

بررسی زمان مقیاس مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه‌ای از طریق تبدیل موجک

غلامرضا اسلامی بیدگلی^۱، حسین عبده تبریزی^۲، شاپور محمدی^۳، شهاب‌الدین شمس^۴*

۱. عضو هیات علمی دانشگاه تهران، ایران

۲. دکترای مدیریت مالی، انگلیس

۳. عضو هیات علمی دانشگاه تهران، ایران

۴. دکترای مدیریت مالی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۲۴، تاریخ تصویب: ۱۳۸۷/۶/۲۰)

چکیده

این مقاله به بررسی امکان توصیف بهتر هم تغییری بازده بازار و بازده سهام شرکت‌های فعال در بورس‌های ایران و هفت کشور دنیا و پرداختن به مدل قیمت گذاری دارایی سرمایه‌ای با استفاده از رویکرد تبدیل موجک پرداخته است. در این راستا داده‌های مربوط به شاخصهای بورس‌های اوراق بهادار تهران، سئول، هنگ کنگ، بوئس آیرس، مکزیکوسیتی، وین، لندن، نیویورک، نزدک، و شاخص‌های بین‌الملل نیویورک، شاخص S&P100 و شاخص S&P500 و مولفه‌های آنها استخراج شده و جزییات آنها توسط سطوح مختلف موجک‌های هار، دابشیز، سیملت و کواپفلتر استخراج گردیده و بتاها و معناداری بتاها استخراج گردید نتایج نشان می‌دهد که بتاهای استخراج شده با استفاده از موجک نسبت به حالت به طور معناداری بیشتر است از طرفی کارایی کاربرد توابع مختلف تبدیل موجک یکسان است. ولی سطوح بالاتر که مبین زمان مقیاس‌های طولانی‌تر هستند معنادارتر و کارآتر می‌باشند. کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف برای شاخص‌های مختلف یکسان نیست و بازارهای مختلف در زمان مقیاس‌های متفاوتی بهتری کارایی را ارائه می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: موجک، زمان مقیاس، بتا، تحلیل چند نمایشی

۱. مقدمه

«مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» شارپ (۱۹۶۴) و لینتر (۱۹۶۵) بسیار مورد توجه پژوهشگران، دانشگاهیان و حرفه‌ای‌ها در حیطه‌های مختلف مالی و بازار سرمایه می‌باشد. این مدل در شکل ساده خود بیان می‌کند که بازده اضافی یک سهم باید نسبتی از بازده اضافه بازار باشد. حاصل این نسبت به عنوان ریسک سیستماتیک یا بتای دارایی شناخته می‌شود. آنچه در بررسی سیر تکاملی مطالعات بر روی «مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» خودنمایی می‌کند تغییر رویکرد محققین به مفاهیم پایه‌ای مدل و کاربردهای مختلف این مدل از یک مدل هنجاری صرف برای اندازه‌گیری عملکرد پرتفولیو و قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای تا سنجش کارآیی پورتفوی بازار به عنوان شاخص مناسب می‌باشد و آنچه که به نظر می‌رسد در این بین کمتر مورد توجه قرار گرفته است استفاده از روش‌های ریاضی پیشرفته‌تر در راستای دستیابی به نتایج با اعتبار بیشتر است. در واقع تغییر رویکردها سبب تغییر مدل‌ها شده و از مدل‌های توسعه‌یافته‌تر نظیر «آرچ»^۱ و «گارچ»^۲ و یا آزمون‌های جدیدتر مانند دیکی فولر برای بررسی ریشه واحد جایگزین رگرسیون مبتنی بر معادله میانگین و آزمون‌های ساده مانایی سری‌های زمانی مانند تابع خود همبستگی شده است. اما شاید بتوان گفت روند توسعه استفاده از تکنیک‌های پیشرفته ریاضی کندتر از روند توسعه مفاهیم پایه‌ای مدل بوده است. مسئله اصلی این تحقیق، بررسی امکان توصیف بهتر هم‌تغییری بازده بازار و بازده سهام شرکت‌های فعال در بورس‌های ایران و هفت کشور دنیا و پرداختن به مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای با استفاده از رویکرد تبدیل موجک می‌باشد. در واقع می‌توان بیان داشت که مسئله اصلی این تحقیق بررسی امکان تبیین معنادارتر هم‌تغییری بازده بازار و بازده سهام از طریق استخراج جزئیات و مؤلفه‌های فراوانی موجود در سری‌ها در زمان مقیاس‌ها^۳ و نمایش‌های^۴ مختلف در بازار ایران و چند بازار خارجی است. در این مقاله ابتدا ادبیات تحلیل موجک بطور خلاصه تشریح شده و سپس سوابق تحقیقات انجام شده در ایران و جهان ارایه می‌گردد و در نهایت جامعه آماری و نمونه تشریح شده و نتایج آزمون فرضیات و نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارایه می‌گردد.

-
1. ARCH
 2. GARCH
 3. Time Scales
 4. Resoloution

۲. تحلیل موجک

«موجک» در لغت به معنی موج کوچک است. [۱۴] بسیاری از پدیده‌های آماری، ساختاری موجکی دارند. لغت «موجک» در ریاضیات برای مشخص کردن یک نوع از پایه‌های یکا متعامد^۱ در فضای L_2 با خاصیت تقریب زندگی بسیار دقیق بکار می‌رود. نظریه موجک در سال‌های پایانی دهه ۱۹۸۰ توسط می‌یر؛ دابشیز و مالات معرفی شده، توسعه یافت. [۲] از لحاظ ماهیت تفاوت بین موج سینوسی معمولی و یک موجک در ویژگی‌های موضعی^۲ آنهاست. موج سینوسی از نظر تعداد و فراوانی دوره‌ها موضعی شده است ولی از نظر زمانی موضعی نیست در حالی که موجک هم از نظر فراوانی و هم زمانی موضعی شده است. نکته قابل توجه اینکه سری‌های زمانی اقتصادی و مالی نیازی به پیروی از یک رابطه یکسان به عنوان تابعی از افق زمانی (مقیاس) ندارند. بنابراین یک تبدیل که فرآیند را به چند افق زمانی تجزیه کند آن را به شکلی در می‌آورد که دوره‌های تکرار^۳، گروه‌ها و طبقات نوسان‌پذیر و ساختارهای جهش و ویژگی‌های عمومی و موضعی پویایی فرآیند متفاوت می‌شود. موجک‌ها توابع ریاضی هستند که داده‌ها را به اجزاء فراوانی (فرکانس)^۴ تفکیک کرده و هر جزء را با نمایش^۵ متناسب با مقیاس آن جزء مطالعه می‌کنند [۲۰]. البته در اقتصاد و اقتصادسنجی تحلیل سری‌های زمانی بیشتر در دامنه زمان^۶ بجای دامنه فرکانس^۷ انجام می‌شود در حالیکه در رشته‌هایی مانند برق تحلیل در دامنه فرکانس مرسوم است [۵]. موجک‌ها دارای جنسیت هستند موجک پدر معمولاً با ϕ و موجک مادر با نماد ψ نمایش داده می‌شود که بصورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\phi_{j,k}(t) = S^{-\frac{j}{2}} \phi\left(\frac{t - S^j k}{S^j}\right)$$

$$\psi_{j,k}(t) = S^{-\frac{j}{2}} \psi\left(\frac{t - S^j k}{S^j}\right)$$

-
1. Orthonormal Bases
 2. Localize
 - 3 Cycles
 4. Frequency component
 5. Resolution
 6. Time domain
 7. Frequency domain

همانطور که ملاحظه می‌گردد پارامتر مقیاس S نقش تحلیل موجک را از تحلیل فوریه متمایز می‌سازد [۱۵]. تغییر دامنه دید را تغییر داده و می‌تواند تحلیل را از کلی به موضعی و برعکس تغییر دهد. موجک پدر انتگرالی برابر با یک و موجک ما در انتگرال صفر دارد. موجک پدر بخش هموار، روند (فرکانس پایین) سیگنال، و موجک ما در بخش‌های جزئی (فرکانس بالا) را نشان می‌دهد. توابع ψ و ϕ می‌توانند اشکال مختلف از جمله هار^۱، کلاه مکزیکی^۲، سیملت^۳، کوایفلت^۴، دابشیز^۵، مورلت^۶، و ... داشته باشد. تبدیل موجک موجک یک تابع مانند f می‌تواند بوسیله معادله ذیل نمایش داده شود.

$$W_{\psi} f(j, k) = 2^{-\frac{j}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi \left(2^{-\frac{j}{2}} t - k \right) dt$$

حال می‌توان رابطه‌ای بین سری‌های زمانی و نمایش موجک آن برقرار نمود. هر سری مانند $y(t)$ بصورت ذیل قابل نمایش است:

$$y(t) = \sum_k S_{j,k} \phi_{j,k}(t) + \sum_k d_{j,k} \psi_{j,k}(t) + \sum_k d_{j-1,k} \psi_{j-1,k}(t) + \dots + \sum_k d_{1,k} \psi_{1,k}(t)$$

که در عبارت فوق $j=1, 2, \dots, J$ و J حداکثر مقیاس مورد نظر است.

در حقیقت در تبدیل موجک نیز به مانند تبدیل فوریه یک تابع یا سری زمانی بصورت مجموعه‌ای از جملات با توابع پایه موجک بیان می‌شود با این تفاوت که توابع موجک به مانند سینوس و کسینوس نبوده و دربرگیرنده پارامتر مقیاس هستند.

۳. کاربرد موجک در حوزه مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای

برخی از مطالعات به شکلی ویژه و بی‌شکلی زمان مقیاس در نظر گرفته‌اند. بعنوان مثال مطالعه فاما و فرنچ بتا را با بازدهی ماهانه ارزیابی کردند، در حالیکه کوتاری، شنکن و اسلون، بتا را با استفاده از بازدهی سالانه محاسبه نمودند. این محققین پی بردند که رابطه بین نرخ بازدهی و نسبت «ارزش دفتری به ارزش بازار» احتمالاً برای این چارچوب زمانی موقتی باشد و احتمالاً در دروه طولانی‌تر معنی‌دار نباشد. [17] مطالعات در مورد تأثیر اختلاف بازه

-
1. Haar wavelet
 2. Mexican hat
 3. Symmlet
 4. Coiflet
 5. Daubechi
 6. Morlet

تخمین‌های بتا اهمیت مسأله زمان مقیاس را نشان داد. یک مطالعه قدیمی که توسط لوهاری و لوی در سال ۱۹۷۷ انجام شد نشان داد که اگر تحلیل‌گر افق زمانی کوتاه‌تر از افق زمانی که سرمایه‌گذاران در تصمیمات خود تلویحاً در نظر می‌گیرند را مد نظر قرار دهد، بتای تخمین زده شده تورش خواهد داشت [۱۸]. فاما در سال‌های ۱۹۸۱ و ۱۹۸۰ شواهدی بدست آورد که اثر متغیرهای کلان در توضیح قیمت‌های سهام با افزایش طول زمان افزایش می‌یابد [۷]. هاندا و دیگران در سال ۱۹۸۹ نشان دادند که با در نظر گرفتن بازده در فواصل زمانی مختلف، بتاهای مختلف تخمین زده می‌شود. در کاری مشابه، هاندا و دیگران در سال ۱۹۹۳ توانستند با استفاده از داده‌های ماهانه «مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» رد کنند و نتوانستند بتا را در استفاده از داده‌های سالانه رد کنند [۱۳]. کاهن و دیگران در سال ۱۹۸۶ شواهدی ارایه داد که تخمین بتا به فاصله زمانی در نظر گرفته شده برای بازده متفاوت است [۱۷]. بریلز فورد و فاف در سال ۱۹۷۷ با مطالعه «مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» در بازار استرالیا با استفاده از مدل گارچ شواهدی در تأیید مدل «مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» را بر بازده‌های هفتگی و ماهانه و بویژه هفتگی ارایه دادند. بازده روزانه در آن مطالعه حمایت‌کننده «مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» نبود [۴]. هاواینی در سال ۱۹۸۳ مدلی برای بیان تأثیر زمان مقیاس بازده در تخمین بتا ارایه کرد که به دنبال آن تحقیقاتی نظیر تحقیقات هاروی در سال ۱۹۸۹ با تأکید بر ثبات بتا در طول زمان و پس از آن بلک در سال ۱۹۹۸ با تأکید بر محدودیت قرض گرفتن، گارسیا و گیسلسز در سال ۱۹۹۸ با تأکید بر تأثیر تغییرات ساختاری و تغییرات رژیم‌ها تأثیر بازار جهانی [۸] و بکارت و هاروی در سال ۱۹۹۷ با تأکید بر نوسان‌پذیری [۳] و لوهاری و لوی در سال ۱۹۹۷ با تأکید بر افق‌های زمانی سرمایه‌گذاران انجام شد. جن کی و دیگران در سال ۲۰۰۱ یک چارچوب کلی برای قضیه اساسی فیلتر کردن موجک در زمینه سری‌های زمانی اقتصادی مالی ارایه کردند [۹]. آنها تشریح کردند که مفاهیمی نظیر نامانایی، چند نمایشی و همبستگی زدایی تقریبی^۱ از فیلترهای موجک بدست می‌آید. فیلتر کردن موجک یک چارچوب طبیعی ارایه می‌کند که در آن مشخصه‌های تغییرات زمانی^۲ که در اکثر سری‌های زمانی وجود دارد بررسی می‌شود و همچنین مفروضات مانایی موردنیاز

1. Approximate Decorrelation
2. Time Varying

نمی‌باشند. جن کی و دیگران در کار دیگری در سال ۲۰۰۱ یک روش ساده برای استخراج سیکل‌های بین روز ارایه کردند که نیاز به انتخاب پارامترهای مدل ندارد. متدولوژی آنها بر پایه یک رویکرد چند مقیاسی موجک است که فشردگی را در قالب مؤلفه‌هایی که فراوانی و بر فراوانی تجزیه می‌کند [۱۰]. آنها در کار دیگری در سال ۲۰۰۱ به بررسی ویژگی‌های مقیاس‌بندی نوسان‌پذیری ارز از طریق تجزیه چندمقیاسی واریانس و کوواریانس بین سری‌های زمانی در یک پایه «مقیاس به مقیاس» پرداختند و نشان داده شد که نرخ نوسان‌پذیر ارز از قوانین مقیاس‌بندی متفاوت در افق‌های زمانی متفاوت تبعیت می‌کند [۱۱]. آنتونیو و ورلو سال شاخص سهام لندن را نوفه‌زدایی کرده‌اند [۲]. مولیگان و لامباردو در سال ۲۰۰۴ تحلیل ترکیبی را در کنار سایر روش‌ها برای تحلیل میزان کارایی بازار سهام و دقت آن در قیمت‌گذاری به کار می‌بردند [۱۹]. مارک و جنسن هم در دو بررسی جداگانه در سال‌های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ توان تبدیل موجک را برای تخمین مرتبه هم‌انباشتگی فرآیندهای با حافظه طولانی را بررسی کردند [۱۶، ۱۵]. جن کی در سال ۲۰۰۵ با ارایه مقاله‌ای به تشریح مفهومی با عنوان ریسک سیستماتیک چند مقیاسی با استفاده از تبدیل موجک پرداخت. محققین نتیجه گرفتند که درجه دو بودن رابطه بتا و بازده اثر پدیده مقیاس است. و اینکه پیش‌بینی «مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» با افق میان و بلندمدت برای سرمایه‌گذاران مفیدتر است [۱۲]. تحقیقات انجام شده در حوزه مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای در کشور ما عمدتاً در پی بررسی رابطه ریسک سیستماتیک با سابقه متغیرها نظیر بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده است. مسایلی نظیر ثبات و یا حساسیت تخمین بتا به دوره زمانی انتخاب شده، از این نظر که به مسئله ثبات ضریب بتا در طول زمان و یا احتمال تغییر این ضریب در بازه‌های زمانی مختلف پرداخته‌اند تا حدودی سابقه‌ای از بخشی از اهداف این تحقیق تلقی می‌شوند. استفاده از موجک در کشور ما معمولاً به حیطه مهندسی و مخابرات مربوط شده و جز مواردی بسیار محدود در یکی دو سال اخیر در حیطه‌های اقتصادی و مالی کاربرد نداشته است. یحیی مدرس صادقی (۱۳۸۰) در تحقیق خود با عنوان «تبدیل موجک و کاربردهای آن در تحلیل ارتعاشات» تبدیل موجک را به عنوان ابزاری جدید برای تحلیل سیگنال‌های ناپایدار معرفی کرده است و لزوم استفاده از آن در مقایسه با تبدیل فوریه را به اثبات رسانده است. مینا امین غفاری قره

شیروان (۱۳۷۸) در تحقیق خود با عنوان «کاربرد موجک‌ها در تحلیل طیفی سری‌های زمانی»، به کاربرد موجک‌ها در تجزیه سیگنال‌های (توابع زمانی) نامانا پرداخته است. تورج نیک‌آزاد (۱۳۷۵) در تحقیق خود با عنوان «معرفی توابع موجک (موجک) و کاربرد آن در حل سیستم‌های دیفرانسیلی» به معرفی قاب‌های تعمیم‌یافته^۱ توابع موجک و تحلیل چندنمایشی پرداخته و اساس کار بر روی موجک با محمل فشرده^۲ پی‌ریزی کرده است و چگونگی ساخت چنین توابعی مورد نظر است. حسین عباسی‌نژاد و شاپور محمدی در مقاله «تحلیل سیکل‌های تجاری ایران با استفاده از نظریه موجک‌ها»، از موجک به منظور تجزیه تولید ناخالص داخلی ایران استفاده می‌کنیم. نتایج نشان می‌دهد که روش موجک در شرایط تغییرات هموار سری‌های زمانی تفاوت زیادی با روش هودریک - پرسکات ندارد و برای تشخیص سیکل‌ها در سری‌های زمانی با تغییرات ناگهانی بهتر از روش‌های دیگر عمل می‌کند. [۱] احمد احمدی (۱۳۸۵) در تحقیق خود با عنوان «پیش بینی نرخ ارز با استفاده از شبکه عصبی و تبدیل موجک»، جزییات روند نرخ ارز را با استفاده از سطوح مختلف موجک استخراج کرده و سپس از شبکه عصبی برای مدلسازی و پیش بینی آنها استفاده نموده است.

۴. داده‌های آماری و آزمون فرضیات

اطلاعات مورد نیاز این تحقیق عبارت است از اطلاعات مربوط به بازده شرکت‌های پذیرفته شده در بورس‌های اوراق بهادار تهران، سئول، هنگ کنگ، بوینس آیرس، مکزیکوسیتی، وین، لندن، نیویورک، نزدک، و شاخص‌های بین‌الملل نیویورک، شاخص S&P₁₀₀ و شاخص S&P₅₀₀ که از طریق اینترنت و نرم‌افزارهای موجود بدست آمده‌اند. لذا روش جمع‌آوری اطلاعات این تحقیق روش کتابخانه‌ای و مطالعه اسناد و مدارک الکترونیکی به شمار می‌رود. از آنجایی که جامعه آماری تحقیق شامل بازارهای بورس هفت کشور خارجی می‌باشد که بر مبنای تاریخ میلادی عمل می‌کنند، قلمرو زمانی تحقیق سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ میلادی تعیین شده که معادل دی ماه ۱۳۸۰ تا دی ماه ۱۳۸۵ هجری شمسی می‌باشد. در مورد ایران تلاش شد تا ۵۰ شرکت فعال به عنوان نمونه انتخاب شوند

1. Wavelet Function
2. Compactly Supported Wavelet

ولی با توجه به تغییرات و جایگزینی‌هایی که در لیست ۵۰ شرکت برتر صورت گرفته بود، تلفیقی از شرکت‌های گنجانده شده در این فهرست‌ها طی دوره مورد بررسی تهیه گردید و با توجه به محدودیت‌هایی نظیر عدم توقف طولانی مدت معاملات نهایتاً ۴۳ شرکت به عنوان نمونه انتخاب شدند. در مورد سایر شاخص‌ها، کلیه شرکت‌های موجود در مؤلفه‌های^۱ هر شاخص مد نظر قرار گرفته شده است.

عمده‌ترین مشکل در داده‌های ایران ناپیوستگی اطلاعات و وجود تورش در نتایج به دلیل وجود سقف‌ها و کف‌ها می‌باشد. مشکلات مربوط به محاسبه بازده صحیح در مورد این داده‌ها نیز از موارد قابل ذکر می‌باشد.

فرضیه اول بتاهای استخراج شده با استفاده از موجک در زمان مقیاس‌های مختلف و بدون استفاده از موجک اختلاف معناداری دارند.

در کلیه موارد بتاها از طریق رگرسیون بین جزییات بازده شاخص در مقابل جزییات بازده تک تک سهام‌ها طبق مدل زیر بدست آمده‌اند:

$$d_{R_{it}} = \alpha_i + \beta_i d_{R_{mt}} + \varepsilon_t$$

برای آزمون این فرض از آزمون تحلیل واریانس یک عاملی استفاده شده است.

نتیجه آزمون	سطح خطا	سطح معنی دار	درجه آزادی	F محاسبه شده
H_0 رد	۰/۰۵	۰/۰۰	۹۹۳	۳۶/۱۴۱

سطح معنی دار کوچکتر از سطح خطاست پس H_0 رد می‌شود. بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که بتاهای استخراج شده با استفاده از موجک در زمان مقیاس‌های مختلف در زمان مقیاس‌های مختلف و بدون استفاده از موجک اختلاف معناداری دارند آزمون توکی طبقه‌بندی زیر را ارائه می‌دهد:

رتبه	سطح	بتا
اول	۱	۰/۸۷۱
	۲	۰/۸۶۰
	۳	۰/۸۵۷
	۴	۰/۸۲۳
	۵	۰/۸۰۵
دوم	۰	۰/۲۳۰

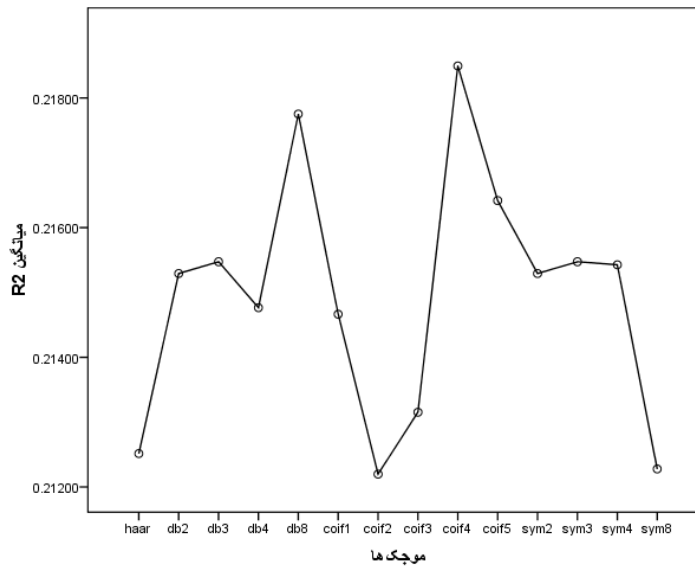
1. Components

همانطور که مشاهده می‌شود میانگین بتاهای محاسبه شده با استفاده از موجک‌ها در سطوح مختلف اختلاف معناداری نداشته و در یک طبقه قرار می‌گیرند ولی بدون استفاده از موجک این مقدار حدود ۰/۲۳ است که به طور معناداری با میانگین بتاهای محاسبه شده با استفاده از موجک‌ها تفاوت داشته و از آن به مراتب کوچکتر است.

فرضیه دوم: کارایی کاربرد توابع مختلف تبدیل موجک یکسان نیست برای انجام این آزمون ابتدا با استفاده از تحلیل واریانس یک عاملی یک آزمون کلی گرفته شده تا معلوم شود که کارایی کاربرد روش‌های نوفه‌زدایی یکسان می‌باشد یا خیر.

F محاسبه شده	درجه آزادی	سطح معنی دار	سطح خطا	نتیجه آزمون
۰/۰۳	۹۷۹	۰/۹۹	۰/۰۵	پذیرش H_0

سطح معنی‌دار کوچکتر از سطح خطاست پس H_0 رد می‌شود. بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که کارایی کاربرد توابع مختلف تبدیل موجک یکسان است. نمودار زیر نیز بیانگر این موضوع می‌باشد:



نمودار ۱. میانگین ضرایب تبیین در سطوح مختلف

فرضیه سوم: کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف یکسان نیست
 در ادبیات سطوح مختلف موجک از مفهوم سه عنوان مبین زمان مقیاس استفاده می‌شود بدین معنی که سطح ۲ زمان مقیاسی کوتاه‌تر از سطح ۳ دارد ولی آنچه در سوابق تحقیق تاکنون انجام گرفته استفاده از یک موجک خاص مثلاً دابشیز بوده و کاری به شکل مقایسه موجک‌های مختلف بطور مقایسه‌ای وجود ندارد بدین معنی که سطح ۲ در موجک دابشیز مبین زمان مقیاس ۸ روزه است حال آنکه در کوایفلتر ۲ مبین زمان مقیاس ۱۲ روزه و بین دابشیز ۲ و دابشیز ۳ می‌باشد لذا برای آزمون این فرض از هر دو مفهوم به طور دقیق استفاده شده و ابتدا آزمون برای مقایسه سطوح و بعد برای مقایسه زمان مقیاس‌ها بر مبنای روز استفاده شده است.

فرضیه فرعی اول برای فرضیه سوم: کارایی کاربرد سطوح مختلف یکسان نیست
 برای آزمون این فرض ابتدا ضرایب تبیین بناهای حاصل محاسبه شده و در هر موجک و هر سطح مقیاس برای شرکت‌های مختلف میانگین‌گیری شده و حاصل در سطوح مختلف میانگین‌گیری شد.

F محاسبه شده	درجه آزادی	سطح معنی دار	سطح خطا	نتیجه آزمون
۷/۹۵	۹۷۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0

سطح معنی‌دار کوچکتر از سطح خطاست پس H_0 رد می‌شود. بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که کارایی کاربرد سطوح مختلف یکسان نیست آزمون توکی طبقه‌بندی زیر را ارائه می‌دهد:

رتبه	سطح	ضریب تبیین
اول	۵	۰/۲۴۲
	۴	۰/۲۲۱
دوم	۳	۰/۲۱۵
	۱	۰/۱۹۹
	۲	۰/۱۹۷

همانطور که مشاهده می‌شود سطوح بالاتر که مبین زمان مقیاس‌های طولانی‌تر هستند معنادارتر و کارآتر می‌باشند.

فرضیه فرعی دوم برای فرضیه سوم: کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف یکسان نیست

همانطور که گفته شد سطوح مختلف موجک‌های متفاوت مبین زمان مقیاس‌های مختلف‌اند که در جدول زیر ارایه شده است :

زمان مقیاس در سطح						موجک
۲۸۸ به بالا	۷۲-۲۵۶	۳۲-۶۴	۱۶-۳۰	۸-۱۲	۲-۶	
		پنجم	چهارم	سوم	اول و دوم	haar
		چهارم و پنجم	سوم	دوم	اول	db2
	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	db3
	پنجم	سوم و چهارم	دوم	اول		db4
	چهارم و پنجم	دوم و سوم	اول			db8
		چهارم و پنجم	سوم	دوم	اول	sym2
	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	sym3
	پنجم	سوم و چهارم	دوم	اول		sym4
	چهارم و پنجم	دوم و سوم	اول	دوم	اول	sym8
	پنجم	چهارم	سوم	اول و دوم		coif1
	چهارم و پنجم	سوم	دوم	اول		coif2
پنجم	سوم و چهارم	دوم	اول			coif3
پنجم	سوم و چهارم	دوم	اول			coif4
پنجم	سوم و چهارم	دوم	اول			coif5

برای آزمون این فرض ابتدا ضرایب تبیین بتاهای حاصل محاسبه شده و در هر موجک و هر طبقه از سطح مقیاس مطابق آنچه در جدول فوق آمده است برای شرکت‌های مختلف محاسبه شده و حاصل در زمان مقیاس‌های مختلف میانگین‌گیری شد.

نتیجه آزمون	سطح خطا	سطح معنی دار	درجه آزادی	F محاسبه شده
رد H_0	۰/۰۵	۰/۰۰۱	۹۷۹	۳/۹۷

سطح معنی دار کوچکتر از سطح خطاست پس H_0 رد می‌شود. بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف یکسان نیست آزمون توکی طبقه‌بندی زیر را ارایه می‌دهد:

رتبه	زمان مقیاس	ضریب تبیین
اول	۲۸۸ به بالا	۰/۲۵
	۷۲-۲۵۶	۰/۲۳
دوم	۳۲-۶۴	۰/۲۲
	۱۶-۳۰	۰/۲۱
	۸-۱۲	۰/۲۰
	۲-۶	۰/۲۰

همانطور که مشاهده می‌شود زمان مقیاس‌های طولانی‌تر معنادارتر و کارآتر می‌باشند. نمودار زیر مبین است موضوع می‌باشد.

فرضیه چهارم: کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف برای کشورهای مختلف یکسان نیست

برای آزمون این فرض ابتدا ضرایب تبیین بتاهای حاصل محاسبه شده و در هر موجک و هر طبقه از سطح مقیاس مطابق آنچه در فرضیه فرعی دوم از فرضیه سوم بیان شده برای شرکت‌های مختلف محاسبه شده و حاصل در زمان مقیاس‌های مختلف میانگین‌گیری و نهایتاً آزمون مشابه آزمون فرضیه سوم به تفکیک شاخص انجام شد. ساختار فرضیه در نمودار زیر از شاخص‌ها به شکل زیر می‌باشد.

شاخص	F محاسبه شده	درجه آزادی	سطح معنی‌داری	سطح خطا	نتیجه آزمون
شاخص قیمت و بازده نقدی تهران	۲۰/۳۰	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص کل تهران	۱۹/۷۳	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص بازار ستول	۱۰/۷۳	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص بازار هنگ کنگ	۲۵/۱۱	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص بازار بوینس آیرس	۱۸/۰۳	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص بازار مکزیکوسیتی	۳۲/۵۷	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص بازار وین	۲/۰۱	۶۹	۰/۰۹	۰/۰۵	پذیرش H_0
شاخص بازار لندن	۱۲/۴۴	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص داو جونز	۱/۶۵	۶۹	۰/۱۶	۰/۰۵	پذیرش H_0
شاخص نزدیک	۳/۶۳	۶۹	۰/۰۱	۰/۰۵	رد H_0
S&P ₁₀₀	۱/۰۷	۶۹	۰/۳۸	۰/۰۵	پذیرش H_0
S&P ₅₀₀	۱/۲۱	۶۹	۰/۳۲	۰/۰۵	پذیرش H_0
شاخص بازار نیویورک	۶/۸۲	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0
شاخص بین‌الملل نیویورک	۴/۳۹	۶۹	۰/۰۰	۰/۰۵	رد H_0

همانطور که مشاهده می‌شود در تمام موارد غیر از شاخص بازار وین، شاخص داو جونز، S&P₁₀₀ و S&P₅₀₀ در سطح معنی‌دار کوچکتر از سطح خطاست پس H_0 رد می‌شود. بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف برای شاخص‌های مختلف یکسان نیست و در مورد چهار شاخص ذکر

شده H_0 پذیرفته می‌شود بنابراین در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌توان ادعا کرد که کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف برای شاخص‌های مختلف یکسان است. داده‌ها در شاخص‌های مختلف به شکل زیرند:

۲-۶	۸-۱۲	۱۶-۳۰	۳۲-۶۴	۷۲-۲۵۶	۲۸۸ به بالا	
۰/۰۲۱	۰/۰۳۰	۰/۰۳۸	۰/۰۵۷	۰/۰۸۱	۰/۱۱۲	شاخص قیمت و بازده نقدی تهران
۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۰۳۶	۰/۰۵۴	۰/۰۷۸	۰/۱۱۰	شاخص کل تهران
۰/۱۲۶	۰/۱۲۷	۰/۱۳۳	۰/۱۳۸	۰/۱۷۰	۰/۱۹۵	شاخص بازار سنول
۰/۳۲۴	۰/۳۲۱	۰/۳۱۸	۰/۳۳۶	۰/۳۸۵	۰/۴۴۱	شاخص بازار هنگ کنگ
۰/۱۴۷	۰/۱۵۵	۰/۱۶۴	۰/۱۹۳	۰/۲۵۳	۰/۳۶۵	شاخص بازار بوینس آیرس
۰/۱۹۳	۰/۲۰۳	۰/۲۰۵	۰/۲۵۰	۰/۲۷۰	۰/۳۶۹	شاخص بازار مکزیکوسیتی
۰/۲۶۹	۰/۲۶۶	۰/۲۶۷	۰/۲۸۲	۰/۲۹۹	۰/۲۹۹	شاخص بازار لندن
۰/۲۵۴	۰/۲۵۲	۰/۲۵۲	۰/۲۵۷	۰/۲۵۰	۰/۲۴۴	شاخص نزدیک
۰/۲۶۲	۰/۲۶۳	۰/۲۸۰	۰/۲۲۲	۰/۲۴۷	۰/۲۰۴	شاخص بازار نیویورک
۰/۳۰۴	۰/۳۰۷	۰/۳۱۹	۰/۳۲۶	۰/۲۹۳	۰/۳۳۶	شاخص بین‌الملل نیویورک

رتبه زمان مقیاس‌های مختلف برای هر شاخص را می‌توان به شکل زیر ارائه نمود:

۲-۶	۸-۱۲	۱۶-۳۰	۳۲-۶۴	۷۲-۲۵۶	۲۸۸ به بالا	
دوم	دوم	دوم	اول	اول	اول	شاخص قیمت و بازده نقدی تهران
دوم	دوم	دوم	اول	اول	اول	شاخص کل تهران
سوم	سوم	سوم	سوم	دوم	اول	شاخص بازار سنول
سوم	سوم	سوم	سوم	دوم	اول	شاخص بازار هنگ کنگ
سوم	سوم	سوم	سوم	دوم	اول	شاخص بازار بوینس آیرس
سوم	سوم	سوم	دوم	دوم	اول	شاخص بازار مکزیکوسیتی
دوم	دوم	دوم	دوم	اول	اول	شاخص بازار لندن
دوم	اول	اول	اول	اول	دوم	شاخص نزدیک
اول	اول	اول	دوم	اول	سوم	شاخص بازار نیویورک
اول	اول	اول	اول	دوم	اول	شاخص بین‌الملل نیویورک

کاملاً واضح است که در بیشتر شاخص‌ها زمان مقیاس‌های طولانی معناداری بیشتری دارند این امر در مورد شاخص‌های بازار نیویورک و بین‌الملل نیویورک معکوس است و در شاخص نزدیک زمان مقیاس بسیار طولانی کارایی را مجدداً کاهش می‌دهد.

۵. نتیجه‌گیری

آزمون فرضیه اول این تحقیق نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین بتاهای استخراج شده با استفاده از موجک نسبت به حالت معمولی دارد میانگین ریسک سیستماتیک در حالت عادی در شاخص‌های مورد بررسی ۰/۲۳ و با استفاده از جزئیات موجک در حدود ۰/۸۰ است این امر نشان‌دهنده هم‌تغییری بالای موجود در لایه‌های عمیق‌تر بین شاخص بازار و بازده سهام است. این یافته وقتی که در کنار نتیجه حاصل از فرضیه سوم مورد بررسی قرار گیرد اهمیت خود را نشان خواهد داد. در فرضیه فرعی اول فرضیه سوم نشان داد که ضرایب تبیین سطوح چهارم و پنجم بالاتر از سطوح اول، دوم و سوم است. به عبارت دیگر با استفاده از موجک در سطوح بالاتر، شاخصی معنادارتر برای ریسک سیستماتیک بدست می‌آید. آنچه تاکنون در ادبیات ریسک سیستماتیک و انتقادات و دفاعیات مربوط به آن صورت گرفته اندازه‌گیری ضریب بتا و معناداری آن تنها با استفاده از رگرسیون در یک زمان مقیاس ثابت بین شاخص و بازده بوده است حال آنکه پایه اصلی پارادایم مالی مدرن و مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای مبتنی بر هم‌تغییری شاخص و بازده سهام می‌باشد. این دو امر اگرچه ظاهراً واحد به نظر می‌رسند ولی در عمل و با وجود نتایج حاصل از این دو فرضیه می‌توان بیان داشت که هم‌تغییری موجود بین دو متغیر که به ریسک سیستماتیک موسوم شده است لزوماً نباید در رفتار مستقیم و صریح متغیرها سنجیده شود چرا که این رفتارها طبق نظریه داو مشتمل بر سطوح مختلفی از رفتارهای پایدار، عمیق تا ناپایدار و سطحی می‌گردند. به نظر می‌رسد حتی در بررسی‌های آکادمیک تفکیکی بین این دو مفهوم حاصل نشده و نتایج کاملاً در سطح عمومی رفتار متغیرها مورد بررسی قرار گرفته است. این امر به مباحث عملیاتی منتج از مباحث آکادمیک ذکر شده نیز تسری پیدا می‌کند به طوریکه می‌توان مواردی نظیر انتخاب پورتهوی و یا سهام زیر یا بالای ارزش با استفاده از بتا و مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای و نیز صرف ریسک‌های ارزیابی شده در مقایسه با بازده‌های اضافی را مشمول همین واقعیت دانست. آنچه در پارادایم مالی نوین نیز

مورد انتقاد قرار گرفته همین نقص است. به طور کلی و به عنوان یک نتیجه اولیه می‌توان اذعان داشت آنچه تاکنون به عنوان ریسک سیستماتیک شناسایی می‌شده به طور میانگین یک چهارم میزان ریسک سیستماتیک واقعی بوده و آنچه تاکنون در این بین به ریسک غیرسیستماتیک نسبت داده می‌شده قابل تجزیه و گنجانده شده در رفتار متغیرهای اصلی بوده و سهم کمتری در تبیین رفتار متغیر دارند. البته آزمون دقیق‌تر این امر و کارایی استفاده از بتاهای حاصل از جزییات موجک به جای بتای صریح خود نیازمند تحقیقات جدید می‌باشد ولی آنچه روشن است نتایج استفاده از این بتاهای معنادارتر می‌تواند رویکردی نو در نحوه پاسخ دادن به منتقدان اهمیت ریسک سیستماتیک و تأثیرات شاخص بازار معرفی نموده و قادر به ایجاد تکنیک‌های نوینی در انتخاب پورتفوی شود.

فرضیه دوم نشان‌دهنده این امر است که کارایی کاربرد توابع مختلف تبدیل موجک یکسان است در واقع این فرضیه به بحثی نظریه‌ک در حیطه کاربری توابع مختلف موجک‌ها می‌پردازد که در نگاه اول به نظر می‌رسید در حیطه کاربری این توابع کمتر به آن توجه شده بود. عمده تحقیقات انجام شده در حیطه موجک‌ها تنها یکی از موجک‌ها را انتخاب کرده و کلیه تحلیل‌های تحقیق مبتنی بر آن انجام می‌گرفت. در این تحقیق به عنوان یک رویکرد مقایسه‌ای تلاش شد تا مشارکتی در توسعه مباحث نظریه‌ک امر صورت پذیرد و نتیجه این شد که توابع مختلف موجک اصولاً تفاوت چندانی در کاربری نداشته و تحقیقات پیشین انجام شده که مبتنی بر موجکی خاص بوده‌اند قابلیت مقایسه داشته و اشکالی از نظر عدم کاربرد موجک‌های مختلف بر آنها وارد نیست.

فرضیه سوم نشان می‌دهد که کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف و سطوح متفاوت یکسان نیست. این امر در سابقه تحقیقات بتا بدون استفاده از موجک‌ها و نیز در کاربری موجک‌های مختلف در مواردی غیر از بازار سهام و ریسک سیستماتیک نیز مشاهده شده و نتایج تحقیق حاضر نیز در راستای نتایج پیشین قرار می‌گیرد. نکته مهم اینکه در این تحقیق نشان داده شد که زمان مقیاس‌های طولانی‌تر در اکثر موارد نتایجی بهتر می‌دهند لذا می‌توان نتیجه گرفت بررسی ریسک سیستماتیک در زمان مقیاس‌های طولانی‌تر از اعتبار و پایایی بیشتری برخوردار بوده و در نظر گرفتن زمان مقیاس‌های کوتاه و بویژه روزانه و ماهانه که در تحقیقات ایران بیشتر مد نظر قرار گرفته‌اند خالی از تورش نمی‌باشند. حداقل زمان مقیاس پیشنهاد شده در این تحقیق حداقل معادل یک فصل می‌باشد. فرضیه چهارم

نشان می‌دهد که در تمام موارد غیر از شاخص بازار وین، شاخص داو جونز، S&P100 و S&P500 کارایی کاربرد زمان مقیاس‌های مختلف برای شاخص‌های مختلف یکسان نیست. شاخص‌های نامبرده غیر از شاخص وین، شاخص‌های بازارها آمریکا می‌باشند هرچند شاخص‌های دیگر بازار آمریکا یعنی شاخص بازار نیویورک و بین‌الملل نیویورک و نیز شاخص نزدک تفاوت زمان مقیاس‌های مختلف را در خود نشان می‌دهند. از طرف دیگر در شاخص‌های بازار نیویورک و بین‌الملل نیویورک امر کاملاً برعکس سایر شاخص‌هاست و زمان مقیاس‌های کوتاه‌تر نتایج بهتری می‌دهند در هر حال حتی اگر بتوان از رفتار کاملاً متفاوت شاخص‌های بازارهای آمریکا نتایج خاصی گرفت این امر نیازمند آزمون‌های متفاوت در تحقیقاتی با هدف خاص تعیین دلایل اختلاف زمان مقیاس‌هاست و این تحقیق در این مرحله تنها به اثبات تفاوت موجود در زمان مقیاس‌ها و یکسان نبودن آنها پرداخته است ضمن اینکه این تحقیق زمان مقیاس مناسب برای بازار ایران را حداقل ۴۵ روز کاری یافته و زمان مقیاس‌های کوتاه‌تر از آن را در سطحی پایین‌تر از کارایی طبقه‌بندی می‌کند.

۶. پیشنهادات کاربردی و تحقیقاتی

به نظر می‌رسد بهتر است سرمایه‌گذاران در انتخاب سهام ریسک و بازده را در زمان مقیاس‌های طولانی‌تر در نظر بگیرند. بطور مشخص برای سرمایه‌گذاری در ایران زمان مقیاس بیش از ۴۵ روز کاری توصیه می‌شود. البته در نظر گرفتن زمان مقیاس برای خرید سهام باید با توجه به نیازمندی‌ها و افق زمانی مورد نظر سرمایه‌گذار انجام گیرد. انتخاب پورترفوی بهینه در بازار، بررسی کارایی بازار با توجه به بازده‌ها و بتاهای با زمان مقیاس‌های مختلف، بررسی دلایل تفاوت ریسک در زمان مقیاس‌های مختلف و رابطه آن با توسعه‌یافتگی بازار و ارزیابی کارایی شاخص بازار و متدلورژی محاسبه آنها بر اساس زمان مقیاس‌های مختلف اشاره نمود.

منابع

۱. عباسی نژاد، حسین و شاپور محمدی؛ تحلیل سیکل‌های تجاری ایران با استفاده از نظریه موجک‌ها، مجله تحقیقات اقتصادی شماره ۷۵، ۱۳۸۵.

2. Antoniou A., Vorlow C. E., 2005. Price Clustering and Discreteness: Is There Chaos Behind the Noise? *Physica A* 348.
3. Bekart, G., Harvey, C. R., 1997. Emerging Equity Market Volatility. *Journal of Financial Economics* 43, 29-78.
4. Brailsford, T. J., Faff, R. W., 1997, Testing the Conditional CAPM and the Effect of Intervaling: a Note *Pacific-Basin Finance Journal* 5, 527-537.
5. Chatfield, C., 1984. *The Analysis of Time Series: An Introduction*. Fourth Edition. Chapman & Hall.
6. Cohen, K., Hawawini. G., Mayer. S., Schwartz, R., Whitcomb. D., 1986. *The Microstructure of Securities Markets*. Prentice-Hall, Sydney.
7. Fama, E. F., 1981, Stock Returns, Real Activity, Inflation and Money. *American Economic Review* 71, 545-565.
8. Garcia, R., Ghysels, E., 1998, Structural Change and Asset Pricing in Emerging Markets. *Journal of International Money and Finance* 17, 455-473.
9. Gencay, R., Selcuk, F., Whitcher. B., 2001a. *An Induction to Wavelets and Other Filtering Methods in Financial Economics*. Academic Press, SanDigo.
10. Gencay, R., Selcuk, F., Whitcher, B., 2001b. Scaling Properties of Foreign Exchange Volatility. *Physica A* 289, 249-266.
11. Gencay, R., Selcuk. F., Whitcher, B., 2001c. Differentiating Intraday Seasonalities Through Wavelet Multi Scaling. *Physica A*. 289, 543-556.
12. Gencay, Ramazan, Selcuk, Faruk and Whitcher, Brandon. 2005. "Multiscale Systematic Risk". *Journal of International Money and Finance*, 24.
13. Handa, P., Kothari. S. P., Wasley, C., 1993. Sensitivity of Multivariate Tests of the Capital Asset Pricing to Harvey, C. R., 1989. Time-Varying Conditional Covariances in Tests of Asset Pricing Models. *Journal of Financial Economics* 24, 289-317.
14. Härdle, W., Kerkycharian, G., Picard, D., Tsybakov, A., 1997. *Wavelets, Approximation and Statistical Applications*. Seminar Paris-Berlin.
15. Jensen, M. J., 1999. Using Wavelets to Obtain a Consistent Ordinary Least Squares Estimator of the Long-memory Parameter. *Journal of Forecast* 18.

16. Jensen, M. J., 2000. An Alternative Maximum Likelihood Estimator of Long-Memory Processes Using Compactly Supported Wavelets. *Journal of Economic Dynamics & Control* 24.
17. Kothari, S. Shanken, J. and Sloan, r. 1993, "Another Look at the Cross-Section of Stock Returns; *Journal of Finance* (March).
18. Levhari, D., Levy, H., 1977. The Capital Asset pricing Model and the Investment Horizon. *Review of Economics and Statistics* 59, 92-104.
19. Mulligan, R.F., Lombardo, G. Maritime., 2004. Businesses: Volatile Stock Prices and Market Valuation Inefficiencies. *The Quarterly Review of Economics and Finance* 44, 321-336.
20. Strang, Gilbert., 1993. Wavelet Transforms Versus Fourier Transforms. *Bulletin of The American Mathematical Society* Volume 28, Number 2 April. 288-305.