



فصلنامه علمی پژوهشی  
دانش حسابداری و حسابرسی مدیریت  
دوره ۱۲ / شماره ۱ (پیاپی ۴۵) / بهار ۱۴۰۲  
صفحه ۱۳۱ تا ۱۳۴

## تاریخ‌نگاری ریاضیات برای امور مالی و حسابداری

فریدون رهنمای‌رودپشتی

استاد گروه حسابداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)  
rahnama.roodposhti@gmail.com

محسن ایمنی

استادیار گروه حسابداری، موسسه آموزش عالی آیندگان، تنکابن، ایران.  
mohsen.imeni86@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۱۶

### چکیده

شاید بتوان ریاضیات را در فهرست مواردی قرار داد که موجد بحران‌های مالی اخیر شده است؛ ریاضیات، به‌ویژه ریاضیات مالی می‌تواند در این بین نقش به‌سزایی را داشته باشد. ریاضیات مالی بدون شک، اولین بحث در ریاضی است که در صنعت وارد و شناخته‌شده است. هدف ریاضیات مالی، توسعه مدل‌های سرزنش‌آمیز قبلی است که این امر می‌تواند خود باعث عمیق‌تر شدن بحران‌های مالی گردید. با این حال، لو و مولر<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) معتقدند که «مقصر دانستن مدل‌های کمی برای بحران‌های اخیر اشتباه است و شبیه به مقصر دانستن علم حساب و سیستم عدد حقیقی، در تقلب حسابداری است». در طول تاریخ، مباحث ریاضیات، حسابداری و مالی همواره رابطه نزدیکی باهم داشته‌اند. شروع آن با بابل‌ها بود و از طریق طالس، خوارزمی، ابن‌سینا، عمر خیام، خواجه‌نصیرالدین طوسی، پاچولی و سپس فیبوناچی، پاسکال، فرما، برنولی، باچلیر، وینر، کولموگروف، ایتو، مارکوویتز، بلک، شولز، مرتون و بسیاری دیگر توسعه یافت. نتیجه پژوهش حاضر نشان‌دهنده این است که هرکدام از این افراد سهم بزرگی در توسعه ریاضیات مالی داشته‌اند؛ تا از این طریق به حل مشکلات بازار سرمایه بپردازند. همچنین در این مطالعه، یک چشم‌انداز تاریخی مختصر، در مورد نحوه توسعه نظریه‌های مالی که به‌نوبه خود تحت تأثیر توسعه نظریه‌های ریاضیات مالی قرار داشت، ارائه می‌شود.

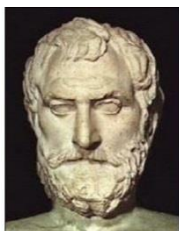
**واژه‌های کلیدی:** ریاضیات و اقتصاد، مباحث حسابداری و مالی، ریاضیات مالی، نظریه‌های مالی و ابزارهای مالی.

## ۱- مقدمه

تحلیل سهام در بازار است (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۳). از سوی دیگر، اگر بخواهیم حسابداری را به صرف اعداد و ارقام بررسی کنیم از هدف اصلی آن که همان ارائه اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان است، دور خواهد ماند. چراکه بیان تنها اعداد و ارقام نمی‌تواند اطلاعات موردنیاز برای استفاده‌کنندگان را محیا نمایند. لذا می‌توان گفت، اطلاعات می‌بایست ابتدا اندازه‌گیری شده و سپس طبقه‌بندی و در قالب گزارش‌های مالی ارائه گردند؛ بنابراین مفهوم اندازه‌گیری را می‌توان یکی از مؤلفه‌های اصلی حسابداری دانست که البته این مفهوم از علم ریاضی به عاریه گرفته شده است. با توجه به مفاهیم یادشده می‌توان بیان داشت که ارتباط روشن و واضح بین ریاضی با تمام علوم موجود، بالأخص مالی و حسابداری وجود دارد. در ادامه این مطالعه، به تشریح اندیشمندان حوزه ریاضی که در مباحث مالی و حسابداری تأثیرگذار بودند، پرداخته می‌شود.

۱-۲- طالس<sup>۲</sup>

یکی از اولین نمونه‌های مهندسی مالی، توسط فیلسوف طالس، از یونان باستان مطرح شد. ارسطو در کتاب «سیاست»<sup>۳</sup> خود بیان می‌دارد که «بر اساس داستان‌ها، مهارت طالس علم ستاره‌شناسی بوده است و بیان می‌کند، درحالی‌که زمستان بود طالس برداشت محصول پُرباری را برای سال آتی پیش‌بینی کرد؛ بنابراین با پول اندکی که در اختیار داشت تصمیم به اجاره تمامی زیتون‌های خیوس<sup>۴</sup> و میل<sup>۵</sup> با قیمتی پائین گرفت. در زمان برداشت محصول، بسیاری از او خواستند تا همه محصولات را یک‌باره بدهد و وی محصولات را به آن‌ها و با هر نرخی که راضی می‌شوند، به فروش رساند؛ بنابراین او نشان داد که اگر فیلسوفان دوست داشته باشند، به راحتی می‌توانند غنی باشند؛ اما جاه‌طلبی آن‌ها از نوع دیگری است»؛ بنابراین از ۲۵۰۰ سال قبل، طالس مبادله‌ای را که چیزی جز یک قرارداد حق اختیار خرید برای برداشت بهاره زیتون نبود، راه مطرح کرد. ارسطو اشاره دارد که طالس خواست دانش خود را به‌عنوان یک ریاضیدان (به‌عنوان یک فیلسوف و یا به‌عنوان یک ستاره‌شناس) که برای کل جامعه مفید است، نشان دهد (اکلدریم و سونر<sup>۶</sup>، ۲۰۱۴).



طالس (۶۲۴ پیش از میلاد - ۵۴۷ قبل از میلاد)

دانش مالی یک‌رشته دانشگاهی رایج بوده و نیز بسیار موردتوجه می‌باشد؛ بنابراین نگاه‌های جوامع حرفه‌ای را در سال‌های اخیر به سمت خود معطوف کرده است. در این بین، پیچیده شدن روزافزون بازارهای مالی، طراحی ابزارهای مالی جدید و فن‌آوری رایانه‌ای سبب گردیدند تا نیاز فعالان این حوزه کسب‌وکار، به ریاضیات دوچندان گردد. ریاضیات علاوه بر اینکه، برای تحلیل مسائل مالی حیاتی می‌باشد، درواقع یک‌زبان نیز محسوب می‌گردد که ارتباطات میان مفاهیم، تکنیک‌ها و نتایج مالی را بیان می‌دارد. با این‌وجود هنوز هم بسیاری از افراد با عدم اطمینان از رویکرد ریاضی بهره می‌گیرند و پیچیدگی آن احساس ناخوشایندی را برای آنان فراهم می‌کند. مدل‌های مالی ارائه شده تا امروز اغلب از مدل‌های ریاضی منتج شده‌اند و این شاید خبر ناخوشایندی برای شخصی که با ریاضی رابطه خوبی ندارد باشد؛ اما مزیت مدل‌های ریاضی، دقت و آشکاری آنان است که استفاده‌کنندگان را قادر می‌سازد تا اطلاعات هر متغیر را فراهم نماید (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۸۹). در این خصوص این مطلب را نیز می‌توان بیان داشت که روش‌های ریاضی و کمی در حوزه حسابداری کاربرد داشته و به آن مهندسی حسابداری اطلاق می‌شود (رهنمای رودپشتی و احیایی، ۱۳۹۱). در مطالعه حاضر سعی بر این است که تاریخچه ورود ریاضی به بحث کسب‌وکار و رشته‌های مالی و حسابداری مطرح گردد. از این‌رو در ادامه به بیان مدل‌های ریاضی که بابت اصلاح مدل‌های قبلی و یا بیان ابزارهای مالی جدید مورد استفاده قرار می‌گرفت، پرداخته می‌شود.

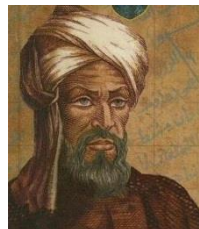
همچنین انتظار می‌رود نتایج این پژوهش بتواند دستاورد و ارزش‌افزوده علمی بدین شرح داشته باشد: اول، اینکه نتایج پژوهش حاضر موجب گسترش مبانی نظری در حوزه رشته حسابداری و مدیریت مالی و بلاخص ریاضیات مالی گردد. دوم، نتایج پژوهش می‌تواند ایده‌های نو برای انجام پژوهش‌های جدید در این حوزه به پژوهشگران ارائه دهد.

## ۲- تاریخچه وجودی ریاضی در مباحث مالی و حسابداری

بازارهای مالی بالأخص بازار سرمایه، به دلیل پیچیدگی کسب‌وکار، نقش و پیچیدگی فزاینده‌ای یافته است و این امر، پس از جنگ جهانی اول و بحران ۱۹۲۹ و رکود بزرگ دهه‌ی ۳۰ میلادی و بحران مالی دهه‌ی ۱۹۸۰ و اوج آن در سال ۲۰۰۸، بااهمیت‌تر شده است. سرمایه‌گذاری و فعالیت در بازار سهام، در چارچوب تحلیل‌های لازم و کافی صورت می‌گیرد که دو رویکرد بلندمدت و کوتاه‌مدت عمدتاً موردتوجه قرار گرفته است؛ یعنی رویکرد بنیادی و تکنیکال و بعضاً ترکیبی که شکل ساده‌شده‌ی

## ۲-۲- موسی خوارزمی

موسی خوارزمی بزرگ‌ترین ریاضیدان ایرانی بود، وی برای اولین بار درباره مفهوم عدد صفر و شیوه نگارش نشان‌های اعداد و شمارش‌دهی، در رساله‌ی جبر و مقابله خود، توضیحاتی را ارائه داد (هندریکسن و ون‌بردا، ۱۹۹۲). کتاب «جمع و تفریق با عددهای هندی» وی باعث شد تا دستگاه عددی در اروپا از عددنویسی رومی به عددنویسی هندی یا به‌غلط ارقام هندی-عربی تغییر یابد؛ چیزی که هنوز نیز در اروپا و دیگر نقاط جهان فراگیر است. می‌توان بیان داشت، این کتاب نخستین کتابی بود که نظام ارزش مکانی را به نحوی اصولی و منظم شرح می‌داد. مورخان در آثار خود آورده‌اند که او برای مسلط شدن بر علوم هندی، سفری به هندوستان کرده بود. خوارزمی، اولین کسی بود که اعداد علامت‌دار را به کار برد. او برای این کار، اصطلاحاتی را به کار می‌برد و اعداد منفی را ناقص و اعداد مثبت را زائد می‌نامید. به‌طور مثال، او عدد  $(-۲)$  را دو ناقص و  $(+۲)$  را دو زائد نام‌گذاری کرده بود. جبر از ریشه «جَبْر» در عربی به معنای شکسته‌بندی و جبران است، اما خوارزمی این واژه را برای عمل «افزودن جمله‌های مساوی بر دو سوی یک معادله» با حذف جمله‌های منفی به‌کار برده است. واژه «مقابله» نیز به معنای برداشتن مقدارهای مساوی از دو طرف معادله است. وی هیچ نماد و معادله نوشته‌شده‌ای در سراسر کتابش بکار نبرده است و از کلمات استفاده کرده است. بیشترین چیره‌دستی وی در حل معادله‌های خطی و درجه دوم بوده است. خوارزمی پس از معرفی اعداد به فرایند حل کردن معادله‌های ریاضی می‌پردازد که شامل معادله‌های درجه اول و درجه دوم می‌گردد (آریایی و معقول، ۱۳۹۲) که امروزه ما در مباحث مالی (الگوی قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای) و با استفاده از بازده مورد انتظار و واریانس؛ و بر اساس رابطه بین مطلوبیت (u) و ارزش پرتفوی (v) به انتخاب دو پرتفوی، مورد استفاده قرار می‌دهیم.



محمد بن موسی خوارزمی (۸۵۰-۷۸۰)

## ۲-۳- ابوعلی سینا

یکی از مشهورترین و تأثیرگذارترین فیلسوفان و دانشمندان ایران زمین، ابوعلی سینا است که دلیل آن آثارش در زمینه فلسفه ارسطویی و پزشکی می‌باشد. ابن‌سینا، کتاب خود را به نام «معیار

العقول» که به زبان فارسی و با موضوعیت مکانیک است تألیف کرد. ابن‌سینا با معرفی این کتاب گام‌های بلندی در خصوص توضیح علمی اهرم و قوانین مربوط به آن که منتسب به ارشمیدس بود، برداشت. واژه اهرم در فارسی قدیم «بیرم یا بارم»، در معیار العقول ابن‌سینا «مُخَل» و در انگلیسی «Lever» بیان شده است. در علم فیزیک، اهرم میله و ابزاری است که روی یک نقطه تکیه‌گاهی، آزادانه دوران می‌کند. در دانش مالی، اهرم‌ها را «فشار و میزان مخاطرات ناشی از هزینه‌های ثابت و تأثیرات بر فعالیت‌ها و سودآوری بنگاه اقتصادی» بیان کرده‌اند. در دانش مالی، مدیران مالی در امر برنامه‌ریزی سود، از وجود اهرم، چگونگی، کیفیت و کمیت آن، استفاده می‌کنند تا واحد انتفاعی را در مقابله با مخاطرات (ریسک‌ها) ایمن سازند. ابزار موردنظر، درجه اهرم است. از آنجا که منشأ هزینه‌های ثابت، انواع فعالیت‌ها اعم از عملیاتی، مالی، اقتصادی و ترکیبی از آن‌ها است (رهنمای‌رودپشتی، ۱۳۹۰).



ابوعلی سینا (۱۰۳۷-۹۸۰)

## ۲-۴- عمر خیام، خواجه‌نصیرالدین طوسی و غیاث‌الدین

## جمشید کاشانی

تأثیرات قاطع و خارق‌العاده‌ی خورشید بر امکانات حیاتی کره‌ی خاکی، بر کسی پوشیده نیست و پژوهش‌های دانشمندان نشان داده است که افزایش انفجارهای خورشیدی، می‌تواند بر خشم و بی‌قراری انسان‌ها و همین‌طور مرگ‌ومیر آن‌ها مؤثر باشد؛ بنابراین اگر این گوی‌های آسمانی بر دنیای مادی و جسم ما اثری دارند، لاجرم بر ذهن و روان ما نیز بی‌تأثیر نخواهند بود. این تأثیرات، از گذشته‌های دور، توجه اندیشمندان را به خود جلب کرده است. درواقع ستاره‌شناسی از دو جهت رشد کرده بود: (الف) ستاره‌شناسی که به تحلیل فیزیک ستارگان، مکانیک اجرام آسمانی و محاسبات ستارگان بر اساس سرعت و مدار آن‌ها می‌پردازد. (ب) ستاره‌بینی که عموماً به اختربینی، طالع‌بینی و آینده‌بینی نیز شهرت داشته و مراد از آن، تحلیل تأثیرات امواج ستاره‌ای بر زندگی ساکنین این کره‌ی خاکی است. هرچند این دو دانش از گذشته هم جدا نبوده‌اند، ولی هم‌اکنون قرن‌هاست که دانش ستاره‌بینی مورد بی‌مهری و بی‌توجهی قرار گرفته و با

بهادار کمک می‌کند تا رویکرد فنی تحلیل سهام را با اتکای بیشتری موردتوجه قرار دهند (رهنمای‌رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۳).



غیاث‌الدین کاشانی  
(۱۴۲۹-۱۳۸۰)



خواجه نصیرالدین  
طوسی  
(۱۲۷۴-۱۲۰۱)



عمر خیام  
(۱۱۳۱-۱۰۴۸)

## ۵-۲- لوکا پاچیولی

کسی نمی‌داند حسابداری را چه کسی اختراع کرد، اما می‌دانیم که سیستم ثبت دوطرفه طی سده‌های ۱۳ و ۱۴ در مراکز تجاری ایتالیای شرقی اجرا می‌شد. نخستین سند مربوط به یک سیستم ثبت دوطرفه در دفاتر شهرداری شهر جنوا ایتالیا که برای سال ۱۳۴۰ بود، کشف شد. سیستم حسابداری دوطرفه (حسابداری دوپل) را ریاضی‌دان و راهب فرقه فرانسیسکن به نام «لوکا پاچیولی»<sup>۱</sup> تدوین کرد. وی بیشتر عمر خود را به‌عنوان استاد و اندیشمند در دانشگاه‌های پروجا، فلورنس، پیزا و بولونیا گذراند. وی در اواخر خدمت خود در دانشگاه، روی به ریاضی آورد. پاچیولی کتابی به نام «کلیات حساب، هندسه و اصول نسبت‌ها» را در سال ۱۴۹۴ منتشر کرد. کتاب وی به‌عنوان یک رساله در ریاضیات ارائه شد و بخشی از آن درباره حسابداری دوطرفه بود (هندریکسن و ون‌بردا، ۱۹۹۲). کتاب وی نشان‌دهنده رویه‌های حسابداری در ونیز آن زمان است که این رویه‌ها را روش ونیزی یا روش ایتالیایی نیز می‌نامند. از این‌رو او دفترداری ثبت دوطرفه را اختراع نکرد، بلکه صرفاً شیوه رایج آن زمان را شرح داد. سیستم دفترداری که پاچیولی معرفی کرد کارهای عملی بود که در شهرهای تجاری ایتالیا به‌خصوص در ونیز توسعه‌یافته بود. پاچیولی برای مدتی در ونیز زندگی کرد و آموزگار سه پسر یک تاجر ثروتمند، در ونیز شد. به نظر می‌رسد پاچیولی شانس دیدن و مطالعه دفاتر تاجر ونیزی را داشته است و این امر باعث شد که وی در بین روش‌های دفترداری موجود آن زمان، به روش دفترداری ثبت دوطرفه ونیزی علاقه‌مند شود. وی برای واردها از واژه بدهکار و بستانکار استفاده می‌کرد تا ثبت دوطرفه انجام شود. پاچیولی توصیه کرد که تمام معاملات به‌صورت سیستماتیک و به‌صورت بدهکار و بستانکار ثبت شود (بلکویی، ۲۰۰۰). واقعیت این است که اگرچه ارائه‌کنندگان سیستم‌های حسابداری به مفاهیم پول، ارزش ویژه و هزینه پی

خرافات آمیخته‌شده است. از کهن‌ترین تمدن‌هایی که به دانش ستاره‌شناسی پرداخته‌اند، می‌توان به تمدن‌های بابل، ایران، هند، مصر، سومر و کلدانی اشاره کرد (رهنمای‌رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۳).

عمر خیام و خواجه نصیرالدین طوسی از دانشمندان ایرانی بودند که در علم نجوم و ریاضی مهارت داشتند. عمر خیام در مقام ریاضیدان و ستاره‌شناس تحقیقات و تالیفات مهمی دارد. یکی از برجسته‌ترین کارهای عمر خیام اصلاح گاهشماری (تقویم) ایران در زمان وزارت خواجه نظام‌الملک، در دوره سلطنت ملک‌شاه سلجوقی بوده است. وی بدین منظور مدار گردش کره زمین به دور خورشید را تا ۱۶ رقم اعشار محاسبه کرد. دیگر کار خیام در علم ریاضی «الجبر و المقابله» است که در آن از جبر عمدتاً هندسی خود، برای حل معادلات درجه سوم استفاده می‌کند. وی معادلات درجه دوم را از روش‌های هندسی اصول اقلیدس حل کرده و سپس نشان می‌دهد که معادلات درجه سوم با قطع کردن مقاطع مخروطی توسط هم قابل حل می‌باشند. لازم به ذکر است اعداد اعشاری توسط «غیاث‌الدین جمشید کاشانی» اخترشناس و ریاضی‌دان برجسته ایرانی ملقب به غیاث‌الدین که در غرب به «کاشی» مشهور است اختراع گردید. همچنین وی باید مخترع روش‌های کنونی انجام چهار عمل اصلی حساب (به ویژه ضرب و تقسیم) دانست. البته هندریکسن و ون‌بردا<sup>۱</sup> در کتاب تئوری حسابداری خود بیان می‌کنند: سیستم اعشاری را دانشمندان هندی ارائه کردند که می‌توان بیان داشت این مطلب نمی‌تواند درست باشد. همچنین وی به مطالعه اولیه محاسبه عدد پی، جذر ریشه دوم و مرتب کردن معادلات درجه اول تا چهارم پرداخته است.

خواجه نصیرالدین طوسی یکی از گسترش‌دهندگان علم مثلثات بوده است. وی در کتاب «شکل القطع» مثلثات را برای اولین بار به عنوان دانشی مستقل بیان کرد و آن را در پیش‌گفتار علم نجوم معرفی می‌کند؛ و قوانین اساسی برای حل مثلثات مسطح و کروی را مطرح می‌کند. همچنین وی بر اساس ساز و کارهای ریاضی، «جفت طوسی»<sup>۱</sup> را کشف کرد و به عنوان بخشی از نظریه سیارات خویش به کار برد. عبارت «جفت طوسی» را نخستین بار ادوارد کندی مطرح کرد (هاشمی‌پور، ۱۳۷۲). کاربرد مثلثات در علوم آمار، ستاره‌شناسی، نظریه اعداد، نظریه احتمال و ... می‌باشد. از نظریه اعداد و نظریه احتمال در دنیای حاضر جهت توسعه دانش مالی بهره برده می‌شود. بر این اساس می‌توان بیان داشت که تلاش‌های دانشمندان همچون عمر خیام و خواجه نصیرالدین طوسی موجب گردید که امروزه «ستاره‌بینی مالی» که از جمله رویکردهای جدید تحلیل و درک بازار سرمایه است، در چارچوب علم نجوم، به تحلیلگران و فعالان بورس اوراق

این مشکل باید ارزش پول در نقاط مختلف و در آن زمان را بدانیم. مشکل دیگر «دادوستد کالاها و چیزهای مشابه» آن است (گوتزمن و روون هوزست، ۲۰۰۵). لیبر آباچی دارای نگاه نزدیکی به قانون قیمت کالا می‌باشد (اگر دو دارایی جریان‌های نقدی یکسانی را ارائه دهند، پس آن‌ها باید قیمت‌های یکسانی داشته باشند) که به شرح زیر است: «۲۰ توپ پارچه به ارزش ۳ پوند پیزا و ۴۲ رول پننه به‌طور مشابه به ارزش ۵ پوند پیزا هستند. حال چند رول پننه، ارزشی معادل ۵۰ توپ پارچه خواهد داشت». لئوناردو پیزا یکی از معروف‌ترین نام‌ها در ریاضیات است که سهم عمده‌ای نیز درباره نظریه اعداد و سایر زمینه‌های مرتبط با آن، داشته است. هم‌چنین او تأثیر قابل توجهی در امور مالی از طریق محاسبات ارزش فعلی برای نظام بانکی و اعتباری اروپا داشته است (اکلدیریم و سونر، ۲۰۱۴).



فیبوناچی (۱۱۷۰-۱۲۵۰)

#### ۲-۷- کاردانو

جرلامو کاردانو<sup>۱۶</sup> ریاضیدان برجسته ایتالیایی دوره رنسانس بوده است. در ۱۵۶۵، او کتاب «بازی‌های مبتنی بر شانس»<sup>۱۷</sup> را که در مورد نظریه ابتدایی قمار بود، منتشر کرد. او به قمار علاقه‌مند بود. هم‌چنین وی در اوقاتی که بیکار می‌شد به استخراج قوانین اساسی احتمال می‌پرداخت. آندرو لو<sup>۱۸</sup> حقایق زیر را از کتاب وی (بازی‌های مبتنی بر شانس) به‌عنوان ردپایی از مفهوم بازی منصفانه در نظر گرفته است که جوهره آن فرضیه گام تصادفی<sup>۱۹</sup> است: «اصل بنیادی در قمار سادگی آن و وجود وضعیت مساوی است، به‌عنوان مثال می‌توان حریفان، تماشاگران، پول، موقعیت، جعبه تاس را نام برد. این موارد می‌تواند شما را از انصاف دور کند که اگر به نفع رقیبتان باشد، شما یک احمق هستید و اگر به نفع خودتان باشد شما یک ستمگر خواهید بود» (اکلدیریم و سونر، ۲۰۱۴).



جرلامو کاردانو (۱۵۰۱-۱۵۷۶)

برده بودند، اما هنوز از اعداد منفی آگاهی نداشتند. اعداد منفی تا آخر سال ۱۵۴۴ شناخته‌نشده بود و در آن زمان یک ریاضیدان آلمانی به نام *مایکل/ستیفیل* این اعداد را پوچ و بی‌محتوا خواند. اعتقاد بر این است در زمانی که روش‌های دفترداری در حال توسعه بود اعداد منفی از سوی ریاضیدانان مورد قبول واقع نشده بود. در واقع تا سده هفدهم این اعداد در ریاضیات مورد استفاده قرار نمی‌گرفتند. حساب T به وجود آمد تا بتوان، یک‌طرفه را افزایش و طرف دیگر را کاهش داد. به گفته پاچیولی با استفاده از «کم کردن طرف دیگر» مانده به دست می‌آید و نیز می‌توان مشخص کرد که آیا این رویداد توانسته است با مقدار بدهکار، مقدار بستانکار را خنثی کند یا خیر (هندریکسن و ون‌بردا، ۱۹۹۲)؛ بنابراین می‌توان لوکا پاچیولی را پدر حسابداری جهان نامید که با استفاده از علم ریاضیات، توانست تحول شگرفی را در سیستم ثبت حسابداری، ایجاد کند.



لوکا پاچیولی (۱۴۴۵-۱۵۱۷)

#### ۲-۶- فیبوناچی<sup>۱۱</sup>

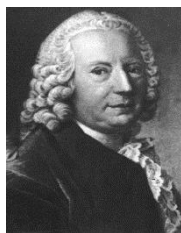
در سال ۱۲۰۲، لئوناردو پیزا<sup>۱۲</sup> که معمولاً به نام فیبوناچی خطاب می‌شد، برای اولین بار در مهندسی مالی یک کتاب بنام «لیبر آباچی»<sup>۱۳</sup> (کتاب محاسبات) نوشت. وی یکی از نخستین ریاضیدانان بزرگ اروپا در قرن سیزدهم بود. وی اعداد هندی - عربی را در کتاب خود به اروپا معرفی کرد. گوتزمن (۲۰۰۴) استدلال می‌کند، او محاسبه ارزش فعلی جریان‌های نقدی جایگزین را تبیین کرد و نیز به گسترش یک روش عمومی برای بیان بازده سرمایه‌گذاری و برای حل طیف گسترده‌ای از مشکلات پیچیده نرخ بهره مبادرت ورزیده است (گوتزمن، ۲۰۰۴).

گوتزمن و روون هوزست<sup>۱۴</sup> (۲۰۰۵) موارد زیر را به‌عنوان یکی از پیچیده‌ترین مشکلات نرخ بهره از کتاب او بیان می‌کنند: «به یک سرباز سالیانه توسط پادشاه ۳۰۰ پزنت<sup>۱۵</sup> اعطا می‌شد که پرداخت آن در اقساط سه‌ماهه [چهار بار در سال] به میزان ۷۵ پزنت خواهد بود. شاه تصمیم به تغییر برنامه پرداخت دارد و آن را به پرداخت سالیانه به میزان ۳۰۰ پزنت تبدیل می‌کند. هم‌چنین آن سرباز قادر به کسب ۲ پزنت به‌ازاء هر ۱۰۰ پزنت در سرمایه‌گذاری خود است. میزان خسارت واقعی او بعد از شرایط سالیانه چه مقدار تغییر کرده است؟». واضح است که برای حل



## ۸-۲- پاسکال و فرما

حدود یک قرن بعد از کاردانو، در سال ۱۶۵۴، دو ریاضیدان فرانسوی به نام‌های بلز پاسکال و پیر دو فرما<sup>۲۰</sup>، به حل مشکل مطرح شده توسط آنتوان گومبو<sup>۲۱</sup> (مرد اشراف‌زاده فرانسوی که علاقه به بازی و قمار داشت) پرداختند که باعث شد، اولین پایه نظریه احتمال گذاشته شود.



دانیل برنولی  
(۱۷۰۰-۱۷۸۲)



ژاکوب برنولی  
(۱۶۵۵-۱۷۰۵)

در سال ۱۷۳۸، دانیل برنولی یک گام مهم به سوی نظریه ریسک، در مقاله خود به نام «شرح و بیان نظریه جدید در اندازه‌گیری ریسک<sup>۲۶</sup>» که در آن به بحث در مورد قیاس ضدونقیض (پارادوکس) سن‌پترزبورگ پرداخته بود، برداشت. متن زیر شرح پارادوکس سن‌پترزبورگ از اثر دانیل برنولی است:

"از پسرعمویم نیکولاس برنولی در دانشگاه بازل و توسط استاد یوتریوسکو ایوریس<sup>۲۷</sup> تجلیل شد. سابقاً او مشکلات پنج‌گانه ارائه شده توسط ریاضیدان بسیار برجسته مونتمرت را برطرف نمود. این مشکلات در مقاله مونتمرت تحت نام «تجزیه و تحلیل بازی شانس (قمار)» ارائه شده بود. آخرین مشکلی که در اجرا دیده می‌شد بدین شرح است: «پیتیر یک سکه را پرتاب می‌کند تا جایی که روی سکه نمایان شود. او با پُل به موافقت می‌رسد که اگر در پرتاب اول روی سکه نمایان شود در ازای آن یک دوکات<sup>۲۹</sup> به پُل بدهد. اگر در پرتاب دوم روی سکه بیاید دو دوکات، چهار دوکات برای پرتاب سوم، هشت دوکات برای پرتاب چهارم و الی آخر. به طوری که با هر پرتاب اضافی تعداد دوکات‌ها دو برابر شود. حال فرض کنید ارزش مورد انتظار پُل چقدر خواهد بود؟»"

این بازی منجر به یک متغیر تصادفی با ارزش مورد انتظار بی‌نهایت خواهد بود و هر قمارباز منطقی به بازی وارد بازی می‌شود. باین‌حال، در این بازی به نظر می‌رسد ارزش، برای سرمایه‌گذاران منطقی، بسیار کم‌تر از ارزش مورد انتظار در این بازی خواهد بود. دانیل برنولی این تناقض را با معرفی لگاریتم تابع مطلوبیت حل می‌کند که کاهش مفهوم مطلوبیت نهایی در آن وجود دارد. به گفته وی «تعیین ارزش یک‌قلم نباید بر اساس قیمت آن باشد، بلکه بازده مطلوبیت آن مهم است. شکی نیست به دست آوردن یک هزار دوکات برای یک فقیر نسبت به یک فرد ثروتمند با اهمیت‌تر خواهد بود هرچند که این مبلغ برای هر دوی‌شان جذاب است». به نظر می‌رسد این اولین بار بود که در تصمیم‌گیری‌ها، سرمایه‌گذاری بر اساس یک تابع مطلوبیت نسبت به مطلوبیت خطی مورد استفاده قرار می‌گرفت (اکلدریم و سونر، ۲۰۱۴).



بلز پاسکال (۱۶۲۳ - ۱۶۶۲)



پیر دو فرما (۱۶۰۱ - ۱۶۶۵)

در اصل مشکل مطرح شده، تصمیم‌گیری (حتی به شرط پول) وقوع حداقل یک «جفت شش» در طول ۲۴ بار پرتاب با یک جفت تاس بود. ظاهراً قانون قمار به خوبی توسط گومبو تثبیت شده بود. او بر این باور بود که شرط‌بندی روی جفت شش در ۲۴ بار پرتاب ممکن است سودآور باشد، اما محاسبات وی درست برعکس این را نشان می‌داد (آپوستول<sup>۲۲</sup>، ۱۹۶۹). در یک سری از نامه‌های ردوبدل شده، بین پاسکال و فرما این مشکل و مسائلی از این دست حل شد (هم‌چنین این موضوع به‌عنوان «بازی ناتمام» شناخته می‌شود). در اصل این همان مشکل قیمت‌گذاری حق اختیار خرید «کاکس، راس و روبنشتاین<sup>۲۳</sup>» می‌باشد. از این‌رو، پاسکال و فرما نیز می‌توانند به‌عنوان اولین ریاضیدانانی در نظر گرفته شوند که در مسیر توسعه یک فرمول قیمت‌گذاری برای ابزارهای مشتقه [اوراق بهادار مشتقه اوراقی هستند که ارزش آن‌ها به ارزش اوراق بهادار دیگر بستگی دارد (پارسائیان، ۱۳۷۴)] گام برداشته‌اند.

۹-۲- برنولی<sup>۲۴</sup>

در پایان قرن ۱۷ و آغاز قرن ۱۸، خانواده برنولی از سوئیس، سهم مهمی در توسعه نظریه احتمال در بیش از چند نسل داشته‌اند. ژاکوب برنولی، بر اثبات اولین نسخه از قانون اعداد بزرگ (با انجام تعداد زیاد آزمایش‌ها میانگین مشاهدات با میانگین مورد انتظار همگرا خواهند شد) و نتایج ارزش مورد انتظار آن، تمرکز داشت. کتاب وی به نام «هنر گمانه‌زنی<sup>۲۵</sup>» می‌باشد که به ترکیبات و احتمال ریاضی می‌پردازد. این کتاب توسط ژاکوب برنولی نوشته شده و پس از هشت سال از مرگش، توسط برادرزاده‌اش، نیکلاوس برنولی در سال ۱۷۱۳ منتشر شده است (اکلدریم و سونر، ۲۰۱۴).

## ۱۰-۲- باچلیبر، براون و وینر

استفاده کرد. با این حال، نوربرت وینر<sup>۳۳</sup> برای اولین بار توانست مدل ریاضی از حرکت براونی را ارائه کند و نتیجه آن را به‌عنوان *فرایند وینر* نام نهادند. وی ریاضیدان و فیلسوف آمریکایی در دانشگاه فنی ماساچوست (M.I.T) بود (اکلدیریم و سونر، ۲۰۱۴). او وجود حرکت براونی (BM) را اثبات کرد. هم‌چنین اندازه‌گیری وینر احتمال توزیع حرکت براونی را توصیف می‌کند. این حرکت به دلیل بسیاری از خواص جالب آن، برای توصیف بسیاری از پدیده‌های فیزیکی استفاده می‌شود.



نوربرت وینر  
(۱۹۶۴-۱۹۸۴)



رابرت براون  
(۱۷۷۳-۱۸۵۸)



لوئیس باچلیبر  
(۱۹۴۶-۱۸۷۰)

## ۱۱-۲- کولموگروف

تا انتشار کتاب ریاضیدان روسی به نام آندری نیکلایویچ کولموگروف<sup>۳۴</sup> تحت عنوان «مبانی نظریه احتمال» در سال ۱۹۳۳، مبحث احتمال مربوط به ریاضیات بود؛ اما وی به‌نوعی متفاوت به این مبحث نگاه می‌کرد. با این حال، کولموگروف، شبیه به مدل اقلیدس از هندسه، یک فرمول جدید از نظریه احتمال را با بدیهیات بنیادی مطرح کرد؛ بنابراین احتمال، با ریاضیات، کاملاً ادغام و یکپارچه شد. او متکی بر نظریه اندازه‌گیری بود که توسط امیل بورل و هنری لِبگ<sup>۳۵</sup> و بسیاری دیگر در آغاز قرن بیستم توسعه یافته بود. نظریه وی بر مجموعه‌ای از بدیهیات زیر قرار داشته است: (۱) احتمال رویداد یک عدد حقیقی، غیر منفی گردد؛ (۲) احتمال این که برخی از رویدادهای بنیادی در فضای کل نمونه رخ دهد، ۱ باشد؛ (۳) احتمال اتحاد رویدادهای مانع‌الجمع با مجموع احتمال رویدادهای تکی (انفرادی) یکسان باشد (اکلدیریم و سونر، ۲۰۱۴).



کولموگروف  
(۱۹۰۳-۱۹۸۷)

در آغاز قرن بیستم یعنی ۲۹ مارس ۱۹۰۰، یک دانشجوی دکتری فرانسوی به نام لویی باچلیبر<sup>۳۶</sup> از رساله خود تحت عنوان «تئوری سفته‌بازی» که امروز به‌عنوان شناسنامه ریاضیات مالی مدرن به رسمیت شناخته می‌شود، دفاع کرد. کار استثنایی او در یکی از مجلات علمی فرانسه منتشر شد. وی اولین فردی بود که برای استنتاج ریاضیات از «حرکت براونی»<sup>۳۱</sup> برای اعمال خط سیر مدل‌سازی پویایی قیمت سهام و محاسبه قیمت حق اختیارات استفاده کرد. حرکت براونی سنگ بنای نظریه مدرن احتمال، آنالیز تصادفی و معادلات دیفرانسیل تصادفی است (علیشاهی، ۱۳۸۸). اشخرمایر و تیخمان<sup>۳۳</sup> (۲۰۰۸) فرمول قیمت‌گذاری حق اختیار لوئیس باچلیبر را با مدل بلک، مرتون و شولز مقایسه کردند که نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد، قیمت‌ها با هم منطبق هستند (اشخرمایر و تیخمان، ۲۰۰۸). آن‌ها معتقدند مدل باچلیبر تقریب کوتاه‌مدت خوبی از قیمت‌ها و نوسانات را ارائه می‌نماید. وی پیشگام پژوهش در بازارهای مالی بود. هم‌چنین او به توسعه آنچه امروز به‌عنوان فرضیه بازار کارا و نظریه‌های مربوط به مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای شناخته می‌شود، پرداخته است. باچلیبر، در رساله خود می‌نویسد: «عوامی که تغییرات مبادلات را تعیین می‌کنند بی‌شمار هستند (وقایع گذشته، حال حاضر و حتی پیش‌بینی نشده‌ای که اغلب هیچ ارتباطی آشکاری با تغییراتشان ندارد)؛ بنابراین غیرممکن است به قابلیت پیش‌بینی ریاضی امیدوار باشیم». وی اشاره می‌کند که «امید ریاضی از سفته‌بازان صفر است». به‌افتخار سهم بزرگی که باچلیبر در توسعه حساب دیفرانسیل و انتگرال تصادفی و ریاضیات مالی داشته، گروهی از ریاضیدان برجسته مالی، انجمن مالی باچلیبر را در سال ۱۹۹۶ تشکیل دادند که هدف آنان ارائه فرصت برای دیدار و تبادل افکار دانشگاهیان و حرفه‌ای‌ها می‌باشد. لازم به ذکر است که بسیاری از نوآوری‌ها در تاریخ معاصر ریاضیات مالی از کشف حرکت براونی که توسط گیاه‌شناس اسکاتلندی رابرت براون نشأت گرفته است، می‌باشد. در سال ۱۸۲۷، رابرت براون حرکت نوسانی سریع ذرات میکروسکوپی را در سیالات که حاصل برخورد اتم‌ها و مولکول‌ها می‌شد را مشاهده کرد. با این حال، همان‌طور که در بالا اشاره شد، باچلیبر اولین کسی بود که تعریف ریاضی حرکت براونی را با استفاده از یک مدل پویا برای قیمت سهام بیان کرد.

$$t \rightarrow B_t, t \geq 0$$

بی‌خبر از کار باچلیبر، آلبرت اینشتین نیز از معادلات حرکت براونی در به دست آوردن نظریه جنبشی گرما در ترمودینامیک



آندری مارکوف  
(۱۸۵۶-۱۹۲۲)



کیوشی ایتو  
(۱۹۱۵-۲۰۰۸)

لم ایتو، به طور گسترده‌ای در ریاضیات مالی به کار گرفته می‌شود. به عبارتی بهترین کاربرد آن در ارزش‌گذاری حق اختیارات، ابزارهای مشتقه و معادله بلک-شولز می‌باشد.

### ۱۳-۲- هری مارکوویتز

تقریباً در زمانی که کیوشی ایتو در حال بیان مبانی حساب دیفرانسیل و انتگرال تصادفی بود، هری مارکوویتز<sup>۴۰</sup> مقاله خود را به نام «انتخاب پرتفوی» که به‌عنوان اولین کار در ریاضیات مالی در نظر گرفته می‌شود، منتشر کرد و باعث شد که توجه فوری جوامع دانشگاهی را به خود جلب کند. مارکوویتز کسی بود که مفهوم تنوع‌بخشی سبد سرمایه را مطرح کرد و آن را توسعه داد. وی به‌طور کلی نشان داد که چگونه تنوع‌بخشی در سبد سرمایه ریسک آن را برای سرمایه‌گذار کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاران می‌توانند سبد سهام کارا را به ازای یک بازده معین و از طریق کمینه کردن ریسک سبد سهام به دست آورند (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۶).



هری مارکوویتز (۱۹۲۷)

او در سال ۱۹۵۲ در مجله مالی<sup>۴۱</sup> مقاله‌ای را تحت عنوان «انتخاب پرتفوی» چاپ کرد. همچنین در سال ۱۹۵۹ کتابی را بانام «انتخاب پرتفوی: تنوع‌بخشی کارای سرمایه‌گذاری‌ها» تألیف کرد. این تألیفات مارکوویتز، زمینه‌ای شد تا امروز ما آن را «نظریه پرتفوی مدرن (MPT)» بخوانیم. پیش از نظریه او سرمایه‌گذاران اوراق بهادار را از لحاظ بازده و ریسک به‌صورت انفرادی یا تک‌تک مورد ارزیابی قرار می‌دادند که این منجر به ایجاد سبدهای اوراق بهاداری با ریسک‌ها و بازده‌های مشابه

کلموگروف در کتب خود، ایده انتظارات مشروط و اندازه‌گیری برابر را ارائه کرد. این امر ریاضیدانان مالی را در جهت ایجاد فرمول‌هایی برای قیمت‌گذاری ابزارهای مشتقه قادر می‌سازد. امروزه کلموگروف به‌عنوان یکی از درخشان‌ترین ریاضیدانان جهان شناخته می‌شود و این امکان‌پذیر نیست که در یک پاراگراف و به‌طور خلاصه، میراث ریاضی وی بیان شود. سهم اساسی او نه‌تنها در نظریه احتمال، بلکه در مکانیک آماری، فرآیندهای تصادفی، تئوری اطلاعات، دینامیک غیرخطی، آمار ریاضیات و بسیاری از مطالب جالب در مالی و اقتصاد می‌باشد.

### ۱۲-۲- ایتو

یکی از فرمول‌های ریاضی که به‌طور گسترده توسط مهندسی مالی، امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرد، لم ایتو<sup>۴۲</sup> است. واژه «لم» فرانسوی است و می‌توان آن را قضیه کمکی یا پیش قضیه نامید. این «لم» توسط ریاضیدان ژاپنی به نام کیوشی ایتو، در مقاله‌ای تحت عنوان «معادلات دیفرانسیل تصادفی» در سال ۱۹۵۱ مطرح شد:

$$dX_t = \mu(X_t)dt + \sigma(X_t)dW_t$$

تلاش وی در رابطه با مدل فرآیندهای آندری مارکوف<sup>۳۷</sup> روسی (۱۸۵۶-۱۹۲۲) بوده است. همچنین ایتو، معادلات دیفرانسیل تصادفی را در فرم W فرآیند استاندارد وینر بیان می‌کند. بعد از آن وی، خود را در مقاله ۱۹۵۱ نشان داد که برای هر دو بار مشتق، تابع f به شکل زیر به دست می‌آید.

$$df(X_t) = f'(X_t)dX_t + \frac{1}{2}f''(X_t)d[X, X]_t$$

روشن است که لم ایتو، راهی را برای ساخت جدید معادلات دیفرانسیل تصادفی (SDE) ارائه می‌کند. فرمول ایتو نه‌تنها در شاخه‌های مختلف ریاضیات بلکه در تئوری میدان منسجم در فیزیک، تئوری کنترل تصادفی در مهندسی، ژنتیک جمعیت در زیست‌شناسی و در بسیاری دیگر از زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. ایتو به‌عنوان پدر ادغام تصادفی و معادلات دیفرانسیل تصادفی که پایه‌های حساب دیفرانسیل و انتگرال تصادفی در نظر گرفته می‌شود، مطرح می‌باشد. دیگر قضیه بسیار مفید او در ریاضیات مالی، قضیه نمایش ایتو<sup>۳۸</sup> می‌باشد که هرگونه شرط انتگرال مربع را از فیلترینگ براونی بیان می‌کند. به خاطر سهم بزرگی که او در ریاضیات داشته است، جایزه کارل فردریش گاوس<sup>۳۹</sup> (این جایزه هر ۴ سال یک‌بار به بزرگان ریاضی داده می‌شود که اولین شخص ایتو بوده است) در سال ۲۰۰۶ به وی اهدا شد.



امروز به‌طور عمده از دو روش برای محاسبه قیمت حق اختیار استفاده می‌کنند. در روش اول، قیمت حق اختیار می‌تواند به‌عنوان ارزش مورد انتظار ریسک با استفاده از تزیل حق اختیار به دست آید. همچنین، در روش دوم قیمت حق اختیار، راه‌حلی است که معروف به PDE بلک شولز است یعنی معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی بلک-شولز.

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS \frac{\partial V}{\partial S} - rV = 0$$

که در رابطه فوق  $V$  ارزش حق اختیار،  $S$  دارایی پایه‌ای،  $\sigma$  نوسانات یا انحرافات و  $r$  نرخ بهره بدون ریسک می‌باشد. لازم به ذکر است که سهم آن‌ها فقط به فرمول قیمت‌گذاری حق اختیار محدود نمی‌گردد (به‌عنوان مثال فیشر-بلک به توسعه مدل‌های مالی دیگر بلک - لیترمن، آیووا و بلک و ... پرداخته‌اند). رابرت مرتون نیز با مدل مرتون، مدل ICAPM و سید مرتون شناخته می‌شود. در سال ۱۹۹۷ آکادمی سلطنتی علوم سوئد جایزه نوبل اقتصاد را به مرتون و شولز اهدا کرد. همچنین یادآور می‌شویم که «فیشر بلک» چند سال قبل از این رویداد در گذشته بود. سهم قابل‌توجهی از کار این اندیشمندان را روبنشتاین (۱۹۹۲) به بهترین نحو بیان داشته است: «مدل بلک و شولز به‌طور کلی به‌عنوان موفق‌ترین مدل در علوم اجتماعی می‌باشد» (روبنشتاین، ۱۹۹۲). کار بلک-شولز-مرتون منجر به فعالیت‌های تحقیقاتی زیادی در حوزه ریاضیات مالی شد و نیز سرعت روبه‌رشدی را هر روز به این حیطه داده است. موضوع اخیر که در اقتصاد و ریاضیات مالی مطرح است، بحث پوشش ریسک قدرتمند<sup>۴۹</sup> است. پایداری در چارچوب‌های مختلف ممکن است معانی متفاوتی را داشته باشد اما در شرایط عمومی‌تر به کیفیت و یا حالت محکم و قوی اشاره دارد. در علم اقتصاد، پایداری یک مدل اقتصادی تحت ارتباط با مفروضات متفاوت، پارامترها و شرایط اولیه و نیز اثربخشی یک سیستم مالی تحت بازارهای مختلف و شرایط بازار می‌باشد. وودوارد<sup>۵۰</sup> (۲۰۰۶) چهار طبقه‌بندی مختلف از مفهوم پایداری در اقتصاد را بیان می‌دارند که استنباطی، اشتقاقی، اندازه‌گیری و علی می‌باشند (وودوارد، ۲۰۰۶). این مفهوم در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته و روبه‌رشد می‌باشد. این مطلب در ریاضیات مالی اولین بار در قالب قیمت‌گذاری و مصون‌سازی حق اختیار که به آن قیمت‌گذاری به‌صورت لب‌خند هم می‌گویند، توسط برونو دوپیر<sup>۵۱</sup> (۱۹۹۴) مطرح شد (نیسی و همکاران، ۱۳۹۱). این رویکرد استاندارد قیمت‌گذاری حق اختیار را فرض می‌کند.

می‌گردد. مارکوویتز بیان می‌دارد که سرمایه‌گذاران باید اوراق بهادار را بر اساس ویژگی‌های کلی ریسک و بازده‌شان در نظر بگیرند و نحوه محاسبه آن، میانگین و واریانس بازده هر یک از این اوراق است. مارکوویتز مفهوم کارا بودن را با تصویری گرافیکی از مجموعه‌های مختلف از سبدها در سطوح متفاوت از بازده و ریسک بیان کرد. این مفاهیم در شکل‌گیری مفاهیم مطرحه، «پرتفوی فوق کارا<sup>۴۲</sup>» توسط جمیز توبین<sup>۴۳</sup> و مدل «قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای» (CAPM) ویلیام شارب<sup>۴۴</sup> تأثیرگذار بوده است.

در این زمینه مارکوویتز از برنامه‌ریزی خطی و تکنیک ماتریس پراکنده<sup>۴۵</sup> برای حل مشکلات بزرگ بهینه‌سازی در ریاضیات استفاده کرد. مارکوویتز یک‌زبان کامپیوتری را بانام (SIMSCRIPT) همراه با برنارد هاووز و هرب کار<sup>۴۶</sup> شبیه‌سازی کرد که کاربرد آن در سیستم‌های حمل‌ونقل، تولید و بازی‌های رایانه‌ای می‌باشد. سال ۱۹۸۹، مارکوویتز جایزه فون نویمان<sup>۴۷</sup> را از انجمن تحقیق در عملیات و علوم مدیریت امریکا برای کار خود درباره نظریه سید و تکنیک‌های ماتریس پراکنده و SIMSCRIPT دریافت کرد. همچنین وی در سال ۱۹۹۰، جایزه نوبل اقتصاد را برای نظریه پرتفوی خود دریافت کرد.

#### ۱۴-۲- فیشر بلک، مایرون شولز و رابرت مرتون<sup>۴۸</sup>

دستیابی به موفقیت بزرگ در سال ۱۹۷۳ زمانی اتفاق افتاد که فیشر بلک و مایرون شولز مقاله‌ای در مورد «قیمت‌گذاری حق اختیارات و بدهی‌های شرکتی» در مجله اقتصاد سیاسی چاپ کردند و همچنین رابرت مرتون مقاله‌ای را تحت عنوان «قیمت‌گذاری بدهی‌های شرکتی: ساختار ریسک و نرخ بهره» در مجله اقتصاد و علوم مدیریت در آن سال منتشر کرد.



رابرت.سی مرتون  
(۱۹۴۴)



فیشر بلک  
(۱۹۳۸-۱۹۹۵)



مایرون شولز  
(۱۹۴۱)

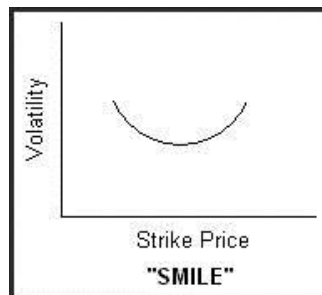
این مقالات روش جدیدی را برای ارزیابی ابزارهای مالی معرفی کردند، به‌خصوص توسعه مدل بلک-شولز برای قیمت‌گذاری حق اختیار خرید یا فروش اروپایی. علاوه بر انفجار بزرگ در بازار ابزارهای مالی مشتقه، کار بلک-شولز-مرتون نیز نقش مهمی را در گسترش ادبیات ریاضیات مالی ایفا کرده است. مهندسان مالی



کانترویچ (۱۹۸۶-۱۹۱۲)



مونژ (۱۸۱۸-۱۷۴۶)



در ریاضیات دو معیار  $\mu$  و  $\nu$  مورد توجه است، برای انتقال بهینه می‌توان از روابط دو سوی زیر و بر اساس روابط  $\mathbb{R}^d$  و  $S_{\#} \nu =$   $i.e.$  بهره جست.

$$\int_{\mathbb{R}^d} \varphi(S(x)) d\nu(x) = \int_{\mathbb{R}^d} \varphi(S(x)) d\mu(x)$$

سپس هدف مینیمم کردن همه توابع پیوسته می‌باشد.

$$\int_{\mathbb{R}^d} c(x, \varphi(S(x))) d\nu(x)$$

در این رابطه  $c$  تابع بهای تمام‌شده و یا هزینه را نشان می‌دهد. در این رابطه، مسئله بسیار مهم تابع دو سوی  $S$  می‌باشد. کانترویچ این مشکل را به سادگی برطرف کرد.

$$\text{minimize} \int_{\mathbb{R}^d \times \mathbb{R}^d} c(x, y) \mathbb{Q}(dx, dy)$$

سودآوری بدین صورت اندازه‌گیری می‌شود  $\mathbb{Q} \in M(\nu, \mu)$ ,  $i.e.$ ,

$$(Proj_x) \# \mathbb{Q} = \nu, (Proj_y) \# \mathbb{Q} = \mu,$$

یا به‌طور معادل، برای هر مجموعه بول  $A, B \subset \mathbb{R}^d$

$$\mathbb{Q}(A \times \mathbb{R}^d) = \nu(A), \mathbb{Q}(\mathbb{R}^d \times B) = \mu(B)$$

در این فرمول کانترویچ با یک برنامه خطی، به راحتی راه حل را تشریح و علاوه بر این از یک محدب دوگانه استفاده می‌کند. در نظریه بهینه‌سازی ریاضیاتی، دوگانگی بدین معنی است که مسائل بهینه‌سازی را می‌توان از هر یک از دو دیدگاه مسئله‌ی اصلی و مسئله‌ی دوگان  $\Delta^*$  نگریند (اصل دوگانگی).

$$\text{maximize} \left[ \int g(x) \nu(dx) + \int h(y) \mu(dy) \right]$$

$$g \in \mathbb{L}(\mathbb{R}^d, \nu), h \in \mathbb{L}(\mathbb{R}^d, \mu)$$

$$g(x) + h(y) \geq c(x, y), \forall x, y.$$

در روش‌شناسی مدل اولیه قیمت‌گذاری حق اختیار کلاسیک، رفتار دارایی‌های پایه و قیمت منصفانه پیشنهاد شد. همچنین استراتژی مدل‌های مصون‌سازی ابزارهای مشتقه بیان گردید. دوپیر در مقاله خود تنها فرض می‌کند که قیمت دارایی پایه به دنبال اشاعه حق اختیار خرید، در تمامی سررسیدها می‌باشد. ادبیات حاضر بیان دارد که حق اختیار خرید امروزه به‌صورت نقدی دیده می‌شود و آن‌ها می‌توانند با قیمت دارایی اولیه (پایه) مورد معامله قرار گیرند. مصون‌سازی ابزارهای مشتقه باعث کاهش ریسک خواهد شد. بورس حق اختیارات شیکاگو<sup>۵۲</sup> شاخص نوسانات<sup>۵۳</sup> (VIX) را بیان داشته تا از این طریق مصون‌سازی قوی‌تری داشته باشد. شاخص نوسانات برای محاسبه نوسانات مستتر در حق اختیارات بر اساس شاخص S&P500 (SPX) برای ۳۰ روز کاری در آمریکا، به دست خواهد آمد. بورس حق اختیارات شیکاگو معتقد است که "نوسانات اغلب به دلیل آشفتگی مالی اتفاق می‌افتد لذا شاخص نوسانات اغلب به‌عنوان معیار سنجش ترس سرمایه‌گذار مورداستفاده قرار می‌گیرد". این شاخص دقت دو طرف خریدار و فروشنده را در بازار مورد مشاهده قرار می‌دهد و اطلاعات مهم و مفیدی را در مورد تمایلات سرمایه‌گذاران و ارزیابی نقاط بالقوه بازار در اختیار خواهد گذاشت.

## ۱۵-۲- مونژ و کانترویچ

یکی از مشکلات نزدیک به مشکل پوشش ریسک قدرتمند در ریاضیات و اقتصاد، مشکل «انتقال بهینه»<sup>۵۴</sup> مونژ و کانترویچ<sup>۵۵</sup> است. مسئله‌ی اولیه‌ی این موضوع در سال ۱۷۸۱ توسط مونژ صورت‌بندی و فرموله شد و بعدها توسط کانترویچ به‌گونه‌ای دیگر بیان شد. این موضوع در سه دهه‌ی اخیر پیشرفت‌های بزرگی در ریاضیات داشته و در حال حاضر در مباحث مختلفی از ریاضیات جایگاه ویژه‌ای یافته است (طاهری، ۱۳۹۲).

رابطه بین کانترویچ و مونژ و مشکلات مصون‌سازی آن‌ها توسط دولینسکی و سونر<sup>۵۸</sup> (۲۰۱۴) بیان شد و بدین شرح می‌باشد: ابتدا لازم است در فرآیند مصون‌سازی سهام بین دو معیار اندازه‌گیری توزیع اولیه و نهایی، یک رابطه بهینه ایجاد شود. به‌طور کلی تابع هزینه وابسته به کل مسیر این رابطه است و نه فقط به ارزش نهایی. از این رو، نیاز است که فرآیند نقشه S دیده شود. توزیع احتمال این فرآیند تجویز حاشیه زمانی بین زمان ابتدایی و نهایی را دارد؛ بنابراین آن را در قیاس یا تشابه با کار و معیار کانترویچ می‌توان دید (دولینسکی و سونر، ۲۰۱۴).

### ۳- یافته‌های پژوهش

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که امروزه دانش و علوم در حوزه‌های مختلف، با چالش‌های متفاوت مواجه هستند و علت آن را می‌توان گسترش مرزهای دانش و پیشرفت تکنولوژی‌ها دانست. با تخصصی‌تر شدن علوم بشری، فاصله بین مرزهای علوم مختلف، به نوعی کمتر شده است که این رویداد با به وجود آمدن موضوعات بین‌رشته‌ای و زمینه‌های کاری مشترک (در رشته‌ها) پررنگ‌تر هم گردیده است (رهنمای‌رودپشتی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین، نتایج این بررسی فلسفی و تاریخی، حاکی از این است که در عصر کنونی نفوذ ریاضیات در مباحث مالی، نسبت به سایر علوم شدیدتر از قبل گردیده است، امروزه ریاضیدانان جزء لاینفک گروه‌های کاری و تحقیقاتی مختلف می‌باشند و تأثیر آن‌ها تا جایی است که تقریباً حضور ریاضیدانان در زمینه‌های علمی مختلف باعث پررنگ‌تر شدن اهمیت ریاضیات در علوم کاربردی می‌شود. به طوری که نتیجه این حضور می‌تواند، توسعه کمی و کیفی دانش‌ها، با سایر علوم باشد. دانش مالی نیز از این قاعده مستثنا نبوده که از جمله مهم‌ترین آن را می‌توان تعامل این دانش با علم ریاضیات و سایر علوم جهت پاسخ به سؤالات مدیران کسب‌وکار، برای اتخاذ تصمیمات مالی دانست که این امر موجب مطرح‌شدن رشته ریاضیات مالی شد. ظهور ابزارهای مختلف در حوزه مالی و نیز مدیریت مالی بنگاه‌های اقتصادی و مدیریت پرتفوی سهام در بازار سرمایه جهت تحلیل و ارزشیابی دارایی‌های مالی، از وظایف این رشته نوظهور دهه ۱۹۵۰، می‌باشد. ریاضیات مالی بدون شک، اولین بحث در ریاضی است که در صنعت نیز وارد و شناخته شده است. پس از بررسی‌های انجام‌شده، نتایج نشان داد که ریاضیات به علت وجود معادلات، الگوها و مدل‌ها می‌توانند به استفاده‌کنندگان، نظریه‌پردازان و یا پژوهشگران در درک ساده و درعین حال دقیق‌تر روابط بین متغیرها، باری رسانند. به طوری که مدل‌های مطرح‌شده در بازار سرمایه مانند سبد سهام مارکوویتز بر پایه رشته ریاضی بیان شده‌اند. مارکوویتز بیان می‌دارد که

### ۴- نتیجه‌گیری و بحث

امروزه علوم مختلف با گسترش و رشد قابل‌توجهی روبرو می‌باشند، از این رو برای تعیین دقیق رخ داده‌ها و آثار مربوط به آن‌ها لازم است برآوردی دقیق صورت گیرد. ریاضی یکی از مهم‌ترین علوم می‌باشد که با ویژگی مدل‌های محاسباتی و یا کمی خود می‌تواند، توان بالایی به استفاده‌کنندگان خود دهد. ریاضیات در تمام شاخه‌های مختلف علوم اقتصاد، مالی و سایر علوم اجتماعی نقش مهمی را ایفا می‌کند؛ بنابراین می‌توان بیان داشت که دانش ریاضیات امکان مناسبی را به منظور تحلیل‌های دقیق، توصیف روابط بین پدیده‌ها و نیز کاهش خطای پیش‌بینی در اختیار علوم مختلف قرار خواهد داد. به بیانی در دنیای واقعی، معمولاً هر متغیر (مالی، حسابداری و ...) در ارتباط با یک یا چند متغیر دیگر است. بدیهی است تجزیه و تحلیل این روابط، به زبان توصیفی و همچنین ترسیمی با محدودیت‌های زیادی روبرو است. معادلات و الگوهای ریاضی، این امکان را فراهم می‌کند تا نظریه‌پرداز و یا محققین، روابط بین متغیرها را به نحو ساده و درعین حال دقیق‌تر بیان نموده و یا مطالعه نمایند. علوم حسابداری و مالی از این موضوع مستثنا نمی‌باشند. چراکه نزدیک به یک قرن از تلاش‌های اولیه در زمینه‌های تحقیقاتی در حوزه بررسی روند حرکتی قیمت‌های بازار سهام می‌گذرد و با پیدایش دنیای پر رمز و راز تصادفی و مباحث مربوط به آن، عملاً دریچه‌ی جدیدی به روی محققین حوزه‌های ریاضیات و علوم مالی گشوده است تا در این حوزه‌ها کارهای تحقیقاتی مشترک آغاز گردد. بررسی فلسفی و تئوریک پژوهش حاضر نشان داد که این علوم روابط بسیار نزدیکی باهم دارند؛ به بیانی این علوم باهم عجین هستند. قدرت پیش‌بینی علوم دقیق مانند ریاضی از اصول اساسی و همچنین وجود ثبات اساسی موجود در آن مشتق شده است. همان‌طور که بیان شد، مدل‌های مالی ارائه‌شده تا امروز اغلب از مدل‌های ریاضی منتج شده‌اند؛ و مزیت مدل‌های ریاضی، دقت و آشکاری آنان است که استفاده‌کنندگان را قادر می‌سازد تا اطلاعات هر متغیر را به راحتی فراهم و مورد

متذکر شد که این مدل‌ها و ابزارها، نتیجه‌ی ترکیب سودمند مدل‌های تصادفی و آماری می‌باشند. همچنین در این بین، نباید تأثیر دانشمندانی همچون طالس، خوارزمی، ابن سینا، عمر خیام، خواجه‌نصیرالدین طوسی، پاپیولی، فیبوناچی و بسیاری دیگر که در توسعه یافتن این ارتباطات مؤثر بودند را نادیده گرفت.

تجزیه و تحلیل قرار دهد. مهم‌ترین هدف مدل‌سازی مالی در دنیای حاضر، ایجاد ظرفیت برای پیش‌بینی و توضیح سود یا زیان برای ابزارهای مشتقه یا استراتژیک مالی می‌باشد؛ نمونه آن مدل بلک-شولز در بحث مصون‌سازی است. همچنین می‌توان گفت که طراحی ابزارهای مکمل و نظارت بر ریسک، برای جلوگیری از تغییرات نظام بازار است. این ابزارهای نظارتی جدید بر اساس نوسانات و ارتباطات مطرح می‌شوند. لازم است یک‌بار دیگر

#### یادداشت‌ها

- |    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| ۱  | Lo and Mueller  | ۲۶ | Specimen theoriae novae de mensura sortis   |
| ۲  | Thales  | ۲۷ | Utriusque Iuris   |
| ۳  | ارسطو در این کتاب اساس خانواده را طبق تقسیم‌بندی روابط مردم باهم قرار داده است و قدرت را عامل اصلی این تقسیم‌بندی می‌داند. همچنین ارسطو فرقی بین روابط قدرت در حکومت و خانواده نمی‌بیند. این کتاب در ایران توسط حمید عنایت ترجمه‌شده و انتشارات علمی و فرهنگی آن را چاپ کرده است. | ۲۸ | Montmort  |
|    |   | ۲۹ | سکه‌ی است که برای اولین بار در ونیز به نام طلای فلودی‌های زرین ونیزی و یا دوکای اروپایی ضرب شد و از آنجا به سرتاسر قاره اروپا راه یافت.   |
|    |   | ۳۰ | Louis Bachelier   |
| ۴  | جزیره خیوس در استان آژه شمالی در کشور یونان واقع شده است.   | ۳۱ | Brownian Motion   |
|    |   | ۳۲ | and Teichmann Schachermayer   |
| ۵  | شهری مشهور در بخش کوچک آسیای یونان باستان بر ساحل دریای آژه است که ویرانه‌های آن در استان آیدین ترکیه امروزی باقی است.  | ۳۳ | Norbert Wiener  |
|    |   | ۳۴ | Kolmogorov  |
| ۶  | Akyıldırım and Soner  | ۳۵ | Émile Borel and Henri Lebesgue  |
| ۷  | زندگی‌نامه خوارزمی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران   | ۳۶ | Itô's Lemma   |
| ۸  | برای کسب اطلاع بیشتر می‌توانید به ترجمه این کتاب توسط دکتر پارسائیان صفحه ۵۷ (چاپ سوم) رجوع نمایید.   | ۳۷ | Andrey Markov   |
|    |   | ۳۸ | Ito Representation Theorem  |
| ۹  | این ساز و کار در ساده‌ترین حالت بدین شرح است که اگر دایره‌ای کوچک داخل دایره‌ای بزرگتر که شعاعی ۲ برابر آن دارد محاط و بر آن مماس شود، با دوران دایره کوچک روی محیط دایره بزرگ، هر نقطه‌ای از دایره کوچک در مسیر حرکت خود قطری منحصر به فرد از دایره بزرگ را رسم می‌کند.          | ۳۹ | Carl Friedrich Gauss Prize  |
|    |   | ۴۰ | Harry Markowitz   |
| ۱۰ | Luca Pacioli  | ۴۱ | Journal of Finance  |
| ۱۱ | Fibonacci   | ۴۲ | Super-Efficient Portfolio   |
| ۱۲ | Leonardo of Pisa  | ۴۳ | James Tobin   |
| ۱۳ | Liber Abaci   | ۴۴ | William Sharpe  |
| ۱۴ | Goetzmann and Rouwenhorst   | ۴۵ | Sparse Matrix   |
| ۱۵ | Bezant  | ۴۶ | Bernard Hauser and Herb Karr  |
|    | در قرون وسطی و در زمان امپراتوری روم شرقی به معنای یک سکه طلا [واحد پولی] بوده است  | ۴۷ | John von Neumann Theory Prize   |
| ۱۶ | Girolamo Cardano  | ۴۸ | Fischer Black, Myron Scholes, and Robert Merton   |
| ۱۷ | Games of Chance   | ۴۹ | Robust Hedging  |
| ۱۸ | W. Lo Andrew  | ۵۰ | Woodward  |
| ۱۹ | Random Walk Hypothesis  | ۵۱ | Bruno Dupire  |
| ۲۰ | Pascal and Pierre de Fermat   | ۵۲ | Chicago Board Options Exchange (CBOE)   |
| ۲۱ | Antoine Gombaud   | ۵۳ | Volatility Index  |
| ۲۲ | Apostol   | ۵۴ | Transport Optimal   |
| ۲۳ | Binomial Options Pricing - Cox, Ross and Rubinstein Model (BOPM)  | ۵۵ | Monge and Kantorovich   |
|    | در مالی، مدل قیمت‌گذاری اختیارات دوجمله‌ای (BOPM) یک روش عددی برای تعمیم ارزیابی اختیارات را فراهم می‌آورد. این مدل برای اولین بار توسط کاکس، راس و روبنشتاین در سال ۱۹۷۹ پیشنهاد شد.   | ۵۶ | Borel   |
| ۲۴ | Bernoulli   | ۵۷ | در ریاضیات، مجموعه‌ای بورل، هر مجموعه را در یک فضای توپولوژیک یا مکان‌شناسی که بتواند از مجموعه‌های باز و از طریق عملیات اتحادیه قابل‌شمارش، تقاطع قابل‌شمارش و مکمل نسبی تشکیل شود، می‌شناسند. |
| ۲۵ | ARS Conjectandi   | ۵۸ | The Primal Problem and The Dual Problem<br>Dolinsky and Soner   |

## منابع و مأخذ

- \* آریایی، فاطمه، معقول، زهره، (۱۳۹۲)، نقش ابوجعفر بن موسی خوارزمی در پیشرفت ریاضیات و علوم تجربی، دومین همایش ملی نقش دانشمندان ایرانی اسلامی در پیشبرد علوم تجربی.
- \* بلکویی، احمدریاحی، (۲۰۰۰)، تئوری‌های حسابداری، ترجمه: علی پارسائیان، چاپ اول، تهران: انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
- \* پارسائیان، علی، (۱۳۷۴)، تاریخچه مدیریت مالی، فصلنامه تحقیقات مالی، ۲(۵-۶)، ۸۷-۱۰۶.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، (۱۳۹۰)، اهرم‌ها: پیشینه، چیستی و کارکردها (مبنتی بر اندیشه‌های ابوعلی‌سینا)، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۴(۳)، ۷-۳۸.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، احیایی، هدیه، (۱۳۹۱)، مهندسی حسابداری، حسابداری مدیریت، ۵(۲)، ۹۷-۱۱۲.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، جلیلی، محمد، حسین‌زاده لطفی، فرهاد، (۱۳۸۹)، چارچوب مفهومی کاربرد ریاضیات در مطالعات کمی مدیریت مورد مطالعه: مدل‌سازی ریاضی و کامپیوتری در دانش مالی، مطالعات کمی در مدیریت، ۱(۲)، ۱-۲۰.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، خردیار، سینا، ایمنی، محسن، (۱۳۹۵)، ریشه‌ی تاریخی جریان پژوهش‌ها در حسابداری مدیریت رفتاری (تئوری‌ها و روش‌های پژوهش)، دو فصلنامه حسابداری/ارزشی و رفتاری، ۱(۱)، ۲۵-۵۲.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، قاسمیان، محسن، فراهانی، آزاده، (۱۳۹۳)، ستاره بینی مالی (چرخه‌های نجومی از دیدگاه معامله‌گران)، تهران: انتشارات ترمه.
- \* رهنمای‌رودپشتی، فریدون، هیبتی، فرشاد، اسلامی بیدگلی، غلامرضا، (۱۳۹۶)، تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار و مهندسی مالی (با تجدیدنظر کامل)، تهران: انتشارات ترمه.
- \* طاهری، ابوالفضل، (۱۳۹۲)، انتقال بهینه، مجله‌ی ریاضی شریف، ۲(۶)، ۳۴-۴۵.
- \* علیشاهی، کسری، (۱۳۸۸)، حرکت براونی، پیوند احتمال و آنالیز ریاضی، اندیشه آماری، ۱۴(۲)، ۳۵-۴۶.
- \* نیسی، عبدالساده، چمنی انباجی، رویا، شجاعی‌منش، لیلی، (۱۳۹۱)، سه مدل اساسی در ریاضیات مالی، مدل‌سازی پیشرفته ریاضی، ۲(۱)، ۷۷-۹۶.
- \* هاشمی‌پور، بهناز، (۱۳۷۲)، حالت کروی جفت طوسی، فصلنامه تحقیقات اسلامی، ۸(۱-۲)، ۱۰۳-۱۲۰.
- \* هندریکسن، ون‌بردا، (۱۹۹۲)، تئوری‌های حسابداری، ترجمه: علی پارسائیان، جلد اول، چاپ سوم، تهران: انتشارات ترمه.
- \* Akyıldırım, E., & Soner, H. M. (2014). A brief history of mathematics in finance. *Borsa Istanbul Review*, 14(1), 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2014.01.002>
- \* Apostol, T. M. (1969). *Calculus*, volume II (2nd ed.) John Wiley & Sons.
- \* Dolinsky, Y., & Soner, H. M. (2014). Martingale optimal transport and robust hedging in continuous time. *Probability Theory and Related Fields*, 160, 391-427. <https://doi.org/10.1007/s00440-013-0531-y>
- \* Goetzmann, W. N. (2004). Fibonacci and the financial revolution (No. w10352). National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/papers/w10352>
- \* Goetzmann, W. N., & Rouwenhorst, K. G. (2005). The origins of value: The financial innovations that created modern capital markets. Oxford University Press, USA.
- \* Lo, A., & Mueller, M. (2010). Warning: Physics envy may be hazardous to your wealth!. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1563882](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1563882) (Working Paper).
- \* Rubinstein, M. (1992). "Guiding force". From Black Scholes to black holes: new frontiers in options. *Risk Magazine*.
- \* Schachermayer, W., & Teichmann, J. (2008). How close are the option pricing formulas of Bachelier and Black-Merton-Scholes?. *Mathematical Finance: An International Journal of Mathematics, Statistics and Financial Economics*, 18(1), 155-170.
- \* Woodward, J. (2006). Some varieties of robustness. *Journal of Economic Methodology*, 13(2), 219-240.



*Accounting Knowledge & Management Auditing*  
Vol. 12/ No. 45/ Spring 2023

## **The Historiography of Mathematics for Finance and Accounting**

**Fereydoon Rahnamay Roodposhti**

Professor, Department of Accounting and Management, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran  
(Corresponding Author)  
rahnama.roodposhti@gmail.com

**Mohsen Imeni**

Assistant Professor, Faculty of Accounting, Ayandegan Institute of Higher Education, Tonekabon, Iran  
mohsen.imeni86@yahoo.com

### **Abstract**

Mathematics may be placed on the list of cases is the creator of the recent financial crisis; Mathematics, especially financial mathematics, in this amid can have an important role. Financial mathematics is undoubtedly the first discussion in mathematics to be introduced and entered into the industry. The goal of financial mathematics is to develop previous reprehensible models, which matter can deepen financial crises. However, Lo and Mueller (2010) argue that "blaming quantitative models for recent crises is wrong, and is similar to blaming arithmetic and the real number system for accounting fraud". Starting from Babylonians, through Thales, Khwarizmi, Avicenna, Omar Khayyam, Khajeh Nasiroddin Tusi, Pacioli and then Fibonacci, Pascal, Fermat, Bernoulli, Bachelier, Wiener, Kolmogorov, Ito, Markowitz, Black, Scholes, Merton and many others made huge contributions to the development of mathematics while trying to solve finance problems. The results of the present study indicate that each of these individuals has made a significant contribution to the development of financial mathematics, in order to solve the problems of the capital market. Also, in this study, a brief historical perspective on how to develop financial theories is presented, which in turn was influenced by the development of financial mathematical theories.

**Keywords:** Mathematics and Economics, Accounting and Finance Topics, Financial Mathematics, Financial Theory and Financial Instruments.