



ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از اختیار واقعی تاخیر

حنظله فندرسکی^۱

شاپور محمدی^۲

علی فروش باستانی^۳

رضا راعی^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

چکیده

صنعت املاک و مستغلات^۱ در کشور با ویژگی‌هایی از قبیل نقدشوندگی پایین و غیرقابل بازگشت بودن سرمایه‌گذاری انجام شده مشخص می‌باشد. صنعت ساختمان، یکی از صنایع موثر در اشتغال کشور بوده و تولیدات آن (واحدهای مسکونی) وزن قابل توجهی از پرتفوی دارایی‌های خانوارها را به خود اختصاص می‌دهند. این صنعت دارای سیکل‌های رونق و رکود فراوان می‌باشد. این چرخه‌ها منجر می‌گردد تا سرمایه‌گذاران در زمان رکود، نسبت به تعویق شروع ساخت و ساز اقدام نمایند. مدل‌های متعارف ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها از قبیل خالص ارزش فعلی، مبتنی بر فرض ثبات در شرایط و پیش‌بینی‌ها می‌باشد و انعطاف‌پذیری مدیران در امر تصمیم‌گیری را نادیده می‌گیرد. در این پژوهش برای رفع نواقص مدل‌های متعارف، از اختیار واقعی جهت سنجش پروژه‌های مسکونی با استفاده از دو مدل بلک-شولز و درخت دو جمله‌ای استفاده شده است. این روش انعطاف‌پذیری مدیران را در نظر گرفته و زمان بهینه سرمایه‌گذاری براساس مسیرهای متفاوت را ارائه خواهند کرد. نتایج پژوهش حاکی از بالابودن ارزش طرح‌های سرمایه‌گذاری در اثر تاخیر در شروع ساخت و ساز می‌باشد. براساس مدل زمان بهینه سرمایه‌گذاری معرفی شده توسط مک دونالد و سیگل، زمان بهینه برای شروع پروژه ارائه شده، ۹/۵ سال می‌باشد.

کلمات کلیدی

صنعت ساختمان، چرخه‌های رونق و رکود، ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، اختیار مالی، اختیار واقعی، اختیار تاخیر، مدل بلک-شولز، مدل درخت دو جمله‌ای

۱- گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) hfendereski@yahoo.com

۲- گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. shmohmad@ut.ac.ir

۳- گروه ریاضی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی و علوم پایه زنجان، زنجان، ایران. bastani@iasbs.ac.ir

۴- گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. raei@ut.ac.ir

صنعت ساختمان یکی از مهمترین صنایع کشور می‌باشد. اهمیت این صنعت از چند بعد قابل بررسی است. مهمترین اهمیت آن، نوع تولیدات می‌باشد. تولیدات این صنعت مخصوصاً بخش مسکونی، مورد مصرف کلیه خانوارهای کشور بوده و به دلالی از جمله وزن قابل توجه آن در پرتفوی دارایی‌ها و تاثیر آن در رفاه جامعه، یکی از دغدغه‌های مسئولان کشور نیز است. اهمیت دیگر این صنعت تاثیر آن بر اشتغال کشور می‌باشد که این میزان بیش از ۱۰ درصد است. دیگر اهمیت صنعت، تعداد صنایع وابسته به آن می‌باشد.

در کنار موارد ذکر شده، این صنعت دارای ویژگی‌هایی از جمله غیرقابل بازگشت بودن^۲ سرمایه‌گذاری انجام شده می‌باشد. عمر ساخت و ساز، یکی از ویژگی‌های دیگر صنعت محسوب می‌شود. در یک پروژه معمول ساختمانی، عمر احداث آن ۲-۳ سال و مدت بهره‌برداری آن حداقل ۱۵-۲۰ سال می‌باشد. این زمان در مقابل دیگر کالاهای سرمایه‌ای از جمله ابزارهای مالی (سهام، اوراق مشتقه و ...)، اتومبیل و ... قابل توجه است. ارزش یک واحد مسکونی در مقایسه با سایر ابزارهای سرمایه‌گذاری، بهای قابل توجهی دارد. این موضوع اهمیت تصمیم‌گیری در این صنعت را قابل توجه می‌نماید. دیگر فاکتور مربوط به این صنعت، نقدشوندگی پایین می‌باشد (Rocha, Salles et al. 2007). در کنار این عوامل، مسیرهای متفاوتی برای تصمیم‌گیری در زمان سرمایه‌گذاری وجود دارد. سازنده می‌تواند در زمان ساخت، تصمیم‌های متفاوتی از قبیل، توقف در ساخت، پیش‌فروش، تغییر کاربری و ... را براساس شرایط بازار اخذ نماید. این موضوع منجر به وجود سناریوهای متفاوت شده که در کنار عمر قابل توجه آن، عدم اطمینان نسبت به فرض و مسیر پیش‌بینی شده اولیه را افزایش می‌دهد.

بودجه‌بندی سرمایه‌ای^۳ یکی از مباحث پرکاربرد در حوزه مالی به حساب می‌آید. مدیران شرکت‌ها یا اشخاص سرمایه‌گذار پیش از ورود به طرح‌های سرمایه‌گذاری یا کسب و کار، نیاز به ارزیابی اقتصادی آنها دارند. در این موارد نسبت به تعیین ارزش دارایی، طرح یا پروژه سرمایه‌گذاری اقدام می‌گردد. هدف از ارزش‌گذاری پروژه، تنها برای نشان دادن ارزش آن نیست، بلکه می‌توان از آن به منظور مقایسه و رقابت با سایر پروژه‌ها در بستر سرمایه‌گذاری نیز استفاده نمود.

از جمله معیارهای اقتصادی پرکاربرد در ارزیابی و سنجش پروژه‌ها، می‌توان به روش خالص ارزش فعلی^۴ اشاره نمود. در این روش، جریان‌های نقد ورودی و خروجی پروژه برآورد، سپس ارزش فعلی آن محاسبه می‌شود که مجموع آنها به عنوان خالص ارزش فعلی پروژه اعلام می‌گردد.

قطعاً هر معیاری کامل نبوده و برای سنجش همه جوانب طرح سرمایه‌گذاری نیاز به نگاه جامع و کامل در خصوص طرح می‌باشد. در روش‌های متعارف، ارزیابی صرفاً براساس محاسبات و با فرض قطعیت در مفروضات صورت می‌گیرد (Paddock, Siegel et al. 1988). یکی از نواقص معیارهای متعارف و مرسوم ارزیابی پروژه‌ها، عدم بررسی نااطمینانی می‌باشد. معیارهایی همچون خالص ارزش فعلی به دلیل عدم انعکاس نااطمینانی‌ها و نادیده گرفتن انعطاف مدیران در تصمیم‌گیری، کافی نمی‌باشند. این روش‌ها به صورت ایستا بوده و تصمیم صرفاً در یک مقطع (ابتدای پروژه) اخذ می‌گردد. با توجه به نوسان و تغییر در شرایط اقتصادی و به تبعیت از آن جریان‌های نقد پروژه، مدیران می‌توانند نسبت به تغییر و انعطاف در تصمیم‌گیری‌ها اقدام نمایند. به عبارت دیگر قاعده "سرمایه‌گذاری اگر خالص ارزش فعلی پروژه بزرگتر از صفر است" تنها در حالتی معتبر است که واریانس ارزش آتی درآمدها و هزینه‌های پروژه صفر باشد (McDonald and Siegel 1986). این موضوع به معنای اشتباه بودن روش‌های سنتی نیست، بلکه به معنای عدم کامل بودن آنها است.

در کنار ثبات در مفروضات، طولانی بودن زمان در خصوص پروژه‌های ساختمانی (با عمر ساخت حداقل ۲ ساله و عمر بهره‌برداری حداقل ۲۰ ساله)، خود موجب افزایش نوسان خواهد شد. سازندگان و سرمایه‌گذاران پروژه‌های ساختمانی در زمان شروع یا حتی در حین ساخت پروژه، در صورت رکود صنعت ساختمان، نسبت به تاخیر در شروع پروژه یا توقف اجرا تا زمان رفع ابهام اقدام می‌نمایند. این موارد و دیگر انعطاف‌پذیری‌های سرمایه‌گذاران در مدل‌های سنتی نادیده گرفته می‌شود، لذا روش‌های متعارف از قبیل خالص ارزش فعلی، کاربرد خود در خصوص این گونه پروژه‌ها را از دست خواهد داد. با توجه به عدم اطمینان‌های موجود و ریسک در دنیای واقعی، این روش‌ها باید با روش‌های جدیدی ترکیب گردند. چنانچه ریسک و عدم اطمینان صفر باشد، کلیه جریان‌های نقدی آتی قطعی و مشخص می‌باشند که به معنای عدم وجود ارزش برای اختیارهای استراتژیک (واقعی) خواهد بود. به عبارت دیگر مدل تنزیل جریان نقدی حالت خاص از اختیار واقعی است که در آن عدم اطمینان حذف و نوسان‌پذیری صفر می‌باشد (Mun 2002).

مبانی نظری

معرفی ارزش‌گذاری اختیارهای مالی توسط بلک، شولز و مرتون در سال ۱۹۷۳ صورت پذیرفت. پس از این نوآوری، مایرز در سال ۱۹۷۷ موضوع اختیارهای مالی را توسعه و بحث اختیارهای واقعی را مطرح نمود. با توجه به اینکه این اختیار در طرح‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری که عموماً مبتنی بر دارایی‌های واقعی می‌باشند وجود دارد، به عنوان اختیار واقعی^۵ نامگذاری شده‌اند (Lambrecht 2017). اختیار

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

واقعی، تئوری اختیار مالی را در آنالیز و تجزیه و تحلیل دارایی‌های واقعی و فیزیکی به کار می‌گیرد (Mun 2002). اختیار واقعی یک رهیافت سیستماتیک و راه‌حل ترکیبی با استفاده از تئوری مالی، تجزیه و تحلیل اقتصادی، علم مدیریت، علم تصمیم‌گیری و ... در به کارگیری تئوری اختیار در دارایی‌های واقعی (در مقایسه با دارایی‌های مالی) و در محیط‌هایی با عدم اطمینان و در جایی که تصمیمات منعطف هستند، می‌باشد (Mun 2002).

در زمان اجرای پروژه‌ها، شرایطی رخ می‌دهد که متفاوت از مفروضات اولیه می‌باشد. به طور مثال به دلیل برخی از شرایط، میزان تقاضا تغییر یافته، تامین مالی با مشکل همراه شده، بهای تمام شده بیش از پیش‌بینی‌های اولیه افزایش یافته، گزینه‌های تصمیم‌گیری جدیدی ایجاد شده است و ... این موارد موضوعاتی هستند که در دنیای واقعی رخ داده و مدل‌های متعارف ارزیابی اقتصادی، فاقد توانایی پاسخ به آنها می‌باشند. این موضوع ناشی از استاتیک بودن مدل و فرآیند یک مرحله‌ای تصمیم‌گیری است. در سوی دیگر، اختیارهای واقعی گزینه‌های تصمیم‌گیری در شرایط وجود انعطاف‌پذیری و عدم اطمینان را در نظر می‌گیرند. شرایط عدم اطمینان به همراه خود اطلاعات ارزشمندی را ارائه می‌نماید. زمانی که در بخشی از مسیر، عدم اطمینان منجر به حل برخی از مسائل و موضوعات می‌گردد، مدیر می‌تواند برای باقیمانده مسیر، تغییرات اصلاحی را اعمال نماید. به عبارت دیگر اختیارهای واقعی با استفاده از مدل یادگیری براساس مسیر رخ داده، قابلیت انعطاف برای ادامه مسیر را داشته و می‌توانند از سایر گزینه‌های نیز استفاده نمایند (Mun 2002).

برخلاف اختیارهای مالی، اختیارهای واقعی غیرقابل معامله می‌باشند (Lambrecht 2017). جهت درک بیشتر تفاوت‌های میان اختیار مالی و واقعی، در جدول ذیل برخی از تفاوت‌ها ارائه شده است (Mun 2006, Kodukula and Papudesu 2002):

جدول ۱ - تفاوت اختیار واقعی و مالی

اختیار واقعی	اختیار مالی
سررسید بلند مدت (معمولا چند سال)	سررسید کوتاه مدت (معمولا طی چند ماه)
متغیر پایه جریان نقد آزاد می‌باشد.	متغیر پایه معمولا ارزش یا قیمت دارایی مالی می‌باشد.
امکان افزایش ارزش اختیار استراتژیک با استفاده از تصمیم‌گیری و انعطاف‌پذیری مدیران فراهم می‌باشد.	امکان کنترل قیمت اختیار با دستکاری قیمت سهام وجود ندارد.
تصمیمات با ارزش بالا می‌باشند.	ارزش‌ها معمولا اندک می‌باشد.
رقابت و بازار، ارزش اختیار استراتژیک را هدایت می‌کنند.	رقابت یا اثر بازار در تعیین قیمت و ارزش نامربوط می‌باشد.
مفروضات و اقدامات مدیران هدایت کننده ارزش می‌باشند.	مفروضات و اقدامات مدیران تأثیری در تعیین ارزش ندارند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

در جدول قبل، تفاوت میان اختیار مالی و واقعی مطرح گردید، اما نکته اصلی برای استفاده از این اختیارها، معادل سازی واژگان و اصطلاحات اختیار مالی در اختیار واقعی می باشد. برای درک بهتر این موضوع، در جدول ذیل برخی از این موارد در اختیارهای واقعی به صورت مقایسه با اختیارهای مالی (اختیار خرید امریکایی سهام)، ارائه شده است (Paddock, Siegel et al. 1988, خسروی و حسن پور، ۱۳۸۹):

جدول ۱- مقایسه اختیار خرید امریکایی سهام و اختیار واقعی پروژه

اختیار خرید امریکایی سهام	اختیار واقعی روی یک پروژه
قیمت فعلی سهام	ارزش فعلی جریان های نقدی مورد انتظار
قیمت اعمال اختیار	مخارج سرمایه گذاری پروژه
حق اعمال زود هنگام اختیار	حق سرمایه گذاری در پروژه هر لحظه از زمان قبل از حذف فرصت
عدم اطمینان قیمت سهام	عدم اطمینان مربوط به ارزش پروژه
قیمت اختیار	ارزش انعطاف مدیریتی پروژه
تاریخ انقضاء	چارچوب زمانی فرصت سرمایه گذاری
سهولت تشکیل یک پرتفوی مشابه	مشکل تشکیل پرتفوی مشابه

همان گونه که مطرح شد، اختیارهای واقعی وابستگی بالایی به تصمیمات مدیران و شرایط دارند. بنابراین امکان استفاده یا وجود برخی از اختیارهای واقعی در یک طرح سرمایه گذاری متفاوت بوده و به راحتی نمی توان نسبت به طبقه بندی جامع و کامل اختیارهای واقعی پرداخت. حتی در برخی از موارد ممکن است بیش از یک اختیار در طرح سرمایه گذاری وجود داشته باشد. برخی از مهم ترین اختیارهای واقعی شامل اختیار توسعه^۷، اختیار به ترک^۸، اختیار به تاخیر^۹ و اختیار به قرارداد^{۱۰} می باشند (Mun 2002, Kodukula and Papudesu 2006, Tong and Reuer 2007).

روش کلی ارزش گذاری اختیار واقعی مشابه با اختیارهای مالی می باشد و به طور کلی به روش های ذیل تقسیم می گردد (Mun 2002, Kodukula and Papudesu 2006):

✓ معادلات با مشتقات جزئی^{۱۱}: این روش شامل حل معادلات مشتقات جزئی براساس شرایط مرزی مشخص می باشد. یکی از معروفترین روش های این مدل، معادله بلک-شولز است. اگرچه این روش ها در استفاده، دقیق، سریع و آسان هستند، اما به دلیل مشکلات در توضیح آنها مخصوصاً به جهت استفاده از فرآیندهای تصادفی پیچیده، روش های سختی محسوب می گردند.

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

✓ مدل درخت^{۱۲}: این مدل‌ها عمدتاً شامل درخت دو جمله‌ای و سه جمله‌ای است. این روش‌ها (مخصوصاً مدل درخت دو جمله‌ای)، به دلیل سادگی در اجرا و بیان، بسیار پرکاربرد می‌باشند. همچنین این روش‌ها بسیار منعطف هستند. این موضوع موجب می‌گردد قابلیت استفاده در اکثر اختیارهای واقعی را داشته باشند. البته نیازمند قدرت محاسباتی بالا مخصوصاً در زمان افزایش مراحل زمانی هستند. اگرچه پاسخ این روش در حالت حدی بسیار نزدیک به مدل‌های با فرم بسته همانند بلک-شولز می‌باشد، اما همیشه پیشنهاد می‌گردد برای تایید نتایج، این دو روش با هم مورد استفاده قرار گیرند. اگرچه در درخت‌های بیش از دو جمله‌ای سرعت بیشتر می‌باشد، اما به دلیل سادگی در محاسبات و همچنین درک بهتر، معمولاً از مدل درخت دو جمله‌ای در حل مسائل اختیار واقعی استفاده می‌گردد. در هر اختیار، نیاز به ۲ درخت می‌باشد. درخت اول مربوط به ارزش دارایی پایه و درخت دوم مربوط به ارزش‌گذاری اختیار خواهد بود. در اختیارهای واقعی با توجه به تنوع اختیارها، متفاوت بودن نسبت به یکدیگر و نبود روش ارزش‌گذاری واحد، از مدل درخت استفاده بیشتری می‌شود (Mun 2002).

✓ شبیه‌سازی^{۱۳}: در این روش با استفاده از مسیرها و قیمت‌های متفاوت، شبیه‌سازی و براساس آنها ارزش‌گذاری اختیار انجام می‌پذیرد.

مروری بر پیشینه تحقیق

در ادامه مروری بر پیشینه‌های تحقیق ارائه می‌گردد. پیشینه‌ها در دو بخش خارجی و داخلی ارائه خواهد شد. در بخش تحقیقات داخلی، پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه اختیارهای واقعی و بودجه‌بندی سرمایه‌ای با جزئیات بیشتری ارائه می‌شود.

تحقیقات خارجی

بلک و شولز (۱۹۷۳) در مقاله‌ای با عنوان "قیمت‌گذاری اختیارها و بدهی‌های شرکتی"، اقدام به ارائه فرمول ارزش‌گذاری اختیار مالی نمودند. پیش از این پژوهش نیز، مقالاتی در خصوص ارائه مدل ارزش‌گذاری صورت گرفت که اکثر آنها براساس وارانته^{۱۴} می‌باشد.

پس از معرفی مدل ارزش‌گذاری اختیار مالی توسط بلک، شولز و مرتون در سال ۱۹۷۳، برای اولین بار مایرز (۱۹۷۷) مفهوم اختیار واقعی را مطرح نمود. وی در مقاله خود به دنبال تفکیک ارزش شرکت به دارایی‌های موجود و اختیار خرید دارایی‌های شرکت به عنوان یک اختیار واقعی پرداخت که در آن به بیان برخی از تفاوت‌ها میان اختیار مالی و اختیار واقعی اقدام شده است.

کاکس، راس و روبینستن (۱۹۷۹) در پژوهشی با عنوان "ارزش‌گذاری اختیار: یک رهیافت ساده"،

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

به ارائه مدل ارزش‌گذاری درخت برای اختیارها پرداختند. این مدل نیز مانند مدل بلک-شولز دارای مفروضاتی تقریباً مشابه بوده، اما تفاوت اصلی در گسسته در نظر گرفتن زمان می‌باشد. در این پژوهش حالت حدی مدل درخت ارائه شده است که مشابه با مدل بلک-شولز می‌باشد.

مک دونالد و سیگل (۱۹۸۶) در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزش تاخیر در سرمایه‌گذاری"، به بررسی و ارزش‌گذاری اختیار تاخیر در پروژه‌های واقعی پرداختند. این پژوهش به دنبال بررسی زمان بهینه سرمایه‌گذاری در پروژه‌های غیرقابل بازگشت می‌باشد.

کوئیگ (۱۹۹۳) در پژوهشی با موضوع "آزمون تجربی مدل قیمت‌گذاری اختیار واقعی"، به بررسی اختیار تاخیر در احداث و توسعه در زمین پرداخت. این مقاله براساس داده‌های ۲۷۰۰ معامله زمین در سیاتل آمریکا است. براساس بررسی انجام شده، قیمت بازار منعکس کننده صرفاً ۱۵٪ برای توسعه بهینه می‌باشد که در این پژوهش معادل با ۶ درصد ارزش زمین است. این بازدهی مشابه با مفهوم وجود ارزش برای اختیار تاخیر در مدل قیمت‌گذاری اختیار واقعی می‌باشد.

مییر و همکاران (۱۹۹۹) در مقاله‌ای با عنوان "بودجه‌بندی سرمایه‌ای در شرایط عدم اطمینان - رهیافت ترکیبی با استفاده از تجزیه و تحلیل ادعاهای شرطی و برنامه‌ریزی تلفیقی"، به بهینه‌سازی پرتفوی پروژه‌های سرمایه‌ای با استفاده از اختیار سرمایه‌گذاری پرداختند. مدل ارزش‌گذاری اختیار استفاده شده، با استفاده از درخت دو جمله‌ای می‌باشد.

کائولی و پاولو (۲۰۰۲) در تحقیقی با عنوان "تاخیر معقول: مورد صنعت املاک"، به بررسی اختیار تاخیر در فروش توسط فروشندگان (سازندگان) پرداختند. داده‌های این مقاله برگرفته از اطلاعات املاک لس آنجلس است. در این پژوهش فرآیند قیمت به صورت فرآیند بروانی می‌باشد.

روچا و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی با عنوان "املاک و مستغلات و اختیارات واقعی"، به بررسی ارزش انعطاف‌پذیری مدیران در ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری صنعت املاک پرداختند. در این مقاله زمان بهینه اجرای فازهای مختلف (یا اجرای همزمان همه فازها) به همراه زمان بهینه اجرای پروژه از طریق اختیارهای واقعی مورد بررسی قرار گرفت.

گرونستین و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ای تحت عنوان "ارزش توسعه: راهکار اختیار واقعی با استفاده از داده‌های تجربی"، به ارزش‌گذاری اختیار تاخیر در توسعه زمین پرداختند. در این مقاله، صرف تاخیر در زمین‌های خالی شهری مورد سنجش قرار گرفت. داده‌های پژوهش، مربوط به سال‌های ۱۹۸۶-۱۹۹۳ در شیکاگو می‌باشد. مدل پژوهش مشابه تحقیق کوئیگ (۱۹۹۳) بوده که نتایج حاکی از وجود صرف

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

تاخیر در زمین‌های شهری است. صرف محاسبه شده در اراضی مختلف متفاوت بوده و در اراضی که صرف تاخیر کمتر می‌باشد، باید در شروع پروژه تسریع گردد.

لی و چاو (۲۰۱۸) در تحقیقی تحت عنوان "چه عواملی توسعه‌گر را متمایل به پیش‌فروش می‌نماید؟"، به بررسی عوامل موثر بر پیش‌فروش و تاثیر وضع محدودیت‌ها توسط نهادهای قانون‌گذار بر آن پرداختند.

تحقیقات داخلی

تحقیقات داخلی صورت گرفته در حوزه اختیارهای واقعی متمرکز بر دو بخش استفاده از اختیارهای واقعی در بودجه‌بندی سرمایه‌ای و اثبات وجود اختیار واقعی یا ارزش آن در بازار سرمایه و قیمت سهام شرکت‌ها می‌باشد. در نوع دوم بیشتر تلاش بر استفاده از نماینده‌هایی^{۱۶} برای اثبات ارزش‌گذاری اختیار واقعی در قیمت سهام و شرکت در بازار سرمایه شده است. بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در بخش دوم برگرفته از مقاله آدام و گوپال (۲۰۰۸) با موضوع مجموعه فرصت‌های سرمایه‌گذاری و متغیرهای نماینده می‌باشد. در این مقاله ۴ متغیر نسبت ارزش روز به ارزش دفتری دارایی‌ها، ارزش روز به ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام، نسبت سود به قیمت هر سهم و نسبت مخارج تحقیق و توسعه به عنوان متغیرهای نماینده برای فرصت‌های رشد و اختیار واقعی تعریف شده است. از جمله این مقالات می‌توان به تحقیقات تهرانی و همکاران (۱۳۹۴) با عنوان تبیین ارزش بازاری اختیارهای واقعی در بورس اوراق بهادار تهران، رهنمای رودپشتی و همکاران (۱۳۹۵) با موضوع تبیین کاربرد تئوری اختیار واقعی با تاکید بر میزان نوسانات بازدهی سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، هراتمه (۱۳۹۵) با عنوان بررسی تاثیر اختیار واقعی ناشی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری بر بازده سهام، تهرانی و همکاران (۱۳۹۸) با عنوان محاسبه ارزش اختیارهای واقعی با رویکردهای متفاوت در بورس اوراق بهادار تهران و ... اشاره نمود. در ادامه تحقیقات داخلی در حوزه کاربرد اختیارهای واقعی در بودجه‌بندی سرمایه‌ای ارائه می‌گردد.

فانی‌باکدل و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی با موضوع "ارزشیابی پروژه‌های آماده‌سازی معدنی از دیدگاه نظریه‌ی اختیارات حقیقی"، به بررسی ارزش این پروژه‌ها با استفاده از روش‌های تنزیل جریان نقدی و اختیارات واقعی پرداختند. داده‌های این پژوهش مربوط به یک معدن طلا در استرالیا می‌باشد. براساس نتایج تحقیق، استفاده از اختیارهای واقعی و در نظر گرفتن انعطاف‌پذیری مدیران منجر به افزایش ارزش حدود ۴۴ درصدی نسبت به روش‌های تنزیل جریان نقدی شد.

خلیلی عراقی، کميجانی و کسرائی (۱۳۹۳) در پژوهشی تحت عنوان "کاربرد اختیاراتهای حقیقی در ارزش‌گذاری پروژه توسعه میدان گازی پارس جنوبی"، اقدام به معرفی اختیاراتهای واقعی در ارزش‌گذاری پروژه‌های نفتی و کاربرد آن در ارزش‌گذاری فازهای ۲۲-۲۴ پارس جنوبی پرداختند. در این پژوهش ابتدا ارزش‌گذاری این فازها توسط مدل‌های سنتی تنزیل جریان نقدی انجام و سپس با مدل اختیار واقعی مقایسه شد.

دین‌محمدی و باقری بسطامی (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با موضوع "ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری با روش اختیار واقعی"، نسبت به ارزیابی یک طرح پتروشیمی با استفاده از برخی اختیارات واقعی، از جمله اختیار توسعه و واگذاری پرداختند.

بکی حسکوئی و داودی (۱۳۹۴) در پژوهشی تحت عنوان "ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد تحلیل اختیار واقعی: مطالعه موردی بررسی امکان‌سنجی یک طرح نیروگاهی ۵۰۰ مگاواتی"، به ارزیابی یک پروژه با استفاده از اختیار واقعی و مقایسه آن با روش‌های متعارف از جمله تنزیل جریان نقدی (خالص ارزش فعلی) پرداختند. در این پژوهش اختیار واگذاری پروژه با استفاده از روش‌های بلک-شولز، درخت دو جمله‌ای و سه جمله‌ای تعیین گردید که هر سه روش همراستا بودند.

گمار و نجفی (۱۳۹۵) در تحقیقی با موضوع "بررسی کاربرد اختیار ضمنی در ارزش‌یابی پروژه‌های املاک و مستغلات" به بررسی استفاده از بندگی پروژه براساس اختیار واقعی در پروژه‌های با ابعاد بزرگ پرداختند. در این پژوهش ارزش پروژه براساس دو روش خالص ارزش فعلی و استفاده از اختیار (اجرای پروژه در دو فاز) تعیین گردید. نتایج حاکی از بالا بودن ارزش پروژه براساس مدل درخت دو جمله‌ای (مدل اختیار واقعی)، نسبت به مدل خالص ارزش فعلی می‌باشد.

مرادی و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با موضوع "استفاده از رویکرد اختیار واقعی به منظور بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر"، اقدام به بهینه‌سازی فرصت‌های سرمایه‌گذاری پروژه‌های یک صندوق سرمایه‌گذاری خطرپذیر صنعت دارویی نمودند. در این پژوهش رویکرد سنتی DCF و اختیار واقعی مورد مقایسه قرار گرفته که نتایج حاکی از بهینه بودن روش اختیار واقعی با در نظر گرفتن اختیار تاخیر و براساس فرآیندهای تصادفی می‌باشد. مدل اختیار به کار رفته به صورت گسسته و با استفاده از درخت دو جمله‌ای است.

اشرفی تبار و حنفی‌زاده (۱۳۹۸) در پژوهشی با موضوع "ارزش‌گذاری پروژه‌های گزینش شده تامین مالی از طریق جمع‌سپاری"، به استفاده از رویکرد اختیار واقعی به عنوان یک روش ارزش‌گذاری کسب و

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

کارهای نوپا پرداختند. در این مقاله روش‌هایی از جمله تنزیل جریان نقد و اختیار واقعی برای ارزش گذاری مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از ویژگی بارز روش اختیار واقعی در نظر گرفتن انعطاف پذیری مدیران و تصمیمات آنها می‌باشد که می‌تواند به ارزش گذاری بهتر منجر گردد.

روش‌شناسی تحقیق

یکی از ریسک‌های صنعت ساختمان برای سازنده، ریسک عدم وجود تقاضا^{۱۷} یا نوسان در آن می‌باشد. مسکن همانند سایر صنایع، دارای چرخه‌های رونق و رکود است. در دوره‌های رکود عرضه واحدهای ساختمانی با مشکلات عدیده‌ای روبه‌رو و سازندگان با هزینه‌های قابل توجهی از جمله خواب سرمایه همراه می‌باشند. برای پوشش این ریسک روش‌های کلی از جمله فازبندی، فروش طی ساخت و تاخیر در اجرای پروژه وجود دارد (Lai, Wang et al. 2004). از میان این روش‌ها، اختیار تاخیر به دلیل کاهش قابل توجه در ریسک سازنده، کاربرد قابل توجهی در میان سازندگان دارد. در این روش سازنده تا زمان حذف یا کاهش این ریسک، اجرای پروژه را به تعویق می‌اندازد. زمان ایده‌آل برای هر سازنده شروع ساخت و ساز در دوره‌های پایانی رکود و فروش در دوره‌های رونق می‌باشد. معمولاً با شروع دوره‌های رکود، سازندگان مخصوصاً اشخاص حقیقی فعالیت خود را به حداقل رسانده یا متوقف می‌نمایند. البته در این خصوص عواملی از جمله مدت اعتبار پروانه و مدت ساخت (در خصوص قراردادهای مشارکتی) نیز باید مد نظر سازنده قرار گیرد.

تصمیم به ساخت و ساز، یک تصمیم غیرقابل بازگشت می‌باشد، اما استفاده از اختیار تاخیر یک تصمیم قابل بازگشت است. محاسبه صحیح در اختیار تاخیر شامل مقایسه میان سرمایه‌گذاری امروز در مقابل ارزش فعلی سرمایه‌گذاری در تمامی زمان‌های آتی می‌باشد. این دو گزینه با یکدیگر ناسازگار^{۱۸} هستند (McDonald and Siegel 1986).

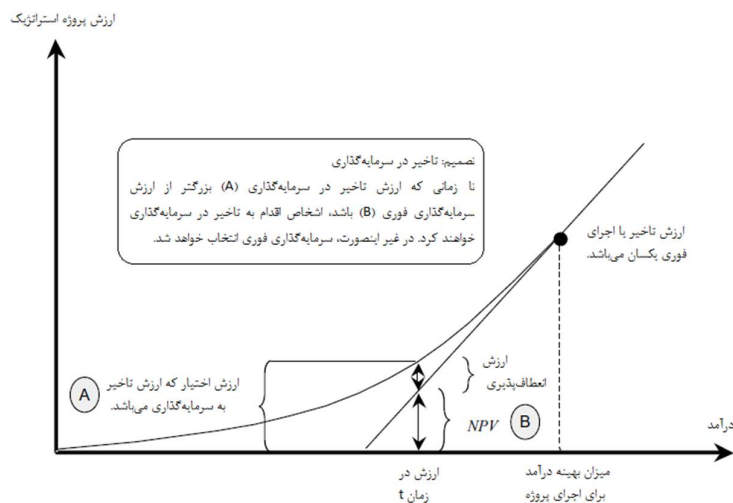
سرمایه‌گذاری در طرح‌ها صرفاً بر این اساس که خالص ارزش فعلی مثبت می‌باشد، بهینه نیست. تاخیر در شروع و اجرای پروژه می‌تواند منافع بیشتری را برای سرمایه‌گذاری به همراه داشته باشد. استفاده از اختیارهای اینگونه، نیازمند وجود شرایطی از جمله امکان تاخیر در اجرا، عدم اطمینان در خصوص منافع آتی پروژه و در نهایت غیرقابل بازگشت بودن سرمایه‌گذاری می‌باشد (Pennings 2017).

در اختیار تاخیر، سرمایه‌گذار با هدف حداکثر کردن بازده سرمایه‌گذاری خود، به دنبال تعیین زمان بهینه و تاخیر در شروع آن است. در صورت اجرای فوری، عایدی پروژه به میزان NPV می‌باشد، اما همان‌گونه که در نمودار ذیل ارائه شده است، ارزش انعطاف‌پذیری برای سرمایه‌گذار وجود دارد و وی

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

می‌تواند با تاخیر در شروع پروژه تا زمان رفع ابهام، تغییر در تقاضا و ... نسبت به افزایش بازدهی خود اقدام نماید. در این حالت خالص ارزش فعلی توسعه یافته^{۱۹} عبارت است از:

$$eNPV = NPV + \text{Option Value}$$



سرمایه‌گذار تا زمانی که تاخیر برای وی دارای ارزش باشد، از این فرصت استفاده می‌نماید. در نقطه B ارزش انعطاف‌پذیری ناچیز بوده و ارزش پروژه برابر با ارزش اجرای فوری می‌باشد، لذا سرمایه‌گذار اختیار خود را اعمال می‌نماید.

هدف این پژوهش استفاده از اختیار واقعی تاخیر در شروع پروژه، برای ارزیابی پروژه‌های مسکونی می‌باشد، لذا نیاز است ارزش پروژه براساس روش اختیار واقعی محاسبه و با روش‌های متعارف از قبیل خالص ارزش فعلی مقایسه گردد. در این راستا ابتدا براساس گزارشات مرکز آمار ایران و بانک مرکزی، ارزش پروژه براساس روش خالص ارزش فعلی محاسبه می‌گردد. گام بعدی تعیین ارزش پروژه براساس اختیار واقعی است. همان‌گونه که پیش از این مطرح گردید، یکی از روش‌های کاربردی و قابل درک اختیارهای واقعی، مدل درخت دو جمله‌ای می‌باشد. این روش گسسته بوده و بهتر است در کنار روش‌های پیوسته‌ای از قبیل بلک-شولز قرار گیرد. این موضوع موجب بررسی بهتر نتایج مدل درخت دو جمله‌ای نیز خواهد شد. در همین راستا براساس فرمول ذیل، ارزش پروژه براساس مدل بلک-شولز محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است با توجه به اینکه با اعمال اختیار تاخیر، سازنده مالک پروژه خواهد شد، این

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

اختیار مشابه با اختیار خرید در مفاهیم اختیارهای مالی می‌باشد، لذا از فرمول اختیار خرید برای ارزش‌گذاری استفاده می‌گردد:

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

پس از محاسبه ارزش پروژه براساس مدل بلک-شولز، ارزش‌گذاری براساس مدل درخت دو جمله‌ای نیز صورت پذیرفته و نتایج برای همگرا بودن با مدل بلک-شولز و در نهایت برای مقایسه با مدل‌های متعارف ارزیابی پروژه‌ها، با روش خالص ارزش فعلی مقایسه خواهد شد.

یکی از موضوعات در دارایی‌های واقعی، تعیین زمان بهینه سرمایه‌گذاری می‌باشد. در پروژه‌های ساختمانی محدودیت‌هایی زمانی از قبیل مدت انقضای پروانه، تاریخ قرارداد مشارکت و سایر موارد مشابه موجب می‌گردد، قید زمان برای شروع پروژه وجود داشته باشد. این موضوع ممکن است در برخی از موارد وجود نداشته باشد. در این گونه شرایط، زمان بهینه سرمایه‌گذاری مهم و ضروری می‌باشد. مک دونالد و سیگل (۱۹۸۶) این موضوع را مورد بررسی و براساس فرآیند بروانی هندسی برای دارایی پایه، اقدام به تعیین زمان بهینه سرمایه‌گذاری نمودند. در این پژوهش فرآیند قیمت‌گذاری پایه به صورت ذیل می‌باشد:

$$dX = \alpha X_t dt + \sigma dZ_t$$

در این پژوهش نیز با فرض عدم وجود محدودیت زمان، این متغیر در خصوص پروژه محاسبه و ارائه خواهد شد.

یافته‌های پژوهش

اطلاعات پروژه برگرفته از میانگین اطلاعات پروژه‌های مسکونی شهر تهران براساس گزارش مرکز آمار ایران است. براساس این گزارش متوسط مساحت زیربنا در پروانه‌های احداث ساختمانی مسکونی حدود ۱,۱۹۲ مترمربع و متوسط مساحت زمین حدود ۲۷۱ مترمربع می‌باشد. همچنین هزینه هر مترمربع پروانه نیز به میزان ۱۵ میلیون ریال محسوب شده است. براساس گزارش اطلاعات قیمت و اجاره مسکن

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

در نقاط شهری کشور در زمستان ۱۳۹۸ (گزارش مرکز آمار ایران)، متوسط قیمت هر مترمربع زمین در شهر تهران ۱۵۳ میلیون ریال بوده است. براساس گزارش طرح جامع مسکن (وزارت راه و شهرسازی)، نسبت زمین در بهای تمام شده هر مترمربع ساختمان به میزان ۴۷ درصد می‌باشد. براین اساس اطلاعات بهای تمام شده پروژه به شرح ذیل خواهد بود:

جدول ۲- اطلاعات مساحت و بهای تمام شده پروژه مسکونی متوسط در تهران

عنوان	مقدار
قیمت هر مترمربع زمین در زمستان ۹۸ - میلیون ریال	۱۵۳
میانگین مساحت زمین- مترمربع	۲۷۱
میانگین مساحت بنا- مترمربع	۱,۱۹۲
هزینه زمین- میلیون ریال	۴۱,۴۷۰
هزینه برآوردی پروانه- میلیون ریال	۱۷,۸۸۰
نسبت زمین در بهای تمام شده- درصد	۴۷
جمع کل بهای تمام شده- میلیون ریال	۸۸,۲۳۵
هزینه ساخت- میلیون ریال	۲۸,۸۸۴

منبع: گزارشات بانک مرکزی، مرکز آمار ایران و یافته‌های تحقیق

براساس گزارش تحولات بازار معاملات مسکن شهر تهران (گزارش بانک مرکزی)، قیمت هر مترمربع مفید مسکونی در شهر تهران ۱۵۶ میلیون ریال است. با احتساب متوسط نسبت مفید در پروژه‌های ساختمانی مسکونی به میزان ۶۵ درصد، اطلاعات درآمد پروژه به شرح ذیل می‌باشد:

جدول ۳- درآمد پروژه مسکونی

عنوان	مقدار
قیمت فروش هر مترمربع مفید مسکونی در پایان سال ۹۸ - میلیون بال	۱۵۶
نسبت زیر بنای مفید برآوردی به زیربنای کل پروژه- درصد	۶۵
میانگین مساحت مفید- مترمربع	۷۷۵
درآمد پروژه- میلیون ریال	۱۲۱,۰۹۰

منبع: گزارشات بانک مرکزی و یافته‌های تحقیق

زمان احداث پروژه‌های ساختمانی براساس مواردی از جمله مترژ و تعداد طبقات پروژه تعیین و معمولاً در بازه‌های ۱/۵ تا ۵ سال می‌باشد. براساس مترژ پروژه جدول فوق که براساس مترژ میانگین

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

پروانه‌های ساختمانی صادره در شهر تهران محاسبه شده است، زمان تقریبی ساخت به میزان ۲ سال برآورد می‌گردد (به صورت خطی، در زمان‌بندی خالص جریان نقد در جدول ۵، هر سال به میزان نیمی از بهای ساخت منظور شده است). در محاسبات تنزیل جریان نقد، کل درآمد پروژه در زمان پایان ساخت و به صورت نقد می‌باشد. همچنین مالیاتی نیز منظور نشده است. در این پژوهش نرخ تنزیل با احتساب فرض صرف ریسک ۳ درصدی نسبت به نرخ سود بدون ریسک برای پروژه ساختمانی، به میزان ۲۱ درصد برآورد شده است که در پروژه‌ها می‌تواند متغیر باشد. در این صورت براساس جدول جریان نقد ذیل، خالص ارزش فعلی پروژه ۱,۵۵۶ میلیون ریال خواهد بود:

جدول ۴- خالص جریان نقد پروژه (میلیون ریال)

عنوان	صفر	۱	۲
زمین	(۴۱,۴۷۰)		
پروانه	(۱۷,۸۸۰)		
ساخت		(۱۴,۴۴۲)	(۱۴,۴۴۲)
جریان نقد حاصل از فروش			۱۲۱,۰۹۰
خالص جریان نقد	(۵۹,۳۵۰)	(۱۴,۴۴۲)	۱۰۶,۶۴۷

منبع: یافته‌های تحقیق

اگرچه با توجه به مثبت بودن خالص ارزش فعلی، اخذ پروانه و شروع پروژه مناسب می‌باشد، اما ممکن است با شروع آن فرد از منافع آتی بیشتری محروم گردد. در ادامه ارزش‌گذاری پروژه با استفاده از اختیار تاخیر و براساس دو مدل بلک-شولز و مدل درخت دو جمله‌ای ارائه می‌گردد.

ارزش پروژه با استفاده از اختیار واقعی

برای استفاده از این مدل، نیاز به برخی از مفروضات می‌باشد. با توجه به متراژ پروژه، زمان ساخت به میزان ۲ سال برآورد شده است. به طور معمول عمر پروانه پروژه‌های کوچک در شهر تهران به مدت ۲ سال می‌باشد که برای ۲ سال دیگر نیز قابل تمدید هست، لذا سررسید اختیار به میزان ۴ سال در محاسبات منظور خواهد شد. نرخ سود بدون ریسک، براساس اوراق منتشر شده دولت، به میزان ۱۸ درصد لحاظ شده است. قیمت اعمال نیز معادل با هزینه اخذ پروانه می‌باشد. نوسان (انحراف قیمت دارایی پایه) براساس انحراف معیار لگاریتم بازده قیمت ۵ ساله مسکن (سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۸) و براساس گزارش بانک مرکزی محاسبه شده است (Mun 2002). در جدول ذیل خلاصه مفروضات مدل ارائه شده است:

جدول ۵- متغیرهای ورودی مدل بلک- شولز

عنوان	شرح	مقدار
S_0	ارزش فعلی دارایی پایه (پروژه)	۱۹,۴۳۶
K	هزینه اعمال (قیمت پروانه)	۱۷,۸۸۰
T (year)	زمان تا سررسید	۴
σ	نوسان	٪۳۲
r_f	نرخ سود بدون ریسک	٪۱۸

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به متغیرهای ورودی جدول فوق، پارامترهای مربوط به مدل بلک-شولز و ارزش پروژه براساس این مدل به شرح ذیل می‌باشد. لازم به ذکر است همان‌گونه که در بخش قبل اشاره گردید، اختیار تاخیر همانند اختیار خرید است، لذا در زمان ارزش‌گذاری از فرمول اختیار خرید استفاده می‌گردد:

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

جدول ۶- ارزش اختیار در مدل بلک-شولز

عنوان	مقدار
d_1	۱,۹۰۸
$N(d_1)$	۰,۹۷۲
d_2	۱,۴۲۶
$N(d_2)$	۰,۹۲۳
C	۱۰,۸۵۴

منبع: یافته‌های تحقیق

روش دیگر ارزش‌گذاری اختیار، براساس مدل درخت دو جمله‌ای می‌باشد. براساس اطلاعات و مفروضات مدل، ابتدا باید پارامترهای اختیار شامل فاکتور افزایش، کاهش، احتمال خنثی از ریسک و ...

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

را محاسبه نمود. گام‌های زمانی به میزان یک سال تعیین می‌گردد، لذا کل مراحل برابر با تعداد سال‌ها می‌باشد. متغیرهای مدل عبارتند از:

Inputs: S, X, σ , T, r_f

S: ارزش فعلی دارایی پایه

X: ارزش فعلی هزینه اجرای اختیار

σ : نوسان ارزش فعلی جریان نقد دارایی پایه

r_f : نرخ سود بدون ریسک

برای تشکیل درخت علاوه بر ورودی‌های فوق، نیاز به محاسبه ۲ فاکتور افزایش و کاهش و اندازه احتمال ریسک خنثی^{۲۰} می‌باشد که نحوه محاسبه آنها به صورت ذیل می‌باشد:

$$u = e^{\sigma\sqrt{\delta t}} \quad \text{and} \quad d = e^{-\sigma\sqrt{\delta t}} = \frac{1}{u}$$

u: فاکتور افزایش

d: فاکتور کاهش

δt : فواصل زمانی

$$p = \frac{e^{r_f\delta t} - d}{u - d}$$

p: اندازه احتمال ریسک خنثی

براساس فرمول‌های ارائه شده، پارامترهای اختیار به شرح ذیل است:

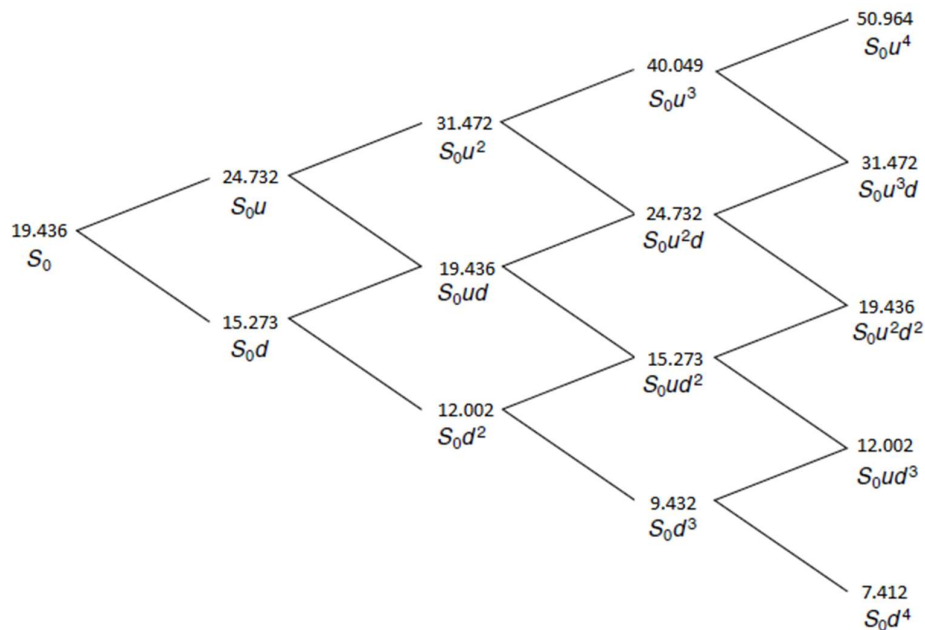
جدول ۷- پارامترهای ورودی مدل درخت دو جمله‌ای

نماد	عنوان	مقدار
δt	تغییر زمان	۱
u	فاکتور افزایش	۱,۲۷۳
d	فاکتور کاهش	۰,۷۹
p	احتمال افزایش	٪۸۵
q	احتمال کاهش	٪۱۵
$e^{-r\delta t}$	فاکتور تنزیل عایدات	٪۸۴

منبع: یافته‌های تحقیق

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

برای تعیین ارزش اختیار ابتدا باید درخت دارایی پایه را محاسبه و ترسیم نمود. با توجه پارامترهای محاسبه شده، درخت دارایی پایه به شرح ذیل می‌باشد:



منبع: یافته‌های تحقیق

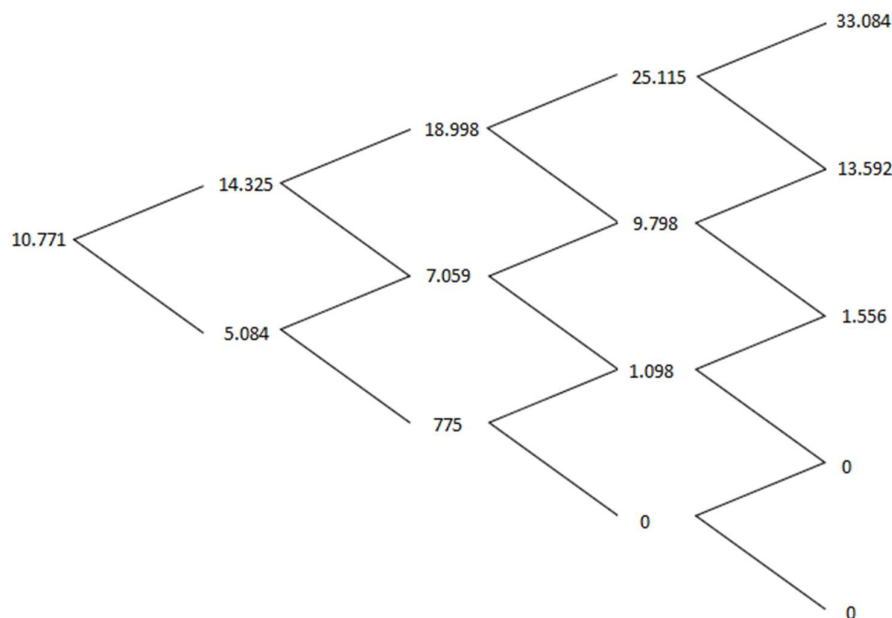
دارنده اختیار (سازنده یا سرمایه‌گذار) در هر زمان می‌تواند تصمیم به شروع پروژه نماید، لذا اختیار از نوع آمریکایی می‌باشد. در ارزش‌گذاری اختیار از روش روبه‌عقب^{۲۱} باید استفاده نمود. در این روش برای ارزش‌گذاری اختیار از آخرین گره شروع خواهد شد. در این گره ارزش اختیار عبارت است از:

$$\text{Max} \{0, (s_t - k)\}$$

در گره‌های بعدی باید علاوه بر بررسی فرمول فوق، گزینه زنده‌نگه داشتن (عدم اعمال اختیار) نیز بررسی شود. در این حالت ارزش فعلی عایدات در دو گره آتی، به مثابه زنده‌نگه‌داشتن اختیار می‌باشد.

با عنایت به موارد فوق، درخت ارزش اختیار به شرح ذیل است:

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی



منبع: یافته‌های تحقیق

مدل بلک-شولز برای ارزش‌گذاری اختیار یک مدل پیوسته و مدل درخت دو جمله‌ای، گسسته می‌باشد، لذا معمولاً این دو روش خروجی یکسان نخواهند داشت، البته همگرایی میان روش‌ها وجود دارد به نحوی که در مدل درخت دو جمله‌ای با افزایش تعداد مراحل (گره‌ها)، ارزش حاصل شده به ارزش مدل بلک-شولز نزدیک خواهد داشت. در این پژوهش نیز با افزایش تعداد گره‌ها، این همگرایی میان ارزش تعیین شده براساس دو مدل بلک-شولز و درخت دو جمله‌ای حاصل شده که این موضوع در جدول ذیل ارائه شده است. با افزایش تعداد گره‌ها، ارزش پروژه محاسبه شده براساس مدل درخت دو جمله‌ای، نزدیک به مدل بلک-شولز (10.854 میلیون ریال) شده است:

جدول ۸- ارزش پروژه در مدل درخت دو جمله‌ای با تعداد گره‌های متفاوت (میلیون ریال)

تعداد گره‌ها	ارزش پروژه با استفاده از مدل درخت دو جمله‌ای
۴	۱۰,۷۷۱
۸	۱۰,۸۱۷
۱۶	۱۰,۸۴۰

منبع: یافته‌های تحقیق

تعیین زمان بهینه سرمایه‌گذاری

یکی از موضوعات در حوزه اختیار تاخیر، تعیین زمان بهینه اعمال و شروع پروژه می‌باشد. مک دونالد و سیگل (۱۹۸۶) در پژوهش خود به این موضوع پرداخته‌اند. در این پژوهش فرض فرآیند بروانی هندسی^{۲۲} برای دارایی پایه در نظر گرفته شده است که به صورت ذیل می‌باشد:

$$dX = \alpha X_t dt + \sigma dZ_t$$

در این صورت ارزش اختیار خرید برابر است با:

$$\phi(X) = E \max[(X_T - k)e^{-rT}, 0]$$

برای محاسبه زمان بهینه، عبارت فوق باید حداکثر شود. در این صورت داریم:

$$\frac{d\phi(X)}{dT} = (\alpha - r)X_0 e^{(\alpha-r)T} + rke^{-rT} = 0$$

$$(r - \alpha)X_0 e^{(\alpha-r)T} = rke^{-rT}$$

$$\alpha T \ln(r - \alpha)X_0 = \ln(rk)$$

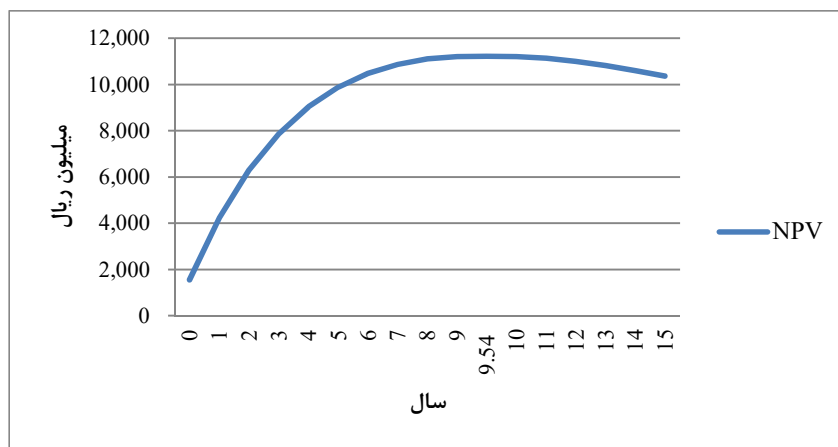
بهینه‌سازی عبارت فوق، به صورت ذیل خواهد بود (علاقمندان جهت اثبات این موضوع به مقاله مک دونالد و سیگل و همچنین کتاب جانتان مون، مراجعه نمایند):

$$T = \frac{1}{\alpha} \ln \left[\frac{rk}{(r - \alpha)X_0} \right]$$

لازم به ذکر است این معادله زمانی دارای جواب متناهی برای زمان بهینه خواهد بود که نرخ تنزیل بزرگتر از متوسط رشد قیمت دارایی پایه (α) باشد. در غیر اینصورت تاخیر باعث افزایش بیشتر دارایی پایه با در نظر گرفتن نرخ تنزیل خواهد بود، لذا هیچ زمان اختیار اعمال نخواهد شد. در این پژوهش برای تعیین زمان بهینه، نرخ رشد به میزان لگاریتم ۱۰ ساله بازده (۱۷ درصد) برآورد شده است. در این صورت زمان بهینه ۹/۵۴ سال می‌باشد که بیشتر از زمان انقضای پروانه خواهد بود. به عبارت دیگر چنانچه در پروژه ساختمانی، پروانه دارای تاریخ انقضا نباشد، زمان بهینه برای استفاده از اختیار تاخیر، ۹/۵۴ سال است که در اینصورت حداکثر خالص ارزش فعلی ۱۱,۲۲۰ میلیون ریال می‌باشد. خالص ارزش فعلی به ازای سال‌های مختلف در نمودار ذیل ارائه شده است. در سال‌های قبل از زمان بهینه، تاخیر در شروع پروژه منجر به افزایش خالص ارزش دارایی خواهد شد، اما در سال‌های پس از زمان بهینه، اثر نرخ تنزیل

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

بر افزایش قیمت دارایی پایه غالب شده و تاخیر بیش از آن منجر به کاهش خالص ارزش فعلی نسبت به مقدار بهینه خواهد شد:



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۱ - خالص ارزش فعلی در زمان‌های مختلف

نتیجه‌گیری و بحث

صنعت ساختمان مخصوصاً بخش مسکونی آن، اهمیت زیادی در میان خانوارها، سیاست‌گذاران و تصمیمات دولت خواهد داشت. وزن قابل توجه بهای مسکن در پرتفوی دارایی‌های خانوار و تاثیر آن بر اشتغال و رفاه جامعه از جمله عوامل این موضوع می‌باشند. ویژگی دیگر این صنعت، غیرقابل بازگشت بودن سرمایه‌گذاری صورت گرفته، حجم ریالی سرمایه‌گذاری و مدت آن است. در کنار این عوامل چرخه‌های رونق و رکود، موجب نوسان قابل توجه در مفروضات و پیش‌بینی‌های این صنعت خواهند شد. یکی از روش‌های متعارف و مرسوم ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها، طرح و شرکت‌ها، روش خالص ارزش فعلی می‌باشد. در این روش فرض می‌شود که جریان نقدی و سایر شرایط پیش‌بینی شده در ابتدای زمان ارزیابی، تا پایان طرح ثابت خواهد ماند. همچنان انعطاف‌پذیری مدیران نیز در این روش محسوب نمی‌گردد. نوسان و تغییر در مفروضات موجب می‌شود که مدیر در زمان اجرای طرح، با توجه به شرایط موجود و فاکتورهای تغییر یافته، گزینه‌های دیگری علاوه بر مسیرهای پیش‌بینی شده اولیه را انتخاب نماید.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و نه / زمستان ۱۴۰۰

سازندگان پروژه‌های ساختمانی، معمولاً در زمان رکود، از شروع پروژه جدید خودداری و شروع ساخت و ساز را به بروز فاکتورهایی در خصوص خروج از رکود، موکل می‌نمایند. این موضوع در مفاهیم مالی و اقتصادی، به مثابه اختیار واقعی می‌باشد. در این حالت سازنده می‌تواند شروع پروژه را به تاخیر بیندازد و تا زمان بهبود در شرایط تقاضای مسکن، از شروع ساخت خودداری کند. این موضوع حتی در صورتی که براساس ارزیابی با استفاده از مدل‌های متعارف، پروژه مناسب باشد، با تاخیر امکان افزایش بازدهی فراهم خواهد شد.

در این پژوهش امکان تاخیر در شروع یک پروژه ساختمانی مورد بررسی قرار گرفت. براساس مدل متعارف ارزیابی اقتصادی پروژه، خالص ارزش فعلی پروژه مثبت بوده و سرمایه‌گذاری در آن مناسب می‌باشد. برای بررسی ارزش محاسبه شده، علاوه بر مدل درخت، از مدل بلک-شولز نیز استفاده شده است. در مدل اختیار واقعی با استفاده از اختیار تاخیر، ارزش پروژه با رشد قابل توجهی همراه می‌باشد، به نحوی که سرمایه‌گذار از حداکثر فرصت تاخیر خود (با توجه به محدودیت تاریخ انقضای پروانه) استفاده خواهد نمود. این موضوع ریشه در انحراف معیار قابل توجه این صنعت دارد. همچنین در تعداد مراحل بالا، میان دو روش بلک-شولز و درخت دو جمله‌ای همگرایی وجود دارد که منطبق بر تئوری‌های مالی در حوزه ارزش گذاری اختیار می‌باشد. براساس مدل زمان بهینه معرفی شده توسط مک دونالد و سیگل (۱۹۸۶)، زمان بهینه سرمایه‌گذاری ۹/۵ سال خواهد بود.

با توجه به فاکتورهایی از قبیل حجم بالای سرمایه‌گذاری مورد نیاز صنعت ساختمان، عمر طولانی آن (نسبت به دارایی‌ها و ابزارهای مالی)، نوسان قابل توجه و براساس نتایج حاصل از این پژوهش، استفاده از اختیار واقعی در ارزیابی و سنجش طرح‌های سرمایه‌گذاری ضروری می‌باشد. در این گونه موارد، استفاده از اختیاری از جمله تاخیر در شروع، می‌تواند به سنجش صحیح پروژه و کسب حداکثر بازدهی برای سرمایه‌گذاران منجر گردد.

ارزیابی پروژه‌های مسکونی با استفاده از ... / فندرسکی، محمدی، فروش باستانی و راعی

منابع

- ۱) اشرفی تبار نازنین و حنفی‌زاده پیام. (۱۳۹۸). ارزش‌گذاری پروژه‌های گزینش شده تامین مالی از طریق جمع‌سپاری. راهبرد مدیریت مالی، ۷(۲)، ۳۳-۵۹.
- ۲) بکی‌حسکوئی مرتضی و داودی روژین. ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد تحلیل اختیار واقعی: مطالعه موردی بررسی امکان سنجی یک طرح نیروگاهی ۵۵۰ مگاواتی. دانش سرمایه‌گذاری، ۵(۱۷)، ۲۰۷-۲۲۵.
- ۳) خسروی امیررضا و حسن‌پور اسماعیل. (۱۳۸۹). ارزیابی استراتژیک فرصت‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد تحلیل اختیارهای واقعی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۱(۵)، ۱۷۷-۲۰۱.
- ۴) خلیلی‌عراقی منصور، کمیجانی اکبر و کسرای زینب. (۱۳۹۲). کاربرد اختیارهای حقیقی در ارزش‌گذاری پروژه توسعه میدان گازی پارس جنوبی. فصلنامه اقتصاد انرژی، ۱۰، ۶۷-۹۱.
- ۵) دین‌محمدی مصطفی و باقری‌بسطامی مهدی. (۱۳۹۳). ارزیابی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری با روش اختیار واقعی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۵(۱۹)، ۱۵۳-۱۷۷.
- ۶) فانی‌پاکدل محمودرضا، بصیری محمدحسین، صیادی احمدرضا و قدوسی حامد. (۱۳۹۰). ارزشیابی پروژه‌های آماده‌سازی معدنی از دیدگاه نظریه‌ی اختیارات حقیقی. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی معدن، ۷(۱۴)، ۱۵-۳۰.
- ۷) گمار عباس، نجفی، و امیرعباس. (۱۳۹۵). بررسی کاربرد اختیار ضمنی در ارزش‌یابی پروژه‌های املاک و مستغلات. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۷(۲۸)، ۷۳-۹۰.
- ۸) مرادی فرشید، تهرانی رضا، مومنی منصور و شمس شهاب‌الدین. (۱۳۹۸). استفاده از رویکرد اختیار واقعی به منظور بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۰(۴۱)، ۳۶۶-۳۹۲.
- 9) Adam, T., & Goyal, V. K. (2008). The investment opportunity set and its proxy variables. *Journal of Financial Research*, 31(1), 41-63.
- 10) Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of political economy*, 81(3), 637-654.
- 11) Cauley, S. D., & Pavlov, A. D. (2002). Rational delays: the case of real estate. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 24(1-2), 143-165.
- 12) Cox, J. C., Ross, S. A., & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of financial Economics*, 7(3), 229-263.

- 13) Grovenstein, R. A., Kau, J. B., & Munneke, H. J. (2011). Development value: a real options approach using empirical data. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 43(3), 321-335.
- 14) Kodukula, P., & Papudesu, C. (2006). *Project valuation using real options: a practitioner's guide*: J. Ross Publishing.
- 15) Lai, R. N., Wang, K., & Zhou, Y. (2004). Sale before completion of development: pricing and strategy. *Real Estate Economics*, 32(2), 329-357.
- 16) Lambrecht, B. M. (2017). Real options in finance. *Journal of Banking & Finance*, 81, 166-171.
- 17) Li, L., & Chau, K. (2019). What Motivates a Developer to Sell before Completion? *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 59(2), 209-232.
- 18) McDonald, R., & Siegel, D. (1986). The value of waiting to invest. *The Quarterly Journal of Economics*, 101(4), 707-727.
- 19) Meier, H., Christofides, N., & Salkin, G. (2001). Capital budgeting under uncertainty—an integrated approach using contingent claims analysis and integer programming. *Operations Research*, 49(2), 196-206.
- 20) Mun, J. (2002). *Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions* (Vol. 137): John Wiley & Sons.
- 21) Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of financial Economics*, 5(2), 147-175.
- 22) Paddock, J. L., Siegel, D. R., & Smith, J. L. (1988). Option valuation of claims on real assets: The case of offshore petroleum leases. *The Quarterly Journal of Economics*, 103(3), 479-508.
- 23) Pennings, E. (2017). Real options with ex-post division of the surplus. *Journal of Banking & Finance*, 81, 200-206.
- 24) Quigg, L. (1993). Empirical testing of real option-pricing models. *The Journal of Finance*, 48(2), 621-640.
- 25) Rocha, K., Salles, L., Garcia, F. A. A., Sardinha, J. A., & Teixeira, J. P. (2007). Real estate and real options—A case study. *Emerging Markets Review*, 8(1), 67-79.
- 26) Tong, T. W., & Reuer, J. J. (2007). *Real options in strategic management Real options theory*: Emerald Group Publishing Limited.

-
- 1 Real estate
 - 2 Irreversible
 - 3 Capital Budgeting
 - 4 Net Present Value
 - 5 Real Option
 - 6 Static
 - 7 Option to Expand
 - 8 Option to Abandon
 - 9 Option to Defer
 - 10 Option to Contract
 - 11 Partial-differential Equations
 - 12 Lattices
 - 13 Simulation
 - 14 Warrant
 - 15 Premium
 - 16 Proxy
 - 17 Demand
 - 18 Mutually Exclusive
 - 19 Expanded Net Present Value (eNPV)
 - 20 Risk-Neutral Probability measure
 - 21 Backwardation
 - 22 Geometric Brownian Motion