راهنمای عملی

# ارزش‌گذاری فناوری‌های علوم زیستی و دارو

# Valuation In Life Science

Boris Bogdan & Ralth Villiger

ترجمه و تدوین

دکتر سید ابوالفضل ابوالفضلی

مهندس شاهین حاجی پور

راهنمای عملی

# ارزش‌گذاری فناوری‌های علوم زیستی و دارو

## پیش‌گفتار نسخه اول

سرمایه‌های مالی علی‌رغم منبع آنها که می‌تواند توسط سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر، تامین سرمایه‌ی عمومی و یا منابع دولتی تأمین شده باشد، خوراک اصلی رونق و تأمین علوم زیست فناوری و داروسازی هستند. درحقیقت، فارغ از اینکه شرکتی دانش کسب جایزه نوبل داشته باشد و یا تیم مدیریتی آن همگی فارغ‌التحصیلان یک دانشگاه مطرح کسب‌وکار باشند یا خیر، این دسترسی به سرمایه‌ها هستند که مشخص می‌کند یک شرکت می‌تواند به راه خود ادامه دهد و یا در میانه راه ورشکسته خواهد شد.

به منظور جذب سرمایه می‌بایست یک *ارزش پیشنهادی*[1] با قابلیت اجرایی مناسب و ساختاربندی قوی وجود داشته‌باشد که نه‌تنها بتواند ذهن سرمایه‌گذاران را درگیر خود کند بلکه، درنهایت آنها را مجاب به سرمایه‌گذاری در طرح نماید. در این کتاب، این واقعیت که اجماع واحدی در رابطه با نحوه و روش‌شناسی ارزش‌گذاری در علوم زیست‌فناوری و داروسازی وجود ندارد مد نظر قرار گرفته است. در همین باره، یکی از عوامل پیچیده‌ای که موجب این معضل در این صنعت، در قیاس با صنایع دیگر، شده‌است مسئله پیچیدگی ارزش‌گذاری نوآوری‌های زیست‌فناورانه است که در قیاس با دیگر اقسام ارزش‌گذاری نیازمند ظرافت‌ها و صرف وقت و توانایی بالاتریست. دوره‌های نسبتاً طولانی ۱۰ تا ۱۵ ساله توسعه و فرآیند آزمایش‌های بالینی همچنان از اصلی‌ترین منشأهای تولید ریسکی هستند که یک شرکت زیست‌فناوری با آنها روبروست. مضاف بر این واقعیت که روند اخذ مجوزهای کیفی و سپری کردن مراحل لازم جهت تأیید نهایی سازمان غذا و دارو بسیار طاقت‌فرسا و پر زحمت هستند، امروز داشتن چنین مجوزهایی دال‌بر موفقیت بازاریابی محصولات در این صنعت نخواهد بود. از آنجایی که صنعت زیست‌فناوری از گزند تغییرات اساسی و الزاماتی که بر روند کلی بازار صنایع حوزه سلامت تأثیر می‌گذارند مبرا نیست لذا، همواره هزینه‌های بالفعلی که بر این صنعت تحمیل می‌گردند گزاف بوده و نیز، قوانین محدود کننده‌ای که در رابطه با حاشیه سود و قیمت تمام شده در این صنعت، بواسطه رابطه مستقیم این صنعت با سطح سلامت عمومی جامعه، وجود دارند موجب شده‌اند تا در مجموع، سقف سودآوری ممکن از این بازار بسیار محدود شود. در این بازار، علم دیگر عامل تعیین کننده نخواهد بود بلکه، عوامل و نماینده‌های پرداخت‌کننده از طرقی چون معیارهای بازپرداخت، قراردادهای مربوط به پرداخت هزینه‌ها به صورت مشترک با طرف‌های دیگر، و سهمیه‌بندی فناوری‌های مشابه، نقش بسیار فعالتری را در جهت‌دهی به این بازار ایفا می‌کنند. برنامه‌ریزی‌های بازپرداخت مذبور، با تدوین برنامه‌ریزی بالینی آغاز می‌شوند.

در آغاز راه صنعت زیست‌فناوری، سرمایه‌گذاران اولیه‌ای که وارد این حوزه شدند از هیچ ابزار و واحد سنجشی جهت مقایسه سرمایه‌گذاری و ارزش‌گذاری‌شان بر روی شرکت‌های نوپایی چون آمژن و ژِنتِک که در آن برهه چیزی بیش از یک‌سری حرف و ایده قابل مذاکره ارائه نداده بودند برخوردار نبودند. درحقیقت آنچه سرمایه‌گذاران در این طرح‌ها معامله

[1] Value Proposition

کردند چیزی جز آمال، امید و انتظاراتی که دانشمندان و کارآفرینان این مجموعه‌ها، و مجموعه‌های مشابه، به آنها فروخته بودند نبود.

حتی در حال حاضر نیز سرمایه‌گذاران این صنعت در بسیاری از اوقات سرمایه‌گذاری‌های خود را بر پایه همان آمال و آرزوها بنیان می‌نهند و امیدوار هستند نوآوری‌هایی که روی آنها سرمایه‌گذاری کرده‌اند منجر به تولید فناوری‌های نوآورانه‌ای شود که بتواند تفاوتی ایجاد کرده و برخی نیازهای پزشکی پاسخ‌داده نشده را پاسخ دهد، گیاهان و محصولات کشاورزی بهتری تولید نماید، محیط‌زیست را بهبود بخشد و از مردم در برابر تهدیدات تروریسم زیستی دفاع نماید. عموماً جامعه سرمایه‌گذاری و بازار سرمایه از آنچه تاکنون سپری شده است راضی بنظر می‌رسد. با سابقه تاریخی ۳۰ و اندی ساله و نسبتاً کوتاه این صنعت، جذب سرمایه صورت گرفته قریب به ۴۰۰ میلیارد دلار بوده است. جریان سرازیر شدن سرمایه به این صنعت همچنان با قدرت و نرخ بسیار بالایی ادامه دارد و پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که در سال جاری، رکوردهای جدیدی از جذب سرمایه در این صنعت به ثبت رسیده و فقط در بازارهای آمریکا، این رکورد به ۴۰ میلیارد دلار برسد. مسیری که این صنعت در این بازه کوتاه زمانی سپری کرده است، بسیار فراتر از حد انتظارات بوده است.

سرمایه‌گذارانی که بر روی شرکت‌های نوآور اما نابالغ سرمایه‌گذاری می‌کنند نه‌تنها باید بهترین شرکت‌هایی را که متقاضی دریافت این سرمایه‌ها هستند شناسایی کنند، بلکه باید توانایی پیش‌بینی آینده را در سایه تغییرات پیوسته و مداوم فناوری نیز داشته باشند. فعالیت در صنعت درحال بلوغی که دانش‌های کارآفرینانه خود را براساس نیازها و فرهنگ تجاری‌اش بر منصه ظهور می‌رساند، یک چالش همواره فزاینده است. در روزهای آغازین، رویای یک شرکت درحال توسعه در عرصه زیست‌فناوری آن بود که بتواند به یک شرکت بالغ کامل و یکپارچه دارویی تبدیل شده و از پورتفولیو دارایی‌های فنی خود یک جریان درآمدی قوی از محل فروش داروهای متنوع‌اش ایجاد کند.

برای نشان‌دادن اینکه این تصویر کلی و مدل کسب‌وکار تا چه میزان دست‌خوش تغییرات عظیم شده‌است باید عنوان کرد که اکنون تمرکز استراتژیک در این صنعت بر این است که یک داروی *خیلی پرفروش*[۱] طراحی شود که بتواند تمامی بیماری‌ها را درمان کند. پرفروش‌ترین داروی سال ۲۰۲۰ احتمالاً اکنون درحال طی رویه‌های اداری و آزمایشات بالینی جهت اخذ مجوز ورود خود به بازار است اما به راستی چه کسی می‌داند که این دارو محصولی برپایه چه مواد دارویی است؛ موادی که مثلاً زیست‌فناورانه هستند و یا غیره؟ شرکت‌های موفق آینده آنهایی هستند که بتواند بین تشخیص‌های مولکولی با داروهای هدف و ارائه درمان‌های شخصی‌سازی‌شده موثر و کارآ برای بیماران یک توازن ایجاد کنند. امروزه ما شاهد نرخ تکامل و تغییر بی‌سابقه‌ای در علوم زیستی و حوزه سلامت هستیم. ما در دوره درمان‌های منحصر به بیمار و داروهایی مخصوص هر فرد هستیم که درآن، دستیابی به موفقیت درمانی صد در صد در حوزه سلامت الزامی خواهد بود؛ داروهای شخصی‌سازی شده امکان تشخیص دقیق‌تر و سریع‌تر را ارائه می‌نماید و درمان را برای بیماران مختلف، با توجه

[۱] Blockbuster

به ویژگی‌های اختصاصی همان فرد ارائه می‌دهد. حاصل چنین پدیده‌ای کاهش اثرات جانبی و واکنش‌های معکوس به دارو، پیشرفت‌های چشمگیر در روش‌های درمانی، و نهایتاً پیش‌گیری از بیماری‌های اصلی چون سرطان، دیابت و آلزایمر خواهد بود.

در سوی دیگر معادله، حرکت به سوی دست‌یابی به داروهای شخصی‌سازی‌شده که قابلیت پیش‌بینی و پیش‌گیری (داروهایی که به آنها داروهای سه‌پی[۱] گفته می‌شود) را به بیماران ارائه نموده و سیستم سلامت و درمانی را متحول کند، چالشی است که پیش‌روش شرکت‌های داروسازی و زیست‌فناوری به منظور هم‌سان‌سازی خود با شرایط جدید قرار گرفته‌است؛ چراکه تا پیش از این، این شرکت‌ها اساس کار خود را بر دستیابی به داروهای پرفروش قرار داده بودند اما اکنون با پیشرفت فناوری ارتباطات و علم ژنوم‌شناسی، انتقال هوشمندانه‌تر دارو و نیز رواج چیپ‌های الکترونیکی بسیار کوچک‌اندازه‌ای که کل کار تشخیص‌های یک آزمایشگاه را انجام داده و خطرات قریب‌الوقوع را به بیماران گوشزد می‌کنند امری غیرقابل اجتناب می‌نماید که موجب می‌شود روندهای آتی حوزه درمان به سمت داروهای شخصی‌سازی سوق پیدا کنند تا دستیابی به داروهای خیلی پرفروش. دانش درحال حرکت به سوی حوزه‌های نویدبخش فناوری‌های جدیدی چون *ترانوستیک*[۲]، *اثرات پاسخگو/ غیرپاسخگو نشان‌گرها*[۳]، تشخیص‌های مولکولی و ظهور مجدد شرکت‌های ژنومیک و پروتئومیک در عرصه‌های سخت‌گیرانه‌تر الزامات و مجوزها به منظور افزایش امنیت دارویی و کاهش هزینه‌های درمانی برای مصرف‌کنندگان نهایی است.

با این تفاسیر، تأسیس یک شرکت موفق و سودآور در حوزه زیست‌فناوری به همان میزان پیچیده است که دستیابی به دانش نوآورانه در حوزه ژنتیک و سلولی (دانشی که این شرکت‌ها درتلاش برای دستیابی و تجاری‌سازی آنها هستند) پیچیده می‌باشد. محاسبات محافظه‌کارانه اخیر نشان می‌دهد که یک شرکت زیست‌فناورانه سرمایه‌ای قریب به ۲ میلیارد دلار و زمانی بین ۱۲ تا ۱۵ سال احتیاج دارد تا بتواند اولین داروی اصیل تولید شده خود را وارد چرخه درمان نموده و حجم عظیم سرمایه‌گذاری صورت گرفته را بازپرداخت نماید. و البته در طول این مسیر شرکت با چالش‌های فراوانی نیز روبروست: برای محصولاتش می‌بایست بر بسیاری از الزامات و نظارت‌های سخت‌گیرانه فائق آید، در امور شرکتی‌اش می‌بایست برای مشکلات بازارهای بی‌ثبات مالی چاره‌ای بیاندیشد، رقابت محصولات در این عرصه شدید است، فناوری‌ها بسیار سریع درحال تغییر هستند و درنهایت، یکی از اصلی‌ترین مشکلات، یافتن و استخدام افراد زبده و کاربلد است؛ تمامی این مسائل و معضلات را که کنار بگذاریم، شانس معرفی یک داروی جدید موفق به بازار تنها ۱ در ۱۰۰۰ است!

درنتیجه، به عنوان یک سرمایه‌گذار، ما درحال بخت‌آزمایی هستیم، اما درعین حال، به این واقعیت واقف هستیم که این سرمایه‌گذاری‌ها برای آینده نوع بشر الزامی است و همین مورد است که به ما سرمایه‌گذاران این عرصه، جرأت و دلگرمی

[۱] Personalized, Predictive and Preventive (PPP) medicine
[۲] Theranostics
[۳] Responder/Non-responder Effect of Biomarkers

می‌دهد. به علاوه، این امکان هم وجود دارد که بتوان دانش را به پیش برده و از محل تجاری‌سازی آن، سود بدست آورد و ارزش‌آفرینی کرد. البته این امر مستلزم صرف دقت و تحقیقات جدی و گسترده‌ای است و فقط سرمایه‌گذارانی که دهه‌ها در این صنعت دوام آورده‌اند می‌دانند که تحمل این سختی‌ها ارزشش را دارد.

درحالیکه به عنوان یک سرمایه‌گذار، جرأت آن را داشتیم که برای ساختن یک آینده بهتر، در این عرصه ورود پیدا کنیم، می‌بایست تمامی جوانب و واقعیات حول سرمایه‌گذاری و حفاظت از دارایی‌ها و محاسبات دقیق از ارزش یک شرکت و ارزش‌گذاری‌های جانبی دیگر را مدنظر قرار دهیم؛ در هر حال، ما سرمایه‌گذار هستیم و جذب سرمایه‌های ما برای کارآفرینانی که به دنبال آن هستند، برای آنها هزینه در بر خواهد داشت. به عنوان یک سرمایه‌گذار کهنه‌کار در زمینه علوم زیستی و کسی که سال‌ها در فرآیندهای ارزش‌گذاری دخیل بوده است عنوان می‌کنم که، در اینجا مشخص می‌شود که یک فرد در رابطه با پیش‌بردن معامله و دست‌یابی به پیشرفت چند مرد حلاج است. چنانچه روال مشخصی در نحوه ارزش‌گذاری و قیمت‌گذاری یک فناوری و یا شرکت زیست‌فناوری وجود داشته باشد، که طرفین بر آن اجماع داشته باشند، تنش‌های دو طرف مذاکره تا حد زیادی کاسته می‌شود.

چنین ادعا می‌شود که فرآیند ارزش‌گذاری در حوزه زیست‌فناوری قسمتی علم و قسمتی هنر است. من می‌توانم ادعا کنم که یک ضلع سومی هم وجود دارد، از نظر من مهمترین قسمت کار هم همین ضلع است، و آن هم اشتیاق است. بدون این عنصر، احتمالاً صنعت زیست‌فناوری هیچ گاه به منصه ظهور نمی‌رسید.

هر کمکی که بتواند به شناسایی و روشن شدن بهتر و البته منطقی‌تر راه‌هایی که به کاهش پیچیدگی‌های ارزش یا طرح پیشنهادی منتهی شود می‌تواند هر دو طرف این معامله را در رسیدن به یک فصل مشترک منطقی و واقع‌بینانه پیرامون ارزش واقعی طرح، یاری دهد. ارزش یک شرکت در توانایی بالقوه تولید جریان درآمدی آتی آن است. سود می‌تواند از فروش دارو، خدمات و البته واگذاری حق امتیازهای تولید، اعطای مجوز تولید به دیگران و یا دریافت رویالیتی یا سهم مالکیتی از فروش[1] یک دارو باشد. تمامی روش‌های ارزش‌گذاری مبتنی بر دورنمای آتی یک شرکت هستند که این امر مستلزم لحاظ کردن فرضیات بی‌شماری در رابطه با آینده است؛ فرضیاتی چون: ۱- وضعیت بازار هدف و سهم از بازار متصوره، ۲- دارایی‌ها و مالکیت‌های فکری و آزادی‌عمل و کیفیت آنها جهت فعالیت و ارزش آفرینی، ۳- تولنایی تحقق اهداف و پیش‌بینی‌های متصوره در طرح کسب‌وکار توسط تیم مدیریتی شرکت و در نهایت، ۴- اندازه مطلق سرمایه مورد نیاز و نرخ آتی تورم در طول اجرای طرح. هیچ ذکر جادویی وجود ندارد که بتوان با خواندن آن به ارزش‌گذاری نهایی طرح رسید و این مقوله همانند جعبه‌ی در بسته است که حتی برای بسیاری از سرمایه‌گذاران حرفه‌ای نیز راز و رمزهای و پیچیدگی‌های خاص خود را دارد.

[1] Royalty Payments

درنتیجه تمام آنچه گفته شد، نویسنده تلاش ارزشمندی را در راستای تدوین یک نقشه راه در مقوله ارزش‌گذاری علوم زیستی انجام داده است و تلاش کرده است تا خواننده و سرمایه‌گذارانی را که این کتاب را مطالعه می‌کنند از فاز "من در این مورد چنین استنباط می‌کنم" به فازی منطقی‌تر و علمی‌تری وارد کند. مثال‌های مشروحی که در متن کتاب آمده است در زمینه تسهیل این فرآیند و تبدیل آن به یک راه‌کار عملیاتی بسیار موثر بوده است. این کتاب می‌تواند به یک مرجع مهم در کتابخانه‌ها تبدیل شود تا هم سرمایه‌گذاران و هم کارآفرینان در زمانیکه بحث جذب سرمایه مطرح می‌شود، اجباراً به آن رجوع کنند.

جی. استیون بوریل

مدیرعامل بوریل و کامپانی

سان فرانسیسکو

نوامبر ۲۰۰۶

## اختصارات

| | |
|---|---|
| BLA( Biologics License Application) | اخذ مجوز بیولوژیک |
| CAPM( Capital Asset Pricing Model) | مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای |
| CNS( Central Nervous System) | دستگاه اعصاب مرکزی |
| CVS( Cardio Vascular System) | دستگاه قلب و عروق |
| DCF( Discounted Cash Flows) | جریان نقدی تنزیل‌شده |
| DC( Discount Factor) | عوامل و فاکتورهای تنزیل |
| EMEA( European Medicines Control Agency) | آژانس کنترل دارویی اروپا |
| ESOP( Employee Stock Options Plans) | برنامه‌های سهام ترجیحی کارکنان |
| EUT( Expected Utility Theory) | نظریه سود مورد انتظار |
| FDA( Food and Drug Administration) | سازمان غذا و دارو |
| GIT( Gastro Intestinal Tract) | مسیر گوارش |
| IND(Investigational New Drug) | داروهای تحت بررسی جدید |
| IP(Intellectual Property) | دارایی‌های فکری |
| IPR(Intellectual Property Rights) | حقوق مالکیت فکری |
| IRR(Internal Rate of Return) | نرخ بازده داخلی سرمایه |
| MCPM(Market-derived Capital Pricing Model) | مدل قیمت‌گذاری سرمایه‌های بازار محور |

| | |
|---|---|
| M&A(Mergers and Acquisitions) | ادغام‌ها و اکتساب‌ها |
| NCE(New Chemical Entity) | ماده شیمیایی جدید |
| NDA(New Drug Application) | اخذ مجوز داروی جدید |
| NME(New Molecular Entity) | ماهیت مولکولی جدید |
| NPV(Net Present Value) | ارزش فعلی خالص |
| PDE(Partial Differential Equations) | معادلات دیفرانسیل جزئی |
| PMA(Pre-Market Approval) | تأییدیه قبل از ورود به بازار |
| rNPV(Risk Adjusted Net Present Value) | ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک |
| ROV(Real Options Valuation) | ارزش‌گذاری اختیار واقعی |
| R&D(Research and Development) | تحقیق و توسعه |
| VBA(Visual Basic for Applications) | زبان برنامه‌نویسی ویژوئال بیسیک |
| WACC(Weighted Average Cost of Capital) | میانگین موزون هزینه سرمایه |

## فهرست مطالب


۱. پیش گفتاری بر ارزش گذاری ..... ۱

۱.۱. مقدمه ..... ۱

۱.۲. صنعت علوم زیستی ..... ۳

۱.۲.۱. آکادمیک و تحقیقات علمی دانشگاهی ..... ۳

۱.۲.۲. زیست فناوری ..... ۴

۱.۲.۳. داروسازی ..... ۴

۱.۳. ارزشگذاری ..... ۶

۱.۳.۱. نقش و جایگاه ارزشگذاری ..... ۶

۱.۳.۲. مسائل و مشکلات کنونی ارزشگذاری ..... ۸

۱.۳.۲.۱. انتخاب روش ارزشگذاری و نحوه انجام روش منتخب ..... ۸

۱.۳.۲.۲. پارامترهای ورودی ..... ۹

۱.۳.۲.۳. تفسیر نتایج ..... ۱۱

۲. مبانی و اصول ارزشگذاری ..... ۱۳

۲.۱. مقدمه ..... ۱۳

۲.۲. اصول و قواعد پایه ..... ۱۳

۲.۲.۱. جریان نقدی ..... ۱۳

۲.۲.۱.۱. اندازه جریان نقدی ..... ۱۵

۲.۲.۱.۲. زمان جریان نقدی ..... ۱۵

۲.۲.۱.۳. احتمال وقوع (بروز) جریان نقدی ..... ۱۵

۲.۲.۲. تنزیل ..... ۱۶

۲.۲.۲.۱. ارزش زمانی پول ..... ۱۶

۲.۲.۲.۲. ریسک ..... ۱۷

۲.۲.۲.۳. بهره ساده و مرکب ..... ۱۸

۲.۲.۲.۴. هزینه سرمایه ..... ۱۹

۲.۲.۳. ارزش پایانی ..... ۲۲

۲.۲.۴. مدل قیمتگذاری داراییهای سرمایهای ..... ۲۳

۲.۲.۴.۱. نواقص مدل قیمتگذاری داراییهای سرمایهای ..... ۲۶
۲.۲.۵. مدل قیمتگذاری داراییهای متأثر از بازار ..... ۲۷
۲.۲.۶. عدم اطمینان ..... ۲۸
۲.۳. روشهای ارزشگذاری ..... ۴۱
۲.۳.۱. ارزشگذاری جریانهای نقدی تنزیل شده ..... ۴۱
۲.۳.۱.۱. نرخ بازده داخلی (IRR) ..... ۴۴
۲.۳.۲. درخت تصمیم ..... ۴۵
۲.۳.۳. گزینههای واقعی ..... ۵۰
۲.۳.۳.۱. جنبههای کلی ..... ۵۰
۲.۳.۳.۲. گزینه تمایز ..... ۵۳
۲.۳.۳.۳. گزینه گسترش یا قرارداد ..... ۵۴
۲.۳.۳.۴. گزینه تَرک یا حق امتیاز ..... ۵۴
۲.۳.۳.۵. گزینه تغییر ..... ۵۵
۲.۳.۳.۶. گزینه مرحلهبندی سرمایهگذاریها ..... ۵۵
۲.۳.۳.۷. گزینه رشد ..... ۵۵
۲.۳.۳.۸. روشهای حل ..... ۵۸
۲.۳.۳.۸.۱. فرمول ..... ۵۹
۲.۳.۳.۸.۲. درختها ..... ۵۹
۲.۳.۳.۸.۳. شبیهسازیها ..... ۶۰
۲.۳.۳.۸.۴. تفاضل محدود ..... ۶۲
۲.۳.۳.۹. ارزشگذاری از طریق درختهای دوجملهای در گزینههای واقعی ..... ۶۳
۲.۳.۳.۱۰. تفاوت گزینههای واقعی با گزینههای مالی ..... ۸۱
۲.۴. ارزشگذاری گزینههای مالی ..... ۸۱
۲.۴.۱. گام های ارزشگذاری گزینههای مالی ..... ۸۳
۲.۴.۲. کمّی سازی گزینههای واقعی ..... ۸۵
۲.۴.۳. جمعبندی نتایج ..... ۸۸
۲.۴.۴. نتیجهگیری و تفسیر ..... ۸۹

۳. ارزشگذاری در علوم زیستی و دارو ..... ۹۱
۳.۱. اصول و قواعد توسعه دارو و تجهیزات پزشکی جدید ..... ۹۱
۳.۱.۱. توسعه دارو ..... ۹۱
۳.۱.۱.۱. آزمایشات بالینی ..... ۹۳
۳.۱.۲. توسعه و اخذ تاییدیههای تجهیزات پزشکی جدید ..... ۹۶
۳.۱.۲.۱. توسعه و اخذ تاییدیه در آمریکا ..... ۹۶
۳.۱.۲.۲. تاییدیههای قبل از تجاریسازی و ورود به بازار ۵۱۰ کا ..... ۹۷
۳.۱.۲.۳. تاییدیههای قبل از تجاریسازی و ورود به بازار (PMA) ..... ۹۸
۳.۱.۳. هزینهها ..... ۹۹
۳.۱.۴. نرخ موفقیت ..... ۱۰۲
۳.۱.۵. زمان ..... ۱۰۵
۳.۱.۶. بیشینه فروش ..... ۱۰۶
۳.۱.۶.۱. تخمین بیشینه فروش ..... ۱۰۸
۳.۱.۶.۲. محاسبات پایین به بالا ..... ۱۱۰
۳.۱.۶.۲.۱. محاسبه تعداد بیماران ..... ۱۱۰
۳.۱.۶.۲.۲. منحنی فروش ..... ۱۱۶
۳.۱.۶.۲.۳. الاستیسیته قیمت یا کشش قیمت فروش محصول در بازار ..... ۱۱۷
۳.۱.۶.۳. مطالعه موردی ۱ : یک مثال برای بیشینه فروش ..... ۱۱۸
۳.۱.۶.۴. سرفصل ویژه: افسانه داروی یک میلیارد دلاری ..... ۱۲۸
۳.۱.۷. تعیین تنزیل ..... ۱۳۴
۳.۱.۷.۱. چارچوب پیشنهادی برای محاسبه تنزیل ..... ۱۳۶
۳.۱.۸. تعیین نوسانات ..... ۱۳۹
۳.۲. ارزشگذاری پروژه ..... ۱۴۲
۳.۲.۱. ارزشگذاری پروژه: روش جریان های نقدی تنزیل شده (DCF) ..... ۱۴۴
۳.۲.۱.۱. مطالعه موردی ارزشگذاری پروژه: روش جریانهای نقدی تنزیل شده (DCF) ..... ۱۴۸
۳.۲.۱.۱.۱. راه حل ارزشگذاری پروژه از روش جریانهای نقدی تنزیل شده ..... ۱۵۲
۳.۲.۲. ارزشگذاری پروژه: درخت تصمیم (DTV) ..... ۱۵۷

۳.۲.۲.۱. مطالعه موردی ارزشگذاری پروژه: تحلیل درخت تصمیم ..... ۱۵۸
۳.۲.۳. ارزشگذاری پروژه: گزینههای واقعی (ROV) ..... ۱۶۶
۳.۲.۳.۱. گام های ارزشگذاری گزینههای واقعی ..... ۱۶۷
۳.۲.۳.۲. مطالعه موردی ارزشگذاری پروژه: ارزشگذاری گزینههای واقعی ..... ۱۶۹
۳.۲.۳.۲.۱. حل مسئله موجود در مطالعه موردی از طریق روش ارزشگذاری گزینههای واقعی ..... ۱۷۰
۳.۲.۳.۳. بحث و بررسی موردی ..... ۱۷۶
۳.۲.۳.۳. روش ارزشگذاری جریانهای نقدی تنزیل شده در برابر روش ارزشگذاری گزینههای واقعی ..... ۱۷۸
۳.۲.۳.۴. تحلیل حساسیت ..... ۱۷۹
۳.۲.۴. شبیهسازی پروژهها ..... ۱۸۴
۳.۲.۴.۱. پیادهسازی شبیهسازیها در اکسل ..... ۱۸۸
۳.۲.۵. تجزیه و تحلیل حساسیت و شبیه سازی حساسیت ..... ۱۹۶
۳.۳. ارزش گذاری قرارداد صدور مجوز و لایسنسیگ ..... ۲۰۱
۳.۳.۱. اساس و مبانی صدور مجوز (لایسنسینگ) ..... ۲۰۱
۳.۳.۱.۱. اصل سهم اشتراک از ارزش (سهم ارزش) در صدور مجوز ..... ۲۱۱
۳.۳.۲. ارزش گذاری قراردادهای صدور مجوز: روش جریان نقدی تنزیلشده ..... ۲۱۱
۳.۳.۳. ارزش گذاری قراردادهای مجوز: گزینههای واقعی ..... ۲۲۳
۳.۳.۳.۱. مطالعه موردی: راه حل ارزشگذاری قراردادهای صدور مجوز با روش گزینههای واقعی ..... ۲۲۶
۳.۳.۳.۱.۱. ارزشگذاری گرههای پایانی برای دارنده پروانه ..... ۲۲۶
۳.۳.۳.۱.۲. محاسبه درخت برای دارنده مجوز ..... ۲۲۸
۳.۳.۳.۱.۳. ارزشگذاری گرههای پایانی برای مجوز دهنده ..... ۲۲۹
۳.۳.۳.۱.۴. محاسبه درخت برای مجوز دهنده ..... ۲۳۰
۳.۳.۳.۱.۵. بحث و بررسی های تکمیلی پیرامون مثال ..... ۲۳۲
۳.۴. مباحث پیشرفته در ارزیابی پروژه و قرارداد مجوز ..... ۲۳۵
۳.۴.۱. صدور مجوز در مراحل اولیه با امکان صدور مجوز فرعی احتمالی ..... ۲۳۵
۳.۴.۱.۱. نظریه جریانهای نقدی تنزیلشده در ارزشگذاری قراردادهای مجوز فرعی ..... ۲۴۰
۳.۴.۱.۲. یک مثال عددی از قرار داد اعطای مجوز با استفاده از روش جریانهای نقدی تنزیلشده ..... ۲۴۱
۳.۴.۱.۳. نظریه گزینههای واقعی در ارزشگذاری قراردادهای مجوز فرعی ..... ۲۴۶

۳.۴.۱.۴. قراردادهای مجوز عمومی و کلی ..... ۲۴۷
۳.۴.۱.۴.۱. ارزشگذاری سناریوهای صدور مجوز فرعی ..... ۲۵۲
۳.۴.۱.۵. ارزشگذاری قرارداد ..... ۲۵۴
۳.۴.۱.۵.۱. یک مثال ارزشگذاری با گزینه های واقعی برای قرارداد مجوز فرعی ..... ۲۵۵
۳.۴.۲. شبیه سازی قراردادهای مجوز ..... ۲۶۶
۳.۴.۳. معاملات قراردادهای صدور مجوز کشف و مطالعات پیشبالینی: دیدگاه واقعبینانه چیست؟ ..... ۲۶۷
۳.۴.۴. چگونه یک قرارداد را بررسی کنیم؟ ..... ۲۷۰
۳.۴.۵. مدل مجازی یک شرکت ..... ۲۷۴
۳.۴.۵.۱. یک مثال برای صدور مجوز فرعی به سبک مدل مجازی شرکت ..... ۲۷۷
۳.۴.۶. مذاکرات انعقاد قراردادهای صدور مجوز ..... ۲۸۴
۳.۴.۶.۱. یک مثال برای مذاکرات انعقاد قرارداد مجوز ..... ۲۸۷
۳.۴.۶.۲. ایجاد فصل مشترک برای فرضیات مختلف در مذاکرات صدور مجوز ..... ۲۹۳
۳.۴.۶.۲.۱. مثال بررسی و حل اختلاف نظر در تخمین فروش در یک قرارداد مجوز ..... ۲۹۴
۳.۴.۶.۲.۲. مثال بررسی و حل اختلاف نظر در رابطه با نرخ های موفقیت ..... ۲۹۶
۳.۴.۷. ارزشگذاری قراردادهای صدور مجوز چند اندیکاسیونی ..... ۲۹۸
۳.۴.۷.۱. مقدمه و پیشینه علمی ..... ۲۹۸
۳.۴.۷.۲. نظریه جریانهای نقدی تنزیلشده در ارزشگذاری مجوزهای چند اندیکاسیونی ..... ۳۰۰
۳.۴.۷.۲.۱. مثال قرارداد مجوز برای یک داروی دو اندیکاسیونی ..... ۳۰۱
۳.۴.۷.۳. نظریه گزینههای واقعی در ارزشگذاری مجوزهای چند اندیکاسیونی ..... ۳۰۵
۳.۴.۷.۴. ترکیب های چند اندیکاسیونی و نرخهای موفقیت ..... ۳۱۵
۳.۴.۸. ارزشگذاری پروژههایی با چندین بازار مختلف ..... ۳۱۸
۳.۵. ارزشگذاری فناوری و نرخ خوراک ..... ۳۱۹
۳.۶. ارزشگذاری داراییهای فکری ..... ۳۲۳
۳.۶.۱. تکنیک های ارزیابی داراییهای فکری ..... ۳۲۷
۳.۶.۲. یک مثال برای ارزشگذاری داراییهای فکری ..... ۳۳۰
۳.۷. ارزشگذاری خطوط تولید و پایپلاین ..... ۳۳۵
۳.۸. مدیریت پورتفو ..... ۳۳۸

۳.۸.۱. مقدمه ای بر مدیریت پورتفو در شرکتهای داروسازی و زیست فناوری ..... ۳۳۸
۳.۸.۲. رویکردهای کیفی در مدیریت پورتفو در شرکتهای داروسازی و زیست فناوری ..... ۳۴۱
۳.۸.۳. رویکردهای کمی در مدیریت پورتفو در شرکتهای داروسازی و زیست فناوری ..... ۳۴۲
۳.۸.۳.۱. رویکرد اول در رویکردهای کمی در مدیریت پورتفو: رعایت محدودیتهای تحمیلی ..... ۳۴۲
۳.۸.۳.۲. رویکرد دوم در رویکردهای کمی در مدیریت پورتفو: حداکثرسازی ارزش ..... ۳۴۵
۳.۸.۴. ساختار بهینه پورتفو ..... ۳۴۶
۳.۹. ارزش گذاری شرکت و سهام ..... ۳۵۲
۳.۹.۱. مقدمه ای بر ارزش گذاری شرکت و سهام ..... ۳۵۲
۳.۹.۲. اصول نظری ..... ۳۵۵
۳.۹.۲.۱. نرخ خوراک و ارزش پایانی ..... ۳۶۵
۳.۹.۲.۲. نرخ تنزیل ..... ۳۷۰
۳.۹.۲.۳. قرضه ..... ۳۷۰
۳.۹.۲.۴. رقیق سازی (طرح های اختیار سهام کارکنان، راچت یا چرخه کامل) ..... ۳۷۳
۳.۹.۳. تفسیر نتایج ارزش گذاری ..... ۳۷۵
۳.۹.۴. شبیه سازی در سطح شرکت ..... ۳۷۷
۳.۹.۵. یک مثال موردی از ارزش گذاری شرکتی ..... ۳۷۸
۳.۹.۶. ارزش گذاری سهام ..... ۳۸۱
۳.۹.۷. ارزیابی پیشرفته شرکت ..... ۳۸۹
۳.۹.۷.۱. مطالعه موردی: ارزشیابی پیشرفته شرکت ..... ۳۸۹
۳.۹.۸. ادغام و اکتساب ..... ۳۹۶
۳.۹.۹. رویکردهای با درجه اهمیت کمتر ..... ۴۰۰
۳.۹.۹.۱. نسبت P/E پویا ..... ۴۰۹
۳.۹.۹.۱.۱. برخی از جزئیات نسبت P/E ..... ۴۱۴
۴. فصل تمرین های عددی ..... ۴۱۸
۴.۱. مقدمه ای بر تمرینهای عددی ..... ۴۱۸
۴.۲. تمارین ..... ۴۱۸
۴.۳. راه حلها ..... ۴۲۶

۵. مطالعههای موردی ..... ۴۵۳
۵.۲. مطالعه موردی ۱ ..... ۴۵۳
۵.۲.۲. BT-۱۰۰ ..... ۴۵۴
۵.۲.۳. ارزیابی موشکافانه ..... ۴۵۵
۵.۲.۴. ورود به مذاکرات ..... ۴۵۷
۵.۲.۵. تکالیف مثال موردی ۱ ..... ۴۵۸
۵.۲.۶. راه حل های مطالعه موردی ۱ ..... ۴۵۸
۵.۳. مطالعه موردی ۲ ..... ۴۶۱
۵.۳.۱. کلیات ..... ۴۶۱
۵.۳.۲. استراتژی کلان شرکت ..... ۴۶۲
۵.۳.۳. ورود شریک تجاری به صحنه ..... ۴۶۲
۵.۳.۴. ارزیابی گزینه ها ..... ۴۶۳
۵.۳.۵. تحقیقات بازار ..... ۴۶۴
۵.۳.۶. اهداف ..... ۴۶۶
۵.۳.۷. مطالعه موردی ۲: ارائه راه حل ..... ۴۶۷
۵.۴. مطالعه موردی ۳ ..... ۴۷۰
۵.۴.۱. کلیات ..... ۴۷۰
۵.۴.۲. بررسی معاملات اخیر ..... ۴۷۱
۵.۳.۴. اهداف شرکت مبآرایکس از انعقاد قرارداد ..... ۴۷۵
۵.۳.۵. ساختار قرارداد ..... ۴۷۶
۵.۵. مطالعه موردی ۴ ..... ۴۸۱
۶. منابع و ماخذ ..... ۴۹۱
۷. دایره المعارف واژگان ..... ۴۹۲

## فهرست جداول


جدول ۱) صورت جریان نقدی یک شرکت فرضی ..... ۱۴
جدول ۲) محاسبه ارزش فعلی خالص تنظیم شده با ریسک پروژه سوپرسولوشن ..... ۴۳
جدول ۳) مقایسه روش های جریان نقدی تنزیل شده و گزینه های واقعی ..... ۵۷
جدول ۴) مقایسه روش های حل ..... ۶۳
جدول ۵) مشخصات پروژه ..... ۶۸
جدول ۶) محاسبه ارزش فعلی خالص در گره های پایانی ..... ۷۵
جدول ۷) دو مجموعه متغییر برای درخت های دو جمله ای ..... ۸۲
جدول ۸) فرمول عاری از ریسک برای درخت دو جمله ای ..... ۸۵
جدول ۹) هزینه مراحل مختلف توسعه داروی جدید ..... ۱۰۲
جدول ۱۰) نرخ موفقیت توسعه دارو در فازهای مختلف ..... ۱۰۳
جدول ۱۱) دلیل توقف توسعه داروهای جدید به همراه درصد سهم هر دلیل از کل پروژه های متوقف شده ..... ۱۰۴
جدول ۱۲) طول بازه زمانی مورد نیاز جهت توسعه دارو در هر فاز ..... ۱۰۵
جدول ۱۳) میانگین فروش دارو در دسته بندی بیمار های مختلف ..... ۱۰۶
جدول ۱۴) میانه فروش دارو در دسته بندی بیمار های مختلف ..... ۱۰۷
جدول ۱۵) سناریوهای متفاوت رقابت ..... ۱۱۵
جدول ۱۶) داده های جمع آوری شده از وضعیت بیماری در کشور مورد نظر ..... ۱۱۹
جدول ۱۷) تعداد حملات درمان شده در سال های مختلف ..... ۱۲۰
جدول ۱۸) احتمال وقوع هر یک از سناریوها ..... ۱۲۲
جدول ۱۹) مدل امتیازدهی برای سناریوی یک ..... ۱۲۳
جدول ۲۰) مدل امتیازدهی برای سناریوی دو ..... ۱۲۳
جدول ۲۱) مدل امتیازدهی برای سناریوی سه ..... ۱۲۴
جدول ۲۲) محاسبه سهم از بازار در هر یک از سناریوها ..... ۱۲۴
جدول ۲۳) متغییرهای دی ماسی برای مطالعات بالینی ..... ۱۳۰
جدول ۲۴) اوزان نرخ فرسایش در هر فاز ..... ۱۳۰
جدول ۲۵) فرضیات واقع بینانه تر در رابطه با توسعه یک داروی جدید ..... ۱۳۳
جدول ۲۶) گزارههای عددی حاصل از سه پایگاه داده متفاوت ..... ۱۳۳
جدول ۲۷) نرخ های تنزیل مقایسه ای در برخی از شرکت های دارویی ..... ۱۳۵
جدول ۲۸) ریسک های توسعه یک شرکت توسعه دهنده دارو و نحوه برخورد با آنها ..... ۱۳۶
جدول ۲۹) مقادیر مختلف نرخ تنزیل (منبع: آوانس) ..... ۱۳۸
جدول ۳۰) هزینه های توسعه پروژه ..... ۱۴۹
جدول ۳۱) نرخ های موفقیت پروژه ..... ۱۵۱
جدول ۳۲) مدت زمان مورد نیاز جهت توسعه هر فاز ..... ۱۵۱
جدول ۳۳) محاسبه ارزش پروژه ..... ۱۵۳

جدول ۳۴) ارزشگذاری ارزش فعلی خالص تعدیل شده با ریسک پروژه (rNPV) ..... ۱۵۶
جدول ۳۵) محاسبات rNPV بالاترین نقطه پایانی..... ۱۷۲
جدول ۳۶) تحلیل حساسیت ..... ۱۸۳
جدول ۳۷) صفحه فرمول نویسی شده اکسل برای شبیه سازی..... ۱۸۸
جدول ۳۸) ورک شیت یا کاربرگ "scenario" در اکسل ..... ۱۹۰
جدول۳۹ ) پاپ آپ جدول داده ها یا Data table در اکسل .....Error! Bookmark not defined
جدول ۴۰) ورک شیت شبیه سازی.....Error! Bookmark not defined
جدول ۴۱) «شبیه‌سازی‌های» کاربرگ هنگام شبیه‌سازی NPV، بیشینه فروش در زمان راه‌اندازی، و اینکه آیا محصول تأیید شده است یا خیر ..... ۱۹۲
جدول ۴۲) اجرای آستانه در کاربرگ "سناریو"..... ۱۹۵
جدول ۴۳) پیکره بندی های مختلف سهم ارزش..... ۲۱۱
جدول ۴۴) متغییرهای ورودی پروژه..... ۲۱۶
جدول ۴۵) متغییرهای شرایط مختلف قرارداد در اعطای مجوز با دو ذی نفع (قرارداد با دو طرف معامله) ..... ۲۱۷
جدول ۴۶) محاسبه جریان های نقدی تنزیل شده برای گیرنده مجوز..... ۲۲۰
جدول ۴۷) محاسبات ارزش فعلی خالص تعدیل شده با ریسک بیگ فارما..... ۲۲۱
جدول٤٨ ) توزیع ارزش پروژه بین اعطا کننده و گیرنده پروژه.....Error! Bookmark not defined
جدول ۴۹) محاسبه ارزش در پایین ترین گره پایانی..... ۲۲۷
جدول ۵۰) تعدیل شرایط معامله براساس ارزشگذاری گزینه های واقعی..... ۲۳۲
جدول۵۱ ) متغیرها در قراردادهای اعطای مجوز فرعی..... ۲۳۷
جدول ۵۲) مشخصات پروژه مثال .....Error! Bookmark not defined
جدول ۵۳) شرایط قرارداد اعطای مجوز فرعی بین شرکت زیست فناوری و داروسازی در مثال..... ۲۴۲
جدول ۵۴) قرارداد پایه و شرایط مشارکت در قرارداد مجوز فرعی ..... ۲۴۳
جدول ۵۵) نرخ های مشارکت در فازهای مختلف ..... ۲۴۳
جدول ۵۶) پارامترهای قرارداد مجوز و مجوز فرعی..... ۲۴۵
جدول ۵۷) پارامترهای یک قرارداد عمومی ..... ۲۴۸
جدول ۵۸) شرایط قرارداد عمومی برای فاز ۳ ..... ۲۵۰
جدول ۵۹) پارامترهای قرارداد صدور مجوز با گزینه های واقعی ..... ۲۵۶
جدول ۶۰) شرایط قراردادهای مجوز فرعی عمومی با روش گزینه های واقعی ..... ۲۵۶
جدول ۶۱) پرداخت های اولیه رویالیتی در زمان تحقق نقطات عطف..... ۲۵۸
جدول ۶۲) سهم شرکت زیست فناوری در قرارداد صدور مجوز فرعی ..... ۲۵۹
جدول ۶۳) توزیع ارزش در گره صدور مجوز فرعی در مرحله مطالعات پیش بالینی ..... ۲۵۹
جدول ۶۴) ارزش های متناظر با هر یک از نرخ های مشارکت ..... ۲۶۰
جدول ۶۵) قراردادهای مجوز فرعی برای هر یک از گره های صدور مجوز فرعی..... ۲۶۱
جدول ۶۶) مقایسه نرخ های مشارکت در روش های DCF و ROV..... ۲۶۳

جدول ۶۷) وزن نقطه عطف ها برای فاز ۲ ..... ۲۷۲
جدول ۶۸) پیش بینی نقطه عطف ها ..... ۲۷۲
جدول ۶۹) پیش بینی نقطه عطف ها - ۲ ..... ۲۷۳
جدول ۷۰) فرضیات مرتبط با مراحل تحقیق و توسعه ..... ۲۷۷
جدول ۷۱) فرضیات تجاریسازی ..... ۲۷۸
جدول ۷۲) شرایط صدور مجوز ..... ۲۷۹
جدول ۷۳) توسعه ارزش سهام در شرکت ویرچوئال کامپ برای آکادمیا و شرکت زیست فناوری ..... ۲۸۱
جدول ۷۴) نرخ های مشارکت برای ویرچوئال کامپ ..... ۲۸۳
جدول ۷۵) متغییرهای ورودی برای شرکت داروسازی و زیست فناوری ..... ۲۸۸
جدول ۷۶) مذاکرات پیرامون شرایط قرارداد ..... ۲۸۹
جدول ۷۷) ارزش اولیه و ثانویه پروژه های آتی شرکت در صورت تکامل شرکت ..... ۲۹۲
جدول ۷۸) ترم شیت یک قرارداد مجوز برای پروژه ای در مرحله مطالعات پیش بالینی ..... ۲۹۴
جدول ۷۹) ترم شیت اصلاح شده ..... ۲۹۵
جدول ۸۰) ترم شیت اصلاح شده ..... ۲۹۷
جدول ۸۱) ارزش با توجه به ترم شیت اصلاح شده ..... ۲۹۸
جدول ۸۲) مختصات جریان های نقدی قرارداد مجوز ..... ۳۰۲
جدول ۸۳) ارزش قرارداد مجوز برای سناریوهای تایید مشترک ..... ۳۰۴
جدول ۸۴) احتمالات مشترک ..... ۳۰۵
جدول ۸۵) احتمالات مشترک برای اندیکاسیون های هم بسته ..... ۳۰۶
جدول ۸۶) تعیین مقدار متغییرها ..... ۳۳۱
جدول ۸۷) ارزش محاسباتی برای پروژه نمونه اولیه ..... ۳۳۲
جدول ۸۸) ارزش محاسباتی برای فناوری ..... ۳۳۴
جدول ۸۹) دینامیک و وضعیت پویایی پروژه ها ..... ۳۴۶
جدول ۹۰) احتمال ورود به بازار پروژه ها ..... ۳۴۶
جدول ۹۱) مقدار میانگین پروژههای مورد نیاز ..... ۳۴۶
جدول ۹۲) مشخصات متوسط پروژههای مورد نیاز ..... ۳۴۹
جدول ۹۳) محاسبه احتمال ..... ۳۵۰
جدول ۹۴) وضعیت سهامداری سهامداران ..... ۳۵۵
جدول ۹۵) اطلاعات پایه ای شرکت اوسیریس تراپیوتیک (منبع: نزدک) ..... ۳۵۷
جدول ۹۶) هزینه های تخصیص یافته و تخصیص نیافته شرکت بایوتک کورپ ..... ۳۶۳
جدول ۹۷) اظهارنامه درآمدی شرکت بایوتک کورپ ..... ۳۶۴
جدول ۹۸) ارزش پس از مالیات شرکت با در نظر گرفتن و بدون در نظر گرفتن احتمال موفقیت ..... ۳۶۸
جدول ۹۹) ارزش پروژه های شرکت بایوکمپ ..... ۳۷۸
جدول ۱۰۰) ارزش اجزای تشکیل دهنده شرکت ..... ۳۷۹

جدول ۱۰۱) ویژگی های پروژه ..... ۳۸۶
جدول ۱۰۲) مولفه های شرکت ..... ۳۹۰
جدول ۱۰۳) ویژگی های پروژه های شرکت ..... ۳۹۰
جدول ۱۰۴) ارزشگذاری شرکت ..... ۳۹۱
جدول ۱۰۵) ارزش شرکت در صورت پیشبرد درون شرکتی پروژه ..... ۳۹۳
جدول ۱۰۶) ارزش شرکت در حالت نرخ مالیات ۱۵٪ ..... ۳۹۵
جدول ۱۰۷) نحوه توسعه ارزش شرکت بایوتک تا سه سال آینده ..... ۳۹۵
جدول ۱۰۸) فرضیات مثال ..... ۴۰۰
جدول ۱۰۹) جمعبندی تاثیر دیدگاه های مختلف در ارزش محاسباتی ..... ۴۰۹
جدول ۱۱۰) تحلیل فروش در شرکت کلینول (۱) ..... ۴۱۱
جدول ۱۱۱) تحلیل فروش در شرکت کلینول (۲) ..... ۴۱۲
جدول ۱۱۲) نسبت P/E و تنزیل متناظر با برخی از شرکت های داروسازی بین المللی ..... ۴۱۴
جدول ۱۱۳) پارامترهای پروژه "مثال" ..... ۴۱۸
جدول ۱۱۴) مشخصات قرارداد صدور مجوز برای پروژه "مثال" ..... ۴۲۲
جدول ۱۱۵) وضعیت پایپ لاین شرکت ..... ۴۲۴
جدول ۱۱۶) فرمول های گره های انتهایی بالایی ..... ۴۴۲
جدول ۱۱۷) متغیرهای پروژه ABC۱۰۲ ..... ۴۴۵
جدول ۱۱۸) متغیرهای پروژه ABC۱۰۷ ..... ۴۴۶
جدول ۱۱۹) متغیرهای پروژه ABC۲۰۱ ..... ۴۴۶
جدول ۱۲۰) متغیرهای پروژه ABC۱۱۱ ..... ۴۴۶
جدول ۱۲۱) متغیرهای پروژه ABC۲۰۵ ..... ۴۴۷
جدول ۱۲۲) حدود بالا و پایین قراردادهای مجوز در شرایط حاد که آزادی عمل مذاکره را مشخص میکنند ..... ۴۴۹
جدول ۱۲۳) پروژه های قلب و عروق ..... ۴۴۹
جدول ۱۲۴) پروژه های ضد عفونت ..... ۴۴۹
جدول ۱۲۵) ارزش کل شرکت ..... ۴۵۱
جدول ۱۲۶ ) داده های توسعه بالینی ..... ۴۵۵
جدول ۱۲۷) قرارداد عمومی صدور مجوز فاز ۱ ..... ۴۵۶
جدول ۱۲۸) قرارداد مجوز با دانشگاه تحقیقاتی ..... ۴۵۷
جدول ۱۲۹) شرایط معامله منصفانه برای یک قرارداد فاز ۱ ..... ۴۵۹
جدول ۱۳۰) بازبینی شرایط قرارداد در یک معامله فاز ۱ ..... ۴۶۰
جدول ۱۳۱) پایپ لاین شرکت بایوتک ..... ۴۶۱
جدول ۱۳۲) ترم شیت پیشنهادی از سوی شرکت میدفارم ..... ۴۶۳
جدول ۱۳۳) داده های توسعه بالینی ..... ۴۶۴
جدول ۱۳۴) شرایط قراردادهای صدور مجوز ..... ۴۶۶

جدول ۱۳۵) شرایط عادلانه برای یک معامله فاز ۲ ..... ٤٦٨
جدول ۱۳۶) شرایط عادلانه برای یک معامله فاز ۲ ..... ٤٦٨
جدول ۱۳۷) شرایط قرارداد فاز ۱ برای سهم ارزش ۴۰٪ ..... ٤٦٩
جدول ۱۳۸) گزینههای پیش روی شرکت بایوتک ..... ٤٧٠
جدول ۱۳۹)شرایط قرارداد مجوزموجود با شرکت تحقیقاتی..... ٤٧٦
جدول ۱۴۰) ترم شیت پیشنهادی به فارما اینترنشنال ..... ٤٧٧
جدول ۱۴۱) فرضیه های فارما اینترنشنال در رابطه با هزینه ها و نرخ های موفقیت..... ٤٧٨
جدول ۱۴۲) نرخ های موفقیت مفروض توسط شرکت مبآرایکس..... ٤٨٠
جدول ۱۴۳) نرخ های موفقیت برای OT-۱..... ٤٨٣
جدول ۱۴۴) هزینه های آتی OT-۱ ..... ٤٨٥
جدول ۱۴۵) نرخ موفقیت داروهای چشم پزشکی ..... ٤٨٨
جدول ۱۴۶) شرایط قراردراد مجوز با دانشگاه اوئلی ..... ٤٨٩
جدول ۱۴۷) هزینه های توسعه OT-۱..... ٤٩٠

## فهرست اشکال و تصاویر


شکل ۱) شماتیک سود مورد انتظار حاصل از دارایی ها در سرمایه گذاری ها با ریسک های متفاوت ..... ۱۸
شکل ۲) یک شبیه سازی ۱،۰۰۰ مرحل های برای یک خط تولید تک محصوله (شرکت زیست فناوری) ..... ۳۰
شکل ۳) یک شبیه سازی ۱۰۰۰ مرحله ای برای یک خط تولید ۱۰ محصوله (شرکت دارویی متوسط) ..... ۳۱
شکل ۴) یک شبیه سازی ۱۰۰۰ مرحله ای برای یک خط تولید ۱۰۰ محصوله (شرکت داروسازی) ..... ۳۱
شکل ۵) نمودار بازپرداخت در قمار دوم ..... ۳۶
شکل ۶) نمودار بازپرداخت در قمار سوم ..... ۳۶
شکل ۷) توزیع موفقیت با ۱۰۰ پروژه مختلف ..... ۴۰
شکل۸ ) توزیع موفقیت با ۲۰۰ پروژه مختلف ..... ۴۰
شکل ۹) تاثیرات تغییر نرخ تنزیل بر ارزش پروژه ..... ۴۵
شکل ۱۰) طرح پروژه سوپرسولوشن به عنوان درخت تصمیم ..... ۴۶
شکل ۱۱) درخت تصمیم پروژه سوپرسولوشن با جزئیات دقیق تر ..... ۴۶
شکل ۱۲) ارزش های شرطی برای هریک از حالات پروژه سوپرسولوشن ..... ۴۸
شکل ۱۳) ارزش های پیوسته پس از اولین مرحله تحقیق و توسعه ..... ۴۹
شکل ۱۴) یک درخت نوترکیب (مورثی) دو جمله ای ..... ۶۰
شکل ۱۵) مسیرها در یک شبیهسازی ..... ۶۱
شکل ۱۶) درخت دو جمله ای ..... ۶۵
شکل ۱۷) محاسبه گره های انتهایی ..... ۶۶
شکل ۱۸) مقایسه درخت با ترکیب بندی مناسب در برابر درخت با ترکیب بندی نامناسب ..... ۶۹
شکل ۱۹) قدم رو به بالا و قدم رو به پایین ..... ۷۰
شکل ۲۰) درخت تصمیمات دو جمله ای نشان دهنده شرایط بازار در حالت های مختلف و احتمال وقوع هر یک از شرایط ..... ۷۱
شکل ۲۱) درخت برای یک بازه زمانی پنج ساله ..... ۷۲
شکل ۲۲) تعدد و احتمال هریک از حالت های انتهایی متفاوت ..... ۷۳
شکل ۲۳) ارزش پروژه در گره های پایانی ..... ۷۶
شکل ۲۴) یک قدم زمانی در درخت دو جمله ای ..... ۷۷
شکل ۲۵) محاسبه درخت تا سال دوم ..... ۷۹
شکل ۲۶) حل درخت از گره های سرشاخه تا گره ریشه ..... ۸۰
شکل ۲۷) قدم زمانی در ارزش گذاری گزینه ..... ۸۴
شکل ۲۸) نمودارهای پیشبینی بیشینه فروش ..... ۱۱۶
شکل ۲۹) نمودار الاستیسیته قیمت و رابطه آن با مقدار فروش دارو ..... ۱۱۷
شکل ۳۰) سناریوهای محتمل بازار ..... ۱۲۱
شکل۳۱ ) نمودار سهم از بازار سناریوی یک ..... ۱۲۵
شکل۳۲ ) نمودار سهم از بازار سناریوی دو ..... ۱۲۶
شکل۳۳ ) نمودار سهم از بازار سناریوی سه ..... ۱۲۶

شکل ۳۴) نمودار سهم از بازار سناریوی چهار ..... ۱۲۷
شکل۳۵ ) نمودار منحنی فروش ..... ۱۲۷
شکل۳٦ ) نمودارهای دی ماسی ..... ۱۳۱
شکل ۳۷) دو نمودار منحنی شبیه سازی شده تغییرات قیمت سهام با استفاده از نوسانات مختلف ..... ۱۳۹
شکل ۳۸) نمودار استاندارد منحنی فروش محصول (دارو) ..... ۱۵۰
شکل ۳۹) درخت تصمیمات در روش جریان های نقدی تنزیل شده تعدیل شده با ریسک ..... ۱۵۷
شکل ۴۰) درخت تصمیمات برای پروژه سیتوتوکسابین همراه با مدت، هزینه ها، نرخ موفقیت ..... ۱۵۹
شکل ۴۱) ارزش برگ های درخت تصمیم سیتوتوکسابین ..... ۱٦۰
شکل٤۲ ) ارزش آخرین نقاط تصمیم (شاخه ها) در درخت تصمیم سیتوتوکسابین ..... ۱٦۱
شکل ۴۳) ارزش ها در آغاز فاز بازبینی برای خط اول درمان ..... ۱٦۲
شکل ۴۴) ارزش های میانگین در پایان مطالعات فاز سه خط اول ..... ۱٦۲
شکل ۴۵) ارزش در پایان مطالعات فاز سه خط دوم ..... ۱٦۳
شکل ۴۶) ارزش میانگین پس از فاز سه برای خط دوم درمان ..... ۱٦۳
شکل ۴۷) ارزش ها در آغاز مطالعات فاز سه برای خط دوم درمان ..... ۱٦٤
شکل ۴۸) ارزش های میانگین پس از دومین مطالعات فاز دو ..... ۱٦٤
شکل ۴۹) ارزش ها پس از مطالعات فاز دو ..... ۱٦۵
شکل ۵۰) ارزش میانگین پس از مطالعات فاز دو ..... ۱٦۵
شکل ۵۱) یک گام زمانی ..... ۱٦۸
شکل ۵۲) درخت دو جمله ای به همراه احتمال وقوع و وضعیت بازار ..... ۱۷۱
شکل ۵۳) ارزش پروژه در گره های پایانی با توجه به وضعیت بازار ..... ۱۷۳
شکل ۵۴) محاسبه ارزش در یک نقطه حالت (گره) ..... ۱۷٤
شکل ۵۵) محاسبه کلیه مقادیر درخت تا نقطه ریشه ..... ۱۷۵
شکل ۵۶) ارزشگذاری از روش گزینه های واقعی بدون رها کردن پروژه در حالتهای منفی ..... ۱۷۹
شکل۵۷ ) ارزش در معرض خطر برای ارزش یک پایپ لاین (۱۰۰۰ شبیه سازی، محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۱۸٦
شکل ۵۸) شبیه سازی با گزینه های واقعی ..... ۱۹٤
شکل ۵۹) آستانه برای یک پروژه در مرحله پیش بالینی (محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۱۹۵
شکل ۶۰) ۲۰۰۰ شبیه سازی حساسیت برای یک پروژه فاز یک با فاصله اطمینان ۸۰٪ (محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۱۹۷
شکل ۶۱) ۲۰۰۰ شبیه سازی پروژه فاز یک با ۱۰٪ بدترین و ۱۰٪ بهترین حالت (محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۱۹۹
شکل ۶۲) ارزش شاخه های پایانی درخت برای گیرنده مجوز ..... ۲۲۸
شکل ۶۳) ارزش در گره ریشه برای دارنده پروانه (گیرنده مجوز) ..... ۲۲۹
شکل ۶۴) ارزش در گره های انتهایی برای اعطاکننده مجوز ..... ۲۳۰
شکل ۶۵) ارزش اعطاکننده مجوز در گره ریشه ای ..... ۲۳۱
شکل ۶۶) صدور مجوز و مجوز فرعی ..... ۲۳۵
شکل ۶۷) شماتیک مشارکت در قراردادهای صدور مجوز فرعی ..... ۲۳۹

شکل ۶۸) نمودار منحنی فروش مثال در سالهای مختلف ..... ۲٤۱
۶۹) مسیرهای مختلف منتهی به یک گره انتهایی یکسان ..... ۲۵۳
شکل ۷۰) گره هایی که می توانند از یک قرارداد مجوز فرعی واحد به وجود بیایند ..... ۲۵٤
شکل ۷۱) حرکت رو به جلو در یک گام زمانی ..... ۲۵۷
شکل ۷۲) درخت دو جمله ای ..... ۲٦۱
شکل ۷۳) شبیه سازی قرارداد صدور مجوز در فاز ۳ (۱۰۰۰ شبیه سازی محاسبه شده با ri:val) ..... ۲٦٦
شکل ۷۴) اوزان نسبی پرداخت ها در هر نوع قرارداد و هر یک از فازهای توسعه ..... ۲٦۸
شکل ۷۵) سهم ارزش صادرکننده مجوز و گیرنده مجوز در قراردادهای اکتشافی و پیشبالینی ..... ۲٦۹
شکل ۷۶) نمودار منحنی فروش در حین و پس از دوره پتنت ..... ۲۷۸
شکل ۷۷) ارزش های مشارکت در ویرچوئال کامپ ..... ۲۸۰
شکل ۷۸) مالکیت نسبی آکادمیا و شرکت زیست فناوری در ویرچوئال کامپ ..... ۲۸۰
شکل ۷۹) میزان آزادی عمل در چانه زنی و بازه قابل معامله در قراردادهای مجوز ..... ۲۸٦
شکل ۸۰) نمودار تجزیه اجزای ارزش برای طرفین در یک قرارداد مجوز ..... ۲۹۰
شکل ۸۱) نمودار افزایش حد پایین برای شرکت زیست فناوری به دلیل ارزش استراتژیک A ..... ۲۹۱
شکل ۸۲) نمودار انتظار طرفین قرارداد مجوز از بیشینه فروش و شیب نمودار فروش (طراحی شده با نرم افزار ri:val) ..... ۲۹۵
شکل ۸۳) نمودار انتظار طرفین قرارداد مجوز از نرخ موفقیت پروژه در فازهای مختلف (طراحی شده با نرم افزار ri:val) ..... ۲۹۷
شکل ۸۴) تقسیم یک پروژه به پروژه های اصلی و فرعی ..... ۲۹۹
شکل ۸۵) نرخ موفقیت اخذ تاییدیه ها به صورت مجزا و احتمال وقوع اخذ توامان هر دو تاییدیه ..... ۳۰۲
شکل ۸۶) سناریوهای تایید مشترک ..... ۳۰۳
شکل۸۷ ) یک درخت دو جمله ای دو بعدی در یک گام زمانی (بعد سوم) ..... ۳۰٦
شکل ۸۸) یک درخت دوبعدی دوشاخه ای در طول چندین گام زمانی (بعد سوم) ..... ۳۰۷
شکل ۸۹) یک درخت دو بعدی دو جمله ای با لایه های صفر ..... ۳۰۸
شکل ۹۰) پایپ لاین یک شرکت بدون پروژه های فناورانه (ترسیم شده با ri:val) ..... ۳۲۲
شکل ۹۱) پایپ لاین یک شرکت با پروژه های فناورانه (ترسیم شده با ri:val) ..... ۳۲۲
شکل۹۲ ) نمودار ارزش یک پایپ لاین متنوع شده (ترسیم شده با نرم افزار ri:val) ..... ۳۳۷
شکل۹۳ ) نمودار ارزش یک پایپ لاین متنوع نشده (ترسیم شده با نرم افزار ri:val) ..... ۳۳۷
شکل ۹۴) نمودار میانه ساختار شرکت (مرتبط با ۵۰٪ درصد، محاسبه و ترسیم شده با نرمافزار ri:val) ..... ۳۳۸
شکل ۹۵) نمودار حبابی مقایسه پروژهها با توجه به حجم سرمایهگذاری محاسبه و ترسیم شده با نرم افزار ri:val ..... ۳٤۱
شکل ۹۶) ساختار بهینه پایپ لاین ..... ۳٤۸
شکل ۹۷) ساختار بهینه پایپ لاین با توجه به توسعه درون شرکتی و خرید مجوز ..... ۳٤۸
شکل۹۸ ) وضعیت پایپ لاین فعلی شرکت ..... ۳٤۹
شکل۹۹ ) احتمال وقوع سناریوی فعلی با درنظر گرفتن نرخ خوراک های مختلف برای فازمطالعات پیش بالینی ..... ۳۵۱
شکل ۱۰۰) ساختار ترازنامه ..... ۳۵٦
شکل ۱۰۱) روش های ارزشگذاری شرکت ..... ۳۵٦

شکل ۱۰۲) ساختار ارزش حقوق صاحبان سهام ..... ۳۵۹
شکل ۱۰۳) انتخاب نقطه مناسب برای محاسبه ارزش پایانی با فرض وجود جریان نقدی با مقدار ثابت ..... ۳۶۶
شکل ۱۰۴) شمایل بازپرداخت قرضه و حقوق صاحبان سهام ..... ۳۷۱
شکل ۱۰۵) مشخصات سود اوراق قرضه قابل تبدیل ..... ۳۷۲
شکل ۱۰۶) توسعه ارزش پروژه فاز دوم، محاسبه شده با نرخ تنزیل ۱۲٪ (محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۳۷۶
شکل ۱۰۷) توسعه ارزش پروژه فاز دوم، با نرخ تنزیل ۷٪ محاسبه شده (محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۳۷۷
شکل ۱۰۸) ارزش شرکت ..... ۳۸۰
شکل ۱۰۹) قیمت سهام شرکت اکتلون **(ATLN)** از زمان عرضه اولیه آن در آوریل ۲۰۰۰ (منبع:**SWX** ) ..... ۳۸۲
شکل ۱۱۰) واکنش قیمت سهام جنتک به نتایج کارآزمایی بالینی ..... ۳۸۴
شکل ۱۱۱) وضعیت پایپ لاین های یک شرکت نوپای زیست فناوری ..... ۳۸۵
شکل ۱۱۲) وضعیت ارزش شرکت در حالتی که پروژه ۱ و ۲ به تجاری سازی می رسند ..... ۳۸۷
شکل ۱۱۳) ارزش شرکت زمانیکه پروژه ۳ به تجاری سازی می رسد ..... ۳۸۷
شکل ۱۱۴) وضعیت شرکت در زمانیکه همه پروژه ها با موفقیت فاز ۲ رو پشت سر بگذارند ..... ۳۸۸
شکل ۱۱۵) نمودار رشد متوسط ارزش شرکت (محاسبه شده با **ri:val**) ..... ۳۹۲
شکل ۱۱۶) تصویر نمودار شبیه سازی ساختار پایپ لاین ها (محاسبه و شبیه سازی شده با **ri:val**) ..... ۳۹۲
شکل ۱۱۷) تصویر نمودار شبیه سازی شده ارزش شرکت بایوتک (محاسبه شده توسط **ri:val**) ..... ۳۹۳
شکل ۱۱۸) ارزش شبیه سازی شده شرکت بایوتک در حالتی که پروژه **BT-۱۰۳۸** را خود به پیش ببرد ..... ۳۹۴
شکل۱۱۹ ) نمودار ترکیب بندی ارزش در معاملات ادغام و اکتساب ..... ۳۹۹
شکل ۱۲۰ ) شبیه سازی ۱۰۰۰ بار پرتاب یک سکه دستکاری شده ..... ۴۰۳
شکل ۱۲۱) نمودار تغییرات نسبت **P/E** در طول چرخه عمر کسب و کار یک شرکت ..... ۴۱۵
شکل ۱۲۲) نمودار منحنی فروش "مثال" ..... ۴۱۹
شکل ۱۲۳) ایجاد صفحه گسترده یا اسپرد شیت داده های ورودی در اکسل ..... ۴۲۶
شکل ۱۲۴) نحوه اعمال و محاسبه نرخ رشد در اکسل ..... ۴۲۷
شکل۱۲۵ ) فرمول نویسی روش **DCF** در اکسل ..... ۴۲۸
شکل۱۲۶ ) مقادیر عددی محاسبات **DCF** ..... ۴۲۸
شکل ۱۲۷) محل قرارگیری تاربع **Goal Seak** در نرم افزار اکسل ..... ۴۲۹
شکل ۱۲۸) نحوه وارد کردن دستور در تابع **Goal Seak** برای یافتن **IRR** ..... ۴۲۹
شکل ۱۲۹) محلل نشان دادن نرخ **IRR** در صفحه گسترده اکسل پس از استفاده از تابع **Goal Seak** ..... ۴۳۰
شکل ۱۳۰) محل قرارگیری سلول حاوی مقدار عددی **IRR** ..... ۴۳۱
شکل ۱۳۱) تشکیل درخت دو جمله ای در صفحه اکسل محاسبات **ROV** ..... ۴۳۲
شکل ۱۳۲) فرمول های محاسبه ارزش پروژه در شاخه های انتهایی درخت ..... ۴۳۳
شکل ۱۳۳) ارزش در شاخه های پایانی ..... ۴۳۴
شکل ۱۳۴) نحوه اعمال فرمول اختیار ترک پروژه (تبدیل مقادیر ارزش منفی به صفر) ..... ۴۳۴
شکل ۱۳۵) فرمول نویسی حل درخت ..... ۴۳۵

**شکل ۱۳۶) مقدار ریشه درخت – ارزش پروژه از روش ROV** ..... ٤٣٦
**شکل ۱۳۷) وضعیت های ترک پروژه و گزینه های غیرقابل دسترس حاصل از ترک پروژه** ..... ٤٣٨
**شکل ۱۳۸) وضعیت حالت های ترک پروژه در صورت افزایش بیشینه فروش پایه به مقدار بیشینه فروش سالانه ۴۱۰ میلیون دلار** ..... ٤٣٨
**شکل ۱۳۹) صفحه گسترده ورودی های قرارداد مجوز** ..... ٤٣٩
**شکل ۱۴۰) اجرای نقطه عطف تجمعی در اکسل** ..... ٤٤٠
**شکل ۱۴۱) فرمول نویسی رویالیتی انباشته** ..... ٤٤٠
**شکل ۱۴۲) محاسبات DCF برای یک قرارداد صدور مجوز** ..... ٤٤١
**شکل ۱۴۳) محاسبه ارزش از روش گزینه های واقعی برای صادرکننده و گیرنده مجوز – گره های بالایی** ..... ٤٤٣
**شکل ۱۴۴) محاسبه ارزش از روش گزینه های واقعی برای صادرکننده و گیرنده مجوز – گره های پایینی** ..... ٤٤٣
**شکل ۱۴۵) منحنی فروش پروژه ها** ..... ٤٤٧
**شکل ۱۴۶) منحنی فروش مورد انتظار** ..... ٤٥٦
**شکل ۱۴۷) منحنی های فروش برای بایوتک و میدفارم** ..... ٤٦٥
**شکل ۱۴۸) منحنی های فروش** ..... ٤٧٩
**شکل ۱۴۹) منحنی فروش ترکیب OT-۱** ..... ٤٨٤
**شکل ۱۵۰) منحنی فروش بازبینی شده گلوکوم نئوواسکولار** ..... ٤٨٩

# فصل اول: مقدمه ای بر ارزش‌گذاری

# ۱. پیش گفتاری بر ارزش گذاری

## ۱.۱. مقدمه

ارزش‌گذاری یکی از مباحث داغ در میان رشته‌های علوم زیستی می‌باشد. هنوز درک صحیحی از روش استفاده صحیح از رویکردهای مختلف ارزش‌گذاری و نحوه تعیین متغیرها وجود ندارد. به طور عمومی، برخی به ارزش‌گذاری اعتقادی نداشته و عنوان می‌کنند که دستیابی به نتایج عددی واقعی در این حوزه امکان‌پذیر نیست و برخی دیگر نیز مدعی هستند که این توانایی یک هنر است.

در فصول آتی این کتاب، اقدام به فراهم‌آوردن دستورالعمل‌های جامع کاربردی خواهیم کرد که باعث بوجود آمدن شفافیت فرآیند و دیدگاه کاربردی برای تمامی خوانندگان در عرصه ارزش‌گذاری علوم زیستی خواهد شد. افرادی که می‌توانند از مطالعه این کتاب بهره‌مند شوند شامل مدیران پروژه و پورتفولیو، نمایندگی‌های اعطای مجوز انحصاری، توسعه‌دهندگان کسب‌وکار، مدیران انتقال فناوری، کارآفرینان، سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران هستند. هدف این کتاب تشریح نحوه استفاده از *جریان نقدی تنزیل‌شده*[۱] و *ارزش‌گذاری اختیار واقعی*[۲] در پروژه‌های علوم زیستی در مواردی چون قراردادهای اعطای مجوز و حق امتیاز بهره‌برداری (لایسنسینگ)[۳]، ثبت اختراعات (پتنت‌ها[۴])، و شرکت‌ها می‌باشد. ما ابتدا به تشریح مسائل و چالش‌های پیرامون این مسائل پرداخته و سپس مثال‌های عددی را ارائه می‌دهیم تا از این طریق خواننده بتواند هم بر اصول نظری این مباحث اشراف یابد و هم توانایی ارزش‌گذاری خود را با این مثال‌های عددی بسنجد و اشکالات خود را برطرف سازد.

کتاب در پنج بخش تألیف شده است: در بخش اول یا بخش معرفی، اقدام به تشریح نقش فعالان عرصه صنایع علوم زیستی می‌نماییم و تمرکزها، علایق و فواید مورد انتظار هریک از این گروه‌ها را شرح می‌دهیم و عنوان می‌کنیم که چرا ارزش‌گذاری برای هریک از این گروه‌ها اهمیت دارد و این افراد در چه زمانی نیازمند آن خواهند شد و درحال حاضر در این رابطه با چه معضلاتی مواجه هستند.

قسمت دوم مربوط به ورودی‌هایی است که برای ارزش‌گذاری مورد نیاز می‌باشند؛ ورودی‌هایی مانند: نرخ موفقیت، هزینه‌ها، ظرفیت اسمی و بیشینه فروش و البته زمان‌بندی‌ها.

قسمت سوم قوانین کلی ارزش‌گذاری را شامل می‌شود. خواننده با خواندن این بخش با مفاهیم کلی در رابطه با الزامات مورد نیاز در ارزش‌گذاری آشنا می‌شود. نظریه‌های اصلی در رابطه با جریان نقدی تنزیل شده، *درخت‌های تصمیم*[۵] و

---

[۱] Discounted Cash Flow
[۲] Real Option Valuation
[۳] Licensing
[۴] Patents
[۵] Decision Trees

ارزش‌گذاری اختیار واقعی که دو روش قالب در ارزش‌گذاری کمی پروژه‌های علوم زیستی هستند را نیز در این بخش تشریح خواهیم کرد.

قسمت چهارم، هسته اصلی کتاب است و خواننده را با پایه‌های نظری و کاربردهای روش‌های عملی ارزش‌گذاری در علوم زیستی آشنا می‌کند. ما تفاوت بین کاربرد جریان نقدی تنزیل شده، درخت‌های تصمیم و ارزش‌گذاری اختیار واقعی را در ارزش‌گذاری پروژه‌ها، قراردادهای اعطای مجوز، فناوری‌ها، حقوق مالکیت معنوی، و شرکت‌ها مطرح و تشریح کرده و برخی نمونه‌های موردی را برای این روش‌ها به صورت عددی محاسبه می‌کنیم تا خواننده بتواند خود را با این روش‌ها تطبیق داده و آنها را بسته به پروژه‌ای که مدنظر دارد به‌کار گیرد.

آخرین قسمت کتاب، شامل تمرینات و نمونه‌های اکسلی است که خواننده می‌تواند در پروژه‌های ارزش‌گذاری آتی خود از آنها استفاده کند. این تمرینات عددی، برای اساتید دانشگاه، دانشجویان و افرادی که می‌خواهند قبل از ورود به عرصه ارزش‌گذاری، توانایی‌های خود را محک بزنند بسیار کاربرد دارد.

در انتهای کتاب، خواننده باید با اطمینان کافی از مهارت‌های خود، از سطح مناسبی از دانش ارزش‌گذاری، قدرت فن‌مذاکره و چانه‌زنی و توانایی تصمیم‌گیری برخوردار باشد.

ما بر مهم‌ترین روش‌های ارزش‌گذاری پروژه‌های حوزه علوم زیستی و داروسازی که عبارتند از روش *ارزش فعلی خالص با لحاظ کردن ریسک*[1]، درخت‌های تصمیم، و اختیار واقعی تأکید کرده‌ایم. دلیل آنکه بخش‌های مربوط به اختیار واقعی، صفحات بیشتری از کتاب را به خود اختصاص داده‌اند این نیست که این روش از اهمیت بیشتری نسبت به دیگر روش‌ها برخوردار است بلکه، پیچیدگی این روش باعث شده است تا ارائه توضیحات تفصیری و مشروح برای درک بهتر مطالب در این قسمت الزامی باشد. ما به لطف تجربه دریافته‌ایم که رویکرد اختیار واقعی مزیت‌های مهمی، علی‌الخصوص در رابطه با شبیه‌سازی نحوه تفکر استراتژیک مدیران، دارد؛ اگرچه این روش هنوز توسط تمامی طرفین و بازیگران این صنعت مورد قبول قرار نگرفته است. شاید دلیل این امر عدم اجماع در متون علمی پیرامون این روش باشد. حال آنکه، برخی از شاخص‌ترین فعالان این عرصه عزم خود را جهت توسعه این روش به کار گرفته‌اند چراکه می‌دانند این روش موضوعات بسیار مهمی از جمله عدم *قطعیت*[2] را تحت پوشش قرار می‌دهد.

[1] Risk-adjusted Net Present Value (rNPV)
[2] Uncertainty

## ۱.۲. بررسی صنعت علوم زیستی

### ۱.۲.۱. جایگاه تحقیقات دانشگاهی در علوم زیستی

بسیاری از پیشرفت‌های بنیادینی که در عرصه علوم زیستی به‌وقوع پیوسته‌اند حاصل تحقیقات دانشگاهی و مراکز پژوهشی بوده است. از آنجاییکه دانشگاه‌ها همواره با معضل کمبود منابع مالی روبرو هستند، یکی از اقدامات منطقی که جهت غلبه بر این معضل انجام می‌دهند تجاری‌سازی یافته‌های تحقیقاتی‌شان است. برای این کار دو روش اصلی وجود دارد: اول آنکه خود محقق یک استارت‌آپ و کسب‌وکار نوپا را با محوریت یافته‌های علمی خود بوجود می‌آورد و دوم، دانشگاه امتیاز و مجوز بهره‌برداری و تجاری‌سازی یافته‌های علمی خود را به یک طرف سومی بفروشد. در هر دو روش، دانشگاه بواسطه حقوق مالکیت فکری و معنوی که در طرح‌ها دارد، یا قسمتی از سهام استارت‌آپ محقق را به نام خود می‌کند و یا از محل درآمد ناشی از فروش حق امتیاز بهره‌برداری از مالکیت فکری خود، برای سالیان متمادی و یا شاید دهه‌ها، درآمدی را از این طرح برای خود به بار می‌آورد. درآمد حاصل از اعطای مجوز بهره‌برداری از دارایی‌های فکری چنانچه به درستی مدیریت شود می‌تواند به منبع سودآوری عظیمی برای دانشگاه و موسسات تحقیقاتی مبدل گردد. در ذیل، برخی از آمارهای پیرامون اعطای حق مجوز توسط دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقاتی و بیمارستان‌های ایالات متحده آورده شده است:

- در سال ۱۹۹۲، ۱۲۲۹ مجوز بهره‌برداری و اعطای حق امتیاز صادر شده بود که این عدد در سال ۲۰۰۴ به ۴۷۸۳ مجوز و در سال ۲۰۰۷ به ۵۱۰۹ مجوز افزایش یافت.
- از سال ۱۹۸۰، ۴۵۴۳ شرکت از بدنه دانشگاه‌های ایالات متحده متولد شدند که دو سوم آنها هنوز هم فعال هستند.
- ۵۵۵ شرکت استارت‌آپی در سال ۲۰۰۷ آغاز به کار کرده‌اند.
- در سال ۲۰۰۴، سود خالص حاصل از اعطای مجوز از ۲۱۸ میلیون دلار به ۱۳۸۵ میلیارد دلار افزایش یافت.

نمودارها و آمار نیز مؤید افزایش میزان جریان درآمدی حاصل از اعطای حق امتیاز و مجوزهای استفاده از دارایی‌های معنوی و فکری هستند. در کنار درآمدهای حاصل از شهریه‌های تحصیلی، حمایت‌های مالی دولتی، کمک‌های بخش خصوصی و موقوفات برخی افراد خیّر یا حامیان دانشگاه، درآمدهای حاصل از اعطای امتیاز بهره‌برداری و مجوز تجاری‌سازی از دارایی‌های فکری یکی دیگر از اصلی‌ترین درآمدهای پایدار دانشگاه‌ها و مؤسسات علمی می‌باشد.

### ۱.۲.۲. صنعت زیست فناوری

بعد از ترکیدن حباب افزایش شرکت‌ها در صنعت زیست فناوری درخلال سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱، این صنعت درحال بازیابی آهسته خود بود که با بحران اقتصادی اخیر مواجه گردید. اعداد زیر متعلق به آمارهای سال ۲۰۰۷ و قبل از بحران مالی ۲۰۰۸ می‌باشد[۱]:

- جریان درآمدی با افزایش ۷٪ به رقم ۸۰ میلیارد دلار رسید؛
- ضرر خالص صنعت (عمومی) به ۲.۷ میلیارد دلار کاهش یافت؛
- ارزش بالقوه کل معاملات سال ۲۰۰۷ (شامل ادغام‌ها، اکتساب‌ها، و اتحادهای استراتژیک) قریب به ۶۰ میلیارد دلار تخمین‌زده شده است.

انتظار می‌رود تا رشد متوسط بلند مدت محصولات بخش زیست فناوری (بیولوژی یا علوم زیست‌شناسی به درمان‌های مبتنی بر فاکتورهای پروتئینی گویند) ۱۲٪ تا ۱۳٪ باشد حال آنکه رشد کلی صنعت دارویی در دراز مدت ۵٪ الی ۸٪ خواهد بود.

تأمین سرمایه جهانی صنایع زیست فناوری از زیر ۲۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۲ به ۳۵ میلیارد دلار در ۲۰۰۵ و سپس بدلیل شرایط اقتصادی سال ۲۰۰۷، به زیر ۲۹.۹ میلیارد دلار سقوط کرد و اغلب جریان درآمدی در آن از منابع اعطای رویالیتی (حق امتیاز) و صدور مجوز تولید و نیز مشارکت‌های دو یا چندجانبه بوده است. داروهای دارای منشأ زیست فناوری بخشی حیاتی از صنعت داروسازی هستند. جدا از افزایش جریان‌های شراکتی، حجم کلی سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر جدید در بخش زیست فناوری به سقف جدیدی دست یافته و عدد ۷.۵ میلیارد دلار را به ثبت رساند.

فارغ از بلوغ بخش زیست فناوری، عمده شرکت‌های فعال در این صنعت مسیر بسیار طولانی را تا تجاری‌سازی اولین محصول خود پیش‌رو دارند و از این‌رو، این شرکت‌ها دائماً نیازمند جذب جریان‌های جدید نقدی به داخل مجموعه خود هستند. قراردادهای اعطای مجوز موجب دسترسی سریع شرکت‌های زیست فناوری و پروژه‌های نوآورانه دارویی در دست توسعه به پول نقد گردیده بنابر این، به نوعی بهترین منبع درآمدی فعلی برای این دو محسوب می‌شود.

### ۱.۲.۳. صنعت داروسازی

داروهای قابل قبول جدید، که از طریق مولکول‌های جدید ماده مؤثره موجود در آنها شناسایی می‌شوند، در طی یک روند ثابت نزولی که از سال ۱۹۹۵ آغاز شده، از ۲۸ مورد در سال ۹۵، به ۱۸ مورد در سال ۲۰۰۶ کاهش یافته‌اند.

[۱] Ernst&Young, ۲۰۰۸

۱۷ سال پیش، برای اولین بار یک دارو موفق به ثبت رکورد فروش ۱ میلیارد دلار در بازار شد (به چنین داروهایی *اَبرپُرفروش*، خیلی پرفروش یا *بلاک‌باستر* گویند)؛ حال آنکه امروزه ۶۰ دارو چنین رکوردی را از خود به جا گذاشته‌اند. بسیاری از شرکت‌ها وابسته به فروش تنها یک محصول هستند و این امر در بسیاری از موارد موجب تحمیل ضررهای سنگین به این‌گونه شرکت‌ها می‌شود. نمونه چنین مواردی را می‌توان در ضرر شرکت *لیلی* از داروی *پروزاک* در سال ۲۰۰۱، ضرر شرکت *بریستول مایر اسکویب* از داروی *تاکسول* و *گلوکوفاژ* در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ و نهایتاً، ضرر شرکت *شرینگ پلاو* از داروی *کلاریتین* در سال ۲۰۰۲ مشاهده کرد. تحلیل‌گران پیش‌بینی کرده‌لند درآمدهای سرمایه‌گذاران صنعت داروسازی در سال ۲۰۰۷ تا ۴۰ میلیارد دلار کاهش یابد چراکه مهلت انقضای انحصار ناشی از ثبت اختراع (پتنت) بسیاری از داروها در این سال به اتمام می‌رسد. در برخی دیگر از تخمین‌های محافظه‌کارانه پیرامون ارزیابی میزان زیان احتمالی داروهای ژنریک، عنوان می‌شود که به دلیل انقضای تاریخ انحصار ناشی از ثبت اختراع بسیاری از داروها در خلال سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۷، ممکن است زیانی بین ۷ تا ۱۷ میلیارد دلاری صنعت داروسازی وارد شود[۱].

عوامل متعددی در کاهش نتایج و خروجی‌ها تحقیق‌وتوسعه صنعت داروسازی دخیل بوده‌اند[۲]. اول، در سال‌های اخیر کشف دارو بیش از پیش بر استراتژی‌های رصد و مانیتورینگ ژنومیک اتکا داشته است و بدین وسیله دامنه وسیعی از اهداف جدید شناسایی شده‌اند اما، بسیاری از این اهداف از منظر بالینی مورد تأیید قرار نگرفته و از این رو، نرخ شکست این روش‌ها بیشتر از روش‌های مرسوم فعلی می‌باشد. محققین تخمین زده‌اند که نرخ موفقیت اهداف تأیید شده از این روش‌های جدید، ۵۰٪ بیشتر از دیگر موارد باشد. دوم، روند رو به افزایش موانع حاصل از الزامات قانونی است. رسوایی اخیر ویوکس[۳] سازمان غذا و دارو را برآن داشت تا قوانین اخذ مجوز را مورد بازبینی اساسی قرار داده و احتمالاً الزامات سخت‌گیرانه‌تری را در آن بگنجاند که احتمالاً درنهایت منجر به افزایش هزینه‌های توسعه داروهای جدید خوهد شد. سوم آنکه، نمای کلی توسعه دارو در حال تغییر است. روش‌های درمانی روزبه‌روز مؤثرتر و متنوع‌تر می‌شوند. امروزه رقابت در این عرصه با حضور بیش از ۵۰۰۰ شرکت دارویی که در بخش توسعه و تولید دارو فعالیت می‌کنند بسیار شدیدتر از قبل شده است و این رقابت فشرده موجب گردیده تا شرکت‌ها مجاب به ارائه محصولات به مراتب بهتر از گذشته باشند. شرکت‌هایی که در این رقابت از قافله جا بمانند باید تلاش و هزینه هنگفتی را برای بازگشتن به عرصه رقابت هزینه کنند.

بخش داروسازی یکی از جذاب‌ترین صنایع چند دهه اخیر بوده است و نرخ رشد متوسط آن در دهه گذشته سالانه ۱۰٪ بوده است؛ هرچند امروزه از این نرخ رشد اندکی کاسته شده است. درحالیکه کشورهای اروپایی، ایالات متحده آمریکا و ژاپن در تلاشند تا هزینه‌های درمان را کاهش دهند، بخش عمده‌ای از این فشار بر دوش شرکت‌های داروسازی وارد شده است و این شرکت‌ها بیش از دیگر بخش‌های صنعت سلامت زیر این فشار کاهش قیمت‌ها کمر خم کرده‌اند. این امر

[۱] Lehmann Brothers, ۲۰۰۳
[۲] Ma et al. ۲۰۰٤
[۳] Vioxx

موجب شده تا نرخ رشد متوسط سالانه صنعت داروسازی اندکی کاهش را تجربه کند. اما از سوی دیگر، دروازه‌های ورود به بازارهای جدیدی نیز به روی این صنعت گشوده شده است. کشورهای چین و هند با بیش از ۲ میلیارد نفر جمعیت و الزام دولت‌های مرکزی این کشورها به رعایت سختگیرانه قوانین حامی اختراعات و مالکیت‌های معنوی، بازارهای جدید وسیعی را رو به فعالان این عرصه گشوده‌اند.

در آینده، زیست فناوری سهم چشمگیری را در صحنه صنعت دارویی ایفا خواهد کرد. با استناد به مقاله ارنست و یانگ[۱]، فقط در سال ۲۰۰۵، ۶۶ ادغام فی‌مابین شرکت‌های زیست فناوری با شرکت‌های داروسازی اتفاق افتاده است. این روند رو به رشد اخذ مجوز تولید از دیگر شرکت‌ها و یا اکتساب و تصاحب شرکت‌های جذاب زیست فناوری توسط دیگر شرکت‌ها موجب تقویت و احتمالاً رسیدن به نقطه‌ای خواهد شد که بنابه نظر دانشمندان و محققین، قریب به ۵۰٪ محصولات تولیدی در این صنعت، محصولات تولیدی تحت امتیاز خواهند بود. همانطور که پیش‌تر نیز گفته شد، ارزش معاملات این حوزه در سال ۲۰۰۷ به بیش از ۶۰ میلیارد دلار رسیده که از این میزان، ۳۴ میلیارد دلار مربوط به اروپا بوده است.

## ۱.۳. مقدمه‌ای بر ارزش‌گذاری

### ۱.۳.۱. نقش و جایگاه ارزش‌گذاری

امروزه اکثر مؤسسات دانشگاهی دفتری تحت عنوان *دفتر یا معاونت انتقال فناوری*[۲] دارند؛ اما تنها تعداد کمی از این دفاتر توانایی مذاکره جهت دستیابی به جریان درآمدی پایدار از محل اعطای مجوز را در اختیار دارند. روش استاندارد ارزش‌گذاری یک پروژه بر دو اصل استوار است، تجربه و احساس درونی. معمولاً بهترین پیشنهادی که زودتر ارائه شود مورد قبول واقع خواهد شد. سپس زمانیکه پروژه ارزش‌هایی را، بیش از آنچه قبلاً پیش‌بینی می‌شد، از خود بروز می‌دهد، دانشگاه تصمیم می‌گیرد تا دوباره در رابطه با شرایط معامله این پروژه وارد مذاکره مجدد شود. در قراردادهای کوچک و کم اهمیت، چنین اشتباهاتی قابل اغماض است اما زمانیکه بحث قراردادهای سنگین و بزرگ به میان می‌آید، کوچک‌ترین اشتباه در تنظیم بندهای حقوقی و مالی قرارداد منجر به اختلافات و ضررهای میلیون دلاری برای دانشگاه خواهد شد.

آن دسته از مؤسسات تحقیقاتی که سابقه طولانی در امر اعطای حق امتیاز و مجوز بهره‌برداری به دیگران داشته باشند، معمولاً افراد بسیار قابل و توانمندی را در زمینه ارزش‌گذاری و تنظیم قرارداد در درون دفتر انتقال فناوری خود دارند. این مؤسسات به سودهای کلانی از محل اعطای حق امتیاز و مجوز ساخت دست یافته‌اند اما مؤسسات مشابهی که از چنین ارزش‌گذاران و کارشناسان خبره‌ای بی‌بهره بوده‌اند تقریباً هیچ عایدی را از چنین محل‌های درآمدی بدست نیاورده‌اند.

حتی این افراد خبره نیز در ارزش‌گذاری طرح‌های اعطای امتیاز بهره‌برداری و مجوز ساخت دچار چالش‌های عظیمی هستند، چراکه جدا از بحث پیچیده ارزش‌گذاری، معمولاً اینگونه قراردادها چندین زیر قرارداد و الحاقیه و موضوعات

---

[۱] Ernst&Young, ۲۰۰۵

[۲] Technology Transfer Office (or Administration)

فرعی را نیز شامل می‌شوند که خود می‌توانند موضوع یک ارزش‌گذاری مجزا باشند. ارزش‌گذاری فرآیند زمان‌بری بوده و مستلزم تسلط به روش‌های پیشرفته‌ای است که در این کتاب به آنها خواهیم پرداخت. معهذا، فراگیری اصول پایه‌ای ارزش‌گذاری خواننده را در بیشتر پروژه‌های ارزش‌گذاری یاری خواهد کرد و برای وی چارچوب منطقی مورد نیاز و نیز دست بالا در مذاکرات را فراهم خواهد آورد.

دانش حوزه زیست فناوری اغلب برخواسته از محیط‌های دانشگاهی است و از این جهت است که ارزش‌گذاری در این دو مقوله بسیار با یکدیگر مشابه هستند. ارزش‌گذاری در موارد زیر در صنعت زیست فناوری کاربرد دارد:

- جذب سرمایه
- اعطای مجوز
- مدیریت پورتفولیو
- ادغام و اکتساب

در زیست فناوری معمولاً با این پرسش مواجه هستیم که ارزش شرکت چقدر است. زمانیکه نیاز به جذب سرمایه داریم لازم است که بدانیم ارزش شرکتمان چقدر است تا از این طریق بتوانیم مقدار صحیح سهام متناظر با پول جذب شده را محاسبه کنیم. دقیقاً به همین دلیل است که سرمایه‌گذاران خطرپذیر هم می‌بایست به فرآیند ارزش‌گذاری مسلط باشند. علم به ارزش دقیق یک شرکت موجب می‌شود تا طرفین با میل و رقبت وارد مذاکرات شده و مطابق با حق واقعی خود، سهام یا سرمایه از طرف دیگر مطالبه کنند. از سوی دیگر، به نفع سرمایه‌گذار خطرپذیر است که سهام مؤسسین اصلی شرکت میزان معقولی باشد تا از این طریق اطمینان حاصل گردد که انگیزه این افراد حفظ می‌گردد.

اعطای حق امتیاز دومین موضوعی است که موجب می‌شود فعالان صنعت زیست فناوری نیازمند ارزش‌گذاری باشند. شرکت‌های این عرصه می‌بایست اطلاع دقیقی از ارزش واقعی خود در زمان مذاکره با شرکت‌های بزرگ داروسازی داشته باشند. درحالیکه این شرکت‌های بزرگ داروسازی برای امور ارزش‌گذاری خود نفرات مخصوص و بسیار کارآزموده‌ای دارند، در یک شرکت کوچک زیست فناوری، تمامی این مسئولیت‌ها بعلاوه امور مربوط به جذب سرمایه و نیز یافتن شرکا و مشتریان احتمالی جهت اعطای حق امتیاز بر عهده یک نفر خواهد بود. از آنجاییکه این معاملات برای شرکت‌های زیست فناوری حیاتی هستند، مدیران این شرکت‌ها نباید به هیچ وجه جایگاه بسیار مهم ارزش‌گذاری را نادیده بگیرند. شرکت‌های داروسازی بدون داشتن یک ارزش‌گذاری دقیق از طرح، وارد هیچ مذاکره‌ای نمی‌شوند چراکه می‌خواهند بر تمامی جوانب امر مسلط باشند؛ این همان رویکردی است که شرکت‌های زیست فناوری هم باید آن را بکار بگیرند.

سومین کاربرد ارزش‌گذاری در شرکت‌های زیست فناوری، کاربرد این دانش در مدیریت پورتفولیو است. در شرکت‌های پیشرفته و بزرگ زیست فناوری، دانستن اینکه کدام پروژه سود بیشتری را ایجاد می‌کند و کدام پروژه سودآوری کم‌تری

دارد کلید اصلی رسیدن به موفقیت است. در اینجا باید گفت، شرکت‌هایی که تنها یک محصول را در دست توسعه یا تولید دارند، نیازی به چنین ارزش‌گذاری ندارند چرا که عدم وجود این پروژه/ محصول به معنای نیستی آنها خواهد بود. ادغام و اکتساب و عرضه اولیه سهام معمولاً مشکلات بزرگی برای شرکت‌های زیست فناوری به حساب نمی‌آیند. معمولاً با رسیدن یک شرکت به این مرحله از عمر خود، شرکت اقدام به کمک گرفتن از خدمات مشاوره‌ای بانک‌های سرمایه‌گذاری خواهد کرد که او را در مقوله ادغام و اکتساب و عرضه اولیه سهام یاری خواهند کرد. اما حتی مشاوره با یک بانک سرمایه‌گذاری خبره هم نمی‌تواند تضمینی برای صحت ارزش‌گذاری یک طرح باشد. مدیران اجرایی یک شرکت زیست فناوری حداقل باید در مورد صحت و نحوه فرآیند ارزش‌گذاری که بانک انجام می‌دهد به اجماع رسیده و آن را تأیید کرده باشند.

شرکت‌های داروسازی که طرف دیگر معامله با شرکت‌های زیست فناوری هستند نیز، با پدیده ارزش‌گذاری به همین نحو برخورد می‌کنند؛ شرکت‌های زیست فناوری، شرکت‌های نوپا و بی‌تجربه‌ای هستند حال آنکه، شرکت‌های داروسازی دارای تشکیلات گسترده و باتجربه‌ای منجمله واحدهای ارزش‌گذاری، صدور و اخذ مجوز، توسعه کسب‌وکار و در نهایت تیم‌های ادغام و اکتساب هستند که تمامی مهارت‌ها و نیازهای اجرای صحیح وظایف خود را به تفصیل از قبل فرا گرفته‌اند.

## ۱.۳.۲. مسائل و مشکلات کنونی ارزش‌گذاری

در حال حاضر، هیچ اجماعی بر سر این موضوع که کدام روش ارزش‌گذاری در علوم زیستی مورد استفاده قرار گیرد وجود ندارد. بدلیل عدم وجود یک روش و توضیح جامع در مورد متغیرهای ورودی و کاربرد روش‌های مختلف در ارزش‌گذاری، حس عدم اطمینان و امنیت روانی در میان افرادی که نیاز به استفاده از ارزش‌گذاری دارند بوجود آورده است. در قیاس با صنایع دیگر، فرآیندهای تحقیق و توسعه و دوره‌های زمانی توسعه محصول جدید در صنعت علوم زیستی بسیار طولانی‌تر می‌باشد فلذا اهمیت و جایگاه ارزش‌گذاری در این صنعت، فراتر از دیگر صنایع است. مسئله اصلی در اینجا، انتخاب روش صحیح ارزش‌گذاری، انجام صحیح روش منتخب، تعیین و مقداردهی درست متغیرهای مورد نیاز در روش منتخب و در نهایت، تفسیر صحیح نتایج خروجی حاصل از این تحلیل‌ها می‌باشد.

### ۱.۳.۲.۱. انتخاب روش ارزش‌گذاری و نحوه انجام روش منتخب

دو رویکرد و روش اصلی جهت ارزش‌گذاری‌های عددی در صنعت مذبور وجود دارد که عبارتند از: روش *اختیار واقعی* و روش *جریان نقدی تنزیل شده*. درحالیکه روش جریان نقدی تنزیل شده در سال‌های مختلف پروژه به عنوان اصلی‌ترین روش ارزش‌گذاری مورد استفاده قرار می‌گرفت، اکنون روش اختیار واقعی نیز وجود دارد که درحال رشد و ارتقاء جایگاه خود به عنوان یک گزینه جایگزین احتمالی برای روش جریان نقدی تنزیل‌شده در علوم زیستی می‌باشد. هر دو روش از مزایا و معایبی برخوردارند. در طرح‌هایی که در مراحل ابتدایی خود هستند، غالباً روش جریان نقدی تنزیل شده نتایج

منفی را از خود بروز می‌دهد، حال آنکه صنعت سودده باشد. از سوی دیگر، بسیاری از مدیران، ارزش‌گذاری‌های ارائه شده به آنها و توصیه‌هایی که تیم‌های ارزش‌گذاری به آنها ارائه می‌دهند را قبول نداشته و توجه چندانی به آنها ندارند. پروژه‌ها در مراحل اولیه توسعه خود علی‌رغم جریان نقدی تنزیل‌شده منفی که دارند به رشد خود ادامه می‌دهند. معمولاً مخالفان این روش، از این پدیده برای رد کلی این روش استفاده می‌کنند. اما به هر حال، به محض رسیدن پروژه‌ها به مرحله اعطای مجوز و ادغام و اکتساب، شرکت‌ها ناگزیر به روشی رو می‌آورند که بتواند ارزش فعلی پروژه‌های نوباوه را به آنها ارائه کند.

از طرف دیگر، روش اختیار واقعی به منظور غلبه بر کاستی‌های موجود در روش جریان نقدی تنزیل‌شده توسعه یافته است. ایراد اصلی این روش را می‌توان در پیچیدگی بیش از حد و سطح بالای نظری بودن فرآیندهای آن، در قیاس با روش‌های ساده و عینی جریان نقدی تنزیل‌شده، دانست. امروزه، هیچ روش استاندارد جهان شمولی جهت ارزش‌گذاری در علوم زیستی وجود ندارد. حتی گونه‌ها و تفسیرهای متنوعی که برای روش اختیار واقعی بوجود آمده‌اند نیز نتوانسته‌اند بر سطح مقبولیت و سهولت استفاده از آن بیافزایند. یکی از دلایل این امر، اصرار بر عملکرد روش اختیار واقعی به سبک و سیاق روش‌های مالی است. اما واقعیت مسئله اینست که خود روش اختیار واقعی در حقیقت بسط یافته روش جریان نقدی تنزیل‌شده است که موجب انعطاف‌پذیری بیشتر آن شده‌است. استفاده نادرست از فرمول بلک‌اسکولز[1]، نرخ تنزیل، و نوسانات، ریشه‌های اصلی عدم اجماع و منازعات موجود در روش اختیار واقعی بوده و مانع توسعه و رشد استفاده از این روش شده‌اند. وجود مطالعات موردی چشم‌گیر و درعین حال به ظاهر اشتباه موجب شده است تا اعتبار این روش ارزش‌گذاری در چشم کاربران آسیب فراوانی ببیند؛ حال آنکه در صورت درک درست و استفاده صحیح از این روش، می‌توان آن را به مراتب بهتر از روش جریان نقدی تنزیل شده دانست؛ روشی که با توجه به ماهیت متغیر بودن ورودی‌های مدل، می‌تواند بینش واقع‌گرایانه‌تری از ارزش‌گذاری یک طرح را به کاربر ارائه دهد. لحاظ کردن تغییرات متغیرها، که در طول زمان امری بدیهی بنظر می‌رسد، می‌تواند مدیران را در درک بهتر و کنترل مناسب‌تر پروژه و پیش‌بینی واکنش‌های مناسب در زمان‌های مقتضی بسیار یاری دهد. ما پیرامون مزایا و نواقص هر دو روش به تفصیل بحث خواهیم کرد و عنوان خواهیم نمود که در چه زمان‌ها و شرایطی می‌بایست از هر یک از این روش‌ها استفاده شود.

### ۱.۳.۲.۲. پارامترهای ورودی

جدا از بحث بر سر اینکه کدام روش را می‌بایست در مورد ارزش‌گذاری یک پروژه خاص بکار برد، هنوز هیچ اجماعی پیرامون نحوه تعریف پارامترهای حیاتی در ارزش‌گذاری علوم زیستی وجود ندارد. در کل چهار متغیر هستند که معمولاً مشکل‌زا می‌شوند. این متغیرها عبارتند از:

[1] Black-Scholes

- نرخ تنزیل[1]
- هزینه‌ها
- نرخ موفقیت[2]
- بیشترین میزان (بیشینه) فروش[3]

نرخ تنزیل نه‌تنها در ارزش‌گذاری‌های علوم زیست به یک معضل تبدیل شده است بلکه تعیین این نرخ، در تمامی شاخه‌های مختلف علوم و صنایع که نیازمند ارزش‌گذاری می‌باشند، به یک چالش اساسی مبدل شده‌است. این متغیر مهمترین ورودی مدل‌های ارزش‌گذاری بوده و تغییر آن موجب ایجاد تفاوت‌های فاحش در نتایج خروجی خواهد شد. متأسفانه نرخ تنزیل تا بخش زیادی یک پارامتر استنباطی قلمداد می‌گردد و اکثراً برای تعیین آن نمی‌توان به شواهد بصری و عینی رجوع نمود. روش‌های فعلی و گذشته که برای محاسبه نرخ تنزیل مورد استفاده قرار گرفته‌اند همگی از ارائه یک مقدار واحد برای آن عاجز ملنده‌لند. *مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای*[4] که زیربنا و اساس تعیین نرخ تنزیل قلمداد می‌گردد، به مدت ۵ دهه است که قادر به ارائه نتایج قابل قبولی برای شرکت‌های علوم زیستی نیست. علاوه بر آن، قابلیت استفاده از آن در شرکت‌ها و طرح‌های نوباوه نیز عملاً وجود ندارد. مدل‌ها و روش‌های جدیدی همچون *مدل قیمت‌گذاری سرمایه‌های بازار محور*[5] برای حل این معضل به وجد آمده‌اند اما با این حال، همچنان از ارائه نتایج رضایت بخش در حوزه علوم زیستی عاجزند. ما سعی خواهیم کرد تا روش‌های جایگزینی را برای بدست آوردن نرخ تنزیل پیشنهاد دهیم.

دومین پارامتر مشکل‌ساز، هزینه‌ها هستند. افرادی که درگیر ارزش‌گذاری نیستند تخمین صحیح هزینه‌های آزمایش‌های بالینی، تحقیقات پیش‌بالینی و نیز هزینه‌های فاز پس از اخذ مجوز را امری دشوار می‌دانند. منابع مفیدی در دسترس عموم قرار دارند که برای رفع این مشکلات می‌توانند بسیار مفید واقع شوند حال آنکه، بسیاری از افراد از وجود آنها اطلاعی ندارند. مشکل دیگر این بخش، اختلاف هزینه‌ها برای شرکت‌های کوچکی چون شرکت‌های تازه تأسیس زیست‌فناوری با شرکت‌های بزرگی چون شرکت‌های داروسازی می‌باشد. تفسیر کامل دامنه اعداد به کار رفته در علوم زیستی موجب می‌شود تا کاربر اعداد مورد نیاز خود جهت ارزیابی طرح‌های زیست فناوری را بدست آورد.

نرخ‌های موفقیت نیز همچون مقادیر نرخ تنزیل تأثیر بسزایی در تعیین ارزش‌گذاری دارند. این دو مقدار در تعامل با ریسک‌های مترتب به یک پروژه و نحوه تأثیر این ریسک‌ها در خروجی ارزش‌گذاری هستند از این‌رو، بسیاری در تلاشند

---

[1] Discount Rate
[2] Success Rate
[3] Peak Sales
[4] Capital Asset Pricing Model (CAPM)
[5] Market-derived Capital Pricing Model (MCPM)

تا ریسک‌ها را به مقادیر عددی تبدیل کنند. در انتخاب نرخ موفقیت می‌بایست ملاحظات دقیقی صورت گیرد و روش‌هایی که قرار است از طریق آنها اقدام به ارزش‌گذاری نماییم در تطابق با این ملاحظات باشند. در یک فصل مخصوص از این کتاب در رابطه با انتخاب نرخ‌های موفقیت، به تفصیل نکات و موارد لازم پیرامون این مقوله را تشریح کرده و توضیح خواهیم داد که چگونه از این نرخ‌ها در روش‌های جریان نقدی تنزیل‌شده و اختیار واقعی می‌بایست استفاده شود.

تعیین بیشینه فروش و متعاقباً ظرفیت اسمی تولید و فروش نیز همچون هزینه‌ها و نرخ موفقیت، یکی از متغییرهای اساسی در روند ارزش‌گذاری می‌باشد؛ هرچند تعیین مقدار این مورد نیز به مانند موارد قبلی امری پیچیده و سخت است. تخمین مقدار فروش شرکت در یک بازه زمانی ۱۰ ساله بیشتر چیزی شبیه به یک حدس و گمان می‌ماند. برای این کار باید روش‌ها و نمودارهای مدون و مشخصی وجود داشته باشند که متأسفانه فعلاً موجود نیستند. خواننده با خواندن این کتاب قادر خواهد بود تا بیشینه فروش خود را علی‌رغم تمامی این مسائل به صورت تقریبی پیش‌بینی نموده و آن را به صورت عملی در مطالعات و موارد روزمره پیش‌روی خود به کار بندد.

### ۱.۳.۲.۳. تفسیر نتایج یک گزارش ارزش‌گذاری

بدلیل نواقصی که قبل‌تر به آنها اشاره شد، نتایج حاصل از ارزش‌گذاری قابل اعتماد و مقایسه با طرح‌های دیگر نیستند. در حالت ایده‌آل، نتایج خروجی ارزش‌گذاری از روش‌های مختلف می‌بایست با یکدیگر تطابق داشته باشند لیکن، امروزه آنچه در واقعیت رخ می‌دهد اینگونه نیست. مطالعات موردی که در این کتاب آورده شده است نشان خواهد داد که درحالت‌های مختلف خروجی‌ها چگونه خواهند بود و با تغییر یک متغیر، نتایج چگونه تغییر کرده و حساسیت‌های آنها نسبت به تغییر هر یک از این پارامترها چگونه است.

هدف این کتاب ترسیم یک نقشه راه به منظور تسهیل ارزش‌گذاری در حوزه علوم زیستی است. خواننده پس از مطالعه این کتاب باید قادر باشد تا تشخیص دهد چه زمانی از کدام روش ارزش‌گذاری می‌بایست استفاده شود، متغیرهای ورودی و داده‌ها به چه نحوی می‌بایست استخراج شده و تعیین گردند، و از همه مهم‌تر، خواننده باید یادگرفته باشد که چگونه نتایج حاصل از ارزش‌گذاری را مورد استفاده قرار دهد.

خواننده می‌تواند مضامین این کتاب را بدون داشتن هیچ پیش‌زمینه‌ای از دانش مالی، ارزش‌گذاری و یا علوم زیستی فراگرفته و در صنعت مورد نیاز خود مورد بهره‌برداری قرار دهد. کارشناسان و متخصصین ارزش‌گذاری هم می‌تواند عمده توجه خود را معطوف به قسمت‌هایی که شامل مثال‌های عددی و نحوه گزینش بهترین روش، با توجه به شرایط خاص هر پروژه، نموده و بینش خود در رابطه با ارزش‌گذاری را تعمق بخشند. این کتاب شامل یک فصل پیشرفته برای کارشناسان و متخصصانی است که تمایل به ارتقاء دانش و بینش خود در رابطه با مدل‌های ارزش‌گذاری دارند.

*امید است این کتاب بتواند موجب رونق این صنعت و حوزه دانش‌بنیان گردد.*

# فصل دوم : مبانی و اصول ارزش‌گذاری

## ۲. مبانی و اصول ارزش‌گذاری

### ۲.۱. مقدمه

در هر برهه‌ای از زمان انواع شـــرکت‌ها نیازمند اســـتفاده از ارزش‌گذاری در امور خود خواهند شـــد. بودجه‌بندی مالی و ســـرمایه، ارزش‌گذاری دارایی‌ها و شـــرکت، و یا مدیریت مبتنی بر ارزش، همگی اموری هســـتند که نیازمند مراجعه به ارزش‌گذاری می‌باشند.

دو روش اصـلی برای ارزش‌گذاری وجود دارد که عبارتند از ارزش‌گذاری از طریق جریان نقدی تنزیل‌شـده و ارزش‌گذاری نسـبی. روش اول یک رویکرد از پایین به بالا است که در آن ارزش فعلی جریان نقدی آتی یک دارایی را محاسـبه می‌کند و روش دوم ارزش یک دارایی را در قیاس با نمونه‌های مشـــابه‌اش تعیین می‌کند. درحالیکه روش ارزش‌گذاری نســـبی را می‌توان از طریق رویکردهای منطقی مورد استفاده قرار داد، روش جریان نقدی تنزیل‌شده نیازمند بینش بالایی نسبت به تعیین متغیرها و ورودی‌های لازم برای بکار گیری آن می‌باشـــد. از آنجاییکه روش جریان نقدی تنزیل‌شـــده در مقوله ارزش‌گذاری علوم زیستی بسیار حیاتی می‌باشد و خود مبنا و پایه روش‌های درخت تصمیمات و اختیار واقعی است، ارزش آن را دارد تا به تفصیل مورد کنکاش قرار گرفته و تمامی جوانب استفاده صحیح آن تشریح گردد.

ما در این فصـل به تشـریح منطق بنیادین روش جریان نقدی تنزیل‌شـده و نحوه مشـخص کردن متغیرهای ورودی آن به منظور ارزش‌گذاری دارایی‌ها خواهیم پرداخت. همچنین معایبی چون معضـلات ناشـی از ریسـک و عدم قطعیت را که در استفاده از این روش اخلال ایجاد می‌کنند را توضیح داده و روش‌های غلبه بر آن را عنوان می‌کنیم.

### ۲.۲. اصول و مبانی روش جریان نقدی تنزیل شده

#### ۲.۲.۱. جریان نقدی

جریان نقدی، همانطور که از نامش پیداسـت، بر کلیه جریان‌های پولی که وارد یک شـرکت شـده و از آن خارج می‌شـوند دلالت دارد. جریان نقدی را می‌توان در دسته‌های زیر طبقه‌بندی کرد:

- **جریان نقدی حاصـل از عملیات:** جریان‌های نقدی روزانه ورودی و خروجی حاصـل از عملیات و فعالیت‌های تولید.
- **جریان‌های نقدی حاصـل از فعالیت‌های سـرمایه‌گذاری:** جریان نقدی خالص حاصـل از سـرمایه‌گذاری که حاصل کسر سرمایه‌پذیری‌ها (جذب سرمایه ورودی به شرکت) منهای سرمایه‌گذاری‌ها (سرمایه‌گذاری‌هایی که شرکت بر روی پروژه‌های خارج از شرکت انجام می‌دهد) می‌باشد.

- **جریان نقدی حاصـــل از فعالیت‌های مالی:** جریان نقدی خالص حاصـــل از فعالیت‌های مالی را گویند که به صورت جمع کلیه مطالبات نقدی، دارایی‌های نقد، پیش‌پرداخت‌های داده شده و سود منهای بدهی‌های نقدی و وام‌ها و... محاسبه می‌شود.
- **تغییر در سرمایه:** سرمایه انتهای یک دوره منهای سرمایه ابتدای همان دوره خواهد بود.

جریان نقدی یک شرکت هم در *صورت جریانات وجوه نقد*[1] آن شرکت ثبت می‌گردد و هم در صورت‌های مالی شرکت و هم به صورت جدول منابع و مصارف در دفاتر حسابداری آن . منابع و مصارف حسابداری یک شرکت برای مشاهده تغییر در موجودی نقدی در یک شرکت و مشاهده محل مصرف این منابع است و تفاوت آن با صورت‌های مالی شرکت در این است که هزینه تامین مالی (بهره) در آن ذکر نمی‌گردد. در جدول (۱) یک صورت جریان وجه نقد آورده شده است.

به منظور استفاده از این داده‌ها در ارزش‌گذاری، نمی‌توان اطلاعات موجود در این صورت‌های مالی را مستقیماً در معادلات و محاســبات ارزش‌گذاری به کار گرفت فلذا برای محاســبه ارزش‌گذاری که مدنظر این کتاب اســت، زمانیکه صــحبت از استهلاک و یا سرمایه در گردش می‌کنیم منظورمان اعداد و ارقام موجود در این صورت‌های مالی نیست. ما فرض می‌کنیم که همه سـرمایه‌گذاری‌ها بلافاصـله مسـتهلک می‌شـوند. البته خروجی نهایی حاصـل از تحلیل‌های ما می‌بایسـت قاعدتاً با ارقام و خروجی‌های روش دیگر تطابق داشته باشد.

**جدول ۱) صورت جریان وجوه نقد یک شرکت فرضی**

| جریان نقدی شرکت | میلیون ریال |
|---|---|
| جریان نقد عملیاتی | ۲۰۰ |
| هزینه دارایی‌های سرمایه‌ای | (۱۰۰) |
| افزایش در سرمایه در گردش خالص | (۵۰) |
| **مجموع** | ۵۰ |
| **جریان نقدی به سرمایه گذاران شرکت** | **میلیون ریال** |
| بدهی | ۴۵ |
| موجودی نقد | ۵ |
| **مجموع** | ۵۰ |

[1] Statement of Cash Flows

جریانات نقدی عنصر لازم در تمامی ارزش‌گذاری‌ها هستند که به منظور استفاده می‌بایست مواردی چون:

- اندازه (حجم)
- زمان
- احتمال وقوع[1]

در آنها به وضوح مشخص گردند.

### ۲.۲.۱.۱. اندازه جریان نقدی

یک جریان نقدی یا می‌تواند مثبت باشد که به آن *درآمد* گویند و یا می‌تواند منفی باشد که در اینصورت، *هزینه* نامیده می‌شود؛ اما هرکدام از این دو حالت که باشد مقدار آن یک مقدار مطلق است. یک جریان نقدی منفی را یا با علامت منفی نشان دهد می‌شود و یا در داخل پرانتز قرار می‌گیرد؛ مثلاً ۱۰۰- میلیون ریال و یا (۱۰۰) میلیون ریال.

### ۲.۲.۱.۲. زمان جریان نقدی

ما از آن رو می‌بایست زمان جاری شدن یک جریان نقدی را بدانیم که ارزش پول در طول زمان متغیر خواهد بود. اصولاً دلیل استفاده از نرخ تنزیل هم برای پوشش همین واقعیت است.

### ۲.۲.۱.۳. احتمال وقوع (بروز) جریان نقدی

زمانیکه مقدار و زمان یک جریان نقدی مشخص گردید، می‌بایست امکان وقوع آن را نیز بررسی کنیم. جریان نقدی که بروز آن قطعیت دارد بسیار ارزشمندتر از جریان نقدی است که امکان وقوع آن درهاله‌ای از ابهام قرار دارد.

در فصل پیش‌رو یاد خواهیم گرفت که ارزش‌گذاری شامل فرآیند تعریف و شناسایی اندازه، زمان و احتمال وقوع جریانات نقدی، تعدیل ریسک‌های مترتب به پروژه، تلخیص تمامی جریانات ورودی و خروجی به منظور دستیابی به جریان نقدی خالص پروژه، و در نهایت، محاسبه ارزش فعلی خالص تنزیل‌شده این جریان نقدی خالص است. زمانیکه بتوانیم به درستی و با جامعیت کامل، تمامی جریانات نقدی دخیل در یک پروژه را شناسایی کرده و تشریح کنیم، بخش اعظمی از فرآیند ارزش‌گذاری را پشت سر گذاشته‌ایم.

[1] Probability

## ۲.۲.۲. تنزیل

در ارزش‌گذاری اقدام به مقایسه آن دسته از جریان‌های نقدی می‌کنیم که:

- در برهه‌های مختلف زمانی اتفاق می‌افتند،
- اندازه آنها به دقت قابل پیش‌بینی نیست،
- با احتمال‌های وقوع متفاوتی رخ می‌دهند.

بند اول شاره به ارزش زمانی پول دارد، دومین بند در رابطه با عدم قطعیت موجود در تخمین اندازه جریان نقدی است و سوم، ریسک موجود در وقوع جریان نقدی در زمان‌های مختلف را مورد خطاب قرار می‌دهد. تنزیل به منظور پوشش مستقیم ارزش زمانی پول و عدم قطعیت انجام می‌شود و احتمالات وقوع (که در حوزه علوم زیستی همان نرخ موفقیت است) نیز به منظور پوشش ریسک‌های مترتب به پروژه می‌باشد.

### ۲.۲.۲.۱. ارزش زمانی پول

ارزش زمانی پول بر این اصل استوار است که افراد همواره پول نقد را بر نسیه ترجیح می‌دهند. یک واحد پولی امروز از یک واحد پولی فردا ارزش بیشتری دارد. پول می‌بایست برای حفظ ارزش خود، رشد مستمر خود در طول زمان را حفظ کند؛ این نرخ رشدِ تصاعدی و افزایشی پول را در اصطلاح *بهره*[1] می‌نامند. یک سرمایه‌گذار انتظار دارد تا عایدی که از محل سرمایه‌گذاری در یک پروژه کسب می‌کند بیش از مقداری باشد که در طول همان مدت زمان می‌توانست از بلوکه کردن آن پول نزد بانک و اخذ سود بانکی (بهره بانکی) از آن بدست آورد.

عموماً نرخ‌های بهره به صورت سالانه و مرکب محاسبه می‌شوند. نرخ بهره ۵٪ مرکب به این معناست که سرمایه‌گذاری که ۱،۰۰۰ واحد پولی را در پروژه‌ای با نرخ بهره سالیانه ۵٪ سرمایه‌گذاری می‌کند، بعد از یک سال جدا از اصل پول خود، ۵۰ واحد پولی را به عنوان سود حاصل از این سرمایه‌گذاری اخذ کرده و در مجموع می‌تواند با ۱،۰۵۰ واحد پولی (که به آن اصل و سود پول می‌گویند) از پروژه خارج شود. حال اگر این پول از پروژه خارج نشود، بار دیگر (به اصل و سود حاصل از سال پیش) به آن یک سال دیگر سرمایه‌گذاری در پروژه، ۵٪ سود تعلق می‌گیرد که مجموع اصل و سود پول را به ۱،۱۰۲.۵ واحد پولی می‌رساند. در این مثال اثر مرکب بودن نرخ بهره به خوبی نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، وقتی در یک سرمایه‌گذاری با نرخ بهره مشخصی وارد می‌شویم، سود سالانه (بهره) در انتهای هر سال به اصل پول اضافه شده و سود متعلقه در سال بعد مشمول اخذ بهره می‌گردد.

[1] Interest

ما با درنظر گرفتن نرخ سود بانک مرکزی و خزانه‌داری ایالات متحده و منطقه یورو نرخ بهره بدون ریسک را مشخص می‌کنیم. این مقدار را در ایران می‌توان از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران استعلام نمود. نرخ بهره بدون ریسک به میزان بلوغ اوراق قرضه[۱] در هر کشور بستگی دارد. معمولاً نرخ بهره با بلوغ بیشتر اوراق قرضه، افزایش می‌یابد. در ژاپن، در حال حاضر نرخ بهره مقدار پایینی است (۰٪ الی ۲-٪) حال آنکه این عدد فعلاً در منطقه یورو بالاتر است (۱٪ الی ۵٪)؛ این نرخ برای ایالات متحده آمریکا از منطقه یورو نیز بالاتر بوده و برابر با ۳٪ الی ۷٪ می‌باشد. در زمان نگارش این کتاب، این نرخ بنابه اعلام بانک مرکزی ایران، ۱۵٪ بوده است. این نرخ‌ها به شرایط اقتصادی کشور و نرخ تورم سالیانه بستگی دارد. برای استفاده در ارزش‌گذاری‌ها معمولاً از نرخ سود سالانه اوراق قرضه بلند مدت (۱۰ الی ۳۰ ساله) استفاده می‌شود، مقداری که در حال حاضر در ایران سالانه ۲۰٪ می‌باشد.

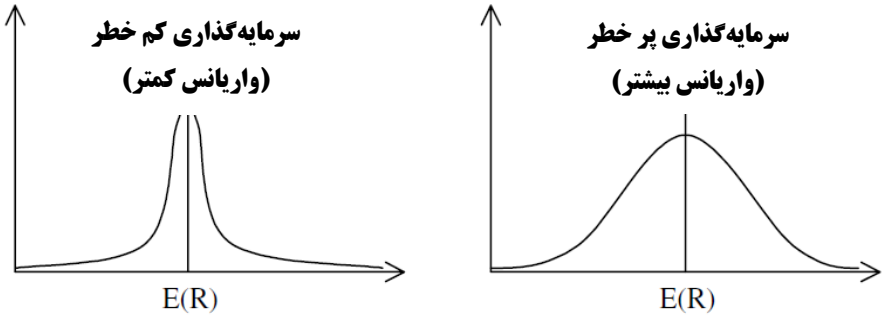
## ۲.۲.۲.۲. ریسک

درکنار ارزش زمانی، تنزیل نیز موجب بازتولید مجدد ریسک در سرمایه‌گذاری می‌شود و این ریسک، میل سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهد. ما برای ریسک یک مقدار حدودی معینی را مشخص کرده و جریان نقدی را براساس آن پیش‌بینی می‌کنیم اما در عمل جریان نقدی واقعی آتی می‌تواند بیشتر و یا کمتر از مقدار پیش‌بینی اولیه ما باشد. این عدم قطعیت، خاصیت ذاتی پیش‌بینی آینده است. مردم معمولاً دوست دارند تا احتمالات مثبت را درنظر گرفته و تصور کنند عملکرد آنها فراتر از آن است که پیش‌بینی شده است و معمولاً از فکر کردن به احتمالات منفی گریزانند. آنها حاضرند مبلغی را پرداخت کنند تا موجب اجتناب آنها از این نتایج منفی احتمالی شود. شرکت‌های بیمه نیز استراتژی‌های درآمدی خود را براساس همین ترس از شکست مردم بنا کرده‌اند و به آن در اصطلاح *پدیده گریز از ریسک*[۲] گویند.

یکی از کاربردهای تنزیل این است که نه‌تنها باید ارزش از دست رفته پول در طول زمان را جبران نماید بلکه، می‌بایست خطر قریب‌الوقوع وقوع ریسک‌های پروژه را که موجب اختلاف خروجی‌های واقعی با خروجی‌های مورد انتظار است نیز پوشش دهد. متعاقباً، سرمایه‌گذاری خطرپذیر می‌بایست سود بیشتری را نسبت به دیگر انواع سرمایه‌گذاری‌های کم خطرتر عاید سرمایه‌گذار نماید؛ چراکه در سرمایه‌گذاری‌های کم خطر، سودی که در عمل حاصل می‌شود مابه‌تفاوت کمی با سود پیش‌بینی شده مورد انتظار[۳] قبل از سرمایه‌گذاری دارد و طبیعی است که در یک سرمایه‌گذاری پرخطر، سود مورد انتظار حاصل از سرمایه‌گذاری باید به میزانی بالاتر از دیگر انواع سود حاصل از سرمایه‌گذاری‌های جایگزین کم خطرتر باشد که انگیزه‌ی لازم را برای ورود به سرمایه‌گذاری و پذیرش خطرات پیش‌رو در سرمایه‌گذار را ایجاد نماید.

---

[۱] Bond
[۲] Risk Aversion
[۳] Expected Return (ER)




**شکل ۱) نمودار سود مورد انتظار حاصل از دارایی ها در سرمایه گذاری ها با ریسک های متفاوت**

ارزش‌گذاری می‌تواند منعکس‌کننده این سود مورد انتظار مضاعف، که در بالا تشریح گردید، باشد؛ بدین صورت که در آن، برای جریان درآمدی مورد انتظاری که در بالا تشـــریح شـــد، یک بازه پراکندگی و تغییر تعریف می‌نماید. در این روش، جریان‌های درآمدی که برای پروژه متصـور می‌شـویم می‌توانند بین ۰ تا ۲۰ ٪ متغیر باشـند ولی عرف اینسـت که معمولاً شرکت‌ها بازه ۵٪ الی ۸٪ را برای این پراکندگی در محاسبات خود منظور می‌کنند.

## ۲.۲.۲.۳. بهره ساده و مرکب

تنزیل‌کردن یکی از فنی‌ترین بخش‌های یک ارزش‌گذاری اســت و ارزش آن را دارد تا زمان بیشـــتری را صـــرف یادگرفتن تکنیک‌ها و اصول آن نماییم. بین بهره ساده و بهره مرکب تفاوت وجود دارد. بهره ساده به این معناست که به مبلغ اولیه پول، یک مقدار ســـود ثابت در یک بازه زمانی تعلق می‌گیرد و در بازه‌های زمانی T-t ، این مقدار برای هر بازه ثابت و مساوی است. با احتساب نرخ بهره سالانه r، مقدار پولی که از این روش بدست می‌آید برابر است با:

$$S_T=S_t(۱+r_{dis})^{(T-t)}$$

که در آن $r_{dis}$ بهره ساده،

T زمان آینده،

t زمان حال،

و $S_T$ مقدار پولی که در آینده بدست خواهد آمد، می‌باشد.

در بهره مرکب، فرض می‌شود که هر سال میزان سود حاصل از بهره به حساب سرمایه‌گذار لحاظ شده و مجدداً در همان پروژه سرمایه‌گذاری می‌گردد. با این حساب، سالانه به خود سود حاصل از سرمایه‌گذاری نیز سود تعلق می‌گیرد و متعاقباً،

مقدار پولی که از روش بهره مرکب بدست می‌آید بیشتر از مقدار پولی است که در روش بهره ساده حاصل می‌گردد. در بازه زمانی t و نرخ بهره r، مقدار پول مورد انتظار S از روش بهره مرکب برابر با فرمول زیر خواهد بود:

$$S_T=S_t \exp(r_{con}(T-t))$$

که در آن $r_{con}$ بهره مرکب می‌باشد.

برخلاف محاسبات بهره، که در آن مقدار پولی را که در آینده نصیب ما خواهد شد محاسبه می‌کنیم، تنزیل به منظور محاسبه ارزش کنونی پولی که در آینده نصیب ما خواهد شد به‌کار می‌رود؛ پس بر خلاف محاسبه بهره، برای محاسبه تنزیل به جای پیش‌روی در طول زمان، اقدام به پس روی در زمان می‌کنیم. این امر منجر به فرمول‌های زیر جهت محاسبه تنزیل ساده و تنزیل مرکب خواهد گردید:

$$S_T=S_t(1+r_{dis})^{-(T-t)}$$

$$S_T=S_t \exp(-r_{con}(T-t))$$

معمولاً زمانیکه صحبت از نرخ بهره و تنزیل می‌کنیم، منظورمان نرخ‌های بهره و تنزیل ساده هستند و نه مرکب و در محاسبه آنها، همواره یک سال را به عنوان سال مرجع (مبنا) درنظر می‌گیریم که بهره و تنزیل نسبت به آن سال محاسبه می‌شوند. همچنین شایان ذکر است که نرخ بهره ساده و مرکب را می‌توان از فرمول زیر به یکدیگر تبدیل نمود:

$$r_{con}=\ln(1+r_{dis})$$

### ۲.۲.۲.۴. هزینه سرمایه

نرخ تنزیل همان نرخی است که سرمایه‌گذاران انتظار دارند تا پول آنها با همان نرخ متوسط رشد کرده و افزایش یابد. هر شرکتی به طور کلی می‌تواند دو نوع از سرمایه‌گذاران را مد نظر قرار دهد: ۱- دارندگان اوراق قرضه یا وام‌دهندگان و ۲- سهام‌دارن. هر دو دسته این سرمایه‌گذاران انتظار دارند تا به واسطه ریسکی که در تأمین مالی شرکت پذیرفته‌اند پاداشی را به عنوان سود دریافت کنند. پس از هر سرمایه‌گذاری، دارندگان اوراق قرضه اصل اوراق حاصل از سرمایه‌گذاری خود را از شرکت مذبور (یا نهاد مالی ناظر) دریافت می‌کنند و تنها درصورت عدم توانایی شرکت در بازپرداخت بدهی‌هایش است که ممکن است این افراد دچار زیان و خسارت شوند. میزان انتشار این اوراق برای هر شرکت تنها به میزانی است که

ریسک چندانی در بازپرداخت دیون حاصل از آنها برای یک شرکت وجود نداشته باشد. بدین معنا که این اوراق، هیچ‌گاه به مقداری چاپ و به سرمایه‌گذاران تحویل داده نمی‌شوند (یا درحقیقت فروخته نمی‌شوند) که شرکت نتواند مقدار بدهی حاصل از فروش آنها را پرداخت کرده و اوراق خود را از طلب‌کاران بازپس گیرد. پس این روش، روشی نسبتاً کم خطر برای تأمین‌کنندگان مالی قلمداد می‌گردد. البته برای مشخص کردن میزان مجاز اوراق قابل چاپ برای هر شرکت، و نیز ریسکی که در خرید اوراق قرضه هر شرکت وجود دارد، موسسات رتبه‌بندی خاصی همچون *استاندارد اند پورز*[۱]، *مودیز*[۲]، *فیتچ* [۳] و غیره وجود دارند که تخصص آنها ارزیابی ریسک‌های مترتب به اوراق قرضه شرکت‌های مختلف و میزان قابل اعتماد بودن این اوراق می‌باشد[۴]و با توجه به همین ریسک‌های محاسبه شده است که میزان سود هر یک از این اوراق بهادار، یا همان *هزینه قرضه*[۵]، مشخص می‌گردد. درنهایت، میزان سود تجمعی که از فروش این اوراق محاسبه می‌گردد برابر با حداقل سودی است که برای فعالیت‌های یک شرکت می‌توان متصور بود و شرکت برای آنکه بتواند پاسخ‌گوی تمام تعهدات حاصل از فروش اوراق قرضه خود باشد، باید به سودی دست‌یابد که توانایی بازپس دادن سود مشخص شده در تمامی این اوراق، که مجموعاً برابر با هزینه قرضه کل آن شرکت است، را در سررسید معینی که برای آنها مشخص شده است داشته باشد.

نرخ سودی که سهامداران (دسته دوم سرمایه‌گذاران) انتظار دارند را به اصطلاح، *هزینه سهام*[۶] گویند. متأسفانه این پارامتر قابل مشاهده نیست و تاکنون برای تعیین آن چندین روش مختلف بوجود آمده است. در این کتاب نیز، در بخش بعدی دو روش *مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای* و *مدل قیمت‌گذاری سرمایه‌های بازار محور* به منظور تعیین همین پارامتر ارائه و تشریح خواهند شد.

زماینکه توانستیم هزینه قرضه و هزینه سهام را محاسبه کنیم، آنگاه می‌توانیم هزینه سرمایه را برای یک شرکت محاسبه کنیم. میزان قرض یک شرکت را بوسیله مجموع هزینه‌های قرضه و میزان ارزش سهام یک شرکت را بوسیله مجموع هزینه‌های سهام آن محاسبه می‌کنند. نکته بسیار قابل توجه برای قرضه، معاف از مالیات بودن آنست که آن را به یک سرمایه بسیار ارزان قیمت تبدیل می‌کند. با مدنظر قراردادن نسبت تعداد (ارزش) اوراق به تعداد ذی‌نفعان و مزایای حاصل از معافیت مالیاتی مذکور، هزینه سرمایه، که در اینجا همان میانگین موزون هزینه سرمایه (WACC) است، از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

---

[۱] Standard & Poor's
[۲] Moody's
[۳] Fitch

[۴] مترجم: در ایران، سازمان بورس و اوراق بهادار مسئول رسیدگی به چنین اموری است.

[۵] Cost of Debt
[۶] Cost of Equity

$$WACC= \frac{D}{D+E} r_D (۱-T) + \frac{E}{D+E} r_E$$

که در آن D ارزش بازاری قرضه،

E سهام،

و T نرخ بهره می‌باشد.

سودی که به یک سرمایه‌گذاری در پروژه تعلق می‌گیرد باید حداقل برابر با نرخ تنزیل باشد؛ درغیر اینصورت، شرکت نمی‌تواند نظر مساعد سرمایه‌گذاران را جلب کرده و درنتیجه در جذب سرمایه بی‌نصیب خواهد ماند. دقیقاً به همین دلیل است که گاهی اوقات از نرخ تنزیل با نام *نرخ مانع*[۱] نیز یاد می‌شود[۲].

در عمل، به ندرت مقدار میانگین موزون هزینه سرمایه محاسبه می‌گردد چرا که معمولاً کسی به‌دنبال محاسبه ارزش شرکت نبوده و بیشتر افراد به‌دنبال یافتن ارزش سهام شرکت، یا همان ارزشی که با خرید هر سهم عاید خریدار می‌شود، هستند. در اینجا، هدف از محاسبه ارزش سهام، کاربرد آن در مباحث ارزش‌گذاری می‌باشد و اگر جریان نقدی آتی را براساس فرضیات فعلی محاسبه نماییم، که همیشه هم همینطور است، می‌بایست تأثیرات نرخ تورم را نیز بر ارزش محاسبه شده لحاظ کرده و آن را براساس این نرخ تعدیل نماییم. آنچه مشخص است اینست که برای دست‌یابی به این هدف، ابتدا می‌بایست خود نرخ تورم سالانه را محاسبه کنیم. به دلیل اینکه معمولاً در محاسبه جریان‌های نقدی آتی، اثر تورم را در درآمدها و هزینه‌ها منظور نمی‌کنیم لذا در عمل، مقدار جریان‌های نقدی آتی محاسباتی معمولاً کمتر از مقدار جریلنات نقدی آتی واقعی خواهند بود چون در واقعیت، قیمت‌ها و هزینه‌ها براساس نرخ تورم افزایش خواهند یافت. اما به‌جای آنکه یک بار نرخ تورم را بر جریان نقدی آتی اعمال کرده و سپس جریان نقدی آتی بدست آمده را با نرخ تنزیل مجدداً به ارزش فعلی مبدل کنیم، می‌توانیم مستقیماً نرخ تورم سالانه را از نرخ تنزیل (یا به‌طور دقیق‌تر، همان هزینه سهام) کم کرده و جریانات نقدی آتی را با نرخ تنزیل جدید (حاصل از تفریق نرخ نرخ تورم از نرخ تنزیل اولیه) به ارزش فعلی خالص تبدیل کنیم. پس، اگر فرضاً نرخ تورم سالانه به طور متوسط سالی ۲٪ و نرخ تنزیل محاسباتی مورد نظر برابر با سالی ۱۸٪ باشد، نرخ تنزیل جدید برابر ۱۶٪ سالانه خواهد بود. به مثال عددی زیر برای درک بهتر این مسئله توجه نمایید:

فرض کنید یک هنرمند می‌خواهد نقاشی خود را به قیمت ۱۰،۰۰۰ دلار به فروش برساند. اما شما می‌خواهید این تابلو را سه سال بعد به فروش برسانید. نرخ تورم سالانه مورد انتظار سالی ۲٪ است پس در حقیقت، قیمتی که شما قرار است این تابلو را به فروش برسانید ($(۱+۲٪)^۳$*۱۰،۰۰۰)=۱۰،۶۱۲ دلار خواهد بود. نرخ تنزیل محاسباتی مد نظر شما سالانه

---

[۱] Hurdle Rate (HR)

[۲] مترجم: نرخ مانع که حداقل نرخ بازده قابل قبول نیز نامیده می‌شود، کمترین نرخ بازدهی است که پروژه باید به دست آورد تا بتواند هزینه‌های سرمایه‌گذاری را جبران نماید.

٪۱۳ است. پس قیمت فعلی تابلویی که شما در سه سال بعد به قیمت ۱۰،۶۱۲ دلار خواهید فروخت به پول فعلی برابر با (۱۰،۶۱۲*(۱+۱۳٪)^-۳)=۷،۳۵۵ دلار می‌شود. در این محاسبات، ابتدا تأثیرات ۳ سال تورم بر قیمت اولیه تابلو که ۱۰،۰۰۰ دلار بود لحاظ گردید و سپس در همین بازه زمانی تنزیل بر روی آن اعمال شد. ما جریان نقدی را در حاصل تقسیم $(۱ + ۱۳٪)/(۱ + ۲٪)$ یا به طور کلی‌تر، حاصل تقسیم اثر تورم (ρ+۱) بر اثر تنزیل (r+۱) ضرب کردیم. در این معادلات ρ نرخ تورم مورد انتظار سالانه و r نرخ تنزیل سالانه است. اگر مقدار ρ از مقدار r بسیار کوچکتر باشد، پس به صورت تقریبی می‌توان رابطه زیر را برقرار دانست:

$$\left(\frac{(\rho+1)}{(r+1)}\right) = (\rho+1)^{t}(r+1)^{-t} \approx (r+\rho+1)^{-t}$$

این به معنای اینست که، می‌توان به‌جای آنکه یکبار اثر تورم را به‌صورت جداگانه در محاسبات لحاظ کرده و سپس اثر تنزیل را در آن منظور کنیم، مستقیماً نرخ تنزیل جدید را که برابر با مقدار تفریق اثر تورم از مقدار تنزیل اسمی (اولیه) است در محاسبات اعمال کرده و به نتایجی تقریباً برابر با محاسبات قبلی دست یابیم. البته نتیجه‌ای که از این روش بدست می‌آید صد در صد دقیق نیست اما اگر مقدار ρ نسبتاً کوچک باشد، می‌توان از تفاوت دو روش چشم‌پوشی کرده و نتایج حاصل را با یکدیگر برابر فرض کرد.

در مثال بالا، هنرمند می‌تواند ۱۰،۰۰۰ دلار مدنظر خود را با نرخ ۱۱٪-۲٪=۱۳٪- تنزیل کرده و به عدد ۷،۳۱۲ دلار برسد. همانطور که مشاهده می‌کنید استفاده از این روش، یک میان‌بر برای محاسبات قبلی محسوب می‌گردد اما بدلیل فرضیاتی که در فرمول منظور شده‌اند، مقدار بدست آمده از این روش مابه‌التفاوتی ۴۳ دلاری با روش اول دارد. همچنین چنانچه در فرمول از تنزیل مرکب استفاده کنیم، فرمول زیر بدست می‌آید:

$$e^{\rho_c t} e^{-r_c t} = e^{\rho_c t - r_c t} = e^{-(r_c - \rho_c)t}$$

### ۲.۲.۳. ارزش پایانی[۱]

گاهی اوقات نیاز داریم تا ارزش یک سلسله جریان‌های نقدی سالانه را از زمان حال تا آینده‌ای نامعلوم بدانیم. مثلاً، بانک انگلستان برای یک اوراق قرضه خاص سالانه ۱۰ پوند سود مدام‌العمر پرداخت می‌کند و هیچ سقف و تاریخ انقضای تعهداتی نیز برای اتمام پرداخت این سود از سوی این بانک وجود ندارد (به عبارتی سود از لحظه خرید اوراق تا ابد به دارنده این اوراق پرداخت خواهد شد). اگر بخواهیم ارزش فعلی این اوراق را بدانیم، لازم است تا مجموع تمامی این

[۱] The Terminal value

پرداخت‌ها را از الآن تا آینده نامعلوم جمع کرده و سپس آن را تنزیل کنیم. این مهم از طریق فرمول زیر به سادگی قابل محاسبه می‌باشد:

$$\sum_{i=۱}^{\infty} CF \frac{۱}{(۱+r)\text{^}i} = \frac{CF}{r}$$

که در آن r همان نرخ تنزیل سالانه است.

برای حل مثال بالا از طریق این فرمول، نرخ تنزیل سالانه را مثلاً ۴٪ فرض کرده و CF ۱۰ پوند را در فرمول قرار دهیم، ارزش اوراق قرضه مادام‌العمر بلنک انگلستان برابر با ۲۵۰= ۱۰/۴٪ پوند خواهد بود. حال اگر فرض کنیم این جریان نقدی آتی هر ساله به‌وقوع بپیوندد اما مقدار سالانه آن با نرخ ثابت μ افزایش یابد، آنگاه فرمول فوق به شکل زیر در خواهد آمد:

$$\sum_{i=۱}^{\infty} CF(۱+\mu)\text{^}i \ \frac{۱}{(۱+r)\text{^}i} \approx \frac{CF}{r-\mu}$$

مشابه با تعدیلات تورم، در این فرمول نیز مقداری خطا بواسطه برخی فرضیات و ساده‌سازی‌هایی که در فرمول اعمال شده‌اند وجود دارد و جواب نهایی فرمول ساده‌سازی‌شده به‌صورت تقریبی با جواب فرمول اصلی مشابه اشت.

### ۲.۲.۴. مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای

یکی از روش‌های تعیین هزینه سرمایه، استفاده از مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای است. این مدل بین ریسک‌های *قابل‌تغییر و یا قابل تنوع‌بخشی*[۱] و *غیرقابل‌تغییر و یا غیرقابل تنوع‌بخشی*[۲] تمایز قائل است. ریسک‌های غیرقابل‌تغییر عموماً به ریسک‌های ناشی از بازار اطلاق می‌گردند و ریسک‌های قابل‌تغییر به ریسک‌هایی که منحصر به ریسک‌های خود دارایی هستند، می‌گویند. در ادبیات، مترادف ریسک‌های قابل تغییر عناوینی چون *ریسک‌های فردی*[۳]، *ریسک‌های غیرسیستماتیک*[۴] و *ریسک‌های خاص-امنیتی*[۵] بوده و مترادف ریسک‌های غیرقابل تغییر عناوینی چون *ریسک‌های*

[۱] Diversifiable
[۲] Non-Diversifiable
[۳] Idiosyncratic Risks
[۴] Unsystematic Risks
[۵] Security-Specific Risks

*سیستماتیک*[۱]، *ریسک‌های بتا*[۲] و *ریسک بازار*[۳] هستند. ما در ادامه از واژه‌های ریسک سیستماتیک و ریسک غیرسیستماتیک برای هریک استفاده خواهیم نمود.

چنین فرض می‌کنیم که یک پورتفولیویی وجود دارد که در آن که فقط خطر ریسک‌های بازار وجود داشته و تمامی عوامل و ریسک‌های غیرسیستماتیک در این سبد محصول، یکدیگر را خنثی کنند. چنین پورتفولیوی فرضی را اولین بار *نظریه پورتفولیوی مدرن*[۴] که در سال ۱۹۵۲ توسط *هری مارکویتز*[۵] مطرح گردید تشریح کرده و در آن نرخ بازگشت ریسک، بهینه‌شده است (نسبت شارپ)[۶]. به این پورتفولیو، *پورتفولیوی بازار* گویند و در آن، بازگشت یک دارایی را می‌توان مطابق زیر محاسبه نمود:

$$r_{\text{دارایی}} = \beta\, r_{\text{بازار}} + \underbrace{(r_{\text{دارایی}} - \beta\, r_{\text{بازار}})}_{\varepsilon}$$

که در رابطه فوق، $r_{\text{بازار}}$ بازگشت (سود) پورتفولیوی بازار در حالتی است که پورتفولیو فقط در معرض ریسک‌های سیستماتیک بازار باشد. فاکتور $\beta$ نیز درجه‌ای می‌باشد که دارایی درمعرض ریسک بازار قرار دارد؛ درنتیجه، $\varepsilon$ نشان‌دهنده بخش غیرسیستماتیک ریسک دارایی است. توجه داشته باشید که $\beta$ به نحوی انتخاب می‌شود که $\varepsilon$ کاملاً مستقل از $r_{\text{بازار}}$ باشد و یا به‌عبارتی دیگر، هیچ همبستگی میان $\varepsilon$ و $r_{\text{بازار}}$ وجود نداشته باشد. ضمناً، $\varepsilon$ و $r_{\text{بازار}}$ دو متغییر تصادفی هستند که مقدار آنها را تنها می‌توان تا حدود مشخصی تخمین زد و اندازه‌گری دقیق آنها امکان‌پذیر نیست.

اگرچه یک سرمایه‌گذار می‌تواند با ایجاد تنوع مناسب در سبد سرمایه‌گذاری و پوتفلیو خود از ریسک غیرسیستماتیک که در معرض آن است تا حدودی اجتناب کرده و یا از مقدار آن بکاهد اما، برای کاستن از ریسک سیستماتیک هیچ راهی وجود ندارد؛ لاجرم، بواسطه عدم امکان اجتناب از این ریسک سیستماتیک، سرمایه‌گذار می‌بایست پاداش مناسبی را بواسطه خطری که از یک سرمایه‌گذاری قبول کرده است، دریافت کند. بنابراین مقدار بازگشت متوسطی که یک سرمایه‌گذار برای خود متصور است (درصورتیکه دارایی سرمایه‌گذار سهام باشد، این مقدار مورد انتظار همان هزینه سهام خواهد بود) برابر با مقدار سود حاصل از یک سرمایه‌گذاری کاملاً بدون ریسک به‌علاوه سود اضافی است که بخاطر قبول ریسک‌های سیستماتیک موجود در این پروژه می‌بایست بدست آورد. شایان ذکر است که میزان این اضافه سود، با شدت ریسک متصوره در پروژه تناسب دارد. در اصطلاح به پاداشی که بابت قبول ریسک‌های بازار به یک سرمایه‌گذار تعلق می‌گیرد، *پاداش*

---

۱ Systematic Risk
۲ Beta Risk
۳ Market Risk
۴ Modern Portfolio Theory
۵ Markowitz ; ۱۹۵۲
۶ Sharpe Ratio

*ریسک بازار*[1] گویند. متأسفانه روش محاسبه این مقدار در بین افراد مختلف یکسان نبوده و توسط سرمایه‌گذاران مختلف، برداشت‌های متفاوتی در رابطه با تعیین آن، بسته به نظر شخصی، نوع نگاه موجود به پروژه و درک منحصر به‌فرد هر سرمایه‌گذار از شرایط و متغییرهای محیطی و ریسک‌های مترتب، وجود دارد. اگرچه معمولاً بدین شکل عمل می‌شود که پاداش ریسک بازار را با مابه‌التفاوت نرخ بدون ریسک (*نرخ معاف از ریسک*[2]) پورتفولیوی بازار، متناظر درنظر می‌گیرند مقدار آن را از رابطه $r_f$ –بازار $\hat{r}$ که در آن بازار $\hat{r}$ نمایان‌گر متوسط بازگشت پورتفولیوی بازار است. مقدار$r_f$ – بازار $\hat{r}$ دقیقاً برابر با پاداشی است که بازار بابت قبول ریسک بازار به سرمایه‌گذار پرداخت می‌کند. متعاقباً، هزینه سهامی که یک سرمایه‌گذار بابت سرمایه‌گذاری دارایی خود مطالبه می‌کند برابر است با:

$$r_E = r_f + \beta \underbrace{(\hat{r}_{\text{بازار}} - r_f)}_{\text{پاداش سود بازار}}$$

برای استفاده از فرمول بالا، حال می‌بایست هریک از مقادیر $\beta$، $r_f$ و پاداش ریسک بازار را تشریح کنیم. قائدتاً برای مشخص‌کردن نرخ معاف از ریسک نباید مشکل چندانی وجود داشته باشد. برای محاسبه پاداش ریسک بازار، می‌توان از سابقه تاریخی مابه‌التفاوت عملکرد پورتفولیوی بازار در مقایسه با دیگر فرصت‌های سرمایه‌گذاری معاف از ریسک رجوع کرد و مقدار عرفی را که بازار در هر صنعتی به عنوان این پاداش از سرمایه‌گذاری‌های خود اخذ می‌کند را استعلام و در محاسبات منظور نمود. متأسفانه مقدار نظری و تئوریک پورتفولیوی بازار در دسترس نمی‌باشد فلذا، مقدار بازار $\hat{r}$ نیز در دسترس نیست. از این رو، معمولاً بدین شکل عمل می‌شود که برای پیدا کردن مقدار این متغیر، به لیست ۵۰۰ سهام برتر بازار بورس نیویورک (S&P ۵۰۰) و شاخص ۱۰۰ بورس اوراق بهادار فایننشیال تایمز (FTSE۱۰۰) رجوع شود.

بنابراین، بازار $\hat{r}$ برابر با سابقه تاریخی عملکرد شاخص برگزیده خواهد بود. حال می‌بایست مقدار $\beta$ را تعیین کنیم. مقدار مورد نظر از رابطه زیر بدست خواهد آمد:

$$\beta = \text{Corr}\,(r_{\text{دارایی}}, r_{\text{بازار}}) \frac{\sigma_{\text{دارایی}}}{\sigma_{\text{بازار}}} = \frac{Cov\,(r_{\text{دارایی}}, r_{\text{بازار}})}{\sigma^2_{\text{بازار}}}$$

درنتیجه، $\beta$ برابر است با همبستگی بین بازگشت دارایی و بازار ضرب در نسبت نوسانات آنها. همبستگی صفر به این معناست که دارایی به‌طور کامل مستقل از پورتفولیوی بازار است و هیچ جزئی از ریسک بازار در آن دخیل نیست و

[1] market risk premium
[2] Risk free rate

متعاقباً $\beta$ نیز برابر با صفر خواهد بود. از سوی دیگر، همبستگی یک به این معناست که دارایی کاملاً مشابه با پورتفولیوی بازار نوسان می‌کند، و در همبستگی منفی یک، دارایی کاملاً برخلاف پورتفولیوی بازار حرکت خواهد کرد.

### ۲.۲.۴.۱. نواقص مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای

اگرچه روش CAPM پرکاربردترین روش تعیین هزینه سهام (سرمایه‌گذاری) است اما، دارای نواقص عمده‌ای نیز می‌باشد. اول اینکه این مدل به مقدار بسیار زیادی وابسته به دانش پورتفولیوی بازار است. پورتفولیوی بازار پورتفولیویی است که نسبت ریسک-بازگشت شارپ را در میان تمامی بازارها و فرصت‌های مختلف سرمایه‌گذاری اعم از بازار سرمایه و قرضه، کالا، بازارهای غیرنقدی، و بازارهای موازی همچون املاک و مستغلات، سهام خصوصی[۱]، هنر، و حتی نوشیدنی‌های الکلی به بالاترین مقدار ممکن می‌رساند. هیچ‌کس خبر از پورتفولیوی بازار ندارد و درنتیجه نمی‌توان از آن به‌عنوان ابزاری جهت اهداف محاسباتی استفاده کرد.

دوم آنکه تمامی محاسبات CAMP، آینده‌نگر هستند؛ $\beta$ و پاداش ریسک هردو به آینده مربوط می‌شوند. $\beta$ یک دارایی، یک متغیر به‌شدت بی‌ثبات است و هیچ الزامی در رابطه با یکسان بودن سابقه تاریخی $\beta$ با آنچه در آینده در رابطه با آن رخ خواهد داد وجود ندارد. حتی سوابق تاریخی که از $\beta$ وجود دارند به شدت وابسته به بازه زمانی‌ای هستند که در آن اقدام به بررسی $\beta$ کرده‌ایم. این بی‌ثباتی منجر به آن شده‌است که محاسبات هزینه سرمایه به محاسباتی کاملاً قراردادی و وابسته به نظر فرد محاسبه‌کننده هستند، تبدیل شوند. معمولاً هر فردی با اختصاص دادن زمان کافی جهت رصد و بررسی سوابق $\beta$ در طول زمان، می‌تواند با اختصاص یک بازه از پیش تعیین‌شده بررسی، که خود آن فرد برای $\beta$ برمی‌گزیند، به مقادیر خود خواسته و از پیش تعیین شده‌ای از $\beta$دست پیدا کرده و متعاقباً نتایج حاصل از محاسبات هزینه سرمایه و پاداش ریسک بازار را نیز منطبق با میل و خواسته خود تغییر دهد.

سوم، $\beta$ فی‌النفسه فقط ریسک سیستماتیک بازار را جذب می‌کند. بحثی که دراینجا مطرح است اینست که در بسیاری از مواقع سرمایه‌گذاران می‌توانند در سرمایه‌گذاری خود تنوع ایجاد کرده و درنتیجه خود را از بسیاری از ریسک‌های سیستماتیک مصون کرده، یا لااقل اندکی حاشیه امن برای خود ایجاد کنند، و البته بواسطه اجتناب از این ریسک‌های غیرسیستماتیک، مسلماً پاداش قبول ریسک (ریسکی که از آن اجتناب کرده‌اند) را نیز دریافت نکنند. اگرچه بسیاری از سرمایه‌گذاران, علی‌الخصوص سرمایه‌گذاران سهام خصوصی، ممکن است با این مدعا موافق نباشند اما سرمایه‌گذاران، بخش‌های بزرگی از ثروت خود را در یک شرکت واحد سرمایه‌گذاری می‌کنند و اینگونه، به طور موثری مانع از ایجاد تنوع کافی در سبد سرمایه‌گذاری خود می‌شوند. علاوه بر این، ریسک‌های مختص و منحصربه‌فرد یک دارایی یا شرکت، بر روی کسب‌وکار آن شرکت تأثیر خواهند گذاشت. شاید این واقعیت که گروهی از ریسک‌هایی که باعث بوجود آمدن برخی معضلات مالی در یک شرکت می‌شوند ریسک‌های از جنس ریسک‌های غیرسیستماتیک هستند، که قائدتاً در زمان

[۱] Private Equity

ارزش‌گذاری نمی‌بایست در محاسبات لحاظ می‌شدند، و مقصر دانستن این قبیل ریسک‌ها در شکست‌ها و معضلات مالی که برای یک شرکت بوجود می‌آید اندکی باعث آرامش خاطر سرمایه‌گذاران و مدیران این شرکت‌ها شود اما، حقیقت این است که ریسک‌های غیرسیستماتیک تأثیر شدیدی در عملکرد یک شرکت داشته و درنتیجه، باید در محاسبات ارزش‌گذاری منظور گردند. این مسئله به طور ویژه‌ای در رابطه با شرکت‌های علوم زیستی صادق است و در ادامه در رابطه با آن بیشتر بحث خواهیم کرد.

## ۲.۲.۵. مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های متأثر از بازار (بازار محور)

مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های متأثر از بازار (مک‌نولتی و همکاران، ۲۰۰۲)[۱] تلاش دارد تا بر ضعف‌های عمده مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای غلبه کند؛ اولاً، این مدل فقط بر ریسک‌های غیرقابل مشاهده‌ای چون پورتفولیوی بازار اتکا نمی‌کند و ثانیاً، از دورنماهای روشن و پارامترهای کاملاً عینی استفاده کرده و از وابستگی به پارامترهای محاسباتی خود خواسته‌ای همچون $\beta$ که در آن نقش کاربر و فرد محاسب در تعیین مقدار خروجی پارامتر تأثیرگذار است اجتناب می‌کند. سوماً، مهم‌ترین تفاوت این مدل با مدل قبلی در این است که مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های متأثر از بازار تمامی ریسک‌های مترتب به یک شرکت را در محاسبات دخیل می‌کند، حال چه این ریسک‌ها سیستماتیک باشند و چه غیرسیستماتیک، و تلاش دارد تا بازتاب بهتری از ریسک‌های مدیران و سرمایه‌گذاران را ارائه نماید.

پایه مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های متأثر از بازار بر این اصل استوار است که سهامداران می‌بایست حداقل به اصل پول خود در قبال هزینه‌ای که بابت هزینه اوراق قرضه کرده‌اند برسند و چنین فرض می‌کند که آنها می‌توانند از طریق *قرارداد اختیار فروش یا اختیار معامله*[۲] چنین نرخ بازگشتی را برای خود تأمین نمایند. در اینصورت، هزینه سهام برابر خواهد بود با هزینه قرضه (ارزش ذاتی سهام) بعلاوه هزینه سالانه اختیار فروش. پیامد چنین فرضی اینست که هزینه سهام به افق و تغییرات زمانی وابسته خواهد شد. اختیار فروش، دارای قیمت‌های از پیش تعیین شده سهم است که، برابر با هزینه قرضه در *قیمت‌های اعمال*[۳]، توافقی بین طرفین می‌باشد[۴]. به این معنا که فروشنده پله‌ها و ایستگاه‌های قیمت اعمال (خرید) را به صورت تضمینی به خریدار ارائه می‌کند و خریدار محق (و نه ملزم) به فروش سهام خود در هر یک از این پله‌های از پیش تعیین‌شده (قیمت‌های اعمال) می‌باشد. هرچه بازه زمانی این تضمین طولانی‌تر باشد، هزینه‌ای که خریدار بابت دریافت اختیار معامله به فروشنده پرداخت می‌کند (تا فروشنده به وی تضمین بازخرید سهام در قیمت‌های مشخص یا همان قیمت اعمال را اعطا کند) بیشتر خواهد بود.

---

[۱] McNulty et al. ۲۰۰۲

[۲] Put Option

[۳] Strike Price

[۴] مترجم: *قیمت اعمال*، مبلغی است که در قرارداد مشخص می‌شود و طرفین قرارداد در موعد سررسید، مطابق آن قیمت دست به خرید یا فروش دارایی پایه می‌زنند.

$$r_E\,(T) = r_D + \frac{put(۱,(۱+r_D)^T,T)}{\frac{۱}{r_D} - \frac{۱}{r_D(۱+r_D)^T}}$$

در فرمول اختیار فروش، ۱ به عنوان ارزش زمینه، قیمت آتی $(۱ + r_D)^T$ به عنوان قیمت اعمال، و T به عنوان سررسید تضمین می‌باشند.

در بسیاری از موارد، مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های متأثر از بازار، نتایج بهتری را نسبت به مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای از خود بروز می‌دهد اگرچه، این مدل نیز عاری از ایراد نیست. اولین مشکل این مدل اینست که این فرض که سهامداران قادر به دریافت تضمینی حداقل سود متصوره برای خود که برابر با اصل هزینه قرضه است باشند، فاقد یک منطق و استدلال قوی و محکم است. چرا سهام‌داران همانطور که در سود سرمایه‌گذاری شریک هستند، نباید در ضرر آن شریک باشند؟ دوم آنکه، اختیار فروش، از نوسانات آینده‌نگر یا ضمنی در رابطه با ارزیابی نحوه عملکرد یک شرکت استفاده می‌کند. ضمناً، این امر تنها زمانی محقق می‌شود که یک سهام یا شرکت دارای اختیارات فروش قابل معامله باشند یا به عبارتی دیگر، اختیار فروش زمانی وجود دارد که شرکتی از قبل، دارای سابقه و پیشینه عملکردی و نیز/ و یا، سرمایه قابل توجهی در بازار باشد. اما برای شرکت‌های کوچک‌تر و یا شرکت‌هایی که سابقه تاریخی از آنها در دست نیست، چنین محاسباتی عملاً بسیار پیچیده و حساس خواهند بود. متأسفانه هزینه سهام نسبتاً حساسیت زیادی در رابطه با این پارامتر دارد. سوم آنکه، هزینه (قیمت) سهام به افق زمانی که ما انتخاب می‌کنیم وابسته است. در این کتاب، ما افق زمانی ۵ ساله را مورد استفاده قرار می‌دهیم اگرچه، انتخاب چنین افق زمانی بر هیچ قانون خاصی استوار نیست و نحوه تعیین مشخصی ندارد.

اگرچه مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های متأثر از بازار بسیار جذاب بوده و در بسیاری از مواقع می‌تواند به عنوان جایگزین مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای به‌کار رود اما، استفاده از آن برای شرکت‌های کوچک بسیار سخت است. علاوه بر این، ریسک‌های غیرسیستماتیک هم در محاسبات هزینه قرضه منظور شده‌اند و هم در محاسبات نوسان، از این‌رو، این مقادیر (ریسک‌های غیرسیستماتیک) دوبار محاسبه شده و درنتیجه، منجر به قیمت بسیار زیاد هزینه سهام می‌شوند. به عنوان یک روش غلبه بر این معضل، می‌توان در محاسبات، نرخ بدون ریسک را جایگزین هزینه قرضه نمود.

## ۲.۲.۶. عدم اطمینان[۱]

جریان‌های نقدی با دو گونه از عدم اطمینان یا عدم قطعیت عجین شده‌اند؛ اول، عدم اطمینان مربوط به صحت و دقت محاسبات که در آن ما به‌طور دقیق نمی‌دانیم یک جریان نقدی تا چه اندازه بزرگ خواهد بود. متغیرهای زیادی از جمله

[۱] Uncertainty

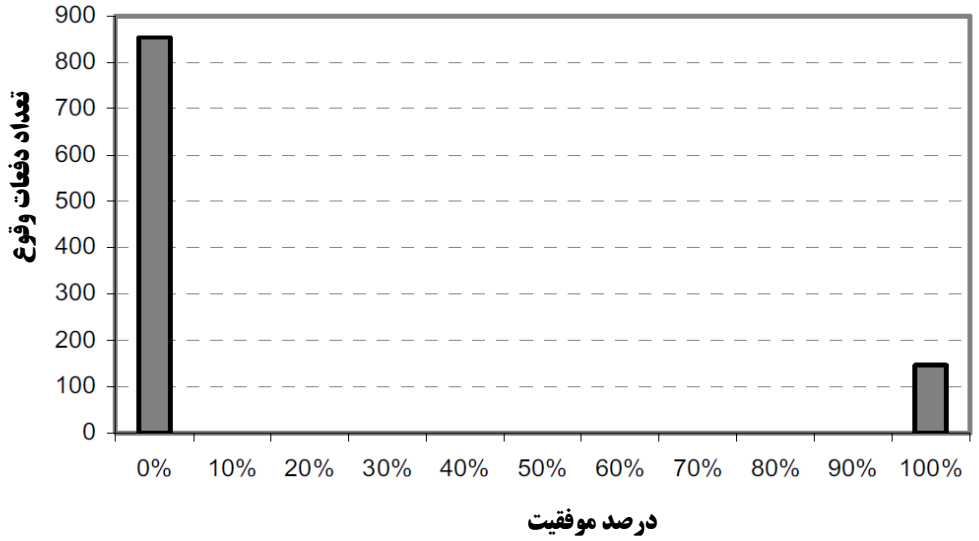
شـــدت رقابت در بازار و نیز قوانین و مقررات بر اندازه بالقوه جریان نقدی تأثیرگذار هســـتند. این عدم اطمینان می‌تواند تأثیر منفی در معادلات و عملکرد ما بگذارد مثلاً زمانیکه یک رقیب جدید وارد بازار شـــود و یا یکی از رقبای موجود محصول جدیدش را در رقابت با محصول ما روانه بازار کند. اما عدم اطمینان روی دیگری نیز دارد که در آن ممکن است یک محصـــول فراتر از حد تصـــور ما فروش نماید و یا شـــرایط به‌گونه‌ای رقم بخورند که هزینه‌ها کمتر از آنچه ما تصـــور می‌کردیم رقم بخورد.

دومین گونه از عدم قطعیت به *عدم قطعیت فنی*[1] شهرت دارد. درحقیقت ما به‌طور قطع نمی‌دانیم که آیا اصلاً یک جریان نقدی به‌وقوع خواهد پیوســـت یا خیر. دلیل این بخش از عدم قطعیت جریان‌های نقدی معمولاً *ریســـک‌های شـــکســـت*[2] هستند که می‌توانند ناشی از عواملی همچون شکست در مرحله آزمایشات بالینی باشند و از طریق معیاری تحت عنوان *نرخ فرســـایش*[3] (که از آن با نام‌های دیگری همچون *نرخ ســـایش*، *نرخ ریزش* نیز یاد می‌شـــود) تا حدودی می‌توان آنها را کمی نمود. اعمال نرخ فرســـایش در محاســـبات، باعث افت ارزش خواهد شـــد؛ بدین معنا که اگر احتمال وقوع یک جریان نقدی $p$ باشـــد، آنگاه نمی‌توان مقدار کامل آن جریان نقدی را در محاســـبات ارزش منظور نمود و باید ابتدا مقدار جریان نقدی را ضـــرب در $p$ که همواره مقداری بین ۰ تا ۱ اســـت کرده و ســـپس، محاســـبات ارزش را براســـاس این جریان نقدی تقلیل شـــده انجام داد. این مفهوم را در پرتاب ســـکه و شـــرط‌بندی بر روی شـــیر یا خط آمدن ســـکه بهتر می‌توان درک کرد. فرض کنید با آمدن خط، شما یک دلار برنده خواهید شد و درصورت شیر آمدن، هیچ پولی به شما تعلق نمی‌گیرد. مسلماً شـــما در این شـــرط‌بندی به طور متوسط نیم دلار برنده خواهید شـــد که همان ۵۰٪ یک دلار می‌باشـــد. این درصـــد برابر با احتمال شـــیر یا خط آمدن ســـکه اســـت. اگر یک‌بار این بازی را انجام دهید، قطعاً یا برنده آن خواهید بود و یا بازنده آن و هیچ حالت ســـوم دیگری در این شـــرایط برای شـــما وجود ندارد. اما اگر دوبار این بازی را انجام دهید، ۲۵٪ شـــانس برنده شـــدن دو دلار، ۵۰٪ شـــانس برنده شـــدن یک دلار و ۲۵٪ شـــانس بازنده شـــدن را خواهید داشـــت. در این حالت شـــانس برنده شـــدن متوسط مبلغ جایزه که همان یک دلار است، نسبت به حالت‌های دیگر برای شما بیشتر است. اگر ده بار این بازی را انجام دهید، بیش از ۶۵٪ احتمال دارد که ۴، ۵ و یا ۶ دلار برنده شـــوید؛ هرچه تعداد دفعات بازی کردن خود را افزایش دهید، شـــانس بدست آوردن متوسط مبلغ جایزه برای شـــما بیشـــتر خواهد بود و راحت‌تر و دقیق‌تر می‌توانید نتایج و برآیند حاصل از این شرط‌بندی را پیش‌بینی کنید.

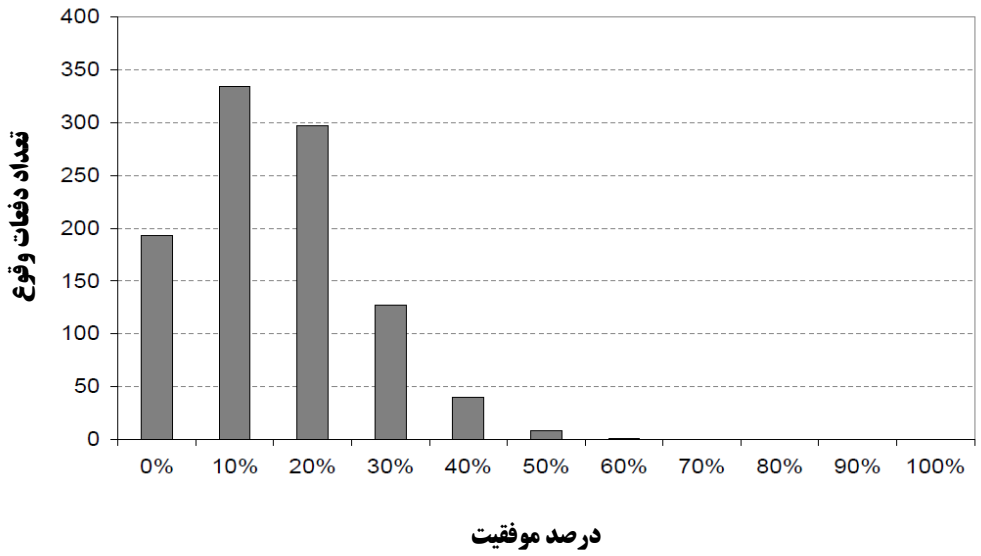
پروژه‌های علوم زیستی همچون دیگر پروژه‌های فناوری محور، خاصیتی مشابه با مثال بالا دارند. هرچه شرکتی پروژه‌های بیشتری داشته باشد، احتمال دست‌یابی آن شرکت به اعدادی و ارقامی که توسط نرخ‌های موفقیت برایش پیش‌بینی شده بودند بیشـتر اسـت. در نمودارهای ذیل، درصـد موفقیت پروژه‌ها برای، ۱- یک شـرکت زیسـت‌فناوری که تنها یک محصـول دارد، ۲- یک شـرکت دارویی متوسـط که ۱۰ محصـول را در خط تولید خود دارد و ۳- یک شـرکت دارویی بزرگ با ۱۰۰

[1] Technical Uncertainty
[2] Failure Risk
[3] Attrition Rate

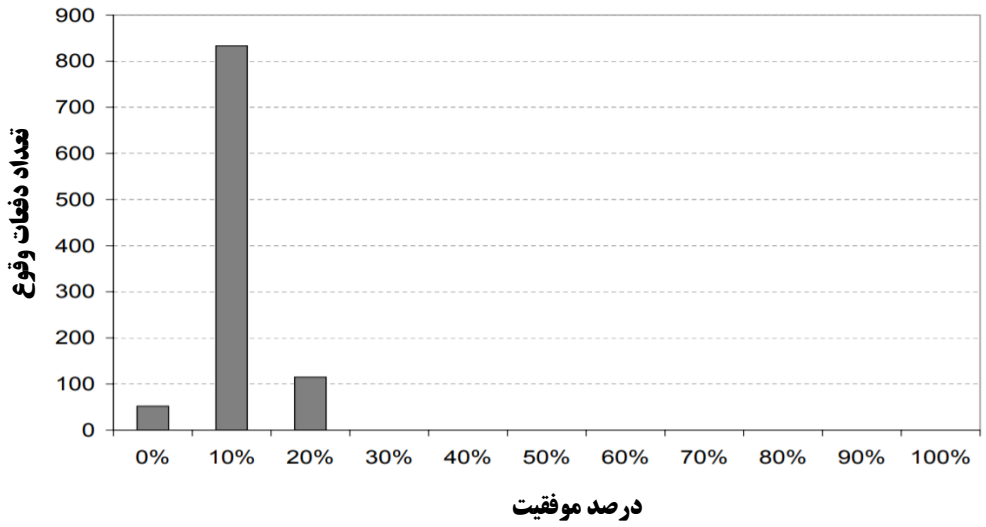
محصـــول متفاوت به نمایش درآمده‌اند. هر پروژه دارای نرخ موفقیت ورود به بازار ۱۵٪ می‌باشـــد. نتیجه برای شـــرکت زیست‌فناوری به صورت صفر و یک است بدین معنا که، شرکت یا ۱۰۰٪ موفق می‌شود و یا ۱۰۰٪ شکست می‌خورد و هیچ حالت ســـوم دیگری برای آن وجود نخواهد داشـــت. با توجه به نرخ موفقیت، حالت‌هایی که در آن موفقیت حاصـــل می‌گردد ۱۵٪ از کل حالت‌های مورد انتظار را تشکیل می‌دهند. درحالتی‌که تنها یک محصول وجود داشته باشد، مقدار نهایی باید یا نمایان‌گر حالت مساعد باشد و یا نمایاین‌گر حالت نامساعد (یا همان حالت موفقیت و حالت شکست پروژه). نکته جالب دیگر آنست که در چنین حالتی، امتیازی که محصول بدست می‌آورد (و یا از دست می‌دهد) تا به حالت دیگر تغییر یابد، بالاترین میزان ممکن است و *یا از ۰ به صد می‌رسد و یا از ۱۰۰ به صفر* و هیچ عدم قطعیتی دیگر در رابطه با نتیجه خروجی و حالت سومی برای این شرکت وجود ندارد.




**شکل ۲) یک شبیه‌سازی ۱،۰۰۰ مرحله‌ای برای یک خط تولید تک محصوله (شرکت زیست فناوری)**




**شکل ۳) یک شبیه سازی ۱۰۰۰ مرحله ای برای یک خط تولید ۱۰ محصوله (شرکت دارویی متوسط)**




**شکل ۴) یک شبیه سازی ۱۰۰۰ مرحله ای برای یک خط تولید ۱۰۰ محصوله (شرکت داروسازی)**

برای یک شرکت داروسازی در مقیاس متوسط، شکست کامل یعنی شکست تمامی ۱۰ پروژه در دست اقدام در این شرکت؛ احتما وقوع چنین حالتی برای این شرکت مقدار نسبتاً کم و پایینی خواهد بود: ۱۹.۶٪=(۱۵٪-۱۰۰٪)$^{۱۰}$.

با تنوع‌بخشی به پروژه و رساندن تعداد آنها از یک پروژه (حالت اول) به ده پروژه (حالت دوم)، نرخ شکست در حالت دوم به میزان قابل توجهی نسبت به حال اول کاهش خواهد یافت (۶۵٪ کم‌تر از حالت اول)؛ علاوه بر این، احتمال دست‌یابی

به یک یا دو پروژه موفق ۶۳٪ خواهد بود. دراینجا مشاهده می‌کنیم که تنوع‌بخشی به پروژه‌ها نه‌تنها احتمال شکست مطلق در یک شرکت را به‌شدت کاهش می‌دهد بلکه، امکان محاسبه نتایج خروجی را نیز افزایش می‌دهد. اختلاف نتایج آزمایش در این حالت، بنظر قابل کنترل‌تر می‌باشند. بخش عمده سناریوها با یک یا دو موفقیت به پایان خواهد رسید و هیچ سناریویی شامل بیش از پنج موفقیت نیست.

با نگاه به شبیه‌سازی یک شرکت دارویی دارای پایپ‌لاینی با ۱۰۰ محصول، مشاهده می‌کنیم که در میان بازه عددی ۱۰ الی ۲۰ پروژه، نرخ موفقیت ۸۳٪ است. اما از سوی دیگر، تقریباً غیرممکن بنظر می‌رسد که بیش از ۳۰ پروژه بتوانند به صورت موفقیت‌آمیز وارد بازار شوند. در شبیه‌سازی ارائه‌شده در بالا، تعداد واقعی پروژه‌های موفقیت، در بازه عددی ۵ الی ۲۹ متغیر می‌باشد. بنابر این، ریسک و خطر شکست کامل به واسطه تنوع بخشی بیشتری که در پروژه‌ها صورت گرفته است به صفر میل نموده و تقریباً می‌توان آن را حذف شده فرض نمود لیکن، از بعد نظری، همچنان این احتمال که هیچ پروژه‌ای امکان ورود موفقیت‌آمیز به بازار را نداشته باشد وجود دارد (۰.۰۰۰۰۰۱٪=(۱۵٪-۱۰۰٪)^۱۰۰).

تنوع‌بخشی در سبد محصولات و پروژه‌های هیچ شرکتی، بی‌نقص نیست و کمتر شرکتی می‌تواند ادعا کند که توانسته یک سبد پروژه کاملاً متنوع و بی‌نقص را ایجاد نماید؛ بلکه کاملاً برعکس، بیشتر شرکت‌ها وابسته به موفقیت اندک پروژه‌هایی هستند که می‌توانند به‌صورت موفقیت‌آمیز آنها را روانه بازار نمایند. در حالت خاص، ما با شرکت‌هایی مواجه هستیم که تنها یک پروژه دارند و آنچه برای این شرکت‌ها رخ خواهد داد، یا شکست قطعی است و یا موفقیت قطعی. پس در اینجا، ارزش شرکت به‌شدت وابسته به موفقیت پروژه است. اگر پروژه موفقیت‌آمیز باشد، عدم‌قطعیت حذف شده و درنتیجه اثر کاهنده و منفی آن نیز حذف خواهد شد، یا به عبارتی دیگر، چنانچه پروژه موفقیت‌آمیز باشد، نباید اثر عدم قطعیت (که ضریبی بزرگتر از صفر و کوچکتر از ۱ است) را در جریان نقدی آتی مورد انتظار برای شرکت ضرب نمود. با این تفاسیر، می‌توان پارامتر (V) را از فرمول زیر حذف کرده و فرمول زیر را به $(۱-p)/p$ تبدیل نمود. فرض کنید در این فرمول، V ارزش بعد از حذف عدم‌قطعیت باشد. پس قاعدتاً، ارزش قبل از حذف اثر عدم‌قطعیت می‌بایست مقداری در حدود p به توان V باشد. با توجه به این توضیحات، مقدار ارزش، مطابق فرمول زیر افزایش می‌یابد:

$$\frac{V - p^V}{p^V} = \frac{۱ - p}{p}$$

متعاقباً هرچه *جهش* V بیشتر باشد، نرخ موفقیت کوچکتر خواهد بود. اگر مشخص شود که پروژه‌ای شکست خورده است، مقدار ارزش یا همان پارامتر V برابر صفر خواهد بود. ارزش یک پروژه یا شرکت در رابطه با متوسط خروجی یا نتیجه طرح خواهد بود. پس از اینکه پروژه‌ای شکست می‌خورد، مردم ارزش‌گذاری را مقصر می‌دانند و عنوان می‌کنند که چرا در ارزش‌گذاری امکان سقوط ارزش در زمان شکست پیش‌بینی نشده بود. نکته اینجاست که ارزش‌گذاری، پیروزی یا شکست

پروژه را پیش‌بینی نمی‌کند بلکه، حالت‌های مختلف را مقداردهی می‌نماید. با انجام مشارکت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های زیاد و کسب تجربه در این زمینه است که یک نفر می‌تواند حالت‌های مختلف احتمالی را در رابطه با این موضوع درک کند، درست مثل زمانیکه فردی وارد یک قمارخانه می‌شود. در بلند مدت همواره این قمارخانه است که سود می‌کند و نه بازی‌کنانی که در بازی‌ها و شرط‌بندی‌های آن شرکت می‌کنند چراکه قمارخانه بواسطه تجربه‌ای که دارد کلیه احتمالات و شانس‌های شکست و پیروزی را درک کرده و با این بینش، وارد این کسب‌وکار شده و در آن ادامه فعالیت می‌دهد. با نگاهی به شبیه‌سازی‌هایی که پیش‌تر نشان داده شدند، درمی‌یابیم شرکت‌های داروسازی که در طول زمان بارها و بارها توسعه داروهای جدید را انجام داده و می‌دهند درنهایت، به موفقیت و دست‌یابی به حالت‌های خاص مدنظر خود نزدیکتر می‌شوند. سرمایه‌گذاری در شرکت‌های داروسازی همانند این است که یک شرط را بر روی یک سبد محصول متشکل از هزاران محصول انجام می‌دهیم و مطمئن هستیم که در نهایت یک یا چند پروژه و محصول از داخل این سبد، قادر به ورود موفقیت‌آمیز به بازار خواهند بود. ریسک چنین سرمایه‌گذاری به واسطه ویژگی‌های ذاتی تنوع‌بخشی (تنوعی که در فعالیت‌ها و محصولات شرکت وجود دارد) به نسبت پایین است. جهش‌های ارزش، که به دلیل موفقیت یا شکست پروژه‌ها بوجود می‌آیند، اثر یکدیگر را پوشش می‌دهند. درنتیجه‌ی آنچه عنوان گردید، می‌توان نتیجه گرفت که نمایه و دورنمای سودآوری و بازپرداخت سرمایه‌گذاری در شرکت‌های زیست‌فناوری (که تنها اقدام به توسعه یک یا تعدادی خیلی محدودی ترکیب دارویی در پایپ‌لاین خود می‌کنند) به مراتب دارای ریسک و خطر بیشتری نسبت به شرکت‌های داروسازی است؛ چراکه سرمایه‌گذاری در این شرکت‌های زیست‌فناوری مانند شرط‌بندی بر روی فقط و فقط یک پروژه است که یا پیروز خواهد شد و یا شکست خواهد خورد و طبعاً با موفقیت این پروژه واحد، شرکت موفق و با شکست آن، شرکت شکست خواهد خورد و هیچ حالت دیگری برای آن وجود نخواهد داشت. لاجرم بواسطه این حجم از ریسک بالا، سرمایه‌گذار انتظار دارد تا زمانیکه علی‌رغم این عدم قطعیت، اقدام به سرمایه‌گذاری در این قبیل شرکت‌ها می‌کند، با بازگشت سرمایه و سودآوری مناسبی پاداش خطری را که به جان خریده است دریافت نماید. بنابراین، سرمایه‌گذاران در این‌گونه شرکت‌ها، همانند آنچه در ادامه این کتاب مشاهده خواهیم کرد، تقاضای دریافت نرخ تنزیل بالاتری را دارند.

ذات انسانی با احتمالات و شرایط غیرقابل پیش‌بینی احساس راحتی نمی‌کند و این شرایط موجب بروز یک حس ناخوشایند در انسان‌ها می‌شود. مردم به‌طور غریزی از عدم‌قطعیت گریزانند و حاضرند تا جهت اجتناب از چنین شرایطی، هزینه‌هایی را نیز پرداخت کنند. ماهیت حیات صنعت بیمه نیز مدیون همین ویژگی غریزی انسانی است. جهت بهتر نشان‌دادن این خصیصه، به مثال زیر توجه نمایید:

**شبیه سازی ریسک گریزی**

*آقای هیومن ۵۰۰،۰۰۰ دلار دارد. او می‌بایست در یکی از سه بازی زیر شرکت کند. تنها راه وی جهت اجتناب از شرکت در بازی، پرداخت مبلغ مشخصی به آقای اینشورنس و متعاقباً نگه‌داشتن مابقی پول برای خودش می‌باشد.*

۱. *آقای اینشورنس یک سکه را به هوا پرتاب می‌کند (سکه کاملاً سالم است و شانس شیر یا خط آمدن ۵۰٪ برای شیر و ۵۰٪ برای خط آمدن است). اگر سکه شیر بیاید، آقای اینشورنس سرمایه آقای هیومن را به یک میلیون دلار افزایش می‌دهد اما اگر خط بیاید، آقای هیومن باید تمام سرمایه خود را به آقای اینشورنس تقدیم کند. پس در حقیقت، بازی بر سر سرمایه آقای هیومن است.*

۲. *آقای اینشورنس ۱۰ بار سکه را پرتاب کرده و هربار که شیر بیاید، آقای هیومن مبلغ ۵۰،۰۰۰ دلار دریافت می‌کند؛ اما اگر خط بیاید، این آقای هیومن است که باید برای هر خط مبلغ ۵۰،۰۰۰ دلار را به آقای اینشورنس بدهد.*

۳. *آقای اینشورنس ۱۰۰ بار سکه را پرتاب می‌کند. برای هربار شیر آمدن، آقای هیومن مبلغ ۵،۰۰۰ دلار دریافت کرده و هربار که خط بیاید، این آقای اینشورنس است که این مبلغ را از وی مطالبه می‌کند.*

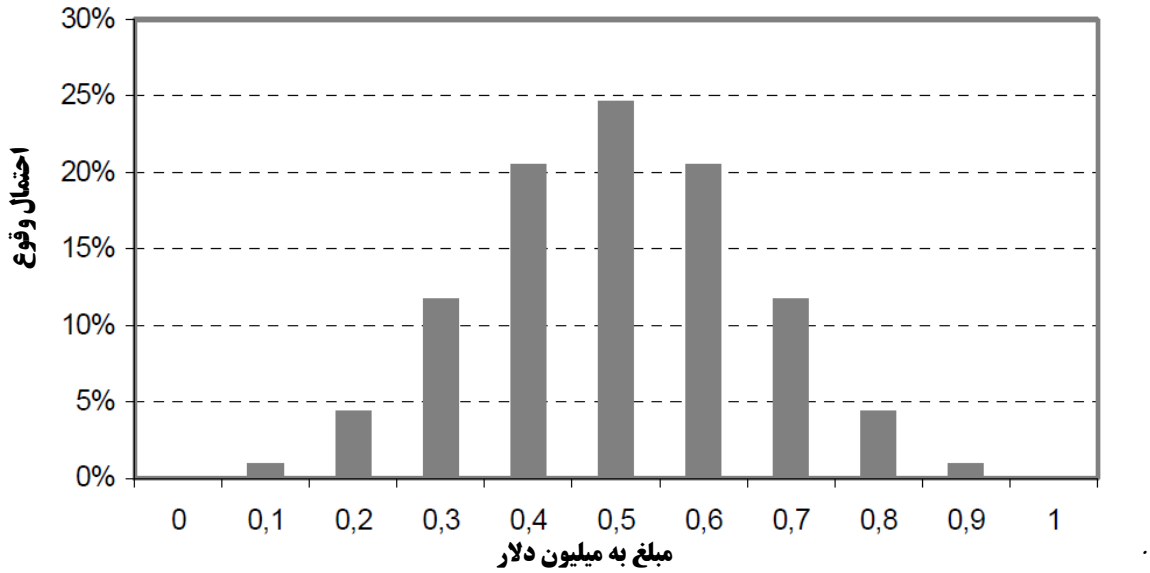
*آقای هیومن حاضر است تا چه مبلغی را به آقای اینشورنس پرداخت کند تا وارد این بازی نشود؟*

*در بازی اول، آقای هیومن با احتمال ازدست‌دادن ۵۰۰،۰۰۰ دلار و نیز بدست‌آوردن همان مبلغ مواجه است. با ورود به این شرطبندی با مبلغ ۵۰۰،۰۰۰ دلار، بازه خروج وی از این بازی یا صفر دلار است و یا ۱،۰۰۰،۰۰۰ دلار. از آنجاییکه هریک از این نتایج احتمال وقوع ۵۰٪ دارد، می‌توان این بازی را یک بازی عادلانه توصیف نمود؛ ضمناً برآیند نتایج محتمل در این بازی برابر با مبلغ ۵۰۰،۰۰۰ دلار است که مساوی با پولی است که آقای هیومن وارد بازی می‌کند. اما همچون انسان‌های دیگر، آقای هیومن نیز در ذات خود یک ترس ذاتی از باخت دارد و مقدار این ترس به مراتب بیش‌تر از شوق و تمایلی است که می‌تواند بواسطه احتمال بدست آوردن همین مبلغ در این بازی باشد. دوبرابرشدن پول برای آقای هیومن به اندازه میزان ناامیدی که به خاطر ازدست رفتن همین مبلغ ممکن است در وی بوجود آید رضایت‌بخش نیست*

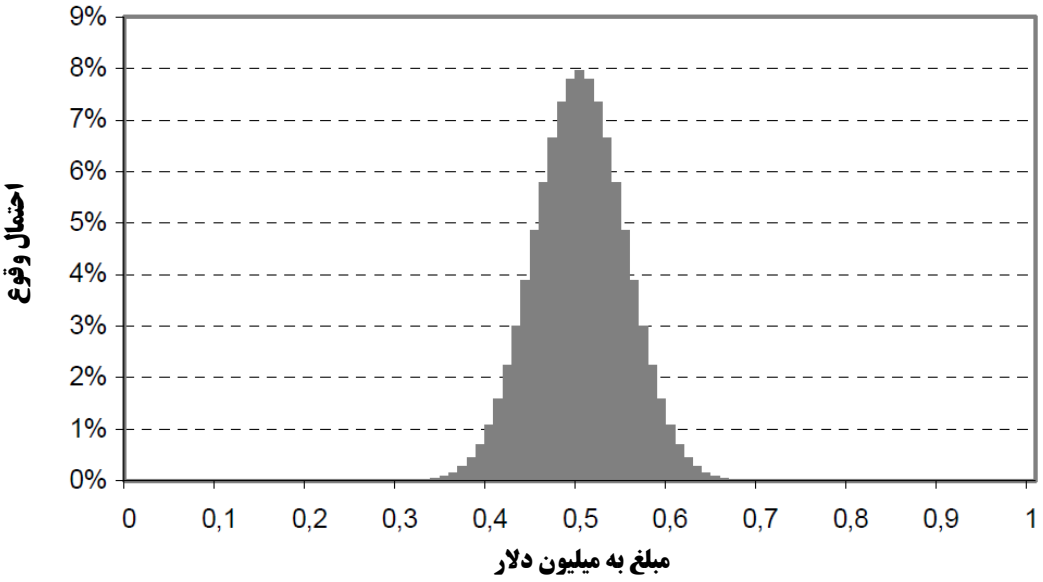
*فلذا، وی حاضر است تا مبلغی را جهت اجتناب از احتمال از دست رفتن پول خود هزینه کند. میزان مبلغی که وی در این راه هزینه می‌کند کاملاً به ویژگی‌های شخصیتی وی و نحوه برخورد او با ریسک (ترجیحات خطرپذیری) مرتبط است.*

*در بازی دوم، هیومن با سود یا زیان پله‌ای و مرحله به مرحله مواجه است. احتمال شکست مطلق (که آمدن خط در تمامی دفعات پرتاب سکه است) بسیار پایین و تقریباً غیرممکن است (۰.۱٪=۵۰^۱۰٪). نتیجه خروجی در این بازی، دیگر تنها صفر و یک (برد مطلق یا باخت مطلق) نیست. در ۲۵٪ حالت‌های پیش‌رو، ممکن است آقای هیومن حتی تمامی پول اولیه خود را نیز حفظ کند چراکه ممکن است دقیقاً ۵ بار شیر بیاید. او حتی ممکن است معتقد باشد که از دست دادن ۱۰۰،۰۰۰ دلار نیز قابل تحمل است پس، او درحقیقت می‌بایست نگران ۱۷٪ از احتمالات پیش‌رو باشد، که در آنها ممکن است مبلغی بیش از ۱۰۰،۰۰۰ دلار را از دست بدهد. پرواضح است که آقای هیومن معتقد است بازی دوم بسیار کم‌خطرتر از بازی اول است و متعاقباً، بواسطه این برداشتش از سطح خطر بالقوه، مقدار کمتری را برای رهایی از بازی کردن و حفظ مابقی پول خود، حاضر است تا پرداخت کند.*

*در بازی سوم، احتمال اینکه آقای هیومن بازی را با مبلغی کمتر از ۴۰۰،۰۰۰ دلار ترک کند تقریباً کم‌تر از مقدار بسیار ناچیز ۲٪ است. درحالیکه در حالت اول، آقای هیومن راضی بود تا با صرف ۱۰۰،۰۰۰ دلار، مابقی سرمایه خود را حفظ کند، در این حالت حتی احتمال اینکه مبلغ قابل ملاحظه‌ای را از دست دهد آنقدر ناچیز است که وی احتمالاً به فکر قربانی کردن بخشی از سرمایه خود به منظور حفظ مابقی آن فکر هم نمی‌کند. اما اگر آقای هیومن معتقد باشد که نیاز است تا با صرف مبلغی از پول خود، از بازی خارج شده و مابقی سرمایه خود را دست‌نخورده نگه دارد، مبلغی که صرف این کار خواهد کرد بسیار ناچیزتر از حالت اول و حتی دوم خواهد بود.*




شکل ۵) نمودار بازپرداخت در بازی دوم




شکل ۶) نمودار بازپرداخت در بازی سوم

*آقای اینشورنس* با انجام آزمایش سه حالت بازی بالا نشان داد که *آقای هیومن* نسبت به ریسک و خطرکردن حساس بوده و هرچه ریسک بالاتر باشد، احساس ناخوشایند و ناراحتی *آقای هیومن* بیشتر است حال آنکه، برآیند تمامی سه آزمایش فوق با یکدیگر برابر و مساوی با اصل پول وی بوده است.

با نتیجه‌گیری از مثال بالا در می‌یابیم که سرمایه‌گذاران هرچه خطر بیشتری را متوجه سرمایه‌گذاری خود در یک پروژه ببینند، انتظار سودآوری و پاداش بیشتری را خواهند داشت و تحقق این امر، از طریق اخذ بالاتر نرخ تنزیل می‌باشد. فرض کنید یک طرح کسب‌وکار در طی ۱۰ سال مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار را به سرمایه‌گذار خود بازپرداخت خواهد کرد. به واسطه مفاهیمی که در این مثال به دنبال آنها هستیم، کاری به صنعت این طرح و دیگر خصوصیات آن نداریم. اگر سرمایه‌گذار یقین پیدا کند که به‌ازای مبلغی که در این طرح سرمایه‌گذاری می‌کند قطعاً پس از ده سال مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار را دریافت خواهد نمود، آنگاه وی حاضر است تا با نرخ تنزیل ۵٪ وارد این سرمایه‌گذاری شود. این بدین معناست که ارزش فعلی این کسب‌وکار خطرپذیر[۱] ۶۱ =(۱+۵٪)$^{-۱۰}$ *۱۰۰ میلیون دلار می‌باشد چراکه اگر مبلغ ۶۱ میلیون دلار را طی ۱۰ سال با نرخ سالانه ۵٪ رشد تصاعدی دهیم، به مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار خواهیم رسید. حال اگر سرمایه‌گذار به نحوی احساس کند مبلغی که ممکن است پس از ۱۰ سال دریافت کند بجای دقیقاً ۱۰۰ میلیون دلار، مبلغی در بازه‌ای بین ۸۰ میلیون دلار تا ۱۲۰ میلیون دلار است آنگاه، وی مقداری عدم قطعیت را در سرمایه‌گذاری پیش‌روی خود مشاهده کرده و نتیجتاً با نرخ تنزیل سالانه ۵٪ کمی احساس ناراحتی خواهد کرد. نهایتاً، وی می‌تواند با همین نرخ تنزیل سالانه ۵٪، پول خود را در یک حساب سرمایه‌گذاری بانکی قرارداده و عاری از هرگونه ریسک، پس از ۱۰ سال به مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار مورد انتظار خود دست‌یابد. از این‌رو، سرمایه‌گذار نرخ تنزیل بالاتری را طلب می‌کند تا متقاعد شود به این سرمایه‌گذاری خطرپذیر ورود پیدا کند. فرض کنید اگر با مدنظر قراردادن ریسک مترتبی که متوجه پروژه است، بازهم قرار باشد همان مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار پس از ۱۰ سال به وی پرداخت گردد، این‌بار سرمایه‌گذار بواسطه مقدار تنزیل سالانه بیشتری که مدنظر دارد می‌بایست سرمایه‌گذاری اولیه خود را از مبلغ ۶۱ میلیون دلار حالت اول تقلیل داده و با مبلغ کمتری سرمایه‌گذاری اولیه خود را آغاز کند. اگر این سرمایه‌گذاری با مبلغ مثلاً ۵۵ میلیون دلار آغاز شده و بازهم قرار باشد پس از ده سال به همان ۱۰۰ میلیون دلار برسیم آنگاه، نرخ تنزیل سالیانه و متعاقباً نرخ رشد تصاعدی سالیانه برابر با ۶.۲٪ خواهد بود؛ چراکه اگر مبلغ ۵۵ میلیون دلار را طی ۱۰ سال با نرخ رشد سالیانه ۶.۲٪ رشد دهیم به مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار خواهیم رسید و برعکس، اگر مبلغ ۱۰۰ میلیون دلار را طی ۱۰ سال تنزیل دهیم تا به عدد ۵۵ میلیون دلار برسیم، نرخ تنزیل سالیانه برابر با همان ۶.۲٪ در سال خواهد بود. نتیجه اول که از این مثال گرفته می‌شود اینست که نرخ رشد سالیانه (یا همان نرخ سود سالانه) متناظر با نرخ تنزیل سالیانه در یک پروژه است و ثانیاً، هرچه ریسک افزایش یابد، نرخ رشد مورد انتظار سرمایه‌گذاران برای ورود به یک پروژه مبلغ بالاتری خواهد بود. منطقی است که زمانیکه یک پروژه قرار است پس از یک بازه زمانی ثابت، یک مبلغ ثابت را به سرمایه‌گذار بازپرداخت کند، انتظار داشته باشیم تا با افزایش ریسک‌های مترتب به پروژه، مبلغ اولیه سرمایه‌گذاری در ازای رسیدن به همان مبلغ نهایی ثابت، کاهش یابد.

[۱] Venture

ما می‌توانیم فرصت‌های سرمایه‌گذاری را به‌صورت مستقیم به شبیه‌سازی‌های ریسک‌گریزی مرتبط کنیم. فرض کنید یک سرمایه‌گذار با توان مالی ۶۱ میلیون دلار دو گزینه پیش‌رو داشته باشد: اول، این مبلغ را در بانک به‌صورت حساب سرمایه‌گذاری بدون ریسک با سود سالانه ۵٪ سرمایه‌گذاری کند و یا با شرایطی که در بالا توضیح داده شد، در سرمایه‌گذاری خطرپذیر طرح مثال فوق ورود پیدا کرده و احتمال دریافت سودی در بازه ۸۰ الی ۱۲۰ میلیون دلار را برای خود متصور باشد. بدیهی است که این فرد به سراغ گزینه اول خواهد رفت چراکه ارزش میانگین هردو سرمایه‌گذاری مساوی است حال‌آنکه، ریسک گزینه اول به مراتب کمتر از گزینه دوم می‌باشد. اما اگر او می‌توانست سودی بیش از آنچه در حالت اول دریافت می‌کرد را از سرمایه‌گذاری دوم بدست آورد، آنگاه چه تصمیمی می‌گرفت؟ این مابه‌التفاوت سود بین دو حالت مختلف، همان *پاداش ریسکی*[1] است که سرمایه‌گذار را راغب می‌کند مخاطرات و ریسک‌های یک سرمایه‌گذاری پر خطر را نسبت به یک سرمایه‌گذاری بی‌خطر قبول نماید یا به عبارتی دیگر، این مبلغ معادل همان مقداری است که وی را مجاب می‌کند تا از ریسک‌های سرمایه‌گذاری دوم چشم‌پوشی کرده و به آن ورود نماید، پس در نگاه سرمایه‌گذار، این پاداش ریسک باید به خطری که قبول می‌کند بیارزد. با فرض مبلغ ۶ میلیون دلار به عنوان این مابه‌التفاوت، می‌توان عنوان نمود که سرمایه‌گذار در این مثال، با دریافت حداقل این مبلغ حاضر است تا خطرات سرمایه‌گذاری دوم را قبول کرده و از حالتیکه می‌توانست با ۶۱ میلیون دلار بدون هرگونه ریسکی در بانک سرمایه‌گذاری کند صرف‌نظر کرده و سرمایه‌گذاری خطرپذیر ۵۵ میلیون دلاری را انتخاب کند. در اینجا، آستانه اجتناب از ریسک این فرد رقم ۶ میلیون دلار است به این معنا که، اگر این مابه‌التفاوت (یا پاداش ریسک) کمتر از ۶ میلیون دلار باشد، وی گزینه سرمایه‌گذاری بدون خطر در بانک را انتخاب می‌کند و اگر این مابه‌التفاوت، بزرگتر مساوی ۶ میلیون دلار باشد، سرمایه‌گذار گزینه سرمایه‌گذاری خطرپذیر را برمی‌گزیند. پس از نظر این سرمایه‌گذار، قیمت قبول خطرات و ریسک‌های مازادی که این پروژه را تهدید می‌کنند سالیانه ۱.۲٪ سود (یا نرخ تنزیل) اضافه‌تر نسبت به حالت سرمایه‌گذاری بدون خطر است.

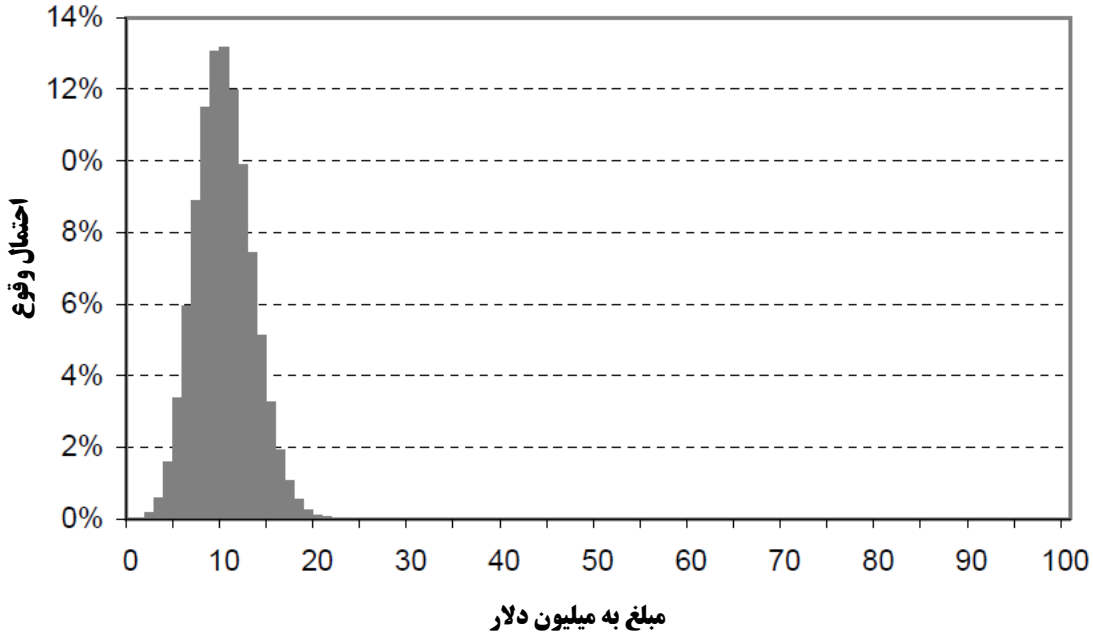
همانطور که در مثال تنوع‌بخشی پروژه‌ها مشاهده کردیم، با تنوع دادن و گسترش حالت‌های مختلف یک سرمایه‌گذاری، نیاز به دریافت پاداش ریسک، که خود را در افزایش نرخ تنزیل سالیانه متبلور می‌کرد، کاهش می‌یابد. پس اگر یک سرمایه‌گذار اقدام به تنوع‌بخشی کند، اصولاً دیگر اجباری به درخواست نرخ بازگشت بیشتری ندارد. این اصل، ایده اساسی و پایه در مدل ارزش‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای است. در مدل ارزش‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، فرض بر اینست که یک سرمایه‌گذار به بهترین نحو اقدام به تنوع‌بخشی کرده است. اگرچه همانطور که در ادامه خواهیم دید، این اصل عملاً در واقعیت اجرایی نمی‌شود. اولاً، بیشتر سرمایه‌گذارن تا رسیدن به سبد سرمایه‌گذاری ایده‌آل و متنوع شده‌ی مناسب، فاصله بسیاری دارند. از سوی دیگر سبد سرمایه‌گذاری متنوع خود دارای مشکلاتی نیز هست، مثلاً زمانیکه بازار سرمایه با بحران‌های مالی عمده دست به گریبان می‌شود، تمامی سرمایه‌گذاری‌ها همزمان با هم سقوط می‌کنند و عملاً زمانیکه بیش از هر وقت دیگری نیاز به کارکرد صحیح سبد سرمایه‌گذاری متنوع شده به منظور کاهش زیان سیستماتیک داریم،

[1] Risk Premium

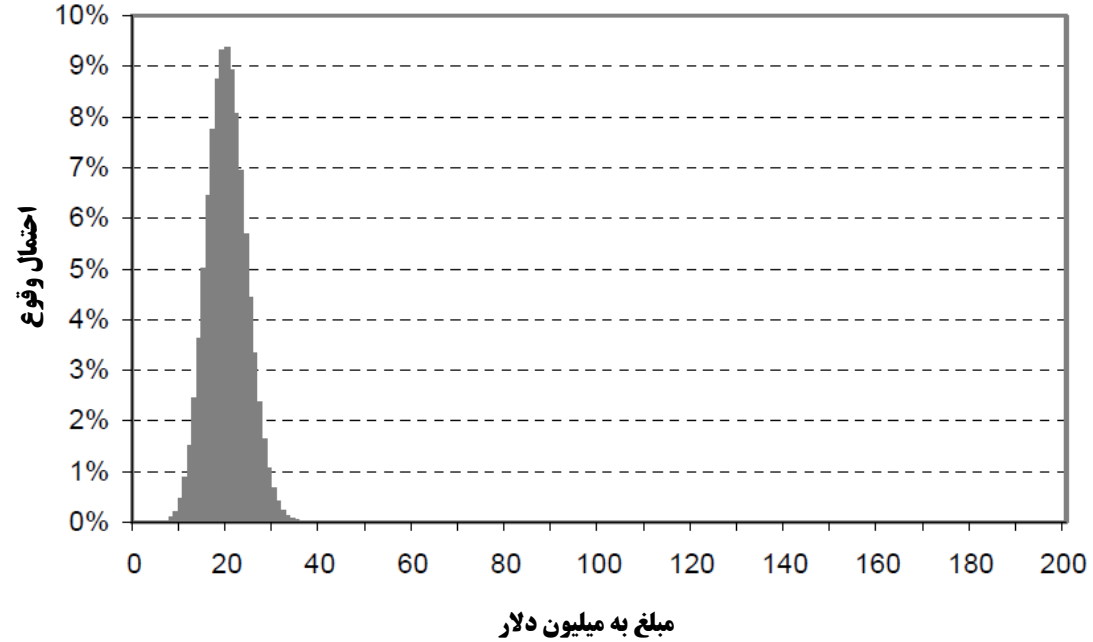
خود این سبد متنوع نیز دچار اختلال عملکردی می‌شود و گویی همان سبد متنوع شده که در قسمت قبل فرض می‌کردیم سبد مناسبی باشد، خود همچون یک دارایی بسیار پرخطر و ریسکی عمل می‌کند. ثانیاً، تنوع‌بخشی در سرمایه‌گذاری، یک ارزش افزوده است که سرمایه‌گذار آن را در پورتفولیوی خود ایجاد می‌کند و بواسطه اینکه این ارزش افزوده ثمره اقدامات شخصی خود سرمایه‌گذار است لذا، هر زمانیکه خود او شخصاً تمایل داشته باشد می‌تواند از سود حاصل از این ارزش افزوده استفاده نماید و قاعدتاً اجازه نخواهد داد دیگران نتایج ابتکاری را که وی رأساً آن را خلق کرده است، استفاده کنند. به همین دلیل، صحیح نیست انتظار داشته باشیم چون سرمایه‌گذاری دارای یک پورتفولیوی متنوع‌شده‌ی مناسب است، تقاضای نرخ تنزیل کمتری را از یک پروژه داشته باشد. در صورتیکه چنین اتفاقی رخ دهد، عملاً دیگر سرمایه‌گذارانی که در این سرمایه‌گذاری با وی شریک شده‌اند، بواسطه نرخ تنزیل کمتری که این فرد دریافت می‌کند سود بیشتری را کسب کرده و به نوعی در مزایای سبد سرمایه‌گذاری متنوع شده این سرمایه‌گذار با وی شریک می‌شوند. همانطور که در مباحث تعیین نرخ تنزیل در صنایع علوم زیستی مشاهده خواهیم کرد، ما نظریه‌ای را انتخاب کرده و از آن استفاده می‌کنیم که *نمایه یا پروفایل ریسک*[1] را به خود پروژه یا شرکت مورد نظر معطوف کند و نه به پورتفولیوی سرمایه‌گذاری که در این طرح ورود می‌کند. چرا یک سرمایه‌گذار که تمایل به سرمایه‌گذاری در صنعت زیست‌فناوری را دارد باید بدلیل ابتکار عملی که در دیگر سرمایه‌گذاری‌هایش انجام داده و توانسته یک سبد سرمایه‌گذاری متنوع مناسب را ایجاد نماید از سود خود در این طرح صرف نظر کند؟ چنین استدلالی در مورد شرکت‌های داروسازی در زمانیکه قصد خرید امتیاز یک پروژه زیست‌فناوری را دارند نیز صادق است. معمولاً نرخ مانع یا همان نرخ تنزیل برای پروژه‌های برون‌سازمانی که از دیگر شرکت‌ها خریداری می‌شوند نسبت به پروژه‌های درون سازمانی که مراحل توسعه را در داخل خود شرکت سپری می‌کنند بالاتر است.

اگر توافق کنیم که عمده ترکیب‌بندی و پروفایل ریسک در یک پروژه معطوف به نرخ تنزیل آن است و می‌بایست توسط این نرخ ارزیابی شود پس، می‌توانیم چنین نتیجه‌گیری کنیم که یک شرکت استارتاپی باید مشمول نرخ تنزیل بالاتری نسبت به یک شرکت داروسازی شود و متشابهاً، این سسله مراتب در رابطه با یک شرکت زیست‌فناوری نسبت به یک شرکت داروسازی متوسط و یک شرکت داروسازی بزرگ نیز صادق است.

[1] Risk Profile




شکل ۷) توزیع موفقیت با ۱۰۰ پروژه مختلف




شکل۸) توزیع موفقیت با ۲۰۰ پروژه مختلف

البته همانطور که در نمودارهای بالا مشاهده می‌کنید، حتی برای شرکت‌های بزرگ داروسازی نیز دسترسی به سبد محصول ایده‌آل و متنوع مناسب، چندان عملی نیست و با تغییر تعداد پروژه‌ها، عملاً توزیع موفقیت نیز در آنها متفاوت خواهد بود. اگرچه عدم قطعیت علمی که از طریق نرخ تنزیل نمایان می‌شود، عاملی غیرسیستماتیک و قابل تغییر است اما، در واقع هیچ سرمایه‌گذاری نمی‌تواند به درجه‌ای از کیفیت تنوع‌بخشی در پورتفولیوی سرمایه‌گذاری خود برسد که یقین یابد، ارزش محاسبه شده برای یک طرح و پروژه، دقیقاً مطابق با پیش‌بینی او خواهد بود. دست‌یابی به ارزش دقیق یک پروژه، به منزله عملی شدن سبد تنوع‌بخشی کامل است و همانطور که در نمودارهای ۶ و ۷ مشاهده می‌کنید، شرکتی با خط تولید ۲۰۰ محصول که دو برابر شرکتی با خط تولید ۱۰۰ محصولی فعالیت می‌کند نیز نهایتاً بین ۱۰ تا ۳۰ پروژه موفق تجاری‌سازی شده خواهد داشت. فرض اینکه ارزش بین ۱۰ پروژه تجاری‌سازی‌شده موفق، تفاوت قابل ملاحظه‌ای با ۳۰ پروژه تجاری‌سازی‌شده موفق دارد، آنچنان دور از ذهن نیست و طبیعی است که در چنین شرایطی، سرمایه‌گذار تمایل داشته باشد تا به‌واسطه این حجم از ریسک و خطری که متقبل می‌شود، به خوبی مورد قابل تقدیر باشد و سودی متناظر با این حجم از خطرپذیری که به جان خریده است را دریافت کند. مدل ارزش‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، ظرفیت ارائه چنین پاداشی را برای قبول ریسک در خود نگنجانده است و تصورش بر اینست که تمامی سرمایه‌گذاران دارای یک سبد سرمایه‌گذاری ایده‌آل هستند و به همین دلیل نیازی به دریافت پاداش به واسطه خطرپذیری ورود به سرمایه‌گذاری مدنظر را ندارند.

## ۲.۳. روش‌های ارزش‌گذاری

### ۲.۳.۱. ارزش‌گذاری جریان‌های نقدی تنزیل شده

همانطور که پیش‌تر عنوان گردید، می‌توانیم ارزش جریان‌های نقدی آتی را بوسیله تنزیل به ارزش فعلی آنها تبدیل نماییم؛ از این طریق می‌توان به ارزش فعلی جریان‌های نقدی[۱] دست‌یافت. پس درنهایت، ارزش‌گذاری جریان‌های نقدی تنزیل‌شده چیزی به‌جز به روز کردن ارزش تمامی جریان‌های نقدی که در آینده حاصل خواهند شد نیست و مقداری که از این فرآیند محاسبه شده و بدست می‌آید را ارزش فعلی خالص[۲] (NPV) جریان‌های نقدی گویند پس، واژه‌های جریان نقدی تنزیل شده (DCF) و ارزش فعلی خالص پروژه (NPV) در حقیقت ناظر بر یک پدیده بوده و با هم معادل هستند. علاوه براین، اگر درحین محاسبه ارزش فعلی خالص، ضرایب مرتبط با احتمالات وقوع جریان‌های نقدی آتی (ریسک) را نیز لحاظ کنیم آنگاه، آنچه بدست می‌آید را ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک[۳] (rNPV) گویند. در ادامه این کتاب، هرجا صحبت از جریان نقدی تنزیل‌شده (DCF) باشد، منظور همان ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک (rNPV) است. ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

[۱] Present Value of the Cash Flows
[۲] Net Present Value
[۳] The Risk Adjusted Net Present Value

$$rNPV = - I_0 + \sum_{t=1}^{T} \frac{rCF_t}{(1+r)^t}$$

که در آن:

$I_0$ سرمایه‌گذاری در پروژه در زمان صفر ($=CF_0$)،

$rCF_t$ جریان نقدی تعدیل‌شده با ریسک در زمان t

r نرخ تنزیل و

T نقطه پایان پروژه است (اگر امروز $t=0$ باشد آنگاه T برابر با مدت زمان این پروژه خواهد بود).

جهت نمایش نحوه ارزش‌گذاری جریان نقدی تنزیل‌شده، اقدام به محاسبه ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک یک پروژه فرضی با نام *سوپرسولوشن* خواهیم کرد. این پروژه هنوز به مدت یک سال در دست توسعه و فاز ساخت است اما هزینه‌های سرمایه‌گذاری شده در پروژه از ابتدای همین فاز ساخت و توسعه به پروژه تزریق شده است و مبلغ آن برابر با ۵۰،۰۰۰ دلار می‌باشد. پس از یک سال، ۵۰٪ احتمال و شانس اتمام فاز توسعه و ساخت پروژه و آغاز فاز بهره‌برداری آن وجود دارد. مخارج ورود به بازار و آغاز بهره‌برداری از پروژه به همراه هزینه‌های جانبی مانند بازاریابی و فروش بالغ بر ۵۰۰،۰۰۰ دلار هزینه در سال اول فاز بهره‌برداری بر پروژه تحمیل خواهد کرد. پس از آغاز تجاری‌سازی و ورود به بازار، جریان‌های درآمدی آتی که توسط پروژه ایجاد می‌شوند به شرح ذیل خواهند بود:

- سال دوم بهره‌برداری = ۱۰۰،۰۰۰ دلار،
- سال سوم بهره‌برداری = ۲۰۰،۰۰۰ دلار،
- سال چهارم بهره‌برداری = ۳۰۰،۰۰۰ دلار،
- سال پنجم بهره‌برداری = ۲۰۰،۰۰۰ دلار و در نهایت،
- سال ششم بهره‌برداری = ۱۰۰،۰۰۰ دلار.

زمانیکه پروژه وارد بازار شود، هزینه‌های سالانه به ۱۰٪ از جریان درآمدی مبدل می‌شوند. نرخ تنزیلی که این شرکت برای جذب سرمایه به سرمایه‌گذار پیشنهاد داده است سالیانه ۱۵٪ می‌باشد. با توجه به این شرایط حاکم بر پروژه خواهیم داشت:

جدول ۲) محاسبه ارزش فعلی خالص تعدیل شده با ریسک پروژه سوپرسولوشن

| سال | ۰ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| هزینه‌ها | (۵۰،۰۰۰) | (۵۰۰،۰۰۰) | (۱۰،۰۰۰) | (۲۰،۰۰۰) | (۳۰،۰۰۰) | (۲۰،۰۰۰) | (۱۰،۰۰۰) |
| درآمدها | | | ۱۰۰،۰۰۰ | ۲۰۰،۰۰۰ | ۳۰۰،۰۰۰ | ۲۰۰،۰۰۰ | ۱۰۰،۰۰۰ |
| خالص جریان نقدی | (۵۰،۰۰۰) | (۵۰۰،۰۰۰) | ۹۰،۰۰۰ | ۱۸۰،۰۰۰ | ۲۷۰،۰۰۰ | ۱۸۰،۰۰۰ | ۹۰،۰۰۰ |
| احتمال وقوع | ۱۰۰٪ | ۵۰٪ | ۵۰٪ | ۵۰٪ | ۵۰٪ | ۵۰٪ | ۵۰٪ |
| جریان نقدی تعدیل‌شده با ریسک | (۵۰،۰۰۰) | (۲۵۰،۰۰۰) | ۴۵،۰۰۰ | ۹۰،۰۰۰ | ۱۳۵،۰۰۰ | ۹۰،۰۰۰ | ۴۵،۰۰۰ |
| تنزیل | ۱۰۰٪ | ۸۷٪ | ۷۶٪ | ۶۶٪ | ۵۷٪ | ۵۰٪ | ۴۳٪ |
| جریان نقدی تنزیل شده و تعدیل‌شده با ریسک | (۵۰،۰۰۰) | (۲۱۷،۳۹۱) | ۳۴،۰۲۶ | ۵۹،۱۷۶ | ۷۷،۱۸۷ | ۴۴،۷۴۶ | ۱۹،۴۵۵ |
| ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک | (۳۲،۸۰۱) | | | | | | |

برای محاسبه ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک پروژه می‌بایست:

۱. تمامی هزینه‌های پروژه (جریان‌های نقدی منفی) برای هر سال را ثبت کنیم،
۲. تمامی جریان‌های درآمدی پروژه (جریان‌های نقدی مثبت) را برای هر سال ثبت کنیم،
۳. خالص جریان‌های نقدی را محاسبه کنیم،
٤. با توجه به نرخ موفقیت پروژه، تمامی جریان‌های نقدی تنزیل‌شده را تعدیل نماییم،
٥. جریان‌های نقدی تعدیل‌شده با ریسک را در ضریب تنزیل هرسال ضرب کنیم تا جریان‌های نقدی تنزیل‌شده تعدیل‌شده با ریسک در هر سال بدست آیند،
٦. تمامی جریان‌های نقدی تعدیل‌شده با ریسک را با یکدیگر جمع عددی می‌کنیم تا ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک پروژه (یا همان جریان نقدی تنزیل‌شده) بدست آید.

ضریب تنزیل از روش زیر محاسبه می‌گردد:

$$DF_t = \frac{۱}{(۱+r)^t}$$

ارزش فعلی خالص تعدیل‌شـــده با ریســـک این پروژه (۳۲،۸۰۱) دلار[۱] اســـت. بنابراین، شـــرکت نباید در چنین پروژه‌ای سـرمایه‌گذاری نماید. در کل، پروژه‌هایی که منتهی به مقادیر ارزش منفی می‌شـوند (مقدار جریان نقدی تنزیل‌شـده آنها منفی می‌شود) نباید ادامه یابند و سرمایه‌گذاری باید بر روی پروژه‌هایی که ارزش مثبتی دارند صورت پذیرد. در ادامه این کتاب، در بخش مرتبط با مدیریت سبد سرمایه‌گذاری (پورتفولیو) به تفصیل توضیح خواهیم داد که چه پروژه‌هایی ارزش سرمایه‌گذاری را داشته و می‌بایست به آنها ورود کرد و چه پروژه‌هایی ارزش اقتصادی لازم جهت ورود به سرمایه‌گذاری را ندارند و می‌بایست آنها را کنار گذاشت.

### ۲.۳.۱.۱. نرخ بازده داخلی[۲] (IRR)

چنانچه پروژه بالا را با نرخ تنزیل ســـالیانه ۱۵٪ تنزیل نماییم، مقادیر منفی را از خود بروز می‌دهد. نرخ ۱۵٪ نرخ مانعی/ نرخ تنزیلی است که شرکت در آن تصمیم می‌گیرد که آیا این پروژه را ادامه دهد یا از آن خروج نماید. پروژه‌هایی که پس از محاسبه ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک‌شان در نرخ تنزیل سالیانه ۱۵٪، ارزش مثبتی داشته باشند، پروژه‌هایی هستند

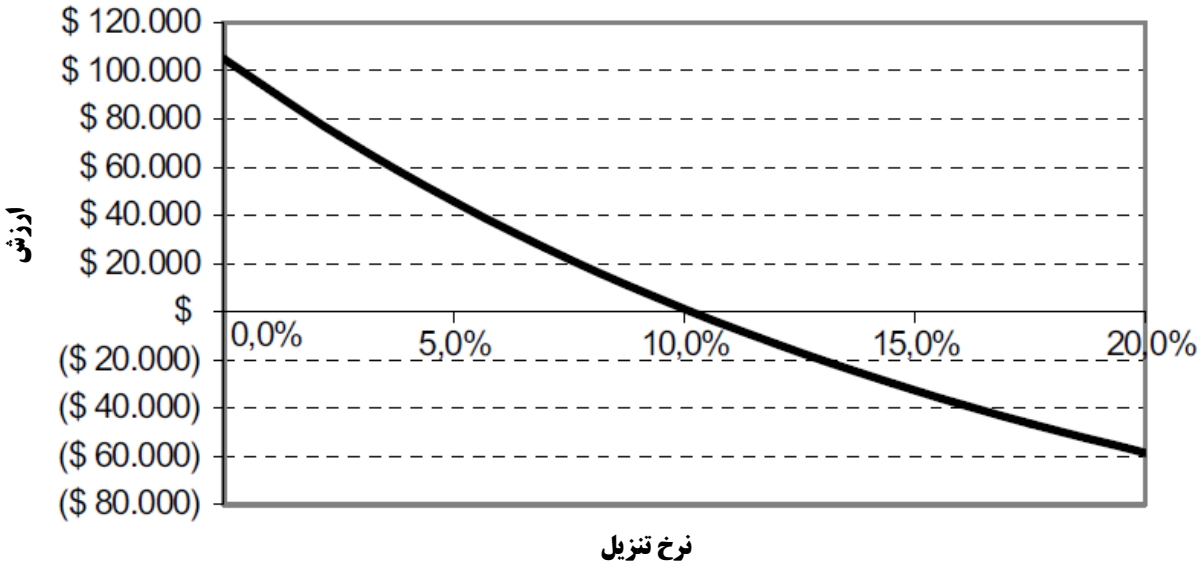
که نرخ بازگشت آنها بیش از ۱۵٪ می‌باشد. این پروژه‌ها با ارائه نتایجی فراتر از نرخ تنزیل، جذابیت لازم را به شرکت ارائه داده و سـرمایه‌گذاری و فعالیت در آنها ادامه می‌یابد. اکنون می‌خواهیم برای مثال بالا نرخ تنزیلی را محاسـبه کنیم که در آن، ارزش فعلی خالص تعدیل‌شـده با ریسـک پروژه دقیقاً صـفر شـود. نرخ تنزیلی که از این محاسـبات بدسـت می‌آید را در اصطلاح نرخ بازده داخلی پروژه (IRR) گویند:

$$rNPV = -I_۰ + \sum_{t=۱}^{T} \frac{rCF_t}{(۱+r)^t} = ۰$$

[۱] مترجم: در اســناد و متون مالی و حســابداری، عدد داخل پرانتز به منزله منفی بودن اســت؛ مثلاً عدد منفی ۱۰۰ به صــورت (۱۰۰) در اســناد مالی منظور می‌شود.

[۲] Internal Rate of Return (IRR)

با این حساب، نرخ بازده داخلی این پروژه ۱۰.۱۳٪ خواهد بود. در این نرخ تنزیل، ارزش پروژه صفر خواهد شد. نمودار زیر رابطه بین ارزش‌های خالص فعلی را در نرخ‌های تنزیل مختلف نشان می‌دهد:



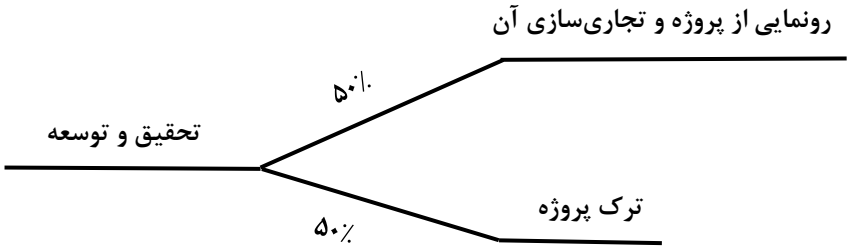

**شکل ۹) تاثیرات تغییر نرخ تنزیل بر ارزش پروژه**

بنابراین، نرخ بازده داخلی، مقدار سود سالیانه دقیق یک پروژه خواهد بود. پس در پروژه بالا، نرخ رشد سالیانه سرمایه برابر با ۱۰.۱۳٪ خواهد بود. در کل، هر زمان مقدار نرخ بازده داخلی پروژه کمتر از نرخ تنزیل سالیانه باشد، ارزش پروژه منفی خواهد بود.

## ۲.۳.۲. درخت تصمیم[۱]

برخی از پروژه‌های نقشه راه مدون و استراتژی از پیش‌تعیین‌شده‌ای برای مسیر توسعه ندارند. در برهه‌ای از چرخه عمر پروژه، ممکن است بسته به شرایط و اتفاقاتی همچون ارزیابی درون‌سازمانی از نحوه عملکرد پروژه توسط خود شرکت و یا ورود یک رقیب جدید به بازار، نقشه و برنامه اصلی و اولیه پروژه تغییر یابد. برخی از دانشمندان، وجود یک ریسک مربوط به دست‌یابی به ارزش فعلی خالص پیش‌بینی‌شده پروژه را که حاصل چنین مواردی است بسیار محتمل دانسته و یک درخت تصمیم را برای آن پروژه ترسیم می‌کنند. در این درخت تصمیم، در پایان هر ارزیابی آزمایشی تصمیم گرفته خواهد شد که آیا می‌بایست به پروژه ادامه داده شود و یا آن را رها نمود. نمونه یک درخت تصمیم را در شکل زیر مشاهده می‌نمایید:

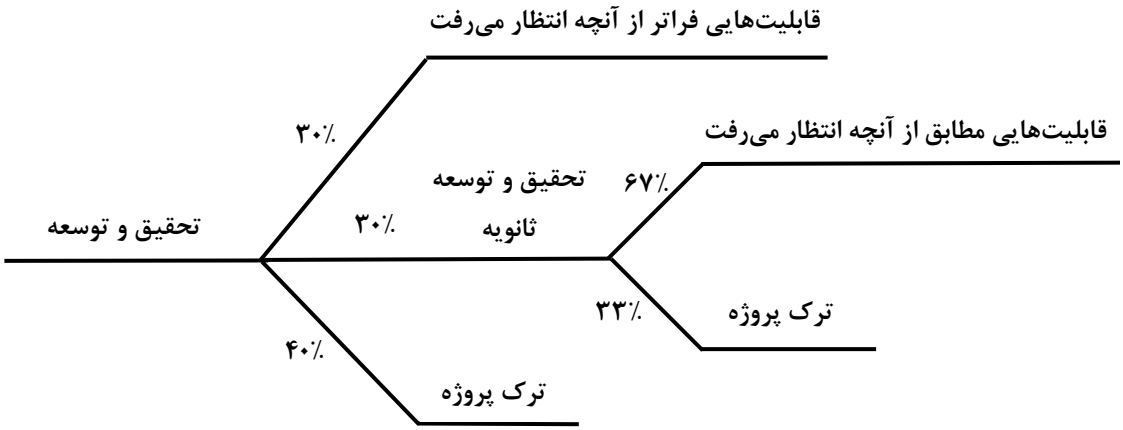
[۱] Decision Tree




**شکل ۱۰) طرح پروژه سوپرسولوشن به عنوان درخت تصمیم**

در محاسبات ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک، توجه چندانی به شاخه‌های حذف‌شده درخت تصمیم نمی‌شود چراکه عموماً جریان نقدی خاصی معطوف به این شاخه‌ها نیست بلکه، عمده توجه کارشناس ارزش‌گذاری بر روی شاخه‌هایی است که در آنها جریان نقدی وجود دارد. هدف اصلی از تنظیم مدل درخت تصمیم، مشخص کردن درصدهای احتمال وقوع این شاخه‌هاست تا مشخص شود درصورتیکه پروژه از هریک از شاخه‌ها وارد مرحله رونمایی و تجاری‌سازی شود، چه ضریبی از احتمال وقوع را به خود اختصاص می‌دهد.

در واقعیت، پروژه‌ها دارای چندین نقطه کلیدی هستند. مثلاً، در مثال طرح *سوپرسولوشن* در مرحله تحقیق و توسعه ممکن است فقط دو حالت موفقیت یا شکست وجود نداشته باشد بلکه سه حالت به‌صورت: ۱- یا محصول اصلاً امکان تولید و عملکرد ندارد و کنار گذاشته می‌شود، ۲- عمل می‌کند اما خروجی عملکرد آن چندان مطلوب نیست و آن سطحی از عملکرد را که از آن انتظار داشتیم بروز نداده است و ۳- به خوبی کار می‌کند و حتی ممکن است فراتر از آنچه انتظارش را داشتیم عمل نماید. درصورتیکه حالت دوم رخ دهد، شرکت می‌بایست یک هزینه اضافی بالغ بر ۵۰،۰۰۰ دلار را هزینه کند تا با اضافه شدن یک سال به فاز تحقیق و توسعه، ایرادات محصول برطرف شوند و درنهایت، محصولی تولید شود که بتواند انتظارات را برآورده کند. با این تفاسیر، درخت تصمیم این مثال به صورت زیر خواهد بود:




**شکل ۱۱) درخت تصمیم پروژه سوپرسولوشن با جزئیات دقیق تر**

همانطور که مشاهده می‌کنید، بازهم نرخ کلی موفقیت در این پروژه همان ۵۰٪ است (۵۰٪=۶۷٪*۳۰٪+۳۰٪). زمانیکه اقدام به تدوین درخت تصمیم می‌کنیم، مهم‌ترین نکته‌ای که نباید فراموش کنیم اینست که جمع احتمال وقوع تمامی زیرشاخه‌ها در هر گره باید ۱۰۰٪ شود. در مدل بالا، درخت تصمیم پروژه در ابتدا با ۴۰٪ احتمال شکست، ۳۰٪ احتمال نیاز به تکمیل و ۳۰٪ احتمال ورود موفقیت‌آمیز به بازار تقسیم‌بندی می‌شود. سپس، در دومین نقطه تصمیم‌گیری (گره)، ۳۳٪ احتمال دارد که پروژه را ترک کرده و ۶۷٪ احتمال ورود موفقیت‌آمیز و تجاری‌سازی پروژه وجود دارد. همانطور که مشاهده می‌کنید، جمع احتمالات هر نقطه تصمیم‌گیری برابر با ۱۰۰٪ خواهد شد و این قانون باید تا هرچند زیرشاخه که در درخت ایجاد می‌کنیم حفظ شود.

زمانیکه می‌خواهیم ارزش پروژه را محاسبه کنیم، ابتدا باید ارزش هریک از شاخه‌های درخت تصمیمی را که تشکیل داده‌ایم مشخص نماییم؛ مثلاً مشخص کنیم که: ارزش شاخه ترک اولیه پروژه، ارزش شاخه تحقیق و توسعه ثانویه، ارزش شاخه بروز قابلیت‌های فراتر از حد انتظار، ارزش شاخه ترک پروژه در مرحله تحقیق و توسعه ثانویه و نهایتاً، ارزش شاخه بروز قابلیت‌های مطابق با آنچه انتظار می‌رفت، چقدر هستند.

مثال عددی *سوپرسولوشن* را به‌یاد آورید. پس از آنکه درخت تصمیم این پروژه رسم شد، از آنجاییکه شاخه‌های ترک‌شده دارای هیچ جریان نقدی نیستند ارزش آنها برابر با ۰ دلار خواهد بود. در مرحله رونمایی و ورود به بازار اولیه، فرض می‌شود که هزینه رونمایی و ورود به بازار محصول ۵۰۰،۰۰۰ دلار بوده و پس از تجاری‌سازی آن، فروش سالانه ۳۳٪ فراتر از حد پیش‌بینی اولیه خواهد بود. سناریو ورود به بازار پس از طی مرحله تحقیق و توسعه ثانویه نیز سناریوی اصلی فروش ما خواهد بود. به این ترتیب خواهیم داشت:

**جدول ۱) ارزش فعلی خالص برای سناریوی ورود اولیه موفقیت آمیز**

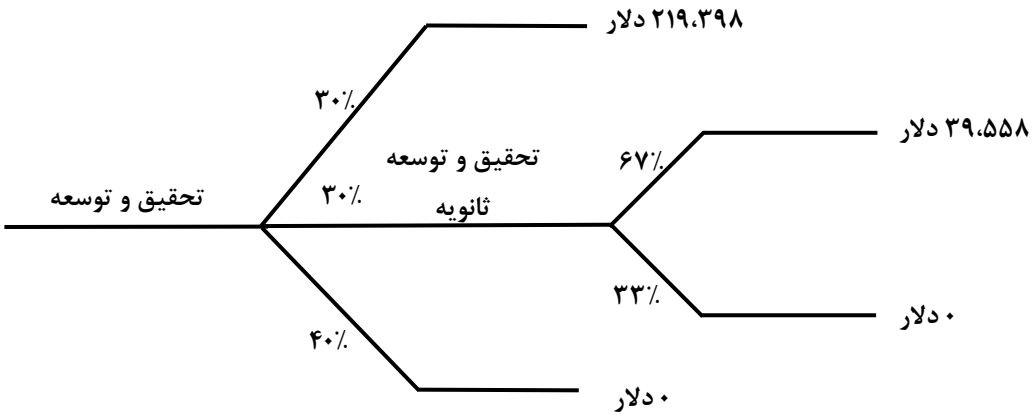
| سال | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| هزینه‌ها | (۵۰۰،۰۰۰) | (۱۳،۳۰۰) | (۲۶،۷۰۰) | (۴۰،۰۰۰) | (۲۶،۷۰۰) | (۱۳،۳۰۰) |
| درآمدها | | ۱۳۳،۰۰۰ | ۲۶۷،۰۰۰ | ۴۰۰،۰۰۰ | ۲۶۷،۰۰۰ | ۱۳۳،۰۰۰ |
| خالص جریان نقدی | (۵۰۰،۰۰۰) | ۱۱۹،۷۰۰ | ۲۴۰،۳۰۰ | ۳۶۰،۰۰۰ | ۲۴۰،۳۰۰ | ۱۱۹،۷۰۰ |
| تنزیل | ۱۰۰٪ | ۸۷٪ | ۷۶٪ | ۶۶٪ | ۵۷٪ | ۵۰٪ |
| جریان نقدی تنزیل شده | (۵۰۰،۰۰۰) | ۱۰۴،۰۸۷ | ۱۸۱،۷۰۱ | ۲۳۶،۷۰۶ | ۱۳۷،۳۹۲ | ۵۹،۵۱۲ |
| ارزش فعلی خالص | ۲۱۹،۳۹۸ | | | | | |
| نرخ تنزیل | ۱۵٪ | | | | | |

جدول ۲) ارزش فعلی خالص برای سناریوی ورود ثانویه موفق آمیز (سناریوی اصلی)

| سال | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| هزینه‌ها | (۵۰۰،۰۰۰) | (۱۰،۰۰۰) | (۲۰،۰۰۰) | (۳۰،۰۰۰) | (۲۰،۰۰۰) | (۱۰،۰۰۰) |
| درآمدها | | ۱۰۰،۰۰۰ | ۲۰۰،۰۰۰ | ۳۰۰،۰۰۰ | ۲۰۰،۰۰۰ | ۱۰۰،۰۰۰ |
| خالص جریان نقدی | (۵۰۰،۰۰۰) | ۹۰،۰۰۰ | ۱۸۰،۰۰۰ | ۲۷۰،۰۰۰ | ۱۸۰،۰۰۰ | ۹۰،۰۰۰ |
| تنزیل | ۱۰۰٪ | ۸۷٪ | ۷۶٪ | ۶۶٪ | ۵۷٪ | ۵۰٪ |
| جریان نقدی تنزیل شده | (۵۰۰،۰۰۰) | ۷۸،۲۶۱ | ۱۳۶،۱۰۶ | ۱۷۷،۵۲۹ | ۱۰۲،۹۱۶ | ۴۴،۷۴۶ |
| ارزش فعلی خالص | ۳۹،۵۵۸ | | | | | |
| نرخ تنزیل | ۱۵٪ | | | | | |

با این حساب، ما اکنون ارزش هریک از حالت‌های شرطی خود را داریم و همانطور که در شکل مشاهده می‌نمایید، آنها را در انتهای شاخه‌های مربوطه قرار می‌دهیم.

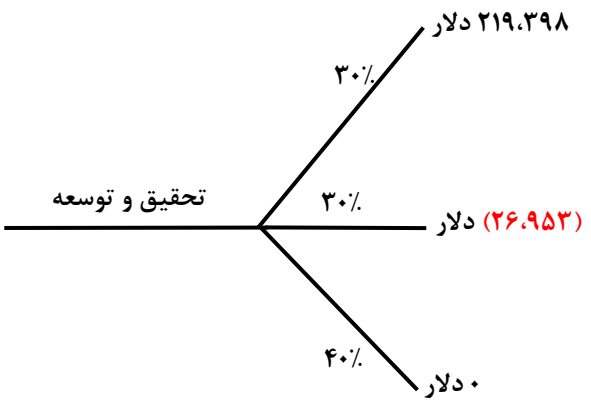
از این‌جا به بعد، ابتدا باید ارزش شاخه میانی یا همان فاز ثانویه تحقیق و توسعه را بدست آوریم. نتایج خروجی این تصمیم (شاخه)، یا ورود موفقیت آمیز ثانویه به بازار با ارزش ۳۹،۵۵۸ دلار و احتمال وقوع ۶۷٪ است و یا ترک پروژه در انتهای فاز تحقیق و توسعه با ارزش ۰ دلار و احتمال وقوع ۳۳٪ و درنتیجه، برآیند ارزش کلی ۲۶،۵۰۴ دلار خواهد بود (۲۶،۵۰۴ = ۳۹،۵۵۸ * ۶۷٪ + ۰ * ۳۳٪). از آنجاییکه این مقدار، تنها برآیند ارزشی است که پس از یک سال تمدید دوره تحقیق و توسعه بدست می‌آید پس، می‌بایست آن را یک سال تنزیل کرده و هزینه‌های تحقیق و توسعه ثانویه را از آن کسر نماییم تا از این طریق، ارزش شاخه میانی بدست آید. با انجام این مراحل، اکنون تمامی مقادیر لازم جهت محاسبه ارزش پروژه پس از اتمام اولین فاز تحقیق و توسعه را دارا هستیم:




شکل ۱۲) ارزش های مشروط برای هریک از حالات پروژه سوپرسولوشن

جدول ۳) جدول محاسبات شاخه میانی

| سال | ۱ | ۲ |
|---|---|---|
| هزینه‌ها | (۵۰،۰۰۰) | |
| درآمدها | | ۳۹،۵۵۸ |
| خالص جریان نقدی | (۵۰،۰۰۰) | ۳۹،۵۵۸ |
| احتمال وقوع | ۱۰۰٪ | ۶۷٪ |
| جریان نقدی تعدیل‌شده با ریسک | (۵۰،۰۰۰) | ۲۶،۵۰۴ |
| تنزیل | ۱۰۰٪ | ۸۷٪ |
| جریان نقدی تنزیل شده تعدیل‌شده با ریسک احتمالی (pCF) | (۵۰،۰۰۰) | ۲۳،۰۴۷ |
| ارزش فعلی خالص | (۲۶،۹۵۳) | |




شکل ۱۳) ارزش های پیوسته پس از اولین مرحله تحقیق و توسعه

چنانچه در خلال مرحله تحقیق و توسعه اولیه، شرکت به این نتیجه برسد که در این پروژه نیاز به فاز تحقیق و توسعه ثانویه وجود دارد آنگاه، باید این پروژه را رها کند چراکه ارزش شاخه تحقیق و توسعه ثانویه عددی منفی بوده و علی‌رغم اینکه مبلغ ۵۰،۰۰۰ دلار در آن سرمایه‌گذاری می‌شود، ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک آن در زمان حصول نتیجه

منفی (زیان‌ده) خواهد بود. بنابر این می‌توانیم چنین فرض کنیم که ورود به شـــاخه دوم درخت تصـــمیم پیش‌رو نیز، مصـــادف با ترک این پروژه خواهد بود؛ اما این‌بار، این رها نمودن پروژه و ترک آن بواســـطه مســـائل فنی نبوده و بلکه ملاحظات اقتصادی طرح چنین واکنشی را از سوی سرمایه‌گذار ایجاب می‌کند.

نهایتاً، ارزش خالص کلی و نهایی پروژه با همان روشی که ارزش شاخه میانی محاسبه شده بود محاسبه می‌گردد. اولین فاز تحقیق و توســـعه این پروژه پس از یک ســـال منجر به حصـــول ارزش میانگینی برابر با ۶۵،۸۱۹ دلار خواهد شـــد (۶۵،۸۱۹ = ۲۱۹،۳۹۸ * ۳۰٪). این مقدار را ابتدا باید یک سال تنزیل کرده و سپس هزینه‌های فاز تحقیق و توسعه اولیه پروژه را از آن کسر نماییم. پس از انجام این مراحل، درنهایت ارزش این پروژه برابر با ۷،۲۳۴ دلار خواهد بود.

حال فرض کنید بنابه دلایلی تصـمیم بر آن شـد که شـاخه میانی پروژه (فاز تحقیق و توسـعه ثانویه) حذف نشـده و با احتساب ارزش آن فاز (۲۶،۹۵۳- دلار)، ارزش کلی پروژه محاسبه گردد. با این حساب، ارزش پایانی پروژه در این حالت برابر با ۲۰۳ دلار خواهد بود. بنابراین فرض اینکه شـــرکت هریک از گزینه‌های منفی و غیرجذاب را در هر مرحله حذف کرده و محاســـبات را براســـاس گزینه‌های توجیه‌پذیر فنی و اقتصـــادی به‌پیش ببرد موجب خواهد شـــد تا ارزش پروژه به میزان ۷،۰۳۱ دلار افزایش یابد. در ادامه خواهیم دید که روش اختیار واقعی، دقیقاً بر هیمن ارزش‌های افزوده مدیریتی تمرکز دارد.

درخت تصـــمیم یک روش بســـیار مفید اســـت که فرد را وادار به تعمیق در احتمالات پیش‌رو و تفکر در رابطه با حالات مختلف آتی که ممکن است یک پروژه با آنها روبرو شود می‌نماید. با این حال، ایراد اساسی این روش اینست که همواره درجه و درصـــد احتمالاتی که برای هر حالت وجود دارد به‌طور دقیق و واضـــح مشـــخص نیســـت فلذا اگرچه تعیین نرخ موفقیت و شکست پروژه در بسیاری از مواقع در مراحل اولیه تحقیق و توسعه امکان‌پذیر است اما بدلیل پیچیدگی و ابهام در مشـــخص نمودن این درصـــدها در مراحل بعدی پروژه، عملاً متمایل به اســـتفاده از مقدار زیادی از فرضـــیات ذهنی و برداشت‌های شخصی در کمی‌سازی احتمالات وقوع است.

## ۲.۳.۳. روش اختیار واقعی در ارزش گذاری

### ۲.۳.۳.۱. جنبه‌های کلی

روش جریان نقدی تنزیل‌شده به‌واسطه سادگی و سهولت استفاده‌ای که دارد توانسته محبوبیت فعلی خود را کسب نماید. با این‌حال، این سـادگی و سـهولت اسـتفاده، بدون ایراد نبوده و هزینه و لازمه ایجاد آن، اتخاذ فرضـیات بسـیار اسـاسـی و زیادی در روند محاسـبات آن اسـت. اصـلی‌ترین این فرضـیات در روش جریان نقدی تنزیل‌شـده اینسـت که چنین تصـور می‌شود که بازار رفتاری ثابت داشته و تغییر نمی‌کند یعنی، زمانیکه مقدار ظرفیت اسمی فروش مشخص گردید، در ادامه محاسـبات هیچ تغییری در مقدار آن بوجود نخواهد آمد و شـبهه‌ای به آن وارد نمی‌گردد. ممکن اسـت فردی بگوید اگرچه مقدار ظرفیت اسـمی، یک مقداری فرضـی اسـت ولی در عمل، احتمال این که مقدار فروش یا از این مقدار فراتر رود و یا از

آن تنزل کند به صورت مساوی وجود خواهد داشت؛ پس به‌طور میانگین، برآیند این پراکندگی‌ها و انحرافات فروش (از ظرفیت اسمی) برابر با همان ظرفیت اسمی پیش‌بینی شده خواهد شد. با این اوصاف، چرا نباید از ظرفیت اسمی استفاده کنیم؟

چنین دیدگاهی از دو نقص اساسی رنج می‌برد. اول آنکه در آن، تنها یک سناریو و حالت محتمل وجود دارد؛ به این معنا که این مقدار میانگین (یا همان ظرفیت اسمی)، که ما تمامی مراحل بعدی محاسبات خود را براساس آن انجام می‌دهیم، بدلیل تک حالته بودن، موجب تحمیل ریسک به محاسبات خواهد شد و آن ریسک اینست که خود را بیش از اندازه به یک مقدار فرضی که هنوز هیچ قطعیتی در تحقق آن وجود ندارد وابسته کرده‌ایم. دوم، محدود کردن احتمالات آینده به یک سناریو موجب می‌شود که چنانچه در ادامه‌ی روند اجرایی پروژه ثابت شود که فرضیات و محاسبات ابتدایی ایراد داشته و یا نیاز به بازنگری، بروزرسانی و یا تغییر در پارمترهای آن وجود دارد، عملاً امکان بازبینی و لحاظ کردن چنین گزینه‌های جایگزین و جدیدی را از خود سلب کرده‌ایم. این امر متناظر با مقوله ***مدیریت ایستا***[1] است که در آن، مدیریت توانایی واکنش به هیچ یک از تغییرات بازار را ندارد. البته استفاده از روش جریان نقدی تنزیل‌شده به معنای آن نیست که هر مدیری از این روش استفاده نمود مدیر ناکارآمد و بی‌انعطافی است. حتی در روش جریان نقدی تنزیل‌شده نیز امکان بازبینی در ارزش‌گذاری پروژه و انجام مجدد محاسبات وجود دارد و شما می‌توانید با مشاهده تغییر در برخی پارامترها، مجدداً اقدام به ارزش‌گذاری پروژه نمایید. انجام محاسبات مجدد در پروژه، با توجه به مشاهده تغییرات پارامترها و فرضیات پروژه، امری رایج است که هیچ ربطی به روشی که برای ارزش‌گذاری استفاده می‌شود ندارد. مشکل روش جریان نقدی تنزیل‌شده این است که این روش اصولاً از اساس با انجام چنین کارها و اقداماتی مخالف است؛ گویی با انجام ارزش‌گذاری پروژه از روش جریان نقدی تنزیل‌شده، مدیران باید فقط و فقط یک بار به این نتیجه برسند که در پروژه ورود پیدا کنند و یا خیر. مسلماً فرض این احتمال که یک پروژه می‌تواند در طول زمان عملکردی ضعیف‌تر و یا حتی قوی‌تر از آنچه مدت‌ها پیش برای آن پیش‌بینی کرده بودیم داشته باشد فرض محال و دور از ذهنی نیست. با این تفاسیر، یک شرکت در برخورد با یک پروژه گزینه‌های زیادی را در دست دارد: می‌تواند اندازه پروژه را کوچک کند، آن را موقتاً تعلیق کند، کلاً آن را از برنامه خارج کند و یا درحالت‌های نویدبخش و مثبت، شتاب پروژه را افزایش داده و یا آن را توسعه دهد. مدیریت پیوسته به فکر آن است که پروژه را بهبود بخشیده و میزان ارزش آن را افزایش دهد. اگرچه ممکن است چنین حالتی زیاد رخ ندهد اما، در برخی از سناریوها حتی ممکن است مدیران اقداماتی را انجام دهند که به‌هیچ وجه در ابتدای پروژه پیش‌بینی نشده بودند. روش جریان نقدی تنزیل‌شده، چنین انعطاف‌های مدیریتی را به رسمیت نمی‌شناسد.

دیدگاه روش اختیار واقعی اینست که برخی از تصمیمات در طول حیات پروژه یک شرکت می‌بایست، و حتی بسته به شرایطی که بازار ایجاب می‌کند "باید"، در طول زمان و پس عبور از مراحل ابتدایی حیات پروژه اخذ شوند. از آنجاییکه

[1] Static Management

ممکن است در طول زمان، شرایط بازار به کل تغییر کند لذا، تصمیماتی که در آینده در واکنش به این دگرگونی‌های کلی بازار اخذ می‌شوند تا یک درجه خاصی قدرت تغییر در پروژه‌ای را که اکنون و با توجه به شرایط حال طراحی شده است دارند. از سوی دیگر، مدیریت باید بتواند انعطاف خود را در رابطه با انجام عکس‌العمل‌های لازم در رابطه با رفتار و تغییرات بازار حفظ کند؛ این انعطاف‌پذیری یا به منظور افزایش سود خواهد بود و یا پرهیز و/یا کاهش زیان. اگر در پروژه‌ای امکان اتخاذ چنین گزینه‌های آتی وجود داشته باشد پس، قاعدتاً این گزینه‌ها باید در فرآیند ارزش‌گذاری نیز منظور گردند. در مدیریت، این یک اصل است که انعطاف‌پذیری همیشه در راستای افزایش ارزش پروژه صورت می‌گیرد فلذا، روش ارزش‌گذاریی که بتواند این اقدامات را در خود جذب کرده و ارزش آنها را محاسبه نماید، منجر به ارائه ارزشی برای پروژه می‌شود که فراتر از ارزش محاسباتی اولیه است؛ ارزش اولیه‌ای که در آن تأثیرات این گزینه‌ها توسط کارشناس ارزش‌گذاری محاسبه نشده بود. پس در حقیقت، استفاده از این روش ارزش‌گذاری منجر به افزایش ارزش کلی پروژه نسبت به روش‌های دیگر می‌شود. چنین خلق ارزشی را نمی‌توان در روش تنزیل جریان‌های نقدی محاسبه و اعمال نمود.

ویژگی نوین روش ارزش‌گذاری اختیار واقعی در مقایسه با جریان نقدی تنزیل‌شده این است که، برخی تصمیماتی که در زمان آینده و براساس شرایط بازار در آن برهه زمانی در رابطه با ادامه پروژه یا فعالیت شرکت اتخاذ خواهند شد، مبهم در نظر گرفته نشده‌اند و در زمان ارزش‌گذاری اولیه پروژه، تاثیر این تصمیمات احتمالی در ارتقاء ارزش پروژه تأثیرگذار خواهد بود. در نظریه اختیار واقعی، توسعه یک پروژه یا شرکت وابسته به تغییر شرایط بازار است، حال آنکه در روش تنزیل جریان نقدی، شرایط به‌صورت از پیش‌تعیین‌شده و ثابت بوده و تغییرات آتی محیط، تأثیری بر روی آن نخواهند داشت. جهت مدل‌سازی صحیح تصمیمات و گزینه‌ها، لاجرم می‌بایست شرایط و پارامترهایی که این تصمیمات به آنها وابسته است نیز مدل‌سازی شوند. بدین منظور، نظریه اختیار واقعی اقدام به بررسی گسترده و عمیق در گزینه‌های مالی که با مقوله مورد نظر در ارتباط هستند می‌کند. البته بدیهی است که از آنجاییکه بازار دائماً درحال نوسان است، نمی‌توان به‌طور قطع عنوان نمود هریک از گزینه‌های متفاوت و مشتقی که می‌توان در یک پروژه متصور بود در زمان سررسید زمان وقوع اتفاق، به‌طور دقیق چه خروجی‌هایی را به سرمایه‌گذاران ارائه می‌کنند.

گرچه برای هریک از گزینه‌های مختلف و سناریوهای محتمل مالی، روش‌های اجرایی از پیش تعیین‌شده‌ای وجو دارد اما با این‌حال، مدیریت باید راه‌های مختلفی را جهت تطابق شرایط شرکت یا پروژه خود با تغییرات محیط کسب‌وکاری که در آن فعالیت می‌کند شناسایی نماید. نهایتاً، تنها دانستن اینکه در زمان وقوع این تغییرات، شرکت همچنان قادر به تطابق خود با شرایطی که در آن برهه از زمان پدید آمده است باشد یا خیر کافی نیست بلکه، باید به نحوی این انعطاف‌پذیری‌های پیش‌بینی شده را به صورت عددی نیز محاسبه نمود. برخی از پروژه‌ها ممکن است چندین گزینه احتمالی جهت تقابل با تغییرات احتمالی پیش‌رو تدارک دیده باشند؛ بنابراین باید این انعطاف‌پذیری‌ها را بخش غیرقابل انکاری در محاسباتی ارزش‌گذاری دانسته و آنها را در ارزش‌گذاری پروژه دخیل نمود. البته برخی دیگر از پروژه‌ها نیز هستند که امکان انعطاف‌پذیری کمی دارند. در کل، در پروژه‌هایی که سودآوری بالایی دارند، لحاظ نمودن انعطاف‌پذیری

ذاتی در محاسبات ارزش‌گذاری عملاً امری بیهوده است چراکه، اصولاً هدف از وارد کردن این انعطاف‌پذیری‌ها در ارزش‌گذاری پروژه، بالا بردن ارزش‌گذاری آن است حال‌آنکه، این پروژه‌ها خود عملکرد قابل قبولی دارند و گزینه‌های جایگزینی که در آنها پیش‌بینی می‌شود (انعطاف‌پذیری پروژه) کاربرد و موضوعیتی در رابطه با افزایش ارزش آنها نخواهد داشت.

برای تشکیل مدل در روش اختیار واقعی، نیاز است تا راه‌های مختلفی جهت واکنش به تغییرات بازار طراحی شوند تا بتوانند پاسخ‌گوی تغییرات محیطی در طول زمان باشند. گونه‌ها و روش‌های مختلف واکنشی که ما برای یک پروژه پیش‌بینی می‌کنیم موجب تشکیل و تعبیه‌شدن اختیار واقعی مختلفی در بطن یک پروژه می‌شوند. ادبیات و دانش‌پیشین در این حوزه ۶ دسته‌بندی مختلف اختیار واقعی را براساس نوع انعطاف‌پذیری مدیریتی که در یک شرکت یا پروژه وجود دارد به شرح زیر شناسایی کرده است:

- گزینه تمایز[۱]
- گزینه گسترش یا قرارداد[۲]
- گزینه ترک یا حق‌امتیاز[۳]
- گزینه تغییر[۴]
- گزینه مرحله‌بندی سرمایه‌گذاری‌ها[۵]
- گزینه رشد[۶]

### ۲.۳.۳.۲. گزینه تمایز

مادامی که یک سرمایه‌گذاری آغاز گردد دیگر نمی‌توان در بسیاری از مباحث آن دست برد و تغییر ایجاد کرد، یعنی مثلاً خروج بلافاصله ناشی از پشیمانی و یا دیگر مسائل اینچنینی دیگر عملی نیستند. بنابراین، تنها زمانی باید سرمایه‌گذاری را آغاز نمود که جریان‌های درآمدی آتی آن نویدبخش بوده و سود پیش‌بینی‌شده آن بالا باشد. گزینه تمایز را می‌توان به‌صورت پاداشی برای اتخاذ و قبول ریسک دانست بدین معناکه، اگر یک سرمایه‌گذار بلافاصله در یک سرمایه‌گذاری ورود کند، شرکت با تنزیل کمتری[۷] به جریان‌های درآمدی آتی دست پیدا خواهد کرد و عامل این تنزیل کمتر، مدت زمان کوتاه‌تر رسیدن به جریان‌های درآمدی آتی است؛ همانطور که می‌دانید هرچه جریان درآمدی (یا هزینه‌ای) با فاصله

---

[۱] Option to defer
[۲] Option to expand or contract
[۳] Option to abandon or license
[۴] Option to switch
[۵] Option to stage investments
[۶] Option to grow

[۷] مترجم: توجه شود که در اینجا منظور از تنزیل، جریان‌های آزاد درآمدی تنزیل شده پروژه است و نه نرخ تنزیل. توجه به تفاوت بین مفهوم *تنزیل* و *نرخ تنزیل* از سوی خوانندگان جهت درک صحیح مطالب این کتاب الزامی است.

زمانی کمتری نسبت به زمان مبدأ (که معمولاً آغاز سرمایه‌گذاری فرض می‌گردد) رخ دهد، علی‌رغم ثابت بودن نرخ تنزیل برای محاسبات ان، به دلیل کمتر شدن پارامتر زمان t، تنزیل کمتری به آن اعمال می‌شود. اما دلیل اینکه بسیاری از سرمایه‌گذاران بلافاصله به یک سرمایه‌گذاری ورود پیدا نمی‌کنند، صبر کردن جهت رفع برخی ابهامات بازار است. برای برخی پروژه‌ها، علی‌رغم ارزش فعلی خالص جذابی که ممکن است در بطن پروژه نهفته باشد، بازهم توصیه می‌شود تا سرمایه‌گذار به‌واسطه مشخصات و پروفایل ریسکی که پروژه مذکور دارد، اندکی صبر کرده و قبل از آغاز سرمایه‌گذاری برخی از ابهامات را مرتفع سازد. گزینه تمایز زمانی به‌شدت ارزشمند می‌شود که اولاً پروژه مدنظر دارای *خروجی‌های متصوره و پیش‌بینی‌شده بسیار بالایی* بوده و ثانیاً، سرمایه‌گذاری در آن *غیرقابل بازگشت* و تغییر نظر باشد؛ همچنین بیم آن رود که اگر در سرمایه‌گذاری تعلل و درنگی صورت گیرد، *ریسک از دست دادن مزیت پیش‌رو بودن* و اولین‌بودن بازیگر در بازار پدید آید. بنابراین، بدیهی است که در یک بازار رقابتی (که در آن دیگر بحث اولین و پیشرو بودن برای یک پروژه جدیدی که می‌خواهد وارد بازار رقابتی که از قبل وجود داشته است شود) گزینه تمایز موضوعیت چندانی نداشته و متعاقباً، ارزش خاصی هم ندارد. ضمناً، در برآوردهای این قسم، هزینه‌های تعلیق موقت پروژه (همچون هزینه‌های سربار ثابت پروژه اعم از هرینه‌های اجاره، هزینه-فرصت معطل بودن خط تولید و...) نیز می‌توانند بر روی ارزش آن تأثیر داشته باشند و باید نیم‌نگاهی به این دست هزینه‌ها نیز داشت.

### ۲.۳.۳.۳. گزینه گسترش یا قرارداد

گزینه گسترش یا قرارداد ناظر بر امکان و احتمال تغییر در مقیاس فعلی بازار (محصول و یا فروش) پروژه با توجه به روند تغییرات محیط بازار است. یک شرکت ممکن است باتوجه به افزایش تقاضا در بازار اقدام به ساخت تأسیسات و خطوط تولید جدید نماید و در زمان‌های افزایش این تقاضا و متعاقباً افزایش درآمد حاصل از فروش، جریان‌های درآمدی بالاتری را تجربه نماید. اما از سوی دیگر، مهندسی خطوط تولید و تجهیزات و تأسیسات یک شرکت باید به نحوی باشد که در زمان کاهش تقاضا، بتوان بخشی از آن خطوط تولید و تجهیزات را به طور نسبی از خط خارج نمود و از این طریق، اقدام به کاهش هزینه‌های ثابت کرد. از دیگر مظاهر گزینه گسترش یا قرارداد اینست که، یک شرکت در ابتدا یک محصول نمونه را روانه بازار می‌کند و پس از دریافت بازخورد مناسب از بازار، متناسب با سطح بازخوردی که دریافت کرده است اقدام به توسعه خطوط تولید این محصول می‌نماید. تولید قراردادی یک محصول در یک خط تولید استیجاری در ابتدای ورود به بازار و سپس، در صورت گرفتن بازخورد مناسب از فروش محصول در بازار، ایجاد و احداث یک خط تولید تحت تملک شرکت، یکی از استراتژی‌های رایج در این گزینه می‌باشد.

### ۲.۳.۳.۴. گزینه تَرک یا حق امتیاز

اگر یک پروژه شکست خورده و یا تقاضای واقعی که از بازار دریافت می‌کند بسیار کمتر از تقاضای پیش‌بینی شده‌ای باشد که خود را متناسب با آن تجهیز کرده و برای آن برنامه‌ریزی نموده بود آنگاه، مدیریت باید به منظور پرهیز و یا کاهش

خسارات احتمالی آتی، گزینه ترک پروژه را مدنظر قرار دهد. در همین راستا و به منظور زنده کردن بخشی از سرمایه و هزینه‌های صورت گرفته در پروژه، شرکت می‌تواند فناوری خود را به صورت حق امتیاز به شرکت دیگری واگذار نموده و نیز، زیر ساخت‌های خود (اعم از خط تولید و غیره) را به فروش رساند. از این طریق، سرمایه‌های قابل بازیابی پروژه (یا به عبارتی برخی از هزینه‌هایی که در پروژه انجام شده بود) به سرمایه‌گذار بازگردانده می‌شود فلذا، هرچه طراحی و ساختار سرمایه‌گذاری بازگشت‌پذیرتر باشد، میزان این سرمایه‌های قابل عودت بیشتر خواهد بود. در طراحی پروژه‌ها، یکی از گزینه‌هایی که در مهندسی ساختار پروژه باید به آن توجه شود، همین گزینه ترک یا حق امتیاز است که می‌تواند در کاهش ضرر پروژه در زمان‌های مقتضی بسیار کارساز باشد.

### ۲.۳.۳.۵. گزینه تغییر

یک شرکت می‌تولند در محل استقرار خط تولید خود بازنگری کرده و آن را به محلی که تولید در آن ارزان‌تر تمامی می‌شود منتقل نماید. همچنین در گزینه تغییر، گزینه اعمال برخی تغییرات در خط تولید به منظور تغییر در محصول تولید شده و یا تغییر محصول و تولید محصولی دیگر نیز برای یک شرکت قابل تصور است. درچنین مواردی، شرکت یا در هزینه‌های تولید خود با تغییر مواجه می‌شود و یا در جریان‌های درآمدی حاصل از فروش خود.

### ۲.۳.۳.۶. گزینه مرحله‌بندی سرمایه‌گذاری‌ها

برخی از پروژه‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری مرحله‌ای هستند. در این پروژه‌ها، شرکت در هر مرحله از فعالیت و سرمایه‌گذاری، عدم قطعیت‌های منحصربه‌فرد بعدی، که مترتب به آن همان مرحله‌های آتی خاص است، را برطرف می‌کند و براساس دانش و تجربه کسب‌شده از فعالیت در مراحل پیشین، اقدام به ارزیابی مجدد پروژه و مراحل آتی پیش‌رو خواهد کرد. نتایج حاصل از این ارزیابی‌های مجدد تعیین خواهد کرد که پروژه در ادامه فازهای خود رها خواهد شد و یا ادامه خواهد یافت. این سرمایه‌گذاری‌های مرحله‌ای به‌صورت یک مدل مرکب تدوین و مدل‌سازی می‌شوند و بعد از هر برهه زمانی، که یک مرحله به اتمام رسیده و زمان آغاز مرحله بعدی است، شرکت تصمیم خواهد گرفت که ادامه بدهد یا خیر. تصمیم به ادامه پروژه، همتراز با دست‌یابی به یک گزینه جدید در تصمیمات پیش‌روی شرکت خواهد بود. گزینه مرحله‌بندی سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تحقیق‌وتوسعه بسیار رایج است و شرکت‌های استارتاپی نیز از آنها به کرّات استفاده می‌کنند.

### ۲.۳.۳.۷. گزینه رشد

گزینه‌های رشد پرکاربردترین و پرارجاع‌ترین گزینه‌ها در روش اختیار واقعی هستند. چنانچه اقدامات اولیه یک شرکت مثمرثمر واقع گردند، آن شرکت این امکان را دارد تا سلسله اقدامات، مشتریان، بازارهای داخلی، بازارهای کشورهای خارجی و نهایتاً، محصولات خود را توسعه و گسترش دهد. در مرحله اول، شرکت اقدام به حل عدم قطعیت‌های ناشی از شرایط بازار همچون، عدم قطعیت در رابطه با مقبولیت و سیاست‌های قیمت‌گذاری محصول می‌نماید. به مجرد آنکه این

شبهات برطرف گردید، شرکت تصمیم می‌گیرد که آیا توسعه و گسترش ارزشش را دارد یا خیر. درنهایت، گزینه رشد چیزی متفاوت از گزینه مرحله‌بندی سرمایه‌گذاری، که در بالا به آن اشاره شد، نیست و تنها تفاوت این‌دو باهم در اینست که معمولاً گزینه رشد تنها در یک مرحله اتفاق می‌افتد درحالیکه اختیار واقعی در طرح‌های تحقیق‌وتوسعه، گزینه‌هایی چند مرحله‌ای هستند.

همانطور که بعدتر خواهیم دید، در ارزش‌گذاری علوم زیستی، روش اختیار واقعی عمدتاً مستلزم ترک بلافاصله پروژه در زمان عدم سوددهی می‌باشد و دیگر گزینه‌هایی همچون گزینه تغییر و یا گزینه رشد هم در برخی موارد خاص کاربرد دارند اما کاربرد آنها در ارزش‌گذاری گستردگی زیادی ندارد.

قبل‌تر عنوان کردیم که این وظیفه تیم مدیریت است که گزینه‌های مختلفی را پیش‌روی شرکت و پروژه قرار دهند تا بسته به شرایطی که رقم خواهند خورد، در آینده و بسته به پیش‌آمدهای مختلف، براساس آنها عمل شود. استراتژی‌های متفاوت، گزینه‌های متفاوتی را نیز در اختیار قرار می‌دهند فلذا، باید از روش ارزش‌گذاری اختیار واقعی به منظور مقایسه استراتژی‌های متفاوت مدون شده استفاده نمود. همانطور که در ادامه این کتاب خواهیم دید، اختیار واقعی تنها یک ابزار استراتژیک و مدیریتی که کاربردهای ارزش‌گذاری و ارزش‌سنجی داشته باشند نیست بلکه، دیدگاه‌های بسیار مهمی را نیز در رابطه با مدیریت ریسک و نقدینگی و سهام ارئه می‌کند.

در اینجا جا دارد تا عنوان کنیم که رویکرد اختیار واقعی، ریسک‌های خطرناکی را نیز در بطن خود گنجانده است. از به اصطلاح این گزینه‌ها و فرصت‌های آتی نباید با هدف سوءاستفاده در توجیح هیچ نوع سرمایه‌گذاری استفاده شود. هرچه که باشد، بازهم اختیار واقعی باید در طول یک فرآیند ارزیابی و ارزش‌گذاری مورد بررسی قرار گیرند تا مشخص شود که آیا این اختیار ارزش سرمایه‌گذاری اولیه را به‌منظور ارائه یک گزینه جدید به سرمایه‌گذاران دارند یا خیر؛ در بسیاری از موارد گزینه‌ها پس از بررسی فاقد هیچ‌گونه ارزشی بوده و سرمایه‌گذاری بر روی آنها، در راستای تأمین یک گزینه احتمالی آتی برای پروژه، امری اشتباه است. علاوه بر آن، پروژه‌ها معمولاً دارای شرایط پویای منحصر به فرد هستند و با توجه به همین عامل، ترک آنها در برخی موارد ممکن است بسیار سخت باشد. از این‌رو به‌واسطه همین پویایی، صِرف تغییر رویکرد ارزش‌گذاری یک پروژه از روش جریان‌های نقدی تنزیل‌شده به روش اختیار واقعی کفایت نکرده و الزامی است تا تمامی فرآیندهای تصمیم‌گیری در رابطه با پروژه را از روش ایستا به این روش جدید (اختیار واقعی) که روشی پویا است تغییر کنند. فرض در اختیار واقعی اینست که مدیریت براساس اطلاعات در دسترسی که در آینده و درخلال عملکردهای پروژه بدست می‌آورد، براساس *اصل تصمیم‌گیری منطقی*[1] اقدام به اخذ تصمیم‌های آتی خود خواهد نمود؛ پس در اینجا توجه به دو نکته حیاتی است: اول، اطلاعات عملکردهای آتی پروژه در طول زمان به درستی به مدیریت انتقال یابند و دوم، تصمیم‌گیری براساس اصل منطق و بدست آوردن بهترین نتایج و بدون دخالت هیچ‌گونه عامل خارجی دیگری صورت پذیرد و منظور از عامل خارجی، عواملی خارج از محیط طبیعی صنعت و بازار، محیط سازمانی شرکت و

[1] rational decision making

دیگر عواملی است که به‌صوررت طبیعی در یک کسب‌وکار دخیل هستند. لحظه‌ای که مدیریت از این اصول تخطی کند، ارزش‌گذاری حاصل از این روش نیز توجیه خود را از دست خواهد داد. پس می‌توان به نوعی عنوان نمود که روش اختیار واقعی در حقیقت یک سبک استراتژیک مدیریتی، و نه صرفاً یک ابزار ارزش‌گذاری محض، است.

بالاتر ذکر کردیم که گزینه‌ها، یا انعطاف‌پذیری مرتبط با آنها، ارائه‌کننده ارزش هستند که در روش ارزش‌گذاری جریان نقدی تنزیل‌شده گنجانده نشده است و به همین دلیل، معمولاً ارزش حاصل از روش ارزش‌گذاری اختیار واقعی، مقدار بالاتری را نسبت به ارزش حاصل از روش ارزش‌گذاری جریان نقدی‌تنزیل شده نشان می‌دهد. اما این اتفاق به معنای آن نیست که ناگهان با تغییر رویکرد از روش جریان نقدی تنزیل‌شده به روش اختیار واقعی بر مقدار ارزش پروژه افزوده می‌شود؛ پروژه همچنان همان است که بود و مدیریت می‌تواند به صورت دوره‌ای در هر زمان و متناسب با بروز هر تغییر، شرایط و پارامترها را مجدداً ارزیابی کرده و متغییرهای ورودی روش جریان نقدی تنزیل‌شده را به روز نموده و نهایتاً ارزش حاصل از ارزش‌گذاری جدید را، متناسب با این شرایط و فرضیات متحول شده بدست آورد و در ادامه، با توجه به ارزش محاسبه شده جدید، تصمیم به ادامه پروژه، سرمایه‌گذاری مجدد در آن و یا، ترک پروژه گیرد. ایراد جریان نقدی تنزیل‌شده اینست که به پروژه از جنبه یک ماهیت دارای حیات نگاه نمی‌کند حال آنکه، این نگاه نکردن به پروژه در طول برهه‌های زمانی منحنی عمر آن، گاهاً موجب گمراهی‌هایی می‌گردد که منجر به از دست رفتن فرصت‌ها می‌شود. در فصل آتی، بیشتر در رابطه با این جنبه‌های پویا و زنده پروژه صحبت خواهیم کرد.

نهایتاً، در جدول زیر می‌توانید تفاوت‌های دو روش جریان نقدی تنزیل‌شده و روش اختیار واقعی را مقایسه نمایید:

**جدول ۳) مقایسه روش های جریان نقدی تنزیل شده و اختیار واقعی**

| روش | مزایا | معایب |
|---|---|---|
| **جریان نقدی تنزیل‌شده** | • به سادگی قابل درک و استفاده است.<br>• روش استلندارد مورد استفاده در تمامی بخش‌های اقتصادی است. | • ارزش انعطاف‌پذیری و عدم قطعیت بازار در آن منظور نمی‌گردد.<br>• برای مدیریت ریسک مناسب نیست. |
| **اختیار واقعی** | • عدم قطعیت بازار را جذب کرده و اجرای واکنش‌های انعطاف‌پذیر را ممکن می‌سازد.<br>• مناسب برای مدیریت ریسک است<br>• اگر بدرستی درک گردد، قدرت تفکر استراتژیک را تقویت می‌کند. | • به فرضیات و داده‌های بیشتری وابسته است (نسبت به روش جریان نقدی تنزیل‌شده).<br>• استفاده از آن پیچیدگی‌های فنی خاص خود را دارد. |

### ۲.۳.۳.۸. روش‌های حل[۱]

ریاضیات محاسبات مالی، چهار روش متفاوت را جهت ارزش‌گذاری یک گزینه در اختیار قرار می‌دهند:

۱. فرمول (راه حل بسته)[۲]
۲. درخت‌ها
۳. شبیه‌سازی‌ها[۳]
٤. تفاضل محدود[۴]

تمامی این روش‌ها جواب‌های یکسانی را بدست می‌آورند هرچند، روش رسیدن به جواب در هریک از آنها متفاوت است و ما هریک از این روش‌ها را با رویکرد کاربردی که در ارزش‌گذاری اختیار واقعی دارند توضیح و تشریح خواهیم نمود؛ برخی از روش‌ها جهت کاربردها و مقاصدی خاص توسعه یافته‌اند و الزاماً پاسخ‌گوی نیازهایی که در روش ارزش‌گذاری اختیار واقعی وجود دارد، نیستند. در رابطه با تفاوت محاسبات اختیار واقعی با محاسبات مالی باید عنوان کرد که اولاً، فرضیات در اختیار واقعی در مقایسه با گزینه‌های مالی، نسبتاً ساده‌تر هستند و ثانیاً، کاربرانی که از روش ارزش‌گذاری اختیار واقعی استفاده می‌کنند از دانش ریاضیات نسبتاً محدودتری در قیاس با متخصصین ریاضات و محاسبات مالی برخوردارند فلذا، روش‌هایی که برای این قشر مدوّن می‌گردند می‌بایست تا حد امکان ساده، آسان، سهل‌الاستفاده و عملیاتی باشند. از این‌رو باید تا جایی که امکان دارد از پیچیدگی‌های روش ارزش‌گذاری کاسته گردد تا جاییکه کاربر بتواند به درستی آنها را درک کرده و از آنها استفاده کند؛ ساده‌سازی بیش از اندازه نیز نباید انجام شود چراکه خواص و قابلیت‌های روش‌های محاسباتی را به شدت محدود می‌کند. مهمتر از همه، این روش باید خصوصیاتی را که در ارزش‌گذاری اختیار واقعی در نظر گرفته شده است نشان دهد و نباید آنها را در الگوریتم‌های پیچیده ریاضیاتی مخفی کند؛ تصمیم‌گیرندگان و مدیران به ابزاری کارآمد، توصیفی و قابل فهم نیاز دارند، نه یک جعبه سیاه علمی پیچیده که تفسیر خروجی‌های آن، خود نیاز به اشراف علمی بالا به دانش ریاضیات محض و غیره داشته باشد. مدیران باید بتوانند بدون یک مونولوگ و سخنرانی توجیهی طولانی درباره فرضیات و پیچیدگی‌های فنی استفاده‌شده در محاسبات، از تصمیمات خود دفاع کرده و آنها را توضیح دهند. ارزش‌گذاری‌ها باید معیارهایی باشند که به مدیران در برقراری ارتباط بین ارزش محاسبه‌شده برای یک سرمایه‌گذاری خاص و ریسک مترتب به آن کمک کند و تصمیم‌گیری را برای این افراد آسان‌تر کنند نه‌اینکه خود به چالشی برای آنها تبدیل شوند. اکنون با چنین رویکرد و بینشی، چهار روش ارزیابی مورد نظر را بررسی خواهیم کرد.

---
[۱] Resolution Methods
[۲] closed form solution
[۳] Simulations
[۴] Finite differences

### ۲.۳.۳.۸.۱. فرمول[1]

فرمول‌ها بهترین کاربرد را در ارزش‌گذاری‌های ساده و محاسبه گزینه‌هایی با پنج پارامتر ورودی ۱- مقدار پایه، ۲-مقدار ظرفیت اسمی، ۳-میزان بلوغ طرح (طول دوره محاسباتی)، ۴-نرخ سود، ۵-نوسانات (تورم) دارند. متأسفانه تقریباً غیرممکن است که بتوانیم پیچیدگی اختیار واقعی را در قالب فرمول‌های بسته ارزش‌گذاری یک پروژه بگنجانیم. به محض وارد کردن پارامترهای مرتبط با پیچیدگی، محاسبات وارد فضای پیچیده فراتر از حد دانش ریاضیاتی فرد محاسب شده و عملاً وی را وارد جعبه سیاه می‌کند. جدای از این مسئله، استفاده از فرمول‌ها تنها منجر به یک عدد نهایی می‌شوند حال آنکه، هدف از استفاده از روش اختیار واقعی، محیا کردن یک بینش و ابزار مدیریتی است که بتواند تمامی سناریوهای ممکن را به تصویر کشیده و تأثیر آنها را بر میزان ارزش‌گذاری و تصمیمات اتخاذی نمایان کند. از این‌رو، استفاده از فرمول‌ها برای این منظور کاربردی ندارد. در فصول آتی و درجاییکه تفاوت بین اختیار واقعی و اختیار مالی را بررسی می‌کنیم، به‌طور مفصل در رابطه با کاربرد فرمول‌ها در اختیار واقعی صحبت خواهیم کرد.

### ۲.۳.۳.۸.۲. درخت‌ها

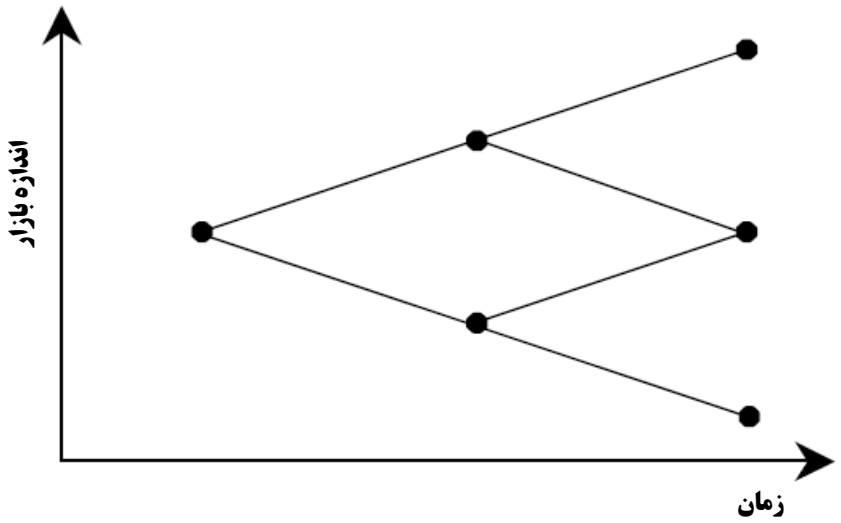
درخت‌ها مدل ساده‌سازی‌شده تحرکات آتی بازار هستند و به صورت گسترده‌ای در ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی کاربرد دارند. درخت‌های دوجمله‌ای (دو شاخه‌ای) زمان را از لحظه بدو تولد پروژه تا زمان بلوغ آن به زیرمجموعه‌هایی با دوره‌های کوتاه‌تر زمانی تقسیم‌بندی کرده و در آنها چنین فرض می‌شود که هر قدم از این تقسیم‌بندی‌ها، ناظر بر برهه‌ای از زمان است که در آن رفتار بازار، یا مطابق آنچه در ادامه خواهیم دید، ظرفیت اسمی طرح و نقطه اوج فروش، می‌تواند هم به سمت افزایش و هم به سمت کاهش تغییر کند و برای هریک از این سناریوها، درصد احتمال وقوع مشخصی را نیز قائل است.

بهترین درخت‌های دو جمله‌ای به نحوی طراحی شده‌اند که اگر در آنها یک قدم رو به جلو برداشته و سپس، مجدداً یک قدم رو به عقب برداریم، به شرایط مشابهی از بازار برسیم. از ویژگی‌های درخت‌های دوجمله‌ای اینست که معمولاً رشد درخت‌ها تا زمان انقضای گزینه ادامه می‌یابند؛ همچنین، قدم‌های زمانی را می‌توان به منظور ارضای دقیق مقتضیات و الزامات، به صورت بازه‌های زمانی سالانه، فصلی، ماهانه، و یا حتی روزانه انتخاب نمود. معمولاً هرچه قدم‌های زمانی کوتاه‌تر باشد، ارزش‌گذاری نهایی دقیق‌تر خواهد بود. ارزش گزینه از طریق محاسبه نوک شاخه‌های درخت آغاز شده و تا ریشه درخت ادامه می‌یابد و از این طریق، مقدار نهایی حاصل می‌شود. در نقطه انقضاء، چنانچه شرایط بازار شناخته‌شده باشد، مقدار ارزش گزینه مشخص خواهد بود و درخت به‌طور دقیق، در انتهای شاخه‌های خود، تمامی وضعیت‌های بازار را بیان خواهد نمود. پس از تشکیل درخت، خود را در یک نقطه مانده به انتهای درخت (یک قدم عقب‌تر از نقطه انقضا) قرار داده و از آن نقطه شروع به بررسی حالت‌های ساده‌سازی‌شده متصوره پیش‌رو می‌کنیم بدین صورت که، در هریک از این

[1] Formulae

نقطه‌ها، ما تنها با دو گزینه پیش‌رو مواجه خواهیم بود که احتمال وقوع هریک از آنها را نیز می‌دانیم. زمانیکه قادر به مواجه با هریک از این حالت‌های متصوره پیش‌رو که آنها را ساده‌سازی کرده‌ایم باشیم آنگاه، می‌توانیم ارزش گزینه را در هر یک از حالت‌هایی که تنها یک قدم عقب‌تر از نقطه انقضا هستند محاسبه کنیم. با ادامه روند محاسبات به‌صورت قدم به قدم و حرکت به سمت عقب و به‌سوی ریشه درخت، نهایتاً به نقطه ریشه خواهیم رسید. با تقسیم مشکل ابتدایی به دو وضعیت متمایز و واضح، می‌توانیم ارزش گزینه را محاسبه نماییم.

فهم درخت‌ها برای افراد ساده است چراکه درخت‌ها به‌صورت بصری تمامی اتفاقاتی را که ممکن است در بازار رخ دهند به تصویر می‌کشند؛ درحالیکه فرمول‌ها بدون هیچ توضیح و ارائه برهانی، به‌صورت یکجا عدد نهایی ارزش گزینه را ارائه نموده و از بیان رابطه بین عوامل تعیین‌کننده و دخیل در ارزش عاجز هستند. درخت، فرد را قادر می‌سازد تا به‌طور دقیق، زمان و نحوه تأثیر عوامل دخیل و موثر در ارزش را بر روی ارزش پایانی مشاهده و درک کند. هرکسی که بتواند درخت یک گزینه را تشکیل دهد، هیچ مشکلی با تشریح چگونگی شکل‌گیری ارزش پایانی نخواهد داشت و به سادگی قادر به توجیه این ارزش خواهد بود.




**شکل ۱۴) یک درخت نوترکیب (مورثی) دو جمله ای**

## ۲.۳.۳.۸.۳. شبیه‌سازی‌ها

دیدگاه مورد استفاده در شبیه‌سازی از دیدگاه درخت‌ها نیز ساده‌تر است؛ در این روش اقدام به پیش‌بینی آینده قبل از وقوع آن می‌شود به این معنا که، ابتدا نقاط بیشینه فروش را پیش‌بینی کرده و سپس باتوجه به شرایط پیش‌بینی شده‌ای

که ممکن است در آینده رخ دهند، ارزشی را به آن نسبت می‌دهیم. این امر بارها تکرار شده و در کنار آن از یک الگوریتم که نتیجه را به‌صورت تصادفی انتخاب می‌کند استفاده می‌شود. میانگین سناریوهای شبیه‌سازی‌شده باید متناظر با توزیع احتمال وقوع فرض‌شده باشند. زمانیکه تمامی سناریوها پیش‌بینی و تدوین گردیدند، دیگر هیچ عدم قطعیت وجود نخواهد داشت. هر مدیری می‌تواند ارزش طرح پیش‌روی خود را از این طریق محاسبه و اعلام نماید چراکه اکنون، وی به اتفاقاتی که در آینده رخ خواهند داد اشراف داشته و از آنها آگاه است. شبیه‌سازی‌ها نه‌تنها ارزش میانگین یک گزینه را بدست می‌آورند بلکه، دیدگاه‌های جامع و مناسبی را پیرامون عدم قطعیت ارزش ارائه داده و درنتیجه، ابزار بسیار مناسبی جهت اندازه‌گیری ریسک هستند.

**شکل ۱۵) مسیرها در یک شبیه‌سازی**

تکنیک‌های شبیه‌سازی به‌خوبی قادر به حل فرضیات پیچیده‌تر هم هستند اما در این‌صورت، درگیر *ساختارهای ویژه گزینه*[۱]ای خواهند شد که به آنها در اصطلاح *وابستگی‌های مسیر*[۲] گویند. اما با این‌حال، شبیه‌سازی‌ها در دنیای مالی بسیار محبوب بوده و برای ارزش‌گذاری اختیار واقعی بسیار مناسب هستند. متأسفانه استفاده از شبیه‌سازی نیاز به دانش برنامه‌نویسی دارد فلذا، معمولاً روشی بسیار پیچیده است. در فصل جداگانه‌ای که به شبیه‌سازی‌ها اختصاص داده‌ایم، دستورالعمل‌هایی را جهت تشکیل و استفاده از شبیه‌سازی‌ها ارائه خواهیم نبود.

[۱] special option structures
[۲] path-dependency

### ۲.۳.۳.۸.۴. تفاضل محدود

ارزش‌گذاری گزینه‌ها در ابتدا توسط رویکردی انجام می‌شد که نشأت گرفته از یک مفهوم ریاضی تحت عنوان معادلات دیفرانسیل جزئی[۱] (PDE) بود. معادلات دیفرانسیل جزئی، دیدگاه و مفهمومی بسیار انعطاف‌پذیر هستند که می‌توانند در حل فرضیات و مسائل گوناگون بسیاری مفید واقع شوند. مسئله‌ای که در مورد آنها وجود دارد اینست که، این معادلات تنها خصوصیات و ویژگی‌های ارزش گزینه را منعکس می‌کنند و با برخی اصلاحات و تغییراتی که در برخی پارامترها انجام می‌دهند می‌تواند رفتار آن را به تصویر بکشند؛ حال آنکه علی‌رغم این توانایی‌ها، قادر به ارائه مقدار ارزش نیست. در فرضیات ساده‌ای که پیچیدگی‌های زیادی ندارند، می‌توان از معادلات دیفرانسیل جزئی جهت محاسبه ارزش گزینه هم استفاده نمود اما در اکثر مواقع چنین امکانی وجود نخواهد داشت. همچون درخت‌های دوجمله‌ای، تفاضل محدود نیز مسئله را به زیرمجموعه‌های کوچکتر تقسیم کرده و اگرچه امکان پیش‌بینی نحوه توسعه ارزش در مقیاس بزرگ و برای کل مسئله عملاً غیرممکن است اما تفاضلات جزئی با مدد از معادلات مشتق جزئی می‌توانند نحوه توسعه ارزش را در مسائل خرد شده‌ای که همان زیرمجموعه‌های مسئله اصلی هستند پیش‌بینی نمایند. مشتقات جزئی کاربرد وسیعی در علوم مهندسی، بیولوژی و حتی هواشناسی دارند چراکه قدرت فوق‌العاده بالایی در پیش‌بینی نتیجه‌ها داشته و تنها لازمه این کار آنها اینست که کاربری که قصد استفاده از آنها را دارد، مهارت بسیار بالایی در مفاهیم ریاضی و محاسباتی و برنامه‌نویسی داشته باشد.

برای ارزش‌گذاری از طریق اختیار واقعی در طرح‌ها و پروژه‌های زیست‌دارویی، استفاده از درخت‌ها روش مناسبی است. یک فرمول ساده نمی‌تواند تمامی جوانب یک پروژه اینچنینی را پوشش دهد. در ادامه در مورد کاربرد شبیه‌سازی‌ها در چنین مواردی توضیح خواهیم داد اما از شرح تفاضلات محدود بدلیل پیچیدگی‌ها و مقتضیات اولیه‌ای که نیاز دارند صرف‌نظر می‌کنیم.

[۱] partial differential equations

جدول ۴) مقایسه روش های حل

| روش | مزایا | معایب |
|---|---|---|
| **فرمول** | • سهولت استفاده<br>• سرعت<br>• حساسیت | • فرآیند محاسبه عینی نیست.<br>• تنها برای ساختارهای گزینه‌ای ساده کاربرد دارد.<br>• فرضیات آن ساده است. |
| **درخت‌ها** | • قابلیت درک آسان<br>• بصری بودن<br>• قابلیت حل و فصل گزینه‌های پیچیده‌تر | • صلبیت[1] روش |
| **شبیه‌سازی‌ها** | • قابلیت فهم آسان<br>• بصری بودن<br>• قابلیت حل و فصل فرضیات پیچیده‌تر را دارند. | • زمان‌بر بودن<br>• معضل وابستگی به مسیر دارند. |
| **تفاضلات محدود** | • قابلیت حل و فصل فرضیات پیچیده‌تر را دارند.<br>• قابلیت حل و فصل گزینه‌های پیچیده‌تر دارند. | • روند محاسبات بصری نبوده و فهم آن سخت است.<br>• نیازمند مهارت‌های فنی بالا هستند. |

## ۹.۳.۳.۲. ارزش‌گذاری از طریق درخت‌های دوجمله‌ای در اختیار واقعی

در این بخش به تفصیل در رابطه با نحوه استفاده از درخت‌های دوجمله‌ای در ارزش‌گذاری اختیار واقعی صحبت خواهیم کرد. این نکته که خواننده بتواند نحوه ساخت و استفاده از درخت‌ها در ارزش‌گذاری را به درستی درک کرده و از آن استفاده کند بسیار مهم است چراکه تسلط به این موضوع، سنگ بنای تمامی فصول آتی است که با اختیار واقعی سر و

[1] Rigid

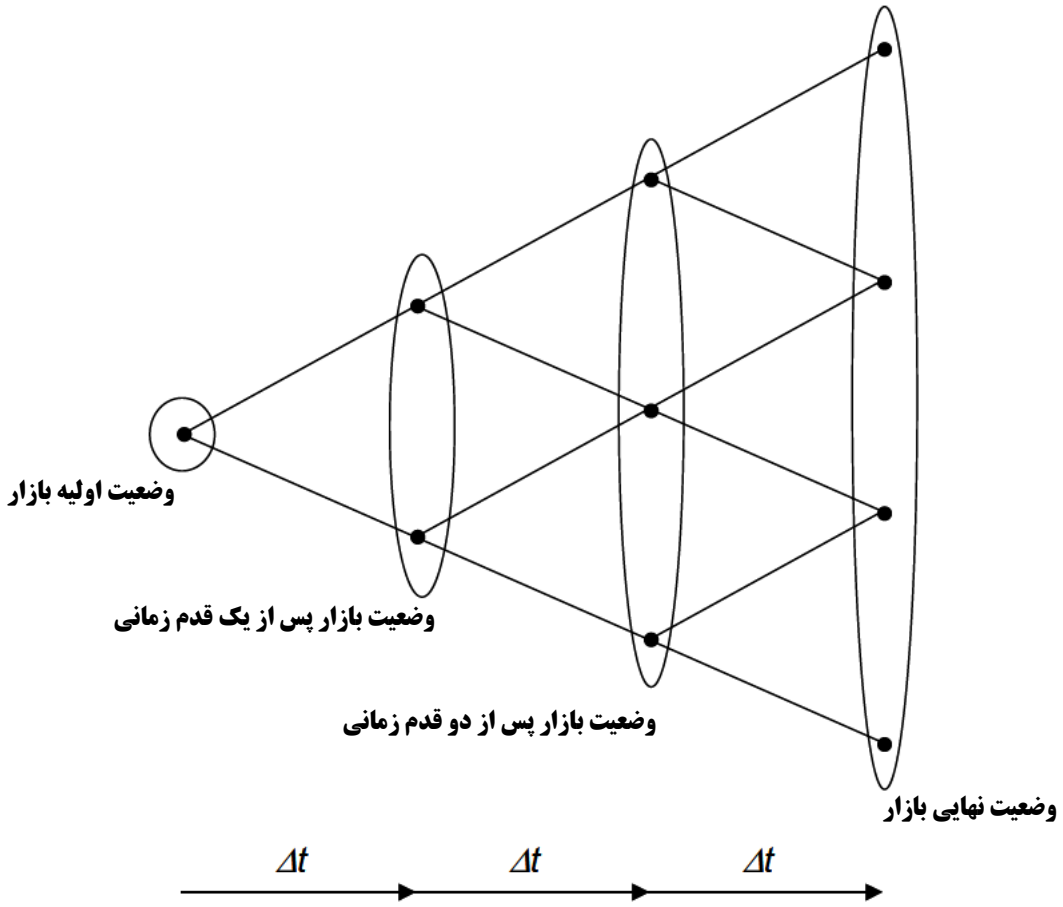
کار دارند. ضمناً، استفاده از فرمول *بلک-اسکولز*[1] در ارزش‌گذاری اختیار واقعی، در فصلی جداگانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

ما با استفاده از یک درخت اقدام به مدل‌سازی نحوه تکامل و توسعه بازار و احتمالات پیرامون تغییرات در جریان‌های درآمدی حاصل از فروش می‌کنیم. اگرچه وضعیت فعلی بازار برای ما مشخص است اما، عدم اطمینان موجود در محیط بازار اجازه پیش‌بینی دقیق بازار در زمان آینده را (مثلاً در یک قدم زمانی یک ماهه) به ما نمی‌دهد.

وضعیت بازار یا می‌تواند بهتر شود و یا بدتر و قدم رو به بالا یا رو به پایین از هر مرحله به مرحله بعد این امر را نشان خواهد داد. هرچه در طول زمان پیش‌روی کنیم، به میزان عدم اطمینان (عدم قطعیت) پیش‌بینی‌هایمان افزوده می‌شود، بنابراین با پیمایش در طول زمان، هرچه بیشتر رو به جلو حرکت کنیم، درخت پهن‌تر شده و شاخه‌های بیشتری پیدا می‌کند. هر گره در درخت بیانگر یک ایستگاه است که در آن یک وضعیت منحصر به همان گره، متناسب با شرایط بازار در آن برهه زمانی، وجود دارد و گره‌های نهایی درخت، شرایط متصوّره برای بازار در آخرین بازه زمانی تحت بررسی می‌باشند.

در ارزش‌گذاری اختیار واقعی، ما بازار را تا آخرین مرحله‌ای که تا آن نقطه قصد بررسی و ارزش‌گذاری پروژه را داریم رصد کرده و متعاقباً، بازار را تا همان نقطه مدل می‌کنیم. سپس خود را در هریک از گره‌های پایانی قرارداده و درحقیقت با این کار، حاصل هر یک از تصمیمات خود، و بازتاب آن در بازار، را مشاهده کرده و مورد بررسی قرار می‌دهیم. وضعیت بازار در این نقطه‌ها موید تمامی جریان‌های نقدی آتی، درآمدها و هزینه‌ها خواهد بود. در این مرحله، تصمیم‌گیری در این شرایط هیچ تفاوتی با زمانی که می‌خواستیم از روش جریان‌های نقدی تنزیل‌شده ارزش پروژه را در شرایطی مشخص از عدم قطعیت محاسبه کنیم ندارد. در برخی از این نقطه‌های پایانی، شرایط بازار آنقدر بد است که ارزش جریان نقدی تنزیل‌شده منفی خواهد بود و جریان‌های نقدی مورد انتظار، سود لازم جهت تشویق سرمایه‌گذار به سرمایه‌گذاری را برای او فراهم نمی‌آورد. در چنین حالت‌هایی، ما پروژه را ترک خواهیم کرد و متعاقباً، ارزش پروژه در این نقطه‌های متروک، **صفر** درنظر گرفته خواهد شد چراکه بدلیل ترک پروژه در این نقطه‌ها، عملاً جریان نقدی آتی وجود نخواهد داشت.

[1] Black-Scholes



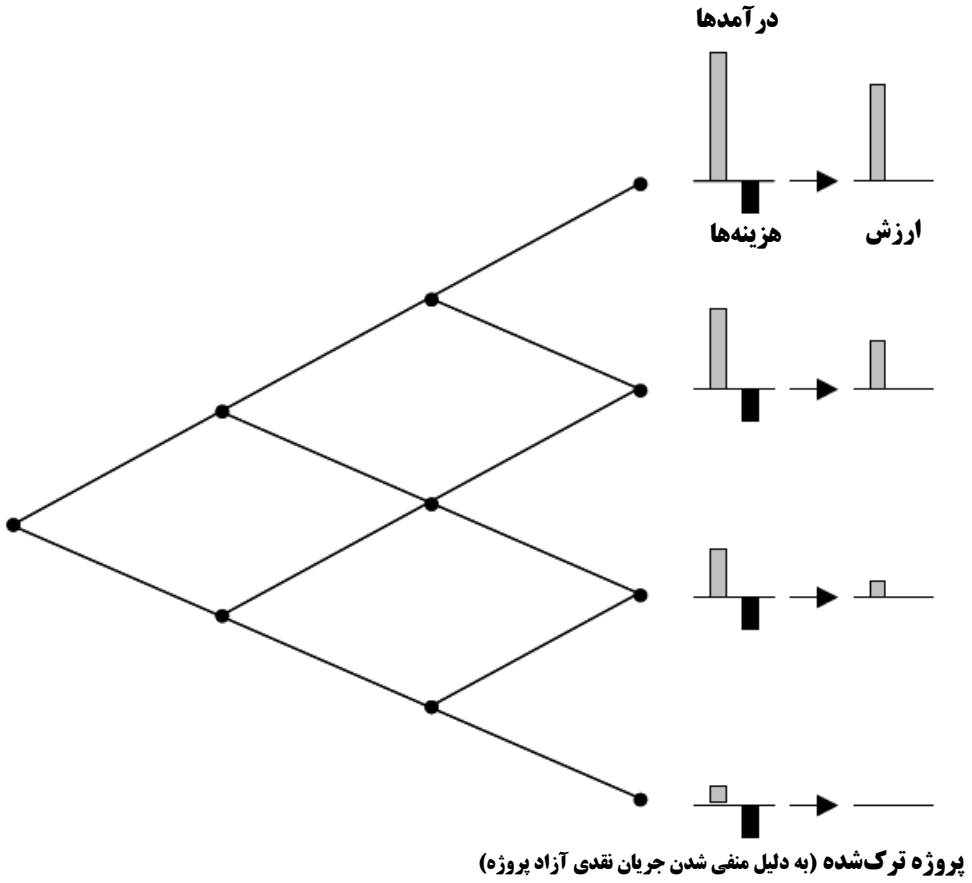

شکل ۱۶) درخت دو جمله ای

در نظر گرفتن ارزش صـــفر به‌جای وارد کردن ارزش فعلی خالص منفی، مترادف با گزینه ترک، که پیش‌تر در مورد آن صحبت کرده‌ایم، است. در شرایطی که ارزش فعلی خالص به‌جای مقدار منفی، صفر درنظر گرفته شود، ارزش کلی پروژه افزایش می‌یابد؛ حال آنکه در دیگر حالاتی که ارزش فعلی خالص در نقطه‌های نهایی وضـعیت مثبت هسـتند، عیناً همان مقادیر در محاسـبات منعکس خواهند گردید. طبیعی اسـت که با انجام چنین تمهیداتی، ارزش کلی پروژه بالاتر از زمانی خواهد بود که مقادیر منفی را در آن لحاظ می‌کردیم پس، تفاوت دو حالت فوق‌الذکر، همان ارزش گزینه ترک می‌باشـــد که به‌واسـطه اجتناب از زیان به‌وجود می‌آید و منبع اصـلی ایجاد اختلاف ارزش‌ها در دو روش جریان نقدی تنزیل‌شـده و ارزش‌گذاری اختیار واقعی با یکدیگر است.

در مرحله بعد، خود را در نقاطی که یک قدم عقب‌تر از نقاط مرحله قبل بودند (نقاط یکی ملنده به انتهای درخت) قرار می‌دهیم. عدم قطعیت موجود در این *نقاط حالت* پیچیدگی زیادی ندارد. ما یا باید از این نقاط به ســـمت نقطه بعدی (نقطه انتهایی درخت) بالاتر برویم و یا پایین‌تر (یعنی از این نقطه یا باید به ســـمت شـــاخه رو به بالا حرکت کنیم یا به سمت شاخه رو به پایین نشات گرفته از همان نقطه)؛ تصمیم هرچه که باشد، ما در مرحله قبل احتمال وقوع و ارزش آن

در هریک از این نقاط را پیش‌بینی کرده‌ایم. بنابراین می‌توانیم ارزش مورد انتظار پروژه را در این نقاط محاسبه کرده، تنزیل نموده، جریان‌های نقدی را که در خلال این مرحله رخ می‌دهند را محاسبه کنیم. محاسبه ارزش در هریک از این نقاط زمانی منجر به این می‌شود که دو لایه بیرونی درخت کاملاً محاسبه شده و با ادامه همین فرآیند به صورت مرحله به مرحله، نهایتاً به ریشه درخت خواهیم رسید. نهایتاً ارزش کلی این پروژه برابر با ارزش محاسبه شده برای گره ابتدایی آن در وضعیت حالت ریشه درخت خواهد بود چراکه ارزشی که در این نقطه بدست آمده است، بیانگر وضعیت آتی پروژه در زمان حال بازار فعلی می‌باشد.

اکنون هر یک از مراحل و نکاتی را که پیرامون درخت ارزش‌گذاری در بالا عنوان کردیم به گام به‌گام تشریح خواهیم نمود.




شکل ۱۷) محاسبه گره های انتهایی

**گام اول:** *پارامترهای پروژه اعم از مقدار پایه[1] $S$، نرخ رشد[2] $\mu$، نوسانات[3] $\sigma$، فواصل قدم‌های زمانی[4] $\Delta t$، میزان هزینه‌ها، نرخ موفقیت و طول مدت زمان (مدت زمان بررسی) پروژه باید مشخص گردند.* به منظور انجام ارزش‌گذاری، قبل از تشکیل درخت می‌بایست مقادیر پارامترهای ورودی درخت را به درستی شناسایی کنیم. شاید تمامی این مقادیر فعلاً مورد نیاز درخت نباشند اما بهتر است تا قبل از آغاز عملیات و شروع محاسبات، آنها را شناسایی کرده و در یک صفحه اکسل ثبت کنیم.

در ابتدا باید مقدار پایه درخت، S را مشخص کنیم. در بیشتر موارد مقدار پایه یا مقدار بستر برابر با ظرفیت اسمی پروژه یا همان بیشترین مقدار فروش و یا وضعیت بازار درنظر گرفته می‌شود. زمانیکه بیشینه فروش را داشتیم، اقدام به تخمین نرخ رشد و عدم قطعیت یا همان نوسانات می‌کنیم. اگر تمام مشخصات یک پروژه، یا همان تمامی خصایص پروژه در حین توسعه آن را بدانیم، کم‌وبیش می‌توانیم به‌صورت دقیقی میزان بیشینه فروش را در زمان‌های رونمایی و ورود به بازار تخمین بزنیم. قبل یا حین توسعه و رشد پروژه، عوامل زیادی هستند که می‌توانند بر میزان بیشینه فروش اثرگذار باشند. ظهور دانش جدید پیرامون نحوه ارتقاء کارآیی و بهره‌وری، افزایش سطح ایمنی، تغییر در کاربرد و یا تغییر در شرایط رقابتی بازار بر اثر عواملی چون ورود رقبای جدید به بازار و حتی بروز رکود در بازار و غیره، همگی عواملی هستند که می‌توانند در تغییر بیشینه فروش S نقش داشته باشند. ما دقیقاً نمی‌دانیم این فاکتورهای ریسک به چه نحوی تأثیر خود را بر پروژه اعمال می‌کنند و حتی در بسیاری موارد اصلاً نمی‌دانیم فرآیند تکامل و نمو آنها در محیط بازار و پروژه به چه صورت خواهد بود اما فرض می‌کنیم که اولاً، بازار کلی دارو با نرخ رشد $\mu$ رشد خواهد کرد و دوم، بیشینه یا ظرفیت فروش پروژه S، با نرخ نوسان $\sigma$ تغییر خواهد کرد. نرخ نوسانات، پارامتری است که بازتاب‌دهنده عدم قطعیت، یا به اصطلاح، میزان اطمینان و صحت وقوع حتمی بیشینه فروش مورد انتظار، می‌باشد. هرچه در زمان محاسبه ارزش‌گذاری عدم قطعیت بوقوع پیوستن بیشینه فروش پیش‌بینی‌شده بالاتر باشد، نررخ نوسانات پیش‌بینی بیشتر خواهد بود. در ادامه کتاب و در فصول بعدی در رابطه با نوسانات بیشتر صحبت خواهیم کرد. نهایتاً، برای انجام ارزش‌گذاری باید تمامی پارامترهای مرتبط با پروژه همچون طول دوره فازهای مختلف پروژه، نرخ موفقیت و هزینه هر فاز مشخص شوند.

در مثالی که داریم چنین فرض می‌کنیم که شرکت درحال توسعه یک محصول است. محصول در قدم اول نی‌بایست دو مرحله تکامل را طی کند که عبارتند از بررسی امکان‌سنجی آن محصول و بررسی دیگر نکات مهم مترتب به آن همچون بررسی تطابق آن با دیگر محصولات و نیز بررسی تطابقش با الزامات ایمنی و قوانینی که در رابطه با آن می‌بایست رعایت و اجرایی شوند. مطابق ارزیابی‌های ما، نقطه و ظرفیت اسمی بیشینه فروش برابر با ۱۵۰،۰۰۰ دلار خواهد بود و نرخ نوسانات پیش‌بینی نیز حدود ۳۰٪ است. پروژه در مرحله آغاز فاز توسعه اول خود قرار دارد و این فاز حدوداً دو سال به

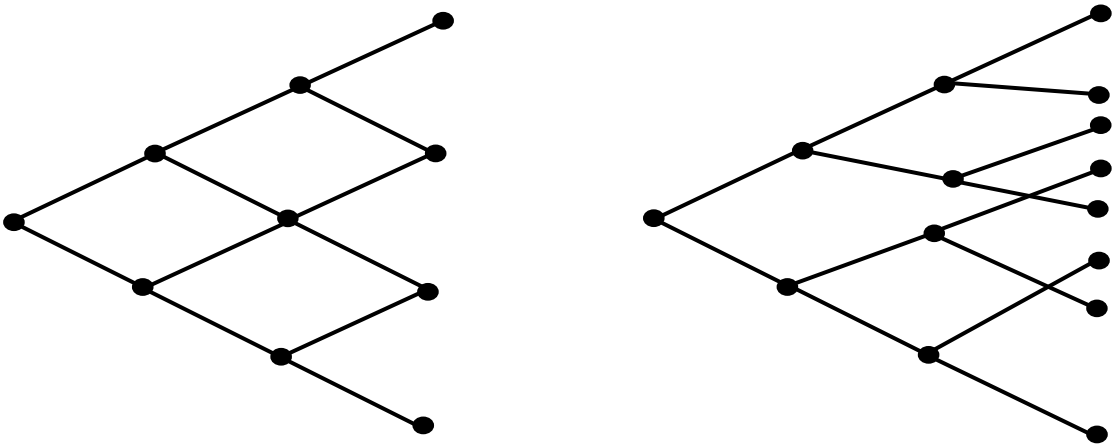
[1] The Underlying
[2] The Growth Rate
[3] The Volatility Rate
[4] The Time Steps

طول خواهد انجامید. اکنون براساس ارزش پروژه، ما می‌بایست تصمیم بگیریم که می‌خواهیم این مسیر را ادامه دهیم یا خیر. پس از دو سال، پروژه آزمون‌های نهایی فاز اول توسعه خود را با نرخ موفقیت ۷۵٪ سپری می‌کند. بار دیگر براساس نتایج خروجی آزمون‌های فاز اول و نیز شرایط وقت بازار اقدام به ارزش‌گذاری مجدد می‌نماییم و تنها زمانی آزمون‌های فاز دوم را آغاز می‌کنیم که ارزش پروژه در این ارزش‌گذاری مجدد، دوباره مثبت باشد. فاز دوم توسعه یک سال به طولل می‌انجامد و نرخ موفقیت آن ۸۰٪ خواهد بود؛ هزینه‌های فاز توسعه اول و دوم نیز به ترتیب عبارتند از ۲۵،۰۰۰ دلار و ۳۰،۰۰۰ دلار. چنانچه پروژه با موفقیت آزمون‌های فاز دوم را نیز سپری کند، اقدام به ارزش‌گذاری مجدد آن براساس شرایط روز بازار خواهیم کرد و براساس نتایج این ارزش‌گذاری است که اقدام به ارائه محصول و ورود به بازار خواهیم نمود. هزینه ورود به بازار ۱۵۰،۰۰۰ دلار بوده و مدت زمان لازم برای اجرای آن چهار سال می‌باشد. نرخ تنزیل مطلوب شرکت ۱۵٪ و مدت زمان فروش محصول در بازار ۵ سال درنظر گرفته شده است؛ حاشیه سود عملیاتی ۵۰٪ خواهد بود.

**جدول ۵) مشخصات پروژه**

| | |
|---|---|
| تخمین بیشینه فروش | ۱۵۰،۰۰۰ دلار |
| نوسانات | ٪۳۰ |
| حاشیه سود | ٪۵۰ |
| نرخ تنزیل | ٪۱۵ |
| طول دوران فروش در بازار | ۵ سال |
| | |
| آزمون‌های فاز یک | |
| طول دوره | دو سال |
| نرخ موفقیت | ٪۷۵ |
| هزینه | ۲۵،۰۰۰ دلار |
| | |
| آزمون‌های فاز دوم | |
| طول دوره | یک سال |
| نرخ موفقیت | ٪۸۰ |
| هزینه | ۳۰،۰۰۰ دلار |

**گام دوم:** *تشکیل و توسعه شاخه‌های درخت.* با فرضیاتی که در گام اول درنظر گرفتیم، اکنون زمان تشکیل و توسعه شاخه‌های درخت می‌باشد. مقدار پایه یا بستر درخت در مثال ما، مقدار ظرفیت اسمی یا بیشینه فروش می‌باشد که در هر قدم زمانی $\Delta t$ که در پروژه رو به جلو برداشته می‌شود این مقدار پایه یا می‌تواند افزایش یافته و یا کاهش یابد. اما به‌طور میانگین، تخمین به سمت مقدار $Se^{\mu\,\Delta t}$ (و یا اگر مقدار $\mu$ با دقت تشکیل شده باشد، $S(1+\mu)^{\Delta t}$) حرکت می‌کند. یکی دیگر از شرایطی که در تشکیل درخت باید به آن توجه کرده و آن را رعایت کنیم اینست که اگر در هر مرحله و گره‌ای از درخت قدمی را رو بالا برداشته بودیم و سپس تصمیم گرفتیم در مرحله بعد یک قدم رو به پایین برداریم (یا بالعکس ابتدا یک قدم رو به پایین برداریم و سپس یک قدم رو به بالا) عیناً به شرایط مشابهی از بازار برسیک که قبل از آغاز این قدم‌های دوگانه در آن حضور داشتیم. با توجه به شکل زیر، این مفهوم را بهتر درک خواهید نمود.



**درخت با ترکیب‌بندی نامناسب** **درخت با ترکیب‌بندی مناسب**

**شکل ۱۸) مقایسه درخت با ترکیب بندی مناسب در برابر درخت با ترکیب بندی نامناسب**

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، رعایت این اصل موجب کاهش شدید در پیچیدگی درخت خواهد شد. اندازه قدم‌ها بوسیله میزان نوسانات و فواصل مداخله‌های زمانی مشخص می‌گردند؛ هرچه میزان نوسانات بیشتر باشد، زاویه شاخه‌ها با یکدیگر بیشتر خواهد بود. فرمول‌های مورد نیاز در ذیل به نمایش درآمده‌اند و چنانچه درخت را مطابق دستورالعمل‌هایی که در پایین عنوان می‌گردد تشکیل دهیم، تمامی شروطی که برای تشکیل یک درخت مناسب می‌بایست رعایت گردند، ارضا خواهند شد. مقدار میانگین پس از هر قدم زمانی $\Delta t$ برابر است با :

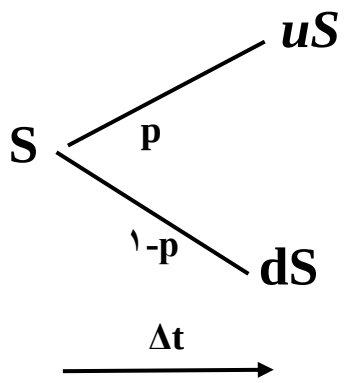
$$pS_u + (1-p)S_d = Se^{\mu\Delta t}$$

با برقرار تساوی $d=1/u$ ، درخت با ترکیب‌بندی مناسب تشکیل شده و عدم اطمینان σ به درستی در درخت قرار می‌گردد. بنابراین، می‌توانین به‌درستی درخت را از گره اول تا آخرین مرحله و گره تصمیم مورد نیاز، ترسیم نماییم.

انتخاب قدم‌های زمانی در میزان دقت ارزش‌گذاری تأثیر دارد و هرچه این قدم‌ها کوچک‌تر باشند، ارزش‌گذاری دقیق‌تر، اما به طبع آن محاسبات ریزبینانه‌تر و متعاقباً پیچیده‌تر، خواهد بود؛ برای مقاصد اختیار واقعی، قدم‌های زمانی یک ماهه، سه ماهه، شش ماهه و حتی یک ساله کفایت می‌کنند.

در قدم رو به بالا: $u= e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$

در قدم رو به پایین: $d= e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$




**شکل ۱۹) قدم رو به بالا و قدم رو به پایین**

احتمال بالا: $p = \frac{e^{\mu\Delta t}-d}{u-d}$

احتمال پایین: $۱ - p$

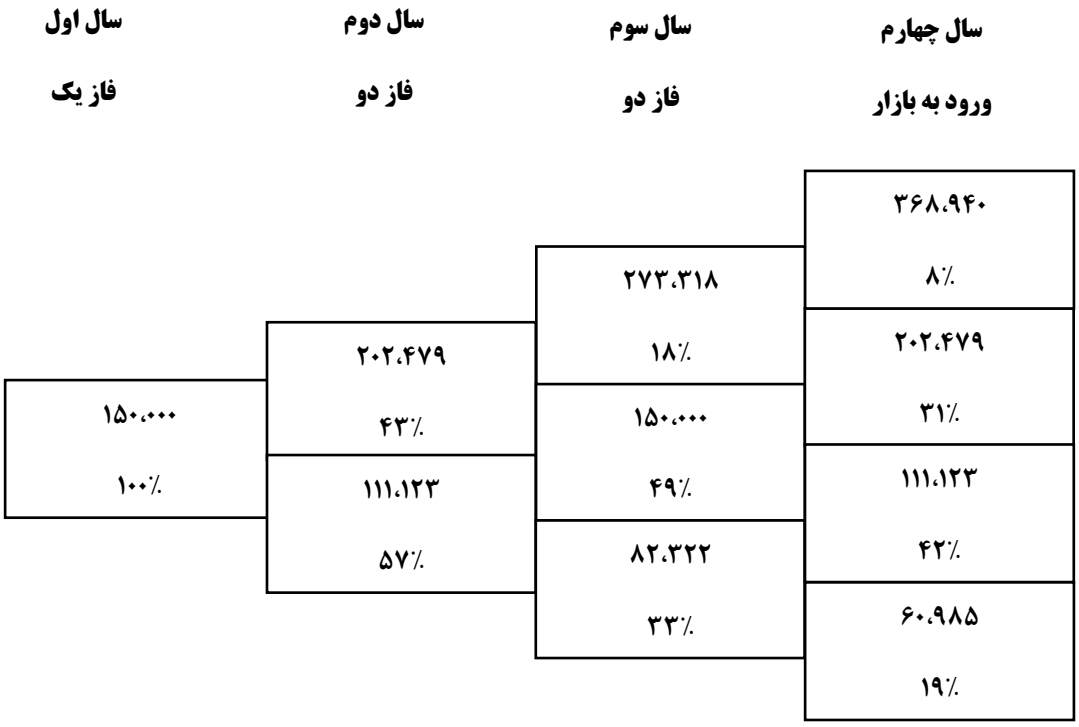
اکنون اقدام به تشکیل درخت مثال خود می‌نماییم. جهت سهولت و سادگی بیشتر، قدم‌های زمانی را یک ساله انتخاب می‌کنیم. ظرفیت اسمی و بیشینه فروش پیش‌بینی شده فعلی ۱۵۰،۰۰۰ دلار با نرخ رشد صفر و نوسانات محاسبات ۳۰٪ می‌باشد. با استفاده از فرمول‌های زیر، اندازه هر قدم را برای هر سال حساب می‌کنیم.

$u= e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{۳۰٪\sqrt{۱}}= ۱,۳۵$

$d=1/u = ۱/۱,۳۵ = ۰,۷٤$

$p = \frac{e^{\mu\Delta t}-d}{u-d} = \frac{e^{۰.۱}-۰.۷٤}{۱.۳۵-۰.۷٤} = ٤۳٪$

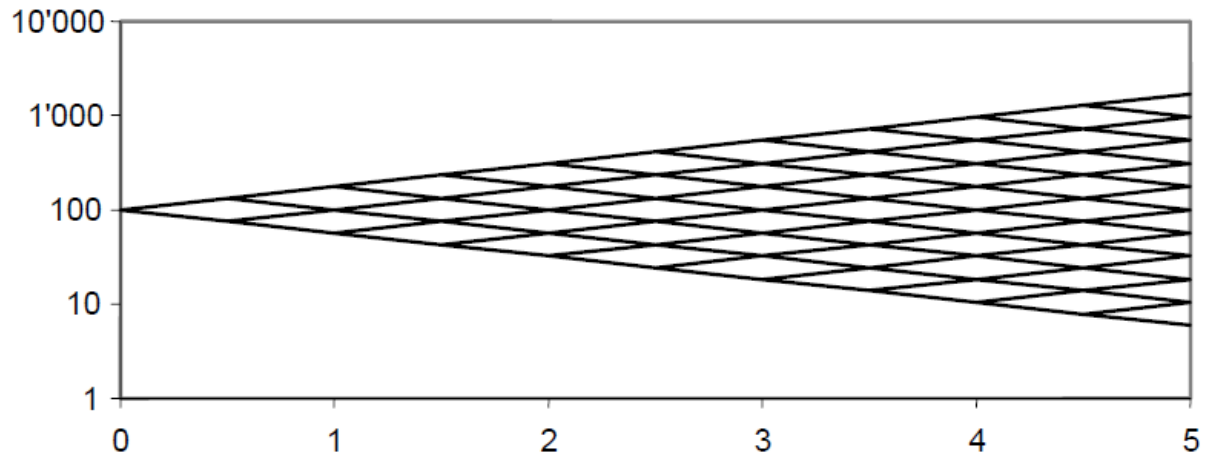
در ســال دوم، انتظار داریم تا بیشــینه فروش به احتمال $p$ برابر با ۴۳٪، به ۱.۳۵ برابر مقدار اولیه که ۱۵۰،۰۰۰ دلار بود افزایش یافته و با این حســاب، مقدار بیشــینه فروش مورد انتظار در این حالت در این ســال برابر با ۲۰۲،۴۷۹ دلار باشــد؛ همچنین انتظار می‌رود تا با احتمال $p$-۱ برابر با ۵۷٪ ، این مقدار به ۰.۷۴ مقدار اولیه تقلیل یافته و برابر با ۱۱۱،۱۲۳ دلار شود. همانطور که تاکنون عنوان کردیم، تغییرات مقدار ظرفیت فروش اسمی یا همان بیشینه فروش، از تغییرات بازار نشأت گرفته و عواملی چون عملکرد پروژه، میزان کاربرد محصول، ایمنی و یا میزان مقبولیت محصول نزد مشتری در این تغییرات دخیل هستند؛ با گذشت زمان و بروز شدن اطلاعات ما پیرامون این مسائل، می‌توان روند تغییرات بازار محصول را شناسایی نموده و متعاقباً، تغییرات فروش بیشینه را مجدداً محاسبه نمود. این امکان ارزیابی مجدد و انعطافی که از این امکان حاصل می‌گردد، اصلی‌ترین تفاوت این روش با روش جریان نقدی تنزیل شده است؛ چنانچه به خاطر داشته باشید عنوان شد کهع در روش جریان نقدی تنزیل شده، میزان بیشینه فروش تنها یک بار محاسبه شده و فرض می‌گردد که این مقدار ثابت بوده و تحت هیچ شرایط در گذر زمان و در طول عمر پروژه، دست خوش تغییرات نخواهد شد. پر واضح اســت که فرض اینکه مقدار فروش در ســال‌های مختلف از عمر پروژه می‌توانند متفاوت از چیزی که ما در ابتدای پروژه پیش‌بینی کرده بودیم باشند فرض محال و دور از واقعیتی نیست و بعدتر مشاهده خواهیم کرد که این مهم، چه کاربردی در پروژه‌های علوم زیستی خواهد داشت. تصویر زیر نشان‌دهنده یک درخت بسط داده شده تا زمان ورود محصول به بازار است. اعداد بالایی نشان‌دهنده میزان فروش بیشینه تخمین‌زده شده و اعداد پایین آنها، نشان‌دهنده درصد احتمال تحقق این مقادیر پیش‌بینی شده در آن حالت خاص می‌باشد.




**شکل ۲۰) درخت تصمیمات دو جمله ای نشان دهنده شرایط بازار در حالت های مختلف و احتمال وقوع هر یک از شرایط**

مشاهده می‌شود که در بهترین حالت، مقدار بیشینه فروش تخمین‌زده شده ۳۶۸،۹۴۰ دلار بوده اما احتمال ورود به بازار در این حالت، تنها ۸٪ است. بدترین حالت که مقدار فروش ۶۰،۹۸۵ دلار است نیز احتمال وقوع ۱۹٪ دارد.

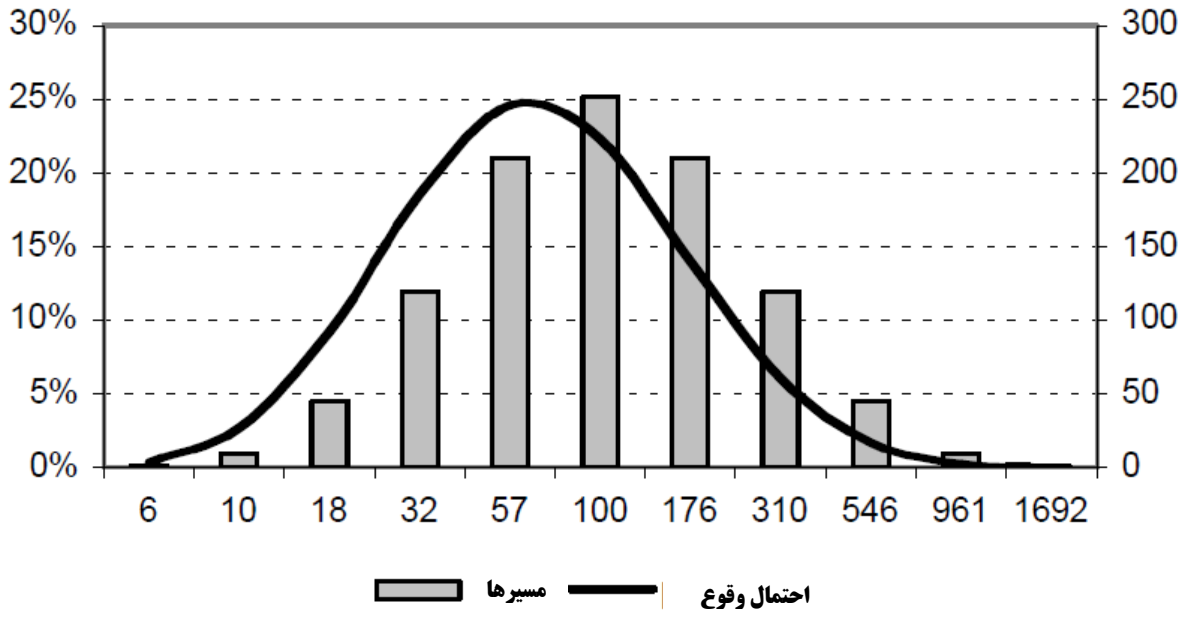
نمودار زیر نشان‌دهنده یک درخت مدل‌کننده بازار است. در این بازار، مقدار ابتدایی ۱۰۰ واحد، نرخ رشد صفر درصد و میزان نوسانات سالانه ۴۰٪ می‌باشد و قدم‌های زمانی، ۶ ماهه انتخاب شده‌اند. پس از ۵ سال، درخت ۱۱ حالت مختلف شرایط بازار را ارائه می‌کند که در این حالات، دامنه تغییر از ۶ واحد تا ۱،۶۹۲ واحد (در زمان ورود به بازار) متغییر می‌باشد. در نگاه اول چنین به‌نظر می‌رسد که مقادیر بالاتر، تعدد بیشتری در درخت دارند و درنتیجه، سیر توسعه‌ای که این درخت آن را مدل کرده‌است، سیر توسعه بازار مناسبی است اما اگر نگاه دقیق‌تری به درخت بیندازیم، اعداد توجیه‌پذیر می‌شوند. برای درک بهتر این توجیه‌پذیری به مثال زیر در رابطه با این درخت توجه کنید.




**شکل ۲۱) درخت برای یک بازه زمانی پنج ساله**

فرض کنید یک مورچه می‌خواهد از سمت چپ این درخت به سمت راست آن (که حالت‌های بازار هستند) برود. مورچه فقط می‌تولند بر روی خطوط حرکت کند و تنها بر روی گره‌های درخت می‌تولند یا به سمت بالا و یا به سمت پایین حرکت کند اما درکل، حرکت همواره رو به جلو و از چپ به راست انجام می‌شود. با رعایت شرایطی که عنوان شد، مورچه از نقطه ریشه و ابتدای درخت، ۱،۰۲۴ راه مختلف برای رسیدن به انتهای درخت (که همان شرایط بازار است) دارد چراکه در کل مسیر، ۱۰ گره در سر راه مورچه قرار خواهد گرفت که مورچه در هر یک از این گره‌ها دو انتخاب دارد؛ یا به سمت بالا حرکت کند و یا به سمت پایین. پس تعداد کل مسیرهایی که مورچه می‌تواند از ابتدای درخت به انتهای درخت برسد برابر است با ۱،۰۲۴ = $۲^{۱۰}$. اما از میان تمامی این راه‌ها، تنها یک راه برای رسیدن به بالاترین شاخه درخت وجود دارد و این راه تنها زمانی است که مورچه در تمامی گره‌ها، مسیر حرکت رو به بالا را انتخاب کند. از سوی دیگر، تعداد بسیار زیادی راه ( و متعاقباً احتمال وقوع) وجود دارند که مورچه را به میاهنه‌های درخت هدایت کنند. احتمال اینکه مورچه در هر گره رو به بالا حرکت کند ۴۹٪ و احتمال اینکه به سمت پایین حرکت کند ۵۱٪ خواهد بود (این مقادیر از محاسبه

احتمال وقوع با نرخ رشد صفر، نوسانات ۴۰٪ و قدم‌های زمانی ۰.۵ سال بدست آمده‌اند). هر یک از این راه‌های متمایز و درصدهای احتمال وقوع آنها، دارای وزن‌های مختلف (یا قطعیت‌ها و احتمال‌های وقوعمختلف) برای هریک از حالت‌های پایانی هستند. نمودار ذیل این رابطه را به تصویر کشده است. این واقعیت که احتمال انتخاب راه‌های به سمت پایین اندکی بیشتر از احتمال انتخاب راه‌های به سمت بالا است (۵۹٪-۴۹٪=۲٪)، کمی نمودار را به سمت چپ سوق داده است.




شکل ۲۲) تعدد و احتمال هریک از حالت های انتهایی متفاوت

این امکان وجود دارد که دارویی که تخمین زده می‌شود بیشینه فروش آن امروز ۱۰۰ واحد باشد در طی پنج سال به بیشینه فروش ۱،۶۹۲ برسد، هرچند این احتمال کمی بعید به‌نظر رسیده و غیرواقعی می‌نماید. البته ممکن است فردی عنوان کند که به هرحال امکان دستیابی به چنین امری وجود دارد، حتی اگر دور از واقعیت هم به‌نظر برسد در حال این احتمال وجود دارد، چراکه ممکن است در طی این مدت ناگهان کالاهای رقیب دچار مشکل شوند و یا کاربرد دارو گسترش یافته و برای درمان بیماری‌هایی که قبلاً شناسایی نشده بودند به‌کار رود و درنتیجه بازارش افزایش یابد و حتی می‌توان تصور کرد که کارایی دارو به حدی افزایش یابد که تمامی داروهای رقیب یا جایگزین به حاشیه رانده شوند و از این بابت بازاری نسیب این محصول شود که قبل‌تر برای آن متصور نبودیم و بابت این مسئله، دارو به یک محصول پرفروش در قفسه داروخانه‌ها تبدیل شده و تمام بازار را در دست بگیرد. با همه‌گیرشدن جهانی بیماری آنفلونزای مرغی، شرکت روشه با چنین شرایطی روبه‌رو شد. در پی وقوع این شرایط، میزان فروش داروی تامیفولوی این شرکت از ۳۲۰ میلیون فرانک سوئیس در سال ۲۰۰۴ به ۱،۵۵۸ میلیون فرانک سوئیس در سال ۲۰۰۵ افزایش یافت؛ گویی که این شرکت در یک بخت آزمایی برنده شده است. درخت کمترین میزان امکان وقوع را برای چنین سناریوهایی از حالت بازار قائل است. یحتمل‌ترین حالات وقوع در درخت برابر با ۵۷، ۱۰۰ و ۱۷۶ هستند که مجموع احتمال رخدادشان با یکدیگر به احتمال وقوع قریب به ۶۵٪ می‌رسد. در نگاه اول، برخی حلت‌های بازار در درخت غیرواقعی‌تر به‌نظر می‌رسند اما،

درخت دقیقاً تمامی سناریوهای محتمل را نمایش می‌دهد حال اینکه، هرچه سناریویی دورتر از دسترس باشد، احتمال رخداد آن کمتر درنظر گرفته می‌شود.

**گام سوم:** *حل کردن حالت‌های پایانی.* پس از تشکیل درخت، اکنون زمان حل کردن حالت‌های پایانی درخت است که در آنها دیگر هیچ ابهامی وجود ندارد، این یعنی اینکه، تصمیمات در این مرحله براساس معیارها و سنجه‌های واضح گرفته می‌شوند. درخت به خودی خود شما را در تمامی حالت‌های فرضی متصوره، که همان نقاط پایانی درخت هستند، قرار می‌دهد. در هریک از این نقاط پایانی که معید یک حالت خاص بازار است، درخت تخمین خود را از بهترین پتانسیل‌های پروژه و آنچه در حالت ایده‌آل این سناریو برای شما قابل حصول است در اختیار شما قرار می‌دهد. به عبارت دیگر، آنچه درخت در هریک از این گره‌ها به شما می‌گوید اینست که درصورت بروز شرایطی که در این شاخه پیش‌بینی شده است، نهایتاً شما می‌توانید چه دستاوردی از پروژه خود را برای خود تصور کنید. با داشتن چنین اطلاعاتی، اکنون می‌توان ارزش پروژه را محاسبه کنیم؛ ما میزان سودآوری آتی پروژه را می‌دانیم چراکه گره‌های پایانی درخت بیشینه فروش را برای ما مشخص کرده‌اند و دیگر هیچ مسیر تصمیم‌گیری آتی در این مرحله از درخت پیش‌روی ما قرار ندارد. با داشتن بیشینه فروش هر سناریو و همچنین اشراف به هزینه‌هایی که در هریک از این سناریوها جهت ورود محصول به بازار نیاز است، می‌توانیم ارزش فعلی خالص پروژه در هریک از گره‌های پایانی را محاسبه کنیم. سپس براساس جریان نقدی تنزیل‌شده‌ای که بدست آورده‌ایم تصمیم می‌گیریم که آیا در پروژه سرمایه‌گذاری نماییم یا خیر، به این صورت که اگر جریان نقدی آتی تنزیل‌شده و تعدیل‌شده با ریسک‌های مترتب به آن، از مقدار سرمایه‌گذاری مورد نیاز پروژه پیشی بگیرد در آن پروژه ورود می‌کنیم و اگر ارزش فعلی خالص تعدیل‌شده با ریسک پروژه منفی شود آن پروژه را رها می‌کنیم. با چنین رویکردی، اگر پروژه سودآور باشد ما در آن وارد شده‌ایم و اگر سودآور نباشد، برای ما ارزشش صفر است و ما کاری با آن نداریم.

اولین کاربرد روش گزینه‌ها همین است. در این روش هیچ فردی به‌صورت خود خواسته وارد پروژه زیان‌ده نمی‌شود و از روش اختیار واقعی استفاده می‌کند تا اگر شرایطی که پروژه وارد آن می‌شود مطابق با سناریوهایی از درخت شود که پیش‌بینی شده در آنها پروژه در نهایت زیان‌ده خواهد بود، در همان لحظه پروژه را متوقف کرده و از آن خارج شود. صفر کردن ارزش تنها زمانی رخ می‌دهد که ما در یک نقطه عطف تصمیم‌گیری یا به عبارت دیگر شروع یک فاز جدید، که در اینجا فاز ورود به بازار است، قرار گیریم.

در مثالی که داشتیم، حل مسئله را با یافتن بالاترین گره آغاز کردیم و انتظار داشتیم تا به بیشینه فروش ۳۶۸،۹۴۰ دلار برسیم. فروش قرار است ۵ سال ثابت بوده و سپس اتمام پذیرد. اکنون می‌بایست ارزش این نقطه پایانی را با ضرب فروش سالانه در حاشیه سود ۵۰٪ و سپس تنزیل مقادیر بدست آمده تا زمان آغاز فاز ورود به بازار، که همان آغاز سال چهارم پروژه است، محاسبه نماییم.

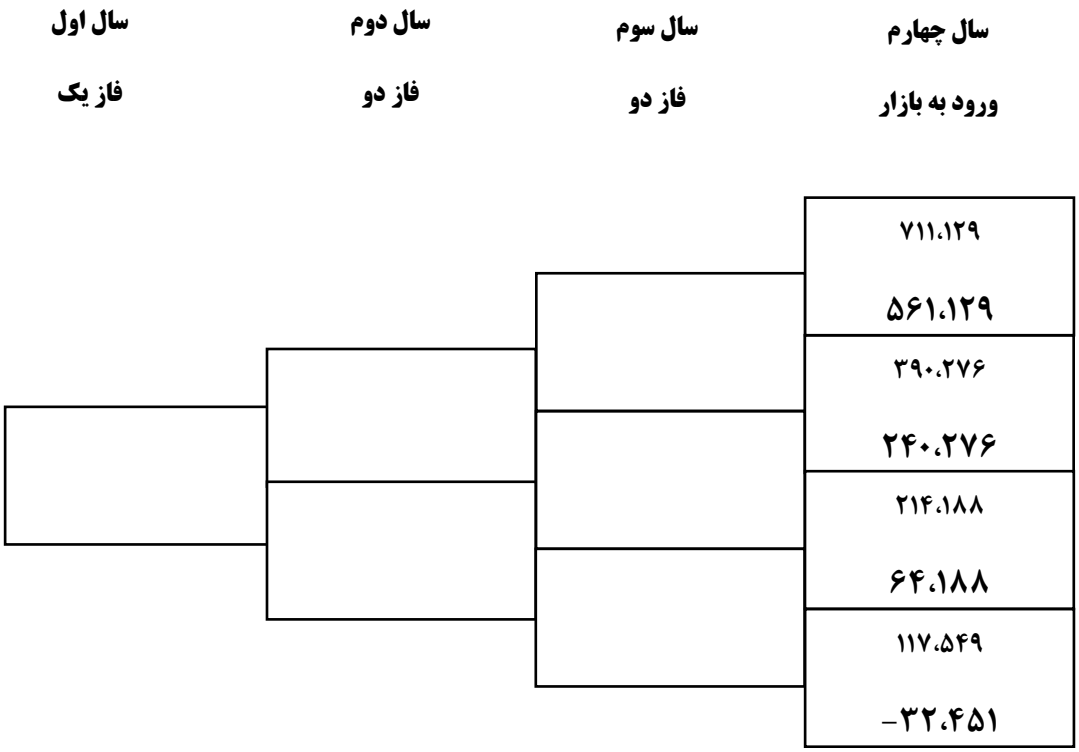
**جدول ۶) محاسبه ارزش فعلی خالص در گره های پایانی**

| | سال چهارم | سال پنجم | سال ششم | سال هفتم | سال هشتم |
|---|---|---|---|---|---|
| *تنزیل* | ۱۰۰٪ | ۸۷٪ | ۷۶٪ | ۶۶٪ | ۵۷٪ |
| *فروش* | ۳۶۸،۹۴۰ | ۳۶۸،۹۴۰ | ۳۶۸،۹۴۰ | ۳۶۸،۹۴۰ | ۳۶۸،۹۴۰ |
| *سود عملیاتی* | ۱۸۴،۴۷۰ | ۱۸۴،۴۷۰ | ۱۸۴،۴۷۰ | ۱۸۴،۴۷۰ | ۱۸۴،۴۷۰ |
| *جریان نقدی تنزیل‌شده* | ۱۸۴،۴۷۰ | ۱۶۰،۴۰۹ | ۱۳۹،۴۸۶ | ۱۲۱،۲۹۲ | ۱۰۵،۴۷۱ |
| *ارزش فعلی خالص* | **۷۱۱،۱۲۹** | | | | |
| *فروش* | ۲۰۲،۴۷۹ | ۲۰۲،۴۷۹ | ۲۰۲،۴۷۹ | ۲۰۲،۴۷۹ | ۲۰۲،۴۷۹ |
| *سود عملیاتی* | ۱۰۱،۲۳۹ | ۱۰۱،۲۳۹ | ۱۰۱،۲۳۹ | ۱۰۱،۲۳۹ | ۱۰۱،۲۳۹ |
| *جریان نقدی تنزیل‌شده* | ۱۰۱،۲۳۹ | ۸۸،۰۳۴ | ۷۶،۵۵۲ | ۶۶،۵۶۷ | ۵۷،۸۸۴ |
| *ارزش فعلی خالص* | **۳۹۰،۲۷۶** | | | | |
| *فروش* | ۱۱۱،۱۲۳ | ۱۱۱،۱۲۳ | ۱۱۱،۱۲۳ | ۱۱۱،۱۲۳ | ۱۱۱،۱۲۳ |
| *سود عملیاتی* | ۵۵،۵۶۱ | ۵۵،۵۶۱ | ۵۵،۵۶۱ | ۵۵،۵۶۱ | ۵۵،۵۶۱ |
| *جریان نقدی تنزیل‌شده* | ۵۵،۵۶۱ | ۴۸،۳۱۴ | ۴۲،۱۰۲ | ۳۶،۵۳۳ | ۳۱،۷۶۷ |
| *ارزش فعلی خالص* | **۲۱۴،۱۸۸** | | | | |
| *فروش* | ۶۰،۹۸۵ | ۶۰،۹۸۵ | ۶۰،۹۸۵ | ۶۰،۹۸۵ | ۶۰،۹۸۵ |
| *سود عملیاتی* | ۳۰،۴۹۳ | ۳۰،۴۹۳ | ۳۰،۴۹۳ | ۳۰،۴۹۳ | ۳۰،۴۹۳ |
| *جریان نقدی تنزیل‌شده* | ۳۰،۴۹۳ | ۲۶،۵۱۵ | ۲۳،۰۵۷ | ۲۰،۰۴۹ | ۱۷،۴۳۴ |
| *ارزش فعلی خالص* | **۱۱۷،۵۴۹** | | | | |

جدول بالا محاسبات ارزش فعلی خالص سود عملیاتی پروژه را در زمان ورود به بازار برای هر یک از گره‌های انتهایی نمایش می‌دهد. در ابتدا اقدام به محاسبه سود عملیاتی حاصل از فروش در هریک از سال‌های فروش می‌نماییم. در مرحله بعد این سودهای به دست آمده را تنزیل می‌دهیم. فاکتورهای تنزیل از فرمول (۲.۱۳) بدست آمده‌اند. سپس باید سودهای عملیاتی تنزیل داده شده را با یکدیگر جمع کنیم. نتایج بدست آمده از چهار حالتی که محاسبات را برای آنها انجام داده‌ایم ارزش فعلی خالص می‌باشند. اکنون باید تصمیم بگیریم که آیا محصول را روانه بازار بکنیم یا خیر؛ بنابراین در این مرحله اقدام که کم کردن هزینه‌های هریک از سناریوها از ارزش‌های خالص فعلی محاسبه‌شده می‌نماییم.

مشاهده می‌شود که تنها در پایین‌ترین گره است که شرایط به گونه‌ای رقم می‌خورند که ما پروژه را راه‌اندازی نکنیم و دلیل این امر اینست که درآمدهای آتی حاصل از اجرای پروژه، هزینه‌های آن را پوشش نمی‌دهند و درنتیجه پروژه سودآور نخواهد بود. باتوجه به اینکه در ادامه محاسبات این سناریو منتفی تلقی شده و ادامه نخواهد یافت پس، از این

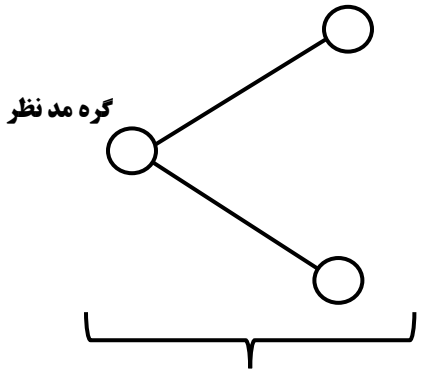
پس هر جا نیاز به مقدار آن وجود داشـــت، آن مقدار (که منفی بود) را صـــفر درنظر گرفته و از ورود به آن به منظور جلوگیری از زیان صرف نظر می‌کنیم.




**شکل ۲۳) ارزش پروژه در گره های پایانی**

**گام چهارم:** *کار بر روی درخت جهت دستیابی به فاز قبلی.* اکنون خود را در یک گره قبل از حالت نهایی قرار می‌دهیم. این نقطه یک گام زمانی برابر با $\Delta t$ عقب‌تر از آخرین نقطه تصمیم می‌باشد. اما بین این نقطه و نقطه نهایی که در مرحله قبل مقادیر آن را محاسبه کرده بودیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ در ابتدا باید نتایج فاز دوم مشخص شود؛ این امر برای ادامه پروژه حیاتی است چراکه اگر در جایی به مقادیر منفی برخورد کنیم به منزله پایان پروژه در آن نقطه است. دومین اتفاقی که رخ می‌دهد اینست که پتانسیل بازار دچار نوسان می‌شود و یا به سمت بالا حرکت می‌کند و یا به سمت پایین. سوم اینکه بازه زمانی به مقدار $\Delta t$ دچار تغییر شـده اسـت و این یعنی باید در محاسـبات تنزیل جریان نقدی، اثر این اختلاف زمانی را لحاظ کنیم.

در هر گره خاصی که مدنظر ما باشد سه نقطه وجود دارند که در محاسبات ارزش پروژه در آن گره اثرگذار هستند. برای درک بهتر این قضیه به شکل زیر توجه کنید:




**شکل ۲۴) یک قدم زمانی در درخت دو جمله ای**

در مواجه با این نقاط باید به موارد زیر توجه نمود:

۱. نتایج بدست آمده بخشی از عدم اطمینان فنی پروژه هستند. نتیجه از پیش مشخص نیست. ما فقط از نرخ ایستای موفقیت استفاده می‌کنیم. سپس ارزش پروژه را براساس این عدم اطمینان تنظیم می‌کنیم.

۲. درخت نشان‌دهنده عدم قطعیت بازار است و برای هر گره، دو نقطه وضعیت را می‌توان متصور بود. متعاقباً ارزش پروژه در هر گره برابر با برآیند بدست آمده از این دو نقطه‌ی وضعیت (که در انتهای دو شاخه متصل به گره مورد نظر ما هستند) خواهد بود.

۳. نهایتاً، ارزش کلی از تنزیل ارزش بدست آمده در گره مورد نظر و در بازه زمانی $\Delta t$ بدست می‌آید.

اگر $V_T^{\text{بالا}}$ و $V_T^{\text{پایین}}$ ارزش‌های پروژه در دو نقطه بالایی و پایینی انتهایی وضـــعیت‌های مترتب به گره باشـــند آنگاه، ارزش $V_{T-\Delta t}$ پروژه در گره مورد نظر ما بو شکل زیر بدست می‌آید:

$$V_{T-\Delta t} = \text{P}\ (p\ V_T^{\text{بالا}} + (1-p)\ V_T^{\text{پایین}}\ )\ \frac{۱}{(۱+r)^{\Delta t}}$$

۱ ۲ ۳

P نرخ ایســتای موفقیت فاز و $p$ احتمال وقوع قدم رو به بالا اســت. اکنون با اســتفاده از فرمول بالا، ارزش پروژه را برای تمامی گره‌ها در بازه زمانی $T- \Delta t$ محاسبه می‌کنیم. پس از این مرحله نیز می‌بایست یک گام دیگر رو به عقب رفته و به گره‌های $T- ۲\Delta t$ رسیدگی کنیم. نکته مهمی که در اینجا وجود دارد این است که اگر در فاصله بین T و $T- \Delta t$ به نقطه انتهایی یک فاز نرسیده باشیم، یه به عبارتی در میانه یک فاز باشیم، نیازی به محاسبه نرخ شکست پروژه وجود ندارد؛ ما فقط و فقط باید نرخ شکست پروژه را در گام انتهایی هر فاز از پروژه محاسبه کنیم. بنابر این در شرایطی که عنوان گردید فرمول به شکل زیر تبدیل می‌شود:

$$V_{T-\Delta t} = (p\, V_T^{\text{بالا}} + (1-p)\, V_T^{\text{پایین}}) \frac{۱}{(۱+r)^{\Delta t}}$$

۲ ۳

با حذف قسمت ۱، تنها مقدار مورد انتظار (۲) و تنزیل (۳) وارد محاسبات می‌شوند. با رعایت این موازین، می‌توان مرحله به مرحله و گام به گام گره‌ها را محاســبه نموده و ریشــه درخت می‌رســیم. اکنون این امکان برای ما وجود دارد که در گره‌های تصمیمی (یعنی آن گره‌هایی که بعد از فازهای آزمایشی هستند)، مقادیر بدست آمده از هر تصمیم را با دیگری به دقت مقایسه کرده و در رابطه با آنها تصمیم‌گیری کنیم. برای محاسبه ارزش درخت از بالاترین در سال سوم شروع می‌کنیم. با توجه به فرمول داریم:

$$V_۳^{۲۷۳} = [۸۰٪ \,(۴۳٪ * ۵۶۱,۱۲۹ + ۵۷٪ * ۲۴۰,۲۷۶) \frac{۱}{۱+۱۵٪}] - ۳۰,۰۰۰$$

$$V_۳^{۲۷۳} = \underline{\underline{۲۳۲,۱۳۴}}$$

سپس همین اقدامات را دو گره دیگر نیز انجام می‌دهیم:

$$V_۳^{۱۵۰} = [۸۰٪ \,(۴۳٪ * ۲۴۰,۲۷۶ + ۵۷٪ * ۶۴,۱۸۸) \frac{۱}{۱+۱۵٪}] - ۳۰,۰۰۰$$

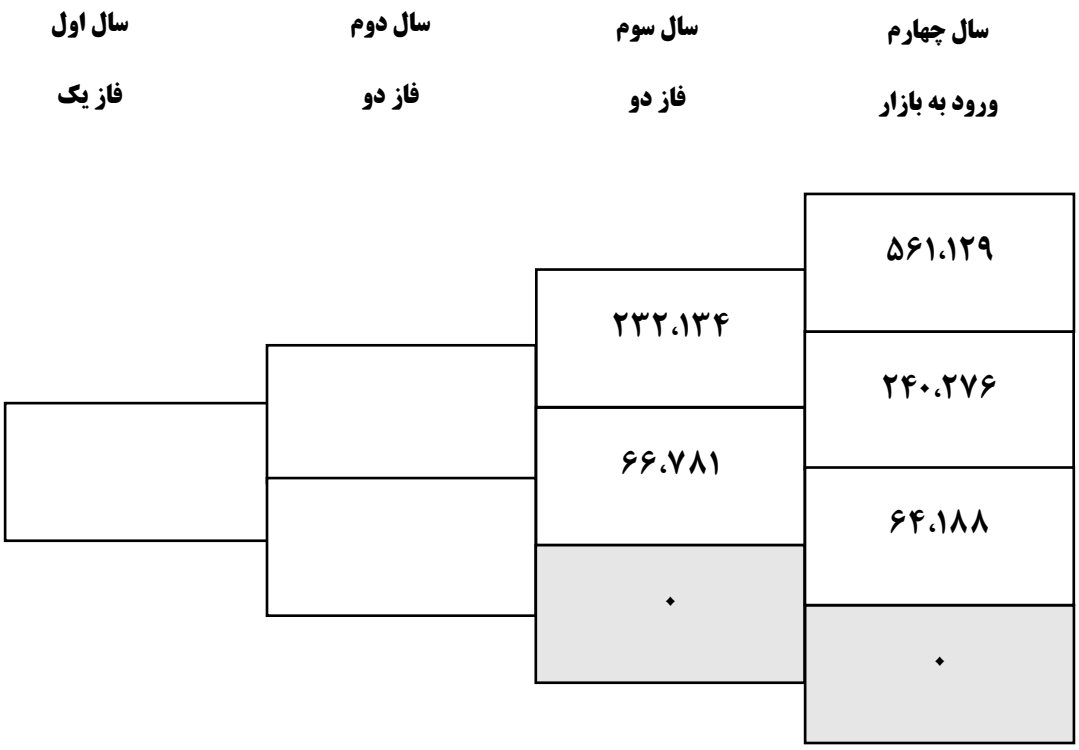
$$V_۳^{۱۵۰} = \underline{\underline{۶۶,۷۸۱}}$$

$$V_۳^{۸۲} = [۸۰٪ \,(۴۳٪ * ۶۴,۱۸۸ + ۵۷٪ * ۰) \frac{۱}{۱+۱۵٪}] - ۳۰,۰۰۰$$

$$V_۳^{۸۲} = \underline{\underline{- ۱۰,۹۹۸}}$$

با قرارگیری مجددمان در نقطه تصمیم، بار دیگر مقدار منفی پایینی‌ترین نقطه را که منفی به‌دست آمده بود صفر درنظر می‌گیریم چراکه قرار نیست پروژه را در این مسیر ادامه داده و با این روش، از زیان محتمل در این سناریو پرهیز می‌کنیم.

این به این معناست که در زمان راه اندازی پروژه، هیچ‌گاه به این نقطه منفی نخواهیم رسید چراکه قبل از آنکه وارد این نقطه شویم، پروژه را رها کرده‌ایم.




**شکل ۲۵) محاسبه درخت تا سال دوم**

**گام پنجم:** *محاسبه درخت تا رسیدن به ریشه.* از این پس، محاسبه ادامه درخت عیناً مشابه مرحله قبل می‌باشد. با رسیدن به هریک از نقاط شروع هر فاز از پروژه، می‌بایست تصمیم‌گیری شود که آیا صلاح است پروژه در این مسیر ادامه یابد یا خیر. به منظور بررسی منطقی بودن ادامه پروژه در این گره‌های تصمیم، هزینه هر فاز را از ارزش بدست آمده در گره کم کرده و همچون آنچه تاکنون عنوان کردیم اگر این مقدار عدد مثبتی بود پروژه در آن مسیر ادامه داده می‌شود و اگر مقدار منفی بود، به‌جای آن عدد منفی برای محاسبات مرحله بعدی صفر در نظر گرفته شده و در عمل نیز، پروژه در آن نقطه متوقف و ترک می‌گردد؛ بدین ترتیب بار دیگر مقوله انتخاب را می‌توان در این فرآیند ارزش‌گذاری مشاهده نمود. سپس بار دیگر یک گام به سوی عقب برداشته و یک مرحله زمانی در پروژه عقب می‌رویم و عدم‌اطمینان فنی پروژه را در مرحله قبل تنظیم کرده، مقدار مورد انتظار را محاسبه نموده و آن را برای یک $\Delta t$ دیگر تنزیل می‌کنیم. در ادامه برای بدست آوردن نقطه شروع فاز قبل، از مقادیر بدست آمده مرتبط با آن گره میانگین‌گیری کرده و آن را تنزیل می‌نماییم. برای رسیدن به ریشه درخت، تنها کافی است همین اقدامات را مشابهاً برای هر فاز تکرار کنیم. در مثالی که داشتیم، برای سال دوم که ما با هیچ تصمیم‌گیری خاصی روبه‌رو نیستیم، محاسبات مطابق ذیل خواهند بود:

$$V_{۲}^{۲۰۲} = [۷۵٪ \ (۴۳٪ * ۲۳۲,۱۳٤ + ۵۷٪ * ٦٦,۷۸۱) \ \frac{۱}{۱+۱۵٪}]$$

$$V_{۲}^{۲۰۲} = \underline{\underline{۸۹,٤٤٥}}$$

$$V_{۲}^{۱۱۱} = [۷۵٪ \ (۴۳٪ * ٦٦,۷۸۱ + ۵۷٪ * ۰) \ \frac{۱}{۱+۱۵٪}]$$

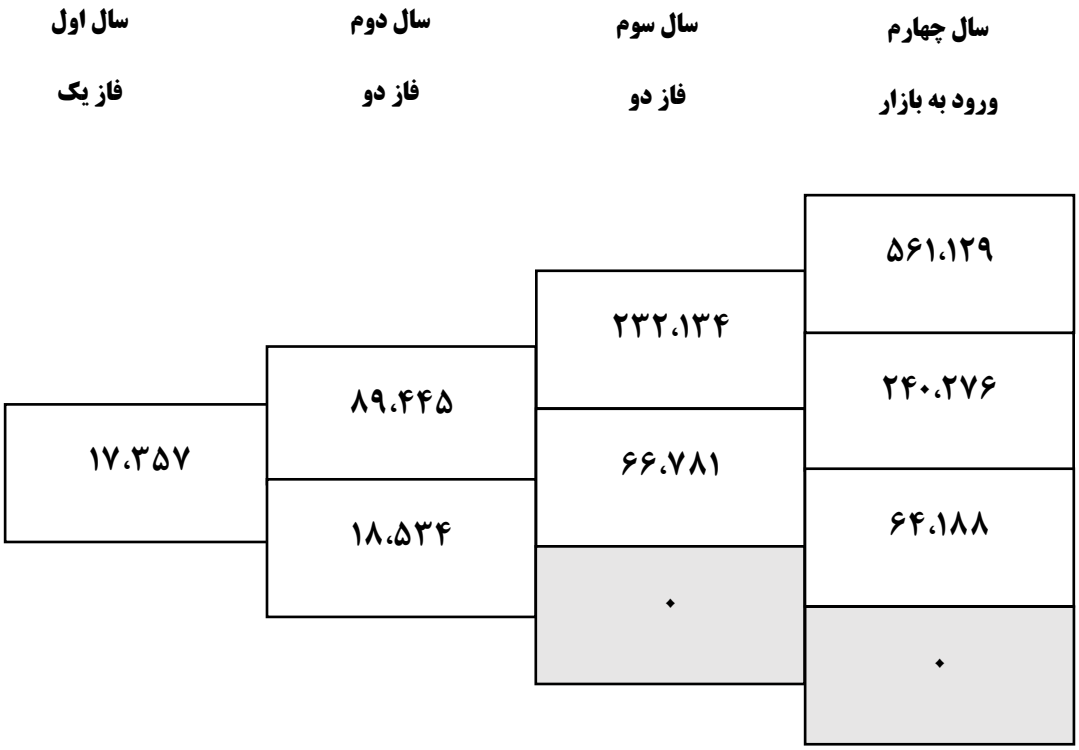
$$V_{۲}^{۱۱۱} = \underline{\underline{۱۸,۵۳٤}}$$

هزینه‌های فاز اول در آغاز سال اول تحمیل می‌شوند. اکنون می‌توانیم ارزش گره ریشه را با همان روشی که ارزش سال سوم را محاسبه نموده بودیم بدست آوریم:

$$V_{۱}^{۱۵۰} = [۸۰٪ \ (۴۳٪ * ۸۹,٤٤٥ + ۵۷٪ * ۱۸,۵۳٤) \ \frac{۱}{۱+۱۵٪}] - ۲۵,۰۰۰$$

$$V = \underline{\underline{۱۷,۳۵۷}}$$

بنابراین، ظاهر نهایی درخت به شکل زیر خواهد بود:




**شکل ۲۶) حل درخت از گره های سرشاخه تا گره ریشه**

ارزش درخت در گره ریشه معادل ارزش اختیار واقعی پروژه در زمان حال می‌باشد مه در مثال ما معادل است با ۱۷،۳۵۷ دلار.

### ۲.۳.۳.۱۰. تفاوت اختیار واقعی با گزینه‌های مالی

در این بخش از کتاب تفاوت میان اختیار واقعی و گزینه‌های مالی را تشریح کرده و کاربرد فرمول بلک-اسکولز را در روش اختیار واقعی توضیح می‌دهیم. این فصل از کتاب مختص به افرادی است که تمایل به آشنایی بیشتر با مباحث تخصصی گزینه‌های واقعی را دارند و چنانچه خواننده‌ای تمایلی به مطالعه این فصل از کتاب و یادگیری این موضوعات تخصصی نداشت، می‌تواند از این فصل گذر کرده و ادامه کتاب را مطالعه نماید؛ عدم مطالعه این بخش از کتاب هیچ خدشه‌ای به روند آموزشی خوانندگان در رابطه با فرآیند ارزش‌گذاری وارد نمی‌کند.

نام " اختیار واقعی" درحقیقت برگرفته از نام روش " اختیار مالی[۱]" است و دلیل این اقباس آن است که این روش شباهت‌های بسیار زیادی به روش اختیار مالی دارد. تقریباً موضوع تمامی مثال‌هایی که برای تشریح روش گزینه‌های واقعی عنوان می‌گردند در رابطه با مقایسه گزینه‌های مختلف مالی در یک فرصت سرمایه‌گذاری می‌باشد؛ چراکه این مثال‌های مالی به خوبی می‌توانند مخاطب را با کلیات روش اختیار واقعی آشنا نمایند. متاسفانه در اکثر کتب و مقالاتی که روش اختیار واقعی را تشریح می‌کنند، تمرکز اصلی بر روی کلمه "گزینه‌ها" می‌باشد حال آنکه، کلمه دوم این عبارت که همان "واقعی" است در بسیاری از اوقات مغفول می‌ماند. کلمه *واقعی* درحقیقت نه‌تنها بر کاربردهای مختلف این روش در حوزه‌های بسیار گسترده‌تری نسبت به صرفاً حوزه مالی دلالت (مثلاً در حوزه اقتصاد: *اقتصاد واقعی*[۲] در برابر *اقتصاد مالی*[۳]) می‌کند بلکه، بیانیه‌ای بسیار مهم را در رابطه با ذات گزینه‌ها عنوان نموده و در معادلاتی که در رابطه با آنها تنظیم می‌شوند تأثیر بسیار چشمگیری دارد.

در ابتدا گام اول را با معرفی اجمالی اصول قیمت‌گذاری گزینه‌های مالی یا همان *پوشش ریسک* یا *هجینگ*[۴] آغاز می‌کنیم. سپس تفاوت بین گزینه‌های مالی با اختیار واقعی را تشریح کرده و دامنه نفوذ آن بر ارزش‌گذاری را شرح می‌دهیم.

## ۲.۴. ارزش‌گذاری اختیار مالی

مفهوم ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی اولین بار در مقاله جامع و سمینال[۵] *فیشر بلک*[۶] و *مایرون اسکولز*[۷] در سال ۱۹۷۳ مطرح گردید و از آن زمان تا کنون مبانی و اصول آن دست‌خوش تغییرات چندانی نشده است. آنها در مقاله خود نشان

[۱] Financial Options
[۲] Real Economy
[۳] Financial Economy
[۴] Hedging
[۵] Black ; ۱۹۷۳
[۶] Fisher Black
[۷] Myron Scholes

دادند که گزینه مالی از طریق یک پورتفولیو پایه و یک اوراق قرضه تکثیر می‌گردد و این امر موجب کاهش تمامی ریسک‌های مترتب می‌شود؛ حال از آنجاییکه این پورتفولیو فارغ از هرگونه ریسکی است، نرخی که به آن تعلق می‌گیرد باید نرخ بدون ریسک باشد وگرنه وضعیتی پیش خواهد آمد که به آن به اصطلاح " *فرصت خرید مشابه با قیمت پایین‌تر*[1]" گویند.

ساده‌ترین روش به تصویر کشیدن این مفهوم جهت درک بهتر آن، اسفاده از درخت دوجمله‌ای است. درابتدا اقدام به مدل‌سازی نوسانات مقدار پایه گزینه می‌کنیم. فرض می‌کنیم که ارزش پایه می‌تواند در طول زمان و با برداشتن هر قدم زمانی رو به جلو (و یا رو به عقب) تغییر کند. فرض کنید مقدار پایه در زمان حال برابر با $S$ باشد و پس از یک قدم زمانی این مقدار به $uS$ یا $dS$ تبدیل گردد که در آن $u$ به معنای افزایش و $d$ به معنای کاهش می‌باشد. هر یک از این سناریوهای حرکت رو به بالا و افزایش مقدار پایه ($uS$) و حرکت رو به پایین و کاهش مقدار پایه ($dS$) به ترتیب با احتمال قاطع $p$ و $1-p$ رخ خواهند داد.

پارامترهای $u$، $d$ و $p$ باید به نحوی انتخاب شوند که بتوانند به درستی نوسانات مقدار پایه را مدل نمایند. در رویکرد بلک-اسکولز چنین فرض می‌شود که مقدار پایه از *حرکت هندسی برونین*[2] با نرخ رشد $\mu$ (که گاهی اوقات با عنوان *شناوری*[3] نیز شناخته می‌شود) و نوسان $\sigma$ تبعیت می‌کند. در ادامه دو مثال از مجموعه متغییرهای $u$، $d$ و $p$ را که به درستی مدل حرکتی برونین با پارامترهای $\mu$ و $\sigma$ را مدل‌سازی می‌کنند، نشان خواهیم داد. جدول زیر به صورت خلاصه‌وار پارامترهایی را که در مدل‌سازی نوسانات مقدار پایه به‌کار رفته‌اند نمایش می‌دهد:

**جدول ۷) دو مجموعه متغییر برای درخت های دو جمله ای**

| | مجموعه ۱ | مجموعه ۲ |
|---|---|---|
| $u$ | $e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$ | $\boldsymbol{e^{\mu\Delta t+\sigma\sqrt{\Delta t}}}$ |
| $d$ | $e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$ | $\boldsymbol{e^{\mu\Delta t-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$ |
| $p$ | $\dfrac{e^{\mu\Delta t}-e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}-e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$ | $\boldsymbol{\dfrac{1-e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}-e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}}$ |

سپس، نوبت به تعریف پورتفولیوی تکثیر می‌رسد. پورتفوی مورد نظر ما از گزینه‌ای که قسمتی از مقدار پایه است تشکیل شده است که ما از این پس این قسمت $\Delta$ می‌نامیم. دراینجا باید توجه شود که انتخاب نام $\Delta$ از این رو می‌باشد که در اکثر متون علمی نام این قسمت $\Delta$ است و ماهم ناگزیر جهت تطابق عناوین با دیگر متون این قسمت را $\Delta$ می‌نامیم اما

[1] Arbitrage Opportunity
[2] Brownian Motion
[3] Drift

نباید فراموش شـود که این $\Delta$ متفاوت از گام‌های زمانی $\Delta t$ می‌باشـد و نباید با آن اشـتباه گرفته شـود. پس از آنکه $\Delta$ مشـخص گردید، آنچه که از مقدار پایه باقی می‌ماند را *قرضـه عاری از ریسـک*[1] گوییم که می‌توانیم در ادامه از آن صـرف نظر کنیم. $\Delta$ به نحوی انتخاب می‌شـود که فارغ از هر اتفاقی که برای مقدار پایه رخ دهد، سـود پورتفولیو ثابت بماند؛ این مهم از طریق زیر امکان‌پذیر می‌گردد (مقادیر $V$، $V_{\text{بالا}}$ و $V_{\text{پایین}}$ نشـــان‌دهنده ارزش گزینـه در گره‌های مختلف درخت دوجمله‌ای می‌باشند):

$$V_{\text{بالا}} + \Delta uS = V_{\text{پایین}} + \Delta dS$$

پس مقدار $\Delta$ برابر خواهد بود با:

$$\Delta = - \frac{V_{\text{بالا}} - V_{\text{پایین}}}{uS - dS}$$

### ۲.۴.۱. گام های ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی

۱. مقدار پایه را مدل‌سازی می‌کنیم،

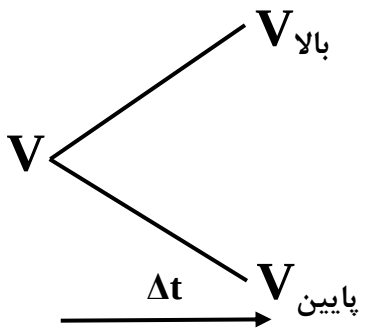
۲. یک پورتفوی تکثیر می‌سازیم،

۳. مقدار ارزش تنزیل‌شـده عاری از ریسـک مورد نظر را با اسـتفاده از احتمالات خنثی نسـبت به ریسـک محاسبه می‌کنیم.

در ادامه می‌بایســـت راهی برای ارزش‌دهی به گزینه بیابیم. با توجه به این اصـــل که پورتفوی ما، بنابه خاصـــیتی که در ساختار خود دارد، همواره پس از هر قدم زمانی در همه گره‌های خود ارزش یکسانی را در آن زمان دارد، نتیجه می‌گیریم که این پورتفوی عاری از ریسک است. یک دارایی یا پورتفوی عاری از ریسک باید نرخ بازگشت و سود عاری از ریسک $r_f$ داشـته باشـد، چراکه در غیر این‌صـورت، یک فرصـت خرید ارزان‌تر یا فرصـت سـرمایه‌گذاری موازی دیگری وجود خواهد داشت که سرمایه‌گذار می‌تواند به آن گزینه جایگزین ورود نماید.

اکنون، اسـتنباط ارزش گزینه از طریق ارزش‌های هریک از شـاخه‌های درخت گزینه کار آسـانی خواهد بود؛ اما باید به این نکته توجه داشـت که ارزش گزینه، برابر با ارزش آتی تنزیل شـده مورد انتظار آن گزینه نخواهد بود چراکه ما نمی‌توانیم فقط خود گزینـه را به تنهایی مدنظر داشـــته باشـــیم بلکه، باید آن را توأمان با پورتفوی تکثیر در نظر بگیریم؛ در غیر اینصورت، دارایی ما یک دارایی عاری از ریسک نخواهد بود.

[1] Risk-Free Bond




**شکل ۲۷) قدم زمانی در ارزش گذاری گزینه**

اجازه دهید پس از ذکر تمامی نکات بالا، اکنون اقدام به تعریف عدد فرضی q براساس رابطه زیر نماییم:

$$V= e^{-rf\Delta t} (qV_{\text{بالا}} + (۱- q) V_{\text{پایین}})$$

هدف از معرفی پارامترq معرفی یک الگوریتم ارزش‌گذاری است که بتواند به جای مدنظر قراردادن پورتفوی تکثیر، تنها بر روی خود گزینه یا آپشـــن تمرکز نماید. در اینجا باید خاطرنشـــان کنیم که معرفی q تنها یک فن برای ادامه محاســـبات می‌باشد. با استفاده از فرضی که برای q کرده‌ایم و این واقعیت که

$$V + \Delta S = e^{-rf\Delta t} ( V_{\text{بالا}} + \Delta uS)$$

و تعریف $\Delta$، می‌توانیم مقدار q را نتیجه‌گیری نماییم :

$$V_{\text{بالا}} + \Delta uS - \Delta Se^{rf\Delta t} = qV_{\text{بالا}} + (۱-q) V_{\text{پایین}}$$

$$q = \frac{V_{\text{بالا}} - V_{\text{پایین}} + \Delta S (u - e^{rf\Delta t})}{V_{\text{بالا}} - V_{\text{پایین}}}$$

$$q = ۱ - \frac{(u - e^{rf\Delta t})}{(u - d)} = \frac{(e^{rf\Delta t} - d)}{(u - d)}$$

با استفاده از تعریفی که در بالا برای q ارائه دادیم، اکنون می‌توانیم ارزش گزینه V را از روش ساده‌تر زیر محاسبه نماییم:

$$V = e^{-rf\Delta t}(qV_{\text{بالا}} + (۱-q) V_{\text{پایین}})$$

گاهی اوقات به q "*احتمال وقوع خنثی نسبت به ریسک*[۱]" گویند چراکه اســتفاده از آن به منزله یک تنزیل مورد انتظار است؛ تنزیلی که در آن از q به عنوان مقدار احتمال رخداد (یا همان احتمال وقوع) در درخت تصمیمات استفاده می‌شود

[۱] Risk-neutral Probability

و تنزیل آن با استفاده از یک نرخ عاری از ریسک می‌باشد. به عبارت دیگر، مقدار q در درخت، تنزیلی است که عاری از ریسک بوده و برابر با احتمال وقوع هر سناریو است. توجه داشته باشید که معمولاً تنزیل در سناریویی غیرقطعی و در شرایط عدم اطمینان، با مقدار تنزیل عاری از ریسک برابر نبوده و مساوی قرار دادن این دو مقدار با یکدیگر توسط سرمایه‌گذاران پذیرفته نبوده و محاسبات با چنین شرایطی، از سوی آنها رد خواهد شد چراکه سرمایه‌گذاران انتظار دارند تا به ازاء ریسکی که از سرمایه‌گذاری در یک پروژه بر خود تحمیل می‌کنند، از پاداش ریسک متناسب با آن ریسک نیز بهره‌مند گردند. در هر حال، در ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی یا همان آپشن‌های مالی، استفاده از این روش به عنوان فنی برای پیشبرد اهداف ارزش‌گذاری و تسهیل محاسبات، مجاز می‌باشد چراکه استفاده از آن، صرفاً به عنوان یک تکنیک و فن محاسباتی مد نظر است. درحقیقت، چون ما همه پورتفولیو را با نرخ عاری از ریسک تنزیل می‌کنیم درنتیجه، کل پورتفولیو دچار نوسان نمی‌گردد.

*احتمال وقوع خنثی نسبت به ریسک* مجموعه پارامترهای بالا که به آنها اشاره کرده بودیم عبارتند از:

**جدول ۸) فرمول عاری از ریسک برای درخت دو جمله ای**

| | مجموعه ۱ | مجموعه ۲ |
|---|---|---|
| $u$ | $e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$ | $\boldsymbol{e^{\mu\Delta t+\sigma\sqrt{\Delta t}}}$ |
| $d$ | $e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$ | $\boldsymbol{e^{\mu\Delta t-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$ |
| $p$ | $\frac{e^{rf\Delta t}\ -\ e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}\ -\ e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}$ | $\frac{\boldsymbol{e^{(rf-\mu)\Delta t}\ -\ e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}}{\boldsymbol{e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}\ -\ e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}}}$ |

از پارامترهای مجموعه ۱ چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از احتمال وقوع‌های خنثی نسبت به ریسک برابر با تغییر پارامتر مورد استفاده نرخ رشد $\mu$ به $r_f$ می‌باشد. از منظر شرایط محاسبات ریاضی، ما محاسبات *احتمال وقوع مورد استفاده در شرایط دنیای واقعی* را با *محاسبات احتمال وقوع خنثی نسبت به ریسک* آن جایگزین کرده‌ایم. اما به یاد داشته باشید این کار تنها یک فن محاسباتی با هدف محاسبه ارزش‌گذاری است و در واقعیت، شرایطی که بر بستر معادلات و متغیر پایه حاکم است همچنان از حرکت هندسی برونین با پارامترهای $\mu$ و $\sigma$ پیروی می‌کند؛ چه گزینه یا آپشنی وجود داشته باشد و چه نداشته باشد، شرایط واقعی همین است.

## ۲.۴.۲. کمّی سازی اختیار واقعی

اکنون از گام‌های مشابه برای کمّی نمودن اختیار واقعی استفاده می‌نماییم. در ابتدا، اقدام به مدل‌سازی عدم ابهام یا عدم قطعیت مقدار پایه می‌نماییم. این امر را می‌توان از طرق مختلفی چون تخمین جریان درآمدی حاصل از یک محصول، رجوع به وضعیت قیمت طلا و نفت، و یا استفاده از هر پارامتر اقتصادی دیگری تعیین نمود. برای ساده‌سازی کار، اولاً فرض می‌کنیم مقدار پایه عیناً از حرکت هندسی برونین پیروی می‌نماید و پارامترهای آن $\mu$ و $\sigma$ هستند. ثانیاً، پورتفوی

تکثیر را تشـکیل می‌دهیم. انجام این کار ما را به نقطه اصـلی وجه تمایز بین اختیار واقعی و گزینه‌های مالی می‌رسـاند. درحالیکه گزینه‌های مالی قراردادهایی هسـتند که حق معامله یک دارایی را در بازار سـهام برای دارنده آن به ارمغان می‌آورند، اختیار واقعی فرصت‌های کسب‌وکار هستند. تصمیم تصاحب چنین فرصت‌های وابسته به شاخص اقتصادی *مقدار پایه* در یک اختیار واقعی است. این مقدار پایه می‌تواند یک عدد بالقوه مجازی حاصل از یک تخمین، مثلاً در رابطه با جریان‌های درآمدی کالایی که حتی هنوز توسعه هم داده نشده است و یا سهم از بازاری خاص برای شرکتی که قصد توسـعه خود در آن بازار را دارد، باشـد. بیشـتر مواقع، مقدار پایه قابلیت معامله و خرید و فروش ندارد از این‌رو، امکان تشکیل پورتفوی تکثیر برای آن وجود نخواهد داشت. اما در مورد *شرکت‌های کالا-محور*[1] ، همچون شرکت‌های استخراج معدن و یا شرکت‌های نفتی یا پتروشیمی، مقدار پایه در بازار سرمایه قابل معامله خواهد بود[2].

با وجود توضیحات داده شده، سوال اصلی که با آن مواجه هستیم این نیست که "آیا ما می‌توانیم یک پورتفوی تکثیر را تشکیل دهیم یا خیر؟" بلکه سوال اصلی اینست که "آیا درحال تشکیل پورتفوی تکثیر هستیم یا خیر؟". چنانچه اقدام به تشـکیل یک پورتفوی تکثیر نمودیم می‌توانیم از ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی همچون توضـیحاتی که در بالا ارائه نمودیم اسـتفاده کنیم. اما اگر اقدام به تشـکیل پورتفوی تکثیر نکردیم دیگر نمی‌توانیم از ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی اسـتفاده کنیم چراکه اصـل بنیادین تکثیر را در این رابطه نادیده گرفته‌ایم. باید همواره به خاطر داشـته باشـیم که گزینه‌های مالی (حق اختیار مالی) به عنوان بخشی از پورتفوی سرمایه‌گذاری که عاری از ریسک هستند ارزشمند می‌باشند و در حقیقت، این گزینه‌های یک معاوله بدون ریسک را برای صاحبان آنها به ارمغان می‌آورند و تنها به واسطه عاری از ریسک بودن این گزینه‌ها است که ما می‌توانیم از نرخ عاری از ریسـک در بررسـی احتمالات خنثی نسـبت به ریسـک اسـتفاده نماییم. اگر اختیار واقعی را با احتمالات خنثی نسـبت به ریسـک ارزش‌گذاری نماییم، چیزی را ارزش‌گذاری کرده‌ایم که در دنیای واقعی در دسترس ما نبوده است؛ مثلاً یک فرصت سرمایه‌گذاری و کسب‌وکار هج[3] شده نمونه‌ای از این قبیل فرصت‌ها اسـت. حتی شـرکت‌های نفتی و معدنی نیز ممکن اسـت تنها در صـورتیکه اختیار واقعی خود را کاملاً مصـون و هج کرده باشـند در ارزش‌گذاری‌های خود از روش ارزش‌گذاری خنثی نسـبت به ریسـک اسـتفاده نمایند[4]. هج کردن فرصـت‌های کسب‌وکار مستلزم شناسایی اولیه ارزش آن کسب و کار و سپس اتخاذ استراتژی مناسب جهت هج کردن آن فرصت تا انتهای چرخه عمر آن کسـب‌وکار یا فرصـت می‌باشـد؛ بدین معنا که هج کردن به واسـطه هزینه‌هایی که دارد، که به آن *هزینه یا اجرت هج‌کردن*[5] می‌گویند، رایگان نبوده و می‌بایسـت قبل از هج کردن یک فرصـت، برآورد گردد که آیا آن فرصت ارزش هزینه‌ای که بابت هج کردن آن پرداخت می‌شود را دارد یا نه؟ استفاده از هجینگ کامل در یک کسب و کار قضاوت و تصمیم بسیار عاقلانه‌ای برای راه اندازی و اداره یک کسب‌وکار است لیکن متاسفانه، تا به حال در دنیای واقعی نمونه‌ای از این مورد را سـراغ نداشـته‌ایم که دلیل آن هم می‌تواند سـاده باشـد: روش اختیار واقعی تنها برخی از ابهامات و عدم قطعیت‌ها را مدل‌سـازی می‌کند حال آنکه، بسـیاری از عوامل دیگر موثر بر ارزش وجود دارند که یا در مدل

---

[1] Commodity Companies

[2] مترجم: در کشور ایران نیز، امکان انجام چنین معاملاتی در بورس کالا وجود دارد.

[3] Hedge

[4] مترجم: برای توضیحات بیشتر در رابطه با هج و هجینگ به توضیحات پیوست رجوع نمایید.

[5] Hedging Fee

ارزش‌گذاری اعمال نشده‌اند و یا ماهیتاً قابلیت هجینگ ندارند و از این‌رو، مدیران نمی‌توانند هزینه مبادلات مالی سنگینی را که هجینگ به یک پروژه یا فرصت کسب‌وکار تحمیل می‌نماید توجیه کنند چراکه ممکن است علی‌رغم پرداخت این مبالغ هنگفت اجرت هجینگ، بازهم ریسک‌هایی وجود داشته باشند که پروژه را تهدید نموده و درصورت وقوع، عملاً هزینه‌های هنگفت اجرت هجینگ پرداخت شده هیچ کاربردی نداشته و به جای جبران به ضرر و زیان متحمل شده به پروژه، خود نیز بدلیل بلا استفاده بودن، به این ضررها اضافه گردند. در حال حاضر، به نظر می‌رسد که ریسک‌های موجود در مدل، از ریسک‌هایی که ممکن است در خود کسب‌وکار وجود داشته باشند بیشتر هستند.

اجازه دهید به مدل اصلی اختیار واقعی غیرقابل تکثیر باز گردیم. باید یادآوری کنیم که به هیچ عنوان نباید از روش‌های ارزش‌گذاری که در گزینه‌های مالی کاربرد دارند استفاده نمود. درنتیجه کاربرد دوم ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی برای هدفی که ما دنبال می‌کنیم، مفید نبوده و کاربردی نخواهد داشت. متعاقباً، کاربرد سوم این روش‌ها که از کاربرد دوم نشأت می‌گرفت نیز برای ما مثمر ثمر نخواهد بود. پس حالا چه کار می‌توانیم بکنیم؟

اجازه دهید تا به توضیح و معنای اصلی " اختیار واقعی" باز گردیم. همانطور که گفته بودیم، اختیار واقعی فرصت‌های تجاری یا مرتبط با کسب‌وکاری هستند که در آینده باید در رابطه با آنها تصمیم‌گیری شود. تا زمان رسیدن موعد تصمیم‌گیری در رابطه با این فرصت‌ها، ممکن است برخی از پارامترهایی که در تعیین ارزش آنها نقش دارند دستخوش تغییرات و نوسانات گردند. از آنجایی که تصمیمی که قرار است در رابطه با این موارد گرفته شود بر اساس وضعیت پارامترهای موثر در تعیین ارزش و متعاقباً ارزشی است که در آن برهه زمانی برای تصمیم محاسبه می‌گردد لذا، برخلاف دیگر روش‌های ارزش‌گذاری، استفاده از روش اختیار واقعی جهت مدل‌سازی تنها برخی از تصمیمات جهت‌سازی اضافی که ممکن است در آینده مسیر پروژه را تغییر دهند به کار می‌رود. قاعدتاً، این گزینه‌ها یا در راستای ترک پروژه هستند و یا در راستای توسعه پروژه. هریک از تصمیمات و سناریوهای زیرمجموعه آن تصمیمات که از انها ناشی می‌شوند، به خودی خود دارای احتمالات منحصر به خود هستند. مقدار این احتمالات به احتمال وقوع توزیع شده هر یک از پارامترهایی که منجر به این رخدادها می‌شوند بستگی دارد. در رابطه با احتمال وقوع توزیع شده قبلاً توضیحات کافی ارائه گردیده است لذا جهت یادآوری عنوان می‌گردد که مجموع احتمال وقوع‌های توزیع شده برای هر نقطه می‌بایست برابر با ۱ یا به عبارتی ۱۰۰٪ شود. از اینجا به بعد گام‌ها کاملاً مشخص هستند: اول، باید مدل نوسانات هریک از تصمیمات را با توجه به پارامترهای تاثیرگذار بر هر یک از آنها تشکیل داد، دوم، بررسی گردد که در هریک از این نقطه‌های کلیدی و محل‌های تصمیم‌گیری، مدیران چه تصمیماتی را اتخاذ خواهند نمود و تمامی تصمیماتی که در هر برهه توسط مدیران گرفته خواهند شد شناسایی گردند، و سوم، ارزش مورد انتظار هر یک از این سناریوها با توجه به مسائلی که قبلاً عنوان گردیدند محاسبه گردند. در یک درخت دو جمله‌ای، این امر بدین معناست که ارزش اختیار واقعی را می‌توان به شرح زیر تعریف نمود:

$$\boldsymbol{V} = \boldsymbol{e^{-r_a \Delta t}}(\mathrm{pV_{بالا}} + (۱\text{-p})\ \mathrm{V_{پایین}})$$

در این فرمول، متوجه دو تغییر نسبت به ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی می‌شویم. اول، از ضریب احتمال وقوع در دنیای واقعی p ، که احتمال وقوع یکی از دو سناریوی اول یا سناریوی دیگر است، استفاده شده است. دوم، در این فرمول از *نرخ تنزیل تعدیل شده با ریسک* $r_a$، به جای نرخ تنزیل عاری از ریسک r ، استفاده شده است. از آنجاییکه ارزش اختیار یا گزینه با نوسانات مقدار پایه تغییر می‌کند، فرد دارای حق اختیار ،یا همان تصمیم‌گیرنده گزینه، با ریسک‌هایی در حین تصمیم‌گیری مواجه خواهد بود که انتظار دارد بخاطر آنها از پاداش ریسک بهره‌مند گردد. بار دیگر تاکید می‌کنیم، از آنجاییکه در گزینه‌های مالی و حق اختیارات مالی، هریک از حق انتخاب‌هایی که اعطا می‌شوند عاری از ریسک هستند (یا به عبارتی دیگر تضمین شده بوده و قطعاً رخ خواهند داد) لذا، در اختیارات و گزینه‌های مالی، پاداشی بابت ریسک کردن فرد در کار نیست.

در این کتاب، هر جا صحبت از ارزش اختیار واقعی شد منظور همان *ارزش مورد انتظار تعدیل شده با ریسک* برای آن آپشن یا گزینه می‌باشد. استفاده از روش‌های محاسبه احتمالات خنثی نسبت به ریسک، که گزینه‌ها و اختیارات مالی نیز در این دسته قرار می‌گیرند، برای هدفی که ما آنرا دنبال می‌کنیم هیچ توجیهی ندارند. تفاوت بین روش اختیار واقعی با دیگر روش‌های ارزش‌گذاری تنها در مدل کردن تصمیمات آینده و عوامل تاثیرگذار بر مقدار پایه مشتق از هریک از این تصمیمات است.

برخی نویسندگان با استناد به این فرض که می‌توان یک گزینه واقعی را هج نمود، از استفاده مستقیم از رابطه بلک-اسکولز صرف نظر می‌کنند. آنها چنین فرض می‌کنند که دارایی معامله‌شده‌ای وجود دارد که با اتکا به آن می‌توانند جهت تکثیر یا شبیه‌سازی اختیار واقعی مورد استفاده قرار گیرد. به این نظریه، *نظریه اقاله دارایی قابل معامله*[1] یا *انکار دارایی بازار* (MAD) گویند. مقدار مفید بودن MAD برای برنامه‌ریزی‌های شما به میزان مفید بودن استفاده از تقویمی است که در آن یک هفته هشت روز دارد! و شما تمام برنامه‌ریزی‌های خود را برای هشت روز در هفته انجام می‌دهید. شاید تمامی برنامه‌ریزی‌ها تا روز هفتم درست از آب در بیایند و همه خوشحال باشند اما نهایتاً با فرا رسیدن روز هفتم و ظهور این واقعیت که هفته شما تمام شده است و عملاً برنامه‌ریزی‌های شما برای یک هفته‌ی هشت روزه عملی نخواهند بود، مشکلات ظهور می‌نمایند. این درست همان لحظه‌ای است که سرمایه‌گذاران پروژه از خواب غفلت بیدار شده و به مدیران هجوم می‌آورند. باید بدانید که در دنیای سرمایه‌گذاری، هجوم سرمایه‌گذاران امری خوش آیند نخواهد بود.

### ۲.۴.۳. جمعبندی نتایج

تمامی فرمول‌های کمّی مالی در ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی کاربرد دارند. بنابر این، تنها لازم است تا قبل از استفاده از آنها برای مقاصد ارزش‌گذاری، آنها را برای این کاربرد متناسب‌سازی نماییم. در رابطه با درخت دوجمله‌ای، زمانیکه می‌خواهیم به سمت ریشه درخت پیشروی کنیم، باید از احتمالات دنیای واقعی و نرخ تنزیل تعدیل شده با ریسک استفاده نماییم.

[1] Marketed Asset Disclaimer (MAD)

معادله دیفرانسیل جزئی بلک و اسکولز (بلک و همکارن، ۱۹۷۳)[۱] باید به صورت جمله زیر اصلاح شود:

$$V_t + \mu S V_S + \frac{۱}{۲}\sigma^۲ S^۲ V_{ss} - r_a V = ۰$$

برای نسخه گزینه مالی این فرمول معادله دیفرانسیل جزئی باید مقادیر $\mu$ و $r_a$ را با $r$ جایگزین نماییم. این فرمول را می‌توان با کمک از معادله *همیلتون-ژاکوبی-بلمان*[۲] بدست آورد.

فرمول معروف و پرکاربرد در گزینه‌ها که از تساوی با معادله بلک و اسکولز حاصل می‌شود به صورت زیر خواهد بود:

$$V = Se^{(\mu - r_a)t} N(d_۱) - K e^{r_a t} N(d_۲)$$

$$d_۱ = \frac{\left(\mu + \frac{۱}{۲}\sigma^۲\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_۲ = d_۱ - \sigma\sqrt{t}$$

## ۲.۴.۴. نتیجه‌گیری و تفسیر

فرمول بلک و اسکولز یک معادله عالی را به منظور ارزش‌گذاری گزینه‌های مالی به عنوان بخشی از یک پورتفوی عاری از ریسک در اختیار محاسبین قرار می‌دهد. متعاقباً، می‌توان با استفاده از نرخ تنزیل عاری از ریسک و احتمال رخداد خنثی نسبت به ریسک محاسبات حاصل شده را تنزیل نمود. اما در تناقض با این روش، اختیار واقعی را نمی‌توان عاری از ریسک و کاملاً هج شده در نظر گرفت. این بدین معناست که در محاسبات ارزش‌گذاری اختیار واقعی باید از فرمول‌ها و معادلاتی که با نرخ تنزیل تعدیل شده با ریسک دچار تنزیل می‌شوند استفاده نمود.

اگر با استفاده از معدلات عاری از ریسک اقدام به ارزش‌گذاری اختیار واقعی کرده باشید و هیچ گونه هج هم استفاده نکرده باشید عملاً در حال محاسبه چیزی هستید که به هیچ عنوان در اختیار و دسترس شما نیست؛ در دنیای واقعی هیچ فرصت کسب‌وکاری وجود ندارد که تماماً بتوان آن را در پورتفوی عاری از ریسک گنجاند و هیچ خطری را متوجه آن ندانست از این رو محاسبه با فرضیات عاری از ریسک به نوعی عنوان می‌کند که شما به جای در نظر گرفتن یک فرصت کسب‌وکار واقع‌بینانه که ریسک‌ها و خطرات خاص خود را دارد، رو به فرضی محال که همان فرصت صد در صد عاری از ریسک است آورده‌اید.

[۱] Black et al. ۱۹۷۳
[۲] Hamilton-Jacobi-Bellmann