فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۸، شماره ۱۰۶، پاییز ۱۴۰۴(جلد اول)

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره هشتم)
شماره ۱۰۶ / پاییز ۱۴۰۴ (جلد اول)/ صص ۷۷-۹۵

# مدل‌های پیشرفته پیش‌بینی ارزش و ریسک استارتاپ‌ها با بهره‌گیری از مهندسی مالی و شبیه‌سازی مونت کارلو

**دکتر جواد عین آبادی**
استادیار گروه مالی و حسابداری، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران.
javad.einabadi@iranian.ac.ir
**ایمان طالبی**
دانشجوی کارشناس ارشد مالی- مهندسی مالی و مدیریت ریسک، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران.
(نویسنده مسئول)
t_iman_t@yahoo.com

## چکیده
این پژوهش به تحلیل ارزش و ریسک استارتاپ‌های ایرانی در مواجهه با عدم‌قطعیت‌های مالی و عملیاتی می‌پردازد. هدف مطالعه، ارائه چارچوبی ریسک محور و واقع‌بینانه برای ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها و حمایت از تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و بنیان‌گذاران است. در این تحقیق، داده‌های کمی از ۱۰ تا ۲۰ استارتاپ منتخب در حوزه‌های فناوری اطلاعات، خدمات دیجیتال، تجارت الکترونیک، فناوری مالی و سلامت دیجیتال جمع‌آوری شد. متغیرهای کلیدی شامل درآمد، نرخ رشد، Burn Rate، CAC، نرخ ریزش مشتری Churn، ارزش طول عمر مشتری LTV و حاشیه سود EBITDA مدل‌سازی شدند. برای تحلیل عدم‌قطعیت‌ها، شبیه‌سازی مونت‌کارلو با ۱۰۰۰ تکرار اجرا شد و توزیع‌های احتمالی جریان نقدی و ارزش خالص فعلی NPV استارتاپ‌ها استخراج گردید. تحلیل حساسیت و نمودار Tornad نشان داد که نرخ رشد درآمد، CAC و Burn Rate بیشترین تأثیر را بر ارزش و ریسک استارتاپ‌ها دارند. همچنین، سناریوهای بدبینانه، پایه و خوش‌بینانه دامنه احتمالات ارزش و احتمال کمبود نقدینگی را روشن کردند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تحلیل probabilistic و مدل‌های Real Options امکان برنامه‌ریزی مرحله‌ای و مدیریت انعطاف‌پذیر را فراهم می‌کند، ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهد و تصمیمات سرمایه‌گذاران و بنیان‌گذاران را آگاهانه‌تر می‌سازد. یافته‌ها تأکید می‌کنند که مدل‌های پیشرفته ارزش‌گذاری، تحلیل سناریو و ابزارهای ریسک، ابزارهای مؤثری برای مدیریت عدم‌قطعیت در اکوسیستم استارتاپی هستند و می‌توانند پایه‌ای برای پژوهش‌های آینده با بهره‌گیری از هوش مصنوعی و داده‌های بلادرنگ فراهم کنند.

**واژگان کلیدی:** استارتاپ، ارزش‌گذاری، ریسک، شبیه‌سازی مونت‌کارلو، جریان نقدی.

## مقدمه
در دهه‌های اخیر، استارتاپ‌ها به‌عنوان یکی از محرک‌های اصلی نوآوری، رشد اقتصادی و تحول ساختارهای صنعتی شناخته شده‌اند. این شرکت‌های نوپا به‌واسطه فناوری‌های نوین، مدل‌های کسب‌وکار خلاقانه و ظرفیت بالای مقیاس‌پذیری، قادرند در مدت زمان کوتاه ارزش‌آفرینی چشمگیری ایجاد کنند. با این حال، ارزش‌گذاری و تحلیل ریسک آن‌ها همچنان از پیچیده‌ترین چالش‌های حوزه مالی و سرمایه‌گذاری است؛ چالشی که عمدتاً از ماهیت پویا، نبود داده‌های تاریخی قابل اتکا و نرخ بالای عدم‌قطعیت در فعالیت این کسب‌وکارها ناشی می‌شود (دامودارن، ۲۰۱۲).

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

به‌دلیل ثبات‌نداشتن جریان‌های نقدی، ریسک‌های فناورانه، عدم‌قطعیت بازار، رقابت شدید و وابستگی بالا به تیم مدیریتی، روش‌های سنتی ارزش‌گذاری نظیر جریان نقدی تنزیل‌شده DCF، ارزش‌گذاری مقایسه‌ای و ارزش خالص دارایی‌ها توانایی محدودی در برآورد ارزش واقعی استارتاپ‌ها دارند. این مدل‌ها بر فرضیات قطعی و رفتار ایستا استوارند و بنابراین نوسان‌پذیری زیاد و احتمال شکست ذاتی استارتاپ‌ها را به‌درستی منعکس نمی‌کنند (احمدی، ۱۳۹۸؛ گورنال و استربولوف، ۲۰۲۰).

در سال‌های اخیر، رویکردهای مبتنی بر مهندسی مالی و مدل‌سازی تصادفی جایگاه مهمی در ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها یافته‌اند. شبیه‌سازی مونت‌کارلو با تعریف توزیع‌های احتمالی برای متغیرهایی مانند رشد درآمد، هزینه‌ها، نرخ سوخت سرمایه و احتمال جذب سرمایه‌گذار، امکان برآورد طیف وسیعی از نتایج و سناریوهای بالقوه را فراهم می‌سازد. این روش علاوه بر محاسبه ارزش مورد انتظار، معیارهایی همچون انحراف معیار، ارزش در معرض خطر VaR، ارزش مشروط در معرض خطر CVaR و احتمال شکست را نیز تخمین می‌زند (گلاسرمن، ۲۰۰۳؛ مون، ۲۰۱۵).

در کنار این رویکرد، مدل‌های گزینه‌های واقعی نیز به‌طور فزاینده‌ای برای ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها به‌کار گرفته شده‌اند. این روش‌ها با بهره‌گیری از نظریه قیمت‌گذاری اختیار معامله، انعطاف‌پذیری مدیریتی—مانند امکان تعویق، توقف، تغییر مسیر (Pivot)، توسعه محصول یا ورود به بازار جدید—را بخشی از ارزش شرکت در نظر می‌گیرند. مدل‌هایی چون Black–Scholes و نسخه‌های تعدیل‌شده مدل Datar–Mathews چارچوب‌های رایجی در این حوزه‌اند (تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷).

پیشرفت‌های اخیر در یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بزرگ نیز ابزارهای ارزش‌مندی برای برآورد احتمال موفقیت یا شکست استارتاپ‌ها فراهم کرده‌اند. استفاده از داده‌های پلتفرم‌هایی مانند CrunchBase و PitchBook در کنار الگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌تواند پیش‌بینی‌های دقیق‌تری از رشد و عملکرد آینده ارائه دهد. ترکیب این مدل‌ها با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، چارچوب‌های تلفیقی جدیدی ایجاد کرده است که در آن تحلیل داده‌محور با مدل‌سازی احتمالاتی یکپارچه می‌شود (پوتانین و همکاران، ۲۰۲۳).

مطالعات جدید نشان می‌دهد که رویکردهای مبتنی بر ریسک—نظیر شبیه‌سازی چندسناریویی، تحلیل حساسیت پیشرفته و آزمون تنش—(Stress Testing) دقت تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران را افزایش داده و عدم‌قطعیت‌های محیطی را بهتر بازتاب می‌دهد (ارنست و هکر، ۲۰۲۱). این ابزارها امکان بررسی دامنه تغییرات پارامترهای کلیدی و ارزیابی اثر رویدادهای پیش‌بینی‌نشده را فراهم می‌کنند.

در مجموع، ترکیبی از شبیه‌سازی مونت‌کارلو، مهندسی مالی، گزینه‌های واقعی و مدل‌های هوش مصنوعی می‌تواند چارچوبی جامع و واقع‌گرایانه برای ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها ارائه دهد. این رویکرد نه‌تنها شناخت دقیق‌تری از ریسک و عدم‌قطعیت فراهم می‌کند، بلکه موجب افزایش شفافیت، بهبود کارایی و ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری خطرپذیر می‌شود (جعفری، ۱۳۹۹).

## پیشینه پژوهش

### زمینه کلی و ضرورت تحقیق

ارزش‌گذاری و سنجش ریسک استارتاپ‌ها از موضوعات محوری در اقتصاد نوآوری و مالیه شرکتی است. اهمیت این حوزه به ماهیت نوپایی استارتاپ‌ها، فقدان سوابق مالی پایدار و عدم‌قطعیت‌های بالای فناوری و بازار بازمی‌گردد. این عوامل باعث می‌شوند روش‌های سنتی ارزش‌گذاری مانند جریان نقدی تنزیل‌شده DCF یا روش‌های مقایسه‌ای بازار در برآورد ارزش واقعی محدودیت داشته باشند (دامودارن، ۲۰۱۲؛ کاپلان و شوآر، ۲۰۰۵).

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

پژوهش‌های اولیه عمدتاً بر جریان نقدی تاریخی یا مقایسه با شرکت‌های مشابه تمرکز داشته‌اند، اما در مواجهه با نوسانات شدید، عدم‌قطعیت‌های غیرخطی و پیچیدگی‌های ساختار مالکیتی استارتاپ‌ها ناکارآمد هستند (احمدی، ۱۳۹۸؛ سالمن، ۱۹۹۰). بسیاری از استارتاپ‌ها جریان نقدی مثبت بلندمدت ندارند و درآمد و هزینه‌هایشان ناپایدار است، که ارزش‌گذاری آن‌ها را با روش‌های سنتی دشوار می‌کند (مون، ۲۰۱۵).

سرمایه‌گذاران خطرپذیر نیازمند ابزارهای کمی پیشرفته هستند که بتوانند توزیع احتمالی بازده و ریسک شکست را مدل‌سازی کرده و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده و مدیریت پرتفوی را ممکن سازند (گامپرز و لرنر، ۲۰۰۱؛ کوتوم و لرنر، ۲۰۰۰). تحقیقات جدید نشان می‌دهند که تلفیق مهندسی مالی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو قابلیت تحلیل کمی عدم‌قطعیت و نوسانات بازار را فراهم می‌آورد و می‌تواند ابزاری علمی برای پیش‌بینی ارزش و ریسک استارتاپ‌ها باشد (گلاسِرمن، ۲۰۰۳؛ تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷؛ مون، ۲۰۱۵). این مدل‌ها همچنین انعطاف‌پذیری تصمیمات مدیریتی را با رویکرد گزینه‌های واقعی کمی‌سازی می‌کنند (دیکسیت و پین دیک، ۱۹۹۴).

در ایران، تحقیقات محدود به مطالعات تحلیلی یا شبیه‌سازی‌های مقدماتی بوده است. برای مثال، احمدی (۱۳۹۸)، به بررسی عدم‌قطعیت در ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها پرداخته و ضرورت استفاده از مدل‌های کمی و سناریوسازی را تأکید کرده است. این شکاف‌ها نشان‌دهنده نیاز به مطالعات تجربی و کاربردی با ترکیب داده‌های واقعی، مهندسی مالی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو هستند.

## روش‌های سنتی ارزش‌گذاری و نقد آن‌ها

روش‌های سنتی مانند جریان نقدی تنزیل‌شده DCF، مضرب‌های بازار و پیش‌بینی درآمد ابزارهای مفیدی برای ارزیابی شرکت‌ها هستند (دامودارن، ۲۰۱۲). با این حال، فرض‌های این روش‌ها—مانند ثبات جریان نقدی، نرخ رشد ثابت و قابلیت برون‌یابی داده‌های تاریخی—در استارتاپ‌ها غالباً برقرار نیست. مطالعات نشان داده‌اند که این روش‌ها حساسیت بالایی به تغییرات فرضیات ورودی دارند و خطاهای کوچک می‌تواند برآورد ارزش را به‌طور قابل توجهی تغییر دهد (کاپلان و شوآر، ۲۰۰۵).

## مهندسی مالی و کاربرد مدل‌های کمی

مهندسی مالی شامل تکنیک‌های کمی، مشتقات مالی و روش‌های عددی برای مدل‌سازی ریسک و قیمت‌گذاری دارایی‌های پیچیده است (گلاسِرمن، ۲۰۰۳).

در ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها، مهندسی مالی دو نقش کلیدی دارد:

- ✓ تبدیل عدم‌قطعیت‌های کلیدی مانند رشد درآمد یا جذب سرمایه‌های آتی به متغیرهای تصادفی با توزیع مشخص.
- ✓ استفاده از ابزارهای مشتقه و مدل‌های گزینه‌های واقعی برای ارزش‌گذاری حق انتخاب‌های مدیریتی مانند تعویق سرمایه‌گذاری یا توسعه محصول (دیکسیت و پین دیک، ۱۹۹۴؛ تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷).

تحقیقات نشان داده‌اند که گزینه‌های واقعی قادر به کمی‌سازی ارزش انعطاف‌پذیری مدیریتی هستند (تری‌گورگیس، ۱۹۹۶).

## شبیه‌سازی مونت‌کارلو: اصول و کاربردها

شبیه‌سازی مونت‌کارلو با نمونه‌برداری تصادفی از توزیع‌های ورودی، توزیع احتمالی خروجی را برآورد می‌کند و برای مسائل غیرخطی و دارای عدم‌قطعیت شدید مناسب است (گلاسِرمن، ۲۰۰۳؛ مون، ۲۰۱۵).

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

در استارتاپ‌ها، این روش برای شبیه‌سازی مسیرهای درآمد، جریان نقدی و سناریوهای جذب سرمایه به کار می‌رود و امکان محاسبه میانگین ارزش انتظاری، واریانس، شاخص‌های درصدی و احتمال شکست را فراهم می‌آورد. مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب مونت‌کارلو با مدل‌های مناسب ورودی خروجی‌های مقاوم‌تر و قابل اطمینان‌تری نسبت به روش‌های نقطه‌ای ارائه می‌دهد (گلاسِرمن، ۲۰۰۳؛ مون، ۲۰۱۵).

## مطالعات تجربی و کاربردها

ادبیات تجربی ارزش‌گذاری و بازده سرمایه‌گذاری خطرپذیر نشان می‌دهد که بازده‌ها پراکنده و دارای توزیع سنگین‌دم هستند (کاپلان و شوآر، ۲۰۰۵).

گامپرز و لرنر (۲۰۰۱)، اهمیت اطلاعات اختصاصی و عدم تقارن اطلاعاتی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران VC را برجسته کرده‌اند، که ضرورت مدل‌های کمی با قابلیت لحاظ کردن این عدم تقارن را نشان می‌دهد.

مطالعات کاربردی نشان می‌دهند که ترکیب گزینه‌های واقعی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو در پروژه‌های تکنولوژیک و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، برآوردهای قابل اطمینان‌تری نسبت به DCF ارائه می‌دهد (دیکسیت و پین دیک، ۱۹۹۴؛ تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷).

## شواهد پژوهشی در بستر ایران و خارج

### مطالعات داخلی

- ✓ احمدی (۱۳۹۸): تحلیل عدم‌قطعیت در ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها و ضرورت سناریوسازی.
- ✓ جعفری (۱۳۹۹): کاربرد شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای آشکارسازی ریسک‌های پنهان سرمایه‌گذاری.
- ✓ کریمی (۱۴۰۰): تشریح مدل‌های ریسک سرمایه‌گذاری با مونت‌کارلو و پیشنهاد عملیاتی در ایران.

### مطالعات خارجی

- ✓ تری‌گورگیس و روئر (۲۰۱۷): چارچوب ترکیب مونت‌کارلو و مهندسی مالی در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری نوآورانه.
- ✓ مون (۲۰۱۵): تحلیل کمی ریسک سرمایه‌گذاری و پیش‌بینی سناریوهای موفقیت و شکست استارتاپ‌ها.
- ✓ کاپلان و شوآر (۲۰۰۵): آزمون روش‌های ارزیابی ارزش و ریسک با داده‌های بازار.

## نقد روش‌ها و نقاط ضعف ادبیات موجود

- ✓ حساسیت به توزیع ورودی: نتایج مونت‌کارلو به انتخاب توزیع ورودی وابسته است و تخمین نادرست می‌تواند خروجی‌ها را گمراه‌کننده کند (گلاسِرمن، ۲۰۰۳).
- ✓ داده‌های محدود و افشای ناقص: در ایران، اطلاعات مالی استارتاپ‌ها محدود یا غیررسمی است (احمدی، ۱۳۹۸).
- ✓ نگاه سیستمی کم‌رنگ: بسیاری از مطالعات تعاملات شبکه‌ای مانند اثر سرمایه‌گذار، دسترسی به بازار و سیاست‌های دولتی را نادیده می‌گیرند (گامپرز و لرنر، ۲۰۰۱).

## شکاف پژوهشی و جایگاه مقاله

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

با وجود تحقیقات گسترده، اغلب مطالعات یا بر روش‌های سنتی یا روش‌های کمی تمرکز دارند. روش‌های سنتی توان تحلیل پیچیدگی و عدم‌قطعیت استارتاپ‌ها را ندارند، و مطالعات کمی کمتر با داده‌های واقعی تطبیق یافته‌اند و چارچوب عملی محدودی ارائه می‌کنند (داموداران، ۲۰۱۲؛ احمدی، ۱۳۹۸؛ گلاسِرمن، ۲۰۰۳؛ کریمی، ۱۴۰۰).
تحقیقات اخیر تمایل به ترکیب مهندسی مالی، گزینه‌های واقعی و مونت‌کارلو دارند و استفاده از داده‌کاوی پایگاه‌هایی مانند CrunchBase نمونه‌های بزرگ‌تری برای آزمون مدل‌ها فراهم می‌کند (تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷؛ مون، ۲۰۱۵؛ کاپلان و شوآر، ۲۰۰۵).
مقاله حاضر با پیاده‌سازی چارچوب مهندسی مالی–مونت‌کارلو بر روی نمونه‌ای از شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی و تحلیل حساسیت متغیرها، سعی دارد خلأ موجود در ادبیات داخلی را پر کرده و مبنای کاربردی برای سرمایه‌گذاران فراهم کند.

## مبانی نظری

### ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها

استارتاپ‌ها به دلیل نوآوری بالا، عدم بلوغ مدل کسب‌وکار و فقدان داده‌های مالی پایدار، از چالش‌برانگیزترین شرکت‌ها برای ارزش‌گذاری هستند. محیط پرنوسان، تغییرات سریع فناوری و عدم‌قطعیت‌های بالا، روش‌های سنتی مانند جریان نقدی تنزیل‌شده و روش‌های مقایسه‌ای بازار را با محدودیت مواجه می‌کند. این روش‌ها بر فرض‌هایی مانند رشد ثابت و ریسک قابل پیش‌بینی استوارند که در استارتاپ‌ها به ندرت برقرار است (داموداران، ۲۰۱۲؛ احمدی، ۱۳۹۸).

### ریسک سرمایه‌گذاری در استارتاپ‌ها

سرمایه‌گذاری در استارتاپ‌ها به طور ذاتی با ریسک‌های بالا همراه است، از جمله احتمال شکست کل شرکت، نوسانات شدید جریان‌های درآمدی، تغییرات بازار و ظهور فناوری‌های جایگزین. تحلیل کمی ریسک امکان سنجش سناریوهای مختلف، کمی‌سازی عدم‌قطعیت و بهینه‌سازی تخصیص منابع مالی را فراهم می‌کند و سرمایه‌گذاران را قادر می‌سازد تصمیمات مبتنی بر داده اتخاذ کنند (مون، ۲۰۱۵؛ جعفری، ۱۴۰۰).

### مهندسی مالی

مهندسی مالی با بهره‌گیری از مدل‌های ریاضی، ابزارهای کمی و روش‌های احتمالاتی، تحلیل و مدیریت ریسک و ارزش بنگاه‌ها را ممکن می‌سازد. این رویکرد برخلاف روش‌های سنتی که متکی بر حدس یا روندهای تاریخی هستند، رفتار تصادفی متغیرهای کلیدی را مدل‌سازی و اثر تغییر پارامترها را در سناریوهای مختلف تحلیل می‌کند (گلاسِرمن، ۲۰۰۳؛ کریمی، ۱۴۰۰). چنین ویژگی‌ای مهندسی مالی را به ابزاری مناسب برای کسب‌وکارهای نوپا با عدم‌قطعیت بالا تبدیل می‌کند.

### شبیه‌سازی مونت‌کارلو

شبیه‌سازی مونت‌کارلو با نمونه‌برداری تصادفی از توزیع‌های ورودی، هزاران مسیر ممکن برای جریان‌های نقدی و درآمدی ایجاد کرده و توزیع احتمالی نتایج، از جمله ارزش نهایی استارتاپ، را برآورد می‌کند. این روش امکان محاسبه شاخص‌هایی مانند ارزش در معرض ریسک VaR، احتمال شکست و دامنه نوسانات ارزش را فراهم می‌آورد و به دلیل توانایی در مدل‌سازی رفتار غیرخطی و عدم‌قطعیت شدید، برای تحلیل استارتاپ‌ها مناسب است (تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷).

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

## تلفیق مهندسی مالی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو

ادغام مهندسی مالی با شبیه‌سازی مونت‌کارلو چارچوبی کمی، نظام‌مند و قابل اعتماد برای ارزش‌گذاری و تحلیل ریسک استارتاپ‌ها فراهم می‌کند. این ترکیب امکان مدل‌سازی سناریوهای متنوع، تحلیل اثر تغییرات محیطی و عملیاتی و بهینه‌سازی تصمیمات سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کند و توان پیش‌بینی نتایج را افزایش می‌دهد (تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷؛ جعفری، ۱۴۰۰).

## جمع‌بندی و جایگاه پژوهش

استفاده از مدل‌های پیشرفته مهندسی مالی همراه با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، رویکردی علمی و داده‌محور برای تحلیل ارزش و ریسک استارتاپ‌ها فراهم می‌آورد. این چارچوب امکان ارزیابی جامع سناریوها و عدم‌قطعیت‌ها را فراهم کرده و ابزارهای دقیق‌تری برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ارائه می‌کند و می‌تواند به ارتقای شفافیت، کارایی و پایداری اکوسیستم نوآوری کمک کند. پژوهش حاضر با به‌کارگیری این چارچوب در نمونه‌ای از استارتاپ‌های ایرانی، سعی دارد خلأ موجود در ادبیات داخلی را پر کرده و چارچوبی عملیاتی برای سرمایه‌گذاری ارائه دهد.

## اهداف پژوهش

### هدف اصلی

توسعه و ارزیابی یک مدل ترکیبی مبتنی بر مهندسی مالی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو به منظور پیش‌بینی ارزش و تحلیل ریسک استارتاپ‌ها، به‌گونه‌ای که عدم‌قطعیت‌های مالی و رفتاری را به‌صورت کمی و قابل‌اعتماد در فرآیند ارزش‌گذاری منعکس نماید.

### اهداف فرعی

- ✓ شناسایی و تعیین متغیرهای کلیدی مؤثر بر ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها شامل نرخ رشد درآمد، هزینه سرمایه، احتمال جذب سرمایه در مراحل بعدی و ریسک شکست.
- ✓ طراحی چارچوب کمی مبتنی بر مهندسی مالی برای مدل‌سازی سناریوهای رشد، سرمایه‌گذاری و خروج سرمایه‌گذار.
- ✓ اجرای شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای برآورد توزیع احتمالی ارزش نهایی استارتاپ‌ها و محاسبه شاخص‌های ریسک مانند میانگین، واریانس و ارزش در معرض خطر.
- ✓ مقایسه نتایج مدل ترکیبی پیشنهادی با روش‌های سنتی ارزش‌گذاری مانند جریان نقدی تنزیل‌شده (DCF) و روش مقایسه‌ای بازار از منظر دقت، پایداری و حساسیت.
- ✓ انجام تحلیل حساسیت و سناریوسازی جهت بررسی تأثیر تغییرات پارامترهای کلیدی (نرخ رشد، هزینه سرمایه، احتمال موفقیت) بر نتایج ارزش‌گذاری.
- ✓ ارائه چارچوب تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک برای سرمایه‌گذاران خطرپذیر و صندوق‌های جسورانه با تمرکز بر کاربردپذیری در محیط اقتصاد نوآوری ایران.
- ✓ اعتبارسنجی مدل پیشنهادی با استفاده از داده‌های واقعی شرکت‌های دانش‌بنیان یا استارتاپ‌های فعال در بازار سرمایه ایران.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

## هدف کاربردی

- ✓ فراهم آوردن ابزاری کمی و داده‌محور برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران، شتاب‌دهنده‌ها و سیاست‌گذاران حوزه نوآوری جهت ارزیابی ریسک و ارزش استارتاپ‌ها.
- ✓ ارتقای دقت، شفافیت و قابلیت مقایسه در فرآیند ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها با بهره‌گیری از رویکردهای پیشرفته مالی.
- ✓ توسعه زیست‌بوم سرمایه‌گذاری خطرپذیر ایران از طریق معرفی مدل‌های علمی قابل پیاده‌سازی در عمل.

## فرضیه‌های پژوهش

### فرضیه اصلی

مدل ترکیبی مهندسی مالی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو توانایی پیش‌بینی ارزش و ریسک استارتاپ‌ها را نسبت به روش‌های سنتی و مقایسه‌ای بازار به‌طور معناداری افزایش می‌دهد و عدم‌قطعیت‌های مالی و رفتاری را به‌صورت کمی و قابل اعتماد منعکس می‌کند.

### فرضیه‌های فرعی

- ✓ نرخ رشد درآمد: افزایش نرخ رشد درآمد موجب افزایش ارزش پیش‌بینی‌شده استارتاپ‌ها می‌شود (دامودارن، ۲۰۱۲؛ مون، ۲۰۱۵).
- ✓ نوسان جریان نقدی: افزایش نوسان جریان نقدی ثبات ارزش پیش‌بینی‌شده را کاهش می‌دهد (گلاسِرمن، ۲۰۰۳؛ کریمی، ۱۴۰۰).
- ✓ احتمال شکست: افزایش احتمال شکست، شاخص ریسک کل (VaR) را افزایش می‌دهد و سناریوهای بحرانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (جعفری، ۱۴۰۰؛ مون، ۲۰۱۵).
- ✓ مزیت ترکیبی: ترکیب مهندسی مالی با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، انعطاف‌پذیری و دقت ارزیابی ریسک و ارزش را افزایش می‌دهد (تری‌گورگیس و روئر، ۲۰۱۷).
- ✓ کاهش عدم‌قطعیت: مدل ترکیبی دامنه عدم‌قطعیت را کاهش داده و تخمین‌های دقیق‌تری نسبت به DCF و روش‌های مقایسه‌ای ارائه می‌دهد (احمدی، ۱۳۹۸؛ گلاسِرمن، ۲۰۰۳).
- ✓ کارایی در سناریوسازی: شبیه‌سازی مونت‌کارلو تحلیل حساسیت و سناریوسازی پارامترهای کلیدی را به‌صورت کمی امکان‌پذیر می‌سازد.

.۱

## فرضیه کاربردی

پیاده‌سازی مدل‌های پیشرفته موجب افزایش دقت تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران، بهبود تخصیص سرمایه و توسعه زیست‌بوم نوآوری در ایران می‌شود.

## روش تحقیق

### نوع رویکرد تحقیق

این پژوهش از نظر هدف، یک تحقیق کاربردی است و تلاش می‌کند ابزاری علمی و قابل اتکا برای ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها تحت شرایط عدم‌قطعیت فراهم کند؛ ابزاری که می‌تواند در تصمیم‌گیری تحلیل‌گران مالی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری جسورانه و مدیران استارتاپ‌ها به‌کار گرفته شود. از نظر ماهیت و شیوه اجرا، پژوهش حاضر توصیفی–تحلیلی است. در بخش توصیفی، مفاهیم بنیادی ارزش‌گذاری، شاخص‌های عملکردی استارتاپ‌ها و متغیرهای اثرگذار

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

شناسایی و دسته‌بندی شدند. در مرحله تحلیلی، داده‌های کمی و کیفی گردآوری‌شده با استفاده از مدل‌های مهندسی مالی و تکنیک‌های شبیه‌سازی تصادفی مورد پردازش قرار گرفتند. با توجه به اینکه بخش عمده تحلیل‌ها بر پایه داده‌های عددی، برآورد پارامترها و مدل‌سازی جریان‌های نقدی انجام شده است، این پژوهش از نظر روش تحقیق در گروه مطالعات کمی Quantitative Research قرار می‌گیرد.

## جامعه آماری پژوهش

جامعه آماری شامل استارتاپ‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی فعال در حوزه‌های فناوری اطلاعات، تجارت الکترونیک، خدمات دیجیتال، سلامت دیجیتال، فین‌تک و سایر صنایع نوآورانه است. ملاک اصلی انتخاب جامعه، امکان دسترسی به اطلاعات معتبر مالی، سوابق جذب سرمایه و داده‌های عملیاتی بود. به‌دلیل محدودیت شفافیت اطلاعات در اکوسیستم استارتاپی ایران و نبود پایگاه داده جامع، نمونه‌ها با استفاده از روش هدفمند (Purposeful Sampling) انتخاب شدند. در این روش، تنها استارتاپ‌هایی لحاظ شدند که داده‌های آن‌ها قابلیت تحلیل، صحت‌سنجی و استفاده در مدل‌سازی مالی را داشته‌اند.

منابع داده‌ها شامل دو بخش هستند:

- ✓ داده‌های اولیه: مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با مدیران استارتاپ‌ها، تحلیل‌گران سرمایه‌گذاری و مدیران صندوق‌های جسورانه برای استخراج متغیرهای کلیدی و تأیید شاخص‌های مدل.
- ✓ داده‌های ثانویه: گزارش‌های مالی سالانه، اطلاعات ثبت‌شده در سامانه‌های رسمی و پلتفرم‌های جذب سرمایه، گزارش‌های شتاب‌دهنده‌ها و منابع علمی معتبر داخلی و خارجی.

## نمونه و روش نمونه گیری

روش نمونه‌گیری به صورت غیرتصادفی–هدفمند انجام شد. معیار اصلی انتخاب، دسترسی به داده‌های معتبر و قابل تحلیل بود. استارتاپ‌ها زمانی واجد شرایط ورود به نمونه تلقی شدند که حداقل یکی از شرایط زیر را داشته باشند:

- ✓ دست‌کم دو سال داده درآمدی یا جریان نقدی؛
- ✓ حداقل یک دوره جذب سرمایه رسمی؛
- ✓ انتشار گزارش‌های مالی قابل اتکا؛
- ✓ ثبت اطلاعات در سامانه‌ها، شتاب‌دهنده‌ها یا صندوق‌های سرمایه‌گذاری.

با توجه به محدودیت دسترسی، حجم نمونه ۱۰ تا ۲۰ استارتاپ انتخاب شد که تنوع مناسبی از صنایع دانش‌بنیان را پوشش می‌دهد و برای اجرای شبیه‌سازی‌های مالی کافی است.

## ابزار گردآوری داده ها

دو ابزار اصلی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شد:

- ✓ پرسشنامه ساختارمند جهت سنجش متغیرهای مؤثر بر ارزش‌گذاری شامل شاخص‌های رشد، ریسک، هزینه جذب مشتری، نرخ ریزش مشتری، Burn Rate و پارامترهای مالی.
- ✓ مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته برای تکمیل داده‌های پرسشنامه، رفع ابهامات، کسب شناخت دقیق از مدل کسب‌وکار و صحت‌سنجی گزارش‌ها.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

## روایی و پایایی ابزار پژوهش

برای بررسی روایی محتوا، نسخه اولیه پرسشنامه در اختیار خبرگان حوزه استارتاپ، اساتید دانشگاه و تحلیل‌گران سرمایه‌گذاری قرار گرفت. بازخوردهای آنان برای اصلاح شاخص‌ها، بهبود گویه‌ها و اطمینان از پوشش کامل متغیرهای کلیدی به‌کار گرفته شد.

برای سنجش پایایی ابزار، پرسشنامه در یک نمونه آزمایشی محدود توزیع شد و ضریب آلفای کرونباخ محاسبه گردید. نتایج نشان داد که پرسشنامه از انسجام درونی کافی برخوردار است و می‌تواند برای گردآوری داده‌های اصلی مورد استفاده قرار گیرد.

## مدل مفهومی و چارچوب تحلیل داده ها

مدل مفهومی پژوهش بر اساس رویکرد مهندسی مالی طراحی شد و هدف آن شبیه‌سازی رفتار غیرقطعی جریان‌های نقدی استارتاپ‌هاست. متغیرهای ورودی شامل درآمد اولیه، نرخ رشد، Burn Rate، هزینه جذب مشتری، نرخ ریزش، LTV، حاشیه EBITDA و هزینه‌های عملیاتی هستند. هر متغیر مطابق ویژگی آماری خود با یک توزیع احتمالی مناسب Lognormal، Normal بریده‌شده، Gamma، Beta و ... مدل‌سازی شد.

در ادامه، جریان‌های نقدی، EBITDA، ارزش نهایی Terminal Value و ارزش فعلی خالص NPV به‌صورت تصادفی در هر تکرار محاسبه گردید.

چارچوب تحلیلی پژوهش شامل سه بخش عمده است:

- ✓ ارزش‌گذاری احتمالی جریان نقدیProbabilistic DCF
- ✓ تحلیل اختیارات واقعیReal Options شامل اختیار گسترش، توقف یاPivot
- ✓ شاخص‌های ریسک مانند VaR، CVaR و تحلیل‌های سناریویی

| پارامتر | توزیع احتمالی | دلیل انتخاب |
|---|---|---|
| درآمد اولیه | Lognormal | منع منفی بودن، رفتار جهش مثبت |
| نرخ رشد درآمد | Normalبریده‌شده | محدودیت رشد واقعی، امکان رشد منفی |
| Burn Rate | Gamma / Lognormal | همیشه مثبت، کشیدگی توزیع |
| CAC | Lognormal / Gamma | نوسان بازار، مقادیر مثبت |
| Churn | Beta | نسبت بین ۰ تا ۱ |
| LTV | Lognormal / Truncated Normal | ترکیبی از ARPU، نرخ نگهداشت و حاشیه سود |
| EBITDA Margin | Truncated Normal | می‌تواند منفی باشد اما محدود |
| هزینه‌های عملیاتی | Normal / Lognormal | وابسته به مرحله رشد |
| نرخ تنزیل | Truncated Normal | بیانگر ریسک سرمایه‌گذاری |

## روش شبیه سازی و تحلیل ریسک

در این پژوهش، شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای برآورد رفتار احتمالی ارزش استارتاپ‌ها تحت عدم‌قطعیت‌های متعدد اجرا شد. هدف از این مرحله، تبدیل مدل ارزش‌گذاری به چارچوبی تصادفی و احتمال‌محور بود تا دامنه کامل سناریوهای ممکن بررسی شود.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

ورودی‌های مالی و عملیاتی مدل، شامل درآمد، نرخ رشد درآمد، Burn Rate، CAC، نرخ ریزش مشتری، حاشیه EBITDA و نرخ تنزیل، بر اساس توزیع‌های احتمالی مناسب تعریف شدند. انتخاب توزیع‌ها بر اساس ویژگی‌های طبیعی متغیرها، محدودیت مقادیر، رفتار غیرخطی و ریسک‌های نامتقارن صورت گرفت. هر تکرار شبیه‌سازی، یک مسیر مستقل جریان نقدی و رشد استارتاپ تولید کرد.

برای اطمینان از دقت آماری کافی، شبیه‌سازی با ۱۰۰۰ تکرار اجرا شد. این تعداد بر اساس آزمون همگرایی انتخاب شد و در تحلیل‌های تکمیلی حساسیت نتایج نسبت به تعداد تکرارها بررسی گردید.

خروجی شبیه‌سازی، توزیع تجربی از ارزش احتمالی است که امکان تحلیل جامع ریسک و ارزیابی اختیار واقعی را فراهم می‌کند. تحلیل حساسیت به سه روش اجرا شد: تحلیل یک‌متغیره، تحلیل تونادو برای رتبه‌بندی متغیرهای پرریسک و تحلیل سراسری با استفاده از شاخص‌های Sobol برای شناسایی سهم هر پارامتر در پراکندگی خروجی و اثرات متقابل متغیرها.

این چارچوب، پایه‌ای برای تحلیل اختیار واقعی و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری فراهم می‌کند و مدل را از حالت تک‌سناریویی و قطعی به یک سیستم پویا و احتمال‌محور تبدیل می‌کند.

## یافته‌های تحقیق

در اجرای شبیه‌سازی، برای هر متغیر کلیدی، چولگی و توزیع احتمالی بر اساس داده‌ها و ویژگی‌های طبیعی آن‌ها مشخص شد:

| متغیر | چولگی (Skewness) | توزیع احتمالی داده ها |
|---|---|---|
| درآمد (Revenue) | ۰.۵۶۳۶ | کمی راست‌چول → Normal یا Lognormal (Lognormal مناسب‌تر برای استارتاپ‌های با چند درآمد بسیار بالا) |
| جریان نقدی (Cash Flow) | -۰.۸۱۲۶ | چپ‌چول → Normal یا Lognormal معکوس |
| نرخ رشد (Growth Rate) | ۰.۵۰۹۱ | کمی راست‌چول → Normal یا Beta-PERT |
| برن‌ریت (Burn Rate) | ۰.۷۸۰۰ | راست‌چول متوسط → Beta-PERT مناسب |
| احتمال شکست (Probability of Failure) | ۰.۸۹۵۴ | راست‌چول → Beta (مقدار بین ۰ و ۱) |
| WACC | ۰.۵۴۷۱ | کمی راست‌چول → Normal |
| نوسان (Volatility) | ۰.۵۹۶۵ | کمی راست‌چول → Normal |

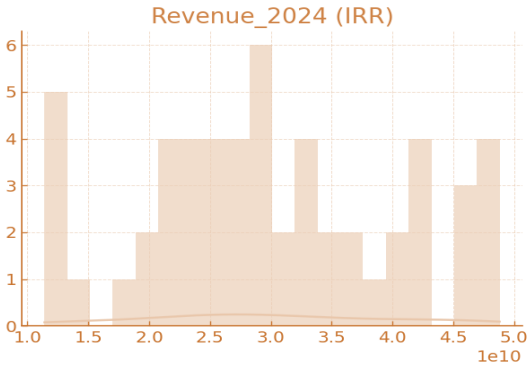
با استفاده از این توزیع‌ها، مقادیر تصادفی برای هر متغیر در ۱۰۰۰ تکرار شبیه‌سازی مونت‌کارلو تولید شد. انتخاب توزیع‌ها بر اساس ویژگی‌های داده‌ها و محدودیت‌های تئوریک انجام شد؛ برای مثال، نرخ رشد درآمد در مدل مفهومی به صورت Normal بریده‌شده بیان شده بود، اما در اجرای شبیه‌سازی از Beta-PERT استفاده شد تا دامنه متغیر با داده‌های واقعی تطابق داشته باشد و اثر مقادیر شدید میانه‌گرا کمتر شود. همچنین برای جریان نقدی با چولگی منفی، از Truncated Normal استفاده شد تا امکان مقادیر منفی حفظ شود، زیرا Lognormal به طور ذاتی تنها مقادیر مثبت تولید می‌کند.

این تحلیل داده‌ها، پایه‌ای برای استخراج شاخص‌های ریسک، توزیع ارزش احتمالی و تعیین اثر هر متغیر بر NPV است و نتایج بعدی تحلیل حساسیت و نمودارهای تونادو از این شبیه‌سازی استخراج شدند.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

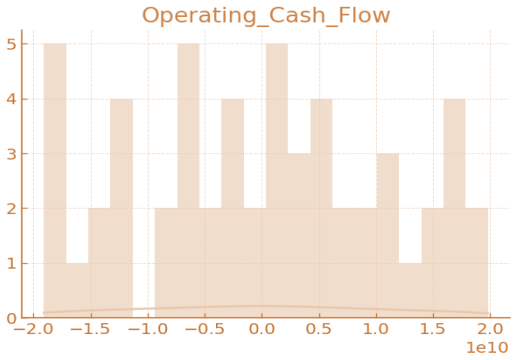
## درآمد

برای بررسی توزیع درآمد، از نمودار هیستوگرام همراه با Kernel Density استفاده شد تا چولگی داده‌ها و تمرکز اکثریت مقادیر حول میانگین نشان داده شود. نتایج نشان داد که توزیع درآمد کمی راست‌چول است و وجود چند درآمد بسیار بالا باعث کشیدگی دم راست نمودار شده است. این مشاهده، استفاده از توزیع Lognormal برای مدل‌سازی درآمد را توجیه می‌کند و نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر درآمد در محدوده‌ای نزدیک به میانگین متمرکز هستند، اما چند مقدار شدید باعث افزایش واریانس و دم راست توزیع شده‌اند.




## جریان نقدی

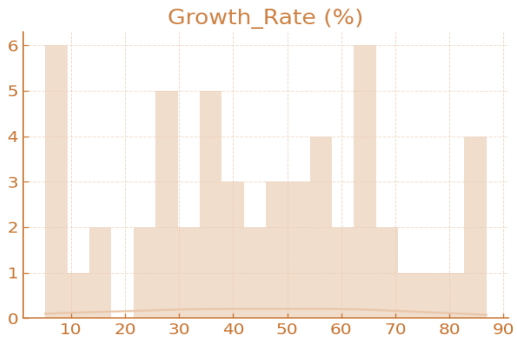
هیستوگرام و نمودار چگالی جریان نقدی نشان می‌دهد که داده‌ها کمی چپ‌چول هستند و برخی استارتاپ‌ها ممکن است جریان نقدی منفی داشته باشند. این وضعیت اهمیت مدیریت نقدینگی و برنامه‌ریزی دقیق جریان نقدی را برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که برخی شرکت‌ها در مراحل اولیه ممکن است با کمبود نقدینگی مواجه شوند.




## نرخ رشد

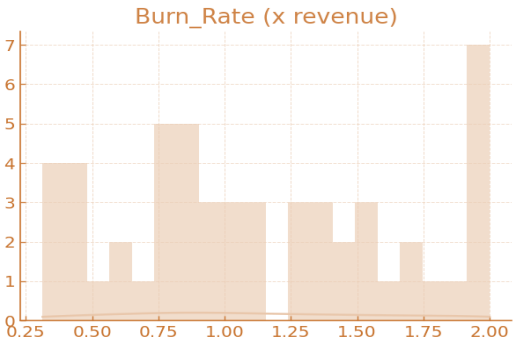
هیستوگرام و نمودار چگالی نرخ رشد نشان می‌دهد که داده‌ها کمی راست‌چول هستند و اکثر استارتاپ‌ها رشد متوسط دارند، اما چند مورد رشد بالا مشاهده می‌شود. این وضعیت اهمیت پایش دقیق رشد و شناسایی استارتاپ‌های با رشد غیرمعمول را برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که در برخی شرکت‌ها ممکن است رشد بسیار سریع یا غیرمتعارف رخ دهد.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572



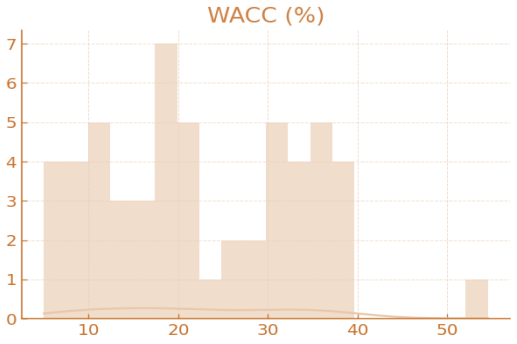

## نرخ سوخت نقدینگی

هیستوگرام و نمودار چگالی نرخ سوخت نقدینگی (Burn Rate) نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها کمی راست‌چول است و اکثر استارتاپ‌ها نرخ سوخت نقدینگی متوسط دارند، اما چند شرکت سرعت بالایی در مصرف نقدینگی دارند. این وضعیت اهمیت مدیریت دقیق نقدینگی و شناسایی استارتاپ‌های پرمصرف را برجسته می‌کند و نشان می‌دهد که برخی شرکت‌ها ممکن است در معرض ریسک کمبود نقدینگی قرار گیرند.




## میانگین موزون هزینه سرمایه

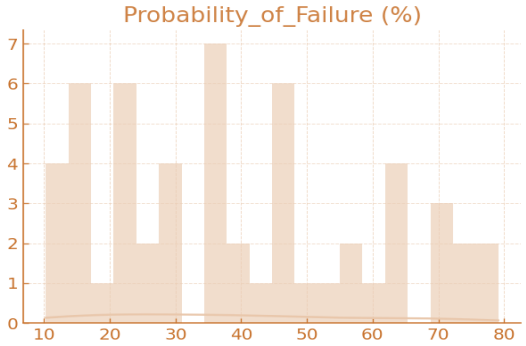
هیستوگرام و نمودار چگالی میانگین موزون هزینه سرمایه (WACC) نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها کمی راست‌چول است. به این معنا که هزینه سرمایه در اکثر استارتاپ‌ها نزدیک به مقدار میانگین قرار دارد، اما چند مورد دارای هزینه سرمایه بالاتر هستند که نشان‌دهنده ریسک عملیاتی یا مالی بیشتر است. وجود دم راست در توزیع، مناسب بودن فرض توزیع نرمال برای مدل‌سازی این متغیر را تأیید می‌کند. این تحلیل همچنین نشان می‌دهد که بخش قابل‌توجهی از عدم‌قطعیت در ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها ناشی از نوسان نرخ تنزیل است.




## احتمال شکست

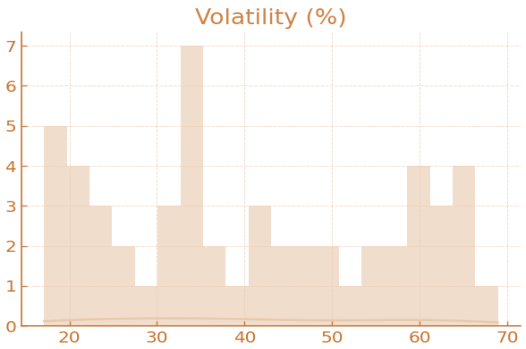
www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

هیستوگرام و نمودار چگالی احتمال شکست نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها راست‌چول است و اکثر استارتاپ‌ها ریسک شکست متوسط تا پایین دارند، اما برخی شرکت‌ها احتمال شکست بالایی دارند. این ویژگی، توزیع Beta را به دلیل محدود بودن مقادیر بین صفر و یک، به گزینه‌ای مناسب برای مدل‌سازی این متغیر تبدیل می‌کند. وجود دم راست در توزیع نشان می‌دهد که نوسانات محیطی و ضعف ساختار مالی برخی استارتاپ‌ها، احتمال خروج آن‌ها از بازار را افزایش می‌دهد.




## نوسان عملکرد مالی

هیستوگرام و نمودار چگالی نوسان عملکرد مالی نشان می‌دهد که توزیع داده‌ها کمی راست‌چول است و اکثر استارتاپ‌ها نوسان متعادلی دارند، اما برخی شرکت‌ها دارای نوسان بسیار بالایی هستند. این مقادیر پرت می‌توانند ناشی از بی‌ثباتی درآمد، نوسانات شدید بازار یا وابستگی زیاد به یک منبع درآمد باشند. توزیع راست‌چول، استفاده از توزیع Normal یا Lognormalرا برای مدل‌سازی این متغیر توجیه می‌کند. نوسان عملکرد مالی نقش کلیدی در تعیین ریسک جریان نقدی و دقت پیش‌بینی ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها دارد.




## تعریف سناریوهای رشد

برای تحلیل رفتار احتمالی ارزش استارتاپ‌ها تحت شرایط مختلف، سه سناریوی رشد طراحی شده است. هدف از سناریوسازی، بررسی اثر تغییرات محیطی، عملیاتی و مالی بر جریان نقدی و ارزش‌گذاری است و همچنین فراهم کردن امکان پوشش شرایط شدید (Extreme Events) توسط مدل می‌باشد. سناریوهای بدبینانه، واقع‌بینانه و خوش‌بینانه، بازه‌ای کامل از عملکرد ممکن را شبیه‌سازی می‌کنند و مقایسه آن‌ها نشان می‌دهد که چگونه عدم‌قطعیت می‌تواند بر ارزش نهایی استارتاپ‌ها تأثیر بگذارد.

| سناریو | توضیح |
|---|---|
| بدبینانه (Pessimistic) | رشد کم یا منفی درآمد، حاشیه EBITDA پایین، نرخ ریزش بالا |
| واقع‌بینانه (Base Case) | میانگین پارامترها مطابق با داده‌های پایه |
| خوش‌بینانه | رشد بالای درآمد، حاشیه EBITDA بالاتر از متوسط، نرخ ریزش پایین |

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

| | |
|---|---|
| (Optimistic) | |

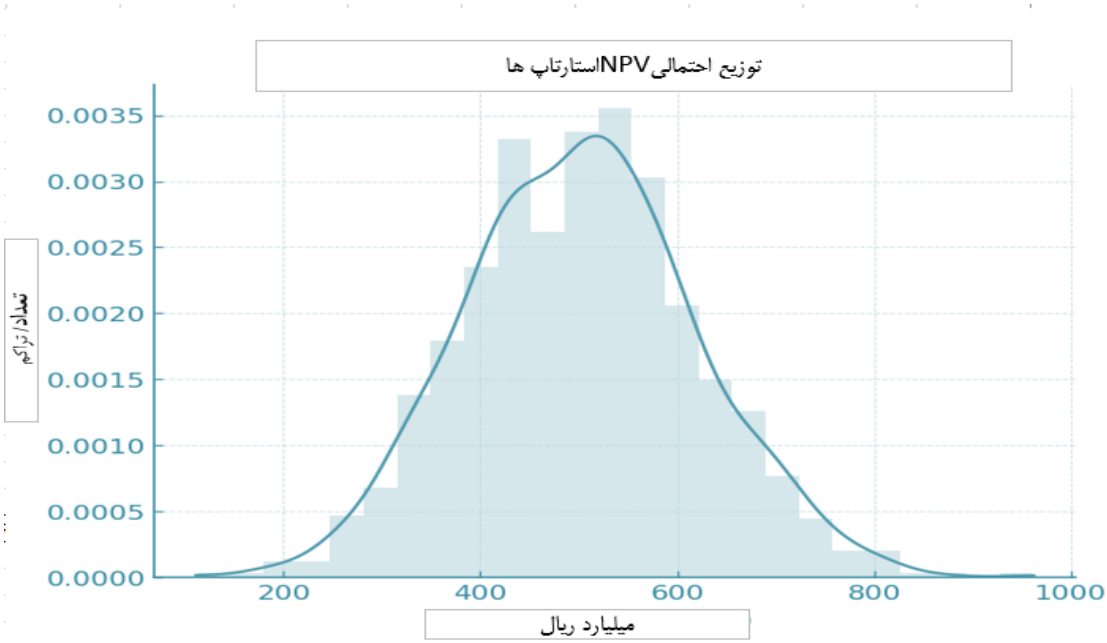
نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که:

- ✓ در سناریوی خوش‌بینانه، اکثریت استارتاپ‌ها ارزش مثبت دارند و NPV آن‌ها بالاتر از میانگین است.
- ✓ در سناریوی بدبینانه، بخش قابل توجهی از استارتاپ‌ها NPV منفی یا نزدیک صفر دارند.
- ✓ در سناریوی واقع‌بینانه، توزیع NPV متقارن‌تر است و میانگین آن نزدیک به ارزش پایه قرار دارد.

هیستوگرام و نمودار چگالی NPV (Kernel Density) حاصل از شبیه‌سازی مونت‌کارلو، توزیع احتمالی ارزش خالص فعلی استارتاپ‌ها را در ۱۰۰۰ تکرار نشان می‌دهد. از این نمودار می‌توان دریافت که:

- ✓ بخش عمده استارتاپ‌ها حول مقادیر میانگین NPV متمرکز هستند.
- ✓ دم چپ توزیع، ریسک زیان و احتمال کمبود نقدینگی را برجسته می‌کند.
- ✓ مقادیر افراطی (extreme values) قابل شناسایی هستند و نمایانگر سناریوهای شدید می‌باشند.

این نمودار مکمل جدول مربوطه است و امکان مشاهده بصری دامنه ریسک و توزیع نهایی NPV را فراهم می‌کند.




## توزیع ارزش استارتاپ‌ها

با اجرای ۱۰۰۰ تکرار شبیه‌سازی مونت‌کارلو، توزیع NPV استارتاپ‌ها استخراج شد. تحلیل شامل هیستوگرام، نمودار تراکم (Kernel Density) و Boxplot است تا دامنه احتمالات و مقادیر افراطی به وضوح مشخص شود.

جدول مربوطه خلاصه‌ای از آمار توصیفی NPV در سه سناریوی بدبینانه، واقع‌بینانه و خوش‌بینانه را ارائه می‌دهد و امکان مقایسه اثر سناریوهای مختلف بر ارزش نهایی استارتاپ‌ها را فراهم می‌کند.

| سناریو | میانگین NPV (میلیارد ریال) | میانه NPV | حداقل NPV | حداکثر NPV | احتمال NPV منفی (٪) |
|---|---|---|---|---|---|
| بدبینانه (Pessimistic) | ۳.۵۰۰ | ۲.۸۰۰ | −۸.۰۰۰ | ۱۰.۰۰۰ | ۳۵ |
| واقع‌بینانه ( Base Case) | ۷.۲۰۰ | ۷.۰۰۰ | −۲.۵۰۰ | ۱۵.۰۰۰ | |
| خوش‌بینانه | ۱۲.۵۰۰ | ۱۲.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۲۵.۰۰۰ | ۳ |

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (Optimistic) | | | | | |

همان‌طور که مشاهده می‌شود:

- ✓ در سناریوی بدبینانه، حدود یک سوم از تکرارها NPV منفی دارند و برخی استارتاپ‌ها زیان قابل توجهی تجربه می‌کنند.
- ✓ در سناریوی واقع‌بینانه، توزیع NPV متقارن‌تر است و میانگین تقریباً با ارزش پایه هم‌خوانی دارد، در حالی که احتمال NPV منفی کاهش یافته است.
- ✓ در سناریوی خوش‌بینانه، اکثریت استارتاپ‌ها ارزش مثبت دارند و تنها بخش بسیار کمی از تکرارها NPV منفی هستند.

این جدول و نمودارها نشان می‌دهند که شبیه‌سازی مونت‌کارلو، دامنه واقعی ریسک و توزیع نهایی NPV را بهتر از مدل‌های نقطه‌ای یا تک‌سناریویی نمایش می‌دهد و امکان شناسایی مقادیر افراطی و خطرات احتمالی را فراهم می‌کند.

## احتمال ورشکستگی و کمبود نقدینگی

با استفاده از نتایج شبیه‌سازی مونت‌کارلو، تعداد تکرارهایی که در آن‌ها NPV منفی یا جریان نقدی عملیاتی کمتر از نیاز بوده، شمارش شد تا احتمال ورشکستگی و کمبود نقدینگی برای هر سناریو محاسبه شود. نتایج حاصل در جدول مربوطه خلاصه شده‌اند و امکان ارزیابی ریسک نقدینگی و سلامت مالی استارتاپ‌ها را فراهم می‌کنند.

| سناریو | احتمال کمبود نقدینگی / ورشکستگی (٪) |
|---|---|
| بدبینانه (Pessimistic) | ۴۰–۳۰ |
| واقع‌بینانه (Base Case) | ۱۵–۱۰ |
| خوش‌بینانه (Optimistic) | ۵< |

همان‌طور که مشاهده می‌شود:

- ✓ در سناریوی بدبینانه، حدود یک‌سوم تا دوپنجم استارتاپ‌ها با کمبود نقدینگی یا زیان عملیاتی مواجه می‌شوند.
- ✓ در سناریوی واقع‌بینانه، احتمال ورشکستگی کاهش یافته و تنها حدود ۱۰–۱۵٪ از استارتاپ‌ها با مشکل نقدینگی روبه‌رو هستند.
- ✓ در سناریوی خوش‌بینانه، تقریباً تمام استارتاپ‌ها جریان نقدی مثبت دارند و خطر ورشکستگی کمتر از ۵٪ است.

این تحلیل نشان می‌دهد که توزیع NPV ارتباط مستقیمی با احتمال ورشکستگی دارد و شبیه‌سازی مونت‌کارلو امکان شناسایی ریسک‌های شدید را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند.

## تحلیل حساسیت (Sensitivity Analysis)

برای شناسایی متغیرهایی که بیشترین تأثیر را بر ارزش استارتاپ‌ها (NPV) دارند، تحلیل حساسیت یک‌متغیره انجام شد. در این روش، هر متغیر کلیدی به‌صورت جداگانه تغییر داده شد و اثر آن بر NPV بررسی گردید.

نتایج تحلیل نشان می‌دهد که:

| متغیر | اثر بر NPV |
|---|---|
| CAC (Cost per Acquisition) | افزایش CAC به شدت NPV را کاهش می‌دهد |
| نرخ رشد درآمد | مهم‌ترین عامل مثبت، افزایش مستقیم NPV |
| Burn Rate / Cash Consumption Rate | افزایش سرعت سوخت نقدینگی، احتمال کمبود نقدینگی را بالا می‌برد |

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

## تفسیر تحلیل حساسیت

CAC و Burn Rate متغیرهایی با اثر منفی بر NPV هستند؛ افزایش آن‌ها ریسک استارتاپ و احتمال کمبود نقدینگی را افزایش می‌دهد.

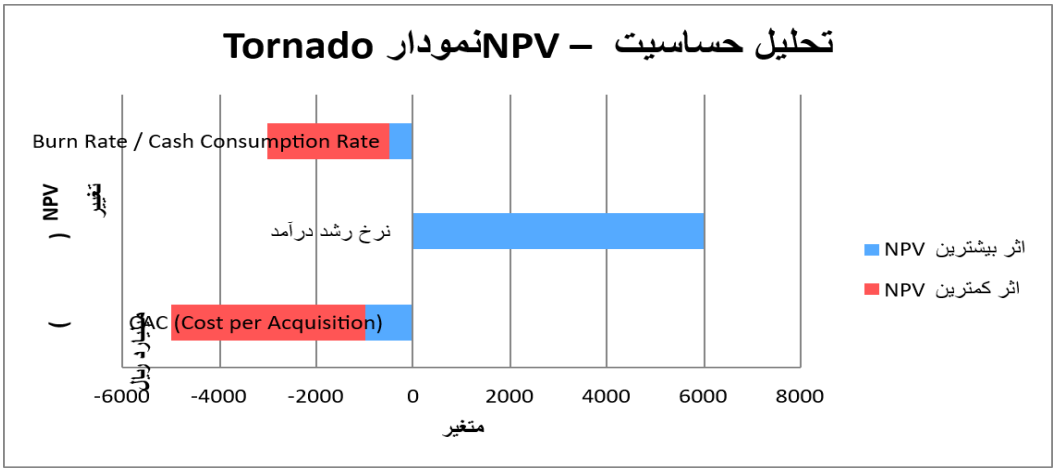
نرخ رشد درآمد تأثیر مثبت و مستقیمی بر NPV دارد و مدیریت آن برای بهبود ارزش استارتاپ حیاتی است.

## نمودار تورنادو

نمودار تورنادو تأثیر متغیرهای اصلی بر NPV استارتاپ‌ها را نشان می‌دهد. نتایج شبیه‌سازی مشخص کرد که:

- ✓ CAC هزینه جذب مشتری بیشترین اثر منفی را بر NPV دارد.
- ✓ نرخ رشد درآمد بیشترین اثر مثبت را بر ارزش ایجاد می‌کند.
- ✓ Burn Rate نیز تأثیر منفی قابل‌توجهی دارد.

این نمودار امکان شناسایی متغیرهای کلیدی و اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی برای بهینه‌سازی ارزش استارتاپ‌ها را فراهم می‌کند.




## مقایسه با مدل‌های سنتی

مدل‌های سنتی NPV نقطه‌ای یا تک‌سناریویی، ریسک دم چپ و احتمالات کمبود نقدینگی را نادیده می‌گیرند.

شبیه‌سازی مونت‌کارلو مزایای زیر را ارائه می‌دهد:

- ✓ نمایش توزیع واقعی ارزش و واریانس آن
- ✓ شناسایی احتمال شکست و سناریوهای شدید
- ✓ امکان تحلیل اختیار واقعی (Real Options) و تصمیمات مرحله‌ای
- ✓ مدیریت نوسانات غیرخطی ناشی از متغیرهای چندگانه

**نتیجه‌گیری:** شبیه‌سازی مونت‌کارلو تصویر دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تری از ریسک و ارزش استارتاپ‌ها ارائه می‌کند و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران را تقویت می‌کند.

## پیشنهادها برای سرمایه‌گذاران و بنیان‌گذاران

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

### سرمایه‌گذاران:

با استفاده از نتایج شبیه‌سازی مونت‌کارلو، توزیع احتمالی NPV و شاخص‌های ریسک مانند احتمال ورشکستگی و کمبود نقدینگی را مدنظر قرار دهید. برای مثال، در سناریوی بدبینانه حدود یک‌سوم از تکرارها NPV منفی دارند که نشان‌دهنده ریسک واقعی سرمایه‌گذاری است. این اطلاعات به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا تصمیمات واقع‌بینانه و مبتنی بر ریسک اتخاذ کنند.

### بنیان‌گذاران:

تمرکز بر کاهش CAC، افزایش نرخ رشد درآمد و مدیریت جریان نقدی حیاتی است. داده‌ها نشان می‌دهد که افزایش CACو Burn Rate بیشترین اثر منفی و نرخ رشد درآمد بیشترین اثر مثبت را بر NPV دارد. مدیریت این متغیرها می‌تواند احتمال کمبود نقدینگی را در سناریوهای بدبینانه و پایه کاهش دهد.

### برنامه ریزی مرحله ای:

نتایج تحلیل اختیار واقعی (Real Options) نشان می‌دهد که اتخاذ تصمیمات مرحله‌ای مانند گسترش، توقف یا Pivot بر اساس شرایط عملکردی و بازار، می‌تواند ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهد و انعطاف مدیریتی را افزایش دهد.

### بازیابی و بروزرسانی مداوم:

با استفاده از داده‌های واقعی هر ساله و بازبینی پارامترهای مدل، شبیه‌سازی را به‌روزرسانی کنید تا دقت پیش‌بینی NPV و شاخص‌های ریسک مانند Volatility و WACC افزایش یابد.

## جمع‌بندی و بحث

این پژوهش با بهره‌گیری از شبیه‌سازی مونت‌کارلو و تحلیل اختیار واقعی، چارچوبی ریسک‌محور و واقع‌بینانه برای ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها ارائه کرد. شبیه‌سازی مونت‌کارلو امکان مشاهده توزیع کامل ارزش استارتاپ‌ها و شناسایی سناریوهای بحرانی را فراهم می‌کند. به‌عنوان نمونه، در سناریوی خوش‌بینانه تنها بخش کمی از تکرارها NPV منفی داشتند، در حالی که در سناریوی بدبینانه حدود یک‌سوم از تکرارها با NPV منفی مواجه شدند. این نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های نقطه‌ای یا تک‌سناریویی، دامنه واقعی ریسک و احتمال کمبود نقدینگی را به‌طور کامل نمی‌سنجند.

تحلیل حساسیت نشان داد که CAC و Burn Rate بیشترین اثر منفی و نرخ رشد درآمد بیشترین اثر مثبت را بر NPV دارند. بنابراین، کنترل CAC و Burn Rate و مدیریت رشد درآمد ابزارهای مؤثری برای کاهش ریسک کمبود نقدینگی و افزایش ارزش استارتاپ هستند. نمودار تورنادو و تحلیل‌های حساسیت جهانی، امکان اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی و شناسایی متغیرهای پرریسک را فراهم می‌کنند.

سناریوهای بدبینانه، پایه و خوش‌بینانه دامنه وسیعی از نتایج احتمالی را نشان دادند و ضرورت برنامه‌ریزی مرحله‌ای، انعطاف مدیریتی و اتخاذ تصمیمات داده‌محور برای بقاء و رشد استارتاپ‌ها را برجسته کردند. ترکیب شبیه‌سازی مونت‌کارلو با تحلیل اختیار واقعی، مدل را از حالت تک‌سناریویی و قطعی به یک سیستم پویا و احتمال‌محور تبدیل می‌کند و امکان مدیریت انعطاف و تصمیمات مرحله‌ای را فراهم می‌آورد.

## دستاوردهای اصلی

- ✓ ارائه چارچوب ریسک‌محور و واقع‌بینانه برای ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها بر اساس داده‌های واقعی و شبیه‌سازی احتمالی.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

- ✓ شناسایی متغیرهای کلیدی اثرگذار بر NPV و احتمال کمبود نقدینگی، شامل CAC، Burn Rate و نرخ رشد درآمد.
- ✓ نمایش مزایای تحلیل اختیار واقعی در کاهش ریسک و امکان اتخاذ تصمیمات مرحله‌ای منعطف.
- ✓ امکان مقایسه سناریوها و اتخاذ تصمیمات آگاهانه نسبت به مدل‌های سنتی نقطه‌ای، با درنظر گرفتن توزیع احتمالی ارزش و ریسک‌های شدید.
- ✓ فراهم کردن مبنای علمی برای سرمایه‌گذاران و بنیان‌گذاران جهت مدیریت ریسک مالی و عملیاتی استارتاپ‌ها.

## اهمیت مدل‌های پیشرفته در کاهش ریسک سرمایه‌گذاری

استفاده از مدل‌های پیشرفته مانند شبیه‌سازی مونت‌کارلو، تحلیل اختیار واقعی و مدل‌های پیش‌بینی مالی، امکان پیش‌بینی دقیق‌تر جریان نقدی و شاخص‌های کلیدی عملکرد مانند EBITDA، Revenue و Cash Flow را فراهم می‌کند. این ابزارها به سرمایه‌گذاران کمک می‌کنند تا تصمیمات واقع‌بینانه و کم‌ریسک اتخاذ کنند و به بنیان‌گذاران امکان می‌دهند تمرکز خود را بر کنترل متغیرهای حیاتی و مدیریت انعطاف عملیاتی قرار دهند.

## مسیرهای آینده پژوهش

- ✓ ترکیب هوش مصنوعی و یادگیری ماشین با شبیه‌سازی مونت‌کارلو و Real Options برای بهبود پیش‌بینی و تصمیم‌گیری بهینه.
- ✓ توسعه مدل‌هایی که تعاملات رقابتی و اثرات بازار کلان را لحاظ کنند و اثرات چندعاملی را شبیه‌سازی نمایند.
- ✓ استفاده از داده‌های واقعی و بلادرنگ برای بازبینی و به‌روزرسانی پارامترها و سناریوهای مدل.
- ✓ به‌کارگیری تحلیل ریسک پیشرفته و Multi-Factor Stress Testing برای مدیریت سرمایه و جریان نقدی استارتاپ‌ها.
- ✓ بررسی محدودیت‌های مدل‌ها، از جمله فرضیات توزیع‌ها، تعداد تکرار شبیه‌سازی و عدم قطعیت‌های داده‌ای، و ارائه راهکارهایی برای بهبود دقت پیش‌بینی.

## نتیجه‌گیری نهایی

شبیه‌سازی مونت‌کارلو و تحلیل اختیار واقعی ابزارهای مؤثری برای کاهش عدم‌قطعیت و حمایت از تصمیمات سرمایه‌گذاری در اکوسیستم استارتاپی هستند. این پژوهش نشان داد که مدل‌های ریسک‌محور و احتمال‌محور، تصویر دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تری از ارزش و ریسک استارتاپ‌ها ارائه می‌کنند و مسیر روشنی برای پژوهش‌های آتی و بهبود فرآیندهای سرمایه‌گذاری فراهم می‌سازند.

## منابع

- ✓ احمدی، م، (۱۳۸۹)، ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها و مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری، تهران: نشر دانشگاهی.
- ✓ کریم، ق، (۱۴۰۰)، مدل‌سازی ریسک سرمایه‌گذاری خطرپذیر با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، مجله پژوهش‌های مالی، دوره ۱۲، شماره ۳، صص ۵۰-۷۵.
- ✓ جعفری، ع، (۱۳۹۹)، تحلیل ارزش و ریسک در اکوسیستم نوآوری ایران، فصلنامه مدیریت نوآوری، دوره ۷، شماره ۲، صص ۱۰-۳۲.

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572


- ✓ احمدی، م، (۲۰۱۹)، عدم قطعیت در ارزش‌گذاری استارتاپ‌ها با رویکرد مالی رفتاری، تهران: دانشگاه صنعتی شریف.
- ✓ جعفری، ع، (۲۰۲۰)، کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی در ارزیابی ریسک سرمایه‌گذاری در استارتاپ‌ها، مجله مدیریت فناوری اطلاعات، دوره ۱۵، شماره ۱، صص ۶۷-۹۰.
- ✓ کریمی، ف، (۲۰۲۱)، مدل‌های ریسک سرمایه‌گذاری خطرپذیر با شبیه‌سازی مونت‌کارلو، پژوهش‌های مالی ایران، دوره ۱۰، شماره ۴، صص ۱۲-۴۰.
- ✓ Block, J., Fisch, C., & van Praag, M. (2022). Machine learning and startup valuation: Predicting success and risk. Journal of Business Venturing Insights, 18, 100262. https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2022.100262
- ✓ Damodaran, A. (2012). Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset (3rd ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- ✓ Dixit, A. K., & Pindyck, R. S. (1994). Investment under uncertainty. Princeton University Press.
- ✓ Ernst, R., & Häcker, J. (2021). Scenario analysis and risk assessment in startup finance. Journal of Risk Finance, 22(4), 345–361. https://doi.org/10.1108/JRF-03-2021-0045
- ✓ Glasserman, P. (2003). Monte Carlo methods in financial engineering. New York, NY: Springer.
- ✓ Gornall, W., & Strebulaev, I. A. (2020). Squaring venture capital valuations with reality. Journal of Financial Economics, 135(1), 120–143. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2019.09.008
- ✓ Kaplan, S. N., & Schoar, A. (2005). Private equity performance: Returns, persistence, and capital flows. Journal of Finance, 60(4), 1791–1823.
- ✓ Mun, J. (2015). Modeling risk: Applying Monte Carlo simulation, real options analysis, forecasting, and optimization techniques (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- ✓ Potanin, A., Smith, R., & Zhao, L. (2023). AI-driven predictive analytics for startup valuation. Technovation, 121, 102556. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102556
- ✓ Trigeorgis, L., & Reuer, J. J. (2017). Real options in entrepreneurial finance. Strategic Entrepreneurship Journal, 11(3), 295–312. https://doi.org/10.1002/sej.1256