**Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies** ***Vol. 13, No. 50, Summer 2025***

# Application of Rainbow real Options in Project Valuation

**Asgar Noorbakhsh**
Assistant Professor, Department of Financial Management, Faculty of Management and Accounting, Farabi Colleges, University of Tehran, Qom, Iran. (Corresponding Author)
anoorbakhsh@ut.ac.ir
**Mahboube Asadi Mafi**
PhD Student, Faculty of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran
mahboube.asadi.m@ut.ac.ir
**Ramin Soltani**
PhD Student, Department of Financial Management, Faculty of Management and Accounting, Farabi Colleges, University of Tehran, Qom, Iran
mohammad.bani1376@ut.ac.ir

In order to evaluate projects and investment plans, various criteria are used. In the meantime, the use of real options, especially rainbow real option, for valuating investments and projects owned by companies is one of the methods that, considering uncertainties, can play a dynamic role in decision-making in the field of capital budgeting and lead to optimal decisions in dealing with uncertainties. In this research, by using financial transaction option valuation modeling and its generalization in the field of real options, the valuation of the investment process has been examined based on net present value and Monte Carlo simulation. The results of this research show that the fluctuations in the present value of the project's cash flow are among the determining factors in the value of the project. In order to apply the probability of fluctuations of these factors, unlike the valuation of ordinary real options, this study has tried to apply real option valuation to two-color rainbow options (which is an appropriate method in dealing with a variety of uncertainties). Effectively, it was found that the value of options is affected by fluctuations in the present value of cash flows, which, by changing uncertainty factors, provides significant insights into the optimal timing of investment and clarifies the dominant factor for a type of option. The result of the study shows that investors should prioritize cash outflows when investing in sustainable development projects.

JEL Classification: O21, H43, G31.

Keywords: Real options, Valuation, Rainbow option, Optimal stop point, Monte Carlo simulation.

Reccived: 2025/02/04 Accepted: 2025/05/18

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

نشریه علمی (فصلنامه) سیاست‌های مالی و اقتصادی
سال ۱۳، شماره ۵۰، تابستان ۱۴۰۴، صفحه ۹۵ - ۶۰

# کاربرد اختیارات واقعی رنگین‌کمان در ارزش‌گذاری پروژه‌ها

**عسگر نوربخش**
استادیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران،قم، ایران (نویسنده مسئول)
anoorbakhsh@ut.ac.ir
**محبوبه اسدی مافی**
دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان،سمنان، ایران
mahboube.asadi.m@ut.ac.ir
**رامین سلطانی**
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی،دانشکده مدیریت و حسابداری،دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران
mohammad.bani1376@ut.ac.ir

به منظور ارزیابی پروژه‌ها و طرح‌های سرمایه‌گذاری از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود. در این میان، استفاده از اختیارات واقعی و به ویژه اختیارات واقعی رنگین‌کمان برای ارزش‌گذاری سرمایه‌گذاری‌ها و پروژه‌های تحت مالکیت شرکت‌ها یکی از روش‌هایی است که با لحاظ عدم قطعیت و نااطمینانی‌ها، می‌تواند نقش پویایی در تصمیم‌گیری حوزه بودجه‌بندی سرمایه‌ای ایفا کرده و به تصمیمات بهینه در مواجه با نااطمینانی‌ها منجر شود. در این تحقیق، با استفاده از مدل‌سازی ارزش‌گذاری اختیار معاملات مالی و تعمیم آن در حوزه اختیارات واقعی، براساس خالص ارزش فعلی و شبیه‌سازی مونت کارلو به بررسی ارزش‌گذاری فرآیند سرمایه‌گذاری پرداخته شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد نوسانات ارزش فعلی جریان نقدی پروژه از عوامل تعیین‌کننده در ارزش پروژه هستند. برای اعمال احتمال نوسانات این عوامل، برخلاف ارزش‌گذاری اختیارات واقعی معمولی، سعی شده ارزش‌گذاری اختیارات واقعی برای اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ (که روش مناسبی در مواجه با طیف گوناگونی از عدم اطمینانی‌ها است) اعمال شود. به طور مؤثر، این نتیجه یافت شد که ارزش اختیارات تحت تأثیر نوسانات ارزش فعلی جریان‌های نقدی است که با تغییر عوامل عدم قطعیت، بینش‌های قابل توجهی را برای زمان‌بندی بهینه سرمایه‌گذاری ارائه می‌دهد و عامل غالب برای یک نوع اختیار را روشن می‌کند. نتیجه بررسی نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران هنگام سرمایه‌گذاری در پروژه‌های توسعه پایدار، باید جریان نقدی خروجی را اولویت‌بندی کنند.

طبقه‌بندی JEL: O21, H43, G31.
واژگان کلیدی: اختیارات واقعی، ارزش‌گذاری، اختیار رنگین‌کمان، نقاط توقف بهینه، شبیه‌سازی مونت کارلو.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳ / ۱۱ / ۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴ / ۲ / ۲۸

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]
[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

## ۱. مقدمه

در جهت یک سرمایه‌گذاری بهینه همواره برنامه‌ریزی مالی بخش مهمی از روند شروع تصمیم‌گیری در پروژه‌های مختلف مالی و صنایع را به خود اختصاص می‌دهد. در نظر گرفتن شرایط و تلاش در جهت بهینه کردن تخصیص منابع برای تحقق اهداف پیش‌بینی شده موجب می‌شود تا عوامل مختلفی در دوره‌های زمانی بر سرمایه‌گذاری‌های بخش تولید نقش داشته باشند.

امروزه شاخص‌های مختلفی از قبیل «تامین منابع اولیه»، «تغییر قدرت‌های اقتصادی»، «کاهش آلودگی تولیدات صنعتی»، «تغییر نرخ خوراک و مواد اولیه در صنایع مختلف»، «مسائل مرتبط با انرژی و ذخایر جهانی» آینده صنعت جهان و در نتیجه سرمایه‌گذاری در صنایع را شکل می‌دهند. بنابراین این موضوع اهمیت انعطاف‌پذیری تصمیمات شرکت‌ها را در بخش سرمایه‌گذاری و در نتیجه استراتژی‌های تأمین مالی بیش از پیش نشان می‌دهد.

تصمیم‌گیرندگان اصلی شرکت‌ها برای فراهم آوردن امکان دستیابی به بهترین فرصت‌های رشد و توسعه در صنعت، کسب سود و نزدیکترین تضمین در جهت بازگشت سرمایه مطلوب، می‌بایست قبل از اقدام به اجرای طرح‌های تولیدی و تخصیص منابع مالی خود، به ارزیابی دقیقی از طول مدت سرمایه‌گذاری، ریسک‌های موجود در این دوره و نقاط توقف بهینه جهت جلوگیری از روند خروج سرمایه نهایی اقدام نمایند. بنابراین برای ارزیابی شرایط و موقعیت‌های سرمایه‌گذاری نمی‌توانند از روش‌های کلاسیک

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

ارزش‌گذاری همچون ارزش فعلی خالص[1] و نرخ بازده داخلی[2] به تنهایی استفاده نمایند. به دلیل اینکه این روش‌ها ارزش پروژه را در ابتدای فرآیند، ارزیابی می‌کنند و برای تغییرات، نوسانات و ریسک‌های موجود در مسیر، انعطافی را در نظر نمی‌گیرند و برای آنها محاسبه‌ای را انجام نمی‌دهند و این را می‌توان نقطه ضعف این روش‌ها دانست، زیرا تغییرات عمده‌ای که هر روزه در جهان در حال شکل‌گیری است، می‌تواند مبنای محاسبه ارزشمند بودن یک فرصت سرمایه‌گذاری در آینده و استراتژی‌های نهفته آن باشد.

بنابراین می‌توان مرحله‌بندی کردن سرمایه‌گذاری را یکی از دلایل اصلی پیشگیری از ریسک‌های این حوزه عنوان نمود، که ما از آن به عنوان بودجه‌بندی سرمایه‌ای تحت شرایط عدم اطمینان یاد می‌کنیم. تکنیک ارزش فعلی خالص که تا به حال فرض می‌شد باعث به حداکثر رساندن ثروت سهامداران می‌شود برای استفاده در تصمیمات سرمایه‌گذاری چند دوره‌ای در شرایط عدم قطعیت فاقد اعتبار می‌باشد، از این رو برای ارزش‌گذاری این دست از پروژه‌ها به ارزیابی از طریق اختیارات واقعی روی می‌آوریم.

در این تحقیق یک مدل اختیار را برای یک دارایی با فرصت‌های سرمایه‌گذاری در پروژه و ارزیابی نتایج حاصل از سرمایه‌گذاری و جریانات نقد ورودی و خروجی ناشی از سرمایه‌گذاری ایجاد می‌کنیم که هر دو با فرآیندهای تصادفی همبسته و شبیه‌سازی مونت‌کارلو و با در نظر گرفتن هزینه‌های عملیاتی مدل‌سازی شده‌اند. در طول فرایند تحقیق، یک کارخانه‌ی فعال در صنعت محصولات فولادی را مورد بررسی و آزمون قرار خواهیم داد. اما قبل از این که به مبانی نظری تحقیق بپردازیم لازم است تعریفی از سه

1. Net present value (NPV)
2. Internal Rate of Return (IRR)

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]
[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

اصطلاح تخصصی را مد نظر قرار دهیم. اختیارات واقعی[1] نوعی از اختیار معاملات می‌باشد که بر روی دارایی‌های ثابت اعمال شده و در مواجه با شرایط عدم اطمینان انعطاف لازم برای تصمیم‌گیری‌های آتی را به همراه دارد. اختیار معامله آمریکایی[2] به آن دسته از اختیارات اشاره دارد که در هر تاریخی قبل از زمان سررسید قابل اعمال هستند و در نهایت، اختیار معامله اروپایی[3] به اختیاراتی اطلاق می‌شود که تا تاریخ سررسید نمی‌توان آن را اعمال کرد. مؤلفه‌ها مربوط به فرآیند تصمیم‌گیری در اختیارات واقعی را می‌توان به شرح عوامل زیر بیان کرد.

## ۲. مبانی نظری

بروز خطا و اشتباه در تصمیمات سرمایه‌گذاری امروز، می‌توانند منجر به شرایطی در آینده شوند که ناپایدار بوده و نهایتاً منجر به ورشکستگی شرکت‌ها شوند. بنابراین مدیریت خوب مالی همراه با تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری بهینه برای بقا و موفقیت بلندمدت شرکت‌ها حیاتی است، به طور سنتی روش‌های خالص ارزش فعلی و جریانات نقد تنزیل شده برای ارزیابی سرمایه‌گذاری‌ها در پروژه استفاده می‌شوند(گراهام و هاروی، ۲۰۰۲). در طول ۲۵ سال گذشته، محققان علم مدیریت منطق اختیارات واقعی را برای تصمیمات بیشماری از جمله سرمایه‌گذاری در فناوری جدید، بازارهای بین‌المللی جدید و سرمایه‌گذاری در حوزه کارآفرینی به کار برده‌اند. اصطلاح «اختیار واقعی» توسط استوارت مایرز[4] ابداع شد، طبق نظر مایرز شرکت‌ها را می‌توان ترکیبی از دو نوع دارایی دانست، دارایی‌های واقعی و

1. Real options
2. American Options
3. European option
4. Stewart Myers

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

اختیارات واقعی، که مایرز[1] (۱۹۷۷) آن‌ها را به عنوان «فرصت‌هایی» برای خرید دارایی‌های واقعی با شرایط احتمالی مطلوب قلمداد می‌کند. برخلاف اختیارات مالی که سرمایه‌گذاری در ابزارهای مالی را شامل می‌شود، اختیارات واقعی به سرمایه‌گذاری در اموال غیرمنقول اشاره دارد. اختیارات مالی (حق خرید یا فروش برخی از اوراق بهادار مالی در آینده) با سرمایه‌گذاری کوچک در زمانی که عدم اطمینان زیاد است حاصل می‌شود. این سرمایه‌گذاری کوچک، تعهدات منابع فعلی را کاهش می‌دهد، اما به سرمایه‌گذار این امکان را می‌دهد که در آینده، اوراق بهادار را با قیمتی خاص خریداری کرده و یا اقدام به فروش نماید. منطق اختیار واقعی به روشی مشابه کار می‌کند (مون، ۲۰۰۲) ، (جان و دس، ۲۰۰۴). اساساً، منطق اختیار واقعی نشان می‌دهد که هنگام تصمیم‌گیری در شرایط نامطمئن، شرکت‌ها می‌توانند سرمایه‌گذاری را به تعویق بیندازند یا سرمایه‌گذاری اندکی انجام دهند. به این ترتیب، آن‌ها می‌توانند اختیاری برای بهره‌مندی از فرصت‌های بالقوه آینده و در عین حال کاهش تعهدات مالی جاری، در نتیجه کاهش ریسک کاهنده به دست آورند.

بررسی تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که حوزه اختیارات واقعی شامل استفاده از یک روش نظام‌مند مهم است زیرا به این ترتیب می‌توان یک روش مبتنی بر شواهد برای شناسایی و سنتز ادبیات ارائه کرد. روش‌های سیستماتیک، مبنایی برای ارزیابی کیفیت و ارتباط یافته‌های تحقیق ارائه می‌دهند. این موضوع به ما این امکان را می‌دهد که تمام زمینه‌های تحقیقاتی که در حوزه اختیار واقعی تجربی مورد بررسی قرار گرفته‌اند را در نظر بگیریم تا بتوانیم موضوعاتی که هنوز مورد بررسی‌های تجربی قرار نگرفته‌اند را بهتر شناسایی کنیم.

1. Myers

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

### ۱-۲. عدم قطعیت

پیشینه تحقیقات اختیارات واقعی نشان می‌دهد که عدم قطعیت[1] مهم‌ترین دلیل برای استفاده از تصمیمات اختیارات واقعی است. ابهام می‌تواند درونی یا بیرونی باشد(دیکسیت، پیندیک، ۱۹۹۴). عدم قطعیت‌های درون‌زا، از فقدان دانش ناشی می‌شود و می‌توان با طرح‌ریزی مناسب سرمایه‌گذاری شرکت با آن‌ها مقابله کرد. عدم قطعیت‌های برون‌زا در محیط خارجی قرار دارند و عمدتاً تحت تأثیر اقدامات شرکت قرار نمی‌گیرند، اما با گذشت زمان واضح‌تر می‌شوند. اکثر تحقیقات تجربی مربوط به اختیارات واقعی نشان می‌دهد که از اختیار واقعی برای تصمیم‌گیری‌هایی که شامل عدم قطعیت‌های برون‌زا و تا حدی کمتر، عدم قطعیت‌های درون‌زا هستند استفاده می‌شود. یکی از دلایل این امر ممکن است این باشد که تئوری‌های دیگر، مانند هزینه معاملات (ویلیامسون، ۱۹۸۵)، مدیران را در مواجه با عدم قطعیت‌های درون زا راهنمایی می‌کنند. از آنجایی که شرکت‌ها اغلب با عدم قطعیت‌های برون‌زا و درون‌زا در هنگام تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری مواجه می‌شوند، این دو نوع عدم قطعیت فشارهای متضادی را بر شرکت‌ها برمی‌انگیزد. طبق نظر استینسما و کورلی[2] (۲۰۰۱)، در تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر فناوری یا تحقیق و توسعه، عدم قطعیت‌های فنی برون‌زا، از دغدغه‌های اصلی است ؛ در حالی که برای تصمیم‌گیری‌های متمرکز بر گسترش بازار، عدم قطعیت تقاضای برون‌زا بسیار مهم است.

1. Uncertainty
2. Steensma& Corley

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

### ۲-۲. رقابت

دومین عامل تاثیرگذار در حوزه مباحث اختیارات واقعی، رقابت است. منطق اختیار واقعی نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که با رقابت روبرو هستند باید سرمایه‌گذاری‌های کوچکی انجام دهند تا جایگاه خود را به دست آورند و از رقبایی که ممکن است سرمایه‌گذاری کنند عقب نمانند (مون، ۲۰۰۲). این سرمایه‌گذاری‌های کوچک می‌توانند سیگنالی به رقبا ارائه دهند یا به شرکت اجازه دهند تا به منابع یا دانش بازار یا دانش فنی دسترسی اختصاصی داشته باشد (تریگئورگیس، ۱۹۹۶).

اکثر مطالعاتی که به حوزه اختیارات واقعی علاقمند هستند تعداد رقبای یک شرکت یا تمرکز صنعت رقبا را بدون در نظر گرفتن تهدید بالقوه این رقبا مورد بررسی قرار می‌دهند. با این حال، صرف این دلیل که یک شرکت رقبای بیشتری (کمتری) دارد، به این معنی نیست که این رقبا نخواهد توانست به فعالیت ادامه دهد و یا مشکلی در فرایند فعالیت‌های عملیاتی خود نخواهد داشت. اگر این رقبا سرمایه‌گذاری‌های مشابه یا مرتبطی انجام دهند (یا انجام داده باشند) می‌توانند بر تصمیمات واقعی تأثیر گذارند.

### ۲-۳. فرصت‌های رشد

یکی از عوامل مهمی که سرمایه‌گذاری در آینده را نامطمئن می‌سازد، پتانسیل ایجاد جریان‌های درآمدی جدید از طریق ایجاد محصولات یا فناوری‌های جدید است که باعث تغییر تقاضای مصرف‌کننده نسبت به بازارها و فناوری‌های موجود می‌شود. از این رو، اتخاذ تصمیمات مربوط به اختیارات واقعی با تکیه بر روندهای گذشته با ایده‌های نهفته در پس اختیارت واقعی مغایرت دارد (مک گرث، ۱۹۹۹). در حقیقت، با توسعه معیارها و روش‌ها

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

برای تخمین دقیق‌تر سطح فرصت‌های رشد، مدیران می‌توانند با استفاده از برنامه‌ریزی مبتنی بر سناریو یا توسعه معیارهای ادراکی، تصمیمات بهینه‌ای را اتخاذ نمایند (اسکوامیکر، ۱۹۹۵).

### ۲-۴. انعطاف‌پذیری استراتژیک

تغییر مسیر اختیارات، که انعطاف‌پذیری استراتژیک[1] نیز نامیده می‌شود، چهارمین عامل تعدیل‌کننده‌ای است که در تصمیم‌گیری مبتنی بر اختیارات واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد (سانچز، ۱۹۹۳). استفاده از اختیارات واقعی، انعطاف‌پذیری استراتژیک را برای شرکت‌ها فراهم می‌کند، که به معنای «توانایی سریع در تخصیص مجدد منابع در پاسخ به تغییرات» است (باکلی، کاسون، ۱۹۹۸). سرمایه‌گذاری‌های گذشته می‌تواند به انعطاف‌پذیری بیشتر در سرمایه‌گذاری‌های آتی منجر شده و تأثیرات بالقوه ریسک را کاهش دهد (تانگ، رئور، ۲۰۰۷). با بهره‌گیری از انعطاف‌پذیری و سوئیچ بین پروژه‌ها می‌توان از اثرات نامطلوب پروژه‌ها اجتناب کرد. انعطاف‌پذیری استراتژیک نقش مهمی در مفهوم اختیارات واقعی ایفا می‌کند و ابزار تصمیم‌گیری در زمینه‌های کسب‌وکار و سرمایه‌گذاری است. اختیارات واقعی به توانایی اتخاذ تصمیمات استراتژیکی اشاره دارد که انعطاف لازم برای سازگاری با شرایط متغیر بازار، عدم قطعیت‌ها و فرصت‌ها را فراهم می‌کنند.

### ۲-۵. زمان‌بندی سرمایه‌گذاری

براساس عدم قطعیت‌ها، علاوه بر تأثیر چهار عامل تعدیل‌کننده فوق، شرکت‌ها باید در مورد زمان‌بندی سرمایه‌گذاری و انتخاب اختیارات واقعی، شامل اختیار تعویق یا رشد و رهاسازی، تصمیم بگیرند. از آنجایی که پیش‌آیندها و تعدیل‌کنندگان اصلی تصمیمات

1. Strategic flexibility

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

اختیار واقعی را نمی‌توان به طور دقیق اندازه‌گیری کرد، فضایی برای دستکاری، چه به عمد و چه به دلیل تعصبات مدیریتی وجود دارد (کریچوفسکی و کولین، ۲۰۱۰). سوگیری‌های مدیریتی ممکن است در تصمیم‌گیری‌های اختیارات واقعی نقش داشته باشند.

### ۶-۲. شرایط اعمال اختیارات واقعی

مؤلفه بعدی فرآیند تصمیم‌گیری اختیار واقعی مربوط به نحوه اعمال اختیارات واقعی است. تئوری اختیارات واقعی عنوان می‌کند که تا زمانی که عدم قطعیت‌های برون‌زا بالا باشد، شرکت‌ها از این اختیار استفاده نخواهند کرد، زیرا حفظ اختیار به شرکت اجازه می‌دهد تا از فرصت‌های آتی در صورت توسعه آنها استفاده کند و در صورتی که عدم قطعیت نامطلوب برطرف شود، ریسک به حداقل می‌رسد (واسولو و همکاران، ۲۰۰۴). با کاهش عدم قطعیت‌های برون‌زا، شرکت‌ها می‌توانند در مورد جهت تصمیم‌گیری‌های آتی تصمیم‌گیری کنند.

## ۳. پیشینه تحقیق

تحقیقات در حوزه اختیارات واقعی از دهه ۱۹۷۰ و با کارهای مایرون شولز و فیشر بلک آغاز شد و بعدها توسط استوارت مایرز توسعه یافت. این حوزه به بررسی ارزش تصمیمات انعطاف‌پذیر در شرایط عدم قطعیت، مشابه اختیارات مالی، می‌پردازد. مطالعات اولیه بر کاربرد اختیارات واقعی در سرمایه‌گذاری‌های صنعتی و پروژه‌های بزرگ متمرکز بود، اما به مرور به حوزه‌هایی مانند انرژی، فناوری و مدیریت استراتژیک نیز گسترش یافت. امروزه، اختیارات واقعی به عنوان یک چارچوب تحلیلی قدرتمند برای ارزیابی پروژه‌های پیچیده در محیط‌های پویا شناخته می‌شود. تئوری اختیارات واقعی چارچوب اکتشافی

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

مناسب توانایی حل مسئله را ارائه می‌دهد. برای ایجاد یک رویکرد اختیار واقعی، تئوری اختیارات مالی با ایده‌های اساسی در استراتژی مالی، تئوری سازمانی و سیستم‌های پیچیده با هم ترکیب می‌شوند. در این رویکرد چند عاملی و مفهوم مدنظر قرار می‌گیرند. عوامل کمیاب، دارایی‌های پایه در نظریه اختیارات، برگشت‌ناپذیری و ریسک در شرایط عدم اطمینان هستند. ما از این مفاهیم برای ارزیابی به کارگیری توانایی مدیریت در ایجاد یک مدل جهت ارزیابی شرایط سرمایه‌گذاری استفاده می‌کنیم. این ارزیابی‌ها از قابلیت‌های بازار در استفاده از منابع استراتژیک برای ایجاد یک فرصت تولیدی استفاده می‌نمایند.

در حقیقت مدیران نمی‌توانند بلافاصله مجموعه‌ای از اطلاعات را در جهت توانمند کردن سازمان خود برای استفاده از پتانسیل‌های سرمایه‌گذاری در بازار به کار گیرند، با این وجود شرکت‌هایی که در توانایی‌های مناسب برای استفاده از این فرصت‌ها برنامه‌ریزی کرده‌اند می‌توانند پاسخ بهتری را در این زمینه داشته باشند.

زمانی که یک مدیر استراتژی را تدوین می‌نماید، آنها برای ایجاد مسیری که اکنون هستند تا نتیجه‌ای که در آینده در نظر می‌گیرند برنامه‌ریزی می‌نمایند. علاوه بر این پارمترهایی از جمله چه مدت طول می‌کشد تا سازمان به آن برسد، چند دوره به طول می‌انجامد و چه میزان سرمایه‌گذاری باید انجام شود را در نظر می‌گیرند.

اگر بتوان از اختیارات واقعی به خوبی استفاده کرد، به احتمال زیاد سرمایه‌گذاری‌ها تا حدی می‌توانند یکپارچه شوند. اگر ارزش سرمایه‌گذاری‌ها از هم تفکیک شوند، سرمایه‌گذاران خواهند توانست گزینه‌های سرمایه‌گذاری مطلوب را شناسایی و اعمال کنند و اختیاری را که از مطلوبیت کمتر برخوردار است، به طور معمول با تحمیل هزینه سوئیچینگ، به محصول مطلوب‌تر تغییر خواهند داد. در این موارد، یک مسئله‌ی ارزیابی

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

دو عاملی را می‌توان به یک مسئله با یک عامل تصادفی تبدیل کرد. این بازارهای مشترک یکپارچه به ویژه زمانی پیدا می‌شوند که کالاها کاربردهای مشابهی داشته باشند و می‌توانند به راحتی جایگزین یکدیگر شوند یا زمانی که هزینه تولید یک کالا به شدت تحت تأثیر کالای دیگر قرار می‌گیرد. نمونه‌هایی از این موارد عبارتند از بازارهای خشک (عمده) و مرطوب (نفت) در صنعت حمل و نقل ،کاربردهای تجاری و مسکونی اموال غیرمنقول، کارخانه‌های صنعتی با انعطاف‌پذیری در مخلوط محصول، پالایش و سایر فرآیندهای تبدیل شیمیایی، مانند تولید پلی‌اتیلن که توسط پلیمریزاسیون اتیلن تولید می‌شود. هم اتیلن و هم پلی‌اتیلن محصولات تجاری هستند، به طوری که تبدیل می‌تواند به عنوان یک اختیار رنگین کمان واقعی در نظر گرفته شود. ارزیابی این اختیار رنگین‌کمان براساس اسپرد تبدیل موضوع کاربرد تجربی خواهد بود (سودال و همکاران، ۲۰۰۷).

کولاتیلاکا و تریگئورگیس[1] (۲۰۰۴) در مورد رویکرد کلی ارزش‌گذاری اختیارات واقعی از نوع سوئیچینگ، شامل اختیارات جمع‌پذیری و هزینه‌های سوئیچینگ نامتقارن بحث کردند. برخی محققین این مدل را در قالب یک اختیار اروپایی در حداکثر یا حداقل دو یا چند دارایی توسعه دادند و عده‌ای یک راه‌حل شبه تحلیلی برای یک مسئله دو عاملی، که در آن تابع از درجه‌ی یک در متغیرهای تصادفی همگن نیست، ارائه دادند. تمام مدل‌های فوق براساس عدم قطعیت نشان داده شده توسط حرکت براونی هندسی هستند. دیکسیت و پیندیک[2] (۱۹۹۴) یک راه‌حل برای مسئله‌ی سرمایه‌گذاری در یک دارایی ارائه کردند که از یک فرآیند تصادفی میانگین هندسی تبعیت می‌کند، یعنی جایی که متغیر،

1. Kulatilaka, & Trigeorgis
2. Dixit, A. K., & Pindyck

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]
[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

یک مانع جاذب در صفر دارد. ارزیابی اختیار بر دارایی‌های بازگشت میانگین توسط پینتو و همکاران[1] (۲۰۰۷) برای صنعت قند برزیل با تخمین قیمت شکر و اتانول به عنوان فرآیندهای گسسته بازگشت میانگین دو جمله‌ای و تعیین ارزش سوئیچ بین دو کالای موجود در یک چارچوب دو متغیره انجام شد. ناساکالا و فلئتن[2] (۲۰۰۵) یک نیروگاه برق گازی انعطاف‌پذیر را براساس اسپرد جرقه با تغییرات بازگشت میانگین در کوتاه‌مدت و قیمت تعادلی حرکت هندسی براونی در بلندمدت، اما با نادیده گرفتن هزینه‌های سوئیچینگ ارزش‌گذاری کردند.

سودال[3] و همکاران (۲۰۰۸) اختیار سوئیچینگ را برای حامل‌های ترکیبی بین بازارهای عمده کالاهای خشک و مرطوب با مدل‌سازی اسپرد قیمت به عنوان بازگشت میانگین، ارزش‌گذاری کردند. این روش براساس معادله‌ی بلمن[4] است که برای حل مسئله از حداکثرسازی یک نرخ ρ برای تقلیل مقادیراختیار آتی استفاده می‌کند. با این حال، چنین نرخ تقلیلی نمی‌تواند به دلیل ویژگی‌های ریسک اختیارات خاص به طور منطقی تخمین زده شود. کاربرد تجربی سودال تأیید می‌کند که ارزش اختیار به این نرخ تقلیل ρ بسیار حساس است.

در دنیایی که به طور فزاینده با بحران جهانی و کاهش تدریجی منابع طبیعی روبروست، تصمیم‌گیری اولیه در رابطه با مدیریت منابع در اختیار سرمایه‌گذاری‌های پیرامون و ایجاد بسترهای تولیدی جدید با چالش‌های گوناگون روبرو است. عوامل موثر بر این فرآیند

1. Pinto, Brandão & Hahn
2. Näsäkkälä & Fleten
3. Sodal
4. Bellman

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

عبارتند از عدم قطعیت برجسته و حکمرانی شرکت‌ها در مقیاس‌های متفاوت با دیدگاه‌های مختلف و یا حتی با منافع متضاد.

ارزیابی پروژه یک کار مهم در برنامه‌ریزی بلندمدت برای تعیین شیوه‌های تأمین مالی، تخصیص بهینه منابع در پروژه و تعیین دوام اقتصادی یک پروژه می‌باشد. آنچه که صورت گرفته، طی سال‌های گذشته برای محاسبه عدم قطعیت در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری تلاش‌های اساسی توسط محققین انجام شده است. رایج‌ترین رویکرد اتخاذ شده برای حل این موضوع شبیه‌سازی تصادفی است. بعد از رویکرد شبیه‌سازی، ارزش‌گذاری اختیار واقعی[1] روش دیگری است که برای محاسبه عدم قطعیت رایج می‌باشد. کاربرد مفاهیم ارزیابی اختیارات واقعی در ارزش‌گذاری دارایی واقعی در نظریات مالی و اقتصادی به طور پیوسته در حال رشد می‌باشد؛ در چند سال گذشته بسیاری از مطالعات روش ارزش‌گذاری اختیارات واقعی را به عنوان یک تکنیک امیدوارکننده برای ارزش‌گذاری سرمایه‌گذاری‌ها به ویژه در منابع طبیعی تحت شرایط عدم قطعیت ارائه کرده‌اند.

## ۴. روش‌های ارزش‌گذاری اختیارات واقعی

برای معرفی برخی مدل‌های ارزش‌گذاری، انتخاب و توصیف متغیرهای اصلی که بر ارزش اختیارات واقعی تأثیر می‌گذارد مهم است. رویکرد اختیارات واقعی توسعه تئوری اختیارات مالی به حوزه اختیارات دارایی‌های واقعی/ غیرمالی است. اختیارات تصمیمات احتمالی هستند که فرصت تصمیم‌گیری را پس از آشکار شدن عدم اطمینان فراهم می‌کنند. عدم‌قطعیت و توانایی عامل در پاسخ به آن (انعطاف‌پذیری) منبع ارزش یک

1. Real options valuation

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

اختیار است. در صورت امکان، ارزش‌گذاری اختیارات واقعی با ارزش‌داریی‌های بازار مالی همسو می‌شود.

بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها شامل ارزش‌گذاری اختیارت هستند. برخلاف رویکرد سنتی که از جریان‌های نقدی مورد انتظار برای ارزش‌گذاری پروژه‌های سرمایه‌گذاری استفاده می‌کند، رویکرد اختیارت واقعی کل توزیع جریان‌های نقدی را در نظر می‌گیرد و به شرکت اجازه می‌دهد در طول سرمایه‌گذاری واکنش نشان دهد و تصمیم بگیرد.

بنابراین، انعطاف‌پذیری می‌تواند جزء مهمی از ارزش برای بسیاری از پروژه‌های سرمایه‌گذاری باشد و چارچوب قیمت‌گذاری اختیار ابزار قدرتمندی برای تجزیه و تحلیل چنین انعطاف‌پذیری فراهم می‌کند.

سه روش اصلی برای حل مسائل ارزش‌گذاری اختیار وجود دارد: رویکرد برنامه نویسی پویا، معادلات دیفرانسیل جزئی و رویکرد شبیه‌سازی.

**روش اول:** رویکرد اول از تکنیک‌های برنامه‌نویسی پویا[1] برای طرح‌بندی نتایج احتمالی آینده استفاده می‌کند و ارزش استراتژی آینده بهینه را با استفاده از توزیع‌های ریسک خنثی کاهش می‌دهد. روش دو جمله‌ای یک رویکرد برنامه نویسی پویا است که به طور گسترده برای ارزش‌گذاری اختیارات ساده استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از آن برای قیمت‌گذاری اختیارات نوع آمریکایی استفاده کرد. با این حال، این روش راه حل، زمانی ناکافی می‌شود که عوامل متعددی بر ارزش اختیار تأثیر می‌گذارد یا زمانی که وابستگی‌های مسیر افزایش می‌یابد.

1. Dynamic Programming

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

**روش دوم:** معادلات دیفرانسیل جزئی[1] که اکثر مشکلات قیمت‌گذاری اختیارت در روش اول را، حل می‌کند. این رویکرد در موارد بسیار کمی منجر به راه‌حل‌های بسته می‌شود، مانند معادله بلک-شولز برای اختیار خرید اروپایی. در اکثر مسائل ارزش‌گذاری اختیار، معادلات دیفرانسیل جزئی باید به صورت عددی حل شود. این یک روش بسیار منعطف است و برای ارزش‌گذاری اختیارات آمریکایی مناسب است. اما یافتن راه حل زمانی که بیش از سه متغیر حالت وجود داشته باشد بسیار پیچیده می‌شود. بنابراین، معادلات دیفرانسیل جزئی یک روش ناکافی برای حل مسائل پیچیده‌تر اختیار واقعی است. علاوه بر این، این روش از نظر فنی پیچیده است زیرا به شرایط مرزی نیاز دارد.

**روش سوم:** یک روش دیگر برای حل مسائل قیمت‌گذاری اختیارات واقعی، شبیه‌سازی[2] است. رویکرد شبیه‌سازی بسیار قدرتمند است. با این حال، آینده‌نگر نیز است در حالی که اعمال بهینه یک اختیار آمریکایی دارای ویژگی‌های برنامه‌نویسی پویا است.

لانگستاف و شوارتز[3] (۲۰۰۱) یک رویکرد شبیه‌سازی برای ارزش‌گذاری اختیارات آمریکایی ایجاد کردند. یک اختیار آمریکایی به دارنده خود این حق را می‌دهد که در چندین نقطه از زمان (تعداد محدود) قبل از تاریخ سررسید آن را اعمال کند. در هر نقطه اعمال، دارنده به طور بهینه مقدار اعمال فوری را با مقدار ادامه مقایسه می‌کند. همان‌طور که تئوری استاندارد نشان می‌دهد که ارزش ادامه می‌تواند به عنوان ارزش مورد انتظار مشروط جریان‌های نقدی آتی تنزیل شده بیان شود، ایده اصلی پشت رویکرد شبیه‌سازی

1. PDE
2. Simulation
3. Longstaff, F. A., & Schwartz

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]
[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

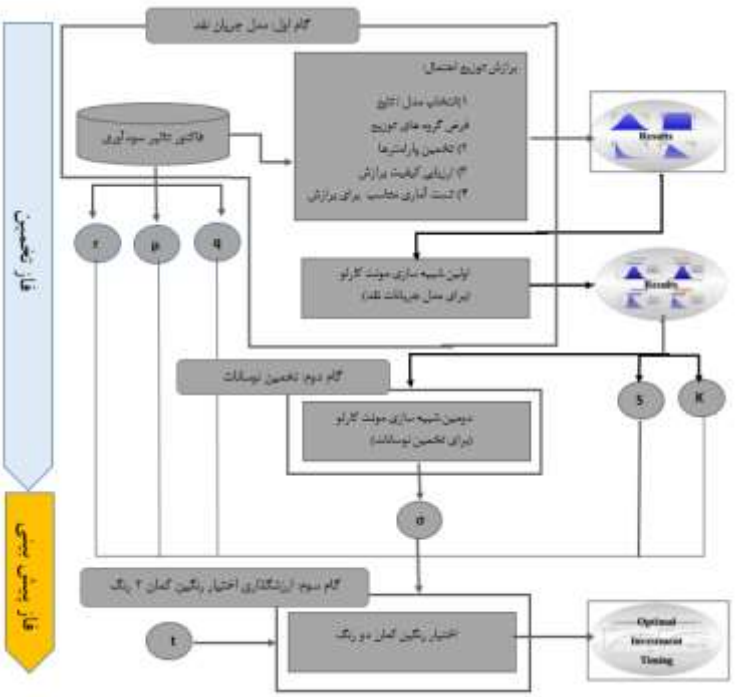
این است که ارزش مورد انتظار مشروط ادامه را می‌توان از اطلاعات مقطعی شبیه‌سازی تخمین زد. در بین هر سه روش حل، مفیدترین ابزار برای حل مسائل ارزش‌گذاری اختیارات واقعی، رویکرد شبیه‌سازی است. که به راحتی برای مدل‌های چند عاملی اعمال می‌شود و به طور مستقیم برای مسائل وابسته به مسیر قابل اعمال است. علاوه بر این، به متغیرهای حالت، این فرصت را می‌دهد تا فرآیندهای تصادفی کلی را دنبال کنند.

## ۵. روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی است. جامعه آماری پـژوهش، شرکت صبا فولاد خلیج فارس است و مورد بررسی قابل تعمیم به سایر صنایع تولیدی می‌باشد. برای ارزش‌گذاری اختیارات واقعی در جهت بهینه نمودن سرمایه‌گذاری، ابتدا یک مدل جریان نقدی با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای برآورد کردن فرآیند مارکوف در پروژه پیشنهاد می‌شود. شکل شماره(۱) چارچوب ارزش‌گذاری اختیارات واقعی را نشان می‌دهد و می‌توان آن را به دو مرحله تقسیم کرد، یک فاز تخمین و یک فاز پیش‌بینی، فاز تخمین توزیع قیمت دارایی زیربنایی را از طریق داده‌های تاریخی درآمد و بهای تمام شده تعیین می‌کند. توزیع بدست‌آمده از فاز تخمین به عنوان پارامتر مهم ورودی در بخش ۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد. فاز پیش‌بینی ارزش پروژه را از طریق تغییر زمان به بلوغ از یک سال به ۲۰ سال بعد پیش‌بینی می‌کند. ارزش پیش‌بینی می‌تواند برای تعیین زمان بهینه سرمایه‌گذاری استفاده شود زیرا نشان‌دهنده ارزش پروژه در آن زمان است.

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]




| | | |
|---|---|---|
| انحراف معیار قیمت دارایی پایه=σ | قیمت اعمال (قیمت توافقی)=K | قیمت پایه (دارایی پایه)=S |
| زمان تا سررسید (سال)=t | بازده مورد انتظار=μ | سود نقدی پرداختی =q |

شکل ۱. نمایش چارچوب ارزش‌گذاری اختیارات واقعی

## ۱-۵. مدل جریان نقد

برای ساخت مدل جریان نقدینگی، گام اول تعریف عوامل موثر بر ارزش پروژه است. در این تحقیق دو عامل اصلی درآمد و بهای تمام شده از مؤلفه‌های یک صورت پیش‌فرم درآمد ارائه شده است. برازش توزیع احتمال با استفاده از نرم‌افزار excel محاسبه می‌شود (بخش اول جدول ۱).

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

جدول ۱. خلاصه‌ای از شبیه‌سازی مونت‌کارلو

| سازی مونت کارلوشبیه | های ورودی‌داده | های خروجی‌داده | فرآیند |
|---|---|---|---|
| اولین مونت کارلو | توزیع احتمال عوامل موثر بر سودآوری | توزیع احتمال ارزش فعلی جریان نقد ورودی و خروجی | مدل جریان نقد ( اجرای فرآیند مارکوف) |
| دومین مونت کارلو | توزیع احتمال ارزش فعلی جریان نقد ورودی و خروجی | توزیع احتمال ورودی و خروجی نقدینگی استاندارد شده با توزیع نرمال | تخمین نوسان |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## ۲-۵. تخمین نوسان

هدف از دومین مرحله شبیه‌سازی، شبیه‌سازی نوسانات نرخ بازده در دارایی‌های اساسی است (بخش دوم جدول ۱). این موضوع با تبدیل اولین خروجی‌های شبیه‌سازی به ارزش فعلی و استفاده از آنها به عنوان ورودی برای شبیه‌سازی دوم به دست می‌آید. با استفاده از توزیع احتمال دارایی پایه از اولین شبیه‌سازی، امکان تبدیل توزیع نرخ بازده برای دارایی پایه استاندارد شده به توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ۱ برای اجرای فرآیند وینر[1] وجود دارد. فرمول بدست آوردن ارزش فعلی تبدیل شده به شرح زیر است:

$$PV_n = Std \times rand(x_n) + Mean \qquad (۱)$$

1. Weiner Process

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

که در آن، $PV_n$ برابر ارزش فعلی، $Std$ برابر مقدار انحراف استاندارد از توزیع احتمال دارایی پایه، $Mean$ برابر مقدار میانگین از توزیع احتمال دارایی پایه، $rand(x_n)$ مولد متغیر تصادفی است که به وسیله توزیع نرمال استاندارد سازی شده است و n تعداد آزمایشات از شبیه‌سازی دوم است.

نرخ بازده مورد انتظار نیز با استفاده از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$k_n = \ln\left(\frac{PV_n + 1}{PV_n}\right) \qquad (۲)$$

که در آن $k_n$ ، نرخ بازده مورد انتظار است.

نتیجه انحراف معیار نرخ بازده مورد انتظار برای نوسانات اختیارات واقعی استفاده می‌شود.

### ۳-۵. ارزش‌گذاری اختیار رنگین‌کمان دو رنگ:

فرضیه اساسی این است که ارزش دارایی‌های اساسی باید بیشتر از صفر باشد. در این مطالعه از اختیارات رنگین‌کمان با ۲ رنگ استفاده می‌شود که به آن ارزش‌گذاری اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ[1] می‌گویند.

طبق نظر مارک روبینشتاین[2] اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ، اختیاراتی برای نوسان دو دارایی هستند که نمی‌توانند به عنوان اختیاراتی تنها برای یک دارایی اساسی تفسیر شود. او در کتاب خود اختیارات رنگین‌کمان را به ده نوع دسته‌بندی می‌کند (مارک روبینشتاین، ۱۹۹۸). در بین ده نوع اختیار، این مطالعه از یک نوع اختیار خرید/فروش دوگانه مناسب کارخانه تولید محصولات فولادی استفاده می‌کند. بنابراین معادله در سررسید عبارت است از:

1. Two-color rainbow
2. Mark Rubinstein

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

$$\max\left[(S_{in} - K_{in}).(K_{out} - S_{out}).0\right) \quad (۳)$$

که در آن $S_{in}$ و $S_{out}$ به ترتیب برای جریان نقدی ورودی و خروجی دارایی‌های پایه و $K_{in}$ و $K_{out}$ جریانات نقد ورودی و خروجی برای قیمت‌های اعمال (توافقی) هستند. همچنین:

$$K_{in} \neq K_{out} \text{ و } S_{in} \neq S_{out} \quad (۴)$$

$\max[(S_{in} - K_{in}),0]$ به معنی اختیار خرید در سررسید است و ، $\max[(K_{out} - s_{out}),0]$ به معنی اختیار فروش در سررسید است.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد اختیارات اروپایی آن دسته از اختیاراتی هستند که فقط در زمان سررسید قابل اعمال هستند در صورتی که اختیارات آمریکایی را می‌توان در هر زمان تا سررسید اعمال کرد. برای اعمال نقاط بهینه در ارزش‌گذاری اختیارات واقعی، لازم است که امکان اعمال حق تعویق قبل از سررسید در نظر گرفته شود. بنابراین، ارزش‌گذاری اختیارات واقعی احتمالات اختیاری آمریکایی است. این روش قیمت‌های $C_T$ و $C_t$ اختیارات اروپایی با سررسید T و t (t<T) را با استفاده از نقاط بهینه محاسبه می‌کند که این قیمت شرایط حداکثری ($C_T$,$C_t$) را در تعیین قیمت اختیارات آمریکایی تعیین می‌کند.

$$V_{op} = \begin{bmatrix} \left(S_{in,t}e^{-qt}N(d_{in,1}) - K_{in.t}e^{-rt}N(d_{in.2})\right), \\ \left(K_{out,t}e^{-rt}N(d_{out,2}) - S_{out.t}e^{-qt}N(d_{out,1})\right), \\ 0 \end{bmatrix} \quad (۵)$$

که در آن،

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

$$d_{in.1} = \frac{\ln(\frac{S_{in.t}}{K_{in.t}}) + (r - q + \frac{1}{2}\sigma_{in}^2)t}{\sigma_{in}\sqrt{t}} \quad (۶)$$

$$d_{in.2} = \frac{\ln(\frac{S_{in.t}}{K_{in.t}}) + (r - q - \frac{1}{2}\sigma_{in}^2)t}{\sigma_{in}\sqrt{t}} = d_{in.1} - \sigma\sqrt{t} \quad (۷)$$

$$d_{out.1} = \frac{\ln(\frac{S_{out.t}}{K_{out.t}}) + (r - q + \frac{1}{2}\sigma_{out}^2)t}{\sigma_{out}\sqrt{t}} \quad (۸)$$

$$d_{out.2} = \frac{\ln(\frac{S_{out.t}}{K_{out.t}}) + (r - q - \frac{1}{2}\sigma_{out}^2)t}{\sigma_{out}\sqrt{t}} = d_{out.1} - \sigma\sqrt{t} \quad (۹)$$

(t=1,2,…..T که t سررسید اختیار می‌باشد).

در رابطه‌های فوق، N(x) یک تابع توزیع احتمال تجمعی x برای یک توزیع نرمال استاندارد، Sin ارزش فعلی جریان نقدی به عنوان دارایی پایه، Kin ارزش فعلی جریان نقدی خروجی به عنوان قیمت اعما ، σin نوسان نرخ بازده مورد انتظار جریان نقد است، Sout, t ارزش فعلی جریان نقد خروجی دارایی پایه، Kout, t ارزش فعلی جریان نقد ورودی به عنوان قیمت اعمال، σout نوسانات نرخ بازده جریان خروجی نقدی، r نرخ بهره بدون ریسک، و q هزینه فرصت برای تاخیر پروژه (پرداخت سود سهام) است.

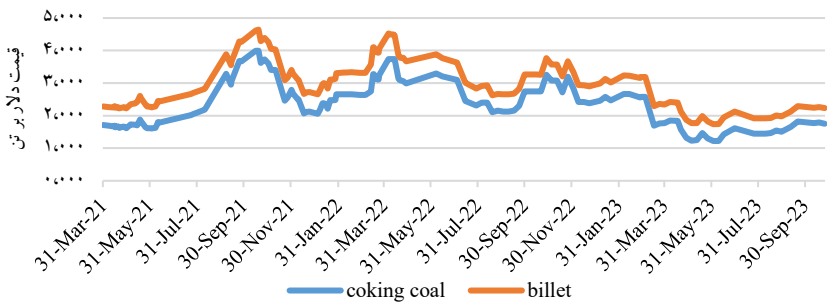
فرض می‌شود مقدار اختیار با ارزش پروژه همبستگی دارد. بنابراین سرمایه‌گذاران می‌توانند زمان t را از بالاترین ارزش اختیار به عنوان زمان سرمایه‌گذاری بهینه انتخاب کنند.

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

## ۶. یافته‌ها

قیمت محصولات فولادی با قیمت مواد اولیه مثل زغال سنگ همبستگی مثبت نزدیک به یک دارد (شکل ۲). برای غلبه بر نوسانات صنعت و سایر مسائل و اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری قابل‌اعتماد، سرمایه‌گذاران باید اختیاراتی را برای تعویق پروژه کارخانه فولاد و پیشنهاد زمان‌بندی بهینه سرمایه‌گذاری ارزیابی کنند.




شکل ۲. روند قیمتی فولاد و مواد اولیه آن

### ۶-۱. گردآوری داده‌ها و پارامترهای پروژه

این مطالعه به بررسی یک مورد جریان نقدی برای پروژه کارخانه فولاد در ایران می‌پردازد که شامل عوامل تأثیرگذار بر سودآوری بر اساس داده‌های پروژه در آن زمان فرض شده است. در ابتدا درآمد که از عامل موثر بر سودآوری می‌باشد، از حاصل‌ضرب قیمت در مقدار مورد محاسبه قرار می‌گیرد. توزیع ضریب تأثیر سودآوری از طریق نوسانات سالانه قیمت واحد محصول حاصل می‌شود.

در ادامه، توزیع جریان نقد خروجی که ناشی از بهای تمام شده می‌باشد و از عوامل تأثیرگذار بر سودآوری و خروج وجه نقد هست و نشان‌دهنده رشد هزینه در توزیع می‌باشد

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

محاسبه می‌شود. براساس شرکت مورد بررسی، پروژه طراحی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و توزیع ضریب تأثیر سودآوری با انعکاس نوسانات تغییرات نرخ بازدهی جریانات نقدی به دست می‌آید.

برای محاسبه مدل جریان نقدینگی نیاز به متغیرهای دیگری است. این متغیرها شامل میانگین موزون هزینه سرمایه (WACC)[1]، هزینه حقوق صاحبان سهام (CoE) [2]، هزینه بدهی قبل از مالیات (CoD) [3]، نسبت بدهی به سرمایه [4] و نرخ مالیات شرکت‌ها (t) است که نحوه محاسبه آنها در رابطه‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است. برای محاسبه هزینه سهام از مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای استفاده شده است. این مدل همچنین شامل نرخ بدون ریسک r، حق بیمه ریسک بازار $r_m$ و بتا $\beta$ است. هزینه بدهی به نرخ بهره استقراض در تأمین مالی پروژه اشاره دارد.

$$CoE = r + \beta \times (R_m - r) \quad (۱۰)$$

$$WACC = (1 - DC_{ratio}) \times CoE + DC_{ratio} \times CoD \times (1 - tax) \quad (۱۱)$$

برای محاسبه سودآوری پروژه، به دست آوردن نرخ تنزیل ($\mu$) ضروری است . این معیار یک شاخص برای ریسک‌های پروژه است:

$$\mu = WACC + Country\ risk\ premium \quad (۱۲)$$

1. Weighted average cost of equity (WACC)
2. Cost of Equity (COE)
3. Cost of Debt (COD)
4. DC ratio

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

### ۲-۶. مثال عددی

ایران با بیش از ۵۳ میلیارد تن ذخایر معادنی (بدون در نظر گرفتن نفت و گاز طبیعی) دوازدهمین کشور بزرگ معدنی جهان می‌باشد و عملیات اکتشافی انجام شده وجود ۶۰ نوع ماده معدنی مختلف را در سطح کشور به اثبات رسانده و ۱۴ نوع ماده معدنی دیگر نیاز در حال اکتشاف می‌باشد که از این جهات در کمتر کشوری چنین تنوع مواد معدنی وجود دارد. بر اساس بررسی‌های انجام شده، ایران روی یکی از کمربندهای مهم معدنی قرار گرفته که حداقل در ۱۰ نوع ماده معدنی به عنوان یکی از غنی‌ترین کشورها شناخته شده است. صنایع فولاد طی ساله‌ای گذشته در ایران رشد چشم‌گیری داشته و در بین برنامه‌ریزان اقتصادی و صنعتی نیز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. تلاش برای خصوصی‌سازی این بخش نیز نشان‌دهنده اهمیت دولت به تداوم رشد فعالیت این بخش در اقتصاد کشور است. یکی از معضلات اصلی صنایع فولاد در ایران تأمین مواد اولیه این صنعت بوده که احداث کارخانه تولید بریکت می‌تواند در راستای تأمین مواد اولیه صنعت فولاد و به ویژه اهدافی همچون کمک به افزایش سهم ایران از تولیدات جهانی، مرتفع نمودن بخشی از نیازهای داخلی و تحقق هدف استفاده حداکثر از مواد داخلی مؤثر باشد. جریانات نقدی ورودی ناشی از انجام افزایش سرمایه و همچنین خالص جریانات نقدی ورودی(خروجی) به شرح جدول (۲) می‌باشد.

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

جدول ۲. جریانات نقدی ورودی ناشی از انجام افزایش سرمایه
و همچنین خالص جریانات نقدی ورودی (خروجی)

ارقام به میلیون ریال

| سال | ۱۴۰۵ | ۱۴۰۶ | ۱۴۰۷ | ۱۴۲۳ | ۱۴۲۴ | ۱۴۲۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ارزش فعلی جریان نقد ورودی | ۶۱،۳۳۰،۴۵۳ | ۲۴۰،۱۲۷،۵۷۸ | ۲۵۰،۲۵۵،۰۶۰ | ۲،۵۶۲،۷۵۶ | ۱،۹۲۷،۲۴۴ | ۱،۴۳۲،۷۹۱ |
| ارزش فعلی جریان نقد خروجی | ۵۵،۶۱۴،۸۴۶ | ۱۹۳،۰۰۱،۲۳۱ | ۱۹۵،۶۷۹،۸۷۹ | ۲،۱۳۸،۶۵۰ | ۱،۶۴۷،۳۵۰ | ۱،۲۴۵،۸۲۴ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

ارزش فعلی خالص (NPV) عبارت است از ارزش فعلی جریان وجوه نقد آتی تنزیل شده منهای ارزش فعلی خالص سرمایه‌گذاری. بر اساس صورت جریان وجوه نقد آتی تنزیل شده و با لحاظ نرخ تنزیل ۴۳ درصدی، خالص ارزش فعلی طرح با استفاده از فرمول ۱۲، بالغ بر ۱۴۴,۶۴۴,۸۹۶ میلیون ریال تعیین می‌گردد.

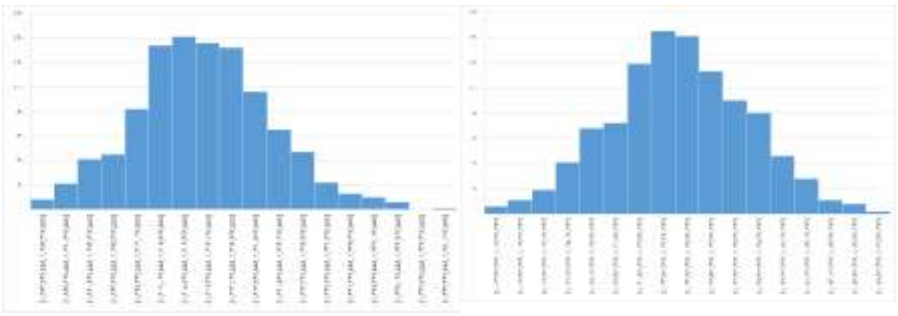
$$NPV = \sum_{t=1}^{N} \frac{R_t}{(1+\mu)^{t-1}} \qquad (۱۳)$$

که در آن، t دوره انجام پروژه ، N مجموع زمان انجام پروژه، $R_t$ جریان نقد سالانه و $\mu$ نرخ تنزیل می‌باشد.

در این تحقیق برای این که به یک شبیه‌سازی قابل اطمینان دست پیدا شود تعداد تکرارهای شبیه‌سازی در ۱۰۰۰ تکرار تنظیم شده است. شکل (۳) توزیع احتمال ارزش فعلی خالص و جدول (۳) مقادیرمتغیرهای ورودی را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]



شکل ۳. توزیع آماری داده‌های مدل

جدول ۳. متغیرهای ورودی

| متغیر | مقدار |
|---|---|
| نرخ بدن ریسک | ٪ ۲۷ |
| بتا | ۱/۰۵ |
| ریسک بازار | ٪ ۳۷ |
| نرخ رشد پایدار | ۵ ۸ |
| نرخ تنزیل | ٪ ۴۳ |
| نرخ بازده مورد انتظار | ٪ ۳۷ |
| نسبت بدهی به سرمایه شرکت | ٪ ۱۶ |
| هزینه بدهی بعد از سرمایه | ٪ ۱۸ |
| مالیات | ٪ ۲۳ |
| میانگین موزون هزینه سرمایه | ٪ ۳۳ |
| نرخ ریسک کشور | ٪ ۱۰ |
| زمان – سال | ۲۰ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

از این توزیع‌ها، می‌توان ارزش فعلی خالص (NPV) احتمالی را با فرض اینکه مقدار میانگین، یک مقدار نماینده برای این توزیع‌ها است، بدست آورد. اگر سرمایه‌گذاران استراتژی سرمایه‌گذاری خاصی نداشته باشند، سرمایه‌گذاری را می‌توان با معیار تنزیل جریانات نقد مورد تأیید قرار داد زیرا ارزش فعلی خالص پروژه بزرگتر از صفر می‌باشد. با این حال، ارزش فعلی خالص احتمالی می‌تواند بسته به ارزش‌های فعلی ورودی و خروجی نقدی متفاوت باشد. در موارد خاص، اگر جریان نقدی ورودی کمتر از مبلغ مشخص و جریان نقدی خروجی ارزشی بالاتر از مبلغی مشخص داشته باشد، خالص ارزش فعلی پروژه منفی خواهد بود و سرمایه‌گذاری باید رد شود. برای مواجهه با این عدم قطعیت‌ها، تعیین زمان سرمایه‌گذاری بهینه که ارزش پروژه را به حداکثر می‌رساند، بسیار مهم است. دومین شبیه‌سازی مونت کارلو برای تخمین نوسان نرخ بازده ارزش فعلی پروژه برای خالص جریانات نقد انجام می‌شود. با جایگزینی مقادیر میانگین و انحراف معیار توزیع جریانات نقد ورودی و خروجی پروژه، ارزش فعلی جریانات نقد ورودی و خروجی با استفاده از معادله (۱) محاسبه و نتایج بدست آمده در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴. معادله ارزش فعلی جریان نقد ورودی و خروجی

| | |
|---|---|
| ارزش فعلی جریان نقد خروجی | $PV_{out.n} = 7.930.944 \times rand(X_{in.n}) + 1.038.903.510$ |
| ارزش فعلی جریان نقد ورودی | $PV_{in.n} = 11.287.638 \times rand(X_{in.n}) + 1.307.222.745$ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در دومین شبیه‌سازی مونت کارلو، تکراری معادل ۱۰۰۰ بار برای تعیین نوسانات نرخ بازده ارزش فعلی پروژه برای جریان نقدی ورودی و خروجی بعمل آمده است. برای انجام

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

محاسبات از رابطه (۲) استفاده شده است و نتایج بدست آمده در جدول (۵) نشان داده شده است:

جدول ۵. نوسانات تخمین زده شده برای جریانات نقد ورودی و خروجی

| | |
|---|---|
| نوسان تخمین زده شده برای جریانات نقد ورودی | ٪ ۰/۰۰۳۸۰ |
| نوسان تخمین زده شده برای جریانات نقد خروجی | ٪ ۰/۰۰۰۳۴۰ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول بالا به عنوان نوسانات برای ارزش‌گذاری اختیارات واقعی استفاده می‌شود. همه عوامل لازم برای اعمال ارزش‌گذاری اختیارات واقعی، به صورت خلاصه در جدول(۶) جمع‌آوری شده است:

جدول ۶. معادله ارزش فعلی جریان نقد ورودی و خروجی

| علامت اختصاری | توضیح | پروژه |
|---|---|---|
| $S_{in,t}$ | ارزش فعلی جریان نقد ورودی دارایی اساسی | ۱،۳۰۷،۲۲۲،۷۴۵ |
| $K_{in,\,t}$ | ارزش فعلی جریان نقد خروجی به عنوان قیمت اعمال | ۱،۰۳۸،۹۰۳،۵۱۰ |
| $\sigma i_n$ | نوسان نرخ بازده مورد انتظار جریانات نقد ورودی | ٪ ۰/۰۰۳۸ |
| $S_{out,t}$ | ارزش فعلی جریان نقد خروجی دارایی اساسی | ۱،۰۳۸،۹۰۳،۵۱۰ |
| $K_{out,\,t}$ | ارزش فعلی جریان نقد ورودی به عنوان قیمت اعمال | ۱،۳۰۷،۲۲۲،۷۴۵ |
| $\sigma_{out}$ | نوسان نرخ بازده مورد انتظار جریانات نقدخروجی | ٪ ۰/۰۰۳۴۰ |
| r | نرخ بدون ریسک | ٪ ۲۷ |
| μ | نرخ تنزیل | ٪ ۴۳ |
| q | هزینه فرصت تاخیر در پروژه | ٪ ۱۷ |

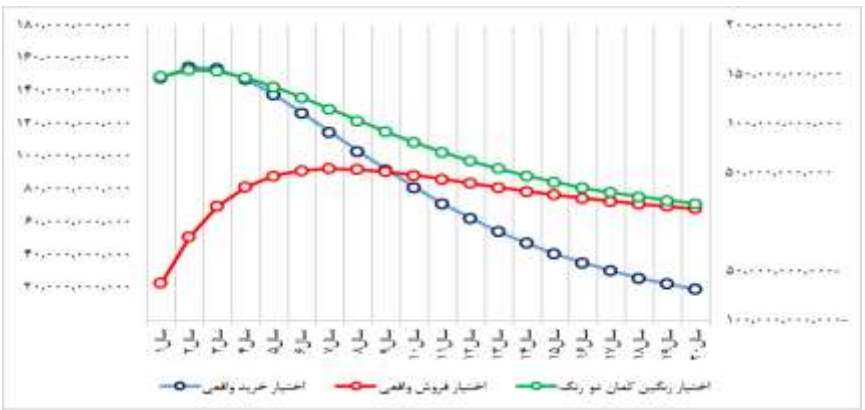
مأخذ: یافته‌های پژوهش

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

عناصر $S_{in}$، $K_{in}$، $S_{out}$، $K_{out}$ از اولین شبیه‌سازی و $\sigma_{in}$ و $\sigma_{out}$ از دومین شبیه‌سازی به دست می‌آیند. برای تعیین نرخ بدون ریسک، میانگینی از نرخ‌های اسناد خزانه کشور در نظر گرفته شده است، $\mu$ ، نرخ تنزیل می‌باشد که بر مبنای مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای به‌دست آمده است و q هزینه فرصت پروژه است که از قیمت بازار ریسک محاسبه شده است.

جایگزینی عناصر جدول بالا برای هر پروژه و سررسید اختیار، t از یک سال تا ۲۰ سال در معادله ۴ قرار گرفته است. در شکل (۴) برای نشان دادن زمان بهینه سرمایه‌گذاری، زمان بر روی محور افقی و قیمت اختیار بر روی محور عمودی قرار دارد. اختیار خرید، زمانی که دارایی پایه جریان نقد ورودی است، قیمت اختیار است و اختیار فروش، زمانی که دارایی پایه جریان نقد خروجی است، قیمت اختیار می‌باشد. در نهایت اختیار رنگین‌کمان، قیمت اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ را، زمانی که دارایی پایه جریان نقد ورودی و خروجی است، نشان می‌دهد.




شکل ۴. مقادیر اختیارات برای تعیین زمان بندی بهینه سرمایه‌گذاری پروژه

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

مطالعه موردی بالا که مربوط به پروژه کارخانه فولاد است به طور موثر تفاوت بین روش مرسوم (ارزیابی اختیارات واقعی) و روش پیشنهادی (اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ) را نشان می‌دهد. نتیجه اختیار رنگین کمان دو رنگ با نتایج مربوط به اختیار واقعی، که مطالعات قبلی برای سنجش زمان سرمایه‌گذاری بهینه استفاده می‌کردند، متفاوت است. مطالعه موردی پروژه کارخانه فولاد تحت تسلط اختیار فروش از طریق خروج نقدی و همچنین اختیار خرید با استفاده از جریان نقدی هنگام تعیین زمان‌بندی بهینه است. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سرمایه‌گذاران باید نوسانات ورودی و خروجی نقدی را در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری بر اساس ارزش اختیار ضمنی و خالص ارزش فعلی در نظر بگیرند. حتی اگر سرمایه‌گذاران تنها با استفاده از روش تنزیل جریانات نقد اقدام به اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری کنند، سرمایه‌گذاری را می‌توان بدون به تعویق انداختن پروژه تأیید کرد زیرا ارزش فعلی خالص بزرگتر از صفر است. با این حال، سرمایه‌گذارانی که می‌خواهند سود را به حداکثر برسانند، می‌توانند از طریق تصمیم‌گیری بر اساس روش پیشنهادی در این مطالعه سود بیشتری ببرند. در علم اقتصاد، سرمایه‌گذاران منطقی در ازای پذیرش ریسک، بازده متناسب با آن ریسک را تقاضا می‌کنند، بنابراین قیمت یک دارایی لزوماً نشان‌دهنده بزرگی ریسکی است که دارایی دارد. سرمایه‌گذاران منطقی بر اساس نتایج این مقاله، در صورتی که ریسک‌های پروژه به طور کامل نمایان شود، بهترین بازده را انتخاب می‌کنند.

این مقاله همچنین شرایطی را تأیید می‌کند که تحت آن اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ پیشنهادی و ارزش‌گذاری اختیارات واقعی موجود نتایج یکسانی را به همراه دارند. پارامترهای $\sigma_{in}$ و $\sigma_{out}$ بر ارزش اختیار تأثیر می‌گذارند، که در آن $\sigma_{in}$ نشان‌دهنده نوسان

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

نرخ بازده در جریان نقدی ورودی و $\sigma_{out}$ نشان‌دهنده نوسانات مذکور برای جریان نقدی خروجی است.

شکل (۴) نشان می‌دهد که ارزش اختیار معامله دارای رابطه نامتقارن هم با جریان نقدی خروجی و هم با جریان نقدی ورودی است. اختیارات رنگین کمان دو رنگ از دو مقدار اختیار تشکیل شده است: اختیار خرید (نوسانات جریان نقدی) و اختیار فروش (نوسانات جریان نقدی خروجی). اساساً، هرچه نوسانات ورودی و خروجی نقدی بیشتر باشد، ارزش اختیار بیشتر است. از آنجایی که نوسانات متناسب با ریسک است، به این معنی است که ارزش ریسک‌ها افزایش می‌یابد. با افزایش نوسانات، زمان‌بندی بهینه سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد و اختیار فروش، زمان‌بندی سرمایه‌گذاری بهینه بیشتری نسبت به اختیار خرید دارد. در ابتدا اختیار خرید دارای شرایطی است که بر ارزش اختیار رنگین کمان حاکم است؛ بنابراین نوسانات جریان نقدی باید بیشتر از جریان نقدی خروجی باشد. در فضای مالی، اختیار خرید معمولاً شرایط معاملاتی مطلوبی در مقایسه با اختیار فروش دارد. درنتیجه، ارزش‌گذاری اختیارات واقعی با عدم تقارن اثر نوسانات نشان داده می‌شود. تحلیل شهودی، نه تحلیل فنی، این مطالب به این مطلب است که این روش مساله‌ای است که در آن باید ترتیب علت و معلول را در نظر گرفت، که در آن، علت برابر نوسانات قیمت سنگ آهن و زغال سنگ و معلول (اثر) تغییرات قیمت فولاد است. بنابراین، می‌توان دریافت که اختیارات فروش به عنوان عامل مهم‌تری نسبت به اختیار خرید رخ می‌دهد، زیرا اختیارات فروش به عنوان یک علت رهبری در پروژه کارخانه فولاد رخ می‌دهد. در مطالعه موردی پروژه کارخانه فولاد، مدل ارزیابی اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ ارائه شده در این مقاله می‌تواند نتایج موثرتری را برای سرمایه‌گذاران ارائه دهد که تفاوت بین نوسانات جریان

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

نقدی درونی و نوسانات جریان نقدی بیرونی زیاد نباشد. این بدان معنی است که مدل ارزیابی اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ می‌تواند به سرمایه‌گذاران کمک کند تا با تصمیم‌گیری منطقی به کارآفرینی پایدار دست یابند. بنابراین، این مطالعه لزوم در نظر گرفتن نوسانات جریان نقدی خروجی در مرحله برنامه ریزی پروژه را از طریق تحلیل حساسیت تأیید می‌کند.

## ۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

برای پایداری اقتصادی، تصمیمات سرمایه‌گذاری مستلزم در نظر گرفتن ویژگی‌های پروژه‌های کارخانه تولیدکننده است که برگشت‌ناپذیر هستند. اگرچه روش‌های سنتی جریان نقدی تنزیل‌شده به‌راحتی با استفاده از داده‌ها اجرا می‌شوند، اما نمی‌توانند نوسان عوامل خطری را که بر ارزش پروژه‌ها تأثیر می‌گذارند، توضیح دهند. بنابراین، رویکردی برای حمایت از تصمیم‌گیری که بتواند به راحتی در روش جریان نقدی تنزیل‌شده ادغام شود و این ریسک‌های پروژه‌ها را منعکس کند، مورد نیاز است. این مطالعه یک پروژه کارخانه فولاد را تجزیه و تحلیل کرد و نشان داد که نوسانات در ارزش فعلی جریان نقدی پروژه، بر خلاف مدل‌های ارائه شده در مطالعات قبلی، عوامل تعیین‌کننده در ارزش پروژه هستند. برای اعمال این عوامل، برخلاف ارزش‌گذاری اختیارات واقعی معمولی، این مطالعه ارزش‌گذاری اختیارات واقعی را برای اختیارات رنگین‌کمان دو رنگ اعمال کرد. به طور مؤثر، این مطالعه تأیید کرد که ارزش اختیارات تحت تأثیر نوسانات در ارزش فعلی جریان‌های نقدی است که با تغییر دو عامل عدم قطعیت، تحلیل حساسیت بینش‌های قابل توجهی را برای زمان‌بندی بهینه سرمایه‌گذاری ارائه می‌دهد و عامل غالب برای یک نوع

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

اختیار را روشن می‌کند. این مطالعه به یافته‌ای کمک می‌کند که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران هنگام سرمایه‌گذاری در پروژه‌های توسعه پایدار، جریان نقدی خروجی را اولویت‌بندی می‌کنند. اگر قرار است پروژه‌هایی از تصمیم‌گیری در مورد ارزش‌گذاری اختیارات واقعی پشتیبانی کنند، مانند یک پالایشگاه، نیروگاه، صنعت هوانوردی، صنعت خودرو و صنعت نیمه‌رسانا، که در آن پروژه هم موقعیت فروشنده و هم خریدار در نظر گرفته می‌شود، پیشنهاد می‌شود که از مدل آپشن‌های رنگین کمان دو رنگ استفاده شود. با این حال، این مطالعه دارای دو محدودیت است. اول، در مدل بلک شولز فقط نوسانات دارایی پایه در نظر گرفته و نوسان قیمت اعمال را در نظر نمی‌گیرد. برای غلبه بر این موضوع، این مطالعه ترکیب نوسانات جریان نقدی ورودی و خروجی نقدی را به عنوان انواع مختلف اختیارات بر اساس ارزش‌گذاری اختیارات جدید پیشنهاد کرد. دوم، این مطالعه چندین عامل تأثیر سودآوری را در مدل جریان نقدی در نظر گرفت، اما فرض کرد که مدل جریان نقدی به‌طور مستقل در هر ضریب تأثیر سودآوری ساخته شده است، زیرا این مطالعه اولین شبیه‌سازی مونت کارلو را بر اساس هر ضریب تأثیر سودآوری بدون رابطه بین سودآوری انجام داد. عوامل تأثیر پیشنهادات آتی می‌توانند با استفاده از تئوری‌های آماری یا روش‌های داده‌کاوی، تخمین‌های دقیق‌تر و معقول‌تری از جریان نقدی ارائه دهند تا همبستگی بین هر فاکتور تأثیر سودآوری را تعیین کنند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری هوش مصنوعی می‌تواند به سرمایه‌گذاران در تصمیم‌گیری از طریق ارزیابی پایداری اقتصادی با استفاده از دقیق‌تر کمک کند.

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

## منابع

**Buckley P.J. & M.C. Casson** (2017). *Models of the multinational enterprise*. In International Business (pp. 445-468). Routledge. https://www.jstor.org/stable/155586

**Dixit A. K. & R. Pindyck** (1994). *Investment under uncertainty princeton univ*. Press, Princeton, New Jersey. https://doi.org/10.2307/j.ctt7sncv

**Graham J. & C. Harvey** (2002). "How do CFOs make capital budgeting and capital structure decisions". *Journal of applied corporate finance*, 15(1), 8-23. https://doi.org/10.2139/ssrn.795374

**Kim Y., Shin K., Ahn J. and E.B. Lee** (2017). "Probabilistic cash flow-based optimal investment timing using two-color rainbow options valuation for economic sustainability appraisement". *Sustainability*, 9(10), 1781 https://doi.org/10.3390/su9101781

**Krychowski C. and B.V. Quélin** (2010). Real options and strategic investment decisions: can they be of use to scholars? Academy of Management Perspectives, 24(2), 65-78. https://doi.org/10.5465/amp.24.2.65

**Kulatilaka N. and L. Trigeorgis** (1994). "The general flexibility to switch: Real options revisited". International Journal of Finance, 6(2). https://doi.org/10.2307/3665939

**Longstaff F. A. and E.S. Schwartz** (2001). "Valuing American options by simulation:v a simple least-squares approach". *The review of financial studies*, 14(1), pp.113-147.

**Janney J.J. and G.G. Dess** (2004). "Can real options analysis improve decision-making? Promises and pitfalls". *Academy of Management Executive*, No.18, pp. 60–75.
https://doi.org/10.5465/AME.2004.15268687

**McGrath R. G.** (1999). *Falling forward: Real options reasoning and entrepreneurial failure*. Academy of Management Review, No.24, pp. 13–30. https://doi.org/10.2307/259034

**Mun J.** (2002). *Real options analysis: Tools and techniques for valuing strategic investments and decisions*. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.

**Myers S.C.** (1977). "Determinants of corporate borrowing". *Journal of Financial Economics*, 5, pp. 147–175. https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90015-0

**Näsäkkälä E. and S.E. Fleten** (2005). "Flexibility and technology choice in gas fired power plant investments". *Review of Financial Economics*, 14(3-4), pp.371-393. https://doi.org/10.1016/j.rfe.2005.01.001

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]

**Pinto C.B., Brandão L. and W.J. Hahn** (2007). "Modeling switching options using mean reverting commodity price models". In 11th International Conference on Real Options (pp. 6-9).

**Sanchez R.** (1993). "Strategic flexibility, firm organization, and managerial work in dynamic markets: a strategic options perspective". *Advances in Strategic Management,* No. 9, pp. 251-291.

**Rubinstein Mark** (1998). "Derivatives: a PowerPlus Picture Book", In-The-Money Publisher, Cornell University, ISBN: 0966586050, 9780966586053.

**Schoemaker P. J.** (1995). "Scenario planning: a tool for strategic thinking". *Sloan Management Review*, No. 36, pp. 25–40.

**Sodal S., Koekebakker S. and R. Aadland** (2008). "Market switching in shipping—A real option model applied to the valuation of combination carriers". *Review of Financial Economics*, 17(3). pp. 183-203. https://doi.org/10.1016/j.rfe.2007.04.001

**Steensma K.H. and K.G. Corley** (2001). "Organizational context as a moderator of theories on firm boundaries for technology sourcing". *Academy of Management Journal*, 44(2). pp. 271−291. https://doi.org/10.2307/3069455

**Trigeorgis L.** (1996). Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation. MIT press.

**Tong T.W. and J.J. Reuer** (2007). "Real options in multinational corporations: Organizational challenges and risk implications". *Journal of International Business Studies*, No. 38, pp. 215-230. https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400260

**Vassolo R.S., Anand J. & T.B. Folta** (2004). "Non-additivity in portfolios of exploration activities: A real options-based analysis of equity alliances in biotechnology". *Strategic Management Journal*, 25(11). 1045-1061. https://doi.org/10.1002/smj.414

**Williamson O. E.** (1985). *The economic institutions of capitalism*. New York: Free Press.

[ Downloaded from qjfep.ir on 2026-11-26 ]

[ DOI: 10.61882/qjfep.13.50.60 ]