فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی
سال سوم، شماره دوم، شماره پیاپی (نهم) تابستان ۱۳۹۴
تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۱
صص: ۷۸ ° ۶۹

مقایسه عملکرد روش فضای حالت با روش حداقل مربعات معمولی *OLS* در برازش مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای پیش‌بینی بازده، در بورس اوراق بهادار تهران

غلامحسین گل‌ارضی [1*]، اشکان چهره نگار [2]
۱- هیأت علمی گروه مدیریت بازرگانی دانشکده دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم ادرای دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
golarzihossein@gmail.com
۲- کارشناس ارشد MBA گرایش مالی دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم ادرای دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
as.chehrehnegar@yahoo.com

چکیده

پیش‌بینی بازده سهام یکی از موضوع‌های مهم و قابل بحث در ادبیات مالی و سرمایه‌گذاری به‌حساب می‌آید. مدل سه عاملی فاما و فرنچ به عنوان شاخص ترین مدل در پیش بینی بازده سهام علیرغم برخورداری از نقاط قوت زیاد بر اساس فرض ثابت بودن ضرایب بتا بنا نهاده شده است، که چنین فرضی به صورت مطلق در هر شرایطی ممکن است برقرار نباشد. در این پژوهش سعی شده است تا مدل مذکور با دو فرض ثابت بودن یا متغیر بودن ضرایب به طور جداگانه برازش و سپس دقت هر یک آنها مقایسه شود. برای این منظور از مدل فضای حالت و حداقل مربعات معمولی (OLS) برای برازش مدل به ترتیب با فرض متغیر بودن و ثابت بودن ضرایب استفاده شده است. این پژوهش بر روی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و برای یک دوره زمانی ۷۲ ماهه (مهر ۱۳۸۵ الی شهریور ۱۳۹۱) صورت گرفته است. با انجام این پژوهش مشخص گردید که مدل فضای حالت در مقایسه با مدل حداقل مربعات خطی از عملکرد بهتری در پیش‌بینی بازده اوراق بهادار برخوردار است، که این می‌تواند به معنای ثابت نبودن ضرایب بتای مدل سه عاملی در بورس اوراق بهادار تهران باشد.

واژه‌های کلیدی: بورس اوراق بهادار تهران، فضای حالت، فیلتر کالمن، مدل سه عاملی فاما و فرنچ.

* نویسنده مسؤول

مقدمه

طی دهه‌های اخیر مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی بازده سهام از سوی صاحب‌نظران و پژوهشگران ارایه گردیده است. از معروف‌ترین مدل‌هایی که تا به امروز جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده، مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای(CAPM)[1] است که در سال ۱۹۶۵ به صورت همزمان توسط شارپ، لینتنر و موسین[2] مطرح گردید. این نظریه که با توسعه نظریه سبد مارکویتز شکل گرفته و ادعا دارد که ریسک بازار اوراق بهادار به تنهایی قادر به تبیین نوسان‌های بازده اوراق بهادار است. این مدل علیرغم داشتن نقاط قوت فراوان، مورد انتقادات پژوهشگران و صاحبنظران واقع شده است. مهمترین انتقاد وارده به مدل مذکور این است که تمام نوسان‌های بازده را فقط به بازده بازار ربط می‌دهد که این فرض چندان واقع بینانه نیست. در رد چنین ادعایی فاما و مکبث (۱۹۹۲) ادعا نمودند که بر خلاف آنچه که شارپ در این نظریه مدعی شده، بتای بازار بطور کامل قادر به تبیین ریسک یک سهم نیست. بر همین اساس فاما و فرنچ[3] (۱۹۹۳) اقدام به ارایه مدلی معروف به مدل سه عاملی[4] نمودند. مدل سه عاملی فاما و فرنچ با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات معمولی[5](OLS) سعی دارد که ناتوانی‌های CAPM در تبیین بازده مورد انتظار را با افزودن عامل اندازه و نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار، بر طرف نماید [۱۰]. مدل مذکور علیرغم چالش‌های فراوان، در بازارهای مختلف به موفقیت‌های قابل قبولی دست یافته و می‌توان گفت که اکنون توسط فعالان بازار سرمایه در جهان واقع به عنوان ابزاری توسعه یافته برای پیش‌بینی بازده مورد انتظار، اندازه‌گیری هزینه سرمایه و ارزیابی عملکرد سبدها مورد استفاده است [۷].

بزرگترین انتقاد وارده به مدل سه عاملی این است که فاما و فرنچ در برآورد مدل رگرسیونی خود به روش مبتنی بر حداقل مربعات معمولی OLS، ضرایب بتا را در طول زمان ثابت فرض می‌کنند. در حالی که مطالعات انجام شده توسط پژوهشگرانی همچون بلوم[6](۱۹۷۱)، لوی[7] (۱۹۷۱)، روزنبرگ[8] (۱۹۸۵) و فرسون و هاروی[9] (۱۹۹۱) در بورس‌های معتبر جهان همگی نشان دهنده عدم ثبات ضریب بتا در طول زمان است [۱۲].

مارتین[10] (۱۹۹۰) با انجام پژوهشی در بورس ایالت متحده دریافت که با استفاده از الگوی $AR(P^*)$ می‌توان خطای تخمین را حداقل نمود. فرض زیر بنایی این ادعا این است که با آگاهی سرمایه‌گذاران از خطای پیش‌بینی قبلی، دقت پیش بینی آنها در آینده افزایش می‌یابد [۶]. آدرین و فرانزونی[11] (۲۰۰۵) مفهوم یادگیری را در تخمین ضریب بتا مورد توجه قرار دادند. آنها اعتقاد دارند به این که رویکرد سنتی OLS آموزش سرمایه‌گذاران از خطاهای قبلی را نادیده می‌گیرد، که این می‌تواند باعث عدم موفقیت CAPM در عمل شود. مدل آنها تأثیر یادگیری بلند مدت را که یک متغیر غیر قابل مشاهده است از طریق مدل فضای حالت بر ضریب بتا اندازه‌گیری می‌کند [۶]. جاستوا[12] و همکاران (۲۰۰۵) با ارایه مفهوم برگشت به میانگین[13] نشان دادند که بتای عوامل سه‌گانه اندازه، ارزش و بازار در طول زمان همواره تمایل دارند به سمت میانگین

1. Capital Asset Pricing Model (CAPM)
2. Sharpe, Lintner & Mossin
3. Fama & French
4. Tree Factor Model
5. Ordinary Least Squares (OLS)
6. Blume
7. Lvey
8. Rosenberg
9. Ferson & Harvey
10. Martin
11. Adrian & Franzoni
12. Jostova
13. Mean Reverting

برگشت داشته باشند، که این برگشت به میانگین باعث عدم ثبات آنها در طول زمان می‌گردد [۱۴]. لاکونیشوک[1] و همکاران (۱۹۹۴) ادعا نمودند که عملکرد مثبت (منفی) شرکت در گذشته باعث خوش‌بینی (بدبینی) سرمایه‌گذران نسبت به آینده و در نتیجه تحت تأثیر قرار گرفتن ضریب بتا می‌شود [۱۵].

عدم ثبات ضرایب بتا درطول زمان بدین معناست که استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات خطی از دقت لازم برای برآورد مدل سه عاملی مناسب برخوردار نیست، لذا استفاده از روش‌هایی قوی‌تر برای تخمین این مدل ضروری به نظر می‌رسد. یکی از روش‌هایی که برای تخمین مدل‌های دارای ضرایب متغیر در طول زمان[2] مورد استفاده واقع می‌شود، مدل فضای حالت[3] است. مدل فضای حالت با استفاده از فیلتر کالمن[4] و به روش بازگشتی[5] اقدام به برآورد مدل‌های دارای ضرایب غیر ثابت می‌کند. طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی با استفاده از مدل فضای حالت برای پیش بینی بازده اوراق بهادار صورت گرفته است که در این بخش از پژوهش، به مهمترین آنها اشاره می‌شود.

چانشنگو چانگ[6] (۲۰۰۰)، با بکارگیری مدل فضای حالت برای پیش بینی بازده در دو حالت کوتاه مدت و بلند مدت دریافتند که مدل فضای حالت برای افق زمانی کوتاه مدت و بلند مدت قادر است بازده اوراق بهادار را با دقت قابل توجهی پیش‌بینی نماید [۸]. مونیس و شاه[7] (۲۰۰۳) با استفاده از مدل فیلتر کالمن اقدام به تخمین بتاهای روزانه در بورس هندوستان نموده و دریافتند که فیلتر کالمن با دقت بیشتری نسبت به روش OLS ضریب بتا را برآورد می‌کند [۱۸]. هانگ و هیونگ[8] (۲۰۰۷) با فرض عدم ثبات ضرایب بتا و با استفاده از مدل فضای حالت به آزمون CAPM شرطی پرداختند. آنها دریافتند که در شرایط رونق بین ریسک و بازده رابطه مثبت و در شرایط رکود رابطه منفی برقرار است. تئورت و راسیسوت[9] (۲۰۰۹)، با استفاده از مدل فضای حالت و نیز با استفاده از داده‌های ماهانه سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۵ اقدام به مدل‌سازی بازده در قالب سه مدل کردند. در مدل اول سه متغیر مربوط به مدل سه عاملی فاما و فرنچ به کار گرفته شد. مدل دوم از دو متغیر مربوط به بازار؛ یعنی نرخ بهره بازار و صرف ریسک بازار برای تخمین بازده استفاده شد. در مدل سوم، علاوه بر متغیرهای بکار گرفته شده در مدل دوم، از توان دوم صرف ریسک بازار نیز استفاده شده است. با برآورد این سه مدل و مقایسه آنها با همدیگر مشخص شد که مدل اول با خطای کمتری قادر به پیش‌بینی بازده است [۲۱]. مرجنر و بولا[10] (۲۰۰۸) با انجام پژوهشی در بورس‌های اروپایی دریافتند که مدل فضای حالت و فیلتر کالمن در مقایسه با سایر روش‌های موجود از عملکرد بهتری برای برآورد ضریب بتا برخوردار است [۱۷]. داس[11] و همکاران (۲۰۱۰) با به‌کارگیری فیلتر کالمن اقدام به برآورد ضریب بتای CAPM کردند. آنها با انجام این پژوهش دریافتند که تخمین ضرایب بتا با استفاده از فیلتر کالمن بر دقت مدل برای پیش‌بینی بازده می‌افزاید [۹]. نیه‌تو[12] و همکاران (۲۰۱۴) با مقایسه روش‌های OLS، GARCH و فیلتر کالمن در بورس مکزیک دریافتند که فیلتر کالمن در

1. Lakonishok
2. Time Variant
3. State Space Model
4. Kalman Filter
5. Recursive
6. Chunsheng & Chang
7. Moonis & Shah
8. Huang & Hueng
9. Theoret & Racicot
10. Mergner & Bulla
11. Das
12. Nieto

مقایسه با سایر روش‌ها از عملکرد بهتری در تخمین ضریب بتا برخوردار است [۱۹].

در ایران نیز مجتهدزاده و طارمی (۱۳۸۵) با آزمون مدل سه عاملی فاما و فرنچ در بورس اوراق بهادار تهران دریافتند که بازده سهام با عامل صرف ریسک بازار رابطه مثبت و با عوامل ارزش و اندازه رابطه منفی دارد [۵]. کیمیاگری و همکاران (۱۳۸۶) با آزمون مدل سه عاملی فاما و فرنچ در بورس اوراق بهادار تهران به این نتیجه رسیدند که سه عامل صرف بازده بازار، صرف عامل ارزش و صرف عامل اندازه به طور توأم تا حد قابل قبولی قادر به تبیین بازده سهام هستند [۳]. مجتهدزاده و رباط میلی (۱۳۸۶) با مقایسه عملکرد CAPM و مدل سه عاملی در بورس اوراق بهادار تهران دریافتند که مدل سه عاملی فاما و فرنچ در مقایسه با CAPM بهتر می‌تواند بازده سهام را تبیین نماید [۴]. فروغی و همکاران (۱۳۹۲) با مبنا قرار دادن مدل سه عاملی فاما و فرنچ و با استفاده از تفاوت میانگین بازده سهام شرکت‌های با اقلام تعهدی بالا و شرکت‌های با اقلام تعهدی پایین ادعا نمودند که کیفیت اقلام تعهدی توانایی لازم برای تبیین رفتار صرف ریسک را ندارد [۲].

در مرتبط‌ترین پژوهش صورت گرفته، رحمانیانی (۱۳۸۹) با استفاده از فیلتر کالمن اقدام به تخمین CAPM در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت و دریافت که به دلیل متغیر بودن ضرایب بتا، به کارگیری روش فضای حالت نسبت به روش سنتی، قدرت پیش‌بینی قیمت سهام توسط CAPM را افزایش می‌دهد [۱].

بر این اساس پژوهش حاضر قصد دارد تا عملکرد دو روش رگرسیون حداقل مربعات خطی و روش فضای حالت را در برآورد مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای پیش‌بینی بازده را در بورس اوراق بهادار تهران مقایسه کند. فرضیه مورد بررسی در این پژوهش عبارت است از:

روش فضای حالت در مقایسه با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) در برازش مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای پیش بینی بازده سهام از عملکرد بهتری برخوردار است.

روش پژوهش و معرفی مدل

پژوهش حاضر از نظر ماهیت کاربردی و از نظر هدف از نوع همبستگی و از نظر نوع مطالعات مالی یک پژوهش تجربی است. جامعه آماری این پژوهش را همه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تشکیل می‌دهند که واجد شرایط زیر باشند: اولاً تاریخ اولین معامله بر روی سهام آن‌ها شهریور سال ۱۳۸۵ یا قبل از آن باشد و تا پایان شهریور سال ۱۳۹۱ نیز از فهرست شرکت‌های پذیرفته شده خارج نشده باشند. ثانیاً معامله سهام آن‌ها دچار وقفه‌های طولانی مدت (بیش از شش ماه) نشده باشد. داده‌های مورد نیاز این پژوهش شامل: قیمت سهام، مصوبه‌های مجامع، شاخص کل، ارزش بازار شرکت‌ها و ارزش حقوق صاحبان سهام است که با مراجعه به بانک اطلاعاتی بازار سرمایه جمع آوری شده‌اند.

مبنای نظری مدل بکار گرفته شده در این پژوهش را نتایج مطالعات متعدد مبنی بر عدم ثبات ضریب بتا و متغیر بودن آن به دلایل متعدد، شکل می‌دهد. باتوجه‌به نتایج مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران مبنی بر عدم ثبات ضریب بتا، لازم است از مدل‌هایی استفاده شود که توانایی برازش الگوهای رگرسیونی در شرایط متغیر بودن ضریب بتا در طول زمان را داشته باشند. مدل فضای حالت یکی از روش‌های مدل سازی سیستم‌های

پویا است، که می‌تواند در شرایط متغیر بودن ضریب بتا، برای برقراری روابط رگرسیونی به جای مدل OLS استفاده شود. مدل فضای حالت رفتار سیستم‌های پویا را مدل‌سازی، پیش‌بینی و تجزیه و تحلیل می‌کند. سیستم پویا، سیستمی است که یک فرآیند تصادفی همانند X_t را از طریق تابع $y_t = f(X_t)$ تبیین و تشریح می‌کند. در سیستم مذکور X_t و y_t به ترتیب ورودی و خروجی‌های سیستم به حساب می‌آیند. یکی از ویژگی‌های بارز سیستم‌های پویا این است که رفتار آن را می‌توان از طریق تغییرات اجزای تشکیل دهنده آن توصیف کرد.

ایده کلی در مدل فضای حالت این است که سری زمانی مشاهده شده (چندگانه) مثل $y_1, y_2, \dots, y_t$ تابعی از متغیر مشاهده نشده مثل μ_t است. در مدل فضای حالت فرض بر این است که متغیر مشاهده نشده از یک فرایند تصادفی تبعیت کرده و نشان دهنده وضعیت سیستم است. مدل سازی و پیش بینی متغیرهای مشاهده نشده از طریق مدل فضای حالت فرایند نسبتاً پیچیده‌ای دارد. نمایش فضای حالت یک سری زمانی تک متغیره به شرح زیر است:

مدل (۱)

$$y_t = {}_t + e_t \quad e_t \sim (0, {}_e^2)$$

مدل (۲)

$${}_{t+1} = {}_t + {}_t \quad {}_t \sim (0, {}^2)$$

در روابط ۱ و ۲، y_t متغیر مشاهده شده و μ_t متغیر غیر قابل مشاهده، e_t و η_t دو سری نوفه سفید گوسی مستقل از هم هستند. معادله (۱) به معادله مشاهده[1] معروف است که نشان دهنده رابطه بین متغیر مشاهده شده y_t با متغیر وضعیت[2] یا متغیر غیرقابل مشاهده μ_t است. معادله مذکور رفتار قابل مشاهده یک سیستم که همان y_t است را به عوامل درونی و غیر قابل مشاهده آن سیستم که با μ_t نشان داده شده است مرتبط می‌کند. در این مدل متغیر وضعیت نامیده می‌شود که طبق رابطه ۲ از الگوی مارکفی یا $AR(1)$ تبعیت می‌کند. رابطه (۲) اصطلاحاً معادله وضعیت[3] نامیده می‌شود که نشان دهنده تغییر وضعیت متغیر وضعیت (μ_t) از دوره $t-1$ به دوره t است.

برای مدل سازی یک مدل سری زمانی در قالب فضای حالت، لازم است از الگوریتم‌هایی برای برآورد، هموارسازی و پیش‌بینی پارامترهای مدل استفاده شود. مهمترین این الگوریتم‌ها، فیلتر کالمن است که به وسیله کالمن و بوکی (۱۹۶۱) ارایه شده است. فیلتر کالمن یک روش تکرارشونده برای به دست آوردن برآوردهای بهینه از بردار حالت در لحظه t با استفاده از اطلاعات موجود است. بنابراین برآورد مذکور با رسیدن یک مشاهده جدید بهنگام می‌شود. به همین صورت خطای برآورد بعد از مشاهده بهنگام می‌شود [۲۰].

در این پژوهش برای پیش‌بینی بازده سهام از رابطه سه عاملی فاما و فرنچ به عنوان معادله اندازه استفاده شده است:

مدل (۳)

$$R_{it} - R_{ft} = {}_i + {}_{imt}(R_{mt} - R_{ft}) + {}_{ist} SMB_t + {}_{iht} HML_t + {}_t$$

که در این رابطه R_{it} و R_{ft} به ترتیب بازده سهام i و نرخ بازده بدون ریسک در زمان t، α_i معرف بازده مستقل از عوامل، $(R_{mt} - R_{ft})$ صرف ریسک بازار، SMB_t صرف عامل اندازه، HML_t صرف عامل ارزش و ε_t خطای پسمانده هستند.

همانگونه که قبلاً گفته شد، مدل شماره ۳ به روش حداقل مربعات خطی OLS بازده سهام مورد پیش‌بینی می‌شود. با فرض متغیر بودن ضرایب بتا در طول زمان،

1. Observation Equation
2. State Variable
3. State Equation

مدل مذکور را می‌توان در قالب مدل فضای حالت به‌صورت زیر بیان نمود:

مدل (۴)

$$R_{it}-R_{ft}= {}_{i}+ {}_{imt}\,(R_{mt}-R_{ft}) + {}_{ist}\,SMB_t + {}_{iht}\,HML_t + {}_{t}$$

مدل (۵)

$${}_{imt}= {}_{(imt-1)}+ {}_{t}$$

مدل (۶)

$${}_{ist}= {}_{(ist-1)}+ {}_{t}$$

مدل (۷)

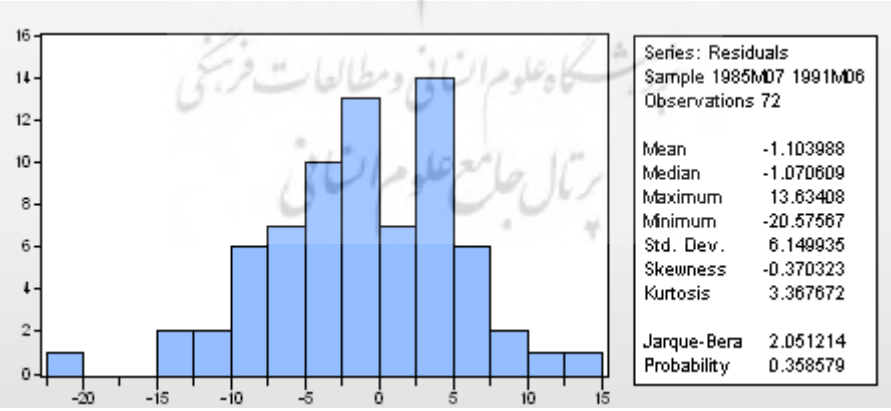
$${}_{iht}= {}_{(iht-1)}+ {}_{t}$$

معادله ۴ در مدل فوق، معادله مشاهده و معادلات ۵ الی ۷ معادلات وضعیت نامیده می‌شوند. هر یک از معادلات وضعیت نشان دهنده تکامل ضرایب بتا در طول زمان با الگوی مارکفی هستند.

قبل از آزمون فرضیه پژوهش، پیش آزمون‌هایی شامل آزمون نرمالیتی، آزمون عدم وجود خود همبستگی، آزمون ناهمسانی واریانس، آزمون عدم وجود هم‌خطی بین متغیرها و آزمون مانایی متغیرها صورت می‌گیرد. برای آزمون فرضیه پژوهش ابتدا با استفاده از نرم افزار EViews مدل‌های ۳ و ۴ برازش می‌شوند. پس از برازش مدل‌های مذکور، بازده سهام برای یک دوره ۳ ماهه (مهر الی آذر ۹۱) پیش بینی و سپس به روش آزمون مقایسه میانگین‌ها، میانگین خطای قیمت گذاری[1] (MPE) دو مدل مورد مقایسه و از این طریق ادعای برتری مدل فضای حالت نسبت به مدل حداقل مربعات معمولی OLS در برازش مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای پیش‌بینی بازده مورد آزمون قرار می‌گیرد. علاوه بر این، فرضیه پژوهش با استفاده از آزمون دقت نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

یافته‌های پژوهش

برای آزمون نرمال بودن پسماندها از آماره جارگ‌برا[2] استفاده شده است. سطح معناداری آماره مذکور به‌صورت معناداری بالاتر از ۰/۰۵ است که این به معنای نرمال بودن پسماندهاست.



شکل (۱) آزمون نرمالیتی پسماندها

1. Mean Pricing Error MPE
2. JarqueBera

عدم وجود خود همبستگی با استفاده از آزمون بروش ° گودفری[1] بررسی شد. با انجام این آزمون، سطح معناداری آماره F برابر ۰/۴۴۱۹ به دست آمد که این به معنای عدم وجود خود همبستگی بین خطاهای پسمانده مدل است.

برای بررسی ناهمسانی واریانس نیز از آزمون وایت[2] استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمون مذکور نشان دهنده سطح معناداری ۰/۳۷۸۳ برای آماره F و ۰/۳۱۵۴ برای آماره حاصلضرب تعداد با ضریب[3] تعیین است که این به معنای عدم وجود ناهمسانی واریانس است. برای آزمون عدم جود هم خطی بین متغیرهای پژوهش نیز از عامل تورم واریانس[4] VIF استفاده شده است. جدول ۱ عامل تورم واریانس بین متغیرهای تبین‌گر را نشان می‌دهد.

جدول (۱) عامل تورم واریانس بین متغیرهای پژوهش

Varb .	$(R_{mt} - R_{ft})$	SMB_t	HML_t
VIF	۱/۱۰۰۲۹۶	۱/۰۶۵۰۰۲	۰/۸۱۴۸۰۸

از آنجا که مقدار VIF برای تمام متغیرهای مستقل پژوهش کوچکتر از ۵ است، لذا می‌توان مدعی شد که بین متغیرهای مستقل پژوهش هم خطی وجود ندارد.

برای آزمون مانایی متغیرهای پژوهش از آزمون تعمیم یافته دیکی فولر[5] استفاده شده است. همانطورکه در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، نتایج آزمون ADF نشان دهنده مانایی تمامی متغیرهای مستقل به کار گرفته شده در مدل هستند.

جدول (۲) خلاصه نتایج آزمون تعمیم یافته دیکی فولر ADF

متغیر	آماره ADF	P. VALUE	نتیجه
$(R_{mt} - R_{ft})$	-۵/۶۱۷۷	۰/۰۰۰۰	مانا
SMB_t	-۸/۰۸۰۵	۰/۰۰۰۰	مانا
HML_t	-۶/۶۶۹۱	/۰۰۰۰	مانا

پس از انجام پیش آزمون‌های پژوهش و حصول اطمینان نسبت به عدم وجود هم خطی و نیز مانا بودن متغیرهای مستقل، اقدام به تخمین ضرایب مدل سه عاملی فاما و فرنچ در دو حالت رگرسیون حداقل مربعات خطی و مدل فضای حالت نموده وسپس فرضیه پژوهش مورد آزمون قرار می‌گیرد.

فرضیه پژوهشی مورد بررسی عبارت است از: روش فضای حالت در مقایسه با روش حداقل مربعات معمولی(OLS) در برازش مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای پیش‌بینی بازده سهام از عملکرد بهتری برخوردار است.

همانگونه که گفته شد فرضیه مذکور به دو روش آزمون می‌شود. روش اول با استفاده از آزمون مقایسه میانگین‌ها، مورد آزمون قرار گرفته است. برای این منظور ابتدا متوسط خطای قیمت‌گذاری یاMPE

1. Breusch Godfrey Test
2. White Test
3. Ob*R squared
4. Variance Inflation Factor (VIF)
5. Augmented Dicky Fuller ADF

براساس هر یک از روش‌های فضای حالت و حداقل مربعات معمولی طبق رابطه زیر محاسبه شده است:

مدل (۸)

$$MPE = \frac{\sum|R_t - \bar{R}_t|}{N}$$

که R_t و $\overline{R}_t$ به ترتیب بازده مشاهده شده و بازده پیش بینی شده بر اساس مدل هستند. چنانچه مبنای محاسبه‌ی بازده مورد انتظار، روش حداقل مربعات معمولی باشد در آن صورت متوسط خطای قیمت گذاری با MPE_{ols} و اگر مبنای محاسبه بازده مورد انتظار، مدل فضای حالت باشد در آن صورت متوسط خطای قیمت‌گذاری MPE_{ss} نشان داده می‌شود. جدول۳ نشان‌دهنده MPE_{ols} و MPE_{ss} و انحراف معیار خطای قیمت‌گذاری است.

جدول (۳) معرفی میانگین و انحراف معیار خطای قیمت گذاری

	OLS	Space
MPE	٪۱۱/۰۴	٪۹/۳۹
انحراف معیار	٪۱۳/۷۸	٪۹/۵
تعداد مشاهده N	۴۹۵	۴۹۵

بیان آماری فرضیه‌های پژوهش عبارتند از:

$H_0: MPE_{ols} \leq MPE_{ss}$
$H_1: MPE_{ols} > MPE_{ss}$

آماره مورد نیاز پژوهش با استفاده از رابطه ۹ محاسبه شده است:

مدل (۹)

$$Z = \frac{(MPE_{ols} - MPE_{ss})}{\sqrt{\frac{\sigma^2_{ols}}{n} + \frac{\sigma^2_{ss}}{n}}}$$

با جای گذاری مندرجات جدول ۳ در این رابطه، آماره مذکور برابر خواهد بود از:

$$Z = \frac{(0/1104 - 0/0939)}{\sqrt{\frac{0/0190}{495} + \frac{./0092}{495}}} = 2/2$$

با توجه به اینکه $z_{0/05}$ در جدول برابر ۱/۶۵ است، لذا با ۹۵٪ اطمینان نمی‌توان فرض H_0 را رد کرد. لذا با اطمینان ۹۵٪ ادعا می‌شود که MPE_{ols} کوچکتر از MPE_{ss} است. به عبارت دیگر نتایج ناشی از آزمون فرضیه موید این ادعا است که روش فضای حالت در مقایسه با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) در برازش مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای پیش‌بینی بازده سهام از عملکرد بهتری برخوردار است.

همانگونه که قبلاً گفته شد فرضیه پژوهش با استفاده آزمون دقت نیز بررسی می‌شود. جدول ۴ خلاصه ماتریس دقت پیش‌بینی ماهیانه دو مدل طی سه سال متوالی را نشان می‌دهد.

جدول (۴) نتایج دقت پیش بینی دو مدل OLS و Space

	دقت کل پیش‌بینی	
سال	OLS	Sspace
اول	۰/۱۷	۰/۶۶
دوم	۰/۲۵	۰/۷۵
سوم	۰/۳۳	۰/۸۳
میانگین	۰/۲۵	۰/۷۴,۶

همانگونه که مشاهده می‌شود دقت پیش‌بینی در مدل فضای حالت تقریباً سه برابر مدل OLS است. لذا نتایج آزمون دقت نیز مؤید عملکرد بهتر مدل فضای حالت در برازش مدل سه عاملی فاما و فرنچ است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش مدل سه عاملی فاما و فرنچ با روش فضای حالت که روشی مخصوص مدل‌های با ضرایب متغیر است، مورد برازش قرار گرفته و نتایج حاصله با نتایج روش مبتنی بر OLS مقایسه گردید. با انجام آزمون مقایسه میانگین خطاهای قیمت گذاری MPE، و آزمون دقت مشخص گردید که برآورد مدل سه عاملی فاما و فرنچ با استفاده از روش فضای حالت در مقایسه با روش رگرسیون حداقل مربعات معمولی، باعث افزایش دقت این مدل در پیش بینی بازده می‌گردد. که این می‌تواند پویا بودن ضرایب مدل سه عاملی فاما و فرنچ در طول زمان را تأیید نماید. نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهش‌های مشابه از قبیل چانشنگ و چانگ (۲۰۰۰)، آدرین و فرازونی (۲۰۰۵)، برنن و ونگ (۲۰۰۶)، راسیسوت (۲۰۰۹)، تئورت (۲۰۱۲) و رحمانیانی (۱۳۸۹) مبنی بر عملکرد بهتر روش فضای حالت نسبت به روش OLS در برآورد مدل‌های رگرسیونی برای پیش‌بینی قیمت سهام همخوانی دارد. با توجه به یافته‌های پژوهش به سرمایه‌گذاران و مدیران صندوق‌های سرمایه‌گذاری و سایر تحلیلگران توصیه می‌شود که در پیش‌بینی بازده با مدل سه عاملی فاما و فرنچ از مدل فضای حالت استفاده نمایند.

در ادامه نیز باید گفت که با توجه به وسعت موضوع پیش بینی بازده سهام توسط مدل فضای حالت، امکان مطالعه جامع و همه جانبه آن در قالب یک کار پژوهشی میسر نبوده است، لذا به منظور تکمیل زنجیره مطالعات بر روی مدل فضای حالت در ایران به دانشجویان و علاقه‌مندان به این حوزه پیشنهاد می‌گردد که با در نظر گرفتن سایر عوامل تأثیر گذار بر بازده سهام به عنوان متغیر حالت اقدام به برآورد بازده در قالب مدل فضای حالت و پیش‌بینی آن با مدل OLS نمایند. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود که مدل فضای حالت برای پیش‌بینی بازده سهام در مدل سه عاملی فاما و فرنچ برای هر یک از صنایع موجود در بورس اوراق بهادار تهران به صورت جداگانه به کار گرفته شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که با استفاده از مدل فضای حالت نسبت به امکان انجام آربیتراژ در بورس اوراق بهادار تهران اقدام شود.

منابع

[۱] رحمانیانی، نرگس. (۱۳۸۹). تخمین مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای (CAPM) با استفاده از فیلتر کالمن، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه رازی.

[۲] فروغی، داریوش؛ امیری، هادی؛ شیخی، هادی. (۱۳۹۲). تأثیر کیفیت اقلام تعهدی بر صرف ریسک سهام شرکت‌های پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران، *پژوهش‌های حسابداری مالی*، ۱۵: ۱۳-۲۷.

[۳] کیمیاگری، محمدعلی؛ اسلامی‌بیدگلی، غلامرضا؛ اسکندری، مهدی. (۱۳۸۶). بررسی رابطه بین ریسک و بازده دربورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل سه عاملی فاما و فرنچ، *تحقیقات مالی*، ۲۵: ۶۱-۸۱.

[۴] مجتهد زاده، ویدا؛ رباط میلی، مژگان. (۱۳۸۶) مقایسه عملکرد قیمت گذاری دارایی‌های

سرمایه‌ای (CAPM) با مدل سه عاملی فاما و فرنچ در پیش‌بینی بازده مورد انتظار در بورس اوراق بهادار تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی.

[۵] مجتهدزاده، ویدا؛ طارمی، مریم. (۱۳۸۵) آزمون مدل سه عاملی فاما و فرنچ در بورس اوراق بهادار تهران برای پیش‌بینی بازده سهام، *پیام مدیریت*، ۱۷ و ۱۸: ۱۰۹- ۱۳۲.

[6] Adrian, Tobias, and Francesco Franzoni. (2005). Learning about Beta: Time-varying Factor Loadings, Expected Returns, and the Conditional CAPM, working paper, Federal Reserve Bank.

[7] Campbell, J., and T. Vuolteenaho. (2004). Bad Beta, Good Beta, *American Economic Review*,. 94, 49-75.

[8] Chunsheng, Z and Chang, Q,. (2005). A State-Space Model of Short- and Long-Horizon Stock Returns, *The Journal of Financial Research*,.4, 523-544.

[9] Das, Somnath, Carolyn B. Levine, and K. Sivaramakrishnan,. (2010). Earnings Predictability and Bias in Analysts' Earnings Forecasts, *The Accounting Review*,. 2, 277-294.

[10] Fama, E.F., French, K.R,. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds *Journal of Financial Economics*,. 33, 3-56.

[11] Harvey, C. (1989). Time-Varying Conditional Covariances in Tests of Asset Pricing Models, J*ournal of Financial Economics*,.24, 289-317.

[12] Hwang, S. and M. Salmon,. (2004). Market Stress and Herding, *Journal of Empirical Finance*,.11, 585 - 616

[13] Jiho Han,. (2006). me-variant CAPM: Learning about Factor Loading April, working paper.

[14] Jostova, Gergana, and Alex Philipov,. (2005). Bayesian Analysis of Stochastic Betas, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*,.4, 747-778.

[15] Lakonishok, Josef, Andrei Shleifer, and Robert W. Vishny,. (1994). Contrarian Investment, Extrapolation, and Risk, *Journal of Finance*.49, 1541-1578.

[16] Martin, L,. (1990). Derivation of a Leading Index for the United States Using Kalman Filters, *The Review of Economics and Statistics*,. 4, 657-663.

[17] Mergner, S. and Bulla, J. (2008). Time-varying Beta Risk of Pan-European IndustryPortfolios: A Comparison of Alternative Modeling Techniques, *European Journal of Finance*, 14, pp. 771-802.

[18] Moonis, S.A. and Shah, A., (2003). Testing for Time-variation in Beta in India. *Journal of Emerging Market Finance*,. 2, 163-180.

[19] Nieto Belén, Susan Orbe and Ainhoa Zarraga. (2014). Time-Varying Market Beta: Does the estimation methodology matter? Working paper.

[20] Tsay, R, (2005). Analysis of Financial Time Series, Wiley, Second edition.

[21] Theoret, R, Raciot, F, (2009). Mdeling Hedge Fund Returns Using the Kalman Filter: an Errors in Variable Perspective, *Cahier de RechechE*,.6, 855-877.