مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره یازدهم / تابستان ۱۳۹۱

مقایسه عملکرد مدل فاما و فرنچ و شبکه های عصبی مصنوعی در پیش بینی بازده سهام در بورس تهران

ناصر شمس[۱]
سمیرا پارسائیان[۲]

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۸

چکیده

پیش بینی نرخ بازدهی سهام, همواره به عنوان یکی از مهم ترین مباحث بازار های مالی مطرح بوده است. این مقاله ، به مقایسه مدل سه عاملی فاما و فرنچ و مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی، برای پیش بینی بازدهی سهام شرکتهای بورس اوراق بهادار تهران در قلمرو زمانی بین سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ می پردازد. با استفاده از دو فرضیه که فرضیه اول دقت مدلها را در پیش بینی بازده ماهانه سهام شرکتهای هدف، و فرضیه دوم دقت مدلها را در پیش بینی بازدهی ماهانه شش پرتفوی تشکیل شده بر اساس اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار، مقایسه می کند، و معیار حداقل مربعات خطا، دقت دومدل مقایسه می گردد. نتایج نشان می دهد که بین میانگین خطای مدل ها در پیش بینی بازدهی سهام شرکتها و پرتفوی های تشکیل شده اختلاف معنی داری وجود دارد، که این اختلاف حاکی از برتری مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی بر مدل فاما و فرنچ در پیش بینی بازدهی سهام شرکتها و پرتفوی ها می باشد.

واژه‌های کلیدی: مدل سه عاملی فاما و فرنچ (FF)، شبکه عصبی رگرسیونی عمومی(GRNN) ، صرف ریسک بازار، صرف ریسک اندازه، صرف ریسک ارزش.

۱- استادیار دانشکده مهندسی صنایع ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر nshams@gmail.com
۲- کارشناس ارشد مهندسی مالی، دانشگاه علم و فرهنگ s.parsaiyan@gmail.com

۱- مقدمه

بازار سرمایه از ارکان اساسی نظام اقتصادی هرکشور به شمار می رود. این بازار محل تجمیع منابع ارزان قیمت، سرگردان و پراکنده به سمت واحدهای مختلف اقتصادی است. نماد بازار سرمایه، بورس اوراق بهادار و نهادهای وابسته می باشد. عملکرد صحیح بورس می تواند پیامدهای ارزشمندی مانند رشد و توسعه اقتصادی را به همراه داشته باشد.

برای آنکه بتوان پس اندازها را به سوی این بازر هدایت کرد باید اعتماد سرمایه گذاران را جلب نمود. سرمایه گذاران تلاش می کنند پس اندازهای خود را در جایی سرمایه گذاری کنند که بیشترین بازدهی را داشته باشد.هر چند باید ریسک مربوط به سرمایه گذاری را نیز در نظر بگیرند.

از آنجا که اکثر سرمایه گذاران ریسک گریز هستند، تنها هنگامی حاضر به سرمایه گذاری در اوراق بهادار می باشند که بتوانند متناسب با ریسک تحمل شده بازده بهینه ای کسب کنند. هم چنین با توجه به رشد و توسعه بازارها و ابزارهای مالی ، پیچیدگی بازارهای مالی و تخصصی شدن مقوله سرمایه گذاری سرمایه گذاران و شاغلان بازارهای مالی نیازمند ابزارها،روش ها و مدل هایی هستند که در انتخاب بهترین سرمایه گذاری و مناسب ترین پرتفوی به آنها یاری دهد.

این امر موجب شد که نظریه ها ، مدل ها و روش های گوناگونی برای قیمت گذاری دارایی های مالی و محاسبه و پیش بینی نرخ بازدهی سهام، مطرح شده و هر روز در حال توسعه و تغییر و تحول باشد.

فاما و فرنچ در تحقیقی که در سال ۱۹۹۲ انجام دادند، دریافتند که سرمایه گذاران به جای توجه یک عامل ریسک (ضریب بتای سهم) در مورد سه عامل ریسک مجزا نگران بوده و به آن توجه می کنند این سه عامل عبارتند از :

ریسک بازار (بتای سهم) ، عامل اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار[۱] . آنها، ۳ عامل ریسک بازار، اندازه شرکت و نسبت ارزش دفتری یک سهم به ارزش بازار آن سهم را، به عنوان عوامل تعیین کننده در تغییرات بازده بورس آمریکا بر شمردند. [فاما و فرنچ؛ ۱۹۹۲]

این مدل مورد توجه بسیاری از سرمایه گذاران و محققان بوده است و موضوع تحقیقات بسیاری قرار گرفته است و در ایران نیز در قالب تحقیقات مختلف صحت و قابلیت کاربری آن مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. [اشراق نیای جهرمی، نشوادیان؛۱۳۸۷] هم چنین با توجه به ابداع و توسعه کاربردهای شبکه های عصبی مصنوعی[۲] در تمام شاخه های علوم، و قدرت این شبکه ها در مدلسازی، بویژه مدلسازی غیر خطی، این شبکه ها نیز به طور گسترده در بازارهای مالی جهت انجام تحقیقات مختلفی مورد بهره برداری قرار گرفته است. در مطالعات متعددی از شبکه های عصبی برای پیش بینی بازدهی اوراق بهادار استفاده شده است. [آتسلاکیس، والاوانیس؛ ۲۰۰۸]

این مقاله برای نخستین بار به مقایسه دقت پیش بینی بازدهی ماهانه سهام شرکتهای فعال در بورس تهران با استفاده از دو مدل فاما و فرنچ و شبکه مصنوعی رگرسیونی عمومی در بازه زمانی وسیعتری نسبت به تحقیقاتی که در ایران در خصوص پیش بینی بازدهی با استفاده از مدل فاما و فرنچ و یا شبکه عصبی (هر یک به طور مجزا و نه در مقام مقایسه) صورت پذیرفته، می پردازد. بنابراین علاوه بر اینکه تحقیق حاضر، برای اولین بار این دو مدل را در کنار یکدیگر مطالعه می نماید ، به دلیل قلمرو زمانی ۱۰ ساله مطالعه، از مزیت در نظر گرفتن افق زمانی بلند مدت تری نسبت به سایر تحقیقات انجام گرفته در حوزه پیش بینی بازدهی سهام در ایران (که عموما کمتر از ۱۰ سال است)، برخوردار می باشد.

۲- پیشینه و ادبیات تحقیق

۲-۱- پیشینه

تحقیقات متعدد در مورد پیش بینی بازده سهام منجر به پیدایش روشهای متعدد کمی برای پیش بینی بازدهی سهام گردید، که با توجه به روشهای مورد بررسی در این تحقیق به تعدادی از تحقیقات انجام شده در ایران و خارج از ایران در این خصوص اشاره می شود.

تحقیقات انجام شده در خارج از ایران

- **پوراس (۱۹۹۸)**

پوراس در مطالعات خود برای بررسی مدلهای CAPM[۳] (مدل قیمت گذاری داراییهای سرمایه ای) و FF[۴] از داده های تحقیق خط ارزش سرمایه گذاری[۵] استفاده نمود . نتایج تحقیق بسیار جالب بودند. برخلاف انتظار معمول ، در این تحقیق نتایج حاکی از برتری قدرتمندانه مدل CAPM در برابر مدل FF بودند و در رگرسیون های بخشی [۶]اثر عوامل اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار (B/M)بسیار اندک و غیر موثر گزارش شدند. از سوی دیگر عامل بقا به عنوان یک عامل قدرتمند و موثر غیر متعارف ظاهر شد که هیچ کدام از ۲ مدل CAPM و FF نتوانستند بازده های بالا (پایین) را در پرتفولیو ها با بقای پایین (بالا) توجیه کنند. [پوراس؛۱۹۹۸]

- **گانت(۲۰۰۴)**

گانت در تحقیقش، تحقیق قبلی که توسط هالی ول ، هیانی و ساویکی (۱۹۹۹) در بازار سهام استرالیا و با استفاده از داده های سالهای ۱۹۹۱-۱۹۸۱ و به منظور بررسی و مقایسه مدل سه عاملی فاما و فرنچ با مدل CAPM انجام شده بود را با افزودن داده های ۱۰ سال دیگر (یعنی با در نظر گرفتن داده های سالهای ۲۰۰۰-۱۹۸۱) مجدداً انجا داد.

نتایج به دست آمده بر خلاف نتایج تحقیق قبلی ، نشان داد که مدل سه عاملی فاما و فرنچ قدرت مشخصاً بیشتری نسبت به CAPM در توضیح بازدهی بازار سهام استرالیا دارد و اینکه عامل ارزش دفتری نقش موثری در قیمت گذاری دارایی ها دارد. [گانت؛۲۰۰۴]

- **کاو ، لژیو و اشنایدر جان (۲۰۰۵)**

در تحقیقی که بر روی شرکتهای مورد معامله در بازار سهام شانگهای (SHSE) و در پریود زمانی ژانویه ۱۹۹۹ تا دسامبر ۲۰۰۲ انجام شد ، محققین به مقایسه مدلهای خطی تک متغیره مانند CAPM و خطی چند متغیره مانند FF با مدلهای شبکه های عصبی تک متغیره و چند متغیره پرداختند. خطاهای پیش بینی مدلها با استفاده از شاخص های میانگین مربعات خطا (MSE)[۷] ، میانگین قدر مطلق انحراف (MAD)[۸] ، میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE)[۹] و انحراف استاندارد (SD)[۱۰] محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد و در نهایت فرضیه مدل که بین دقت پیش بینی روشهای خطی و شبکه عصبی (غیر خطی) اختلاف معنی داری وجود ندارد با استفاده از آزمون t جفت شده در سطح معنی داری ٪۹۹ رد شد و برتری مدل شبکه عصبی مصنوعی (هم تک متغیره و هم چند متغیره) ثابت شد. [کاو، لژیو، اشنایدر جان؛ ۲۰۰۵]

- **سیمپسون و رامچاندر (۲۰۰۸)**

این مطالعه به بررسی زیر بنای اقتصادی مدل سه عاملی فاما و فرنچ می پردازد. در این تحقیق اثر ۲۳ اعلامیه مختلف اقتصاد کلان بر بازدهی سهام در مدل CAPM و مدل فاما و فرنچ مورد بررسی قرار گرفت.نتایج این تحقیق نشان داد مدل فاما و فرنچ قادر است اطلاعات مرتبط با عوامل اقتصاد کلان مثل CPI[۱۱] ، مصرف و ... را در بر داشته باشد و بر مدل CAPM غلبه کند .[سیمپسون،رامچاندر؛۲۰۰۸]

تحقیقات انجام شده در ایران

- **رحمانی (۱۳۸۴)**

در این تحقیق سه عامل بازار، اندازه شرکت و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهام روی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفت . سپس دو مدل CAPM و مدل سه عامله فاما و فرنچ با هم مقایسه شده اند .همچنین این تحقیق بررسی نمود که آیا قدرت توضیحی عامل اندازه شرکت بیشتر از قدرت توضیحی نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهام می باشد . نتایج بدست آمده نشان می دهد که سه عامل بازار ، اندازه شرکت و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهام ، سه عامل تاثیر گذار روی بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران می باشند و

استفاده از یک مدل چند عامله بهتر می تواند پراکندگی بازده های سهام را نسبت به یک مدل تک عامله توضیح دهد . [رحمانی؛۱۳۸۴]

- **رباط میلی (۱۳۸۶)**

رباط میلی در تحقیق خود به مقایسه عملکرد مدل CAPM با مدل سه عاملی فاما و فرنچ در پیش بینی بازده سهام پرداخت. در این راستا سه فرضیه طراحی نمود. او این فرضیه ها را بر روی ۷۹ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران و با استفاده از داده های دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ انجام داد. او این تحقیق را هم برای دوره بلند مدت (۱۳۸۰-۱۳۸۴) و هم دروه کوتاه مدت (یکساله) و هم چنین در سطح صنایع با استفاده از آزمون t و همبستگی پیرسون انجام داد.

نتایج نشان داد در دوره بلند مدت تغییرات میانگین بازده پیش بینی شده نسبت به میانگین بازده های واقعی در مدل CAPM کمتر است و در کوتاه مدت عملکرد مدل فاما و فرنچ اندکی بهتر از مدل CAPM می باشد. در سطح صنایع مختلف این نتیجه گیری متفاوت بود.[رباط میلی ؛۱۳۸۶]

- **آهنگر و دیگران (۲۰۱۰)**

در تحقیقی که آهنگر و همکارانش در بازار سهام ایران (بورس تهران) و با استفاده از داده های تمام شرکت های فعال بورس تهران (۱۰۰ شرکت) در بازده زمانی سالهای ۱۳۸۶-۱۳۸۰ انجام دادند به مقایسه روش رگرسیون خطی و شبکه عصبی در پیش بینی قیمت سهام پرداختند.

مدل شبکه عصبی استفاده شده برای این تحقیق شبکه عصبی رگرسیون عمومی (GRNN)[۱۲] و مدل خطی استفاده شده ، رگرسیون خطی ساده چند متغیره می باشد. در این تحقیق ابتدا محققین ۱۰ متغیره اقتصاد کلان و ۳۰ متغیره مالی را به عنوان متغیرهای موثر بر قیمت سهام در نظر گرفتند سپس با استفاده از روش تجزیه و تحلیل اجزا مستقل(۱) (ICA) تعداد این متغیرها به سه متغیر اقتصاد کلان و چهار متغیر مالی کاهش پیدا کرد و جمعا این ۷ متغیر به عنوان ورودی های ۲ مدل مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور مقایسه ۲ مدل از معیار میانگین مربعات خطا (MSE) استفاده شد.

نتایج حاصل از مقایسه معیارهای اندازه گیری خطا نشان داد مدل GRNN از کارایی بیشتری برای پیش بینی قیمت سهام در بورس تهران برخوردار است. [آهنگر و دیگران؛۲۰۱۰]

۲-۲- ادبیات تحقیق

الف: مدل سه عاملی فاما و فرنچ

همراه با گسترش بازارهای پول و سرمایه و پیچیدگی عوامل موثر بر ریسک و بازدهی دارایی های مالی ، ارائه و توسعه مدلهایی که قادر باشند با قدرت و دقت بالایی بازدهی اوراق بهادار را پیش نمایند ضرورت پیدا نمود و در این راستا مدلهای متعددی پیشنهاد گردید. مدل فاما و فرنچ نیز در پی این ضرورت و به عنوان یک مدل چندعاملی ارائه گردید. استفاده از عواملی که اثرگذاری بالای آنها در تبیین بازدهی سهام به اثبات رسیده و نیز بهره مندی از دقت بالا در پیش بینی بازدهی سهام شرکتها و پرتفوی ها ، موجب شد تا این مدل به عنوان یکی از مدلهای مورد بررسی در این تحقیق برگزیده شود. فاما و فرنچ در نوشتاری که در سال ۱۹۹۳ ارائه کردند ، به منظور تشریح متوسط بازده سهام و سبد اوراق بهادار مدل سه عاملی را پیشنهاد کردند. مدل تجربی ارائه شده (در مقایسه با مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای که اساساً نظری است) پیش بینی می کند که بازده مورد انتظار سبد اوراق بهادار مازاد بر نرخ بدون ریسک به وسیله حساسیت بازده سبد نسبت به سه عامل تشریح می شود:

۱) بازده سبد بازار مازاد بر نرخ بدون خطر پذیری ($R_M - R_f$)
۲) اختلاف بین بازده سبد متشکل از سهام کوچک و بازده سبد متشکل از سهام بزرگ
۳) اختلاف بین بازده سبد متشکل از سهام با " نسبت بالای ارزش دفتری به ارزش بازار " دارایی و بازده سبد متشکل از سهام با " نسبت پایین ارزش دفتری به ارزش بازار " دارایی.

مدل سه عاملی را میتوان چنین بیان کرد: [Fama & French, 1993]

$$E(Rit) - Rft = ai + bi\,(MKT) + si\,(SMB) + hi(HML) + ei \quad (۱)$$

E(Rit) : بازده مورد انتظار دارایی (پرتفوی)i در دوره زمانی t
Rft : نرخ بهره بدون ریسک
MKT: صرف ریسک بازار که برابر است با [E(RM) – Rft]
SMB: صرف ریسک اندازه
HML: صرف ریسک ارزش بازار
bi,si, hi: ضرایب متغیرها در مدل (شیب های رگرسیون)
ai : میانگین بازده غیر عادی سهام (که در فرضیه مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای معادل صفر فرض گردیده است)

ei بازده دارایی پرتفوی i با میانگین صفر

مدل سه عاملی یاد شده دنباله مطالعه قبلی فاما و فرنچ (۱۹۹۲) بود که در آن متوسط بازده یک ورق بهادار یا سبدی از اوراق بهادار به وسیله تابعی خطی از سه متغیر به نامهای بتای بازار ، ارزش بازار سرمایه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سرمایه (BE/ME) بیان شده بود. فاما و فرنچ با اثبات این موضوع که دو متغیر اخیر قادر به تشریح رگرسیون انجام شده هستند ، ادعا کردند که می توانند اثر این دو متغیر را با تشکیل دو سبد به نامهای SMB[۱۳] و HML[۱۴] نشان دهند.

SMB برابر است با میانگین بازدهی پرتفوی شرکتها با اندازه کوچک منهای میانگین بازدهی شرکتها با اندازه بزرگ.

HML برابر است با میانگین بازدهی پرتفوی شرکتها با نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار بالا منهای میانگین بازدهی پرتفوی شرکتهای با نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار پایین.

ب: شبکه عصبی رگرسیونی عمومی

از زمان ارائه نخستین نظریه های پایه ای شبکه های عصبی مصنوعی تا کنون ، کاربردهای متنوعی از این نوع شبکه ها در علوم مختلف دیده شده است. یکی از زمینه های کاربردی استفاده از شبکه های مصنوعی، بهره گیری از آنها برای پیش بینی سری های زمانی از جمله سری های زمانی مالی است. به منظور تخمین روابط رگرسیونی سری های زمانی ، نوع خاصی از شبکه های عصبی به نام شبکه های عصبی رگرسیون عمومی مطرح شدند که قادرند با دقت بالایی پارامترهای روابط رگرسیونی حاکم بر سری های زمانی را تخمین زنند. به همین دلیل این نوع از شبکه ها دقت بالایی در پیش بینی نرخ بازدهی سهام دارا هستند و در این تحقیق برای مقایسه با مدل فاما و فرنچ مورد استفاده قرار می گیرند. شبکه عصبی رگرسیون عمومی نیز توسط دونالد اسپچت (۱۹۹۱) برای شناسایی و مدل سازی سیستمهای توسعه داده شد و می توان گفت این نوع شبکه ، تعمیمی از شبکه های عصبی احتمالی می باشد. PNN به طور تخصصی فقط برای طبقه بندی الگوها به کار می روند حال آنکه GRNN دارای کاربردهای وسیعتری است. [اسپچت؛ ۱۹۹۱]

ایده اصلی که در ورای GRNN وجود دارد اینست که می توان هر تابعی را با در اختیار داشتن مجموعه ای از زوج داده های ورودی و خروجی تخمین زد.

معرفی توپولوژی شبکه

- شبکه GRNN شامل ۴ لایه است.

- لایه اول جهت دریافت اطلاعات مسئله (ورودی ها) مورد استفاده قرار می گیرد.
- نورونهای ورودی اطلاعات را به لایه دوم (لایه الگو) ارائه می دهند.
- خروجی های لایه الگو مستقیما وارد لایه سوم (لایه جمع) می شوند.

مزیت اصلی شبکه های عصبی بر دیگر شبکه ها اینست که بسیار سریع آموزش داده می شوند و برای داده های کم و تنک و پراکنده بسیار مناسب است. [غضنفری، ارکات؛ ۱۳۸۳]

بهبود عملکرد شبکه عصبی رگرسیون عمومی

در راستای بهبود شبکه عصبی رگرسیون عمومی روشهای متعددی ارائه شده است، گروهی از روشهای ارائه شده پارامتر یکنواختی شبکه را مورد بررسی و تحلیل قرار می دهند. [ژانگ و همکاران؛۲۰۰۷]. مطابق رابطه مورد استفاده در شبکه های عصبی رگرسیونی جهت تخمین تابع رگرسیون داده ها، که هدف آن پیش بینی مقادیر خروجی ، با بالاترین دقت و صحت می باشد،

$$Y = E(Y|X) = \frac{\sum_{p=1}^{p} y_p \exp[-\sum_{i=1}^{r} \frac{(x_i - X_{ip})^2}{2\sigma_i^2}]}{\sum_{p=1}^{p} \exp[-\sum_{i=1}^{r} \frac{(x_i - X_{ip})^2}{2\sigma_i^2}]} \qquad (۲)$$

مقدار σ_i (پارامتر یکنواختی) در شبکه های عصبی رگرسیونی در حقیقت همان شعاع تابع گوسین مورد استفاده در تابع کرنل می باشد که پایه و اساس شبکه های عصبی رگرسیونی را تشکیل می دهد.

این مقدار تاثیر مستقیمی در تخمین تابع رگرسیون مسئله و در نتیجه دقت پیش بینی مسئله دارا می باشد. روشهایی جهت محاسبه این مقدار مطرح شده ولی هیچ کدام از اعتبار و گستردگی لازم برخوردار نبوده و لذا اغلب در مسائل، مقدار مناسب پارامتر یکنواختی مسئله با روش سعی و خطا انتخاب می گردد. مطالعات محدودی در زمینه جهت یافتن فرمول،دستورالعمل و یا روشی برای تعیین مقدار پارامتر یکنواختی بهینه شبکه عصبی صورت گرفته که مهم ترین و معتبرترین آنها روشهای ذیل می باشند.

- **روش انحراف استاندارد**

در این روش انحراف استاندارد مقادیر داده های تعلیم به عنوان پارامتر یکنواختی شبکه برگزیده می شود. اگر چه استفاده از انحراف استاندارد، روش نسبتا خوبی برای تخمین رگرسیون بوده و تابع رگرسیون را با دقت نسبتا خوبی پیش بینی می نماید اما با توجه به شواهد و مطالعات

انجام شده باید مقدارپارامتر یکنواختی، مقداری کمتر از انحراف استادارد انتخاب شود تا تابع تقریب زده شده به تابع رگرسیون حقیقی نزدیکتر شده و خطای شبکه کاهش یابد.

- **روش اعتبارسنجی متقاطع**

در این روش مجموعه دادگان تعلیم، به طور مساوی به دو مجموعه یادگیری و اعتبارسنجی تقسیم می شود. سپس پارامتر یکنواختی را مطابق فرمول زیر برای هر یک از Xi ها (i نشاندهنده ابعاد مسئله- تعداد مشخصه های ورودی می باشد) محاسبه نموده و بهترین مقدار K در فرمول مقداری است که پارامتر یکنواختی محاسبه شده بر اساس آن، بهترین عملکرد را در مجموعه اعتبارسنجی به دست دهد. در این حالت عملکرد به کل زمان اجرای برنامه اطلاق می شود.

$$\sigma_i = kSTD(X_i) \qquad k = \left\{\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}\right\}$$

۳- روش شناسی تحقیق

روش مورد استفاده در این تحقیق جهت آزمون فرضیه ها بر پایه استدلال قیاسی استوار است که از تحلیل مطالب نظری و تجربی ناشی می شود. نظر به اینکه داده های مورد استفاده اطلاعات واقعی و تاریخی است، تحقیق حاضر از نوع تحقیقات گذشته نگر محسوب می شود و بر حسب نحوه ی گرد اوری داده ها تحقیق از نوع توصیفی است. این تحقیق از دید آزمون فرضیه اول و دوم از نوع پسرویدادی (علی- مقایسه ای) می باشد. برای انجام این تحقیق ابتدا از طریق مشاهده داده های تاریخی, داده های مربوط به معاملات روزانه شرکتهای مورد معامله در بورس اوراق بهادار تهران شامل قیمت روزانه هر سهم و ارزش دفتری سهم مربوط به دوره زمانی سالهای ۱۳۷۸ الی ۱۳۸۸ جمع آوری می گردند. فرضیه های ذیل در جمع آوری داده ها مد نظر قرار گرفته است؛

- به منظور قرارگیری یک شرکت در مدل در هر سال باید سال مالی شرکتهای مورد بررسی منتهی به ۲۹ اسفند ماه باشد و تمامی اطلاعات مالی شرکت شامل ترازنامه و صورت سود و زیان قبل از آغاز شهریور ماه در دسترس باشد. (جهت محاسبه ارزش دفتری هر سهم به ارزش بازار آن)
- شرکتهایی که بیش از ۳ ماه متوالی بر روی نماد آنها مبادله ای صورت نگرفته و یا در طول دوره مورد بررسی، کمتر از ۸۰ درصد ماهها مبادله شده اند از محاسبات حذف می گردند.
- طبق محاسبات فاما و فرنچ , شرکتهای سرمایه گذاری, بانکها و موسسات واسطه گری مالی, به دلیلی ساختار متفاوت مالی (استفاده زیاد از اهرم های مالی) از لیست محاسبات حذف می گردند.

۴- متغیرهای مدل‌های تحقیق

متغیرهای وابسته در رگرسیون سری زمانی به طور کلی شامل بازده سهام برای اوراق بهادار سهام بازار، و پرتفویهای نماینگر وسعت و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار (BE/ME) است.

ارزش دفتری و ارزش بازار هر دو متعلق به پایان دوره مالی هستند. ارزش دفتری از ترازنامه شرکت، و ارزش بازار نیز لز حاصل ضرب قیمت سهم در بازار بورس در تعداد سهام منتشره به دست می آید.

متغیر دیگری که در مدل وارد می شود متغیر مربوط به بازار است. نماینده فاکتور بازار در بازده سهام "بازده اضافی بازار سهام" است ؛ بدین معنا که در هر دوره زمانی مورد استفاده در مدل ، تفاوت میان بازده بازار (RM) و بازده سرمایه گذاری بدون ریسک (RF) محاسبه شده است. برای محاسبه RM از بازده شاخص کل استفاده شده است و سود سپرده یک ساله در بانکهای دولتی نیز به عنوان نماینده بازدهی بدون ریسک در نظر گرفته شده است. به طور خلاصه مراحل تحلیل در این قسمت به ۶ گام تقسیم می شود:

۱) در ۲۹ اسفند هر سال (پایان سال مالی شرکتهای انتخاب شده در این آزمایش) وسعت شرکتهای بورس اوراق بهادارتهران محاسبه ، و شرکتها به دو گروه کوچک (S) و بزرگ (B) تقسیم می شوند.

۲) شرکتها بر اساس نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار نیز به ۳ گروه H (نسبت بالای ارزش دفتری به ارزش بازار) ، M (نسبت متوسط ارزش دفتری به ارزش بازار) ، L (نسبت پایین ارزش دفتری به ارزش بازار) تقسیم می شوند.بنابراین از تلفیق دو مرحله ۱و۲ ، شش پرتفوی (B/L ,S/H ,S/M ,S/L ,B/M ,B/H) حاصل می شود.

۳) پرتفویی SMB که نشانگر اختلاف بین بازده سهام شرکتهای بزرگ و کوچک است به منظور نمایان شاختن عامل ریسکی در بازده سهام که به وسعت شرکت مرتبط است به کار می رود. در هر دوره زمانی استفاده شده در مدل ، این متغیر حاکی از تفاوت میانگین ساده بازده در پرتفویهای کوچک (S/L, S/M ,S/H) با میانگین ساده بازده در پرتفویهای بزرگ است.

۴) پرتفویهای HML نیز به همین ترتیب در مورد نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار محاسبه می شود.

۵) سومین متغیری که در مدل وارد می شود متغیر مربوط به خطر پذیری بازار است. در هر دوره زمانی مورد استفاده در مدل ، تفاوت میان بازده بازار (R_M) و بازده سرمایه گذاری بدون ریسک (R_f) محاسبه شده است. برای محاسبه R_M از بازده شاخص کل استفاده شده

است و نرخ بهره اوراق مشارکت بانک مرکزی به عنوان نماینده نرخ بازدهی بدون ریسک در نظر گرفته شده است.

به منظور انجام رگرسیون برای شرکتها به صورت منفرد و نه پرتفوی، داده های ورودی مدل رگرسیون شامل:

- بتای سهم
- اندازه شرکت
- نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهم می باشند.

خروجی مدل مانند خروجی پرتفویها، بازده ماهانه سهام است. ورودی های مدل GRNN همان ورودی های رگرسیون می باشند. (هم برای پرتفوی ها و هم برای شرکتها به طور انفرادی) . به منظور اجرای مدل شبکه از کد نویسی در برنامه MATLAB استفاده شده است.

۸۰٪ از ورودی ها به صورت تصادفی برای آموزش شبکه و ۲۰٪ بقیه برای تست استفاده شدند و نتایج با استفاده از آنها به دست آمد.

به منظور بهبود عملکرد شبکه عصبی رگرسیون عمومی، مناسبترین روش تخمین پارامتر یکنواختی با توجه به ماهیت مسئله ، انتخاب می گردد. با در نظر گرفتن نوع مسئله مورد بررسی در پایان نامه، که شامل سه مشخصه ورودی (سه بعد) شامل صرف ریسک بازار، صرف ریسک اندازه و صرف ریسک ارزش می باشد و نیز با در نظر گرفتن این مسئله که انحراف معیار برای پارامتر یکنواختی، عدد بزرگی می باشد، بنا براین مطابق روش دوم ، یعنی اعتبار سنجی متقاطع عمل نمودیم. از روش سعی و خطا، k= 1/8 به عنوان مقدار بهینه که با انتخاب گردید.

۱-۴- شاخص مقایسه نتایج

برای مقایسه دقت مدلها در پیش بینی بازدهی سهام شرکت ها به طور انفرادی و پرتفویها، از شاخص میانگین مربعات خطا (MSE)استفاده شد.

۵- فرضیه های تحقیق

در تحقیق به آزمون فرضیه های زیر می پردازیم.

فرضیه ۱: اختلاف معنی داری بین دقت پیش بینی مدل فاما و فرنچ و مدل شبکه های عصبی رگرسیونی عمومی، در پیش بینی نرخ بازده سهام انفرادی شرکتها وجود ندارد.

فرضیه ۲: اختلاف معنی داری بین دقت پیش بینی مدل فاما و فرنچ و مدل شبکه های عصبی رگرسیونی عمومی، در پیش بینی نرخ بازده پرتفوی سهام شرکتها وجود ندارد.

۶- نتایج و یافته های تحقیق

نتیجه حاصل از انجام رگرسیون روی هریک از ۴۵ شرکت انتخاب شده و نیز هریک از ۶ پرتفویی مرتب شده بر اساس اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار ، و نیز نتایج مدل GRNN به طور خلاصه در جداول ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱- میانگین MSE برای شرکتها

نام مدل	تعداد شرکتها	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
فاما و فرنچ	۴۵	۰	.۱۲	.۰۱۶۱	.۰۱۲۲
شبکه عصبی رگرسیون عمومی	۴۵	۰	.۰۰۹	.۰۰۱۳	.۰۰۳۰۶

جدول ۲- میانگین MSE برای ۶ پرتفوی

نام مدل	تعداد پرتفوی ها	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
فاما و فرنچ	۶	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۶	.۰۰۲۸	۰.۰۰۰۶۵
شبکه عصبی رگرسیون عمومی	۶	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۲۴	.۰۰۰۹	۰.۰۰۰۱۸

برای هر یک از ۴۵ شرکت انتخاب شده مقدار میانگین مربعات خطای حاصل از هر یک از مدلها به طور جداگانه محاسبه شده و سپس میانگین، و مقادیر حداقل و حداکثر آنها در قالب جدول شماره ۱ ارائه شده است. همانطور که ارقام جدول شماره ۱ نشان می دهند مقدار متوسط میانگین مربعات خطای بازدهی محاسبه شده برای ۴۵ شرکت از روش فاما و فرنچ ۰,۰۱۶۱ است درحالیکه این مقدار برای روش شبکه عصبی رگرسیون عمومی ۰,۰۰۱۳ می باشد که حکایت از برتری مدل GRNN در پیش بینی مقادیر بازده سهام شرکتها دارد. در جدول شماره ۲ مقادیر میانگین ، حداقل و حداکثر میانگین مربعات خطای بازدهی محاسبه شده برای ۶ پرتفوی معروف فاما و فرنچ ارائه شده است. مقایسه میانگین روش فاما و فرنچ،۰,۰۰۲۸ با میانگین روش GRNN، ۰,۰۰۰۹ گویای برتری شبکه عصبی در دقت پیش بینی بازدهی سهام پرتفوی ها می باشد. جهت تایید یا رد این نتایج باید به آزمون فرضیه ها پرداخت.

به منظور رد یا تایید فرضیه های تحقیق آزمون T دو نمونه ای جفت شده استفاده شده است که نتایج آن در ادامه آمده است.

فرضیه ۱: اختلاف معنی داری بین دقت پیش بینی مدل فاما و فرنچ و مدل شبکه های عصبی رگرسیونی عمومی، در پیش بیی نرخ بازده سهام انفرادی شرکتها وجود ندارد.

جدول ۳- آزمون t جفت شده برای شرکتها

	Paired Differences					Sig. (2-tailed	df	t
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Confidence Interval of the Difference 95%				
				Lower	Upper			
GRNN – FF	۰,۰۰۸۶	۰,۰۱۶۵۹	۰,۰۰۲۴۷	۰,۰۰۳۶	۰,۰۱۳۶	۰,۰۰۱	۴۴	۳,۴۷۱

با توجه به مقدار آماره فرض صفر در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می شود. و نتیجه می شود که بین دقت پیش بینی بازدهی سهام شرکتها در دو مدل مورد بررسی ، اختلاف معنی داری وجود دارد. تفسیر از دیدگاه مالی آن اینست که اختلاف بین متوسط مقادیر میانگین مربعات خطا که در دو مدل دیده می شود تصادفی نبوده و به اختلاف دقت دو مدل در پیش بینی بازدهی سهام شرکتها مربوط است و همانگونه که اعداد میانگین نشان می دهند مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی از دقت بالاتری در پیش بینی بازدهی سهام در سطح شرکتهای مورد بررسی برخوردار است.

فرضیه ۲: اختلاف معنی داری بین دقت پیش بینی مدل فاما و فرنچ و مدل شبکه های عصبی رگرسیونی عمومی، در پیش بینی نرخ بازده پرتفوی سهام شرکتها وجود ندارد.

جدول۴- آزمون t جفت شده برای پرتفویها

	Paired Differences					Sig. (2-tailed	df	t
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Confidence Interval 95% of the Difference				
				Lower	Upper			
GRNN – FF	۰,۰۰۱	۰,۰۰۱۱۸	۰,۰۰۰۴۸	-۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۲۲	۰,۰۰۱	۵	۱,۹۹۹

با توجه به مقدار آماره آزمون ، نتیجه می گردد که در سطح اطمینان ۹۵٪ فرضیه دوم مسئله رد می شود و در نتیجه اختلاف معنا داری بین دقت پیش بینی دو مدل در سطح پرتفوی های انتخاب شده مطابق روش شناسی فاما و فرنچ وجود دارد. تفسیر مالی آزمون اینگونه است که

اختلاف موجود بین میانگین مقادیر میانگین مربعات خطا که در دو مدل دیده می شود تصادفی نبوده و نشان دهنده برتری مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی بر مدل فاما و فرنچ است.

۶- بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق سعی شد دو تا از مدلهای معتبر مطرح جهت محاسبه و پیش بینی نرخ بازده جهت پیش بینی نرخ بازدهی شرکتهای پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران مورد مقایسه و ارزیابی قرار گیرند. یکی از این مدلها مدل خطی فاما و فرنچ و مدل دیگر مدل شبکه عصبی رگرسیونی عمومی بود. مدلها هم در سطح شرکتها و هم در سطح پرتفویهای سهام که براساس اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار مرتب شده بودند مورد آزمون قرار گرفتند.

نتایج به دست آمده نشان دادند که مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی در محاسبه بازدهی سهام شرکتهاو نیز پرتفوی های تشکیل شده مطابق روش شناسی فاما و فرنچ، نسبت به مدل فاما و فرنچ از دقت بالاتری برخوردار می باشد. پیش از این در تحقیقی مشابه، برتری مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی بر مدل فاما و فرنچ در بازار سهام شانگهای چین به اثبات رسیده بود، هم چنین در تحقیقات داخلی انجام شده اگر چه این دو مدل با یکدیگر مورد مقایسه قرار نگرفته بودند اما برتری مدل فاما و فرنچ در مقایسه با مدلهای تک عاملی مطالعه و اثبات شده بود ، هم چنین برتری مدل شبکه عصبی رگرسیون عمومی نسبت به مدلهای رگرسیون خطی ساده و شبکه های عصبی چند لایه تایید شده بود.

می توان اینگونه نتیجه گیری نمود که در بازار سهام تهران رابطه بین بازدهی ماهانه شرکتها و متغیر های موثر بر آن رابطه ای غیر خطی است و نمی توان آنرا تنها با استفاده از مدل خطی فاما و فرنچ مدل نمود. با توجه به اینکه تحقیق حاضر تنها از متغیر های ورودی مدل فاما و فرنچ برای مقایسه دو مدل استفاده نموده است، می توان در تحقیقات آتی، اثر عوامل دیگر حسابداری، اقتصادی و رفتاری را به مدل اضافه نموده و مدل تقویت شده فاما و فرنچ را با مدل شبکه عصبی مقایسه نمود.

فهرست منابع

۱) اشراق نیای جهرمی عبدالحمید، نشوادیان. کامیار. (۱۳۸۷). آزمایش مدل سه عاملی فاما و فرنچ در بورس اوراق بهادار تهران . مجله علمی و پژوهشی شریف.

۲) رباط میلی مژگان. (۱۳۸۶). مقایسه عملکرد مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) با مدل سه عاملی فاما و فرنچ در پیش‌بینی بازده مورد انتظار در بورس اوراق بهادار تهران.. پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه الزهرا.

۳) رحمانی مجید. (۱۳۸۴). بررسی تاثیر اندازه شرکت و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار سهام بر بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل سه عامله فاما و فرنچ(FM۳) و مقایسه آن با مدل CAPM.پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه مازندران .

٤) غضنفری مهدی ، ارکات جمال. (۱۳۸۳). شبکه های عصبی: اصول و کارکردها. چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران.

5) Ahangar, R.,et al.(2010).The Comparison of Methods Artificial Neural Networks with Linear Regression using Specific Variables for Prediction of Stock Price in Tehran Stock Exchange.International Journal of Computer Science and Information Security. Vol. 7,no. 2, pp. 38-46.
6) Atsalakis G.S, and Valavanis K.P.(2008).Surveying stock Market Forcasting Techniques-Part II: Soft Computing Methods. Expert Systems with Applications. vol. 36, no. 3, pp. 5932-5941.
7) Cao Q,Leggio K & Schniederjans M.J.(2004). A Comparison between Fama and French's Model and Artificial Neural Networks in Predicting the Chinese Stock Market. Computers and Operations Research. vol. 32, no. 10, pp.2499-2512.
8) Fama, E.F, and French K. (1992). The Cross-section of Expected Stock Returns. Journal of Finance. vol. 47, no.2, pp.427-462
9) Fama, E.F, and French K. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds.Journal of Financial Economics. No. 33, pp.3-56.
10) Guant, C. (2004). Size and Book to Market Effects and the Fama French Three Factor Asset Pricing Model: Evidence from the Australian Stockmarket. Accounting and Finance. vol. 44, pp. 27-44.
11) Porras D.M.(1998).The CAPM vs. The Fama and French Three Factor Pricing Model: A Comparison Using Value Line Investment Survey. Social Science Research Network.
12) Simpson, M., Ramchander S.2008. An Inquiry into the Economic Fundamental of the Fama and French Equity Factors. Journal of Empirical Finance.vol. 15, no. 5.
13) Specht, D. F.1991.A General Regression Neural Network. IEEE Transaction on Neural Network s.vol 2, no. 6, pp. 568 – 576.
14) Zhong, M, et al. (2007). Gap-Based Estimation : Choosing the Smoothing Parameters for Probabilistic and General Regression Neural Networks. Neural Computation. Vol. 19,no. 10,pp 2840-2864.

یادداشت‌ها

[1] Book to Market Equity
[2] Artificial Neural Networks
[3] Capital Asset Pricing Model
[4] Fama and French
[5] value line investment
[6] Cross section
[7] Mean Square Error
[8] Minimum Absolute Deviation
[9] Mean Absolute Percentage Error
[10] Standard Deviation
[11] Consumer Price Index
[12] General Regression Neural Networks
[13] Small Minus Big
[14] High Minus Low