



شمردن یک کار ریاضی است. وقتی پول می‌شماریم، داریم کار ریاضی انجام می‌دهیم. اما وقتی صحبت از پول است، داریم از اقتصاد هم حرف می‌زنیم. ریاضیات و اقتصاد دو علمی هستند که امروزه خیلی به هم نزدیک شده‌اند. آن قدر نزدیک که تعدادی از جوایز نوبل اقتصاد را ریاضی‌دان‌ها گرفته‌اند. همان‌طور که ریاضیات به حل مسئله‌های اقتصاد کمک کرده، علم ایجاد شاخه‌ای در ریاضیات به نام ریاضیات مالی کمک کرده است. در گفت‌وگو با آقای دکتر داداشی، آقای دکتر صلواتی و آقای دکتر یزدانیان می‌خواهیم ببینیم چگونه این ارتباط بین دانش ریاضی و اقتصاد به وجود آمد.

پیدایش شاخه‌ای جدید در ریاضیات: ریاضیات مالی

● **برهان:** چه شد که سروکلۀ ریاضی‌دان‌ها در اقتصاد پیدا شد؟ گویی علم اقتصاد برای پیشرفت خود به دانش ریاضی نیاز داشته است؟

■ **صلواتی:** در میان رشته‌های علوم انسانی، اقتصاد اولین رشته‌ای است که ریاضیات به‌طور جدی وارد آن شده است، مدتی حدود صد سال. در همین مدت کوتاه، پیشرفت‌های زیادی در علم اقتصاد به‌وجود آورده است تا آنجا که در سی سال گذشته،

کرد با کمک آمار و احتمال الگوهایی برای پیش‌بینی قیمت‌ها در آینده به‌دست آورد. کار او آنقدر جدید و دور از ذهن بود که دیگران اصلاً از آن سردر نمی‌آوردند. به همین دلیل او نتوانست از پژوهش‌هایش دفاع کند. اما باعث شد مفاهیم جدیدی در ریاضیات به‌وجود آید. او مفاهیم تازه‌ای در ریاضی ایجاد کرد که با کمک آن‌ها نتوانست تغییرات قیمت بورس و سایر ویژگی‌های بورس و بازارهای مالی را به زبان ریاضی بیان کند. به این ترتیب شاخه‌ای به اسم

اثرگذاری آن‌ها را اندازه‌گیری کنیم. مثلاً رئیس‌جمهور یک کشوری، در مورد یک موضوعی صحبت می‌کند و باعث تغییرات قیمت سهام می‌شود. آیا ما می‌توانیم این اثر را اندازه‌گیری کنیم؟ امروزه افرادی تلاش می‌کنند که بتوانند این اثرات را اندازه‌گیری کنند، اما هنوز روش مشخصی برای آن پیدا نشده است. گاهی وقت‌ها ممکن است بتوانیم متغیرها را شناسایی و اندازه‌گیری کنیم، ولی نتوانیم وارد مسئله بکنیم. زیرا پیچیدگی محاسبات این

● **نازنین حسن‌نیا** ● **عکاس: شادی رضائی**

نوبل اقتصاد



چگونه ریاضیات مالی به عنوان شاخه‌ای از ریاضیات به وجود آمد؟ در راستای ریاضیات مالی

تعدادی از برندگان نوبل اقتصاد، ریاضی‌دان بوده‌اند.

■ **داداشی:** شروع ریاضیات مالی با کارهایی بود که **لویی بَشلیه** در سال ۱۹۰۰ میلادی انجام داد. بازارهای مالی مثل بورس، بانک، و بیمه، تا آن زمان در دست سرمایه‌داران و بازاریان بود. بشلیه از روی کنجکاویش شخصی تصمیم گرفت برای پایان‌نامه دکترایش یک کار آماری روی اعداد و ارقام بورس پاریس انجام دهد. او اعداد و ارقام بورس را جمع‌آوری و سعی

ریاضیات مالی، که قبلاً در ریاضیات وجود نداشت، متولد شد.

■ **یزدانیان:** عوامل متغیر بسیار زیادی بر بازارهای مالی به‌ویژه بازار سهام تأثیر می‌گذارد و اگر بخواهیم تغییرات قیمت سهام خاصی را در بورس بررسی کنیم، ابتدا باید ببینیم که چه متغیرها و عواملی بر قیمت این سهام اثر می‌گذارند. برخی از این متغیرها برای ما ناشناخته است؛ بعضی را می‌توانیم شناسایی کنیم و اندازه بگیریم؛ و برخی دیگر هم هست که می‌شناسیم اما نمی‌توانیم

مسئله به قدری بالا می‌رود که شاید نتوانیم راه‌حلی برای جواب آن پیدا کنیم. اوایل قرن بیستم تلاش‌های جدی صورت گرفت تا بتوانیم هر آنچه که برای ما قابل شناسایی نیست و یا قابل اندازه‌گیری نیست و یا پیچیدگی‌هایی در حل مسئله ایجاد می‌کند، به شکل جدیدی وارد مسئله کنیم. به این ترتیب رشته ریاضیات مالی به‌وجود آمد. این همان فرایندهای تصادفی بود که دنیای مدل‌سازی پدیده‌ها را به سمت دنیای واقعی هدایت می‌کرد و پایه و اساسی قرار گرفت بر پاسخ



1971:
Simon
Kuznets
(1901-1985)



1972:
Kenneth
Arrow
(1921-2017)



1975:
Tjalling
Koopmans
(1910-1985)



1975:
Leonid
Kantorovich
(1912-1986)



1983:
Gerard De-
breu (1921-
2004)



1990:
Harry M.
Markowitz
(1927- ...)



1994:
John F. Nash
(1928-2015)



1997:
Robert C.
Merton
(1944- ...)

ریاضیات به پیشرفت علوم دیگر کمک می‌کند!

● **برهان:** چه جالب! یعنی ریاضیات به علوم دیگر کمک می‌کند تا به سؤال‌هایشان پاسخ بدهند؛ و جالب‌تر این که سایر علوم هم با مسائل متنوعی که دارند باعث می‌شوند ریاضی‌دان‌ها دنبال روش‌ها و ابزار جدید حل مسئله باشند و به این ترتیب خود ریاضیات هم پیشرفت می‌کند.

■ **یزدانیان:** بله. به تازگی مقاله‌ای مربوط به پیش‌بینی قیمت زیتون و فرآورده‌های آن در زمان یونان باستان خواندم که به تصادفی بودن بعضی عامل‌های مؤثر بر قیمت اشاره کرده بود. منتها آن موقع آن‌ها نمی‌توانستند آن را به دقت توصیف کنند و توضیح دهند.

این مسئله حل نشده باقی ماند تا اینکه عاقبت ریاضیات مالی پایه‌گذاری شد. پیدایش این نظریات ریاضی‌دان‌ها را با چالش جدیدی مواجه می‌کرد، چون ریاضیاتی که تا آن وقت وجود داشت، برای حل مسائل این شاخه جدید ریاضی کافی نبود. حسابان نیوتنی دیگر نمی‌توانست به آن‌ها پاسخ بدهد. ریاضی‌دانان تلاش کردند آنچه را که این علم جدید نیاز داشت بیافرینند. تا اینکه در اواسط قرن بیستم میلادی، **کیوشی ایتو** حسابان جدیدی به نام **حسابان تصادفی ایتو** را پایه‌گذاری کرد که سؤالات دنیای تصادفی را حل می‌کند. دانش ریاضیات به همین ترتیب توسعه پیدا می‌کند و پیش می‌رود. بعد از به وجود آمدن حسابان ایتو، **پلک** و **شولتز**

به سؤالات عمیقی که تا قبل از آن به صورت مبهم از کنار آن گذشته بودیم و بیشتر از هر جایی در اقتصاد و علم مالیه بروز پیدا کرد. به تدریج نظریات اقتصادی و مالی و به دنبال آن بازارهای مالی را دگرگون کرد و این چیزی نبود جز ریاضیات مالی.

■ **صلواتی:** صد سال قبل از بشیلیه، یک گیاه‌شناس به نام **رابرت براون** مشاهده کرده بود که وقتی دانه‌ای بسیار سبک مثل هاگ در آب می‌افتد، کاملاً تصادفی به اطراف حرکت می‌کند. یعنی حرکتی که انگار مطابق هیچ قانونی نیست و نمی‌توان حرکت این ذره را در لحظه بعد پیش‌بینی کرد. او سعی کرد قانون جدیدی برای این حرکات به دست آورد.

بورس

بورس بازاری است سازمان‌دهی شده که در آن انواع اوراق بهادار (مانند سهام) و یا هر نوع کالای دیگری قیمت‌گذاری و خرید و فروش می‌شود، بنابراین در یک طبقه‌بندی کلی می‌توان آن را به بورس‌های کالایی و اوراق بهادار تقسیم کرد.

برای این حرکات تلاش زیادی هم کرد و امروزه این نوع حرکات تصادفی را به نام او حرکت **براونی** می‌نامیم.

اما هیچ ریاضیاتی در آن به وجود نیامد. اوایل قرن بیستم، اینشتین کارهای براون را ادامه داد و توانست معادلاتی پیدا کند که بعضی مسائل را حل می‌کرد. بعد از او ریاضی‌دانی به نام **وینر** روی این معادلات کار کرد. همانطور که گفته شد، بشیلیه اولین کسی بود که این رفتار تصادفی را در پدیده‌های مالی به کار برد. این ریاضیات جدید، برای بررسی خیلی از اتفاقات دیگر در دنیای فیزیک، مکانیک و علوم مهندسی نیز ابزار خوبی بود. در واقع کنجکاو و ذکاوتی که یک ریاضی‌دان داشت باعث شد که یک تحول جدی صورت بگیرد.

1997:
 Myron S.
 Scholes
 (1941- ...)



2003:
 Clive W.
 J. Granger
 (1934-2009)



2003:
 Robert
 F. Engle
 (1942- ...)



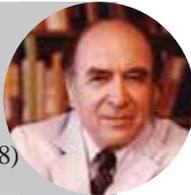
2005:
 Robert
 Aumann
 (1930- ...)



2005:
 Thomas
 Shelling
 (1921-2016)



2007:
 Leonid
 Hurwicz
 (1917-2008)



2012:
 Lloyd S.
 Shapley
 (1923-2016)



2016:
 Bengt
 Holmström
 (1949- ...)



نرم افزارهای محاسباتی، محاسبات را
 دستی انجام بدهید. آن وقت خیلی
 کند به نتیجه می‌رسید.

آینده، شغل و ریاضیات مالی!

■ صلواتی: یکی از جذابیت‌های
 رشته ریاضیات مالی

بانک

نهادهی اقتصادی است که
 وظیفه‌هایی چون تجهیز و توزیع
 اعتبارات، عملیات اعتباری، عملیات
 مالی، خرید و فروش ارز، نقل و انتقال وجوه،
 وصول مطالبات اسنادی و سود سهام مشتریان،
 پرداخت بدهی مشتریان، قبول امانات،
 نگهداری سهام و اوراق بهادار و اشیای قیمتی
 مشتریان، انجام وظیفه قیومیت و وصایت
 برای مشتریان، انجام وکالت خرید
 یا فروش را بر عهده دارد.

این است
 که در آن از رشته‌های مختلف ریاضی
 استفاده می‌شود البته پدیده‌های
 مالی خیلی قطعی نیستند. بنابراین
 برای بررسی آن‌ها باید از متغیرهای
 تصادفی استفاده کرد. این جاست که
 پای احتمال و فرآیندهای تصادفی
 به میان می‌آید. سؤالی که پیش
 می‌آید این است که تغییرات این
 متغیرها نسبت به زمان چگونه است؟
 برای پاسخ این سؤال، آنالیز تصادفی
 لازم است. پس از آن باید معادلات
 تصادفی را حل کنید، بنابراین
 حسابان تصادفی لازم می‌شود. یعنی
 انگار ریاضیات مالی دارد از تمام توان
 ریاضیات استفاده می‌کند. به همین
 دلیل ریاضیات این شاخه بسیار غنی
 است. یعنی برای کسانی که به کار
 ریاضی خیلی تخصصی علاقه‌مند
 هستند، مسائل زیادی در این حوزه
 وجود دارد. برای افرادی هم که به
 کارهای کاربردی‌تر علاقه‌مند هستند
 و دوست دارند از ریاضی برای حل

و مرتون در سال ۱۹۷۳ مقاله‌ای
 را چاپ کردند که درباره بازنگری
 در ارزش‌گذاری یکی از ابزارهای
 پیشرفته و نوین مالی بود. بعد از حدود
 بیست سال کار مداوم در این حوزه،
 در سال ۱۹۹۷ آن‌ها موفق به دریافت
 جایزه نوبل در اقتصاد شدند. این
 اتفاق مهمی بود که ریاضی‌دانان در
 سایر علوم وارد شوند و پیشرفت‌هایی
 در آن علوم ایجاد کنند. به نظر من
 اگر ریاضی‌دانان وارد علوم دیگر
 شوند، سرعت رشد و توسعه
 آن علوم چند برابر می‌شود،
 چون به آن مدل می‌دهند.
 فرض کنید می‌خواهید
 ارتباط بین چیزی را با چیز
 دیگر پیدا کنید. اول بررسی
 می‌کنیم که آیا در حال تغییر
 هستند یا ثابت‌اند؟ اگر در
 حال تغییر بودند به آن‌ها متغیر
 می‌گوییم. سؤالی که بلافاصله پیش
 می‌آید این است که این متغیر از چه
 نوعی است؟ متغیر مستقل است یا
 وابسته است؟ متغیر پیوسته است
 یا گسسته؟ متغیر تصادفی است یا
 تعینی؟ حالا باید ببینیم ارتباط‌های
 شناخته شده بین آن متغیرها
 چیست؟ حالا باید این همه اطلاعات
 را مرتب و طبقه‌بندی کنید. ریاضیات
 برای یافتن آن ارتباط، ابزارهای بسیار
 متنوعی در اختیار شما می‌گذارد
 که هر کدام شاخه‌ای از ریاضیات
 هستند؛ مانند گراف، ترکیبیات،
 احتمال، آمار، حسابان، معادلات
 و ... با این ابزارها می‌توانید مسائل را
 سریع‌تر از پیش حل کنید. حتی اگر
 مسئله‌ای را نتوانید با دانش امروز حل
 کنید، باز هم با استفاده از ریاضیات
 مشخص می‌شود که از چه راه‌هایی به
 جواب مسئله نمی‌رسید. اگر پدیده‌ها
 را قابل اندازه‌گیری نکنید و در قالب
 محاسبات نیابورید، مثل این است
 که برای محاسبات بسیار پیچیده
 به جای استفاده از ماشین حساب یا



بیمه

سازوکاری است که طی آن یک بیمه‌گر، بنا به ملاحظاتی تعهد می‌کند که زیان احتمالی یک بیمه‌گذار را در صورت وقوع یک حادثه در یک دوره زمانی خاص، جبران نماید یا خدمات مشخصی را به وی ارائه دهد. بنابراین، بیمه یکی از روش‌های مقابله با ریسک است. به موجب قانون بیمه ایران، بیمه عبارت است از قراردادی که به موجب آن یک طرف (بیمه‌گر) تعهد می‌کند در ازای پرداخت وجه یا وجوهی از طرف دیگر (بیمه‌گذار) در صورت وقوع یا بروز حادثه خسارت وارده بر او را جبران نموده یا وجه معینی را بپردازد. متعهد را بیمه‌گر، طرف تعهد را بیمه‌گذار و وجهی را که بیمه‌گذار به بیمه‌گر می‌پردازد حق بیمه و آنچه را که بیمه می‌شود موضوع بیمه نامند.



دکتر حسن داداشی:
- متولد ۱۳۵۸
- کارشناسی و کارشناسی ارشد و دکترا: رشته ریاضی دانشگاه صنعتی شریف
- زمینه کاری: آنالیز تصادفی و ریاضیات مالی
- محل اشتغال: دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان



دکتر عرفان صلواتی:
- متولد ۱۳۶۵
- کارشناسی و کارشناسی ارشد و دکترا: رشته ریاضی دانشگاه صنعتی شریف
- زمینه کاری: معادلات دیفرانسیل تصادفی، ریاضیات مالی
- عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

برای پروژه‌های بعدی‌شان احساس کردند که بدون این ریاضی‌دانان نمی‌توانند کارشان را به خوبی پیش ببرند و برای رسیدن به نتیجه بهتر، راه را برای ورود ریاضی‌دان‌ها به عرصه کارشان باز کردند.

● **برهان:** یعنی همان کاری که بشیلیه کرد و پا پیش گذاشت تا مسئله‌ای را در دنیای واقعی حل کند. آن وقت صنعت خودش به دنبال این افراد می‌آید تا آن‌ها را به عنوان مشاور و متخصص استخدام کند.

■ **داداشی:** دقیقاً. البته عمر این رشته در کشور ما تنها ۵ سال است و حالا زمان می‌برد تا بتواند خودش را معرفی کند و جایگاه مناسبش را پیدا کند.

مسائل دنیای واقعی استفاده کنند، در این شاخه مسائل بسیاری وجود دارد. می‌بینید که فرصت‌های بسیاری در ریاضیات مالی وجود دارد.

■ **داداشی:** جامعه به یک سری رشته‌ها نیاز روزمره دارد، مانند پزشکی یا مهندسی برق یا مهندسی مکانیک. ولی بعضی رشته‌ها بنیادین‌اند و مردم عادی به آن‌ها احساس نیاز نمی‌کنند.

به نظرم کسی که وارد این قبیل رشته‌ها می‌شود باید کمی حس کارآفرینی هم داشته باشد.

فارغ‌التحصیلانی از این رشته که این حس را داشتند، توانستند ایده‌هایشان را در بازار کار مطرح کنند. و با دیده شدن استعدادشان در حل مسائل جدید، بازار به آن‌ها احساس نیاز بیشتری کرد. در نتیجه



دکتر احمدرضا یزدانیان:
- متولد: ۱۳۶۳
- دکترا: ریاضیات کاربردی - دانشگاه علم و صنعت ایران
- زمینه کاری: ریاضیات مالی
- عضو هیات علمی دانشگاه سمنان