

تخمین ریسک سیستماتیک در مقیاس‌های زمانی مختلف با استفاده از آنالیز موجک برای بورس اوراق بهادار تهران

دکتر علی قنبری، محسن خضری و رقیه ترکی سمایی*

تاریخ وصول: 1388/9/9 تاریخ پذیرش: 1388/12/11

چکیده:

در مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای (CAPM) بازدهی انتظاری دارایی‌ها به سطح ریسک سیستماتیکشان بستگی دارد، به طوری که ریسک سیستماتیک دارایی، در ارتباط با پرتوفولیوی بازار اندازه‌گیری می‌شود. از این رو، هدف این مقاله تخمین مدل CAPM در مقیاس‌های زمانی مختلف است. آنالیز موجک، روشی جدید در زمینه مالی است و به عنوان روش تجربی در بررسی رابطه‌ی میان بازده سهام و ریسک سیستماتیک در مقیاس زمانی مختلف در این مقاله استفاده شده است. نمونه‌ی مورد استفاده در این تحقیق متشکل از 15 سهام، در فاصله‌ی سال‌های 1383-1388 در بورس اوراق بهادار تهران است. نتایج تحقیق نشان داد که رابطه‌ی بین بتای سهام و بازده آن در مقیاس کوتاه‌مدت و میان‌مدت قوی‌تر است. بنابراین، بورس اوراق بهادار تهران در مقیاس 1 تا 4 (2-32 روزه) کاراتر بوده است. از این رو، پیش‌بینی CAPM در چهارچوب چند مقیاسی، در افق‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت، در مقایسه با دیگر افق‌ها مناسب‌تر است.

طبقه بندی JEL: C13, G11, G12, G15

واژه‌های کلیدی: موجک، CAPM، ریسک سیستماتیک، بورس اوراق بهادار تهران

* به ترتیب، استادیار و دانشجویان کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس
(dr_alighanbari@yahoo.com)

1- مقدمه

یکی از موضوعات مهم در زمینه‌ی مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری، ریسک و رابطه‌ی ریسک و بازده مورد انتظار است. توجه به عامل ریسک و رابطه‌ی آن با بازده مورد انتظار، به علت اهمیت خاص آن همواره مورد توجه صاحب‌نظران حوزه‌ی مالی بوده است. یکی از عوامل تأثیرگذار بر بازده دارایی‌های مالی، ریسک است؛ سهامداران و سرمایه‌گذاران نیازمند سنجش میزان حساسیت سهام دارایی‌های مالی خود نسبت به ریسک دارند و این افراد همواره به دنبال شناسایی، اندازه‌گیری و کنترل عوامل مؤثر بر بازده دارایی‌ها هستند. با وجود کاربرد زیاد مدل ریسک و بازدهی در تحقیقات، هنوز این مدل در آنالیزهای جهانی مدلی استاندارد است و مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای (CAPM)¹ نام دارد. مدل CAPM سعی در تشریح رابطه‌ی بین ریسک و بازده اوراق سهام مالی دارد و به منظور تشخیص قیمت مناسب سهام مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل CAPM به صورت جداگانه توسط شارپ² (1964)، لیتنر³ (1965) و موسین⁴ (1966)، به کار برده شد و به صورت استدلالی، از تئوری سهام میانگین-واریانس مارکوویتز⁵ (1952) استنباط شده است. در مدل CAPM ریسک به دو بخش ریسک سیستماتیک⁶ و غیر سیستماتیک تقسیم می‌شود. ریسک سیستماتیک چگونگی عمل یک سهام را در ارتباط با سهام⁷ بازار نشان می‌دهد. به عبارتی دیگر، بازده انتظاری دارایی به سطح ریسک سیستماتیکش (بتا)⁸ بستگی دارد و ریسک غیرسیستماتیک به شرایط خاص هر سهم بستگی دارد.

در این مطالعه، داده‌های 15 سهم بورس اوراق بهادار تهران، با استفاده از آنالیز موجک⁹ در مرحله‌ی مدل‌سازی داده‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آنالیز موجک به عنوان روشی جدید در تخمین CAPM در مقیاس زمانی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر این اساس، علاوه بر تخمین بتای مربوط به 15

¹ Capital Asset Pricing Model

² Sharpe

³ Lintner

⁴ Mossin

⁵ Markowitz

⁶ Systematic

⁷ Portfolio

⁸ Beta

⁹ Wavelets analysis

سهام فعال در بورس اوراق بهادار تهران در مقیاس زمانی مختلف، به منظور محاسبه‌ی صرف ریسک¹⁰ بازار در مقیاس زمانی مختلف، به بررسی رابطه‌ی بین بتای سهام و میانگین صرف ریسک سهام در مقیاس زمانی مختلف پرداخته می‌شود. هدف این است که مقیاس‌هایی را که در آن پیش‌بینی‌های *CAPM* در بورس اوراق بهادار تهران مناسب‌تر است، مشخص شود. که ادامه مقاله پیشینه‌ی تحقیق بررسی می‌شود. در بخش سوم، خلاصه‌ای از مبانی نظری *CAPM*، آنالیز موجک و واریانس و کواریانس موجک ارائه می‌شود. بخش چهارم به معرفی متغیرهای مورد استفاده در تحقیق می‌پردازد. بخش پنجم به تجزیه و تحلیل نتایج اختصاص دارد.

2- پیشینه‌ی تحقیق

بیشتر مطالعات تجربی اخیر بر روی *CAPM* به صورت استدلالی، مبانی اصلی مدل را مورد تأیید قرار می‌دهند. بلک، جنز و شولس¹¹ (1972) در بررسی خود به این نتیجه رسیده‌اند که طی سال‌های 1931-1965، بتای بالاتر و بازده بالاتر با هم حرکت می‌کنند. فاما و مک‌بیس¹² (1973) نیز دریافتند که طی سال‌های 1968-1935، بتا و بازده رابطه‌ی مثبتی برای کل دوره داشته است. به علاوه، رابطه‌ی فوق به صورت خطی بوده است و ریسک غیر سیستماتیک روی بازده‌ها اثری نداشته است.

کوساری، شانکن و اسلن¹³ (1995) در مقاله‌ای جدیدتر نشان داده‌اند که به کارگیری بازده‌های سالانه به جای بازده‌های ماهیانه در دوره‌ی 1990-1927، ارتباطی قوی بین بتا و بازده‌ها را نشان می‌دهد.

کهن، هوون، میر، سچورتز و ویتکمب¹⁴ (1986) و هنداء، کوساری و وسلی¹⁵ (1989؛ 1993) نیز به این نتیجه رسیده‌اند که بتا به عنوان ضریب ریسک سیستماتیک بر طبق مقیاس زمانی تغییر می‌کند. به همین ترتیب، لینچ و

¹⁰ Risk premium

¹¹ Black, Jensen and Sholes

¹² Fama and MacBeth

¹³ Kothari, Shanken and Sloan

¹⁴ Cohen, Hawawin, Mayer, Schwartz and Witcomb

¹⁵ Handa, Kothari and Wasley

زومبچ¹⁶ (2003) اهمیت چهارچوب چند مقیاسی را در آنالیز تغییرات قیمت، با ترکیب داده‌های روزانه، هفتگی و ماهیانه، مورد تأیید قرار داده‌اند. این مطالعات نشان داده‌اند که بتا به فاصله‌ی زمانی حساس بوده است، به طوری که در ادامه، دیدگاه چند مقیاسی برای توضیح نتایجی مناسب‌تر ارائه شده است.

فرناندز¹⁷ (2006) با استفاده از آنالیز موجک به بررسی رابطه‌ی بین بازده‌ی سهام و ریسک سیستماتیک در مقیاس زمانی مختلف 24 سهم از بورس سنٹیگو،¹⁸ پرداخته است. بر اساس نتایج این تحقیق، مدل *CAPM*، تنها دوره‌های سرمایه‌گذاری میان‌مدت را در بورس سنٹیگو حمایت می‌کند. در تحقیق جنسای، وایتچر و سلک¹⁹ (2003) به منظور محاسبه‌ی ریسک سیستماتیک سهام بورس آمریکا، با استفاده از آنالیز موجک به بررسی رابطه‌ی بین بازده سهام و ریسک سیستماتیک در مقیاس زمانی مختلف پرداخته‌اند. بر اساس نتایج این تحقیق، رابطه‌ی بین بازده سهام و بتا با افزایش مقیاس قوی‌تر می‌شود. بنابراین، پیش‌بینی مدل *CAPM* در افق‌های میان‌مدت و بلندمدت مناسب‌تر است.

رهمیم، بن‌امو و بن‌مبروک²⁰ (2007). با استفاده از آنالیز موجک به بررسی رابطه‌ی بین بازده سهام و ریسک سیستماتیک در مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای، در مقیاس زمانی مختلف بازار سهام فرانسه پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که در مقیاس کوتاه‌مدت و بلندمدت، رابطه‌ی بین بازده سهام و سطح ریسک سیستماتیک شدیدتر است؛ به طوری که بازار سهام فرانسه در کوتاه‌مدت و بلندمدت کارا تر است.

راعی و خسروی (1386) در مقاله‌ی سه‌نوع معیار ریسک نامطلوب و عملکرد مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای در تبیین رفتار بازار سرمایه، بر اساس چهار نوع بتا (بتای سنتی و سه نوع بتای نامطلوب) مورد بررسی قرار داده‌اند. بر اساس یافته‌های این تحقیق، اگر در تخمین بازدهی مورد انتظار با استفاده از مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای، بتای نامطلوب استرادا جایگزین بتای سنتی شود، نتایج حاصل علاوه بر بالا بودن دقت برآورد، متفاوت هم خواهند بود.

¹⁶ Lynch and Zumbach

¹⁷ Fernandez

¹⁸ Santiago

¹⁹ Gencay, Whitcher and Selcuk

²⁰ Rhaeim, Ben Ammou and Ben Mabrouk

صمدی و دیگران (1386) با استفاده از قاعده‌ی فیلتر میزان کارایی و وجود حباب قیمت در بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کرده‌اند. محمدی، عباسی نژاد و میرصانعی (1386) به بررسی دوره‌های بازده، مدل‌های تخمین و روش‌های مختلف اقتصادسنجی به منظور تخمین بتا پرداخته‌اند. نموده‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که بازده‌های ماهانه و روش رگرسیون ناپارامتری، مدیران را در به دست آوردن بتای بهتر یاری می‌کند.

3- مبانی نظری

3-1- مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای

در چهار دهه‌ی گذشته، نظم مالی بسیاری از تئوری‌های اندازه‌گیری ریسک و کاربرد آن را در تخمین بازدهی، بهبود بخشیده است. دو جزء کلیدی این تئوری، بتا یا اندازه‌ی ریسک و *CAPM* است که از بتا برای تخمین بازدهی استفاده می‌شود.

اهمیت *CAPM* به این دلیل است که اولین مدل قیمت‌گذاری دارایی تعادلی، وابسته بر انتخاب پرتوفولیوی میانگین واریانس تحت شرایط ناطمینانی بوده است. طبق روش *CAPM*، سرمایه‌گذاران منطقی و ریسک‌گریز، حداکثر کننده‌ی مطلوبیت هستند، به طوری که مطلوبیت را از طریق بازدهی درک می‌کنند و ریسک را با انحراف معیار بازده اندازه‌گیری می‌کنند. سرمایه‌گذاران منطقی و ریسک‌گریز افق زمانی سرمایه‌گذاری و انتظارات یکسانی دارند. همچنین، بازار سرمایه کامل فرض می‌شود، به خصوص اینکه هیچ مالیات و هزینه‌ی داد و ستدی وجود ندارد و سرمایه‌گذاران می‌توانند بدون هیچ گونه نرخ ریسک بازدهی، هم قرض بدهند و هم قرض بگیرند (گالاگدرا،²¹ 2007؛ پرلود،²² 2004؛ هو، سترنگ و پسی،²³ 2000). بتا به عنوان میزان ریسک غیر قابل تغییر یک دارایی، نسبت به سهام بازار، *CAPM* بازده لازم برای سرمایه‌گذاری را به صورت رابطه‌ی (1) تعریف می‌کند:

$$E(R_i) = r_f + \beta_i [E(R_m) - r_f] \quad (1)$$

²¹ Galagedera

²² Perold

²³ Ho, Strange and Piesse

که در آن $E(R_i)$ بازده انتظاری دارایی i ام، r_f نرخ بهره‌ی بدون ریسک، $E(R_m)$ بازده انتظاری سهام بازار و β_i میزان ریسک دارایی i ام است. $CAPM$ به دو بخش می‌تواند به نرخ بدون ریسک بازده (r_f) ، و صرف ریسک $\beta_i [E(R_m) - r_f]$ تقسیم شود. صرف ریسک سهام مقدار تقاضای بازده سرمایه‌گذاران، مازاد بر نرخ بهره بدون ریسک، به منظور جبران ریسک غیر قابل تغییر سرمایه‌گذاری است که به صورت بتا، در رابطه‌ی (2) محاسبه می‌شود:

$$\beta_i = \frac{Cov(R_i, R_m)}{Var(R_m)} = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_{mm}} \quad (2)$$

صرف ریسک بازار، به صورت بازده $(E(R_m) - r_f)$ در نظر گرفته می‌شود. بازده بیشتر از نرخ بهره بدون ریسک برای سرمایه‌گذاران، برای حفظ سهام بازار است. از آنجا که صرف ریسک دارایی فردی، برابر با حاصل ضرب صرف ریسک بازار در بتای آن است. رابطه‌ی (1) می‌تواند به صورت رابطه‌ی (3) باز نویسی شود.

$$E(R_i) - r_f = \beta_i [E(R_m) - r_f] \quad (3)$$

بتا امکان تجزیه مناسب واریانس یک دارایی، بخصوص واریانس R_i را به صورت رابطه‌ی (4) می‌دهد.

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_a^2 \quad (4)$$

بنابراین، σ_i^2 می‌تواند به دو بخش تجزیه شود، بخش اول، جزء ریسک سیستماتیک بنگاه است $(\beta_i^2 \sigma_m^2)$ که بخشی از واریانس دارایی قابل استناد به نوسانات بازار را نشان می‌دهد. دومین جزء، ریسک غیر سیستماتیک بنگاه (σ_a^2) است و به نوسانات خاص بنگاه مربوط است. اگر همه‌ی قیمت دارایی‌ها مربوط به حرکت بازار باشد، جزء خطا (ε_{it}) همیشه صفر بوده، $\sigma_a^2 = 0$ است.

3-2- آنالیز موجک

در سال 1822 ریاضیدان و فیزیکدان فرانسوی، جان باپتیست جوزف فوریه²⁴ در کتاب تئوری تجزیه‌ی حرارت نشان داد که هر تابع دوره‌ای (سیگنال)²⁵ می‌تواند به صورت مجموعه‌ی بی‌نهایتی از توابع نمایی پیچیده دوره‌ای تعریف شود (اوزگونل،

²⁴ Jean Baptiste Joseph Fourier

²⁵ Signal

انبلیگن و کسمن،²⁶ (2004). گراپس²⁷ (1995) نشان داد که تجزیه‌ی موجک، مانند تبدیل فوریه، یک مجموعه سیگنال از توابع مینا که تنها به صورت تابع سینوسی و کوسینوسی استفاده می‌شود، ندارد. اما تجزیه‌ی موجک شامل یک مجموعه‌ی بی‌نهایت از توابع مینای امکان‌پذیر است که در آن دسترسی سریع به اطلاعات بر خلاف سایر روش‌ها وجود دارد. بر پایه‌ی آنالیز فوریه، آنالیز موجک قادر به تجزیه‌ی سری‌های زمانی، در مقیاس‌های زمانی مختلف یا افق‌های سرمایه‌گذاری متفاوت است (این، کیم، مارستی و فاف،²⁸ 2008) ویژگی فوق از آنجا ناشی می‌شود که دیگر روش‌های آماری، تنها قلمرو زمان یا قلمرو فرکانس را برای تحلیل سری‌های زمانی مالی در نظر می‌گیرند، بنابراین، آنالیز موجک با تحلیل‌های فرکانس زمانی، کاربردهای فراوانی در مدل‌سازی سری‌های زمانی اقتصادی و مالی دارد (جنسای، سلکک و وایتچر،²⁹ 2002).

در آنالیز موجک، سیگنال به صورت ترکیب خطی از توابع موجک نشان داده می‌شود (سفتز و ازون،³⁰ 2007؛ 2008). بر اساس طول داده‌ها، دو موج اصلی موجک‌ها وجود دارد. اولین موج، تبدیل موجک پیوسته (CWT)³¹ است که برای کار با سری‌های زمانی تعریف شده و بر روی محور حقیقی کامل طراحی شده است. موجک دوم، تبدیل موجک گسسته (DWT)³² است که در جداسازی سری داده در اجزاء فرکانس متفاوت، ممکن است که به صورت جداگانه، به منظور آزمایش عمق سری داده مطالعه شود (کونلون، گران و روسکین،³³ 2008). موجک‌ها دو نوع هستند؛ یعنی موجک پدر³⁴ (Φ) و موجک مادر³⁵ (Ψ) به صورت زیر.

$$\int \Psi(t)dt = 0 \quad ; \quad \int \Phi(t)dt = 1 \quad (5)$$

قسمت‌های صاف و با فرکانس کم یک سیگنال، با استفاده از موجک پدر نشان داده می‌شود و موجک مادر، به منظور نشان دادن قسمت‌ها با جزئیات بیشتر

²⁶ Ozgonenel, Onbilgin and Kocaman

²⁷ Graps

²⁸ In, Kim, Marisetty and Faff

²⁹ Gençay, Selçuk and Whitcher

³⁰ Cifter and Ozun

³¹ Continuous wavelet transform

³² discrete wavelet transform

³³ Conlon, Crane and Ruskin

³⁴ Father wavelets

³⁵ Mother wavelets

و با فرکانس بالا استفاده می‌شود. تعریف رسمی موجک‌های پدر و مادر، به ترتیب به صورت رابطه‌ی (6) و (7) نشان داده می‌شود.

$$\Phi_{j,k}(t) = 2^{\frac{j}{2}} \Phi\left(\frac{t-2^j k}{2^j}\right) \quad (6)$$

$$\Psi_{j,k}(t) = 2^{\frac{j}{2}} \Psi\left(\frac{t-2^j k}{2^j}\right) \quad (7)$$

توابع موجک تقریب‌زننده $\Psi_{j,k}$ و $\Phi_{j,k}$ ، نسخه‌های ترجمه شده و مقیاس‌بندی شده ی Ψ و Φ هستند که در آن 2^j فاکتور مقیاس یا اتساع است. فرناندز³⁶ (2006) اشاره می‌کند که عادی‌ترین موجک‌های استفاده شده، موجک‌ها متعامد³⁷ مانند هار،³⁸ سیملتس³⁹ و دابچیس⁴⁰ هستند. تخمین سری موجک متعامد به یک سیگنال $f(t)$ به صورت رابطه‌ی (8) به دست می‌آید.

$$f_j(t) = \sum_k S_{J,k} \Phi_{J,k}(t) + \sum_k d_{J,k} \Psi_{J,k}(t) + \dots + \sum_k d_{l,k} \Psi_{l,k}(t) \quad (8)$$

در این رابطه J تعداد مقیاس‌های چند تحلیلی و k دامنه‌ای از یک تا تعداد ضرایب در اجزاء متناظر است. همچنین، ضرایب جزئیات⁴¹ $(d_{j,k}, \dots, d_{l,k})$ ، نوسانات فرکانس بالاتر را می‌گیرند و انحرافات مقیاس ریز روند⁴² را به صورت رابطه‌ی (9) نشان می‌دهند. ضرایب سطح صاف $(S_{J,k})$ رفتار روند را می‌گیرند و به صورت رابطه‌ی (10) محاسبه می‌کند:

$$d_{j,k} = \int \Psi_{j,k}(t) f(t) dt; \quad j = 1, \dots, J \quad (9)$$

$$s_{J,k} = \int \Phi_{J,k}(t) f(t) dt \quad (10)$$

که در آن $S_{J,k}$ نشانگر ضرایب صافی⁴³ یا ضرایب تخمین⁴⁴ $d_{j,k}$ و ضرایب جزئیات یا موجک هستند.

تقریب سری موجک از یک سیگنال اصلی $f(t)$ ، به صورت رابطه‌ی (11)، از بخش‌های سیگنال جزئیات و سیگنال صاف تشکیل شده است:

³⁶ Fernandez

³⁷ Orthogonal

³⁸ Haar

³⁹ Symmelets

⁴⁰ Daubechies

⁴¹ Detail

⁴² Trend

⁴³ Smoothness coefficients

⁴⁴ Approximation coefficients

$$f(t) \approx S_J(t) + D_J(t) + D_{J-1}(t) + \dots + D_1(t) \quad (11)$$

در رابطه‌ی فوق، $S_J(t)$ و $D_J(t)$ به صورت رابطه‌ی (12) و (13) تعریف

می‌شوند.

$$S_J(t) = \sum_k s_{J,k} \Phi_{J,k}(t) \quad (12)$$

$$D_J(t) = \sum_k d_{j,k} \Psi_{J,k}(t) \quad (13)$$

عبارات موجود در رابطه‌ی (11) یک تجزیه‌ی سیگنال در اجزاء سیگنال متعامد $S_J(t), D_J(t), D_{J-1}(t), \dots, D_1(t)$ در مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد. تخمین رابطه‌ی (9) یک تجزیه چند تحلیلی (MRD)⁴⁵ نامیده می‌شود. بنابراین، هر نقطه می‌تواند به عنوان مجموعه‌ای از جزئیات موجک و سطح صاف موجک، بر روی مقیاس‌های زمانی مختلف تجزیه شود، ضرایب سطح صاف عمدتاً رفتار روند داده‌ها را تسخیر می‌کنند، در حالی که ضرایب جزئیات، انحراف از رفتار روند را برای مقیاس‌های ریز نشان می‌دهند.

3-3- واریانس و کواریانس موجک

آنالیز واریانس موجک، شامل تجزیه‌ی واریانس سری‌هایی است که در مقیاس‌های زمانی متفاوت پیوسته است. آنالیز واریانس موجک به ما نشان می‌دهد که مقیاس‌ها در نوسانات سراسری یک سری زمانی، شرکت‌کنندگان مهمی هستند (پرسیوال و والدن، 2000⁴⁶). اگر (X_1, X_2, \dots, X_n) سری زمانی مورد نظر با یک فرآیند ایستا⁴⁷ و واریانس σ_X^2 باشد و $\hat{v}_X^2(\tau_j)$ تجزیه‌ی واریانس موجک در مقیاس $\tau_j = 2^{j-1}$ باشد، در این حالت رابطه‌ی رابطه‌ی (14) برقرار است:

$$\sigma_X^2 = \sum_{j=1}^{\infty} \hat{v}_X^2(\tau_j) \quad (14)$$

تخمین‌زننده بدون تورش واریانس موجک در مقیاس τ_j ، برای بازده

بازار (R_{mt}) به صورت رابطه‌ی (15) است:

$$\hat{v}_{R_{mt}}^2(\tau_j) \equiv \frac{1}{(n'_j - L'_j)2^j} \sum_{t=L'_j-1}^{n'_j-1} d_{j,t}^2 \quad (15)$$

⁴⁵ Multi-Resolution Decomposition

⁴⁶ Percival and Walden

⁴⁷ Stationary

در رابطه‌ی فوق L نشانگر پهنای فیلتر موجک⁴⁸ است. $n'_j = \frac{n}{2^j}$ تعداد ضرایب تبدیل موجک گسسته در سطح j است. n اندازه‌ی نمونه است. $L'_j = (1 - \frac{1}{2^j})(L - 2)$ تعداد ضرایب کرانی⁴⁹ تبدیل موجک گسسته است، مشروط به اینکه $n'_j > L'_j$ باشد (جنسای، سلک و وایتچر، 2002).

کواریانس موجک بدون تورش بین بازده بازار (R_{mt}) و بازده سهام (R_{it}) در مقیاس t_j به صورت رابطه‌ی (16) است (جنسای، سلک و وایتچر، 2002).

$$\hat{v}_{R_{mt}, R_{it}}^2(\tau_j) \equiv \frac{1}{(n'_j - L'_j)2^j} \sum_{t=L'_j-1}^{n'_j-1} d_{j,t}^{R_{mt}} d_{j,t}^{R_{it}} \quad (16)$$

تخمین‌زن موجکی بتا برای دارایی i ام در مقیاس t_j به صورت رابطه‌ی (17) تعریف می‌شود (جنسای، وایتچر و سلک، 2003):

$$\hat{\beta}_i(\tau_j) = \frac{\hat{v}_{R_{mt}, R_{it}}^2(\tau_j)}{\hat{v}_{R_{mt}}^2(\tau_j)} \quad (17)$$

4- معرفی متغیرهای تحقیق

4-1- بازده سهام

در این مطالعه، داده‌های بازده روزانه سهام (R_{it}) 15 شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران، برای دوره‌ی 14 خرداد سال 1383 تا 14 خرداد سال 1388، با طول 1211 روز کار بورس اوراق بهادار تهران، محاسبه شده است و برای تخمین بتای شرکت‌ها در مقیاس‌های زمانی مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. معیار انتخاب شرکت‌ها، حجم معاملات و روزهای معاملاتی شرکت‌ها بوده است، به طوری که سعی شده است انتخاب براساس صنایع مختلف صورت گیرد. درصد تغییرات قیمت سهام در یک روز مشخص، به عنوان معیار بازدهی سهم در آن دوره در نظر گرفته شده است که به صورت رابطه‌ی (18) محاسبه می‌شود:

$$R_{it} = \frac{P_{it} - P_{it-1}}{P_{it-1}} \times 100 \quad (18)$$

که در آن P_{it} نشانگر قیمت دارایی i ام در روز t ام است.

⁴⁸ Wavelet filter

⁴⁹ Boundary coefficients

4-2- نرخ بازده بدون ریسک

برای محاسبه‌ی نرخ بازده بدون ریسک، از نرخ سود اوراق مشارکت منتشرشده از طرف بانک مرکزی در هر سال استفاده شده است. این اوراق به این دلیل که پرداخت اصل سرمایه و سود مربوطه به آن، از طرف بانک مرکزی تضمین شده است، تقریباً بدون ریسک است.

4-3- بازدهی پرتفولیوی بازار

برای محاسبه بازدهی روزانه پرتفولیوی بازار (R_{mt})، درصد تغییرات شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران (TEPIX)⁵⁰ را برای دوره‌ی 14 خرداد سال 1383 تا 14 خرداد سال 1388، با طول 1211 روز کار بورس اوراق بهادار تهران، در یک محدوده‌ی مشخص در نظر گرفته شده است که به صورت رابطه‌ی (19) محاسبه می‌شود:

$$R_{mt} = \frac{TEPIX_t - TEPIX_{t-1}}{TEPIX_{t-1}} \times 100 \quad (19)$$

در این رابطه $TEPIX_t$ نشانگر نشان‌دهنده‌ی شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران در روز t ام است.

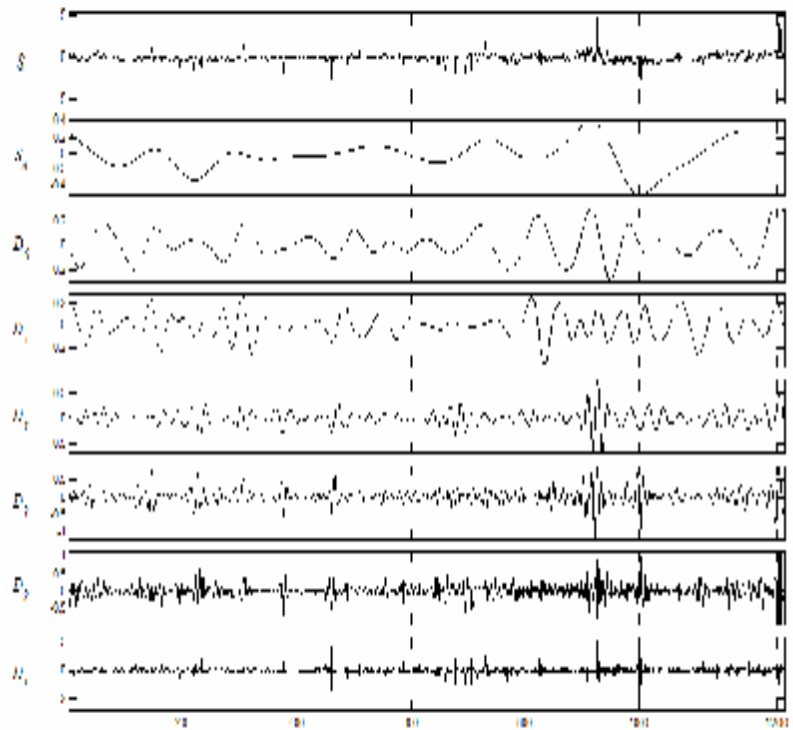
5- تجزیه و تحلیل نتایج

هنگامی که سری زمانی در J مقیاس تجزیه می‌شود، اگر داده‌ها به صورت روزانه باشند، مقیاس موجک به این صورت است که مقیاس یک، نوساناتی ($D_1(t)$) با دینامیک 2 تا 4 روزه، مقیاس دو، نوساناتی ($D_2(t)$) با دینامیک 4 تا 8 روزه، مقیاس سه، نوساناتی ($D_3(t)$) با دینامیک 8 تا 16 روزه و ... و مقیاس J نوساناتی ($D_J(t)$) با دینامیک 2^J تا 3^J روزه را نشان می‌دهند. بدین ترتیب، پس از کسر نوسانات در J مقیاس مختلف از سری زمانی اصلی، در مقیاس J ، $S_J(t)$ به دست می‌آید که نوسانات سری زمانی مذکور را در دینامیک‌های بالاتر از 3^J روزه و روند سری زمانی مذکور را نشان می‌دهد. از آنجا که داده‌ها به صورت روزانه است، بتای هر سهام تنها برای 6 مقیاس محاسبه می‌شود؛ زیرا داده‌های تحقیق 5 ساله هستند و مقیاس 7، نه تنها شامل نوسانات $D_7(t)$ (با دینامیکی تقریباً یک

⁵⁰ Tehran Exchange Price Index

ساله) است، بلکه شامل $S_7(t)$ (با دینامیکی بالاتر از یک ساله) نیز هست. بنابراین، هنگام تجزیه سری زمانی، نمی‌توان $D_7(t)$ را از $S_7(t)$ جدا کرد (جنسای، سلکک و وایتچر، 2002). با استفاده از موجک مرتبه هشت دابچیس، یک تبدیل موجک چند تحلیلی از شش مقیاس از نوسانات روزانه بازده پرتوفولیوی بازار (R_{mt})، به صورت شکل (1) محاسبه شده است:

شکل 1: تبدیل موجک سطح 6 برای بازدهی روزانه پرتوفولیوی بازار



مأخذ: محاسبات محقق

در شکل (1)، S_6 نوسانات روزانه بازده پرتوفولیوی بازار را نشان می‌دهد که پس از تجزیه در شش مقیاس مختلف، روند بلند مدت آن به صورت S_6 محاسبه شده است. بر این اساس، برای بررسی اثر نوسانات بازده پرتوفولیوی بازار بر روی نوسانات سهام در مقیاس‌های زمانی مختلف، با استفاده از موجک مرتبه‌ی هشت دابچیس، یک تبدیل موجک چند تحلیلی از شش مقیاس از نوسانات روزانه بازده هر سهم (R_{it}) نیز محاسبه شده است و سپس واریانس

موجک نوسانات بازده روزانه پرتوفولیوی بازار و کواریانس موجک بین نوسانات بازده روزانه پرتوفولیوی بازار و نوسانات روزانه‌ی یک سهام خاص، در هر یک از مقیاس‌ها محاسبه و در نهایت با استفاده از رابطه‌ی (17)، بتای سهام خاص در آن مقیاس محاسبه می‌شود (جنسای، وایتچر و سلکک، 2003). نتایج محاسبات در جدول (1) ارائه شده است.

جدول 1: تخمین بتا در نوسانات مقیاس‌های زمانی مختلف

مقیاس 1	مقیاس 2	مقیاس 3	مقیاس 4	مقیاس 5	مقیاس 6	
1/1208	0/9004	1/6136	0/5908	0/9433	0/6727	سیمان سپاهان
0/5321	0/0248	0/4084	0/577	1/2824	0/2301	سیمان تهران
0/5501	0/6916	0/6556	0/8223	0/9139	0/2762	سایپا
-0/0153	0/5981	0/4326	0/2833	0/4819	0/3578	فولاد امیر کبیر
0/1113	-0/0279	0/2956	0/1678	0/4157	0/9810	نفت پارس
0/4024	0/4483	0/6859	0/4418	0/5539	0/5886	سرمایه‌گذاری پتروشیمی
0/9894	1/1412	0/6056	1/2987	1/0551	0/5971	سرمایه‌گذاری بانک ملی
1/0698	1/0502	1/1288	1/0111	0/8221	0/605	توسعه صنایع بهشهر
0/2847	0/0001	0/6805	0/1604	0/5363	0/7286	الکترونیک خودرو
0/3435	0/8688	0/7730	-0/013	1/1493	0/4612	پتروشیمی اراک
0/9512	0/1397	0/3941	0/0253	0/7071	0/0515	سایپا دیزل
0/0411	-0/275	0/3001	-0/068	0/2826	0/0615	پارس دارو
1/2534	0/7573	1/3417	0/349	0/7248	-0/001	بانک اقتصاد نوین
0/31	0/4718	0/1882	-0/9189	0/0434	-0/1624	بانک کار آفرین
0/13	-0/0785	-0/0468	-0/2704	0/8658	0/6589	پاکسان

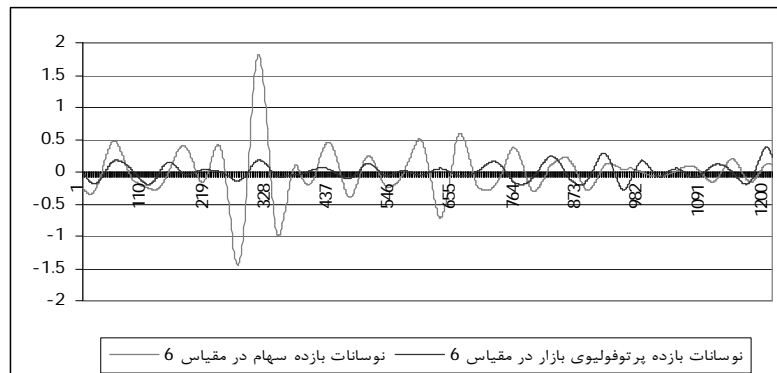
مأخذ: محاسبات محقق.

در جدول (1) اثر نوسانات بازده پرتوفولیوی بازار بر روی نوسانات بازدهی سهام، در مقیاس‌های مختلف، در اکثر موارد مثبت بوده است و بسته به نوع سهام می‌تواند در بعضی از مقیاس‌های بزرگتر و در بعضی کوچکتر باشد. نتایج جدول (1) استدلال‌های جالبی را برای تصمیمات سرمایه‌گذاران بورس اوراق بهادار تهران خواهد داشت، به طوری که مطالعه و مقایسه‌ی رفتار مالی در مقیاس‌های زمانی مختلف، رفتار سرمایه‌گذاری روزانه، کوتاه مدت و بلند مدت مفصلی را ارائه می‌دهد. با توجه به اینکه رفتار تجاری روزانه با افق سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت، بیشتر تغییرات

سریع در نوسانات روزانه و کوتاه‌مدت بازار سرمایه و رفتار تجاری بلندمدت با افق سرمایه‌گذاری بلندمدت (مثلاً رفتار نهادهای مالی بزرگ)، بیشتر نوسانات بلندمدت در حرکت بازار سرمایه‌ی را در نظر می‌گیرند، سرمایه‌گذاران باید بسته به میزان ریسک‌پذیری یا ریسک‌گریزی و افق سرمایه‌گذاری خود در مورد تخصیص منابع خود در بورس اوراق بهادار تهران تصمیم‌گیری کنند، به عنوان مثال، شرکت سیمان تهران با وجود ریسک سیستماتیک بزرگتر سرمایه‌گذاری در مقیاس تصمیم‌گیری دو تا چهار روزه نسبت به شرکت پاکسان، در مقیاس تصمیم‌گیری 128 تا 256 روزه ریسک سیستماتیک سرمایه‌گذاری کوچکتر دارد. بنابراین، برای افراد ریسک‌پذیر، سهام شرکت سیمان تهران در افق کوتاه مدت و شرکت پاکسان در افق بلندمدت جذابیت بیشتری برای سرمایه‌گذاری خواهد داشت.

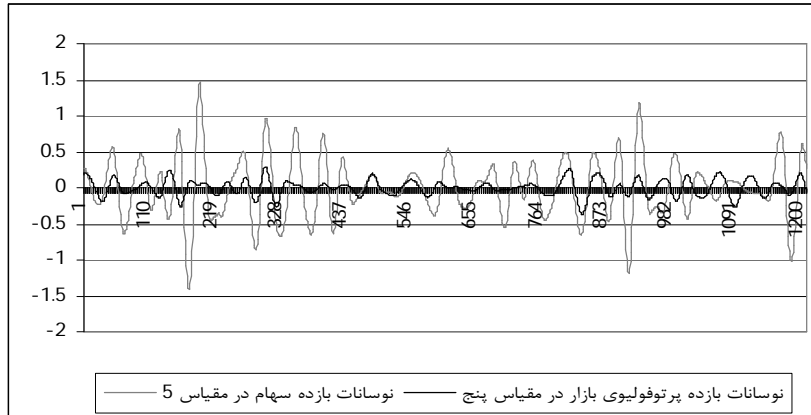
در شکل (2) رابطه مثبت نوسانات بازده پرتوفولیوی بازار و نوسانات بازده سهام نفت پارس، در مقیاس 6 (با دینامیک 64 تا 128 روزه) مشخص است.

شکل 2: نوسانات بازده سهام نفت پارس و نوسانات بازده پرتوفولیوی بازار ($D_6(t)$)



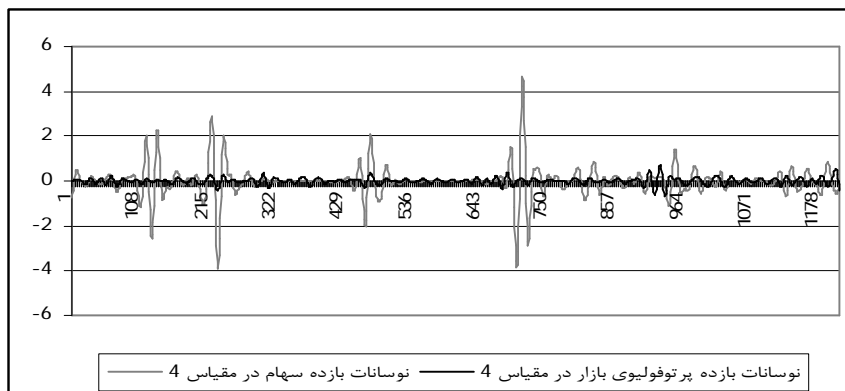
مأخذ: محاسبات محقق

در شکل (3) رابطه‌ی مثبت بین نوسانات بازدهی پرتوفولیوی بازار و نوسانات بازده سهام سیمان تهران در مقیاس 5 (با دینامیک 32 تا 64 روزه) مشخص است.

شکل 3: نوسانات بازده سهام سیمان تهران و نوسانات بازدهی پرتوفولیوی بازار ($D_5(t)$)

مأخذ: محاسبات محقق.

در شکل (4) رابطه‌ی مثبت بین نوسانات بازده پرتوفولیوی بازار و نوسانات بازدهی سهام سرمایه‌گذاری بانک ملی در مقیاس 4 (با دینامیک 16 تا 32 روزه) مشخص است.

شکل 4: نوسانات بازده سهام سرمایه‌گذاری بانک ملی و نوسانات بازده پرتوفولیوی بازار ($D_4(t)$)

مأخذ: محاسبات محقق.

این مشاهدات نتایج اولیه را تأیید می‌کند که در مقیاس‌های پایین‌تر، به علت دینامیک‌های ریزتر، امکان مقایسه‌ی دیداری وجود ندارد. پس از کسر نوسانات در شش مقیاس مختلف از سری زمانی اصلی، $S_6(t)$ به دست می‌آید و سری زمانی اصلی را تنها با نوساناتی دارای دینامیک‌های بالاتر از

128 روزه نشان می‌دهد. در حقیقت این سری نشان دهنده‌ی روند سری زمانی مذکور در بلندمدت است. بنابراین، به منظور بررسی رابطه‌ی بلندمدت بازده پرتوفولیوی بازار و بازده سهام، بتای سهام برای سری صاف شده‌ی $(S_6(t))$ بازده پرتوفولیوی بازار و سری صاف شده‌ی $(S_6(t))$ بازده سهام، در جدول (2) محاسبه شده است.

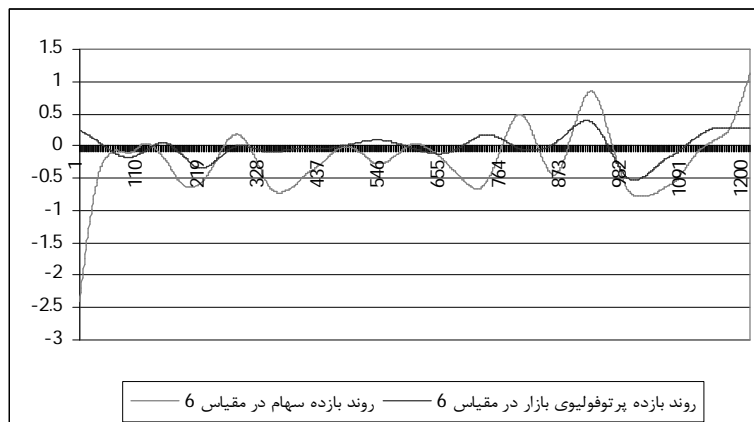
جدول 3: تخمین بتا، در نوسانات با دینامیک‌های بلندمدت

شرکت	بتا	شرکت	بتا	شرکت	بتا
سیمان سپاهان	1/078	سرمایه‌گذاری پتروشیمی	0/199	سایپا دیزل	0/602
سیمان تهران	0/939	سرمایه‌گذاری بانک ملی	0/57	پارس دارو	0/462
سایپا	0/114	توسعه صنایع بهشهر	0/855	بانک اقتصاد نوین	1/052
فولاد امیرکبیر	0/68	الکترونیک خودرو	0/035	بانک کار آفرین	0/476
نفت پارس	0/311	پتروشیمی اراک	0/762	پاکسان	0/451

مأخذ: محاسبات محقق.

همان طور که مشاهده می‌شود، تخمین بتا در دینامیک‌های بلندمدت، دارای نوساناتی با دینامیک بالاتر از 128 روزه، برای همه‌ی شرکت‌ها مثبت است و این نشان دهنده‌ی مثبت بودن رابطه‌ی روند بازده پرتوفولیوی بازار و روند بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران است. در شکل (5) رابطه‌ی مثبت بین روند بازده پرتوفولیوی بازار و روند بازده سیمان سپاهان، در نوساناتی با دینامیک‌های بلند مدت مشخص است.

شکل 5: روند بازده سهام سیمان سپاهان و روند بازدهی پرتوفولیوی بازار ($S_6(t)$)



مأخذ: محاسبات محقق.

با استفاده از رابطه‌ی (15) و بتاهای به دست آمده، می‌توان میانگین صرف ریسک بازار را در هر مقیاس به دست آورد. بنابراین، در بررسی دیگر، ارتباط بین میانگین صرف ریسک سهام و بتای متناظرش در مقیاس‌ها مختلف، در جدول (3) نشان داده شده است. این جدول، تخمین OLS میانگین صرف ریسک سهام (متغیر وابسته) را نسبت به بتای سهام (به عنوان متغیر مستقل)، در مقیاس‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد.

جدول 3: تخمین OLS میانگین صرف ریسک سهام بر روی بتای سهام در مقیاس‌های مختلف

مقیاس	عدد ثابت	آماره t	شیب	آماره t	R^2
نوسانات درمقیاس 1	-0/0535	-1/96	-0/0861	-2/24	0/26
نوسانات درمقیاس 2	-0/0676	-2/75	-0/0722	-1/84	0/21
نوسانات درمقیاس 3	-0/05	-1/66	-0/079	-2/01	0/24
نوسانات درمقیاس 4	-0/0784	-4/19	-0/0722	2/32	0/29
نوسانات درمقیاس 5	-0/0382	-0/89	-0/0858	-1/57	0/16
نوسانات درمقیاس 6	-0/0635	-2/29	-0/0781	-1/69	0/18
روند در مقیاس 6	-0/072	-1/84	-0/048	-0/81	0/05

مأخذ: محاسبات محقق.

نتایج نشان می‌دهد که در سطح 10 درصد، شیب در مقیاس 1 تا 4 معنادار است. بنابراین، مدل $CAPM$ یک تجلی چند مقیاسه است و دوره‌های کوتاه‌مدت و

میان‌مدت، در توضیح ارتباط بین بازده سهام و بتای آن در بورس اوراق بهادار تهران مناسب‌تر است. بر این اساس، می‌وان نتیجه گرفت:

1. در تحقیقی که فرناندز (2006) به منظور محاسبه‌ی ریسک سیستماتیک 24 سهام از بورس سنتیاگو انجام داد، به این نتیجه رسید که مدل *CAPM* تنها دوره‌های میان‌مدت را حمایت می‌کند. از سویی دیگر در تحقیق رهیمن، بن‌امو و بن‌میروک (2007) نشان داده شد که در مقیاس کوتاه مدت و بلندمدت، رابطه‌ی بین بازده اضافی سهام و سطح ریسک سیستماتیک شدیدتر است. به طوری که بازار سهام فرانسه در کوتاه‌مدت و بلندمدت کارا تر است. بر این اساس، بورس اوراق بهادار تهران از بورس سنتیاگو و فرانسه متفاوت است. نتیجه‌ی حاصل از مدل *CAPM* با مقیاس‌های مختلف بیان می‌کند که به علت وجود رابطه‌ی بین بازده اضافی سهام و سطح ریسک سیستماتیک در مقیاس زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، بورس اوراق بهادار تهران در افق‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت کارا تر است، به طوری که سرمایه‌گذاری بلند مدت در بورس اوراق بهادار تهران، متأثر از عواملی است که منجر به نقض فروض مدل *CAPM* می‌شود، به عنوان مثال، نقص فروض مربوط به بازار کارا (اطلاعات متقارن، بدون اصطکاک، رقابت کامل و ...) منجر به ناکارآمدی بورس اوراق بهادار تهران در سرمایه‌گذاری با افق‌های بلندمدت شده است. بر این اساس، توصیه می‌شود که در جهت کارآمدی بورس اوراق بهادار تهران در سرمایه‌گذاری‌هایی با افق بلندمدت، مشکلات فوق حل شود.

2. متأسفانه یکی از مشکلات عمده‌ی بازار سرمایه‌ی اکثر کشورهای دارای اقتصاد نوظهور، مناسب نبودن تخصیص منابع مالی است. در حال حاضر بازار سرمایه ایران نیز دارای چنین وضعیتی است؛ رفع چنین مشکلی، مستلزم شناخت فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری با استفاده از ابزارهایی با دقت بیشتر، برای پیش‌بینی متغیرهای ضروری تصمیم‌گیری است. بر اساس پیش‌بینی، مدل *CAPM* چند مقیاسه در تبیین ارتباط بین بازده سهام و بتای آن در افق‌های سرمایه‌گذاری با دینامیک 2 تا 32 روزه معنادارتر بوده و بخش اعظم تأثیر بازار بر روی قیمت‌های انفرادی در نوسانات مقیاس‌های 1 تا 4 را نشان می‌دهد. بنابراین، با توجه به پیش‌بینی، مدل *CAPM* در توضیح ارتباط بین بازده سهام و بتایش و تعیین بازده انتظاری سرمایه‌گذاران در افق‌های سرمایه‌گذاری بلندمدت (بالا تر از 32 روز) در بورس اوراق بهادار تهران، پیش‌بینی معنی‌داری و قابل اطمینانی

نخواهد بود. از این رو، پیشنهاد می‌شود که سرمایه‌گذاران به منظور تخصیص منابع مالی خود، پیش‌بینی مدل فوق را تنها برای مقیاس‌های سرمایه‌گذاری با افق کوتاه‌مدت و میان‌مدت در نظر بگیرند.

6- نتیجه‌گیری

بر اساس مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) صرف ریسک دارایی فردی برابر با صرف ریسک بازار در بتای آن است. بتا درجه‌ی ارتباط بین بازده دارایی و بازده پرتوفولیوی بازار را اندازه‌گیری می‌کند. در این مطالعه روش موجک به عنوان یک تکنیک آنالیز جدید در بخش مالی، با تمرکز بر روی تخمین CAPM در مقیاس‌های زمانی مختلف، برای بورس اوراق بهادار تهران مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج این تحقیق، ارتباط بین ریسک و بازدهی در بازار بوررس اوراق بهادار تهران در مقیاس 1 تا 4 (2 تا 32 روزه) با معنا است. همچنین، نتایج نشان داد که پیش‌بینی CAPM برای بورس اوراق بهادار تهران، در یک چارچوب چند مقیاسه، در افق کوتاه‌مدت و میان‌مدت مناسب‌تر است. بنابراین، بورس ایران از بورس فرانسه و سنتیاگو متفاوت است. بر این اساس، پیش‌بینی مدل CAPM در توضیح ارتباط بین بازده سهام و بتای آن و تعیین بازده انتظاری سرمایه‌گذاری در افق‌های سرمایه‌گذاری بلندمدت (بالتر از 32 روز) بورس اوراق بهادار تهران، پیش‌بینی معنی‌دار و قابل اطمینانی نخواهد بود؛ به علاوه، نتیجه حاصل از مدل CAPM چند مقیاسه نشان داد که رفتار سرمایه‌گذاری بلندمدت در بورس اوراق بهادار تهران متأثر از عواملی است که منجر به نقض فروض مدل CAPM می‌شود. به عنوان مثال، نقض فروض مربوط به بازار کارا (اطلاعات متقارن، بدون اصطکاک، رقابت کامل و ...) منجر به ناکارآمدی بورس اوراق بهادار تهران در سرمایه‌گذاری با افق‌های بلندمدت شده است. بر این اساس، توصیه می‌شود که برای کارآمدی بورس اوراق بهادار تهران، مشکلات فوق برای سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت رفع شود.

فهرست منابع:

- راعی، رضا و امیر رضا خسروی. (1386). تبیین مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه‌ای با رویکرد ریسک نامطلوب در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهشنامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی، 7(26): 45-62.
- صمدی، سعید، زهرا نصراللهی و امین زاهد مهر. (1386). آزمون کارایی و وجود حباب قیمت در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از قاعده‌ی فیلتر و الگوی CAPM. بررسی‌های اقتصادی (اقتصاد مقدراری)، 4(4): 91-113.
- محمدی، شاپور، حسین عباسی نژاد و سید روح اله میرصانعی. (1386). بررسی روش‌های مختلف تخمین بتا در بورس اوراق بهادار تهران. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، 14(47): 3-38.

Black, F., M.C. Jensen & M. Scholes. (1972). The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests in Jensen. M.C. (ed) Studies in the theory of Capital. New York: Praeger.

Black, F. (1972). Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing. Journal of Business. July, 3(45): 444-55.

Cifter, A. & A. Ozun. (2007). Multiscale Systematic Risk: An Application on ISE 30. MPRA Paper 2484, University Library of Munich: Germany.

Cifter, A. & A. Ozun. (2008). A Signal Processing Model for Time Series Analysis: The Effect of International F/X Markets on Domestic Currencies Using Wavelet Networks. International Review of Electrical Engineering, 3: 580-591.

Cohen, K., G. Hawawin, S. Mayer, R. Schwartz & D. Witcomb. (1986). The Microstructure of Securities Markets. Prentice-Hall: Sydney.

Conlon, T., M. Crane & H. J. Ruskin. (2008). Wavelet Multiscale Analysis for Hedge Funds: Scaling and Strategies. Physica A, 387: 5197-5204.

DiSario, R., H. Saroglu, J. McCarthy & H. Li. (2008). Long Memory in the Volatility of an Emerging Equity Market: The Case of Turkey. International Markets Institutions and Money, 18: 305-312.

Fama, E. & J. MacBeth. (1973). Risk, Return and Equilibrium: Empirical tests. Journal of Political Economy, 81: 607-636.

Fernandez, V. (2006). The CAPM and Value at Risk at Different Time-Scales. International Review of Financial Analysis, 15: 203-219.

Galagedera, Don U.A. (2007). A Review of Capital Asset Pricing Models. Managerial Finance, 33: 821-832.

- Gençay, R., F. Selçuk & B. Whitcher. (2002). An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics. Academic Press, San Diego.
- Gençay R., B. Whitcher & F. Selçuk. (2003). Systematic Risk and Time Scales. *Quantitative Finance*, 3: 108-116.
- Gençay R., B. Whitcher & F. Selçuk. (2005). Multiscale Systematic Risk. *Journal of International Money and Finance*, 24: 55-70.
- Graps, A. (1995). An Introduction to Wavelets. *IEEE Computational Sciences and Engineering*, 2(2): 50-61.
- Handa P., S.P. Kothari & C. Wasley. (1989). The Relation Between the Return Interval and Beta: Implications for Size-Effect. *Journal of Financial Economics*, 23: 79-100.
- Handa P., S.P. Kothari & C. Wasley. (1993). Sensitivity of Multivariate Tests of the CAPM to the Return Measurement Interval. *Journal of Finance*, 48: 1543-1551.
- Ho, Y. W., R. Strange & J. Piesse. (2000). CAPM Anomalies and the Pricing of Equity: Evidence from the Hong Kong Market. *Applied Economics*, 32: 1629-1636.
- In, F. & S. Kim. (2006). The Hedge Ratio and the Empirical Relationship between the Stock and Futures Markets: A New Approach Using Wavelet Analysis. *Journal of Business*, 79: 799-820.
- In, F. & S. Kim. (2007). A Note on the Relationship between Fama-French Risk Factors and Innovations of ICAPM State Variables. *Finance Research Letters*, 4: 165-171.
- In, F., S. Kim, V. Marisetty & R. Faff. (2008). Analysing the Performance of Managed Funds Using the Wavelet Multiscaling Method. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 31: 55-70.
- Kothari, S., J. Shanken & R. G. Sloan. (1995). Another Look at the Cross-Section of Expected Returns. *Journal of Finance*, 50: 185-224.
- Kothari, S. & J. Shanken. (1998). On Defense of Beta. J. Stern, and D. Chew, Jr. (Eds.), *The Revolution in Corporate Finance*, 3e, Blackwell Publishers Inc: 52-57.
- Lintner, J. (1965a). Security Prices and Maximal Gains from Diversification. *Journal of Finance*, 20: 587-615.
- Lintner, J. (1965b). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *The Review of Economics and Statistics*, 47: 13-37.
- Lynch, P. E. & G. O. Zumbach. (2003). Market Heterogeneities and the Causal Structure of Volatility. *Quantitative Finance*, 3: 320-331.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, 7: 77-91

- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometrica*, 34: 768-783.
- Ozgonenel, O., G. Onbilgin & C. Kocaman. (2004). Wavelets and Its Applications of Power System Protection. *Gazi University Journal of Science*, 17: 77-90.
- Perold, A. (2004). The Capital Asset Pricing Model. *Journal of Economic Perspectives*, 18: 3-24.
- Percival, D. B. & A. T. Walden. (2000). *Wavelet Methods for Time Series Analysis*. Cambridge University Press, NY.
- Rhaim, R., S. Ben Ammou & A. Ben Mabrouk. (2007). Estimation of the Systematic Risk at Different Time Scales: Application to French Stock Market. *International Journal of Applied Economics and Finance*, 1(2): 79 - 87.
- Sharpe, W. F. & G. M. Cooper. (1972). Risk-Return Clases of New York Stock Exchange Common Stocks 1931-1967. *Financial Analysts Journal*, 28: 46-52
- Sharpe, W.F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk. *Journal of Finance*, 19 (3): 425-442.
- Xiong, X., X. Zhang, W. Zhang & C. Li. (2005). Wavelet-Based Beta Estimation of China Stock Market. *Proceedings of 4. International Conference on Machine Learning and Cybernetic, Guangzhou. IEEE: 0-7803-9091-1*
- Yamada, H. (2005). Wavelet-based Beta Estimation and Japanese Industrial Stock Prices. *Applied Economics Letters*, 12: 85-88.