

اندازه واقعی مخاطره اتخاذ کنند. با استفاده از این ابزار است که ارزیاب می تواند به راحتی مخاطره را برای سرمایه گذاری خود و بازیافت آن اندازه گیری کند و سپس آن طرحی را که با اهداف سازمان تجانس بیشتری دارد، انتخاب کند.

### مفهومی جدید

ارزیاب یک پروژه سرمایه گذاری، کار خود را با این اصل شروع می کند که یک ریال دریافتی ارزشش در سال آینده، کمتر از حال است. هزینه های سه سال آینده ممکن است ارزشی معادل دو سال قبل داشته باشد. از اینرو ما نمی توانیم نرخ بازده واقعی یک سرمایه گذاری را محاسبه کنیم مگر اینکه،

الف - مجموع هزینه های سرمایه گذاری

ب - مجموع دریافتی های سرمایه گذاری محاسبه شده باشد.

بنابر این، موضوع سرمایه گذاریهای مختلف با توجه به این واقعیت که اولاً، مبلغ سرمایه گذاریها و در ثانی، مدت زمان بازده سرمایه نیز متفاوت است، بفرنج می شود.

سؤال دیگر این است که، آیا بهتر است که سرمایه گذاری با بازده کوتاه مدت انجام شود (سرمایه گذاری کوتاه مدت)، یا اینکه سرمایه گذاری بلند مدت انتخاب شود. تلاش اصلی این است که معیاری تعیین شود تا شاید میان شقوق مختلف سرمایه گذاری تفکیک قایل شد. در گذشته، مناسبترین معیار را جریان نقدی ورودی سرمایه گذاری می دانستند و به عنوان یک وسیله منطقی برای اندازه گیری نرخ بازده سرمایه گذاری<sup>۲</sup> تلقی می شد. در حالی که امروزه، روشهای ریاضی گوناگونی برای ارزیابی سرمایه گذاریها بکار می رود و ترکیب بهینه متغیرهایی را که بر سرمایه گذاری مؤثرند، مشخص می سازد.

### محدودیت روشهای متداول ارزیابی سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان

کوششهای بسیاری برای بررسی طرحهای سرمایه گذاری در شرایط عدم اطمینان صورت گرفته است که موفق بوده اند. لیکن به نظر می رسد که هر کدام، یک جنبه از قضایا را مورد توجه قرار

# کاربرد روش شبه سازی در ارزیابی طرحهای سرمایه گذاری

نگارش: عادل آذر

به راهنمایی: دکتر مهدی سیداصفهان

همه تصمیماتی که مدیران صنایع اتخاذ می کنند، شقوق مختلفی<sup>۱</sup> دارد که ممکن است در تعارض با یکدیگر باشند. هر کدام از این نوع تصمیمات تحت تأثیر مفروضات تصمیم گیرنده و ارزیاب هستند، بگونه ای که مشکل موجود در این نوع تصمیمات به مفروضات و تأثیرات آنها بستگی دارد. هر شق ممکن در سرمایه گذاری تحت تأثیر «عدم اطمینان» است که وقتی این عدم اطمینان در کل مسأله با هم ترکیب می شود، حالت فزاینده ای را پیدا می کند و عدم اطمینان را به صورت یک موضوع حساس و بحرانی در می آورد. به این لحاظ است که «مخاطره» وارد موضوع می شود و لازم است که مدیران از ابزارها و فنون جدید و مناسبی برای ارزشیابی و سنجش پروژه های سرمایه گذاری استفاده کنند.

روشی وجود دارد که به مدیران کمک می کند تا به سرعت بتوانند تصمیمات کلیدی سرمایه گذاری را با به دست آوردن

داده‌اند، حال به ذکر برخی از آنها پرداخته می‌شود:

۱- صحت پیش‌بینیها - کاهش خطا در برآوردها، یک هدف ارزشمند است. اما به چگونگی استفاده از این پیش‌بینیها در تصمیمات سرمایه‌گذاری اشاره‌ای نشده است. زمانی که همه چیز گفته شد و انجام گرفت، هنوز آینده، در پیش است. بنابراین، اگر چه پیش‌بینیها خوب است، ولی انسان با دانش محدودی روبروست که نتوانسته همه ترندها را برطرف کند.

۲- قضاوت‌های تجربی - عوامل ذهنی مؤثر بر نتایج یک تصمیم موجب مشکلات جدی می‌شود. همه به قضاوت کسانی که احتمال انجام یک سرمایه‌گذاری نادرست را کاهش می‌دهد، علاقه‌مندند. چگونه می‌توان بگونه‌ای قضاوت کرد که سرمایه‌گذاری خوبی انجام شود؟ به عبارت دیگر، ملاک قضاوت چیست؟ آیا بر اساس تعصب قضاوت می‌شود یا بر اساس عدم اطمینان؟

۳- تجدید نظر در حداقل نرخ بازده مورد نیاز سرمایه‌گذاری - توقع نرخ بازده بالاتر در مقابل عدم اطمینان، تلاش بسیار معقولی است. مدیریت تمایل شدیدی به تناسب نرخ بازده سرمایه و مخاطره سرمایه‌گذاری دارد. عدم اطمینان باعث می‌شود که تخمینهای متعددی از فروش، هزینه، قیمت و ... وجود داشته باشد و نرخ بازده بالاتری برای سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شود. اما مشکل اساسی این است که تصمیم‌گیرنده در اصل، نیازمند اطلاعات واضح و دقیق‌تری در خصوص درجه مخاطره‌ای که او انتخاب کرده و احتمال رسیدن به نرخ بازده مورد انتظار، است.

۴- تخمینهای سه‌جانبه - تلاش برای کاهش مخاطره، گاهی اوقات با انتخاب ارزش بالا، متوسط و پایین عوامل و محاسبه نرخ بازده سرمایه‌گذاری بر اساس برآوردهای خوشبینانه، بدبینانه و محتمل‌الوقوع صورت می‌گیرد. اما تخمینها در اصل دامنه‌ای از نتایج محتمل را ارائه می‌دهند، لیکن به ما نمی‌گویند آیا حالت خوشبینانه احتمال وقوع بیشتری دارد یا حالت‌های دیگر، اگر چه این روش تا حدودی نزدیک به واقع است ولی تصویر کامل و روشنی از آینده و مقایسه شقوق ممکن را به ما ارائه نمی‌دهد.

۵- انتخاب احتمالات - روشهای متعددی برای تعیین احتمالات مربوط به عوامل مؤثر در محاسبه نرخ بازده سرمایه‌گذاری مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

آقای گرت<sup>۳</sup> از برنامه خاصی برای پیش‌بینی عمر مفید و توزیع احتمال عمر کالا (خدمت) استفاده کرده است و آقای بنی‌یون<sup>۴</sup> استفاده از نظریه بازیها<sup>۵</sup> را برای تعیین میزان فروش (نرخ رشد بازار) و توزیع احتمال آن پیشنهاد می‌کند. ایشان استفاده از احتمالات برآورد شده را برای نرخ رشد ویژه‌ای که ممکن است بهترین استراتژی سرمایه‌گذاری را ایجاد کند، لازم می‌داند.

باید توجه داشت که هر دو روش به یک سبک اشاره می‌کند که در آن، محاسبه نرخ بازده مورد انتظار بر اساس یک عامل نامطمئن - عمر کالا در مورد اول و نرخ رشد بازار در روش دوم - است. هر دو روش پیشنهادی مفیدند و تا حدودی به انتخاب طرح سرمایه‌گذاری مطلوب و بهبود تصمیمات کمک می‌کنند، لیکن نه تنها دامنه مشخصی از «درجه مخاطره انتخابی» را ارائه نمی‌دهند بلکه «متوسط نرخ برگشت سرمایه» را به وضوح بیان نمی‌کنند تا شاید به اتخاذ تصمیمات پیچیده سرمایه‌گذاری کمکی بکنند.

## تصویری روشن

در هر یک از موارد فوق، عواملی که برای ارزیابی طرح در نظر گرفته شده است، تحت تأثیر عدم اطمینان کامل است. مدیریت و ارزیابان به روشی نیاز دارند که میزان این تأثیر را بر عوامل اصلی به وضوح بیان کنند و احتمال رخداد هر یک از آنها را مشخص سازد. هدف، این است که با استفاده از یک فن ویژه به «تصویر روشنی» از مخاطره مناسب سرمایه‌گذاری و احتمال رخداد آن رسید.

شبه‌سازی<sup>۶</sup> این عوامل می‌تواند به عنوان روشی مناسب برای به دست آوردن حداکثر اطلاعات از آینده بکار گرفته شود. به کمک این روش بسیار ساده و با استفاده از کامپیوتر می‌توان مشکل را حل کرد.

برای استفاده از این روش باید نکات زیر را در نظر داشت:

۱- دامنه ارزش هر یک از عوامل<sup>۷</sup> (برای مثال، قیمت فروش،

نرخ رشد فروش و ...) و احتمال رخ دادن هر یک از ارزشهای تعیین شده در دامنه را برآورد کنید.

۲- بطور تصادفی برای هر یک از عوامل با توجه به توزیع آنها یک ارزش معین انتخاب کنید. سپس ارزش همه عوامل را با یکدیگر ترکیب کنید و نرخ بازده سرمایه گذاری (یا ارزش فعلی) را از ترکیب آنها محاسبه کنید. برای مثال، کمترین حد دامنه قیمت ممکن است با بالاترین حد دامنه نرخ رشد بازار و دیگر مؤلفه‌ها ترکیب شود و نرخ بازده مطلوب را تشکیل دهد.

۳- احتمال رخ دادن هر یک از نرخهای بازده سرمایه را پس از بارها تکرار آزمایش محاسبه کنید، زیرا میلیونها حالت از ترکیبات مختلف وجود دارد که ممکن است در هر بار آزمایش ارزش معینی برای نرخ بازده سرمایه بدهد. این کار درست شبیه حالتی است که احتمال آمدن عدد «۶» را در پرتاب یک مکعب شش ضلعی پس از چندین بار آزمایش محاسبه کرد.

نتیجه کار، فهرستی از نرخهای بازده (از بالاترین حد تا پایین ترین حد) خواهد شد که ممکن است در طول سرمایه گذاری به آنها رسید. سپس شانس (احتمال) که برای رخ دادن هر یک از آنها وجود دارد، محاسبه خواهد شد. (باید توجه داشت که یک نرخ ویژه، بیش از سایر ترکیبات ممکن است قابل حصول باشد. در واقع گفته می شود احتمال رسیدن به آن از سایر ترکیبات بیشتر است). متوسط مورد انتظار (امید ریاضی) عبارت است از مجموع همه ارزشهای حاصل شده که در واقع وزن آنها احتمال رخداد آنهاست. به زبان ریاضی:

$$E(x) = \sum_{i=1}^K P(x_i) \cdot x_i$$

که در آن:

$x_i$  ارزش مؤلفه‌ها برای اندیس  $i$  و

$P(x_i)$ : احتمال رخ دادن ارزش مؤلفه اندیس  $i$  ام است.

سپس میزان پراکندگی ارزشهای به دست آمده از متوسط آنها مشخص می شود. این کار بسیار مهم است، زیرا ممکن است که همه عوامل دیگر مساوی باشند. قطعاً مدیریت پراکندگی کمتر را

برای نرخهای بازدهی که برای گزینش مطرح شده‌اند، ترجیح می دهد. پراکندگی هر یک از مؤلفه‌ها به صورت زیر تعریف می شود:

$$\sigma_x^2 = \sum_{i=1}^K (x_i + \mu_x)^2 \cdot P(x_i) \Rightarrow \sigma_x^2 = E(x^2) - \mu_x^2$$

که در آن،  $E(x^2)$ : گشتاور مرتبه دوم به مبداء میانگین و  $\sigma_x^2$  واریانس (پراکنش) مؤلفه است.

### ارزیابی عملی پیشنهاد سرمایه گذاری

برای بررسی شیوه جدید ارزیابی طرحها، اجازه بدهید یافته‌های یک مدیر را که پیشنهاد سرمایه گذاری را با روشهای متداول (قدیمی) تجزیه و تحلیل کرده است. پی بگیریم. سپس برنامه زمانبندی سرمایه گذاری انتخاب شده و ارزشهای مورد انتظار را با آنچه که از شیوه جدید به دست آمده، مقایسه می کنیم. همچنان که مشاهده خواهد شد، نوع مخاطرات و نرخهای بازدهی در روش جدید کاملاً با نتایج به دست آمده از روشهای متداول فرق دارد. در هر حال تفاوتها به نوع ارتباطی ندارد بلکه به تغییر در مؤلفه‌های اساسی وابسته است. روش جدید نسبت به عدم اطمینان مدیریت به مؤلفه‌های کلیدی، حساسیت بیشتری نشان داده است. در اینجا یک کارخانه شیمیایی را که سرمایه اولیه آن ۱۰۰ میلیون ریال و عمر مفید آن ۱۰ سال است، مورد بررسی قرار می گیرد. ضمناً مهندسان تولید برآورد کرده‌اند که کارخانه به پردازش ۲۵۰۰۰۰ تن مواد به ارزش ۵۱۰۰ ریال (بازاء هر تن) و هزینه ۴۳۵۰ ریال (بازاء هر تن) قادر است. آیا این سرمایه گذاری یک سرمایه گذاری ایده آل است؟ در حقیقت، نرخ بازده سرمایه چقدر است؟ مخاطره سرمایه گذاری چقدر است؟ بهترین و کاملترین تحقیقات بازاریابی و تجزیه و تحلیل‌های مالی مورد نیاز است تا شاید یک تصویر روشن و واضحی از پروژه در یک دنیای متلاطم و نامطمئن به مدیریت بدهد.

عوامل کلیدی که مدیریت برای تصمیم‌گیری نیاز دارد عبارتند

از:

۱- اندازه بازار (حجم)

۲- قیمت‌های فروش

۳- نرخ رشد بازار

۴- سهم بازار (که به حجم فروش می‌انجامد)

۵- سرمایه مورد نیاز

۶- ارزش اسقاط سرمایه گذاری

۷- هزینه‌های عملیاتی

۸- هزینه‌های ثابت

۹- عمر مفید تجهیزات

این فاکتورها نمونه‌ای از مجموع مؤلفه‌هایی است که باید تجزیه و تحلیل و بگونه‌ای با یکدیگر ترکیب شوند که سرمایه گذاری پیشنهاد شده را، آنچنان که هست، معرفی کنند.

## تخمینهای به دست آمده

چه نوع تجزیه و تحلیل‌هایی برای این سرمایه گذاری پیشنهاد می‌شود؟ هدف این است که، توزیع فراوانی و منحنی احتمال برای هر یک از این نه مؤلفه فراهم شود. اطلاعاتی که برای این کار نیاز است عبارت است از، دامنه تغییرات هر یک از ارزشها، متوسط ارزش هر یک از مؤلفه‌ها و برخی اطلاعات اضافی همچون احتمال رخدادی که هر یک از ارزشها ممکن است داشته باشند.

سؤال و تحقیق از متخصصان درگیر در امر برای تعیین مقدار هر یک از ارزشها ضروری است. برای مثال می‌توان سؤال کرد، آیا می‌توان هزینه تولید را در قالب یک مقدار معین بیان کرد؟ یا حتماً باید در قالب یک دامنه برآورد شود؟ بهتر آن است که، هر جا احتمال خطا در تجزیه و تحلیل مدیریت وجود دارد دامنه‌ای از ارزشها مشخص شود. تعیین دامنه نیز نسبتاً آسان است و آن نیز معمولاً بر اساس حدس و گمان صورت می‌گیرد.

در اینجا مؤلفه فروش با پرس و جو از مدیران اجرایی مورد بحث قرار گرفته است و سؤالات زیر برای تخمین دامنه قیمت فروش با آنها در میان گذاشته شده است.

۱- قیمت فروش مورد انتظار ۵۱۰۰ ریال است، چقدر

احتمال دارد که قیمت فروش بیش از ۵۵۰۰ ریال باشد؟

۲- آیا احتمال اینکه قیمت فروش بیش از ۵۶۰۰ ریال باشد

وجود دارد؟

۳- چقدر احتمال دارد که قیمت به پایین‌تر از ۴۷۵۰ ریال

سقوط کند؟

مدیریت باید سؤالات مشابهی از متخصصان امر راجع به مؤلفه‌های مورد نظر داشته باشد تا به کمک آنها بتواند منحنی هر یک از مؤلفه‌ها را تهیه کند. تجربه نشان داده است که این روش نه تنها مشکل نیست بلکه منطقی هم هست. اغلب اطلاعات با درجه‌ای از انحراف (پراش) برای هر یک از مؤلفه‌ها در دسترس است. برای مثال اطلاعات تاریخی با درجه‌ای از انحراف برای قیمت یک کالا از قبل موجود است. متشابهاً می‌توان تغییرات فروش را از مراکز اسناد فروش جمع‌آوری کرد. حتی برای عواملی که اطلاعات تاریخی درباره آنها در دسترس نیست، همچون هزینه‌های عملیاتی، می‌توان از افراد صاحب‌نظر که تقریباً به پیش‌گوییهای آنها اعتماد وجود دارد، تقاضا کرد که درباره آن مؤلفه حدس خود را بیان کنند. البته باید گفت که به نسبت درجه اعتماد به پیش‌بینی شخص، دامنه مورد نظر را تعیین می‌کنیم (هر چه اعتماد کمتر باشد، دامنه را وسیعتر انتخاب می‌کنیم).

درجه اعتماد به دامنه، بسیار مطمئن‌تر از متوسط پیش‌بینی شده است، زیرا این دامنه شامل اطلاعات بیشتری در خصوص آنچه که شناخته شده و آنچه که ناشناخته است، می‌باشد. به عبارت دیگر، برآورد نقطه‌ای متوسط ( $\bar{X} = \frac{\sum X^i}{n}$ ) از درجه اعتماد کمتری نسبت به برآورد فاصله‌ای متوسط  $P(\bar{X} \pm S_{\bar{X}} \cdot Z_{\alpha}) = 1 - \alpha$  برخوردار است چرا که برآورد فاصله‌ای با درجه اعتماد (مثلاً ۹۵٪) ساخته می‌شود که فقط ۵٪ احتمال دارد که در برگیرنده شناخته‌های ما نباشد. هر چه که ناشناخته‌ها بیشتر باشد، انتخاب و گزینش طرح مناسب مشکلتر می‌شود و درجه خطا و عدم اطمینان افزایش می‌یابد. شیوه جدید ارزیابی بگونه‌ای طراحی شده است که تا حدودی این خطاها را کاهش می‌دهد.

## برآمد کامپیوتری

در مرحله بعد، کامپیوتر بطور تصادفی ارزشی از هر توزیع انتخاب می‌کند و با ترکیب آن با ارزشهایی که از دیگر توزیعها انتخاب شده، تخمینی از رقم سود برآورد شده و ارزش فعلی

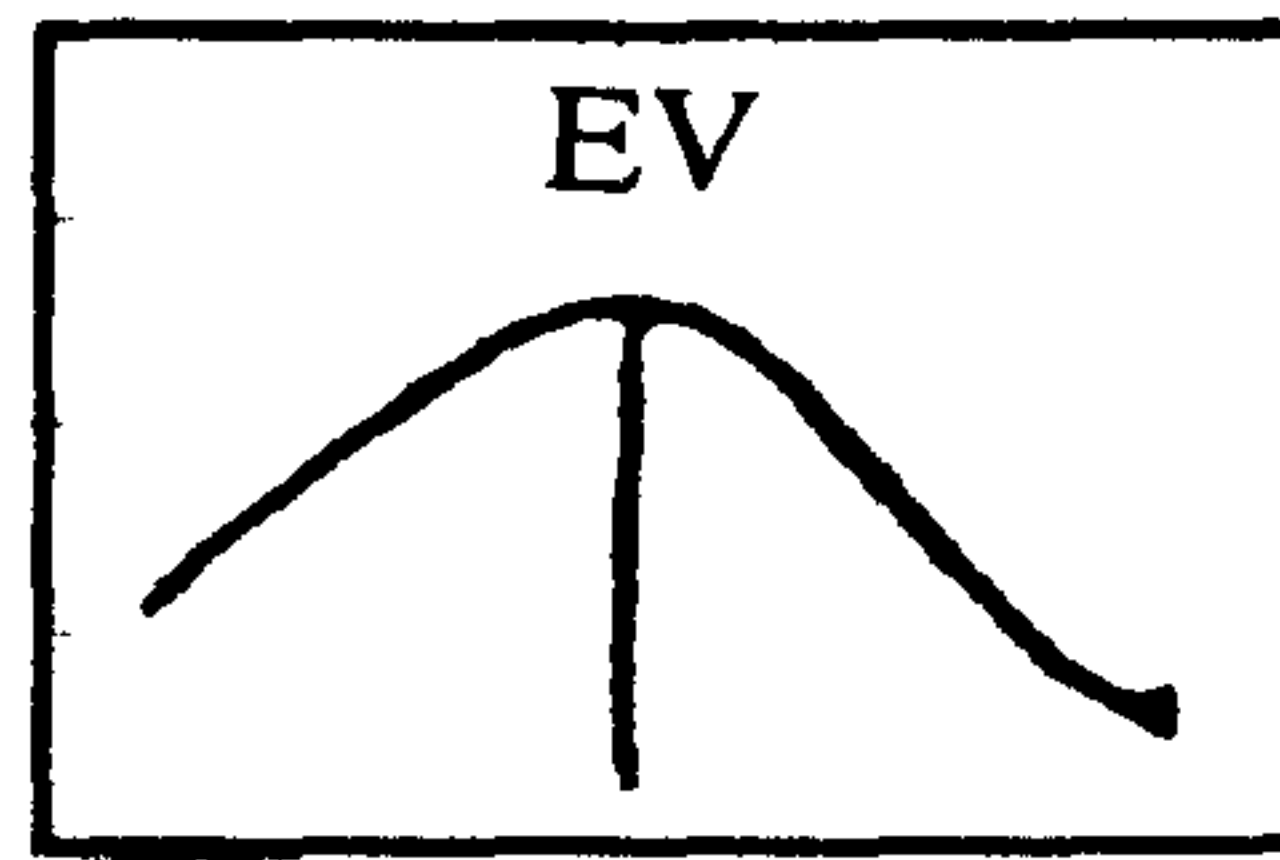
ارزش احتمالی  
مؤلفه‌های وارده

قوانین و برنامه تصمیم‌گیری انتخاب عدد  
تصادفی، ورود اطلاعات طبق احتمال  
رخداد آنها

تعیین نرخ بازده برای  
هر مجموعه از اطلاعات ورودی

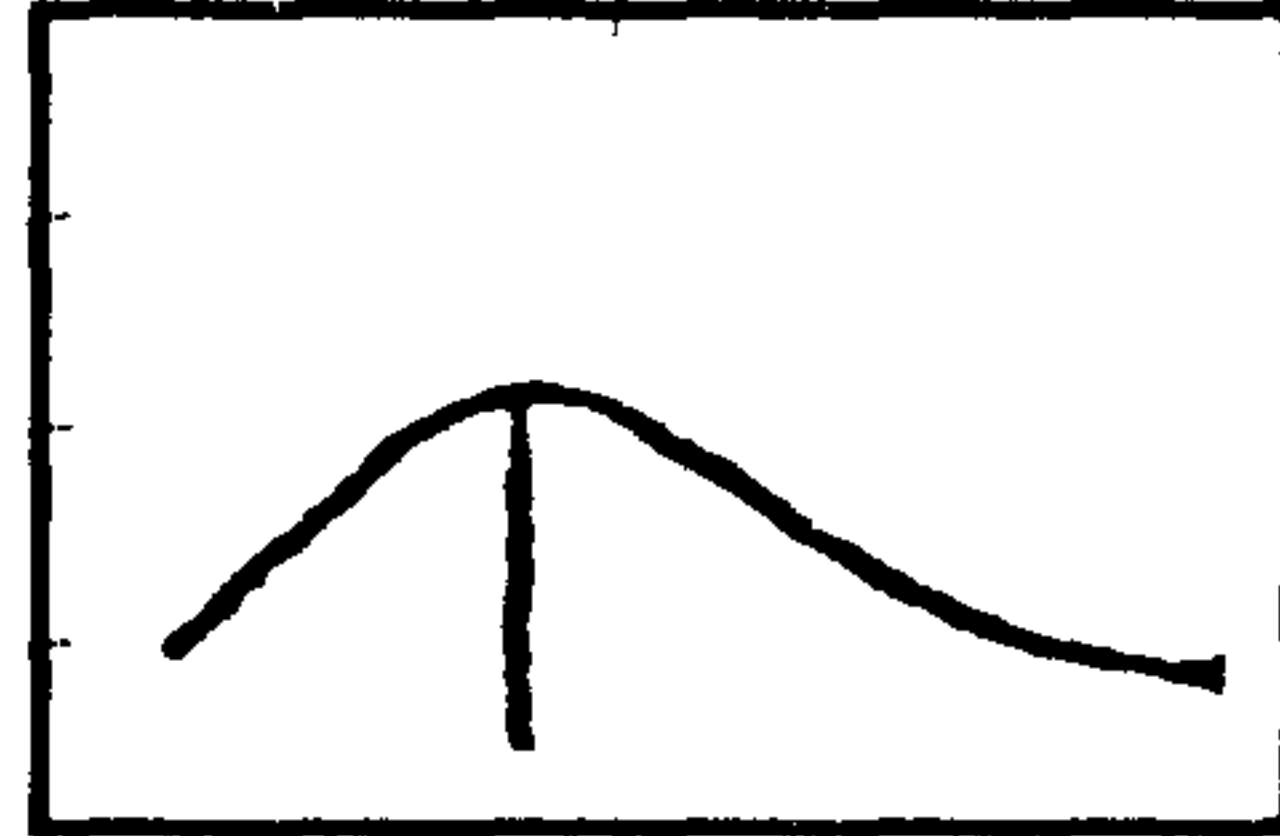
تکرار نمونه تا زمانی که اطمینان حاصل  
شود که مخاطره پوشیده شده است

احتمال رخداد ارزش مؤلفه‌ها



دامنه ارزش مؤلفه‌ها

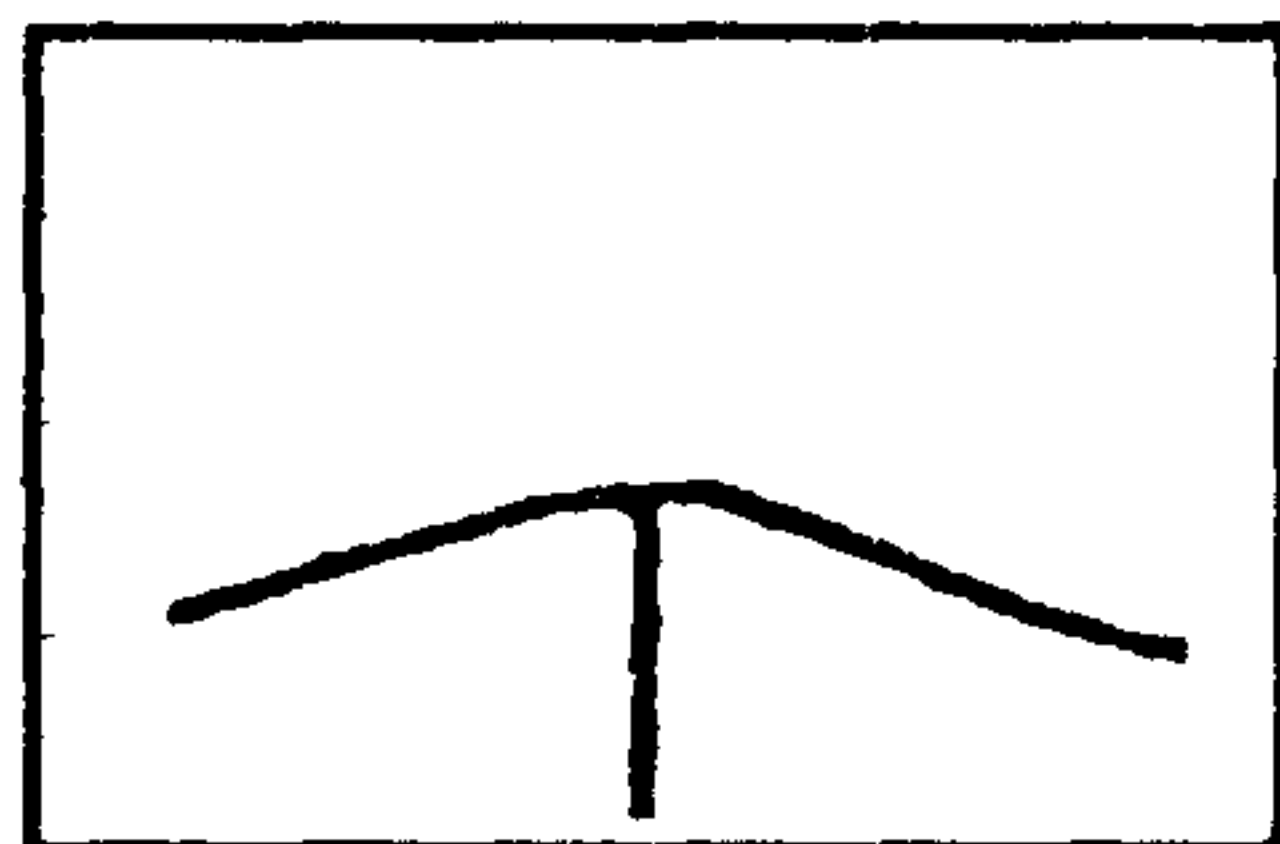
قیمت فروش



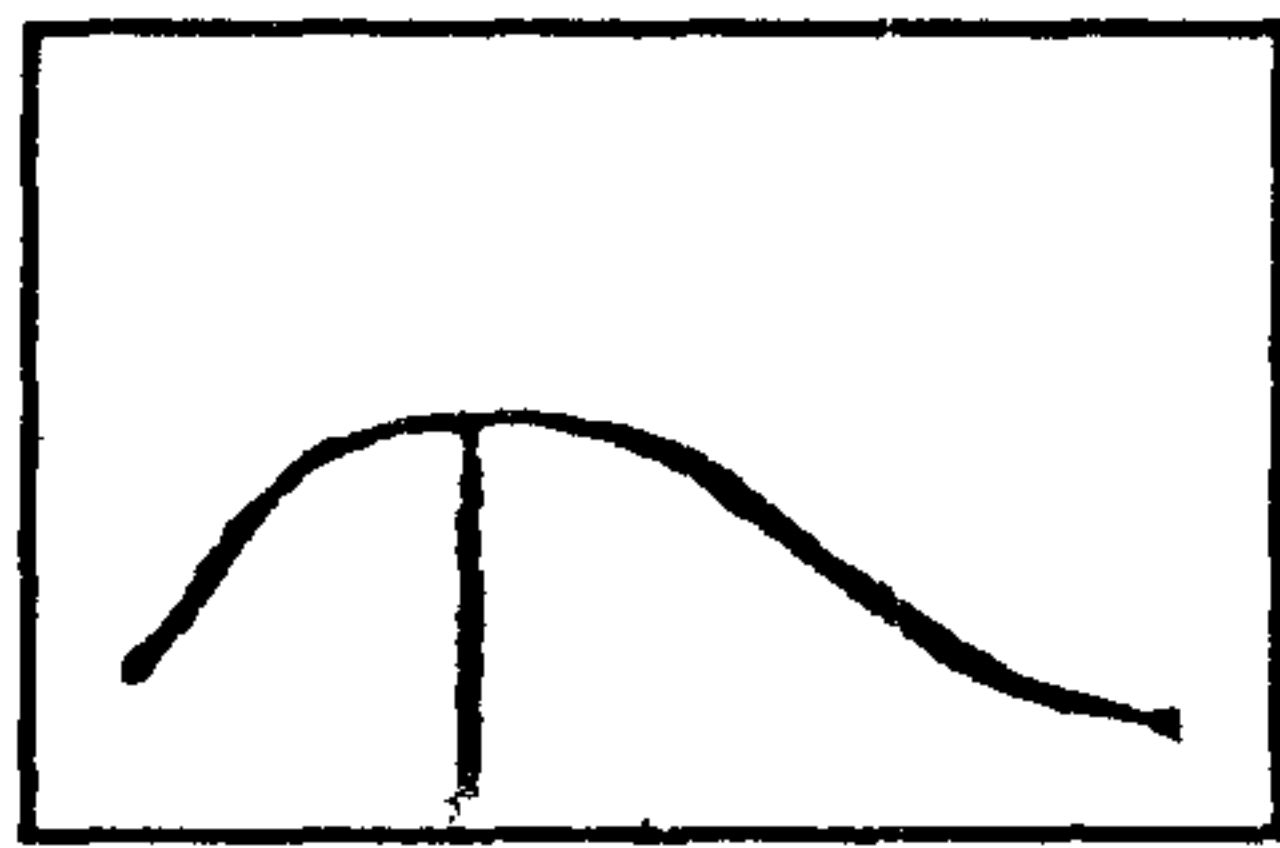
سهم بازار



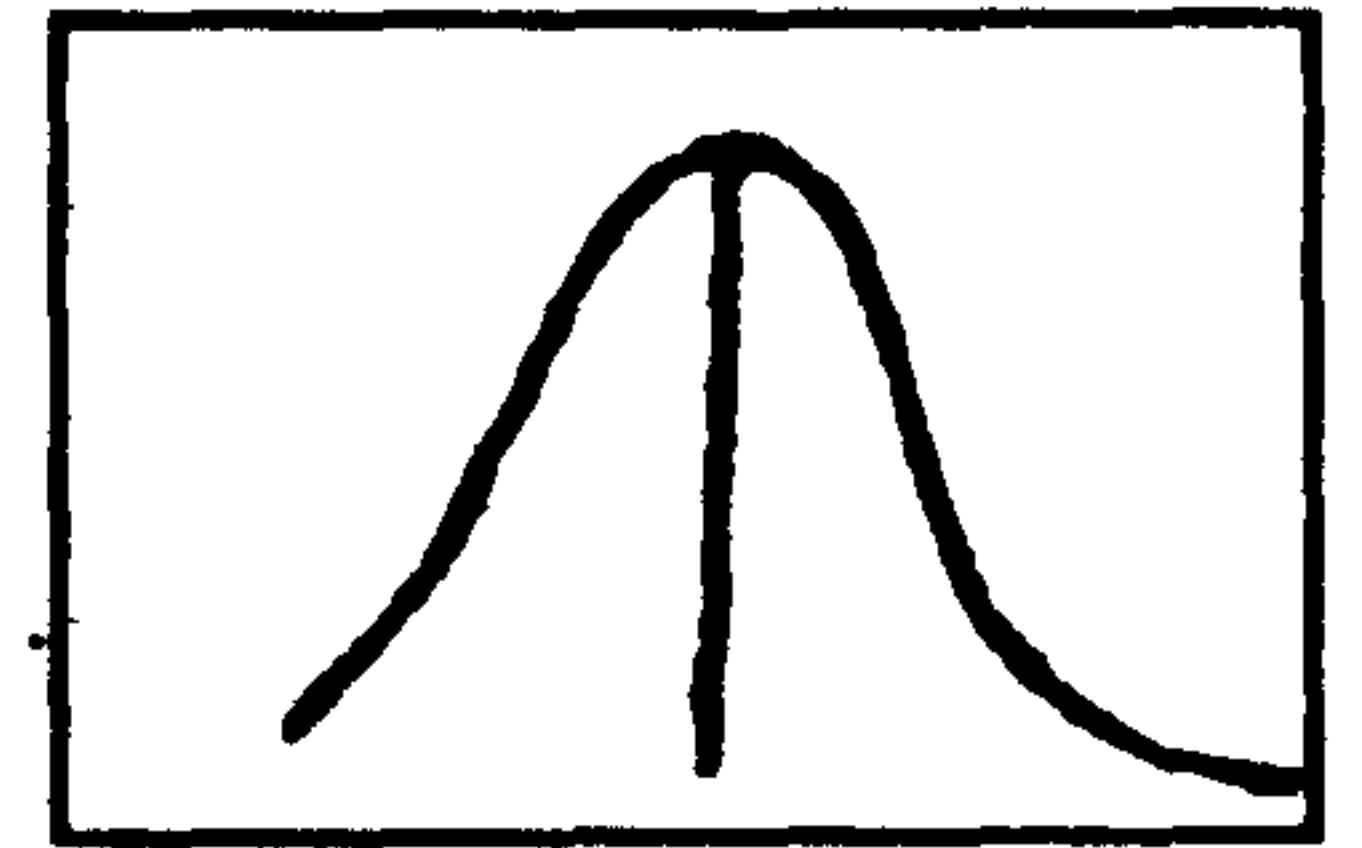
ارزش اسقاط سرمایه گذاری



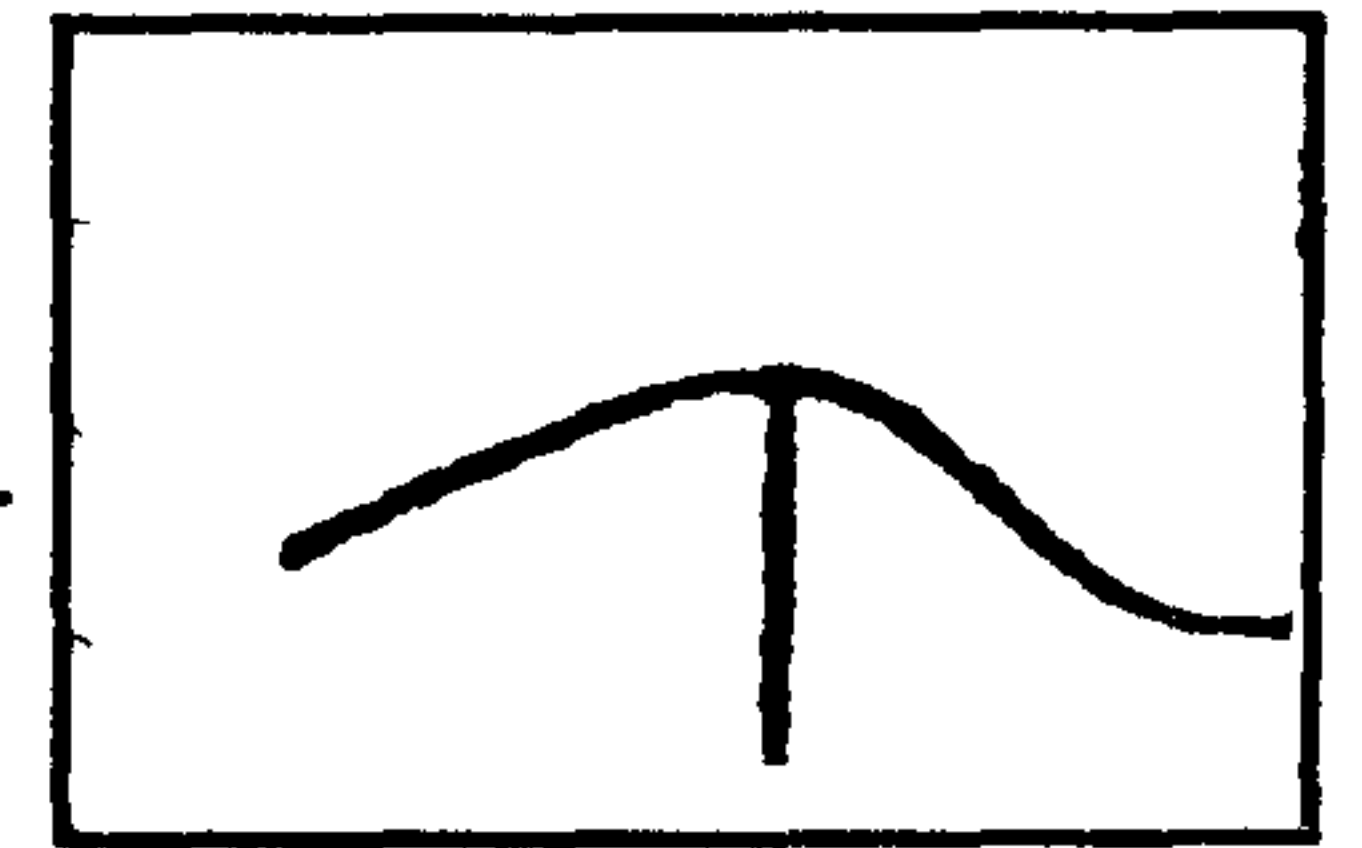
هزینه‌های ثابت



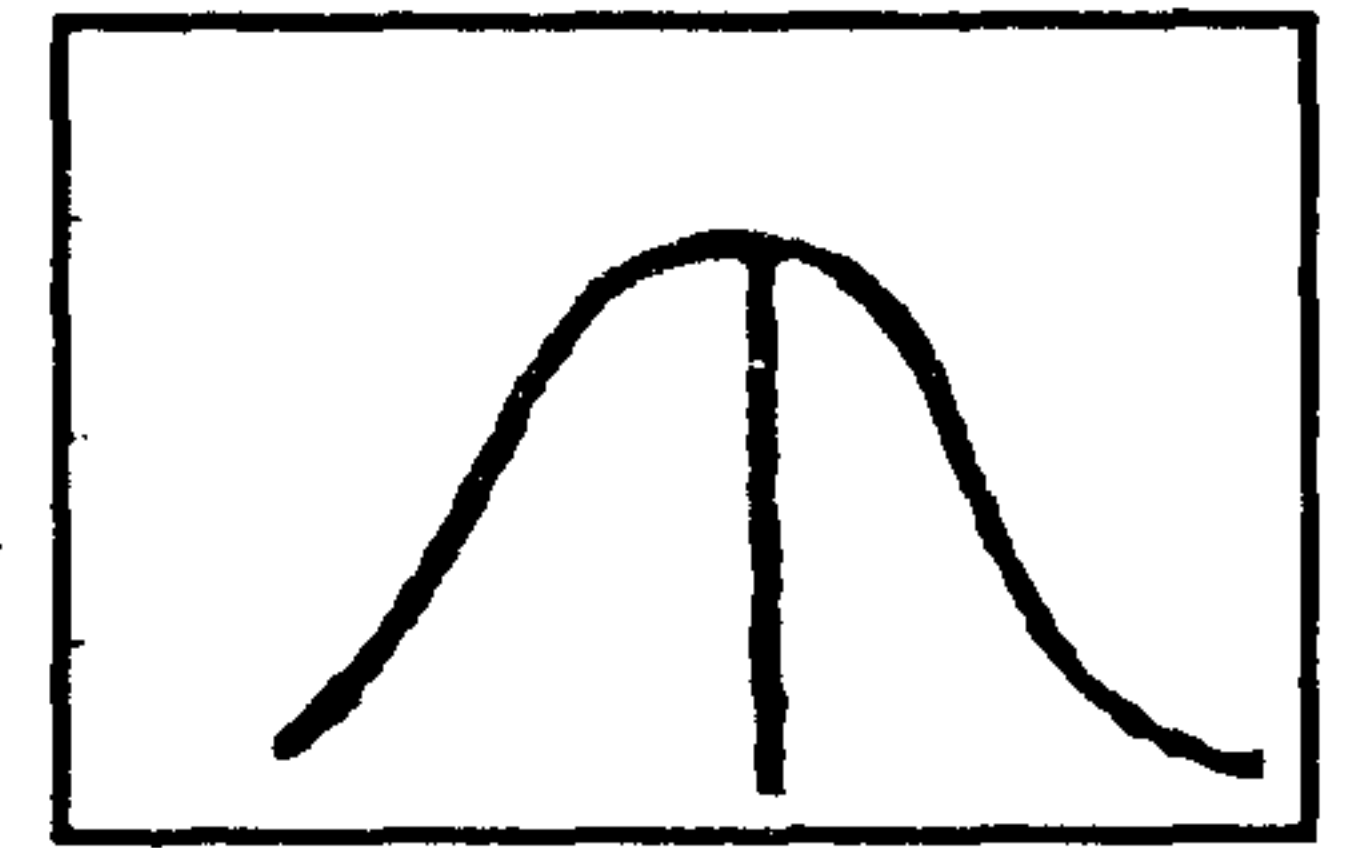
حجم بازار



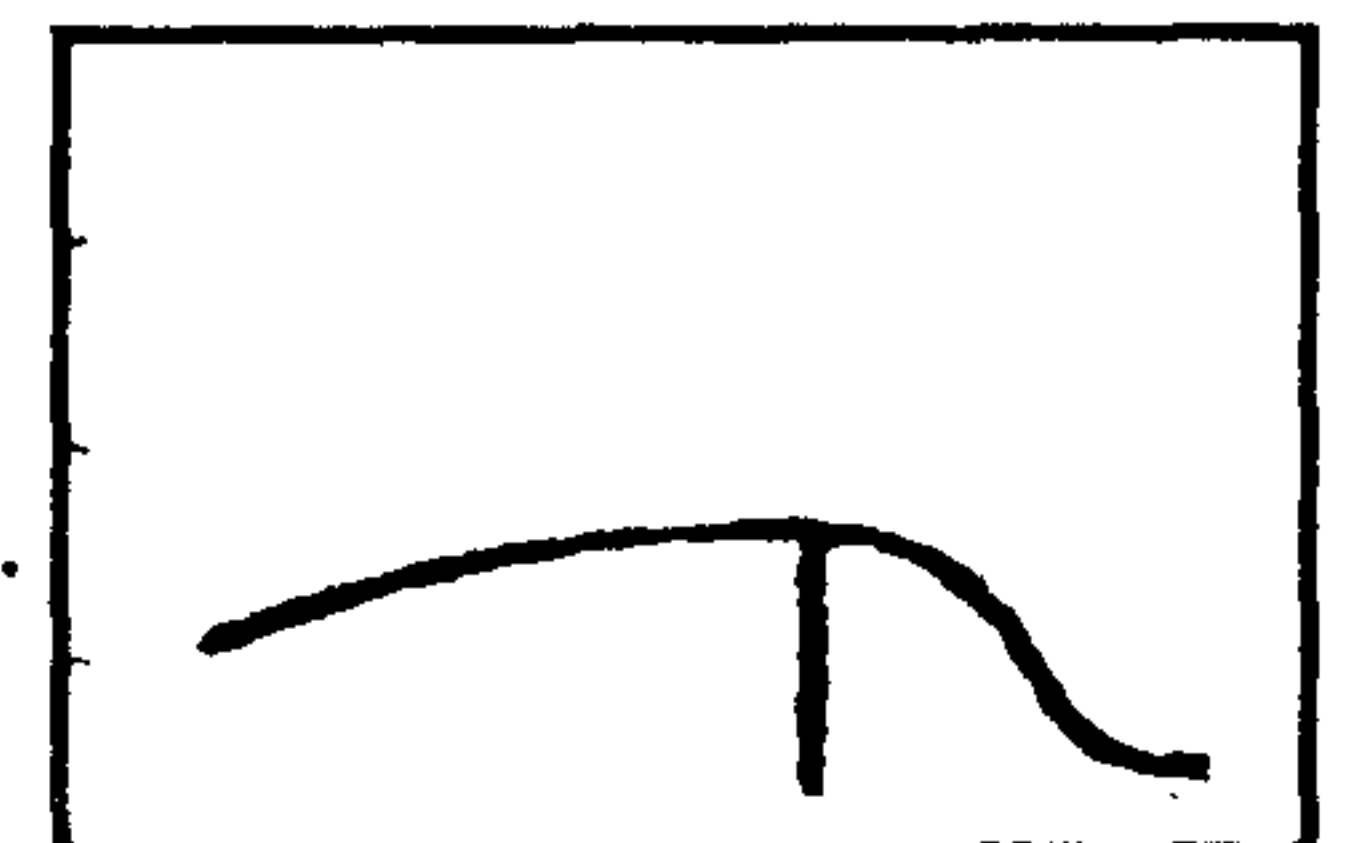
نرخ رشد بازار



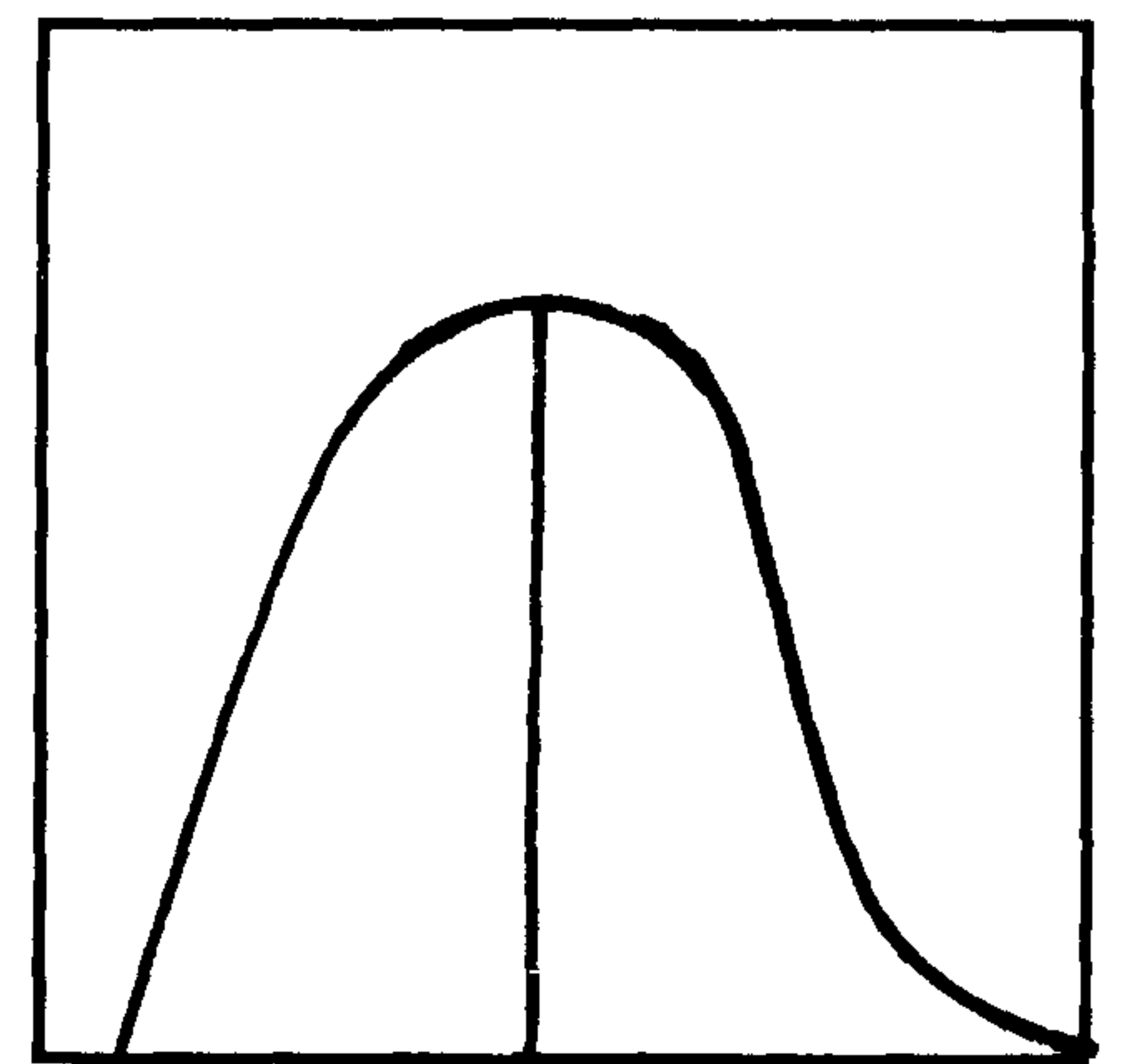
سرمایه گذاری مورد نیاز



هزینه‌های عملیاتی



عمر مفید



احتمال رخداد نرخ بازده

نرخ بازده

ارزش مورد انتظار = Expected Value

شکل ۱ - شبیه‌سازی، برای ارزیابی سرمایه‌گذاری در شرایط مخاطره

خالص با نرخ بازده سرمایه به دست می‌دهد.<sup>۹</sup> البته این سود و نرخ بازده موقعی اتفاق می‌افتد که ترکیبات خاص انتخاب شده در آزمایش، تحقق یابند. کامپیوتر انتخاب دیگر ترکیبات ارزشها را ادامه می‌دهد و شاید با چند صد آزمایش دیگر ارقام سود و نرخ بازده سرمایه را محاسبه کند.

تعداد دفعات محاسبه نرخ بازده در حافظه کامپیوتر نگهداری می‌شود تا پس از تکمیل آزمایشهای کامپیوتر، فراوانی نرخهای مختلف بازده محاسبه شده و توزیع فراوانی نرخهای مختلف ترسیم شود.

کامپیوتر این مراحل را می‌تواند با استفاده از روش شبیه‌سازی در حداقل زمان و حداقل هزینه انجام دهد. برای مثال در مورد فوق، اگر قرار باشد ۳۶۰۰ محاسبه برای نرخ بازده سرمایه انجام

گیرد و ضمناً منحنی هر یک از مؤلفه‌های نامبرده رسم شود، جمعاً ۲ دقیقه از وقت کامپیوتر را می‌گیرد. فرایند محاسبه نرخ بازده سرمایه گذاری در شکل یک نشان داده شده است.

## فرموله کردن مدل شبیه‌سازی برای محاسبه نرخ بازده داخلی<sup>۱۰</sup>

برای اینکه بتوانیم به کمک مدل شبیه‌سازی نرخ بازده داخلی را محاسبه کنیم باید ابتدا، پارامترها<sup>۱۱</sup>، متغیرهای بیرونی<sup>۱۲</sup>، متغیرهای درونی<sup>۱۳</sup> و معادلات عملیاتی و همانند<sup>۱۴</sup> را تعیین کنیم. ضمناً فرض می‌شود که قیمت فروش تحت کنترل شرکت است. بنابراین این عدم اطمینان شامل قیمت فروش نمی‌شود. حال به چگونگی محاسبه نرخ بازده داخلی پس از کسر مالیات می‌پردازیم:

### پارامترها:

$SP_t$ :	قیمت فروش هر واحد در سال $t$
$DR_t$ :	نرخ استهلاك برای سال $t$
Max:	تعداد کل برآمدهایی که باید توسط کامپیوتر شبیه‌سازی شود. متغیرهای بیرونی (متغیرهای احتمالی که توزیع احتمالی آنها شناخته شده است):
$MG_t$ :	نرخ رشد بازار در سال $t$
$MS_t$ :	حجم بازار از نظر تعداد واحد قابل فروش در سال $t$
$SM_t$ :	سهم بازار در سال $t$
INV:	سرمایه گذاری اولیه‌ای که پروژه نیازمند آن است.
N:	عمر مفید سرمایه گذاری
$FC_t$ :	مجموع هزینه‌های ثابت عملیاتی در سال $t$
$VC_t$ :	هزینه متغیر عملیاتی هر واحد در سال $t$
$OC_t$ :	سایر هزینه‌های مربوط به پروژه در سال $t$
$TR_t$ :	نرخ مالیات در سال $t$
	متغیرهای درونی (متغیرهایی هستند که به وسیله معادلات عملیاتی و همانند محاسبه می‌شوند):
$USAL_t$ :	مقدار فروشی که به وسیله پروژه در سال $t$ حاصل می‌شود.
$REV_t$	درآمد کلی که به وسیله پروژه در سال $t$ به دست می‌آید.

DEP <sub>t</sub> :	استهلاک پروژه در سال t
TVC <sub>t</sub> :	مجموع هزینه‌های متغیر پروژه در سال t
TC <sub>t</sub> :	کل هزینه‌های پروژه در سال t
NIAT <sub>t</sub> :	درآمد خالص پس از مالیات که به وسیله پروژه در سال t حاصل می‌شود
NCI <sub>t</sub> :	خالص جریان نقدی ورودی که به وسیله پروژه در سال t حاصل می‌شود.
BV <sub>t</sub> :	ارزش دفتری پروژه در پایان سال t
IRR <sub>m</sub> :	نرخ بازده داخلی سرمایه گذاری در m امین برآمد شبیه سازی شده

معادلات همانند و عملیاتی:

$$BV_0 = INV$$

$$DEP_t = (DR_t)(BV_{t-1})$$

$$BV_t = BV_{t-1} - DEP_t$$

$$MS_t = (MS_{t-1})(1 + MG_{t-1})$$

... و ۴ و ۳ و ۲ = t برای

$$USAL_t = (MS_t)(SM_t)$$

$$REV_t = (USAL_t)(SP_t)$$

$$TVC_t = (VC_t)(USAL_t)$$

$$TC_t = TVC_t + FC_t + OC_t + DEP_t$$

$$TAX_t = TR_t(REV_t - TC_t)$$

$$NIAT_t = REV_t - TC_t - TAX_t$$

$$NCI_t = NIAT_t + DEP_t$$

$$IRR =$$

نرخ r است که چنین محاسبه می‌شود:

$$\sum_{t=1}^n \frac{NCI_t}{(1+r)^t} + \frac{BV_n}{(1+r)^n} - INV = 0$$

فلو چارتی که نشان دهد چگونه مدل فوق عمل می‌کند در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

## مقایسه داده‌ها

این مورد انواع مختلف خطا و عدم اطمینان را ممکن است به همراه داشته باشد. برای مثال، پیشرفت خودکار کردن عملیات ممکن است عمر مفید را نامطمئن سازد.

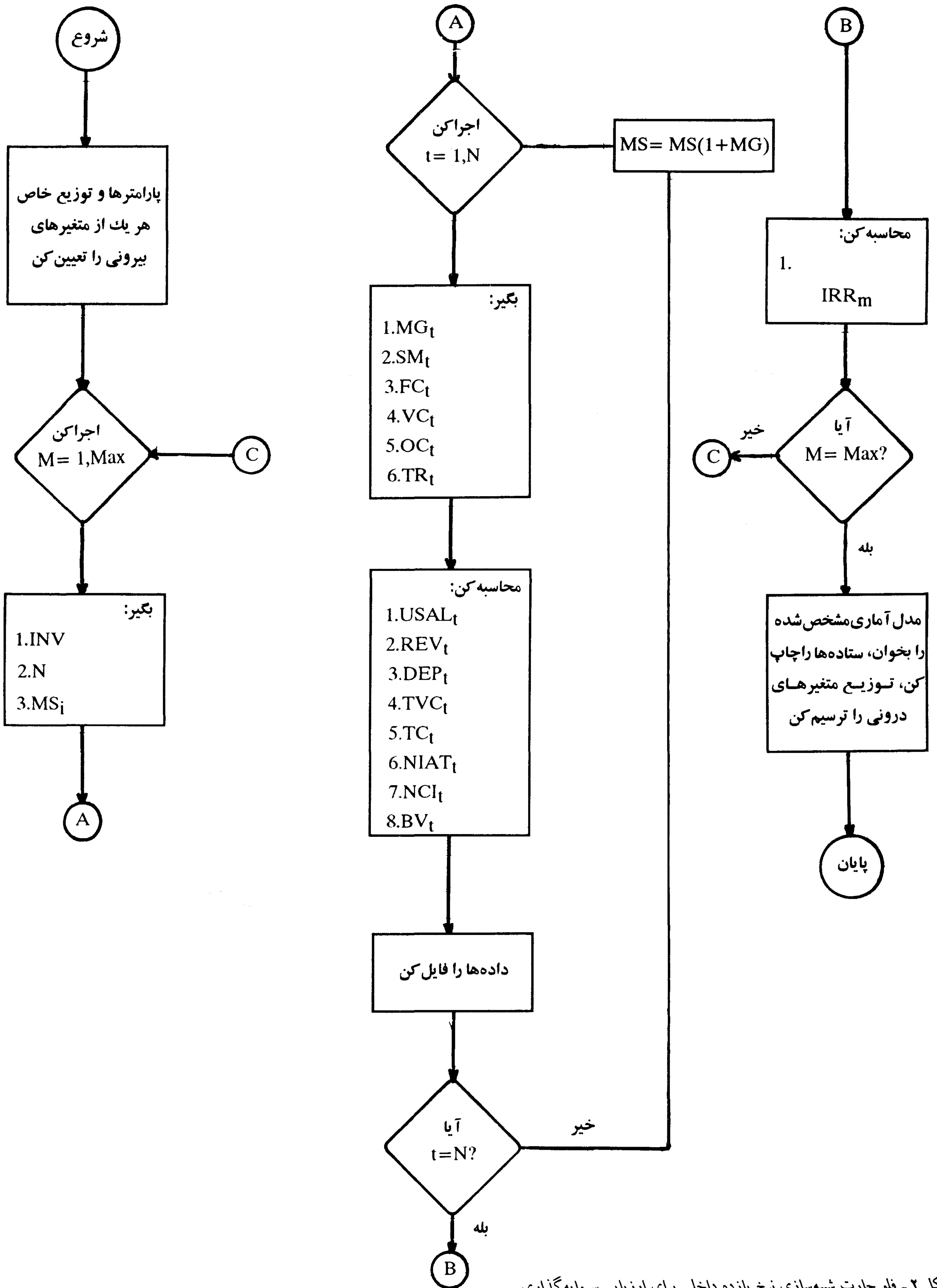
۳- هزینه‌های عملیاتی و ثابت، این مؤلفه‌ها نیز تا حدودی تحت تأثیر عدم اطمینان هستند ولی تا حدودی برآورد آنها آسانتر است.

این دسته‌ها از یکدیگر مستقل نیستند. برای اینکه نتیجه، قریب به واقع از شیوه مورد نظر باشد، باید همه مؤلفه‌ها همزمان و وابسته به یکدیگر در نظر گرفته شود. بنابر این چنانچه بنا باشد حجم بازار مشخص شود ابتدا باید توزیع احتمال قیمت مشخص شود و سپس با توجه به آن، توزیع احتمال حجم بازار تعیین گردد. حال به

نه عامل که در بالا شرح داده شد، در سه دسته کلی تر به صورت زیر دسته بندی می‌شوند:

۱- تجزیه و تحلیل بازار، در برگیرنده اندازه (حجم) بازار، نرخ رشد بازار، سهم مؤسسه از بازار و قیمت فروش است. از هر یک از ترکیبات به دست آمده از این مؤلفه‌ها، درآمد ناشی از فروش مشخص می‌شود.

۲- تجزیه و تحلیل هزینه سرمایه گذاری، شامل عمر مفید سرمایه گذاری و خصوصیات مورد انتظار هزینه‌های عملیاتی می‌شود.



شکل ۲ - فلو چارت شبیه‌سازی نرخ بازده داخلی برای ارزیابی سرمایه‌گذاری



مقایسه نتایج به دست آمده از دوروش (متداول و جدید) پرداخته می شود.

## نتایج ارزشمند

چگونه نتایج به دست آمده از دو روش جدید و قدیم را می توان مقایسه کرد؟ در این افته، بر اساس شیوه محاسباتی متداول، سود مورد انتظار قبل از مالیات  $25/2$  درصد بوده است. در حالی که، وقتی بر اساس شیوه جدید از داده های کامپیوتر برآمد گرفته شد، سود مورد انتظار فقط  $14/6$  درصد بوده است. این اختلاف فاحش نه تنها از این واقعیت ناشی است که در شیوه جدید از دامنه برای برآورد ارزش مؤلفه ها استفاده شده است، بلکه از این واقعیت نیز ناشی می شود که هر یک از ارزشهای واقع شده در دامنه با توجه به احتمال رخداد آنها موزون شده اند.

تجزیه و تحلیل جدید ما به مدیریت کمک می کند که از انتخاب سرمایه گذاری نامعقول اجتناب کند و تا حدودی شرایط نامطمئن را به شرایط مطمئن تبدیل کند و از سوی دیگر کمک می کند تا از فقدان اطلاعات کاسته شود و مدیریت را به سوی انتخاب صحیح هدایت کند.

برنامه های کامپیوتری فراهم شده برای انجام عملیات شبیه سازی اجازه می دهند تا به آسانی تعداد متغیرهای جدید افزایش داده شود. برنامه های قبلی کامپیوتری قادر به تعیین ارزش اعداد تصادفی نبودند، ولی امروزه این برنامه ها به راحتی می توانند ارزش آنها را تعیین کرده و توزیع آنها را نیز رسم کنند و هم چنین بین متغیرهای مختلف ارتباط برقرار کنند. فرضاً به راحتی می توانند با توجه به توزیع قیمت یک کالا حجم بازار کالا را در آن قیمت خاص مشخص کنند. برای نشان دادن چگونگی کار به عملیات زیر توجه کنید:

فرض کنید که گردونه ای دارید که گویهایی با شماره های مختلف در آن قرار دارد، اعداد ۰ تا ۱۵ نشان دهنده یک قیمت خاص برای کالا است. اعداد ۱۶ تا ۳۰ نشان دهنده قیمت دوم، اعداد ۳۱ تا ۴۵ نشان دهنده قیمت سوم تا آخر. برای هر یک از این بخشها، یک دامنه خاص برای حجم بازار وجود دارد، برای

مثال:

۱۵۰۰۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰۰۰ ریال برای اولین قیمت،  
۱۰۰۰۰۰۰-۱۵۰۰۰۰۰ ریال برای دومین و  
۱۰۰۰۰۰۰-۷۵۰۰۰۰۰ ریال برای سومی تا آخر، حال پیشنهاد می شود که گردونه را بچرخانند. فرض کنید، گویی که بیرون می افتد دارای شماره ۳۷ باشد. این بدین معنی است که در دامنه ۷۵۰۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ ریال حجم فروش قرار دارد.

این کار را تا آنجا ادامه دهید تا اینکه به توزیع مناسب قیمت فروش و حجم بازار برسید.

جالبتر اینکه، برنامه های کامپیوتری به مدیریت، این توانایی را می دهند که حساسیت نتایج را نسبت به هر یک از متغیرهای وارده (شاید هم همزمان) اندازه گیری می کنند. به راحتی می توان با تغییر در توزیع یک مؤلفه وارده، میزان اثربخشی وجود یا عدم وجود آن (فقدان اطلاعات درباره مؤلفه) را بر عملیات اندازه گیری کرده، گاهی اوقات حتی ممکن است که تغییرات بسیار زیاد در بعضی از مؤلفه ها تأثیر چندانی بر نتایج نداشته باشد. برای مثال، در این افته، مدیریت حساسیت بسیار زیادی نسبت به تخمین رشد حجم بازار داشت ولی برآمد کامپیوتری نشان داد که تغییر در نرخ رشد سالانه از ۳٪ تا ۵٪ تأثیر چندانی بر نتیجه مورد انتظار نداشت.

اجازه دهید که به اطلاعات تفصیلی که استفاده از روش شبیه سازی در اختیار قرار می دهد اشاره ای شود. در شرایطی که از «ارزشهای مورد انتظار معین» استفاده شود مدیریت به نرخ بازده  $25/2$  درصد قبل از مالیات می رسد (در حالی که این نرخ گمراه کننده است، مگر اینکه هیچ تغییری در متغیرهای وارده بوجود نیاید و همه آنها ثابت فرض شوند، گرچه چنین چیزی محال است). از سوی دیگر با استفاده از روش شبیه سازی، عدم اطمینان کاملاً به تصویر کشیده می شود. (جدول شماره ۱)

این مقدار در شکل شماره سه نشان داده شده است. (به نرخ به دست آمده با استفاده از روش متداول توجه کنید). این شیوه ارزشیابی همچنین برای گزینش و انتخاب محصولات جدید، صنایع جدید و مدرنیزه کردن کارخانه مورد استفاده قرار می گیرد.

مقایسه ارزش مورد انتظار ناشی از شیوه‌های قدیم و جدید

شیوه جدید	شیوه متداول	مؤلفه
		تجزیه و تحلیل بازار
۲۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	۱- اندازه بازار
۲۵۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰	- ارزش مورد انتظار (به تن)
۱۰۰۰۰۰-۳۴۰۰۰۰	-	- دامنه
		۲- قیمت فروش
۵۱۰۰	۵۱۰۰	- ارزش مورد انتظار (ریال/تن)
۳۸۵۰-۵۷۵۰	-	- دامنه
		۳- نرخ رشد بازار
%۳	%۳	- ارزش مورد انتظار
%۵-%۶	-	- دامنه
		۴- سهم واقعی بازار
%۱۲	%۱۲	- ارزش مورد انتظار
%۳-%۱۷	-	- دامنه
		تجزیه و تحلیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری:
		۵- کل سرمایه‌گذاری مورد نیاز
۹۵	۹۵	- ارزش مورد انتظار (به میلیون)
۷۰-۱۰۵	-	- دامنه
		۶- عمر مفید تجهیزات
۱۰	۱۰	- ارزش مورد انتظار (سال)
۵-۱۵	-	- دامنه
		۷- ارزش اسقاط (۱۰ سال)
۴۵	۴۵	- ارزش مورد انتظار (میلیون)
۳۵-۵۰	-	- دامنه
		سایر هزینه‌ها
		۸- هزینه‌های عملیاتی
۴۳۵۰	۴۳۵۰	- ارزش مورد انتظار (هزار تن)
۳۷۰۰-۵۴۵۰	-	- دامنه
		۹- هزینه‌های ثابت
۳۰۰۰	۳۰۰۰	- ارزش مورد انتظار (هزار)
۲۵۰۰-۳۷۵۰	-	- دامنه

\* توجه: دامنه مؤلفه‌ها به احتمال ۱-۹۹ درصد برآورد شده‌اند؛ یعنی فقط ۱% احتمال دارد که ارزش واقعی مؤلفه‌ها کمتر یا بیشتر از دامنه تعریف شده واقع شود.

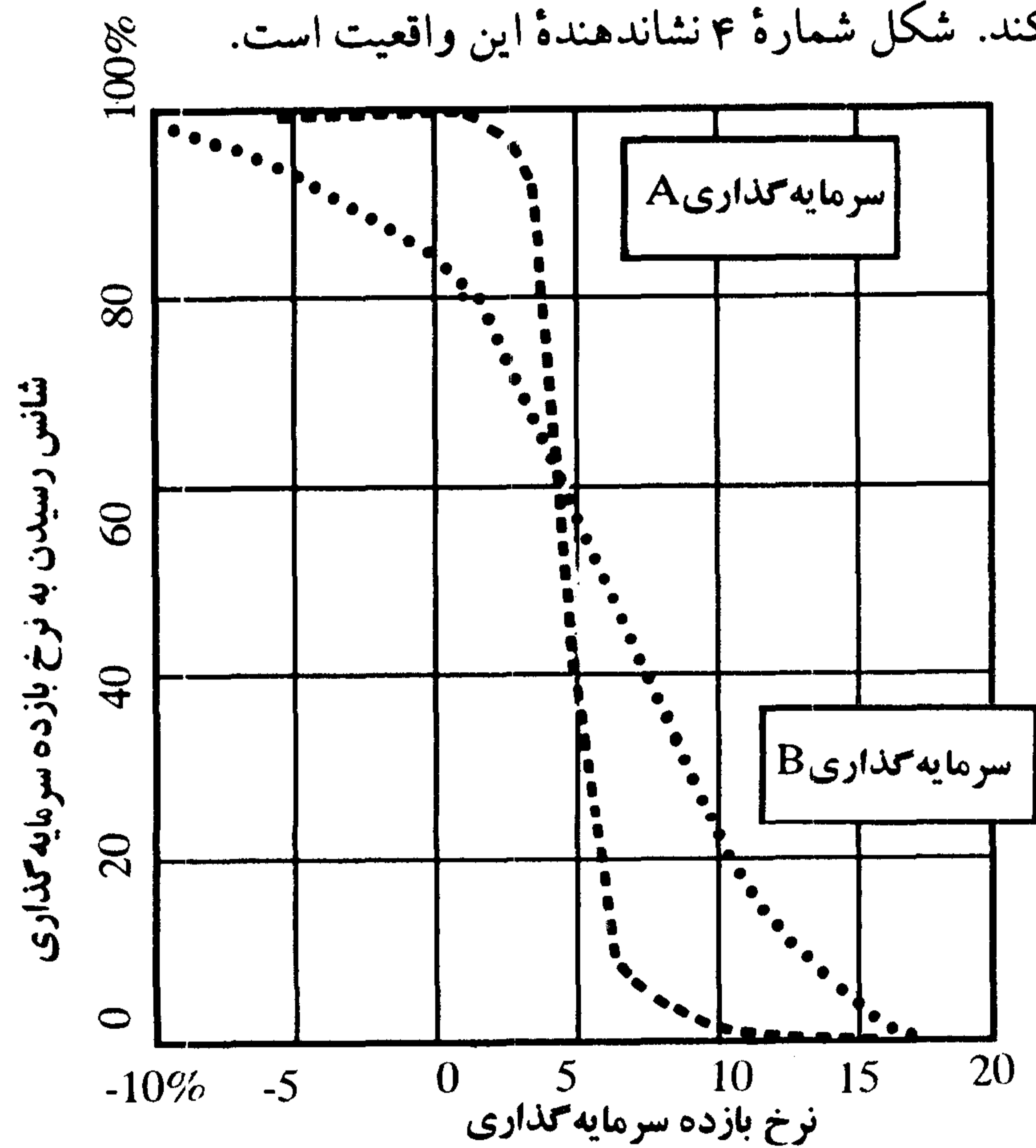
- سرمایه گذاری B متوسط نرخ بازده بالاتری نسبت به سرمایه گذاری A دارد.

- سرمایه گذاری B در واقع انحراف (پراش) بیشتری نسبت به سرمایه گذاری A از لحاظ نرخ بازده دارد.

احتمال اینکه سرمایه گذاری A دارای نرخ بازده ۶/۸ درصد و یا حتی بالاتر از ۱۵ درصد و شاید هم زیان ۵ درصد داشته باشد، زیاد بود. در حالی که سرمایه گذاری B شانس چندانی برای انحراف از نرخ بازده ۵ درصد نداشت.

- مخاطره سرمایه گذاری B بیش از سرمایه گذاری A است، زیرا اصلاً احتمال زیان برای سرمایه گذاری A قابل تصور نیست، در حالی که ۱۰ درصد احتمال دارد که سرمایه گذاری B زیان آور باشد.

بنابر این ارزیاب به راحتی می تواند با استفاده از اطلاعات فوق از انتخاب سرمایه گذاری B صرف نظر کند و طرح A را انتخاب کند. شکل شماره ۴ نشان دهنده این واقعیت است.



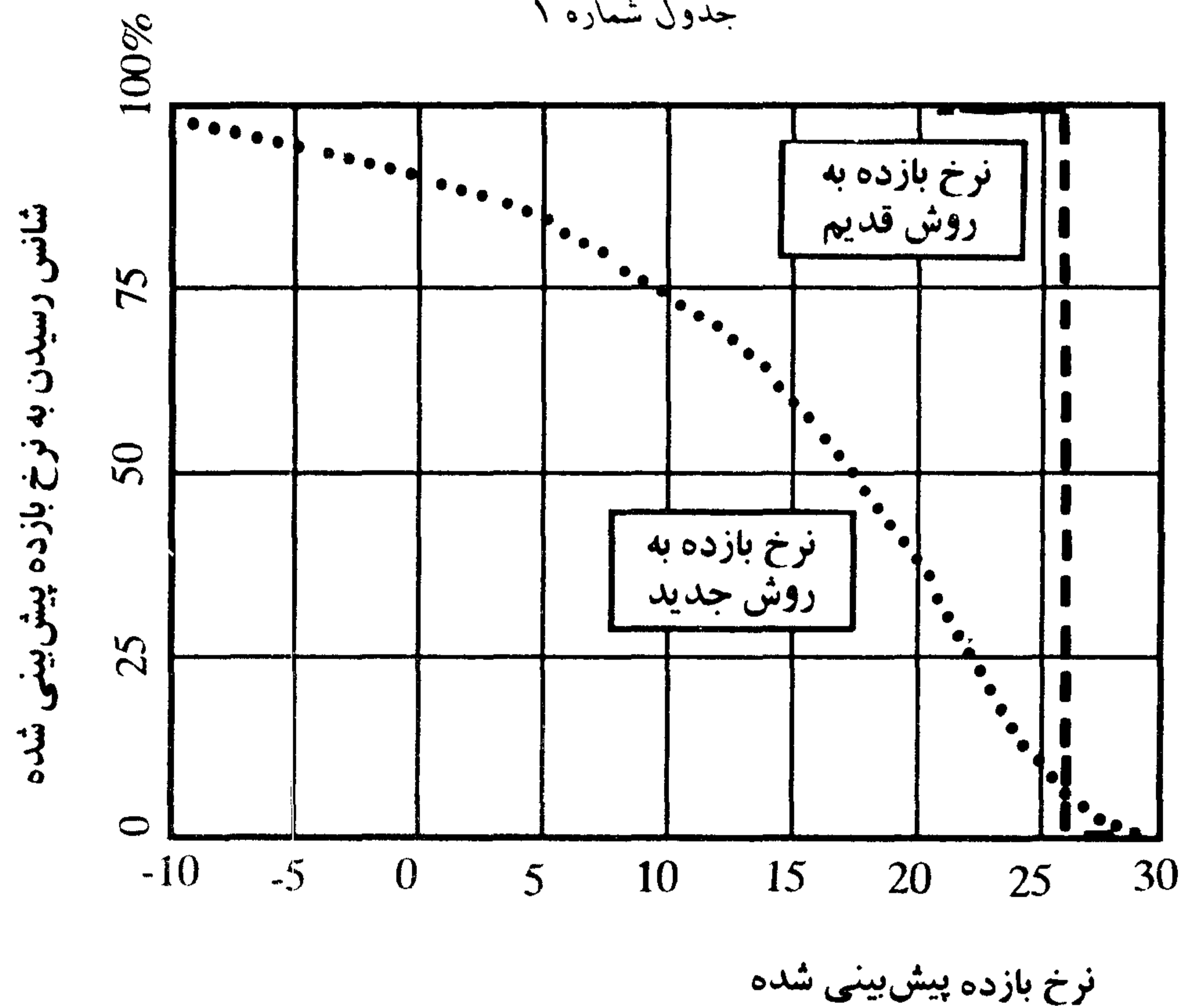
شکل شماره ۴ - مقایسه دو نوع سرمایه گذاری مختلف

واضح است که، بکار گرفتن روش شبیه سازی در ارزیابی پروژه ها، اطلاعات بیشتر و مفصلتری برای اخذ تصمیمات مدیریت فراهم می آورد.

اجرای یک برنامه کامل شبیه سازی همیشه به صرفه نیست، مگر در مورد پروژه های بسیار بزرگ و گران قیمت مانند: تصمیماتی از قبیل گسترش عمده کارخانه یا تصمیمات مربوط به محصولات جدید. در این مورد، که شرکت می خواهد در مورد پذیرش یا رد

درصد نرخ بازده سرمایه	احتمال رسیدن به حداقل نرخ تضمین شده
۰%	۹۶/۵%
۵	۸۰/۶
۱۰	۷۵/۲
۱۵	۵۳/۸
۲۰	۴۳/۰
۲۵	۱۲/۶
۳۰	۰

جدول شماره ۱



شکل شماره ۳ - نرخ بازده پیش بینی شده به روش قدیم و جدید

### مقایسه فرصتها

- از دیدگاه تصمیم گیرنده، یکی از مهمترین امتیازات روش جدید، این است که به مدیریت اجازه می دهد که بین میزان،
- متوسط نرخ بازده سرمایه با توجه به وزن حاصل از احتمالات،
- تغییرات نرخ بازده و
- مخاطره سرمایه گذاری، تمیز قایل شود.

به منظور مشاهده این امتیاز، اجازه دهید به مقایسه دو نوع سرمایه گذاری A و B پرداخته شود. زمانی که این دو سرمایه گذاری با استفاده از روش جدید مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند، دیده می شود:

یک پروژه چند میلیون دلاری بزرگ تصمیم بگیرد، شبیه‌سازی کامپیوتر اطلاعات بسیار ارزشمندی در مورد خصوصیات استراتژی‌های مختلف در اختیار تصمیم‌گیرنده می‌گذارد.

## خلاصه

مدیریت همیشه با این معضل روبرو بوده و هست که کدام سرمایه‌گذاری یا طرح صنعتی را از بین طرح‌های مختلف انتخاب کند و چه اطلاعاتی برای تمیز بین شقوق مختلف سرمایه‌گذاری نیاز است؟ در حال حاضر توافق بر نوع مؤلفه‌های مورد ارزیابی همچون قیمت فروش، حجم بازار، ارزش اسقاط و ... وجود دارد ولی تا بحال در نوع روش ارزیابی طرح‌های صنعتی و سرمایه‌گذاری توافقی حاصل نشده است.

اصولاً استفاده از روش‌های متداول و قدیمی مانند انتخاب حداکثر نرخ بازده و با تصمیم‌گیری بر اساس سه شق بدینانه، خوشبینانه و محتمل‌الوقوع (تحلیل حساسیت) و ... چندان رضایتبخش نیست. دلایل اقتصادی و اجرایی آن اشاره شد. برای رفع تمام این کمبودها به شیوه‌ای جدید به نام شبیه‌سازی پرداخته شد که استفاده از برنامه‌های کامپیوتری همچون GPSS<sup>۱۵</sup> و Slam را برای تکرار بسیار زیاد محاسبات مالی همراه با توزیع احتمال آنها توصیه می‌کند. شبیه‌سازی بطور کلی وانمود کردن یا فرض کردن ظاهر چیزی، بدون داشتن چیزی حقیقی است. شبیه‌سازی کامپیوتری یک راه مؤثر برای بیان روابط مالی و اقتصادی پیچیده است که زحمت استفاده از روش‌های آزمون و خطا را کم کرده است. در واقع، با استفاده از شبیه‌سازی می‌توان مشاهده را ساده‌تر و کم هزینه‌تر و با در نظر گرفتن تمام عوامل انجام داد. در شیوه جدید بررسی و گزینش طرح‌ها، اطلاعات ورودی، عوامل و مؤلفه‌های فرایند مالی هستند که توزیع آنها مشخص است و با تولید اعداد تصادفی می‌توان مقادیر کمی برای متغیرهای ورودی در هر برآمد کامپیوتری ایجاد کرد. سپس مطابق روابط موجود در برنامه، ورودی‌های شبیه‌سازی شده با سایر عامل معلوم ترکیب شده و خروجی آن، برآمد کامپیوتری را تشکیل می‌دهد. بدین وسیله می‌توان به نرخ بازده داخلی یا هر مبنای تصمیم‌گیری رسید.

1-Alternative

2-Investment Rate of Return

3-L. C. Grant

4-Edward-Bennion

5-Game Theory

6-Simulation

7-Factors

8-Run

۹- اگر متغیرها مستقل نباشند، آنگاه از احتمالات شرطی باید سود جست. به عنوان مثال، اگر تقاضا ضعیف باشد، در آن صورت هم تعداد فروش و هم مبلغ آن احتمالاً در سطح پایینی خواهند بود و این روابط داخلی بین متغیرها باید در شبیه‌سازی کامپیوتر مورد بررسی قرار گیرد.

10-Internal Rate of Return

11-Parameters

12-Exogenous Variables

13-Endogenous Variables

14-Identities and Operating Equations

۱۵- برای اطلاع بیشتر به؛ عادل آذر، مدل‌های ارزیابی طرح‌های سرمایه‌گذاری گروه صنایع دارویی، دانشگاه تربیت مدرس، رساله مدرس و کارشناسی ارشد بهار ۱۳۷۰ مراجعه کنید و فصل نحوه ارزیابی طرح‌ها به کمک مدل شبیه‌سازی را ببینید.

منابع



مقاله حاضر با استفاده از منابع زیر تهیه شده است:

1-David B. Hertz "Risk analysis in capital Investment"

Harvard Business Review (January-February 1964).

2-John J. Clark and others, "Capital Budget-Planning and

Control of Capital Expenditures", third Edition, Prentice Hall,

Englewood Cliffs, 1989, P. 416-418.

3-Gourik and batta Charga, R.A. Johnson "Statistical

Conceptsand methods", John Willey & Sons, 1977.