



نحوه استفاده از علم داده در فناوری های مالی FinTech



دکتر عبدالساده نیسی
دانشیار گروه ریاضی مالی
دانشگاه علامه طباطبائی

و

مدیر قطب علمی ریاضیات مالی
کشور

تلگرام: <http://telegram.me/FinancialMathematics>

چکیده:

فناوری مالی، که معمولاً به اختصار **فین-تک (Fintech)** نامیده می‌شود، یکی از حوزه‌های با رشد سریع در نوآوری و فناوری بوده که مورد علاقه سرمایه‌گذاران خطرپذیر و بانک‌ها می‌باشد. به طور کلی **Fintech** به مجموعه فناوری‌هایی اشاره دارد که بر روی روش‌های جدید ارائه خدمات بانکی و مالی به مصرف‌کنندگان تمرکز دارند.

برای نمونه پی پال (PayPal) که یکی از امن‌ترین ابزارها برای پرداخت‌های آنلاین ارزی در اینترنت است هنگام استفاده از آن، شرکت تجارت الکترونیکی و همچنین بانک همه از **Fintech** برای انجام معامله استفاده می‌کنند، اما با گذشت زمان، **Fintech** تقریباً همه جنبه‌های خدمات مالی از جمله پرداخت‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها، منابع مالی مصرف‌کننده، بیمه، تسویه اوراق بهادار و ارزش‌های رمزنگاری شده همه تحت تاثیر و دچار تغییرات قرار می‌گیرند و بایستی به روش‌های پیچیده ریاضیات مالی و روش‌های عددی تحلیل و تکامل یابند که این امر علاوه بر دانش ریاضیات مالی نیازمند تکنیک‌های یادگیری ماشین، علم داده و مدل‌های پیش‌بینی تصادفی می‌باشد.

شرکت‌های **Fintech** برای ساده‌سازی تصمیم‌گیری‌های مالی و ارائه راهکارهای برتر به شدت به مدل‌های پیشرفته ریاضیات مالی، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، تجزیه و تحلیل داده‌های مالی، پیش‌بینی تصادفی و علم داده وابسته هستند. که در این پژوهش در نظر دارم چند نمونه از **Fintech**‌ها و چگونگی استفاده از علم داده در هر کدام را به اختصار بیان کنم.

واژگان کلیدی:

علم داده، مدل‌سازی مالی، فناوری مالی، روش‌های عددی، معادلات دیفرانسیل تصادفی و ریسک

نظریه خود را تا حد ممکن ساده کنید، ولی نه بیشتر از آن"
آلبرت انیشتین

فهرست مطالب:

- ۱- اهمیت ورود به عرصه فناوری
- ۲- معرفی اکوسیستم فناوری
- ۳- آینده علم و شتاب در خیز فناوری
- ۴- فین-تک، علم داده، یادگیری ماشین
- ۵- استفاده از مدل‌سازی مالی، یادگیری ماشین و علم داده در فین-تک
- ۶- ترسیم آینده



افزایش مسئولیت
مسقیم اجتماعی

دانشگاه کار آفرین

دانشگاه پژوهش محور

دانشگاه آموزش محور



اهمیت ورود به عرصه فناوری

مدل کارآفرینی

به نظر من یکی از جامع‌ترین مدل کارآفرینی که در دانشکده‌ی بازرگانی هاروارد مورد استفاده قرار می‌گیرد، توسط **هوارد استیونسن (Howard Stevenson)** مطرح شده است. مدل کارآفرینی از دیدگاه استیونسن چنین است: «کارآفرینی پیگیری فرصت‌هایی است که فراتر از منابع در دسترس، وجود دارند.»

برای اینکه بتوانیم این مدل را برای ریاضیات در ایران بررسی کنیم، ابتدا باید مفهوم دقیق اجزای آن یعنی «پیگیری»، «فرصت»، «فراتر از منابع در دسترس» و «موانع و محدودیت‌هایی که در دانشگاه‌ها و کشور هست» را روشن و بررسی کنیم.

لذا در این سخنرانی در نظر داریم بخش بسیار کوچکی از ارتباط‌های علمی بین علم داده و فناوری مالی را بیان کرده و بصورت خاص اقداماتی که در رشته‌های وابسته و بخصوص ریاضیات مالی و علم داده بایستی انجام بگیرد تا بعنوان یک بخش کوچک علوم در ماموریت‌های دانشگاه و قطب علمی ریاضیات مالی جهت رسیدن به دانشگاه کارآفرین و فناوری مورد نیاز را بررسی کرد، به طور دقیق بایستی جایگاه و نقش دانشگاه، استارت‌آپ‌ها، استاد، دانشجو، صنعت بیمه، بورس، بانک، شرکتهای سرمایه‌گذاری و نهادهای مرتبط را تشریح کرده و مدل رسیدن به فناوری مبتنی بر دانش را به طور خاص در رشته‌های ریاضیات مالی و علم داده را مورد بررسی قرار بدهیم.

اکوسیستم کارآفرینی

اکوسیستم کارآفرینی، به مجموعه افراد، سازمان‌ها، روش‌ها، قوانین، رویدادها و ... در یک محدوده جغرافیایی گفته می‌شود که بر فعالیت‌های کارآفرینی (و نه اشتغال‌زایی) در آن منطقه، اثر می‌گذارد.

هر نهادی که به طور بالفعل و یا بالقوه مشوق و حامی کارآفرینی است ذینفع اکوسیستم کارآفرینی به حساب می‌آید. مانند: ارگان‌های دولتی، دانشگاه‌ها، بانک‌ها، کارآفرینان، مراکز رشد، مراکز شتاب‌دهی، رهبران اجتماعی، نمایندگان نیروی کار و ...

شش حوزه تاثیرگذار که نقش اساسی در اکوسیستم‌های کارآفرینی ایفا می‌کنند عبارتند از:

- ۱- فرهنگ سودمند
- ۲- سیاست‌های حمایت و رهبری
- ۳- دسترسی مالی موجود و مناسب
- ۴- سرمایه‌ی انسانی با کیفیت بالا
- ۵- بازاری با محصولات پرمخاطره
- ۶- حمایت‌های سازمانی و زیربنایی

اکوسیستم نوآوری

اواخر دهه ۱۹۸۰، کریستوفر فریمن و بنگت ئک لاندوول مفهوم سیستم ملی نوآوری را معرفی کردند. این مفهوم شامل نه تنها بازیگران اصلی مثل کارآفرینان، شرکت‌ها و سرمایه، بلکه تنظیمات ملی بازار کار، بازارهای عامل، آموزش و دیگر سیاست‌ها در چارچوب توسعه اقتصادی است.

تعریف: اکوسیستم نوآوری

شبکه‌ای از سازمان‌های به هم پیوسته که پیرامون یک نقطه‌ی کانونی شکل گرفته و ترکیبی از تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و بخش‌های جانبی دیگر است و بر توسعه‌ی ارزش‌های جدید از طریق نوآوری تأکید دارد.

فین تک

فین تک یا **فناوری مالی** به معنای کاربرد نوآورانه فناوری در ارائه خدمات مالی است. فین تک معادل **Financial technology** یا **FinTech** صنعتی در فضای اقتصادی است و به کمپانی‌هایی اشاره دارد که با کاربرد تکنولوژی تلاش می‌کنند خدمات مالی را کارآمدتر کنند. شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های مالی عموماً استارت‌آپ‌هایی هستند که تلاش می‌کنند خودشان را در سیستم‌های مالی جا بیندازند و شرکت‌های سنتی را به چالش بکشند. مرکز ملی تحقیقات دیجیتال (**National Digital Research Centre** در دوبلین ایرلند فین تک را این گونه تعریف می‌کند:

نوآوری در خدمات مالی؛

این عنوان برای نامیدن گستره وسیعی از اپلیکشن‌های فناورانه به کار می‌رود که در بخش زیادی از ابتدا تا انتهای زنجیره ارزش محصولات مصرفی کاربرد دارند؛ همین طور:

تازه‌واردانی که بازیگران فعلی را به رقابت فراخوانده‌اند و نیز برای نامیدن پارادایم‌های جدید **سرمایه‌گزارانی** مانند **بیت‌کوین** استفاده می‌شود. فین تک یکی از علاقه‌مندی‌های جدید است و تبدیل به یکی از زمینه‌های مورد توجه کارآفرینان برای راه اندازی کسب و کارهای خلاقانه شده است

سرمایه گذاری در فین تک

World Fin Tech Report 2017 (1396)

رشد فین تک در حوزه مالی روش کار بسیاری از کسب و کارها را برای همیشه تغییر می‌دهد. بر اساس گزارشی از اکسنچر (Accenture) سرمایه گذاری جهانی در حوزه فین تک از ۹۳۰ میلیون دلار در سال ۲۰۰۸ به بیش از ۱۲ میلیارد دلار تا ابتدای سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است و در این بین اروپایی‌ها بیشترین رشد را در این حوزه با ۲۱۵ درصد یا ۱.۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۴ داشته‌اند. که سهم شرکت‌های حاضر در لندن ۵۳۹ میلیون دلار، آمستردام ۳۰۶ میلیون دلار و استکهلم ۲۶۶ میلیون دلار بوده است

روند رشد «فین تک‌ها» در سال ۲۰۱۵ با شدت بسیار ادامه داشت به طوری که در این سال ۴۷ میلیارد دلار در این حوزه سرمایه گذاری شد؛ البته برخی از اتفاقات سیاسی مانند رأی مثبت بریتانیایی‌ها به برگزیت، نتایج انتخابات ریاست جمهوری آمریکا و دیگر عوامل باعث شد در سال ۲۰۱۶ این روند روبه رشد متوقف شود و با اطمینان نداشتن سرمایه گذاران، کل سرمایه گذاری جهانی در فین تک‌ها کاهش یافت.

یکی از معروف‌ترین این استارت‌آپ‌ها «Pay Pal» است که به تنهایی به اندازه هشت بانک قدرتمند آمریکایی دارای دارد.

مثال‌هایی از فین تک

فین تک فقط شامل استارت آپ‌ها و شرکت‌های کوچک و تازه تأسیس نمی‌شود. اکثر شرکت‌های فعال در فین تک، شرکت‌های کوچک و متوسط هستند. اکثر این شرکت‌ها به دنبال ارتباط دادن فرد به فرد یا نقطه به نقطه افراد و کسب و کارها هستند. به شکلی که افراد و کسب و کارها با واسطه و هزینه کمتری برای دریافت و پرداخت به هم متصل شوند.

کسب و کارهای فین تک در ۹ دسته‌بندی کلی قرار می‌گیرند.

1. پرداخت

2. پول و ارزهای رمزنگاری شده مانند بیت کوین

3. کسب و کارهای فناوری مربوط به بورس و سرمایه‌گذاری

4. مدیریت مالی شخصی

5. قرض دادن و تامین سرمایه جمعی

6. انتقال بین‌المللی پول

7. بانکداری روزمره و بانک‌های بدون شعبه

8. کسب و کارهای فناوری بیمه

9. کسب و کارهای مربوط به قانون‌گذاری

فین تک در ایران و قطب علمی ریاضیات مالی

در ایران نیز در تمامی زیرشاخه‌های فین تک مانند، پرداخت، ارزش‌های رمزنگاری شده، بیمه، تامین مالی جمعی و ... استارت‌آپ‌های شاخصی فعالیت می‌کنند. **مهمترین چالشی که فین تکی‌ها در ایران با آن روبرو هستند قانون‌گذاری** است. تعدادی از استارت‌آپ‌های شاخص فین تکی نیز به دلیل همین مشکلات در سال ۱۳۹۶ به یکباره توسط دادستانی فیلتر شدند که پس از پیگیری این کسب و کارها مجدداً رفع فیلتر شدند. بانک مرکزی ایران در اولین موضع‌گیری خود در شهریور ۹۵ نسبت به فین تک‌های پرداختی، اعلام کرد که این فعالیت‌ها ایجاد ارزش می‌کند. در نهایت ضوابط فعالیت فین تک‌های پرداختی با نام پرداخت یاران در مهر ۹۶ توسط بانک مرکزی منتشر شد

قطب علمی ریاضیات مالی دارای سه تا استارت اپ در حوزه WealthTech با رهبری دکتر نیسی در سه گروه ایده و با همکاری مرکز رشد اسپایسی دانشگاه ناپل و حمایت شتابدهنده نوین تک، بانک اقتصاد نوین و فرابورس در مرحله فعالیت دارد

علم داده

جمله «بشر در عصر اطلاعات زندگی می‌کند» بسیار معروف است. این در حالیست که در حقیقت، بشر در عصر داده‌ها زندگی می‌کند. با تبدیل این داده‌ها به اطلاعات، می‌توان آن‌ها را به شمش‌هایی از طلا مبدل ساخت.

ژیای هان - دانشمند داده و نویسنده کتاب «داده‌کاوی: مفاهیم و روش‌ها»

داده‌ها به میزان **هوشمندی** که می‌توان از آن‌ها استخراج کرد **مفید و حائز اهمیت** هستند. استخراج دانش و هوشمندی از داده‌ها، مستلزم انجام تحلیل‌های موثر و قدرت پردازش کامپیوتری بالا برای مواجهه با افزایش حجم داده‌ها است.

«علم داده» **Data Science**، یک زمینه میان رشته‌ای است که از روش‌ها، فرآیندها، الگوریتم‌ها و سیستم‌های علمی برای استخراج دانش و بینش از داده‌ها در اشکال گوناگون (ساختار یافته و ساختار نیافته) استفاده می‌کند. چیزی مشابه داده‌کاوی! **علم داده** مفهومی برای یکپارچه‌سازی آمار، تحلیل داده، یادگیری ماشین و دیگر مفاهیم مرتبط تحت یک عنوان واحد است. این کار به منظور **درک و تحلیل پدیده‌ها** با استفاده از **داده‌ها** انجام می‌شود. در این دانش از روش‌ها و نظریه‌های علوم گوناگون از جمله ریاضیات، آمار، علم اطلاعات و علوم کامپیوتر استفاده می‌شود.

بنظر من کلیه موارد مربوط به **علم تحت تاثیر فناوری اطلاعات** در حال تغییر است.

علم داده در مالی، مطالعه **بازارهایی** که داده‌ها از آن می‌آیند، این داده‌ها نشانگر چه چیزی هستند و چگونگی مبدل ساختن آن‌ها به منبعی ارزشمند برای **کسب و کار** و استراتژی‌های **فناوری مالی** می‌شود. کاوش حجم بالایی از **داده‌های ساختار یافته و ساختار نیافته** به منظور شناسایی الگوهایی انجام می‌شود که می‌توانند به **نهادهای مالی** جهت صرفه‌جویی در هزینه‌ها، افزایش کارایی، شناسایی فرصت‌های جدید **در بازار و افزایش مزایای رقابتی** کمک کنند

علم داده در مالی، مطالعه **ریاضیات مالی**، **آمار و فرایندهای تصادفی**، **علوم کامپیوتر و دیگر روش‌هایی مانند یادگیری ماشین**، جهت خلق ارزش می‌باشد.
در مجله «بررسی کسب و کار هاروارد» (Harvard Business Review)، از شغل «**دانشمند داده**» (Data Scientist) با عنوان **جذاب‌ترین شغل قرن ۲۱** یاد شده است.

دانشمندان داده به تنهایی نمی‌توانند شرکت‌ها را به مزیت‌های رقابتی واقعی برسانند و همچنین، این شغل را تنها یکی از چهار شغلی می‌دانند که برای دستیابی به قدرت کلان‌داده (مه‌داده Big Data) مورد نیاز است. **چهار شغل** مذکور عبارتند از: **تحلیل‌گر داده، دانشمند داده، توسعه‌دهنده کلان‌داده و مهندس کلان‌داده.**

بنظر **تفاوت‌هایی** بین علم داده و کلان‌داده (مه‌داده) وجود دارد، زیرا **اندازه مجموعه داده** معیاری برای ایجاد تمایز بین علم داده و آمار نیست. دوم، **علم داده به وسیله مهارت‌های رایانشی مرتب‌سازی مجموعه داده‌های بزرگ** تعریف نمی‌شود. این مهارت‌ها عموماً برای تحلیل در کلیه رشته‌های مورد استفاده قرار می‌گیرند. سوم اینکه، **علم داده یک زمینه بسیار کاربردی** است که در حال حاضر **برنامه‌های دانشگاهی قادر به آماده‌سازی دانشمندان داده** برای این شغل به شکل مناسب نیستند.

یادگیری ماشین

یادگیری ماشین، مطالعه‌ی علمی الگوریتم‌ها و **مدل‌های ریاضی و آماری** مورد استفاده‌ی سیستم‌های کامپیوتری است که به‌جای استفاده از دستورالعمل‌های واضح، از **الگوها و استنباط** برای انجام وظایف سود می‌برند.

به عنوان زیر مجموعه‌ای از **هوش مصنوعی**، **الگوریتم‌های یادگیری ماشین**، **یک مدل ریاضی** بر اساس **داده‌های نمونه** یا **"داده‌های آموزش"** به منظور **پیش‌بینی یا تصمیم‌گیری** بدون برنامه‌ریزی آشکار، ایجاد می‌کنند.

با برآوردهای غیرواقعی و کمبود بودجه‌ها، **وجود یک زیرساخت نرم افزاری مناسب کافی نیست** (اگر چه برای شروع خوب است). برای ارائه **یک پروژه ارزشمند** توسعه **یادگیری ماشین با رویکرد مدلسازی مالی**، به یک دیدگاه روشن، دانش فنی و تمرکز نیاز است.

به محض اینکه درک خوبی از **تکنولوژی مالی** به دست آوردید، به شما در دستیابی به اهداف تجاری و پیشبرد اعتبار سنجی ایده کمک می‌کند. این وظیفه متخصصین داده مالی است. آن‌ها این ایده را بررسی می‌کنند و در نتیجه به شما کمک می‌کنند شاخص کلیدی عملکرد مناسبی ایجاد کنید و **قیمت گذاری و پیش‌بینی** واقع‌گرایانه بزنید.

نمونه نظارت مالی و پلتفرم فین تکی

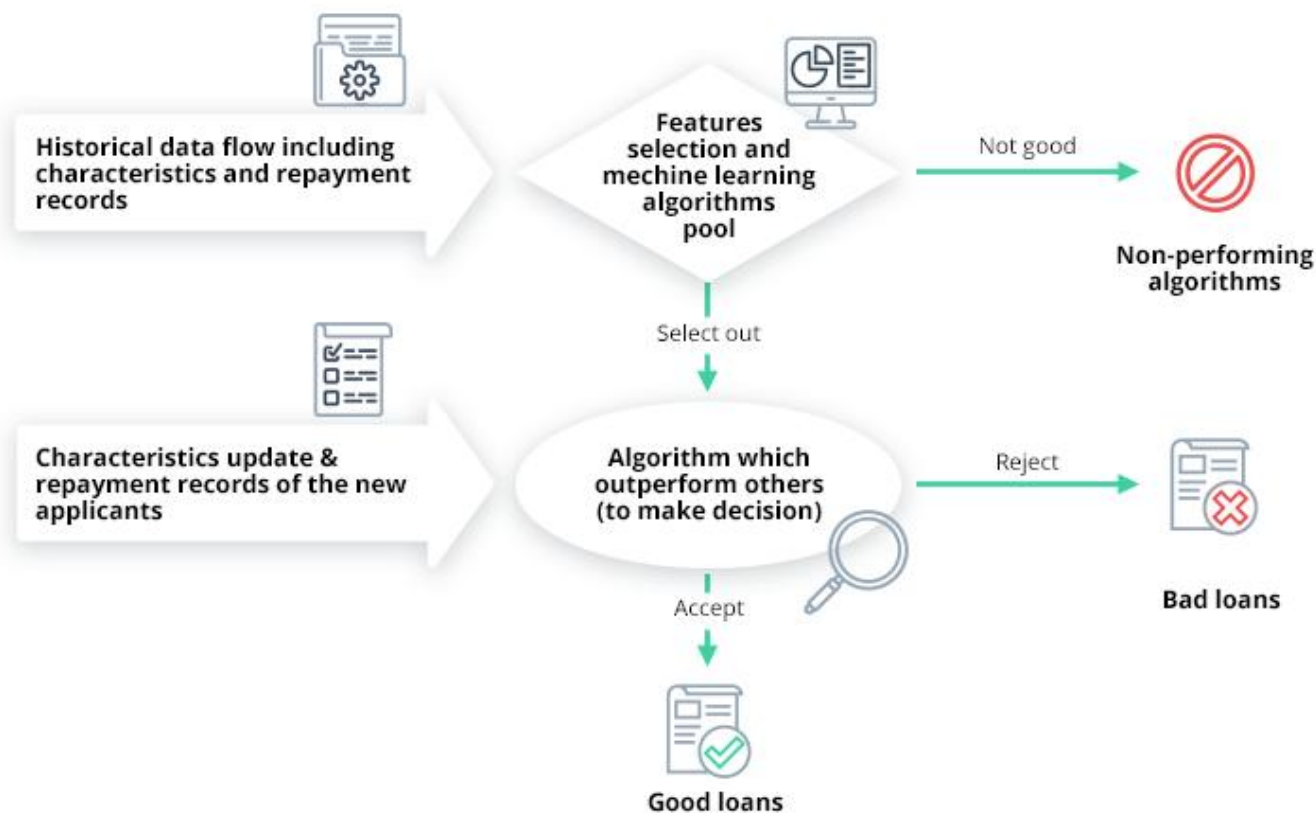
دانشمندان داده، سیستم را برای شناسایی **تعداد زیادی از پرداخت‌های خرد و کلان آموزش می‌دهند**، با انجام یک پرداخت بقیه پارامترهای مالی **تحت تاثیر قرار می‌گیرند**، اکنون با استفاده از **تکنیک‌های قیمت گذاری و پیش‌بینی مدل‌های ریاضیات مالی** و همچنین با استفاده از **الگوریتم‌های یادگیری ماشین** می‌توانند **سیستم‌های مالی به روز رسانی** کرده و سپس **دانشمند داده** تحلیل‌های خود را برای خلق ثروت انجام بدهد.

علاوه بر این **امنیت شبکه با داشتن چنین مدل‌های مستحکمی** به میزان قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند. لذا در آینده نزدیک، **پیشرفته‌ترین شبکه‌های امنیت سایبری** از این تکنولوژی استفاده کرده و **پلتفرم‌های قوی فین تکی** ذیل این شبکه‌ها برای **خدمات مالی بانکها و بازارهای سرمایه** و همچنین **پیش‌بینی و کنترل ریسک** رشد خواهد کرد.

تحلیل ریسک

در پلتفرم‌های رتبه بندی شرکت ها و امتیاز دهی مانند آژانس FICO از علم داده و یادگیری ماشین استفاده می کنند. به عنوان مثال، آنها از مدل‌های تصادفی و برنامه ریزی تصادفی برای پیش بینی ریسک مشتریان متقاضی وام و تقسیم بندی آنها به مشتریان خوب و بد تقسیم می کنند.

یکی از نیازهای صنعت مالی امروزه نیاز به استارت آپهای تامین اعتبار جدید برای پرداخت وام می باشد



بیان مساله از نظر ریاضی مالی و یادگیری ماشین

$$ds = \mu S dt + \sigma S dz$$

مدل ریاضی مسئله تعیین قیمت اختیار معامله ی خرید بلک شولز به صورت زیر به دست می آید:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 c}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 + rS \frac{\partial c}{\partial S} - rc = 0, \quad 0 < S < \infty, \quad 0 < t < T$$

شرایط نهایی و مرزی:

$$c(S, T) = \max(S - K, 0) = (S - K)^+, \quad 0 < S < \infty$$

$$c(0, t) = 0, \quad 0 < t < T$$

$$\lim_{S \rightarrow \infty} c(S, t) = S - Ke^{-r(T-t)}, \quad 0 < t < T$$

مساله مستقیم و معکوس مالی ->

روشهای سنتی

یادگیری ماشین

روش بیزی

مدل هستون

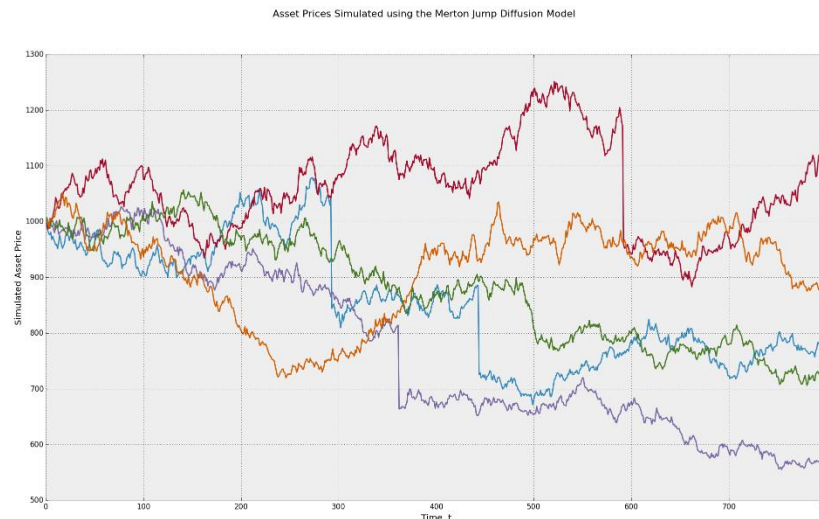
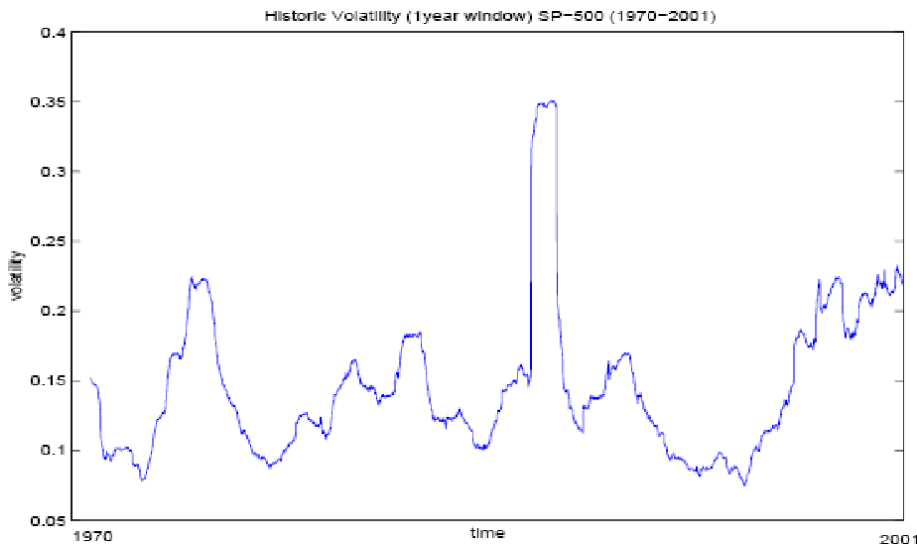
$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma_t S_t dZ_t^{(1)}$$

$$d\sigma_t^2 = -\gamma(\sigma_t^2 - \theta)dt + k\sigma_t dZ_t^{(2)}$$

در آن t نشاندهنده اندیس زمان، μ جمله رانش، $dZ_t^{(i)}$ فرایند وینر استاندارد و σ_t

نوسانات تصادفی در طول زمان است. مقدار پارامتر γ نیز بیانگر سرعت بازگشت به

میانگین فرایند واریانس یعنی θ و k ضریب نوساناتکه



مساله معکوس مالی و یادگیری ماشین

فرض کنید که یک اختیار با سررسیدهای T_1, T_2, \dots, T_N داشته باشیم که به ازای هر سررسید T_p ، اختیارات با قیمت‌های توافقی $K_{p1}, K_{p2}, \dots, K_{pM_p}$ معامله شوند. فرض کنید که **جفت داده‌های قیمت‌های خرید و فروش بازار** $\{(v_{pj}^b, v_{pj}^a)\}$ متناظر با سررسیدهای T_p و قیمت‌های توافقی K_{pj} مشخص باشند. کالیبره‌گیری بازار ما را ملزم می‌کند که تابع تغییرپذیری موضعی $\sigma(t, S): \mathcal{R}^+ \times [0, T] \rightarrow \mathcal{R}^+$ را طوری بیابیم که قیمت پیش‌بینی شده v بین قیمت‌های خرید و فروش بازار قرار بگیرد، به عبارت دیگر:

$$v_{pj}^b \leq v(S_0, 0, K_{pj}, T_p, \lambda, \sigma) \leq v_{pj}^a$$

چون **داده‌های مشاهده شده متناهی** هستند و محدودیت‌ها بر روی مقدار اختیار می‌باشند نه بر روی تغییرپذیری‌هایشان، پس مسئله تعیین $\sigma(t, S)$ یک مسئله تقریب معکوس از **داده‌های متناهی** می‌باشد. مسئله تخمین پارامتر تلاطم می‌تواند به صورت زیر بیان شود که در آن تابع

$$R(\sigma) = \sum_{p=1}^N \sum_{j=1}^{M_p} |v_{pj}^b - v(S_0, 0, K_{pj}, T_p, \lambda, \sigma)| + \sum_{p=1}^N \sum_{j=1}^{M_p} |v(S_0, 0, K_{pj}, T_p, \lambda, \sigma) - v_{pj}^a|$$

را نسبت به σ مینیمم می‌کنیم

تخمین تابع تلاطم با استفاده از شبکه عصبی

در بخش **یادگیری عمیق** یک شبکه عصبی را آموزش می‌دهیم تا **بهترین ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را بیاموزد**. برای اینکه شبکه، **الگویی صحیح** را تشخیص دهد، یک الگوریتم برای تنظیم وزن‌ها با یادگیری یا آموزش بدست می‌آوریم.

هدف از آموزش شبکه، **دستیابی به شبکه بهینه و به حداقل رساندن تفاوت بین قیمت اختیار خرید به دست آمده از مدل بلک شولز و قیمت بازار** می‌باشد.

در اینجا از پرسپترون‌های چندلایه (**Multilayer perceptron**) استفاده می‌کنیم، که ساختار آن به شکل سه لایه می‌باشد یک **لایه ورودی**، **یک لایه پنهان و یک لایه خروجی**، که **لایه پنهان برای گرفتن روابط غیر خطی** بین متغیرها استفاده می‌شود.

لذا با استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا، می‌توان به **تنظیم وزن‌ها پرداخت** که **اختلاف بین قیمت اختیار خرید به دست آمده از مدل و قیمت به دست آمده از بازار به حداقل** برسد. این تکرار آنقدر انجام میشود تا خروجی شبکه برای تمامی **داده‌های آموزشی**، به **نزدیکترین مقدار واقعی** خود برسد.

به این ترتیب مسئله یادگیری، شامل **یافتن ترکیبی بهینه از وزن‌ها است**، به طوری که **خطا حداقل** شود.

سرنجام در **ابتدا** با **استخراج داده‌های** مربوطه از سایتهای معتبر مالی مثلاً بورس اوراق بهادار تهران یا ... و سپس برای دستیابی به الگوریتم بهینه از **یادگیری نظارت شده** استفاده می‌کنیم و داده‌ها را به دو قسمت تقسیم می‌کنیم **یک بخش به عنوان داده‌های آموزش**، یک بخش برای **داده‌های آزمایش**.

از **داده‌های آموزش** برای دست‌یابی به الگوریتمی که خطای را حداقل کند استفاده می‌کنیم و با تنظیم وزن‌ها به یک **الگوریتم بهینه** می‌رسیم، سپس با استفاده از **داده‌های آزمایش**، به ارزیابی الگوریتم می‌پردازیم و در صورت مناسب بودن الگوریتم برای **پیش‌بینی قیمت آینده‌داری** پایه استفاده خواهیم کرد.

روش یادگیری ماشین برای تخمین تابع گرایان

$$\frac{dS(t)}{S(t-)} = \mu dt + \sigma(t, S) dW(t) + d\left(\sum_{j=1}^{N(t)} V_j\right)$$

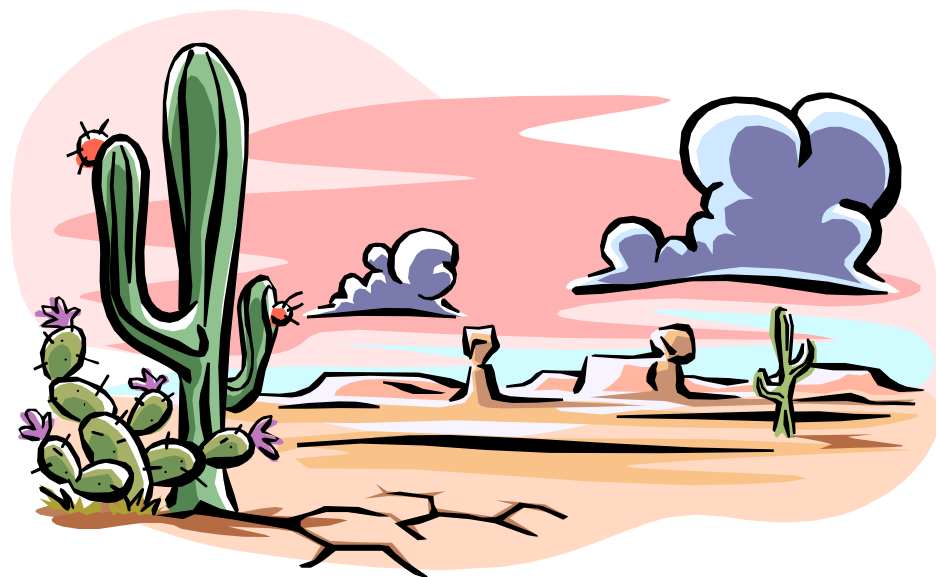
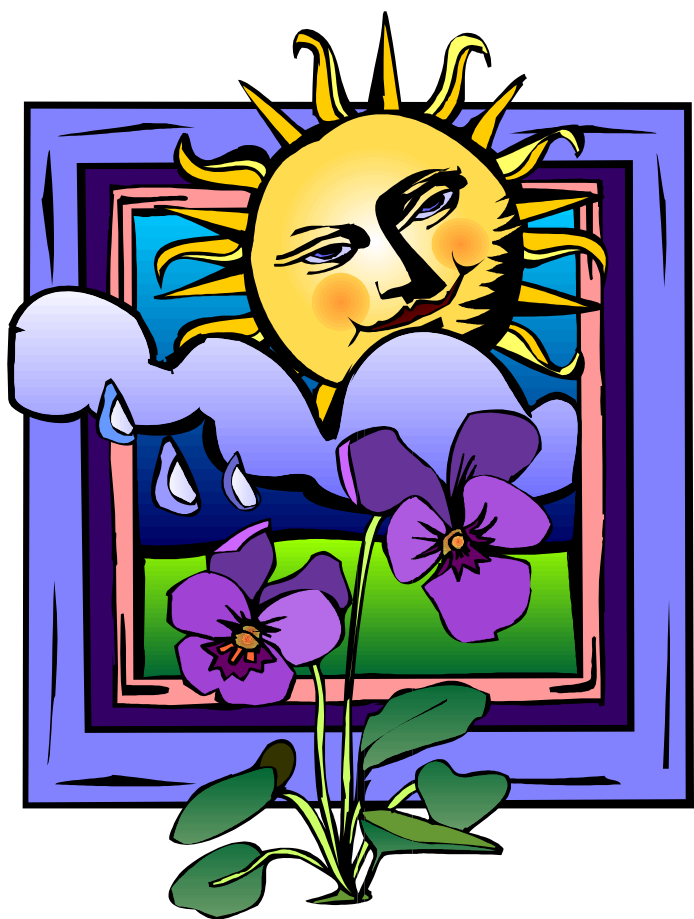
$$v_t = -\frac{1}{2}(\sigma(t, S)S)^2 v_{SS} - (r - \lambda\chi)Sv_s + (r + \lambda)v - \lambda \int v(t, S\eta)g(\eta)d\eta, \quad \eta \in \mathcal{R}_+$$

با شرایط آغازی و مرزی

$$v(T, S) = \max\{S - K, 0\}$$

$$v(t, 0) = 0$$

$$\lim_{S \rightarrow \infty} v(t, S) = S$$



با تشکر از
توجه شما

