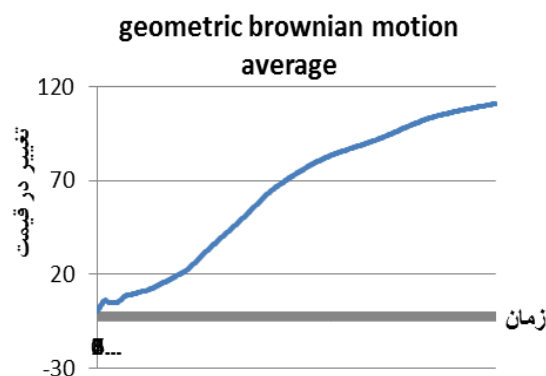


شکل ۳. فلوچارت تصمیم‌گیری روش ارزش گذاری اقتصادی پروژه

در این فلوچارت درخت تصمیم با فرض قطعیت قیمت بازار بررسی شده و انعطاف پذیری در آن محدودتر از مدل اختیار واقعی است. همچنین همانطور که ذکر شد در بسیاری از منابع برآورد دست بالای ارزش انعطاف پذیری به عنوان مشکل اصلی روش اختیار واقعی عنوان شده است. با کمک این الگوریتم تصمیم گیری، می‌توان در صورت انتقاد به روش اختیار واقعی از ارزشگذاری اختیار آسیایی واقعی بهره برد.

۳. ارزشگذاری اختیار آسیایی واقعی

همانطور که بیان شد ایرادات وارد به روش اختیار واقعی ناشی از ماهیت دارایی‌ها در دنیای واقعی می‌باشد. به دلیل وجود اینرسی در دنیای واقعی برای تغییرات و همچنین عدم نقد شوندگی دارایی‌ها ارزش اختیارات واقعی متفاوت از اختیارات مالی است. مدل اختیار آسیایی واقعی با کاهش نوسان



شکل ۲. نمونه ای از مقادیر میانگین قیمت‌های فرایند براونی هندسی (مورد استفاده در اختیار آسیایی)

در شکل ۱ پیش بینی قیمت‌ها در ازای تغییر زمان براساس فرایند براونی هندسی انجام شده است. در فرایند براونی هندسی پیش بینی با استفاده از معادله زیر بدست می‌آید:

$$dS(t) = S(t)\mu dt + S(t)\sigma dW(t) \quad (1)$$

به طوریکه در آن $S(t)$ دارایی اولیه، میانگین تغییرات، σ نوسان پذیری ارزش دارایی‌ها و $dW(t)$ نشان دهنده تغییرات تصادفی در مدل و معادل تابع نرمال استاندارد صفر و یک می‌باشد.

در شکل ۲ پیش بینی قیمت‌ها در هر نقطه از زمان براساس میانگین تغییرات براونی هندسی قیمت‌ها از ابتدا تا زمان مورد بررسی می‌باشد. در اختیارات ساده برای محاسبه ارزش اختیار از مقادیر بدست آمده در فرایند تصادفی حرکت براونی هندسی استفاده می‌شود مطابق شکل ۱، در حالیکه در ارزشگذاری اختیار آسیایی از میانگین قیمت‌های بدست آمده از فرایند تصادفی حرکت براونی هندسی به عنوان جانشینی از قیمت‌های دارایی در طول زمان مطابق شکل ۲ استفاده می‌شود. همانطور که از شکل‌ها مشخص است قیمت دارایی در اختیار آسیایی به طور میانگین از مقدار کمتری برخوردار است که باعث کاهش ارزش اختیار می‌شود.

در این مقاله به ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌ها با تمرکز به مشکل ناشی از برآورد دست بالای انعطاف پذیری پرداخته ایم. رویکرد پیشنهادی برای برآورد مناسب ارزش انعطاف پذیری استفاده از اختیار آسیایی واقعی می‌باشد. فلوچارت شکل ۳ نشان دهنده نحوه انتخاب روش مناسب ارزشگذاری اقتصادی پروژه است.

احتمال $(1-p)$ برابر با d است. پس از رسم درخت در هر گره انتهایی ارزش اختیار معادل تفاضل ارزش گره مورد نظر و قیمت اعمال اختیار است که در معادلات با حرف f نشان داده شده است. در نهایت ارزش اختیار در هر گره میانی و گره ابتدایی با کمک معادله ۵ بدست می آید.

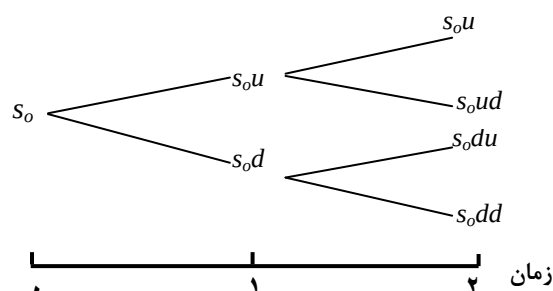
$$p = \frac{e^{rT} - d}{u - d} \quad (2)$$

$$u = \exp(\sigma\sqrt{\delta t}) \quad (3)$$

$$d = 1/u \quad (4)$$

$$f = e^{-rT}(pf_u + (1-p)f_d) \quad (5)$$

ارزشگذاری اختیار در درخت انبوه مشابه درخت دوجمله ای ساده (کاکس، راس، رابینستین) می باشد. تنها با این تفاوت که در این مدل درخت غیر ترکیبی است (Deutsch, 2009). در این روش برای محاسبه ارزش اختیار آسیایی در هر گره با محاسبه میانگین ارزش دارایی ها از گره ابتدایی تا گره مورد نظر می توان متوسط قیمت را محاسبه نمود. روش رسم درخت دوجمله ای انبوه (درخت غیر ترکیبی) در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴. نمودار درخت دوجمله ای غیر ترکیبی

به طوریکه در این شکل S_0 نشان دهنده ارزش دارایی اولیه، u ضریب افزایش ارزش دارایی و d ضریب کاهش ارزش دارایی است.

پذیری سعی در نزدیک شدن به ارزش حقیقی اختیار واقعی دارد. از اینرو در این مقاله ارزشگذاری اقتصادی پروژه ها با مدل اختیار واقعی آسیایی به جای اختیار ساده توصیه شده است. اما پیش از این جانشینی باید به رفتار اختیار آسیایی در برابر تغییر پارامترهای ورودی توجه کرد. در جدول ۱ پیش بینی تاثیر تغییر در پارامترهای ورودی مدل ارزشگذاری اختیار ساده و آسیایی خلاصه شده است (Min Dai, Yue Kuen Kwok, 2006).

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است اختیار خرید آسیایی در ازای تغییرات نرخ بهره دارای رفتار غیر یکنواخت می باشد. این رفتار در ازای تغییرات نرخ بهره به دلیل اثر گذاری نرخ بهره به دو صورت متفاوت بر ارزش اختیار است. با افزایش نرخ بهره قیمت اعمال اختیار ارزش کمتری در زمان اعمال داشته و موجب افزایش ارزش اختیار می شود، در حالیکه از سوی دیگر موجب افزایش نرخ تنزیل و کاهش ارزش اختیار می شود. اما به طور کلی به جز تغییر نرخ بهره در اختیار خرید، در بقیه موارد اختیار ساده و اختیار آسیایی نسبت به تغییر در پارامترهای ورودی رفتار مشابهی دارند و تنها سرعت تغییرات در دو مدل اختیار ساده و آسیایی متفاوت و تاحدودی وابسته به مقادیر اولیه اختیار هستند. در نتیجه استفاده از اختیار آسیایی واقعی به جای اختیار ساده واقعی، بدون تغییر در رفتار کلی ارزش اختیار، موجب نزدیک تر شدن به مفهوم اختیار واقعی خواهد شد.

برای محاسبه ارزش اختیار آسیایی اروپایی و آمریکایی در ادبیات موضوع روش های ابتکاری گوناگونی با استفاده از معادلات دیفرانسیل جزئی و شبیه سازی مونت کارلو معرفی شده است. با این حال استفاده از روش های شبکه ای به دلیل شفافیت جواب برای تصمیم گیرندگان و کارایی در محاسبه اختیارات پیچیده تر (از قبیل اختیارات چندگانه و یا اختیار انتخاب) توصیه می شود. روش مورد استفاده در این مقاله استفاده از روش درخت دوجمله ای انبوه می باشد. درخت دوجمله ای انبوه نوعی از روش های ارزشگذاری شبکه ای است. همچنین درخت دوجمله ای کاکس، راس، رابینستین از پرکاربردترین روش های شبکه ای می باشد. در درخت دوجمله ای ارزش دارایی در هر فاصله زمانی با احتمال p افزایش می یابد. میزان این افزایش برابر u و میزان کاهش با

جدول ۱. حساسیت ارزش اختیار نسبت به پارامترهای ورودی

پارامتر	خرید آسیایی	خرید ساده	فروش آسیایی	فروش ساده
افزایش نوسان پذیری	افزایش	افزایش	افزایش	افزایش
افزایش نرخ بهره	یکنواخت نیست	افزایش	کاهش	کاهش
افزایش قیمت اعمال	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش
افزایش طول عمر اختیار	افزایش	افزایش	افزایش	افزایش
افزایش سود دارایی (dividend)	کاهش	کاهش	افزایش	افزایش

جدول ۲. روش ارزشگذاری پارامترهای ورودی و مقادیر آن ها

مقدار	نوسان پذیری	مدل اختیار	نرخ بهره بدون ریسک	ارزش دارایی اولیه	قیمت اعمال اختیار	گسترش
۳۸٪	۱۰ سال	۱۷٪	۱۸۶,۷۴۷ میلیون ریال	۱۰۰۰۰۰- میلیون ریال	۶۶۷۱۸ میلیون ریال	
روشنی	لگاریتم بازده با جانشینی	طول عمر پروژه	نرخ بهره بانکی بلند مدت	ارزش فعلی خالص پروژه	بر اساس نظر کارشناسان	بر اساس نظر کارشناسان
اندازه گیری	قیمت سهام شرکت				برابر حق امتیاز تولید	معادل ۳۵٪ هزینه های اولیه
					۰,۳ برابر جریان مالی بعد از اعمال	۱,۵ برابر جریان مالی بعد از اعمال

۴. معرفی مورد مطالعه و پیاده سازی

در این مقاله برای مشاهده نتایج ممکن حاصل از مدل اختیار واقعی آسیایی، از مطالعه موردی در صنعت خودروسازی استفاده کرده ایم. پروژه مورد مطالعه، تصمیم گیری در مورد احداث یا عدم احداث یکی از خطوط فرعی تولید در شرکت خودروسازی سایپا می باشد. شرکت سایپا بزرگترین تولید کننده خودرو در خاورمیانه و بیست و دومین خودروساز بزرگ دنیاست. در این پروژه مدیریت براساس تغییرات در میزان فروش دارای اختیار گسترش (افزایش ظرفیت تولید) و اختیار انقباض (برون سپاری) در طول زمان پروژه می باشد. اختیار گسترش در این مدل معادل اختیار خرید بوده و اختیار انقباض معادل اختیار فروش است. هر کدام از این اختیارات به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته اند در جدول ۲ میزان پارامترهای ورودی مدل و روش محاسبه آن ها ذکر شده است. ارزش اختیار در این پروژه به توجه به مباحث ارائه شده در این مقاله با استفاده از رویکرد اختیار واقعی آسیایی محاسبه شده است. در نهایت با استفاده از نرم افزار مطلب مقادیر ارزش اختیار محاسبه و در جدول ۳ بیان شده است.

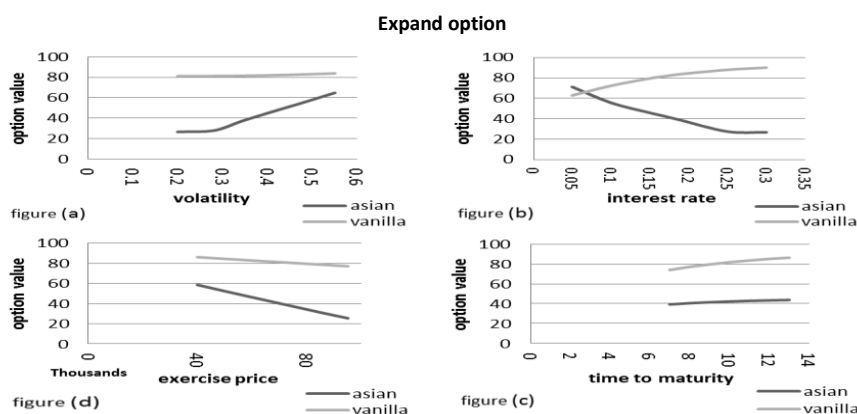
جدول ۳. مقایسه اختیار آمریکایی و آسیایی

	اختیار آمریکایی	اختیار آسیایی-آمریکایی
گسترش	۸۱۷۴۳	۴۲۲۴۳
انقباض	۵۵۳	۴۷۳

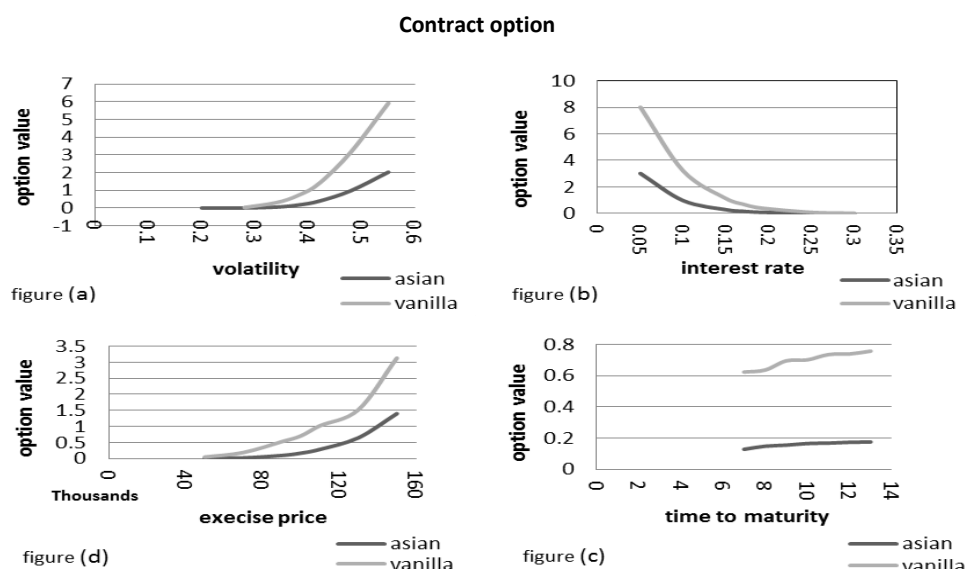
همانطور که انتظار می رفت ارزش اختیار خرید و فروش در مدل آسیایی کمتر از اختیار مشابه ساده برآورد شده است. نتایج بدست آمده توسط این مدل براساس ادعای مدیران شرکت با اطمینان بیشتری قابل استفاده است.

برای مشاهده چگونگی رفتار اختیار آسیایی در مقابل اختیار ساده مشابه، تحلیل حساسیت میزان ارزش اختیار براساس تغییر در پارامترهای ورودی مدل انجام شده است. این تحلیل در ازای تغییر در نوسان پذیری، میزان نرخ بهره، قیمت اعمال اختیار و طول دوره اعتبار اختیار در شکل ۵ برای اختیار گسترش و شکل ۶ برای اختیار انقباض قابل مشاهده است. تغییرات ارزش اختیار گسترش آسیایی و اختیار ساده در ازای نرخ بهره های مختلف در این مثال خاص در جهت مخالف یکدیگر است (شکل b). این رخداد به دلیل رفتار غیر یکنواخت ارزش اختیار در ازای تغییر در نرخ بهره می باشد.

در بقیه موارد تغییرات ارزش اختیار خرید در هر دو مدل آسیایی و ساده هم سو با یکدیگر می باشند. تنها با این تفاوت که ارزش اختیار آسیایی کمتر از ارزش اختیار ساده مشابه می باشد. در اختیار انقباض تغییرات ارزش اختیار آسیایی در ازای تغییر در میزان پارامترهای ورودی مطابق با اختیار ساده مشابه می باشد. بسته به اندازه و مشخصات پارامترهای ورودی سرعت تغییرات ارزش اختیار در ازای ورودی های مختلف، متفاوت می باشند.



شکل ۵. ارزش اختیار گسترش براساس تغییر در پارامترهای ورودی



شکل ۶. ارزش اختیار انقباض براساس تغییر در پارامترهای ورودی

مراجع

- [1] Myers, Stewart C., "Determinants of Corporate Borrowing". Journal of Financial Economics, 1977, pp. 147-175.
- [2] Trigeorgis, Lenos, "Anticipated Competitive Entry and Early Preemptive Investment in Deferrable Projects". Journal of Economics and Business, 1991, pp. 143-156
- [3] Balasubramanian, P., Kulatilaka, N., Storck, J., "Managing Information Technology Investments Using a Real-Options Approach". Journal of Strategic Information, 2000, pp. 39-62
- [4] Campbell, J.A., "Real Options Analysis of the Timing of IS Investment Decisions". Information and Management, 2002, pp. 337-344.
- [5] Rico-Ramirez, V., Diwekar, U.M., "Real Option Theory From Finance to Batch Distillation". Computers and Chemical Engineering, 2003, pp. 1867-1882.
- [6] Maklan, S., "Using Real Options to Help Build the Business Case for CRM Investment". Long Range Planning, 2005, pp. 393-410.
- [7] Cunningham, C.R., "Growth Controls, Real Options, and Land Development". Review of Economics and Statistics, 2007, pp. 343-358.
- [8] d'Halluin, Y., Forsyth, P.A., Vetzal, K.R., "Wireless Network Capacity Management: A Real Options Approach", European Journal of Operational Research, 2007, pp. 584-609.
- [9] Abadie, Luis M., Chamorro, José, M., "European CO₂ Prices and Carbon Capture Investments". Energy Economics, 2008, pp. 2992-3015.

۵. نتیجه گیری

روش اختیار واقعی با توجه به مزایای آن (احتمالی بودن جریان درآمدها و محاسبه ارزش انعطاف پذیری مدیریت) به عنوان روشی با شرایط مشابه دنیای واقعی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اما استفاده از این روش در صنعت به گستردگی میزان مورد انتظار نمی باشد. دلیل کمبود استقبال از این روش عدم اطمینان نسبت به جانشینی شرایط دنیای مالی برای دنیای واقعی است. با هدف نزدیک سازی مدل اختیار واقعی با شرایط دنیای واقعی، رویکرد اختیار آسیایی واقعی پیشنهاد شده است. اختیار آسیایی با کاهش نوسان پذیری مطابق با شرایط دنیای واقعی، ارزش قابل اتکاتری برای ارزش اختیار بدست می دهد. رفتار اختیار آسیایی و اختیار ساده در اغلب موارد مشابه می باشند با این حال سرعت تغییرات ارزش اختیار در این دو مدل متفاوت بوده و تا حد زیادی وابسته به پارامترهای ورودی به مدل می باشند. بررسی چگونگی تغییرات ارزش و حساسیت آن ها نسبت به پارامترها یکی از موارد قابل بررسی در این رابطه می باشد. همچنین فرض اولیه در روش اختیار واقعی پیروی قیمت ها از فرایند حرکت براونی هندسی می باشد، درحالی که این فرض بسیار محدود کننده است. در رویکرد اختیار آسیایی واقعی ارائه شده در این مقاله قیمت ها دارای حرکت براونی هندسی می باشند. استفاده از مدل اختیار آسیایی واقعی با در نظر گرفتن فرایندهای تصادفی متفاوت از قبیل؛ پرس در مقادیر قیمت ها، میانگین بازگشت کننده و غیره و همچنین مشاهده و تحلیل نتایج حاصل از آنها برای تحقیقات آتی توصیه می شود.

- A Real Pptions Approach*”, Energy Economics, 2011, doi:10.1016/j.eneco.2011.06.002
- [26] Tarik Driouchi, David Bennett, Gary Simpson., “A Path-Dependent Contingent-Claims Approach to Capacity Investments ”.European Journal of Operational Research, 2010, pp. 319-323.
- [27] Domingo, A., Tavella, *Quantitative Methods in Derivatives Pricing: An Introduction to Computational Finance*.New Jersey: willey and sons, 2002.
- [28] Min Dai, Yue Kuen Kwok, “Characterization of Optimal Stopping Reginos of American Asian and Lookback Options ”.Mathematical Finance, 2006, pp.63-82.
- [29] Deutsch, Hance-peter ; *Derivative and Internal models*. London: palgrave macmillan,. 2009.
- [10] Abadie, L.M.,. “Valuation of Long-Term Investments in Energy Assets Under Uncertainty ”. Energies, 2009, pp. 738-768.
- [11] Zhen Wanga, b., Xin Tangb, “Research of Investment Evaluation of Agricultural Venture Capital Project on Real Options Approach ”.Agriculture and Agricultural Science Procedia, 2010, pp. 449-455.
- [12] Davis, Graham A., “Estimating Volatility and Dividend Yield When Valuing Real Options to Invest or Abandon ”. The Quarterly Review of Economics and Finance, 1998, pp. 725-754.
- [13] Meade, Nigel., “Oil Prices -Brownian Motion or Mean Reversion? A Study using a one Year Ahead Density Forecast Criterion ”.Energy Economics, 2010, pp. 1485-1498.
- [14] Gabriel, A., Costa Lima, Saul, B., Suslick,. “Estimation of Volatility of Selected Oil Production Projects ”.Journal of Petroleum Science and Engineering, 2006, pp. 129-139.
- [15] Siem Jan Koopman, Marius Ooms, M., Angeles Carnero . “Periodic Seasonal Reg-ARFIMA-GARCH Models for Daily Electricity Spot Prices ”.Journal of the American Statistical Association, 2007, pp. 16-27.
- [16] Karl Larsson, Marcus Nossman, “Jumps and Stochastic Volatility in Oil Prices: Time Series Evidence”, Energy Economics, 2011, pp. 504-514.
- [17] Lee, S., Yang, J., “Predicting a Distribution of Implied Volatilities for Option Pricing”, Expert Systems with Applications, 2011, pp. 1702-1708.
- [18] Franz Schober, Judith Gebauer., “How Much to Spend on Flexibility? Determining the Value of Information”, Decision Support System, 2011, pp. 638-647.
- [19] Geddes, “Methodes Dealuation Retenues Pour Les Transactions”, Capital Finance, 1999, 20.
- [20] Graham, J.R., Harvey, C.R., “The Teory and Practice of Corporate Finance, Evidence from the Field”. Journal of Financial Economics, 2001, pp. 187-243.
- [21] Copeland, T., Antikarov, V., “Meeting the Georgetown Challenge”, Journal of Applied Corporate Finance, 2005, pp. 32-51.
- [22] Prasad Kodukula, PMP., Chandra Papudesu. *Project Valuation Using Real Options A Practitioners Guide* . Florida: J.Ross Publishing, 2006.
- [23] Rain Baule, Marco Wilkens” *Lean Trees_ A General Approach for Improving Performance of Lattice Models for Option Pricing* ”.Review of Derivatives Research, 2004, pp. 53-72.
- [24] Lewise, Neal. Eschenbach, Ted., Hartman, Joseph., “Can We Capture the Value of Option Volatility? ”Engineering Economist, 2008, pp. 230-258.
- [25] Alvaro Cartea, Carlos Gonzalez-Pedraz, “How Much Should We Pay for Interconnecting Electricity Markets?

