



بررسی کاربرد اختیار ضمنی در ارزش‌یابی پروژه‌های املاک و مستغلات

عباس گمار^۱

امیرعباس نجفی^۲

تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۴

چکیده

تحلیل اختیار ضمنی^۱ چند سالی است به‌عنوان روشی اثربخش برای ارزش‌یابی پروژه‌های املاک و مستغلات^۲ در کشورهای توسعه‌یافته به‌کار می‌رود. این روش با وجود قابلیت‌هایش هنوز نتوانسته جای خود را میان توسعه‌گران^۳ کشور باز نماید. دلایل اصلی این موضوع می‌تواند عدم توسعه دانش مالی در کشور، پیچیدگی تحلیل اختیار ضمنی و عدم کفایت داده و اطلاعات باشد. از این‌رو، استفاده از مطالعات موردی می‌تواند اثربخشی تحلیل اختیار ضمنی را اثبات و آن را به‌عنوان روشی استاندارد برای ارزش‌یابی پروژه به توسعه‌گران معرفی کند.

در این مقاله از یک مطالعه موردی به‌منظور بررسی کاربرد تحلیل اختیار ضمنی در پروژه‌های املاک و مستغلات استفاده شده است. مقایسه نتایج حاصل از روش ارزش فعلی خالص و تحلیل اختیار ضمنی در این مطالعه موردی نشان می‌دهد استفاده از تحلیل اختیار ضمنی به‌عنوان یک روش ارزش‌یابی مفید و حتی ضروری می‌باشد. ارزش‌یابی پروژه یادشده از منظر تحلیل اختیار ضمنی بر اساس اختیار مرکب دو جمله‌ای صورت می‌گیرد، اختیاری که برای ارزش‌یابی پروژه‌های تحقیق و توسعه نیز به‌کار می‌رود. این روش، ارزش پروژه موردنظر را حدود ۱۴ درصد نسبت به روش خالص ارزش فعلی افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: املاک و مستغلات، توسعه و ساخت، ارزش‌یابی، اختیار ضمنی، عدم قطعیت، اختیار مرکب دو جمله‌ای.

۱- کارشناس ارشد مهندسی مالی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

۲- دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران (عهده دار مکاتبات)

aanajafi@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

املاک و مستغلات^۴ شاخص مهمی برای ارزیابی توسعه‌یافتگی اقتصاد کشورهاست و ساختمان‌های هیجان‌انگیز از نشانه‌های روشن پیشرفت اقتصادی محسوب می‌شوند. برخی برآوردها نشان می‌دهد املاک و مستغلات حدود ۵۰ درصد از دارایی‌های جهان را شامل می‌شود و بیش از یک‌سوم بازار سرمایه کشورهای توسعه‌یافته به این بخش اختصاص دارد. بنابراین، انتخاب صحیح پروژه‌های توسعه و ساخت^۵ املاک و مستغلات و در نظر گرفتن تمامی جوانب آن ضروری است. مطالعه کامل املاک و مستغلات مستلزم اتخاذ رویکرد جامع چندرشته‌ای است که در این جا جنبه مالی و به طور خاص ارزش‌یابی مالی پروژه‌های توسعه و ساخت^۶ املاک و مستغلات با استفاده از تحلیل اختیار ضمنی مورد نظر می‌باشد.

توسعه و ساخت توام با پذیرش ریسک و صرف سرمایه زیادی است، در حالی که تضمینی برای کسب عواید حاصل از سرمایه‌گذاری وجود ندارد. عواید حاصل از سرمایه‌گذاری متأثر از عواملی نظیر هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری و درآمدهای فروش و اجاره می‌باشد که غالباً با عدم قطعیت روبرو می‌باشند. از این رو، تحلیل عدم قطعیت‌های عوامل مالی موثر بر ارزش پروژه‌های املاک و مستغلات ضروری و لازم‌الاجراست تا از این رهگذر بتوان راهبردهای مناسب برای مدیریت آنها برگزید. اختیارهای ضمنی پروژه به عنوان راهبردی موثر در بیش‌تر پروژه‌های املاک و مستغلات در مواجهه با عدم قطعیت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رویکرد رایج ارزش‌یابی نظیر گردش وجوه نقد تنزیل شده^۷ و به‌طور خاص روش ارزش فعلی خالص^۸ به‌درستی عدم قطعیت‌ها و اختیارهای ضمنی پروژه را در نظر نمی‌گیرد. روش ارزش فعلی خالص^۹ به‌طور ضمنی فرض می‌کند که در مواجهه با عدم قطعیت‌های پروژه منفعلانه عمل می‌شود و از اختیارهای ضمنی پروژه استفاده نمی‌گردد؛ مفروضاتی که منطبق بر واقعیت نمی‌باشد. برای مثال، هنگامی که تقاضا برای واحدهای اداری کم می‌شود، توسعه‌گر می‌تواند تا مساعد شدن تقاضا صبر نماید^{۱۰} یا آن را به کاربری دیگری نظیر واحدهای مسکونی تغییر دهد^{۱۱}.

تحلیل اختیار ضمنی^{۱۲} برخلاف روش‌های رایج تلاش می‌کند ارزش حاصل از برخورد فعال با عدم قطعیت‌های پروژه و استفاده از اختیارهای ضمنی آن را در ارزش‌یابی منظور نماید. این روش با وجود قابلیت‌هایش به دلیل عدم توسعه دانش مالی در کشور هنوز مورد استقبال شرکت‌های فعال در حوزه املاک و مستغلات در ایران قرار نگرفته است^{۱۳}. در این مقاله، تلاش می‌شود با معرفی و مدل‌سازی اختیارهای ضمنی از طریق یک مطالعه موردی زمینه را برای تحقیقات بیش‌تر در این موضوع در کشور فراهم نمود. ادامه این مقاله به ترتیب زیر می‌باشد:

بخش ۲ به مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش در پروژه‌های توسعه و ساخت املاک و مستغلات می‌پردازد. بخش ۳ مورد مطالعاتی را که ارزش‌یابی از طریق تحلیل اختیار ضمنی برای یک پروژه واقعی در ایران است به کار می‌برد. در پایان، بخش ۴ به نتیجه‌گیری مقاله می‌پردازد و پیشنهاداتی برای مطالعات آتی در زمینه کاربرد تحلیل اختیار ضمنی در صنعت املاک و مستغلات فراهم می‌کند.

لازم به ذکر است تامین مالی و سرمایه‌گذاری زمین و ساختمان^{۱۴} در حال حاضر یکی از رشته‌های تحصیلی در دانشگاه‌های معتبر است در حالی که چنین مفهومی در کشور ما وجود ندارد. امید است با انجام مطالعات این چنینی زمینه برای ارایه مفاهیم مالی و سرمایه‌گذاری در حوزه زمین و ساختمان در کشور فراهم گردد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه تحقیق

در این بخش، روش‌های مهم ارزش‌یابی پروژه‌های توسعه‌وساخت ارایه و روش‌های کلاسیک با روش‌های تحلیل اختیار ضمنی مقایسه می‌گردد. در واقع، هدف این است که نشان داده شود که رویکرد کلاسیک قادر به مدل‌سازی کارآمد ویژگی‌های لاینفک پروژه توسعه‌وساخت یعنی عدم قطعیت و اختیارهای ضمنی نمی‌باشد و رویکرد تحلیل اختیار ضمنی تلاش دارد این مساله را مرتفع نماید. سپس تحقیقاتی که در زمینه اختیار ضمنی صورت گرفته است، مورد بررسی قرار می‌گیرد

۱-۲- مبانی نظری

۱-۲-۲- روش ارزش فعلی خالص^{۱۵}

در روش ارزش فعلی خالص، ارزش پروژه^{۱۶} از طریق تنزیل درآمدها و هزینه‌های (جریان نقدی) موردانتظار پروژه به زمان حال به دست می‌آید. عدم قطعیت جریان نقدی و نرخ تنزیل متناسب با آن، یکی از ویژگی‌های پروژه‌های ساخت‌وساز است که در روش ارزش فعلی خالص به درستی مدل نمی‌شود. در این روش، نرخ تنزیل پروژه بستگی به نوع و خصوصیات خاص پروژه دارد که توسعه‌گران محافظه‌کار زمانی که جریان نقدی پروژه از عدم قطعیت بالایی برخوردار است، صرف ریسک بیشتری را در نظر می‌گیرند، در حالی که وجود عدم قطعیت بالا هم به معنی وجود فرصت مطلوب و هم ریسک می‌باشد. در نتیجه، نرخ تنزیل بیش‌تر موجب کاهش بی‌مورد ارزش پروژه می‌شود و جذابیت پروژه را از منظر سرمایه‌گذاری می‌کاهد. این کاهش ارزش غیرمنطقی است، چراکه علاوه بر ریسک، فرصت‌های مطلوب در پروژه وجود دارد که توسعه‌گران می‌توانند با توجه به انعطاف‌پذیری موجود در پروژه از آنها سود جویند بدون این که نیازی به مواجهه با ریسک‌های نامطلوب باشد. آنچه در عمل رخ می‌دهد این است که توسعه‌گران از اختیارهای ضمنی که در بطن پروژه وجود دارد استفاده می‌کنند و استفاده از آن، معمولاً ارزش پروژه را افزایش می‌دهد.

۲-۲-۲- روش درخت دوجمله‌ای^{۱۷}

برای فهم بهتر مدل دوجمله‌ای و کاربرد آن در ارزش‌یابی پروژه ساخت‌وساز، مثالی بسیار ساده از گالتنر و میلر (۲۰۰۷) در نظر بگیرید. فرض کنید ساختمانی که در حال حاضر ۱۰۰ میلیون دلار می‌ارزد را می‌توان با هزینه ساخت ۸۸/۲۴ میلیون دلار روی زمین بنا کرد، و سود آنی ۱۱/۷۶ میلیون دلار کسب کرد. حال فرض کنید، اختیار ساخت‌وساز امسال منتقضی نمی‌شود، بلکه تا سال بعد ادامه می‌یابد. هم چنین فرض کنید، اگر تا سال بعد صبر کنیم، ۷۰ درصد شانس داریم که بازار رونق یابد و ارزش ساختمان به

۱۱۳/۲۱ میلیون دلار برسد. به احتمال ۳۰ درصد هم بازار دچار رکود خواهد شد، که در آن صورت ارزش ساختمان به قیمت ۷۸/۶۲ میلیون دلار تنزل می‌یابد. در هر دو حالت هزینه‌های ساخت‌وساز سال بعد دو درصد افزایش می‌یابد و به ۹۰ میلیون دلار می‌رسد.

حال می‌توان ملاحظه کرد که چگونه انعطاف‌پذیری ناشی از فقدان اعمال اجباری اختیار ساخت‌وساز باعث می‌شود صاحب زمین از مزایای سایر حالت‌ها بهره‌مند شود. صاحب زمین به‌سادگی می‌تواند در صورتی که قیمت سال بعد ساختمان ۷۸/۶۲ میلیون دلار باشد، چیزی نسازد، چراکه در این حالت جریان نقدی حاصل از ساخت منفی ۱۱/۳۸ میلیون دلار خواهد بود، و جریان نقدی حاصل از عدم ساخت صفر خواهد بود. این در حالی است که اگر در سال بعد قیمت سازه ۱۱۳/۲۱ میلیون دلار باشد، اعمال اختیار ساخت، جریان نقدی معادل ۲۳/۲۱ میلیون دلار نصیب صاحب زمین می‌کند (قیمت دوره رونق بنا منهای هزینه ساخت). بنابراین در سال بعد جریان نقدی موردانتظار مالک ۱۶/۲۵ میلیون دلار می‌باشد که در واقع امیدریاضی جریان‌های نقدی موردانتظار حاصل از ساخت و عدم ساخت است $(0.3 \times 23.21 + 0.7 \times 0)$. این جریان نقدی در واقع جریان نقدی موردانتظار اختیار ساخت‌وساز می‌باشد. بنابراین، اختیار ساخت‌وساز صاحب زمین را قادر می‌سازد ضمن این‌که از پیامدهای منفی ناشی از تلاطم آتی قیمت ساختمان اجتناب کند، از مزایای ناشی از تلاطم رو به بالای قیمت‌ها بهره‌مند شود.

حال ارزش فعلی خالص پروژه ساخت‌وساز را در مورد دو گزینه ناسازگار ساخت‌وساز امسال (امروز) یا درنگ در ساخت‌وساز را برای سال بعد ملاحظه نمایید. ارزش فعلی خالص گزینه اول ۱۱/۷۶ میلیون دلار است، در حالی‌که خالص ارزش فعلی گزینه دوم ۱۳/۵۴ میلیون دلار است. برای محاسبه خالص ارزش فعلی طرح ساخت‌وساز، جریان نقدی موردانتظار را تنزیل می‌کنیم. روش ارزش فعلی خالص جریان‌های نقدی که امسال (امروز) ایجاد می‌شوند، برابر با جریان‌های نقدی موردانتظار است، چراکه فرض کرده‌ایم این جریان‌های نقدی به‌طور آبی ایجاد می‌شوند و احتمال تفاوت جریان‌های نقدی محقق شده و موردانتظار برابر صفر است. اما برای گزینه دوم، باید جریان‌های نقدی را با نرخ تنزیل مناسب (مثلاً سالانه ۲۰ درصد). با این نرخ تنزیل، ارزش فعلی جریان نقدی ساخت‌وساز در سال دوم ۱۳/۵۴ میلیون دلار محاسبه می‌شود.

بنابراین، ارزش فعلی خالص گزینه اول ۱۱/۷۶ میلیون دلار و ارزش فعلی خالص گزینه دوم ۱۳/۵۴ میلیون دلار است. از آن‌جا که این دو ارزش مستقیماً قابل‌مقایسه‌اند و نیز دو گزینه یادشده ناسازگارند، تصمیمی که ارزش را بیشینه می‌کند، درنگ برای شروع ساخت‌وساز و تعویق آن برای سال بعد است. از آن‌جا که صاحب‌زمین اختیار دارد چنین تصمیمی اتخاذ کند، می‌توان نتیجه گرفت که ارزش فعلی زمین ۱۳/۵۴ میلیون دلار است نه ۱۱/۷۶ میلیون دلار. تفاوت این دو ارزش که معادل ۱/۷۸ میلیون دلار است، "صرف اختیار"^{۱۸} نامیده می‌شود که به‌علت انعطاف‌پذیری در تعیین زمان طرح ساخت‌وساز ایجاد می‌شود. صرف اختیار نمایان‌گر ارزش اختیار طرح ساخت‌وساز است. بنابراین می‌توان گفت:

$$\text{ارزش فعلی زمین} = \text{Max}\{11,760,000 \text{ دلار}, 13,540,000 \text{ دلار}\}$$

۱۱,۷۶۰,۰۰۰ دلار - ۱۳,۵۴۰,۰۰۰ دلار = صرفه اختیار

مثال بالا به این نکته اشاره دارد اگر ارزش فعلی حاصل از ساخت‌وساز آبی بیش‌تر از زمانی باشد که ساخت‌وساز زمین به آینده موکول شود، توسعه‌گر باید ساخت‌وساز را آغاز کند، در غیر این صورت باید برای شروع ساخت‌وساز منتظر بماند. به عبارت دیگر، مالک زمین این فرصت را دارد که بنای مورنظرش را در هر زمانی در آینده احداث نماید که این انعطاف‌پذیری در عمل، محاسبه ارزش پروژه ساخت‌وساز (ارزش زمین) را کمی پیچیده می‌کند.

۲-۲- پیشینه تحقیق

پدرسن (۲۰۱۱) بیان می‌کند تحلیل اختیار ضمنی در املاک و مستغلات در چهار حوزه اصلی توسعه‌وساخت، اجاره بلندمدت، بهره‌برداری و تامین مالی به کار رفته است. مرور ادبیات در این پایان‌نامه فقط بر حوزه توسعه‌وساخت تمرکز دارد. تحلیل اختیار ضمنی اولین بار به واسطه مطالعات ساموئلسون و مک‌کین (۱۹۶۵) به حوزه املاک و مستغلات راه یافت. ساموئلسون و مک‌کین مدلی توسعه دادند که تبدیل زمین خالی به ساختمان را به صورت اختیار خرید امریکایی تحلیل می‌کند. تیتمان^{۱۹} (۱۹۸۵)، ویلیامز^{۲۰} (۱۹۹۱) و کوئیگ^{۲۱} (۱۹۹۳)، افراد دیگری بودند که به مطالعه املاک و مستغلات از منظر اختیار واقعی پرداختند. تیتمان (۱۹۸۵) توسعه‌وساخت را به صورت اختیار خریدی در نظر گرفت که به مالک زمین، حق و نه الزام بناکردن ساختمانی را به ازای پرداخت هزینه‌های ساخت آن می‌دهد. تیتمان با استفاده از روش درخت دوجمله‌ای نشان داد زمانی که مالکان زمین‌های خالی انتظار دارند قیمت ساختمان^{۲۲} افزایش یابد، توسعه‌وساخت زمین را به زمانی در آینده موکول می‌کنند. مطالعه تیتمان بر این نکته تاکید می‌کرد که هرچه عدم قطعیت قیمت ساختمان بیش‌تر باشد، ارزش اختیار درنگ^{۲۳} برای زمین افزایش می‌یابد. ویلیامز (۱۹۸۵) چارچوب مدل تیتمان را برای تحلیل اختیار واگذاری در پروژه‌های توسعه‌وساخت استفاده کرد. ویلیامز اختیار واگذاری در پروژه توسعه‌وساخت را به صورت یک اختیار فروش امریکایی بدون سود تقسیمی در نظر گرفت. وی عامل هزینه نگه‌داری را نیز در تحلیل اختیار ضمنی در نظر گرفت و زمان بهینه برای توسعه‌وساخت را به دست آورد. کاپوزا و زیگ^{۲۴} (۱۹۹۴) اختیار تغییر کاربری^{۲۵} را برای تبدیل زمین کشاورزی به زمین شهری معرفی و قاعده تبدیل بهینه را برای آن تعیین نمود. وی دریافت که عامل اصلی در تبدیل زمین کشاورزی به زمین شهری، فاصله زمین کشاورزی از مناطق شهری می‌باشد. بر این اساس، کوئیگ (۱۹۹۳) روشی برای ارزش‌یابی اختیارات یادشده توسعه‌دهنده که بر معادله مشتقات جزئی و روش بلک‌وشولز استوار می‌باشد.

پژوهش‌های یادشده بر این نکته تاکید می‌کند که اختیارهای ضمنی و عدم قطعیت می‌تواند ارزش پروژه‌های توسعه‌وساخت را به طور چشمگیری افزایش دهد. عدم انجام مطالعه تجربی یکی از معایب پژوهش‌های مذکور و سایر نظریه‌های اختیار واقعی می‌باشد. یکی از دلایل عدم انجام مطالعه تجربی، عدم وجود داده و اطلاعات همگن برای انجام آن است، چراکه هر پروژه توسعه‌وساخت منحصر به فرد می‌باشد.

کویبگ (۱۹۹۳) اولین مطالعه تجربی را که پروژه‌های املاک و مستغلات را از منظر مدل‌های اختیار ضمنی تحلیل می‌کرد، انجام داد. وی با استفاده از داده‌های ۲۷۰۰ معامله زمین در شهر سیاتل^{۲۶} مدلی را که شباهت بسیاری به مدل‌های تیمان (۱۹۸۵) و ویلیامز (۱۹۹۱) داشت، آزمایش کرد. هر زمین در مطالعه وی به صورت اختیاری در نظر گرفته می‌شود که دارایی پایه آن، ساختمانی است که می‌توان روی آن بنا کرد. هزینه‌های ساخت و قیمت ساختمان (دارایی پایه) در این مطالعه از فرایند بروانی هندسی پیروی می‌کند. ارزش ساختمان بر اساس مدل‌های هدانیک برآورد می‌شود؛ روشی که ارزش ساختمان را بر مبنای پارامترهایی چون متر مربع، کاربری، عمر ساختمان و غیره ارزیابی می‌کند. کویبگ با استفاده از روش تحلیلی دریافت که در قیمت‌های بازار معاملات زمین، مقداری برای صرفه^{۲۷} اختیار درنگ به میزان متوسط ۶ درصد و تلاطم ضمنی ۱۸ تا ۲۸ درصد وجود دارد. چیانگ^{۲۸} (۲۰۰۶) با استفاده از مدل کویبگ، متوسط صرفه اختیار درنگ را ۷/۷۵ درصد برای معاملات زمین در هنگ‌کنگ به دست آورد. مطالعات مشابهی به وسیله یامازاکی^{۲۹} (۲۰۰۱) برای معاملات شهر توکیو، بولان و همکاران^{۳۰} (۲۰۰۹) برای معاملات شهر ونکوور، فو و جن^{۳۱} برای معاملات شهر سنگاپور و گروونشتین^{۳۲} (۲۰۱۱) برای معاملات شهر شیکاگو انجام شد. آنها نیز به نتایجی مشابه رسیدند: هر چه عدم قطعیت بازده قیمت دارایی پایه (ساختمان) افزایش یابد، صرفه اختیار درنگ و به تبع آن، قیمت زمین زیاد می‌گردد.

هم‌چنین، تحلیل اختیار ضمنی به صورت مطالعه موردی در پروژه‌های املاک و مستغلات در مرکز پژوهش‌های املاک و مستغلات^{۳۳} در دانشگاه ام.آی.تی^{۳۴} با راهنمایی گالتنر انجام شد؛ در میان آنها می‌توان به مطالعه هنگلز^{۳۵} (۲۰۰۵) اشاره کرد که توسعه و ساخت املاک و مستغلات با مقیاس بزرگ (انبوه‌سازی) را از طریق روش درخت دوجمله‌ای ارزش‌یابی کرد. نتیجه پژوهش وی این شد که نظریه اختیار ضمنی با روش درخت دوجمله‌ای به فعالان صنعت ملاک و مستغلات معرفی شد. برمان و نش^{۳۶} (۲۰۰۷) تحلیل اختیار ضمنی را با ترکیب رابطه سامونلسون و مک‌کین و شبیه‌سازی مونت کارلو به کار بستند. ماسوناگا^{۳۷} (۲۰۰۷) پژوهشی مقایسه‌ای بین شبیه‌سازی مونت کارلو و روش درخت دوجمله‌ای در ارزش‌یابی پروژه‌های توسعه و ساخت املاک و مستغلات انجام داد. در همان زمان نویفویل^{۳۸} (۲۰۰۶) در حال مطالعه کاربرد تحلیل اختیار واقعی از طریق شبیه‌سازی مونت کارلو بود که بر روی انعطاف‌پذیری (اختیار واقعی) تمرکز داشت. این روش بعدها به عنوان رویکرد مهندسی تکامل یافت و در سال ۲۰۱۱ منتشر شد. مزیت اصلی این روش این است که کاملاً کاربردی می‌باشد. گالتنر و نویفویل (۲۰۱۲) پیشنهاد کردند که رویکرد مهندسی و روش درخت دوجمله‌ای را برای ارزش‌یابی مالی پروژه‌های توسعه و ساخت املاک و مستغلات به کار رود. ما در این مقاله روش درخت دوجمله‌ای را برای یک مطالعه موردی و یک پروژه واقعی به کار می‌بریم.

۳- مدل دوجمله‌ای اختیار مرکب

۳-۱- تبیین مدل

زمانی که توسعه‌گر زمینی را برای ساخت‌وساز در اختیار دارد معمولاً پروژه را به تعویق نمی‌اندازد بلکه به جای انجام آن در یک فاز، در چند فاز صورت می‌گیرد^{۳۹}. به عبارت دیگر، پروژه‌های ساخت‌وساز بزرگ معمولاً در چند فاز برنامه‌ریزی می‌شود و زمان‌بندی، طراحی و کاربری فازهای چنین پروژه‌هایی معمولاً با توجه به شرایط روز بازار اصلاح می‌گردد و این انعطاف‌پذیری تاثیر زیادی بر ارزش پروژه (زمین) دارد. بنابراین نیاز به روشی است که بتواند این ویژگی پروژه‌های ساخت‌وساز (چندفازی بودن) را از منظر تحلیل اختیار ضمنی مدل نماید. دو شیوه برای مدل کردن پروژه‌های ساخت‌وساز چند فازی از منظر تحلیل اختیار ضمنی وجود دارد: اختیار مرکب همزمان^{۴۰} یا اختیار مرکب متوالی^{۴۱}. در مدل اختیار مرکب همزمان فازهای پروژه ساخت‌وساز مستقل از یکدیگر در نظر گرفته می‌شود و هر فاز پروژه می‌تواند صرف‌نظر از فازهای دیگر آن شروع شود. در مدل اختیار مرکب متوالی یک فاز نمی‌تواند شروع شود مگر این که فاز قبلی آن شروع شده یا به پایان رسیده باشد. در این مقاله، با توجه به خصوصیات مطالعه موردی^{۴۲} از مدل اختیار متوالی برای ارزش‌یابی پروژه استفاده می‌گردد.

مطالعه موردی مربوط به پروژه آسمان است که در دو فاز انجام می‌شود. بنابراین، هر فاز پروژه آسمان را می‌توان به صورت یک اختیار خرید در نظر گرفت که دارایی پایه آن، اختیار اجرای فاز بعد و قیمت توافقی آن، هزینه ساخت فاز جاری است^{۴۳}. توسعه‌گر، در پروژه آسمان، بعد از خرید زمین این اختیار را دارد که فاز یک را بلافاصله شروع کند، برای شروع آن صبر نماید یا آن را واگذار کند. اعمال اختیار فاز یک (شروع فاز یک) به شرکت آتی‌ساز این اختیار (انعطاف‌پذیری) را می‌دهد که فاز بعدی را بسته به شرایط بازار انجام بدهد یا ندهد (فاز دوم را شروع کند، آن را به تعویق اندازد یا پروژه را واگذار نماید). به عبارت دیگر، هر فاز به منزله یک اختیار به‌شمار می‌رود و اختیار انجام فاز دو بعد از اعمال اختیار فاز یک در دسترس خواهد بود. از این‌رو، اختیار یادشده یک اختیار چندلایه (اختیار روی اختیار) به‌شمار می‌رود. بنابراین، یک اختیار متوالی (پی‌درپی) در پروژه آسمان وجود دارد که از دو اختیار خرید به سبک آمریکایی تشکیل شده است. قبل از معرفی و ارایه مدل به تعریف متغیرها پرداخته می‌شود.

PV_t : ارزش فعلی توسعه‌وساخت زمین در زمان t	OCC : هزینه فرصت سرمایه
V_t : ارزش ملک ساخته‌شده	r_f : نرخ سود بدون‌ریسک
K_t : هزینه ساخت به‌غیر از زمین	σ_v : تلاطم بازده سالانه ملک موردانتظار
C_t : ارزش اختیار در زمان t	Δt : فواصل زمانی تصمیم‌گیری
p : احتمال افزایش ارزش اختیار در زمان t	

ابتدا ارزش اختیار را مطابق آریزومی (۲۰۰۶) برای فاز دوم محاسبه می‌کنیم. دارایی پایه برای این فاز ارزش فعلی ساختمان موردنظر و قیمت توافقی ارزش فعلی هزینه فاز دو می‌باشد:

$$JC_{t,j}(\text{ارزش اختیار}) = \text{Max.} \left\{ \begin{array}{l} PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{درنگ}) \\ , PV_t(\text{واگذاری}) \end{array} \right\}; j = 1, 2 \quad (1)$$

$$PV_t(\text{اجرا}) = V_0 - K_0$$

$$PV_t(\text{درنگ}) = \frac{pC_{t=1,up} - (1-p)C_{t+1,down}}{e^{r_f \times \Delta t}}$$

$$PV_t(\text{واگذاری}) = \text{مقداری ثابت}$$

سپس، ارزش اختیار را برای فاز اول بر مبنای ارزش اختیار فاز دوم محاسبه می‌کنیم. دارایی پایه برای این فاز ارزش اختیار در فاز دوم و قیمت توافقی ارزش فعلی هزینه فاز اول می‌باشد. بدین ترتیب، ارزش اختیار برای پروژه از منظر تحلیل اختیار ضمنیه دست می‌آید.

دارایی پایه: همان طور که بیان شد، اختیار یادشده یک اختیار پی‌درپی است که شرکت آتی‌ساز با اعمال اختیار C_1 اختیار C_2 را کسب می‌کند. بنابراین، دارایی پایه برای اختیار فاز یک، ارزش اختیار C_2 و دارایی پایه برای C_2 ارزش فعلی جریان نقدی (درآمد حاصل از فروش) پروژه آسمان می‌باشد. بدین ترتیب دارایی پایه برای اختیارهای یادشده عبارتند از:

اختیارفاز یک: ارزش اختیار C_2 و اختیار فاز دو: ارزش فعلی جریان نقدی ورودی (پروژه آسمان). قیمت توافقی: با انجام هر فاز (اعمال هر اختیار) هزینه آن (قیمت توافقی) پرداخت شود. بنابراین، هزینه اجرای هر فاز به صورت ارزش فعلی قیمت توافقی اختیار می‌باشد. قیمت توافقی برای فازهای پروژه آسمان عبارتند از:

فاز یک: ارزش فعلی هزینه ساخت فاز اول و فاز دو: ارزش فعلی هزینه ساخت فاز دوم.

مدت تا سررسید: فرض کنید سال صفر زمان بندی ۱۳۹۲ است، زمانی که شرکت آتی‌ساز تصمیم به سرمایه‌گذاری در این پروژه می‌گیرد. برای اختیار فاز دو، مدت تا سررسید (T_2) برابر با مدتی در نظر گرفته می‌گیریم که اعتبار مجوز ۵ سال از شروع پروژه آسمان از زمان صفر و برای اختیار فاز یک، مدت تا سررسید (T_1) ۳ سال از زمان صفر برای فاز یک است. لازم به ذکر است که اختیار فاز دو تا زمان اعمال اختیار فاز دو کسب نمی‌شود.

تلاطم: مان (۲۰۰۶) روش‌های متعددی برای برآورد تلاطم نظیر بازده لگاریتمی جریان نقدی^{۴۴}، ارزش فعلی لگاریتمی^{۴۵} و گارچ^{۴۶} معرفی می‌کند. این مقاله از روش بازده لگاریتمی قیمت سهام شرکت آتی‌ساز برای مدت یک سال استفاده می‌کند. بدین منظور، مطابق حال (۲۰۱۱) با استفاده از تغییرات قیمت پایانی

سهام شرکت آتی‌ساز می‌توان میزان تلاطم را برآورد و تلاطم پروژه را برابر با آن فرض می‌کنیم. بدین ترتیب، اگر داشته باشیم:

$$P_i = \text{قیمت پایانی سهام در روز معامله } \lambda_m$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(R - \bar{R})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

$$R = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

سپس، تلاطم قیمت پایانی سهام شرکت آتی‌ساز در دوره موردنظر برابر با تلاطم جریان نقدی پروژه آسمان فرض می‌شود. تلاطم به‌دست آمده از رابطه ۳ تلاطم روزانه است که برای به‌دست آوردن تلاطم سالیانه از رابطه ۴ استفاده می‌کنیم:

$$\sigma_{\text{سالیانه}} = \sqrt{D} \times \sigma_{\text{روزانه}} \quad (4)$$

نرخ سود بدون ریسک: این نرخ برابر با نرخ سود سپرده‌های بلندمدت در بانک‌های تجاری ایران در نظر گرفته می‌شود. فرض می‌شود که نرخ سود بدون ریسک در مدت اجرای پروژه ثابت است و به‌صورت پیوسته مرکب می‌گردد.

علاوه بر موارد مذکور، برای استفاده از مدل دوجمله‌ای مرکب نیاز به محاسبه ضریب کاهش ارزش فعلی پروژه (d)، ضریب افزایشی آن (u)، احتمال کاهش ارزش فعلی پروژه ($1 - p$) و احتمال افزایش آن (p) می‌باشد.

محاسبه این پارامترها مشابه مدل دوجمله‌ای کاکس، راس و رابینستین می‌باشد که از اثبات فرمول آنها در اینجا صرف‌نظر می‌شود. بنا بر موارد یادشده، مفروضات و پارامترهای مدل دوجمله‌ای مرکب برای محاسبه ارزش پروژه آسمان مطابق جدول ۲ می‌باشد.

جدول ۲: ورودی‌های ارزش‌یابی پروژه از طریق روش اختیار دوجمله‌ای مرکب

توضیحات	مقدار	پارامتر
نرخ بازده سپرده پنج‌ساله فرض شده	٪۲۱	نرخ بازده بدون ریسک
تلاطم سالیانه بازده سهام آتی نگر	٪۲۰	تلاطم سالیانه
بر اساس پیش‌فرم (پروژه) محاسبه شده	۲۰۳،۲۳۶ میلیون ریال	هزینه اجرای فاز اول
" " "	۱۸۳،۱۱۸ میلیون ریال	هزینه اجرای فاز اول
مدت اعتبار مجوز در نظر گرفته شده	۳ سال	سررسید فاز اول
" " "	۵ سال	سررسید فاز دوم
بر اساس مدل راس، کاکس و رابینستین	٪۳۶	احتمال افزایش ارزش فعلی دارایی پایه
" " "	٪۱۱۱	ضریب افزایش ارزش فعلی دارایی پایه
" " "	٪۹۰	ضریب کاهش ارزش فعلی دارایی پایه
" " "	۰/۲۵ سال	فواصل زمانی تصمیم

۴- نتایج پژوهش

۴-۱- ارزش‌یابی پروژه آسمان بر اساس روش‌های ارزش فعلی خالص و اختیار دوجمله‌ای مرکب

۴-۲- روش ارزش فعلی خالص

ارزش پروژه با توجه به صورت مالی شرکت آتی‌ساز و مفروضات آن محاسبه می‌گردد. برای این روش لازم است جریان نقدی درآمد فروش پروژه، جریان نقدی هزینه‌های پروژه (به غیر از هزینه خرید زمین)، نرخ تنزیل درآمد پروژه و نرخ تنزیل هزینه‌های پروژه برآورد شود.

جدول ۳: خلاصه اطلاعات مالی پروژه آسمان

توضیحات	مقدار	پارامتر
بر اساس پیش‌فرم پروژه	۴۸۴/۳۵۰ میلیارد ریال	ارزش فعلی درآمدهای پروژه
" " "	۳۸۵/۳۵۴ میلیارد ریال	ارزش فعلی هزینه‌های پروژه (به جز قیمت زمین)
" " "	٪۳۰	نرخ تنزیل (هزینه فرصت سرمایه)
" " "	٪۲۰	نرخ تنزیل هزینه‌های ساخت
" " "	٪۳۰	نرخ تنزیل درآمدهای پروژه

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^n} = 484.350 - 203.236 - 182.118 = 98.996 \text{ (میلیارد ریال)}$$

حال، با در نظر گرفتن هزینه خرید زمین معادل ۱۰۰ میلیون ریال، (مطابق مفروضات شرکت آتی‌ساز)، انجام پروژه توجیه‌پذیر نمی‌باشد^{۴۷} و مطابق روش ارزش فعلی خالص باید از انجام پروژه آسمان خودداری کرد.

۴-۲-۱- روش اختیار دوجمله‌ای مرکب

توسعه‌گر در هر گره از درخت دوجمله‌ای اختیاری را انتخاب می‌کند که ارزش پروژه به‌واسطه سه اختیار "درنگ"^{۴۸}، "اعمال (اجرا)"^{۴۹} و "واگذاری"^{۵۰} را بیشینه نماید. از آنجایی که دارایی پایه فاز یک، ارزش اختیار فاز دو محسوب می‌شود، ابتدا پیاده‌سازی مدل دوجمله‌ای مرکب برای فاز دو و سپس فاز یک انجام می‌گیرد. گره‌های آخر و دوره ماقبل آخر درخت دوجمله‌ای برای فازهای یک و دوبه ترتیب مطابق رابطه ۵ و ۶ به دست می‌آید:

$$jC_{t,t} = \text{Max.} \{ PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{واگذاری}) \}; j = 1, 2 \quad (5)$$

$$jC_{t,t} = \text{Max.} \{ PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{درنگ}), PV_t(\text{واگذاری}) \}; j = 1, 2 \quad (6)$$

برای محاسبه ارزش اختیار اجرا (اعمال) دو مقدار ارزش دارایی پایه و قیمت توافقی مورد نیاز است. دارایی پایه برای این فاز ارزش فعلی ساختمان در زمان t و قیمت توافقی آن هزینه فعلی اجرای ساختمان می‌باشد. ارزش اختیار واگذاری در طول دوره محاسبه ثابت و برابر با ۱۰۰ میلیارد ریال فرض شده است. ارزش اختیار درنگ از ارزش فعلی مقادیر گره‌های دوره بعدی حاصل می‌شود. بدیهی است برای گره آخر درخت دوجمله‌ای اختیار درنگ وجود ندارد چراکه فرصت اجرای فاز به پایان می‌رسد. فرض می‌شود در طول مدت پنج سال (سررسید اختیار فاز دوم) دوره‌های تصمیم‌گیری هر سه ماه تکرار می‌شود، بنابراین، فواصل زمانی میان دوره‌های متوالی درخت دوجمله‌ای سه ماه (یک‌چهارم سال) می‌باشد. ورودی‌های مورد نیاز دیگر برای مدل دوجمله‌ای مرکب در این فاز، تلاطم سالیانه بازده قیمتی پروژه و نرخ بازده بدون ریسک می‌باشد. تلاطم سالیانه با استفاده از بازده قیمتی سالیانه سهام شرکت آتی‌ساز محاسبه و برابر با بازده پروژه آسمان فرض می‌شود.

برای پیاده‌سازی مدل دوجمله‌ای مرکب برای فاز اول مشابه روابط ۵ و ۶ و توضیحات فاز دو عمل می‌شود با این تفاوت که دارایی پایه برای این فاز ارزش اختیار فاز دو در زمان و قیمت توافقی آن، هزینه فعلی اجرای فاز اول و مدت تا سررسید برابر با ۳ سال می‌باشد. فرض می‌شود فاز دو زمانی می‌تواند شروع شود که فاز یک شروع شده باشد.

حال مطابق آنچه بیان شد برای ارزش پروژه از منظر تحلیل اختیار ضمنی ابتدا مدل دوجمله‌ای ارزش فعلی پروژه آسمان و ارزش اختیار فاز دو محاسبه می‌گردد. در این جا به علت محدودیت فضا تنها بخشی از درخت دوجمله‌ای ارزش فعلی پروژه آسمان به عنوان دارایی پایه آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ارزش فعلی پروژه آسمان در طی ۵ سال ممکن است مقادیر مختلفی بگیرد. در پایان سال پنجم ارزش فعلی ۴۸۴ میلیارد ریال، که از طریق روش خالص ارزش فعلی برآورد می‌شود، می‌تواند در بازه مقداری ۵۹ تا ۳۰۹۹۵ نوسان کند و این نوسان در هر دوره سه‌ماهه مشخص می‌باشد. برای مثال، ارزش فعلی پروژه که در شروع پروژه ۴۸۴ میلیارد ریال برآورده شده، در دوره سه‌ماهه اول با ضریب افزایشی به $۵۳۸ (۴۳۸ \times 1/11)$ یا

با ضریب کاهشی به ۴۳۶ میلیارد ریال (۴۳۸×۰/۹۰) می‌رسد^{۵۱} و این رویه برای تمامی گره‌های این درخت ادامه می‌یابد.

جدول ۳: درخت دوجمله‌ای ارزش فعلی پروژه آسمان (دارایی پایه فاز اول)

۰	۱	۲	۳	۴	۵	...	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۴۸۴	۵۳۸	۵۹۸	۶۶۴	۷۳۷	۸۱۹	...	۲،۵۹۹	۲،۸۸۷	۳،۲۰۶	۳،۵۶۱	۳،۹۵۵
	۴۳۶	۴۸۴	۵۳۸	۵۹۸	۶۶۴	...	۲،۱۰۷	۲،۳۴۰	۲،۵۹۹	۲،۸۸۷	۳،۲۰۶
		۳۹۳	۴۳۶	۴۸۴	۵۳۸	...	۱،۷۰۸	۱،۸۹۷	۲،۱۰۷	۲،۳۴۰	۲،۵۹۹
			۳۵۳	۳۹۳	۴۳۶	...	۱،۳۸۴	۱،۵۳۷	۱،۷۰۸	۱،۸۹۷	۲،۱۰۷
				۳۱۸	۳۵۳	...	۱،۱۲۲	۱،۲۴۶	۱،۳۸۴	۱،۵۳۷	۱،۷۰۸
					۲۸۷	...	۹۰۹	۱،۰۱۰	۱،۱۲۲	۱،۲۴۶	۱،۳۸۴
						...	۷۳۷	۸۱۹	۹۰۹	۱،۰۱۰	۱،۱۲۲
						
								۸۱	۹۰	۱۰۰	۱۱۱
									۷۳	۸۱	۹۰
										۶۶	۷۳
											۵۹

حال محاسبه ارزش اختیار براساس روابط ۵ و ۶ صورت می‌گیرد. ارزش اختیار در گره‌های دوره آخر (دوره ۲۰) مقدار بیشینه اختیار واگذاری و اختیار اعمال و برای گره‌های دوره‌های ۱ تا ۲۰ بر اساس مقدار بیشینه اختیار واگذاری، اختیار اعمال و اختیار درنگ محاسبه می‌شود

جدول ۴: ارزش اختیار برای فاز دو پروژه آسمان (دارایی پایه برای فاز اول)

۰	۱	۲	۳	۴	۵	...	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	۵۳۴	۶۱۶	...	۲،۳۹۶	۲،۶۸۳	۳،۰۰۳	۳،۳۵۸	۳،۷۵۲
	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	...	۱،۹۰۳	۲،۱۳۷	۲،۳۹۶	۲،۶۸۳	۳،۰۰۳
		۱۸۹	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	...	۱،۵۰۴	۱،۶۹۳	۱،۷۶۱	۲،۱۳۷	۲،۳۹۶
			۱۵۰	۱۸۹	۲۳۳	...	۱،۱۸۱	۱،۳۳۴	۱،۵۰۴	۱،۶۹۳	۱،۹۰۳
				۱۱۵	۱۵۰	...	۹۱۹	۱،۰۴۳	۱،۱۸۱	۱،۳۳۴	۱،۵۰۴
					۱۰۰	...	۷۰۶	۸۰۷	۹۱۹	۱،۰۴۳	۱،۱۸۱
						...	۵۳۴	۶۱۶	۷۰۶	۸۰۷	۹۱۹
						
								۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
									۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
										۱۰۰	۱۰۰
											۱۰۰

برای مثال، برای گره $N_{20,1}$ (گره اول در دوره بیستم) و گره $N_{19,1}$ ارزش اختیار در فاز دوم به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$2C_{20,1} = \text{Max.} \{PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{واگذاری})\} = \text{Max.} \{3,995 - 203, 100\} = 3,752$$

$$2C_{19,1} = \text{Max.} \{PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{درنگ}), PV_t(\text{واگذاری})\}$$

$$2C_{19,1} = \text{Max.} \left\{ (3,995) - 203, \frac{0.36 \times 3,752 - 0.64 \times 3,003}{e^{0.2 \times 0.25}}, 100 \right\} = 3,358$$

اگر این رویه برای سایر گره‌ها محاسبه شود، درخت ارزش اختیار برای فاز دوم به دست می‌آید. همان‌طور که در قبل بیان شد اختیار فاز دوم به‌عنوان دارایی پایه برای فاز اول محسوب می‌شود، زمینه برای محاسبه ارزش اختیار در فاز اول و به تبع آن، ارزش پروژه آسمان از طریق تحلیل اختیار ضمنی فراهم می‌گردد. علاوه‌براین، از آنجایی که اعتبار اختیار فاز اول برای سه سال می‌باشد، ۱۲ دوره اول از اختیار فاز دوم به‌عنوان دارایی پایه برای فاز اول در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۵: درخت مقادیر دارایی پایه برای فاز یک

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	۵۳۴	۶۱۶	۷۰۶	۸۰۷	۹۱۹	۱۰۴۳	۱۱۸۱	۱۳۳۴	۱۵۰۴
	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	۵۳۴	۶۱۶	۷۰۶	۸۰۷	۹۱۹	۱۰۴۳	۱۱۸۱
		۱۸۹	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	۵۳۴	۶۱۶	۷۰۶	۸۰۷	۹۱۹
			۱۵۰	۱۸۹	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	۵۳۴	۶۱۶	۷۰۶
				۱۱۵	۱۵۰	۱۸۹	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴	۴۶۰	۵۳۴
					۱۰۰	۱۱۵	۱۵۰	۱۸۹	۲۳۳	۲۸۱	۳۳۵	۳۹۴
						۱۰۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۵۰	۱۸۹	۲۳۳	۲۸۱
							۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۵	۱۵۰	۱۸۹
								۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۵
									۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
										۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
											۱۰۰	۱۰۰
												۱۰۰

جدول ۶: درخت دو جمله‌ای ارزش اختیار برای فاز یک

۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱۱۳	۱۵۳	۲۱۲	۲۷۸	۳۵۲	۴۳۳	۵۲۴	۶۲۵	۷۳۷	۸۶۱	۹۹۹	۱,۱۵۲	۱,۳۲۲
	۱۰۰	۱۱۳	۱۵۳	۲۱۲	۲۷۸	۳۵۲	۴۳۳	۵۲۴	۶۲۵	۷۳۷	۸۶۱	۹۹۹
		۱۰۰	۱۰۰	۱۱۳	۱۵۳	۲۱۲	۲۷۸	۳۵۲	۴۳۳	۵۲۴	۶۲۵	۷۳۷
			۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۳	۱۵۳	۲۱۲	۲۷۸	۳۵۲	۴۳۳	۵۲۴
				۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۳	۱۵۳	۲۱۲	۲۷۸	۳۵۲
					۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۱۳	۱۵۳	۲۱۲
						۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
							۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
								۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
									۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
										۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
											۱۰۰	۱۰۰
												۱۰۰

برای مثال، برای گره $N_{20,1}$ (گره اول در دوره بیستم) و گره $N_{19,1}$ ارزش اختیار به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$1C_{20,1} = \text{Max.} \{PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{واگذاری})\} = \text{Max.} \{1,504 - 182, 100\} = 1,322$$

$$1C_{19,1} = \text{Max.} \{PV_t(\text{اجرا}), PV_t(\text{درنگ}), PV_t(\text{واگذاری})\}$$

$$1C_{19,1} = \text{Max.} \left\{ (3,995 - 203), \frac{0.36 \times 1,322 - 0.64 \times 999}{e^{0.2 \times 0.25}}, 100 \right\} = 1,152$$

اگر این رویه برای سایر گره‌های فاز اول ادامه یابد، ارزش اختیار مرکب و در نتیجه ارزش پروژه آسمان از طریق تحلیل اختیار ضمنی فراهم می‌گردد. ارزش پروژه با استفاده از این روش می‌آید که در مقایسه با روش خالص ارزش فعلی ۱۴ درصد افزایش و به ۱۱۲/۹۶۳ میلیارد ریال می‌رسد و انجام پروژه با استفاده از روش تحلیل اختیار ضمنی موجه به نظر می‌رسد. این افزایش مقدار ناشی از اختیارهای ضمنی است که در پروژه آسمان وجود دارد.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

نرخ تنزیل پروژه بستگی به نوع و خصوصیات خاص پروژه دارد که توسعه‌گران محافظه‌کار زمانی که جریان نقدی پروژه از عدم قطعیت بالایی برخوردار است، صرف ریسک بیشتری را در نظر می‌گیرند، در حالی که وجود عدم قطعیت بالا هم به معنی وجود فرصت مطلوب وهم ریسک می‌باشد. در نتیجه، نرخ تنزیل بیش‌تر موجب کاهش بی‌مورد ارزش پروژه می‌شود و جذابیت پروژه را از منظر سرمایه‌گذاری می‌کاهد. این کاهش ارزش غیرمنطقی است، چراکه علاوه بر ریسک، فرصت‌های مطلوب در پروژه وجود دارد که توسعه‌گران می‌توانند با توجه به انعطاف‌پذیری موجود در پروژه از آنها سود جویند بدون این که نیازی به مواجهه با ریسک‌های نامطلوب باشد. آنچه در عمل رخ می‌دهد این است که توسعه‌گران از اختیارهای ضمنی که در بطن پروژه وجود دارد استفاده می‌کنند و استفاده از آن، معمولاً ارزش پروژه را افزایش می‌دهد.

همان‌طور که مطالعه موردی پروژه آسمان نشان می‌دهد، اختیارهای ضمنی که در بطن پروژه وجود دارد دارای ارزش است و باید در ارزشیابی آن لحاظ گردد، چراکه موجب می‌شود تا بتوان از فرصت‌های مطلوب در پروژه استفاده نمود؛ اختیارهایی که روش ارزش فعلی خالص آن را در نظر نمی‌گیرد. در این مطالعه، ابتدا ارزش پروژه با استفاده از روش‌های خالص ارزش فعلی و سپس روش اختیار دوجمله‌ای مرکب محاسبه گردید. ارزش پروژه با این دو روش به ترتیب ۹۸/۹۹۶ میلیارد ریال و ۱۱۲/۹۶۳ میلیارد ریال به دست آمد که نشان داد اختیارهای ضمنی پروژه آسمان (اختیار درنگ، اختیار اعمال و اختیار واگذاری) می‌تواند تا ۱۴ درصد نسبت به روش خالص ارزش فعلی به ارزش آن بیفزاید. این نتیجه، نشان‌دهنده قابلیت تحلیل اختیار ضمنیدر مدل‌سازی عدم قطعیت و انعطاف‌پذیری‌های پروژه و افزایش عایدی آن می‌باشد. در پایان پژوهش‌هایی برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود:

مطالعه تجربی ارزش اختیار درنگ در بازار ساخت‌وساز در ایران: توسعه‌گران در روش‌های مرسوم ارزش‌یابی، ارزش زمین را از طریق مابه‌التفاوت ارزش ساختمان و هزینه‌های ساخت آن محاسبه می‌کنند. در حالی که محاسبه ارزش زمین بدین روش موجب گمراهی فعالان ساخت‌وساز می‌شود به طوری که اغلب با این گزاره مواجه می‌شوند که قیمت زمین دارای حباب می‌باشد. این در حالی است که قیمت بالای زمین ممکن است ناشی از اختیار درنگ برای ساخت‌وساز باشد که توسعه‌گر یا سازنده در اختیار دارد. صرفه اختیار درنگ در کشورها با بازار مالی توسعه‌یافته و پایگاه داده مناسب از طریق مطالعات تجربی مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گرفته است. جای خالی مطالعه‌ای مشابه در ایران احساس می‌شود که به نظر می‌رسد بتوان با تعریف پژوهشی در این زمینه از نتایج آن استفاده کرد.

ارزش اختیار بازسازی^{۵۲} در ساخت‌وساز در کلان‌شهرهای کشور پژوهش دیگری است که می‌توان به عنوان پژوهش دیگر در نظر گرفت. مدل اختیار خرید ارزش زمین^{۵۳} بیان‌گر کاربرد نظریه اختیارهای ضمنی در زمینه املاک و مستغلات است. بر اساس این مدل ارزش زمین از اختیاری حاصل می‌شود که صاحب زمین به طور ضمنی دارد. این اختیار به او حق انتخاب می‌دهد که بنای فعلی زمین را ویران سازد و یا آن را آباد نماید. عموماً هزینه‌های ویران کردن بنای موجود (به‌طور خاص هزینه فرصت صرف‌نظر کردن از درآمدی که

سازه فعلی می‌تواند ایجاد کند) به اندازه‌ای بالاست که ارزش اختیار ساخت‌وساز زمین را به حداقل می‌رساند، مگر این که بنای موجود خیلی کوچک و یا کلنگی باشد، یا مصوبات شهرداری و یا موقعیت همسایگان به گونه‌ای باشند که محدودیت‌هایی برای استفاده بهینه از بنای موجود ایجاد نمایند. با این وجود، در کلان‌شهرهای کشور شاهد ویران کردن بناهای موجود و ساختن بناهای جدید هستیم که نشان‌دهنده ارزش بالای اختیار بازسازی در ایران است. این موضوع گرچه از منظر سرمایه‌گذاری جذاب است ولی به ضرر اقتصاد ملی می‌باشد. از این رو، به نظر می‌رسد نیاز به پژوهشی که اثر پارامترهای موثر بر اختیار بازسازی را بررسی کند، ضروری می‌باشد. این پژوهش می‌تواند برای سیاست‌گذاران اقتصاد ملی و اقتصاد شهری جالب توجه باشد.

فهرست منابع

- * Antonio Roodhof, 2012, A real option theory: Quantifying and valuing the possibility of lease renewal, Master thesis, Groningen university, Real estate department.
- * Ariizumi T., 2006, Evaluating large scale industrial development project using real option analysis, Master thesis, MIT, Real estate department.
- * Black F. and Scholes M., The pricing of option and corporate liabilities, Journal of political economy, 81, pp. 637-659.
- * Block S., Are real option actually used in real world?, Engineering economist, 52, pp. 255-267.
- * Bulan L., 2006, Irreversible investment, Real options and competition: Evidence from real estate development, Ph.D. thesis, Princeton university.
- * Capozza D. and Sick L., 1994, The risk structure of land market, Journal of urban economics, 38, pp. 297-319.
- * Clapp J., and G. Carmelo, 2002, Evaluating housing price forecast, The journal of real estate research, Volume 24.
- * Copeland, T. and V. Antikarov, 2001, Real option: A practitioner's guide, Texere, New York.
- * Cox J. and et al, 1978, Option pricing: A simplified approach, Journal of financial economics, 07, pp. 229-263.
- * De Neufville, R., 2012, Flexibility in engineering design, MIT press.
- * Dixit, A.V and R.S pyndick, 1994, Investment under uncertainty, Princeton unversity press.
- * Fu, Y. and M. Jennen, 2009, Office construction in Singapore and Hong Kong: Testing real option implication, Journal of real estate finance and economics, 38, pp. 39-58.
- * Galtner, D and N.G Miller, 2007, Commercial real estate investment and finance, 2th edition, South Western/College publishing Co.
- * Galtner, D and et al, 2013, Design catalogs: A practical real option valuation tools for real estate design and development planning, real option conference.
- * Guma, A., 2008, A real option analysis of vertically expandable real estate development: A case study, Master thesis, MIT, Urban department.
- * Graeme Guthrie, 2009, Evaluating real estate development using real option analysis, MIT, Real estate department.
- * Hengel, A., 2005, Creating a practical model using real option to evaluate large scale real estate development projects, Master thesis, Real estate department. Hull, J., 2011, options, futures and other derivatives, 8th edition, prentice Hall.



- * Lee, H., 2011, A real option approach to valuating infrastructure investment, Master thesis, KDI school of public policy and management.
- * Masunaga, S., 2007, A comparative study of real options valuation methods, MIT, Real estate department.
- * Meyers, S.C., 1999, Determinants of corporate borrowing, Journal of financial economics, 05, pp. 147-175.
- * Mun, J., 2006, real option analysis, tools and techniques for valuing strategic investments and decisions, Jhon Wiley & Sons.
- * Nash, B., 2006, A streamlined real option model for real estate development, Master thesis, Real estate department.
- * Oppenheimer, H., 2002, A critique of using real options pricing models in valuing real estate projects and contracts, Journal of real estate and urban economics association , 20, pp. 457-485.
- * Peter j., 2012, Modeling uncertainty and flexibility in financial analysis of real estate development projects in Switzerland Master thesis, KTH university.
- * Parthasarathyand, R., 2010, Real option analysis in valuation of commercial project:A case study, The IUP journal of infrastructure, pp. 7-25.
- * Quigg, L., 1993, Emperical testing of real option pricing models, The journal of finance, 28, pp. 621-640.
- * Rocha et al., 2007, Real option and real estate, The journal of finance, 48, pp. 621-640.
- * Sing, T. F. and Tang, W. L. (2004). Valuing leasing risks in commercial property with a discrete-time binomial tree option model. Journal of Property Investment & Finance, 22, pp. 173-191.
- * Sing, T. F. 1998, Real options in real estate: Irreversibility, volatility and option premia in UK commercial property market. Doctoral dissertation, University of Cambridge.
- * Titman, S., 1985, Urban land prices under uncertainty, American economic review, 75, pp.505-514.
- * Wang A., 2010, Comparison of real rstate valuation models: A literature review, International journal of business and management, 05.
- * Williams, J.T, 1993, Equilibrium and option on real asset, Review of financial studies, 06, pp 58- 80.
- * Yao, H., et al., 2004, emperical testing of real option in the Hong Kong residential real estate market, Reaserch paper, University of Hong Kong

یادداشت‌ها

¹Real option analysis

²Real

³Developers

⁴Real estate

تامین مالی و سرمایه‌گذاری املاک و مستغلات (Real estate finance & investment) مفهومی جدید در کشور می‌باشد که این کار واژه‌گزینی برای اصطلاحات انگلیسی را دشوار می‌کند. ما نیز در این مقاله گاه به سبب متن از دو واژه برای یک واژه انگلیسی استفاده کرده‌ایم. از این‌رو، باید اجازه داد با گذر زمان کدامیک از ترجمه‌ها مقبول پژوهشگران و فعالان املاک و مستغلات می‌افتد. برای مثال، ما در این مقاله از واژه‌های ساخت‌وساز و توسعه‌وساخت برای واژه انگلیسی "Development" استفاده کرده‌ایم.

⁶Development

⁷Discounted Cash Flow (DCF)

⁸Net Present Value (NPV)

^۹ خالص ارزش فعلی یکی از روش‌های رویکرد گردش وجوه نقد تنزیل شده می‌باشد.

^{۱۰} توسعه‌گر از اختیار درنگ (Deferral option) استفاده می‌کند.

^{۱۱} توسعه‌گر اختیار سوییچ (Switch option) را به‌کار می‌گیرد.

¹² Real option analysis

^{۱۲} این موضوع پس از مصاحبه با خبرگان املاک‌مستغلات کشور روشن گردید.

¹⁴Real estate finance and investment

¹⁵Discounted Cash Flow (DCF)

¹⁶Net Present Value (NPV)

¹⁷Binomial method

¹⁸Option premium

¹⁹Titman

²⁰Williams

²¹Quigg

^{۲۲} منظور ملکی است که قرار است روی زمین خالی ساخته شود.

²³Wait option

²⁴Capozza & Zick

²⁵Conversion option

²⁶Seatel

²⁷Premium

²⁸Hung Chiang

²⁹Yamazaki

³⁰Bulan & et al

³¹Fu & Jenne

³²Grovenstein

³³MIT Center for Real Estate

³⁴MIT

³⁵Hengels

³⁶Barman and Nash

³⁷Masunaga

³⁸Neufville

^{۳۹} چراکه تصمیم برای انجام ساخت‌وساز قبل از خرید زمین گرفته شده است.

⁴⁰Simultaneous compound option

⁴¹Sequential compound option

^{۴۲} لازم به‌ذکر است در اینجا نام پروژه و نام شرکت بنا به درخواست صاحب پروژه تغییر کرده است.

^{۴۳} لازم به یادآوری است که قیمت توافقی عبارت است از هزینه دریافت دارایی پایه؛ در این جا، دارایی پایه اختیار اجرای فاز بعد است و تا زمانی که فاز جاری انجام نشود، اختیار اجرای فاز بعد کسب نمی‌گردد. از این رو، قیمت توافقی در این جا می‌شود هزینه ساخت.

⁴⁴Logarithmic Cash Flow Return

⁴⁵Logarithmic Present value

⁴⁶GARCH

^{۴۷} ارزش پروژه که معادل ارزش فعلی درآمدها منهای ارزش فعلی هزینه‌ها است همان ارزش فعلی زمین به‌صورت ذاتی می‌باشد (۹۸۰،۹۹۶ میلیون ریال)، در حالی که ۱۰۰،۰۰۰ میلیون ریال ارزش بازار زمین است که جزو هزینه‌های شرکت محسوب می‌شود.

⁴⁸Wait option

⁴⁹Exercise option

⁵⁰Abandonment option

^{۵۱} لازم به‌توضیح است از قسمت اعشار ارقام در این جا صرف‌نظر شده است.

⁵²Redevelopment option

⁵³Call option model of land value