



## ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته اقتصاد سنجی در بورس اوراق

### بهادار تهران

محمد جوزبرکند<sup>۱</sup>

حسین پناهیان<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۹/۱۱

#### چکیده

این پژوهش تلاشی در جهت معرفی یک الگوی مناسب به منظور ارزیابی پیشرفت کارایی بازار سرمایه در ایران می‌باشد. تخصیص بهینه منابع و سرمایه گذاری‌های خرد و کلان نقش اساسی در بازار سرمایه دارد. وظیفه اصلی بازار سرمایه به جریان انداختن سرمایه‌ها و تخصیص منابع به صورت موثر و بهینه می‌باشد. بررسی این موضوع که در بازار سهام چه عامل یا عواملی در تعیین قیمت یک سهم موثر است و آیا الگوی منظمی برای تعیین قیمت یک سهم وجود دارد بحث کارایی بازار را مطرح می‌نماید. بنابراین هدف این پژوهش بررسی کارایی بازار سرمایه در ایران می‌باشد. در این راستا از داده‌های روزانه شاخص کل و قیمت بورس اوراق بهادار تهران در طی سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۶ استفاده شده است. برای انجام آزمون از مدل‌های اقتصاد سنجی خانواده ARCH و GARCH و همچنین فیلتر کالمن استفاده شده است. نتایج آزمون‌ها نشان دهنده عدم وجود کارایی به شکل ضعیف در بورس تهران می‌باشد و این عدم کارایی نسبت به اول دوره تغییر معنی داری نداشته است. به عبارت دیگر در بازار سهام تهران امکان پیش بینی بازدهی وجود دارد.

کلمات کلیدی:

کارایی بازار، مدل ARCH، مدل GARCH، شاخص کل، شاخص قیمت

۱- گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. [mailto:m\\_jouzbarband@yahoo.com](mailto:m_jouzbarband@yahoo.com)

۲- گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران. (نویسنده مسئول) [panahian@yahoo.com](mailto:panahian@yahoo.com)

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

مقدمه

یکی از مهمترین ویژگی بازارهای مالی، کارایی در این بازارها می‌باشد. مطالعات زیادی از قبیل کارهای چن و همکاران (۱۹۹۷) گرو نیولد (۱۹۹۷) درباره آزمون فرضیه بازار کارآ وجود دارد. علاوه بر این تعداد قابل توجهی از مطالعات اخیر مانند کارهای نمازی (۱۳۷۴) لی (۱۹۹۷) جیونگ (۲۰۰۴) به تحلیل رفتار بازار سهام نو ظهور پرداخته‌اند. ولی فرایندهای آزمون در اغلب این مطالعات رهیافت مناسبی برای ارزیابی کارایی رو به پیشرفت در کشورهای در حال توسعه نمی‌باشد. لازمه‌ی اینکه بازارهای مالی یک کشور به سمت توسعه یافتگی حرکت کند این است که عدم کارایی اطلاعاتی در بازارهای مالی آن در طول زمان کاهش یابد. به عبارت دیگر، پیشرفت کارایی در بازارهای مالی نشانه‌ای از حرکت به سمت توسعه یافتگی است. پس از مطرح شدن فرضیه بازار کار و بسط آن توسط فاما در دهه ۶۰ میلادی، مفید بودن اطلاعات حسابداری مورد سوال قرار گرفت. در فرضیه بازار کار بیان می‌شود که اطلاعات گذشته در قیمت منعکس شده است و بازار در حالت کارایی قوی و نیمه قوی به اطلاعات گذشته (به‌های تاریخی) واکنش نشان نمی‌دهد [۲۳ و ۲۵].

تخصیص بهینه منابع و سرمایه گذاری‌های خرد و کلان نقش اساسی در بازار سرمایه دارد. وظیفه اصلی این بازار به جریان انداختن سرمایه‌ها و تخصیص منابع به صورت موثر و بهینه می‌باشد. در بازار سهام چه عامل یا عواملی، در تعیین قیمت یک سهم موثر است؟ آیا الگوی منظمی برای تعیین قیمت یک سهم وجود دارد؟ بطور کلی در یک بازار کارا، قیمت‌ها علائم مناسب و صحیحی برای تخصیص منابع هستند. همچنین در این بازار افراد حقیقی و حقوقی می‌توانند تصمیم‌های زیادی را در زمینه‌ی سرمایه گذاری گرفته و از بین اوراق بهاداری که توسط شرکت‌ها عرضه می‌شوند، بهترین انتخاب را انجام دهند. در صورتی که در یک بازار قیمت اوراق بهادار در هر لحظه از زمان انعکاس کاملی از همه‌ی اطلاعات در دسترس باشد، می‌توان آن بازار را کارا نامید [۲]. هدف سرمایه گذاران از خرید سهام و سرمایه گذاری در شرکت‌ها کسب سود می‌باشد، حال، اکثر سرمایه گذاران تلاش می‌کنند سودی بیش از دیگران و بیش از متوسط بازار کسب کنند. این در حالی است که نظریه کارایی بازار بیان می‌دارد که هیچ سرمایه گذاری به اطلاعاتی بیش از دیگران جهت کسب بازده اضافی دسترسی ندارد. طبق نظریه بازار سرمایه قیمت‌ها همیشه اطلاعات موجود را منعکس می‌کنند و سهام همواره بر بنای ارزش منصفانه و ارزش واقعی شان داد و ستد می‌شوند و غیر ممکن است که یک سرمایه گذار بتواند سهامی با قیمت پایین‌تر از ارزش واقعی بخرد یا با قیمتی بالاتر از ارزش واقعی بفروشد. بدین

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

ترتیب کسب سود بالاتر از سود متوسط بازار غیر ممکن و تنها راه کسب سود بالاتر خرید سهام با ریسک بیشتر است [۱].

واقعیت این است که صرفاً اطلاعات منتشر شده در اخبار مالی یا تحقیقاتی بر قیمت سهام موثر نیست. اطلاعات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی و نیز قضاوت سرمایه گذاران درباره‌ی این اخبار چه صحیح باشند چه غلط بر قیمت سهام موثر است. طبق نظریه کارایی بازار چون قیمت سهام تحت تاثیر اطلاعات موجود در بازار قرار می‌گیرد و چون تمام سرمایه‌گذارها به اطلاعات یکسانی دسترسی دارند، هیچ یک نمی‌توانند عملکرد بهتری از لحاظ کسب سود داشته باشند. بازارهای کاراً قیمت‌ها غیرقابل پیش بینی می‌شوند بنابراین هیچ الگویی برای تغییرات آن نمی‌توان تدوین کرد و به همین دلیل رویکرد برنامه ریزی شده به سرمایه گذاری موفقیت آمیز نخواهد بود. این تغییر اتفاقی قیمت‌ها که در مکتب فکری بازار کارا درباره آن بسیار صحبت می‌شود حاکی است هر استراتژی سرمایه گذاری که هدف آن کسب سود بالاتر از حد متوسط بازار است، شکست خواهد خورد [۲۶]. با توجه به مطالبی که تا کنون بیان شد هدف این پژوهش بررسی پیشرفت کارایی اطلاعاتی بازار سرمایه و حرکت به سمت کارایی بیشتر و ارائه مدلی جهت ارزیابی کارایی با مدل‌های پیشرفته اقتصاد سنجی می‌باشد. با بررسی بعمل آمده تا کنون پژوهش‌های کمتری به صورت منسجم در زمینه ارزیابی پیشرفت کارایی بازار سرمایه ایران با استفاده از انواع الگوهای اقتصاد سنجی مشاهده ارائه گردیده‌اند. رهیافت به کار گرفته شده در مطالعه حاضر شاخصی را برای ارزیابی درجه ناکارایی بازار و زمان بندی و سرعت گرایش به سمت کارایی ارائه می‌دهد. و با توجه به اینکه تحقیق مذکور در مورد بازار نوظهوری مثل بازار سرمایه ایران است می‌تواند برای محققین سایر کشورها نیز مفید باشد. همچنین از آنجا که این تحقیق با اطلاعات جدید تری از بازار سرمایه ایران تا سال ۱۳۹۶ اجرا می‌شود از تحقیقات پیشین متمایز است. نتایج این پژوهش به توسعه مبانی تئوریکی در این زمینه کمک فراوانی خواهد کرد.

**مبانی نظری و پیشینه پژوهش**

**تئوری بازار کاراً**

نقش اصلی بورس اوراق بهادار، جذب و هدایت پس‌اندازها و نقدینگی سرگردان و پراکنده در اقتصاد به سوی مسیرهای بهینه آن است، به گونه‌ای که منجر به تخصیص بهینه منابع کمیاب مالی شود. اما این مهم منوط به وجود کارایی بازارهای مالی است. با این حال طبق نظریه سرمایه گذاری «کارایی بازار» در هر زمان، قیمت‌ها تحت تأثیر اطلاعات موجود درباره

### ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

سهام و بازار است. به این ترتیب طبق این نظریه هیچ سرمایه گذاری از لحاظ پیش بینی سود سهام نسبت به سرمایه گذار دیگر مزیتی ندارد زیرا هیچ سرمایه گذاری دارای عدم تقارن اطلاعاتی نیست و به اطلاعاتی بیش از دیگر سرمایه گذارها دسترسی ندارد. در حسابداری مالی، کارایی بازار اوراق بهادار کاربردهای مهمی دارد. کارایی بدین معنی است که محتوای اطلاعات افشا شده (و نه شکل افشای اطلاعات) مورد توجه بازار است (بازار به محتوای اطلاعات افشا شده ارجح می گذارد). در تئوری بازارهای کارآ، حسابداری از این دیدگاه مورد توجه قرار می گیرد که با سایر منابع اطلاعاتی مانند رسانه‌های خبری، دیدگاه‌ها و اظهار نظرهای تحلیلگران مالی و حتی با قیمت بازار در رقابت است. حسابداری به عنوان محملی برای آگاه ساختن سرمایه گذاران تنها زمانی می تواند بقا یابد که نسبت سایر منابع اطلاعاتی ارائه نماید که اثرگذار، قابل اتکا، به هنگام و مبتنی بر هزینه و سود باشد. نظریه پردازان حسابداری در سال های آخر دهه ی ۱۹۶۰ متوجه اهمیت کارایی بازار اوراق بهادار شدند. از آن زمان تا کنون، این تئوری منشاء تحقیقات زیادی در حسابداری شده و برای حرفه حسابداری (در مرحله ی عمل) کاربردهای عمده ای داشته است. سازمان‌های تدوین کننده ی حسابداری مالی تا حد زیادی موضوع افشای کامل اطلاعات و جنبه های سودمندی اطلاعات برای تصمیم گیری در بازارهای کارآی اوراق بهادار را پذیرفته‌اند.

به هر حال، پرسش واقعی این است که آیا الگوی بازارهای کارآ توانسته است مسائل واقعی بازار را که حسابداران از نظر پیش بینی با آنها روبه رو هستند به میزان کافی حل کند یا خیر. ما نتیجه می گیریم از آنجا که بازارهای اوراق بهادار نمی توانند به صورت کامل، کارآ باشند، اهمیت ارائه ی گزارش های مالی (از این دیدگاه) افزایش می یابد. اگر اطلاعات مجانی باشد، بدیهی است که سرمایه گذاران می خواهند از آن بهره مند شوند. برای مثال، در شرایط آرمانی سرمایه گذاران می خواهند بدانند چه رویدادی رخ خواهد داد، زیرا این رویداد می تواند بر جریان های نقدی آینده و سودهای تقسیمی شرکت اثر بگذارد. فرض بر این است که در شرایط آرمانی اطلاعات مجانی است، زیرا آنچه رخ می دهد برای همگان قابل مشاهده است. از این رو همه سرمایه گذاران می خواهند از این اطلاعات استفاده کنند و فرآیند آربیتراژ این اطمینان می دهد که صورت «ارزش بازار» خود را تعدیل می نماید تا بتواند انتظارات تجدید نظر شده درباره ی جریان های نقدی را منعکس نماید. دست کم، تعداد زیادی از سرمایه گذاران مقدار زیادی وقت و پول صرف می کنند تا با استفاده از این

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

منبع اطلاعاتی تصمیمات مربوط به سرمایه گذاری ها را اتخاذ کنند. این سرمایه گذاران را افراد آگاه می نامند.

طبق تئوری کارایی بازار سهام همواره بر مبنای قیمت منصفانه و ارزش واقعی شان داد و ستد می-شوند و غیر ممکن است یک سرمایه گذار بتواند سهامی را با قیمت پایین تر از ارزش واقعی اش بخرد یا با قیمتی بالاتر از ارزش واقعی اش بفروشد. بدین ترتیب کسب سودی بالاتر از سود متوسط بازار غیرممکن و تنها راه کسب سود بالاتر، خرید سهامی با ریسک بیشتر است [۲۰].

بازار کارآ به عنوان بازاری تعریف می شود که قیمت اوراق بهادار برابر با ارزش سرمایه گذاری باشد. در بازار کارآ، قیمت بازار منعکس کننده مجموعه های از اطلاعات به طور کامل و فوری است. در بازار کارآ سرمایه گذاران انتظار دارند که سود عادی بازده سرمایه گذاری خود را کسب کنند. برای مثال، در بازار کارآ ضعیف امکان ندارد که سرمایه گذار با استفاده از قیمت های تاریخی، بتواند سود غیر عادی (به جز شانس) به دست بیاورد. مشابهاً در بازار کارآ نیمه-قوی، غیر محتمل است که یک سرمایه با استفاده از اطلاعات عمومی در دسترس (به جز شانس) بتواند بازده غیر عادی کسب کند. در خاتمه، در بازار کارآ قوی، سرمایه گذار نمیتواند (غیر شانس) بر بازار چیره و بازدهی بیشتر از بازده بازار بدست آورد. هنگامی که صحبت از بازار کارآ می شود، مراد همان بازار کارآ به شکل نیمه قوی است، زیرا در آمریکا قوانین سختی وجود دارد که مانع استفاده از اطلاعات داخلی (اطلاعات خصوصی) برای خرید و فروش اوراق بهادار می شود. از این رو، به دلیل محدودیت در استفاده از تمام اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل قیمت های بازار، بازار اوراق بهادار همواره به عنوان بازار نیمه قوی در نظر گرفته می شود.

ساموئلسون (۱۹۶۵) و مندلیورت (۱۹۶۶) یک تئوری منطقی در خصوص فرضیه بازار کارآ ارائه می کنند که چنانچه بازار رقابتی بوده و سود تجاری نرمال برابر صفر باشد طبق آن تئوری تغییرات غیر منتظره قیمتی در بازارهایی با عدم اطمینان باید به صورت یک تغییر تصادفی مستقل عمل نماید. استدلال آنها بر این است که تغییرات غیر منتظره قیمتی، بیانگر اطلاعات جدیدی است. از آنجا که اطلاعات جدید طبق شرایط جدید صورت گرفته، شامل اطلاعاتی است که قابل استنتاج از اطلاعات قبلی نیست بنابراین اطلاعات جدید باید در طول زمان مستقل باشد. پس چنانچه سود نرمال غیر منتظره صفر باشد در آن صورت تغییرات غیر منتظره قیمت اوراق بهادار باید در طول زمان مستقل باشد. این فرضیه در حیطه اقتصاد به صورت مستقل توسط موث (۱۹۶۱) توسعه داده شده است. این

### ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

فرضیه بازار کارا تاثیر چشمگیری در تجزیه و تحلیل‌های اقتصاد کلان داشته است [۲۷]. فرضیه بازار کارا بیشتر در حیطه علوم اجتماعی مورد آزمون قرار گرفته است. یکی از اقدامات مهم تجربی صورت گرفته در این خصوص مربوط به ایجاد داده‌هایی است که با راه‌اندازی مرکز تحقیقات قیمت‌های اوراق بهادار (CRSP) و توسط مریل لینچ در دانشگاه شیکاگو، شکل گرفته است. در این مرکز، اطلاعات دقیق مربوط به آخرین قیمت‌های ماهانه، سود تقسیمی و تغییرات سرمایه برای تمام سهام‌های موجود در بورس اوراق بهادار نیویورک از سال ۱۹۲۶، و قیمت روزانه کلیه سهام‌های بورس اوراق بهادار آمریکا و نیویورک از سال ۱۹۲۶، براساس فایل‌های کامپیوتری نگهداری می‌شود. مطالعات تجربی صورت گرفته براساس این اطلاعات و طبق فرضیه بازار کارا نشان می‌دهد که با استفاده از این داده‌های موجود امکان بدست آوردن سودی بیشتر از سود نرمال وجود ندارد برای اینکه این اطلاعات قبلاً مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گرفته‌اند.

در صورتیکه بازارهای سرمایه کارا باشند در آن صورت ارزش بازار شرکت منعکس کننده ارزش فعلی جریان‌ات نقدی خالص مورد انتظار آتی شرکت خواهد بود که شامل جریان‌ات نقدی ناشی از فرصت‌های سرمایه‌گذاری آتی است. به همین دلیل فرضیه بازار کارا چند مفهوم مهم را برای مباحث مالی شرکت‌ها به همراه دارد. اول اینکه هیچ ابهامی در مورد تابع هدف شرکت وجود ندارد: مدیران باید ارزش بازار فعلی شرکت را به حداکثر برسانند. بنابراین مدیریت شرکت مجبور به انتخاب بین حداکثر کردن ارزش فعلی شرکت یا ارزش آتی آن نیست و دلیلی وجود ندارد که مدیریت شرکت یک افق زمانی خیلی کوتاه مدت داشته باشد. دوم اینکه، هیچ مزیتی در دستکاری سود هر سهم وجود ندارد. تصمیمات مدیریت منجر به افزایش سود می‌شود و جریان‌ات نقدی را که بیانگر تلاش‌های صرف شده است تحت تاثیر قرار نمی‌دهند. سوم اینکه، اگر اوراق بهادار جدیدی با قیمت بازار منتشر شود که منعکس کننده علائمی در خصوص سود آتی باشد در آن صورت نگرانی سهامداران فعلی در مورد پایین آمدن ارزش فعلی خاص مثبت پروژه‌ها به خاطر ورود سهامداران جدید، برطرف خواهد شد. چهارم اینکه، بازده اوراق بهادار معیار معنی‌داری در مورد عملکرد شرکت است. همین عامل باعث می‌شود محققین از بازده اوراق بهادار برای تخمین تاثیر خط مشی‌های مختلف شرکت و تاثیرات مربوط به ارزش بازار شرکت استفاده کنند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

انواع کارایی بازار

الف) کارایی تخصیصی

زمانی بازار از کارایی تخصیصی برخوردار است که بتواند به بهترین وجه سرمایه‌های موجود را در طرح‌ها و یا شرکت‌هایی که در اقتصاد کشور دارای مزیت نسبی (بیشترین بازدهی متناسب با ریسک) هستند، قرار دهد [۵]. بنابراین این امکان به‌خوبی فراهم می‌شود تا برای تولیدات یک کالای خاص، سرمایه مالی مورد نیاز از طریق فرآیندی با ریسک و خطرپذیری کمتر تامین شود که در این صورت جهت‌دهی بیشترین بخش سرمایه در بازار متوجه سودآورترین فعالیت‌ها خواهد شد و این جهت‌دهی به سمت سودآورترین فعالیت، در راستای مفهوم اصلی اقتصاد یعنی تخصیص بهینه سرمایه‌ها انجام می‌شود. الزامات دستیابی به کارایی تخصیصی عبارت است از ارتقای سلامت بازار، ایجاد شرایط بازار رقابت (عدم وجود مانع برای ورود و خروج به بازار برای عموم) و برقراری آرامش و حفظ تعادل بازار سرمایه (به صورت نسبی)

ب) کارایی عملیاتی

بازارهایی که کارایی عملیاتی بیشتری دارند، از سرعت، دقت و تسهیل مبادلات بیشتری برخوردار هستند و هزینه انجام معاملات در پایین‌ترین سطح است. این نوع کارایی، منجر به افزایش سرعت نقد شوندگی دارایی‌ها (اوراق بهادار) خواهد شد. الزامات دستیابی به کارایی عملیاتی شامل راه‌اندازی بازارهای منطقه‌ای، تشکیل OTC، تاسیس صندوق‌های سرمایه‌گذاری، کاهش هزینه‌های مربوط به انجام معاملات، تنوع بخشیدن به ابزارهای مالی و سرمایه‌ای (پرکردن شکاف‌های بازار)، تنوع بخشیدن به نهادهای مالی و سرمایه‌ای، استفاده از نرم افزارهای جدید شبکه و سامانه معاملات، امکان انجام معاملات از طریق اینترنت، افزایش ساعات کاری در صورت لزوم و افزایش واسطه‌های متخصص (تحلیل‌گران مالی، کارگزاران، بازارگردان‌ها و غیره می‌باشد).

ج) کارایی اطلاعاتی

منظور از کارایی اطلاعاتی این است که اطلاعات در اختیار همگان قرار می‌گیرد و کلیه اطلاعات مربوط به سرعت بر قیمت اوراق بهادار تاثیر خواهد گذاشت [۵]. کارایی اطلاعاتی که تحت عنوان فرضیه بازار کارا (EMH) نیز مطرح می‌شود بیش از دو نوع دیگر مورد توجه محققان بوده است. طبق فرضیه بازار کارا، تغییرات قیمت سهام، ناشی از اطلاعات موجود است. اقدامات لازم به منظور دستیابی به این نوع کارایی به صورت پوشش خدمات اطلاع‌رسانی در سطح ملی و بین‌المللی، شفاف سازی اطلاع

### ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

رسانی، انعکاس به موقع و سریع اطلاعات، استفاده بیشتر از رسانه‌های جمعی (راه‌اندازی شبکه تلویزیونی نظیر Bloomberg)، به ویژه برای کسانی که دسترسی به اینترنت ندارند، ارائه اطلاعات به فعالان بازار با حداقل هزینه، تهیه اطلاعات کافی برای بازار و تقویت ظرفیت‌های نظارتی ارائه می‌شود. درجات کارایی اطلاعاتی در بازار

کارایی قوی

این نوع از نظریه‌ی کارایی شدیدترین نوع استفاده است که طبق آن تمام اطلاعات در یک بازار چه خصوصی چه عام در قیمت سهام مؤثر است. حتی اطلاعات نیروهای داخلی شرکت‌ها و بازار نیز باعث مزیت یک سرمایه‌گذار نسبت به سرمایه‌گذار دیگر نمی‌شود. قبول نظریه بازار کاراً در خالص‌ترین شکل آن ممکن است دشوار باشد اما سه طبقه بندی برای این نظریه وجود دارد که نشان دهنده میزان امکان به کار بردن این نظریه برای بازار است. در بازار کارایی اطلاعاتی کامل، قیمت‌های اوراق بهادار به شدت متأثر از اطلاعات موجود در بازار است و سرمایه‌گذاران نمی‌توانند بخاطر داشتن اطلاعات سود غیرعادی بدست آورند. در این بازار قیمت اوراق بهادار معادل ارزش ذاتی است. اگر برخی اطلاعات به‌طور کامل در قیمت سهام منعکس نشود، در آن صورت بازار از کارایی کامل برخوردار نیست.

کارایی نیمه قوی

طبق این نوع نظریه کارایی بازار، تمام اطلاعات عام در تعیین قیمت سهام مؤثر هستند و برای کسب مزیت نسبت به دیگر سرمایه‌گذارانی که نه تحلیل بنیادی و نه تحلیل تکنیکال مؤثر نیستند.

کارایی ضعیف

در این نوع از کارایی، تمام حقیقت‌های پیشین سهام در قیمت کنونی آن مؤثر هستند. بنابراین برای پیش بینی قیمت آتی سهام از تحلیل تکنیکال نمی‌توان استفاده کرد [۲۰]. در شکل ضعیف کارایی، برخی اطلاعات موجود مربوط به دوره‌های قبل بوده و تاثیر آنها در قیمت اوراق بهادار منعکس شده است. در بازار نیمه قوی، تمام اطلاعات شناخته شده و در دسترس، به سرعت بر قیمت‌ها تاثیر گذاشته است. این بازار در برگیرنده شکل ضعیف بازار کارا نیز هست. در شکل بازار قوی، قیمت سهام کاملاً تحت تاثیر اطلاعات، اعم از اطلاعات عمومی و غیر عمومی است. در این بازار هیچ گروهی از سرمایه‌گذاران نمی‌توانند بیش از نرخ بازده عادی در یک برهه از زمان منتفع شوند. این بازار در برگیرنده شکل ضعیف و نیمه‌قوی نیز است [۳].



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

تأثیر کارایی بر بازار

واقعیت این است که صرفاً اطلاعات منتشر شده در اخبار مالی یا تحقیقاتی بر قیمت سهام مؤثر نیست. اطلاعات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی و نیز قضاوت سرمایه گذارها درباره این اخبار چه صحیح باشند چه غلط بر قیمت سهام مؤثر است. طبق نظریه کارایی بازار چون قیمت سهام تحت تأثیر اطلاعات موجود در بازار قرار می گیرد و چون تمام سرمایه گذارها به اطلاعات یکسانی دسترسی دارند، هیچ یک نمی توانند عملکرد بهتری از لحاظ کسب سود داشته باشند. در بازارهای کاراً قیمت‌ها غیرقابل پیش بینی می شوند بنابراین هیچ الگویی برای تغییرات آن نمی توان تدوین کرد. این تفکر بازار کاراً حاکی از آن است که هر استراتژی سرمایه گذاری که هدف آن کسب سود بالاتر از حد متوسط بازار است، شکست خواهد خورد. در واقع طبق نظریه بازار کاراً با توجه به هزینه مترتب بر مدیریت سبد دارایی ها برای کسب سود بالاتر بهتر است، سرمایه گذار به خرید سهام پریسک تر بپردازد، البته با دقت در تمام جوانب.

نقاط ضعف نظریه بازار کاراً

در دنیای واقعی استدلال‌های روشنی علیه نظریه کارایی بازار وجود دارد. برای مثال سرمایه‌گذارهایی وجود دارند که همواره در اکثر موارد سودی بسیار بالاتر از حد متوسط بازار کسب کرده‌اند. وارن بافت یکی از همین افراد است. استراتژی سرمایه گذاری او خرید سهامی است که قیمت شان پایین تر از حد واقعی است. همچنین تعداد زیادی از مدیران سرمایه گذاری وجود دارند که بهتر از دیگران روندهای قیمت سهام را در بازارها شناسایی می کنند و بر همین مبنا سود بالایی کسب می کنند. بنابراین در حالی که چنین مواردی وجود دارد چطور ممکن است عملکرد سرمایه گذاران اتفاقی باشد و از هیچ الگویی پیروی نکند؟

در بسیاری از استدلال‌هایی که علیه نظریه کارایی بازار مطرح شده، آمده است الگوهای مشخص و تکرار شونده ای برای قیمت ها وجود دارد. در ادامه به برخی از مثال های این مورد اشاره می کنیم. تأثیر ژانویه الگویی تکرار شونده است که نشان می دهد در ماه نخست هر سال معمولاً سود بالاتری نصیب سرمایه گذارها می شود. همچنین دوشنبه آبی در وال استریت که خرید سهام را در جمعه بعدازظهر و صبح دوشنبه اشتباه اعلام می کند زیرا طبق الگوی تأثیر آخرفته قیمت سهام یک روز پیش از تعطیلی آخر هفته و روز بعد از این تعطیلی بالاتر از دیگر ایام هفته است. مطالعاتی که در زمینه رفتار مالی سرمایه گذاران صورت گرفته و در آن به بررسی تأثیر ویژگی های شخصیتی سرمایه

### ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

گذارها بر قیمت سهام پرداخته شده آشکار می‌کند که برخی الگوهای قابل پیش بینی در بازار سهام وجود دارد. معمولاً سرمایه گذارها مایلند سهامی را بخرند که قیمت آن پایین تر از ارزش واقعی است و برعکس تمایل دارند سهامی را بفروشند که قیمت کنونی آن از ارزش واقعی آن بیشتر است و در بازاری که تعداد زیادی سرمایه گذار در آن وجود دارد هر وضعیتی جز کارایی می‌تواند حاکم باشد.

پل کروگمن استاد اقتصاد دانشگاه ام آی تی معتقد است رفتار سرمایه گذارها باعث عدم کارایی بازارها می‌شود. بنابراین قیمت سهام حاصل اطلاعات موجود در بازار نیست و همواره از رفتار سودطلبانه سرمایه گذارها تأثیر می‌پذیرد.

بازار چطور کار می‌شود

برای آنکه بازار کارآ شود سرمایه گذارها باید تصور کنند بازار غیرکاراست و می‌توانند سودی بالاتر از حد متوسط آن کسب کنند. نکته جالب اینکه استراتژی‌های سرمایه گذاری که قصد دارند از عدم کارایی بازار سود ببرند عملاً عامل حفظ کارایی بازار هستند. طبق نظریه کارایی بازار، بازار باید بزرگ و نقد باشد. اطلاعات نیز از لحاظ در دسترس بودن و هزینه باید در هر زمان در اختیار سرمایه گذارها باشد. همچنین هزینه معاملات باید کمتر از سود مورد انتظار از سرمایه گذاری باشد و سرمایه گذارها باید منابع مالی کافی در اختیار داشته باشند تا از موارد عدم کارایی تا زمانی که وجود دارند، استفاده کنند و مهم ترین نکته اینکه سرمایه گذارها باید معتقد باشند که می‌توانند سودی بالاتر از متوسط سود بازار کسب کنند.

ارزیابی کمی کارایی بازار اولین بار در دهه ۱۹۶۰ میلادی وارد ادبیات اقتصاد مالی شد و فاما (۱۹۷۰) در مقاله مشهور خود نسبت به گردآوری، مقایسه و دسته بندی روش های مطالعه کارایی بازار پرداخت [۲۰]. لی (۱۹۹۲) آزمون نسبت واریانس برای آزمودن اینکه آیا بازدهی های سهام هفتگی آمریکا و ده کشور صنعتی استرالیا، بلژیک، کانادا، فرانسه، ایتالیا، ژاپن، هلند، سوئیس، انگلستان و آلمان از فرایند گام تصادفی برای دوره زمانی ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۸ پیروی می‌کند. او در مطالعات خود دریافت که مدل گام تصادفی هنوز توصیف مناسبی برای سری بازدهی هفتگی برای اکثر این کشورها می‌باشد [۲۵]. لیو و دیگران (۱۹۹۷) با استفاده از قیمت‌های روزانه بازار سهام شانگهای و شنزن و با بهره برداری از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته و آزمون های هم انباشتگی در دوره زمانی ۲۱ می ۱۹۹۲ تا ۱۸ دسامبر ۱۹۹۵ به تخمین کارایی بازارها پرداختند. نتایج آزمون های انگل و گرنجر دو مرحله‌ای و هم انباشتگی یوهاتن و آزمون علیت بیان کننده این است که بازار سهام چین در مجموع

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

ناکارا می باشد. یک مطالعه نسبتاً جامعی توسط لیو دیگران (۱۹۹۷) جهت بررسی کارایی بازار سهام کشورهای هنگ کنگ، سنگاپور، کره جنوبی و تایوان با توجه به سیاست های اقتصاد کلان پولی و مالی مربوط شان انجام شد این مطالعه از داده های فصلی برای قیمت سهام کل، عرضه پول و کسری (مازاد) بودجه استفاده نمود. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که هیچ کدام از بازارهای سهام این چهار بزرگ آسیایی (هنگ کنگ، سنگاپور، کره جنوبی و تایوان) در ارتباط با اطلاعات هر دوی سیاست های پولی و مالی، کار آمد نمی باشد. ناکارایی بازار سهام در این چهار کشور به نظر می رسد که در کوتاه مدت وجود دارد [۲۶]. چن و دیگران (۱۹۹۷) با استفاده از آزمون های ریشه واحد فیلیپس و پرون PP و هم انباشتگی یوهانسون اقدام به آزمون فرم ضعیف کارایی و فرضیه بازار کارا برای هجده بازار سهام بین المللی کرد. این بازارها شامل استرالیا، بلژیک، کانادا، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، هلند، هند، ایتالیا، ژاپن، نروژ پاکستان، اسپانیا، سوئد، سوئیس، انگلیس و آمریکا می باشد. چن و دیگران نتیجه می گیرند که همه بازارهای سهام به صورت مجزا دارای فرم ضعیف کارایی می باشند و فقط تعداد اندکی از بازارهای سهام شواهدی از داشتن رابطه هم انباشتگی با بازارها را نشان دادند [۱۹]. گرونیولند (۱۹۹۷) هر دو فرم ضعیف و نیمه قوی کارایی را با استفاده از داده های روزانه در دوره ۱۹۷۵ تا ۱۹۹۲ برای بازارهای سهام استرالیا و نیوزلند آزمون کرد. فرم ضعیف کارایی با استفاده از آزمون های ریشه واحد دیکی فولر و فیلیپس و پرون PP، نسبت واریانس و آزمون های خودهمبستگی و فرم نیمه قوی کارایی با استفاده از هر دو آزمون هم انباشتگی و علیت گرنجری آزمون شدند. نتایج آزمون های ریشه واحد نشان داد که هر دو شاخص ناماناست و دلالت بر فرم ضعیف کارایی داشت [۲۱]. آدلایا باتروشینا (۲۰۰۶) با استفاده از داده های روزانه ارزش شاخص بازار سهام اوکراین در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ به بررسی کارایی بازار در سطوح مختلف (ضعیف، نیمه قوی و قوی) بر مبنای فرضیه بازار کارا (EMH) پرداخت [۱۸]. این مطالعه از مدل های آماری مثل روش ایروین و آزمون خودهمبستگی و دوربین واتسون استفاده کرده و به این نتیجه رسید که افزایش در شاخص سهام فقط در سال ۲۰۰۱ تصادفی می باشد و در نهایت بازار سهام اوکراین دارای فرم ضعیف کارایی می باشد. جینهو جیونگ (۲۰۰۴) به بررسی کارایی بازار سرمایه کره نسبت به سیاست های مالی و پولی پرداخت. به عبارت دیگر وی در این مطالعه به بررسی تجربی کارایی سهام کره نسبت به اطلاعات اقتصاد کلان پرداخته است. در این مطالعه برای آزمون کارایی نیمه قوی بازار از داده های ماهانه برای دوره ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۰ و از رهیافت حداکثر درستنمایی با اطلاعات کامل FIML بهره برده است. یافته های این تحقیق برای سیاست های پولی با فرضیه بازار کارا سازگار است. اما نتیجه نسبت به سیاست های مالی نامعلوم است [۲۳]. راکشا گوبنا و

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

پاریکشیت باسو (۲۰۰۷) به آزمون فرم ضعیف کارایی در چارچوب گام تصادفی در دو بازار عمده اوراق بهادار در هند در دوره زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۶ پرداختند. در این تحقیق آزمون ریشه واحد دیکی فولر (ADF) و فیلیپس و پرون (PP) و KPSS و همچنین از آزمون نسبت واریانس LOMAK استفاده کردند. نتایج آزمون‌ها نشان داد که این بازارها دارای فرم ضعیف کارایی نیست [۲۲]. فدایی نژاد (۱۳۷۳) به بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران در دو فرم ضعیف و نیمه قوی با استفاده از قیمت هفتگی سهام ۵۰ شرکت پذیرفته شده در بورس در دوره زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۲ پرداخت. او در تحقیق خود برای آزمون کارایی در فرم ضعیف از دو روش پارامتری و ناپارامتری خود همبستگی سری‌های زمانی تغییرات متوالی قیمت سهام آزمون گردش و برای آزمون کارایی در فرم نیمه قوی از دو مدل بازار و محاسبه بازده غیرعادی بدون توجه به بتا استفاده کرد و نتیجه این مطالعه عدم کارایی بازار سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران را در دو سطح ضعیف و نیمه قوی برای دوره زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد [۹ و ۱۰]. نمازی (۱۳۷۴) به بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران در فرم ضعیف با استفاده از داده‌های قیمت روزانه و هفتگی ۴۰ شرکت پذیرفته شده در بورس در فاصله زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۳ پرداخت. او در این تحقیق از روش‌های ضریب همبستگی پیاپی و آزمون‌های نرمال بودن و قاعده فیلتر استفاده کرد. نتایج حاصل از تحقیق عدم کارایی بورس تهران را نشان می‌دهد [۱۳]. یعقوب‌نژاد و شیرازی (۱۳۸۷) در پژوهش خود با ارزیابی روند سطح کارایی اطلاعاتی بازار سرمایه ایران با توجه به واکنش سرمایه‌گذاران نسبت به اطلاعات مندرج در صورت‌های مالی با توجه به نقش اصلی بورس اوراق بهادار، جذب منابع سرگردان در جامعه و هدایت آنها به سمت فعالیت‌های ارزش آفرین بیان کردند که این مهم مشروط به وجود کارایی بازارهای سرمایه است. مطابق بیان یعقوب‌نژاد و شیرازی (۱۳۸۷) دستیابی به اهداف اشاره شده، لازم است که بازار سرمایه دارای کارایی‌های تخصیصی، عملیاتی و اطلاعاتی باشد. برای آزمون این فرضیه، همبستگی تغییرات قیمت بعنوان شاخص عکس‌العمل سرمایه‌گذاران به اطلاعات مندرج در صورت‌های مالی اساسی شامل: سود هر سهم، سود نقدی هر سهم، ارزش شرکت، بازده سرمایه‌گذاری و بازده حقوق صاحبان سهام، طی یک دوره شش ساله با استفاده از داده‌های ۱۰۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج نشان داده‌است که همبستگی بین متغیرهای مستقل با تغییرات ارزش سهام در همه سال‌های مورد مطالعه معنی‌دار نبوده و همبستگی در بین متغیرها با گذشت زمان بهبود نیافته است [۱۶]. سعید راسخی و امیر خانعلی پور (۱۳۸۸) با به کارگیری داده‌های ماهانه شاخص کل سهام در دوره زمانی ۱۳۷۷ الی ۱۳۸۶، فرضیه وجود کارایی اطلاعاتی را در بازار سهام تهران مورد بررسی قرار دادند. این

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

مورد با فرضیه غیر معنادار بودن ضرایب الگوی ARMA آزمون شد. ضریب جمله بازدهی در وقفه اول به طور معناداری مخالف صفر بود و این یافته نشانگر نا کارایی اطلاعاتی در بورس اوراق بهادار تهران است [۴]. شمس و سلیمانی اشرفی (۱۳۹۲) به بررسی رابطه‌ی بین حد نوسانات قیمت و عدم تقارن اطلاعاتی در دوره‌های قبل از اعلان سود در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند و نتایج آن‌ها نشان دهنده‌ی رابطه معناداری بین حد نوسانات قیمت و عدم تقارن اطلاعاتی و نیز ارزش معاملات و عدم تقارن اطلاعاتی می‌باشد. در واقع افزایش حد نوسان می‌تواند باعث افزایش کارایی بازار و تقارن اطلاعاتی گردد [۶]. نظیفی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی به بررسی روند بازدهی سهام با استفاده از مدل خود بازگشتی چرخشی مارکف پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که نوسان‌های شاخص مالی بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از مدل مارکف سوئیچینگ، نسبت به مدل‌های ساده بهتر می‌توان توصیف کرد. آن‌ها با استفاده از مدل مارکف نوسان‌های بازده سهام را به دو رژیم پر نوسان و کم نوسان تفکیک کردند و نتایج بررسی نشان داد که در بورس تهران مدت ماندن بازار در رژیم پر نوسان بیشتر از مدت ماندن در رژیم کم نوسان است [۱۲].

### روش پژوهش

تحقیقات از لحاظ ماهیتی به دو دسته آزمون فرضیه و کشف معرفت تقسیم می‌شوند. آزمون فرضیات که نگرش از بالا به پایین است، برای اثبات یا رد ایده‌های از قبل دریافت شده تلاش می‌کند. کشف معرفت، یک نگرش از پایین به بالا است که از کار با داده‌ها شروع می‌کند و سعی می‌کند مطالب ناشناخته قبلی را کشف نماید. در این تحقیق از کشف معرفت، جهت طراحی و تبیین الگوی پیشرفت در کارایی بازار سرمایه تهران استفاده شده است. مطالعه حاضر از لحاظ روش یک روش تحلیلی-ریاضی محسوب می‌گردد. در این بررسی با استفاده از روشهای پیشرفته اقتصاد سنجی و حالت فضا مناسب‌ترین الگو برای پیشرفت در کارایی بازار سرمایه تهران طراحی و تبیین می‌گردد.

جامعه آماری مورد نظر در این پژوهش، کلیه‌ی شرکت‌هایی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. دلیل انتخاب شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار این است که قابلیت دسترسی به اطلاعات مالی این شرکت‌ها بیشتر است، همچنین، به خاطر وجود مقررات و استانداردهای سازمان بورس اوراق بهادار تهران، اطلاعات گزارش‌های مالی این شرکت‌ها همگن‌تر است. دوره زمانی مورد نظر برای این تحقیق از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۶ می‌باشد که یک دوره ۱۰ ساله است. در این پژوهش، برای انتخاب نمونه، از کل داده‌های در دسترس که همان شاخص کل و شاخص قیمت

### ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

می‌باشد استفاده شده است.

هدف این پژوهش بررسی پیشرفت کارایی اطلاعاتی بازار سرمایه و حرکت به سمت کارایی بیشتر و ارائه مدلی جهت ارزیابی کارایی با مدل‌های پیشرفته اقتصاد سنجی می‌باشد. با بررسی به عمل آمده تا کنون پژوهش‌های کمتری به صورت منسجم در زمینه ارزیابی پیشرفت کارایی بازار سرمایه ایران با استفاده از انواع الگوهای اقتصاد سنجی مشاهده ارائه گردیده‌اند. رهیافت به کار گرفته شده در مطالعه حاضر شاخصی را برای ارزیابی درجه ناکارایی بازار و زمان بندی و سرعت گرایش به سمت کارایی ارائه می‌دهد. و با توجه به اینکه تحقیق مذکور در مورد بازار نوظهوری مثل بازار سرمایه ایران است می‌تواند برای محققین سایر کشورها نیز مفید باشد. همچنین از آنجا که این تحقیق با اطلاعات جدید تری از بازار سرمایه ایران تا سال ۱۳۹۶ اجرا می‌شود از تحقیقات پیشین متمایز است. با توجه به موارد فوق سوال اصلی این پژوهش این است که آیا بازار سهام ایران پیشرفتی در کارایی داشته است؟ که در این راستا سوال دوم پژوهش این است که با توجه به ویژگی‌های بازار کدامیک از روش‌های ارزیابی جهت پاسخگویی به سوال اول مفید تر خواهد بود؟ همچنین با توجه به اهداف پژوهش و در راستای پاسخگویی به سوال پژوهش فرضیه‌ی زیر مطرح می‌شود:

#### **فرضیه پژوهش :**

با توجه به داده‌های مورد رسیدگی از شاخص بورس اوراق بهادار تهران پیشرفت در کارایی اطلاعاتی در بازار بورس تهران وجود دارد.

#### **مدل پژوهش**

جهت بررسی کارایی بازار، سطح ضعیف آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شکل ضعیف فرضیه بازار کارا ایجاب می‌کند که هیچ فرصت سودآوری بر اساس تغییرات گذشته در قیمت‌های دارایی وجود نداشته باشد. این بدان معناست که یک بازار کارا باید یک بازار غیرقابل پیش‌بینی باشد. بدین جهت از شاخص کل و شاخص قیمت به عنوان مبنایی جهت آزمون فرضیه پژوهش استفاده می‌گردد. متغیر مورد استفاده در تحقیق حاضر شاخص کل روزانه و شاخص قیمت در سال‌های ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۶ می‌باشد. به منظور برازش مدل‌های اقتصاد سنجی خانواده‌های ARCH و GARCH و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق از نرم افزارهای مختلف از جمله E-views نسخه ۸،۱ و Oxmetricx نسخه ۶ استفاده شده است. شکل ضعیف فرضیه کارایی ایجاب می‌کند که هیچ فرصت سودآوری بر اساس تغییرات گذشته در قیمت‌های دارایی وجود نداشته باشد. این بدان معناست که یک بازار کارا

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

باید یک بازار غیرقابل پیش‌بینی باشد. این موضوع اغلب از طریق اجرای رگرسیون ساده زیر آزمون می‌شود:

$$r_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_i r_{t-i} + e_t$$

که در آن  $r$  نرخ بازگشت دارایی است و شکل ضعیف کارایی باعث می‌شود تا  $\beta_i = 0$  برای  $i > 0$  باشد. این فرضیه اغلب با تخمین چنین معادلاتی به روش OLS یا GMM، آزمون می‌شود. در رابطه با بازار سهام تهران (و همینطور سایر بازارهای نوظهور) این رویکرد چندان منطقی نیست زیرا این رویکرد کارایی به صورت اثربخش، کارایی را در کل دوره‌ی شکل‌گیری بازار آزمون می‌کند و به سختی قابل قبول است که این بازارها از همان ابتدا بازارهای کاملاً کارا بوده باشند. در نتیجه ناکارایی ابتدایی دوره‌های شکل‌گیری بازار باعث ایجاد تورش در نتایج تخمین و آزمون می‌شود و مارا به این نتیجه می‌رساند که به دلیل وجود ناکارایی در گذشته هم اکنون نیز فرصت سود وجود دارد (لارنس، ۱۹۸۶).

بنابراین لازم است که ما روشی را بیابیم که برای فرایند تخمین امکان مدل کردن این ساختار متغیر را فراهم کند. سپس لازم است معیار یا آزمونی را برای کارایی بازار سهام داشته باشیم بطوری که بتوانیم امکان وجود فرصتهای سودآوری را ارزیابی نماییم. همچنین به معیاری جهت سنجش زمانبندی حرکت بازار به سمت کارایی نیاز خواهیم داشت بطوری که مارا قادر سازد تا در مورد سرعت کارا شدن بازارها اظهار نظر کنیم. روش یادشده تنها از طریق توسعه دادن نسخه‌ای جدید از معادله بالا بدیت خواهد آمد که امکان وارد کردن پارامترهای ناپایا در زمان را فراهم می‌کند. در ابتدا معادله بالا را بصورت زیر دوباره فرموله می‌کنیم:

$$r_t = \beta_{0t} + \sum_{i=1}^{\rho} \beta_{it} r_{t-i} + e_t$$

بطوری که در این معادله پارامترها اندیس زمان دارند و می‌توانند در طول زمان تغییر کنند (رجوع شود به امرسون، هال، و زالسکا میچرا (۱۹۹۷) و راکینگر و اورگا (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱))

ویژگی دوم مدل‌های سری‌های زمانی مالی مرسوم این است که فرایند خطا اغلب از یک مجموعه کامل از ویژگی‌های توزیع یکسان مستقل نرمال IID برخوردار نیست. به منظور رفع مشکل ناهمسانی در واریانس فرایند خطا و همچنین لحاظ نمودن همبستگی پی در پی اقدام به ترکیب مدل پارامتری متغیر در طول زمان با یک مدل GARCH می‌کنیم.

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

بر همین اساس، مدل حالت-فضا (state-space) که ما با استفاده از فیلتر کالمن برآورد می‌شود به صورت زیر خواهد بود (هال و اورگا (۲۰۰۴)):

$$r_t = \beta_{0t} + \beta_{1t}r_{t-1} + \beta_{2t}h_t + e_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1h_{t-1} + \alpha_2e_{t-1}^2$$

$$\eta_{i,t} \sim N(0, \sigma_i^2); \quad i = 0, 1$$

$$\beta_{i,t} = \beta_{i,t-1} + \eta_{i,t};$$

این یک معادله خود همبسته از درجه ۱ (AR1) که عرض از مبدا ( $\beta_{0,t}$ ) و شیب آن ( $\beta_{1,t}$ ) با زمان تغییر می‌کنند.  $\beta_2$  نشان دهنده پارامتر پاداش ریسک در مدل شرطی است.  $\alpha_1$  معیار باری متغیر بودن پارامترهای  $\beta_{i,t}$  است.  $\alpha_0$  نشاندهنده مقدار ثابت در معادله نوسانات است.  $\alpha_1$  نماینده تاثیر شوک‌ها بر نوسانات است و  $\alpha_2$  میزان پایداری یک شوک مشخص را اندازه‌گیری می‌کند. این مدل تقریباً عمومی است زیرا حالت خاصی را که در آن هر کدام یا هر دو پارامترهای  $\beta_{1,t}$  و  $\beta_{2,t}$  متغیر با زمان نیستند را نیز در بر می‌گیرد به طوری که  $\beta_{1,t} = \beta_1$  یا  $\beta_{2,t} = \beta_2$  است. در این پژوهش به منظور نشان دادن تغییر در وضعیت کارایی پارامتر  $\beta_1$  را متغیر در طول زمان ( $\beta_{1,t}$ ) در نظر می‌گیریم ولی عرض از مبدا که نشان دهنده اثرات متغیرها و فضای اقتصاد کلان و عوامل غیر قابل اندازه‌گیری می‌باشد ثابت در نظر گرفته می‌شود.

در اقتصاد سنجی مدل با خصوصیت اتورگرسیون به مدلی گفته می‌شود که فرض بر این دارد که واریانس خطاها با نوآوریها یک تابع از اندازه خطاهای دوره‌های زمانی قبل است: معمولاً واریانس با مربع نوآوری‌های قبلی مرتبط است. چنین مدلی معمولاً ARCH نامیده می‌شود (آنگل، ۱۹۸۲). البته علامت‌های اختصاری دیگری هم برای مدل‌های بر همین پایه بکار برده می‌شود. مدل‌های ARCH معمولاً برای سری‌های زمانی مالی بکار برده می‌شود که دسته بندی‌های نوسانی بر پایه زمان - که دوره‌های با نوسان با دوره‌های بدون نوسان همراه می‌شوند - را نشان می‌دهند.

ساده‌ترین مدل GARCH(p,q) مدل GARCH(1,1) است که شامل یک جز (ω)

نوسان دوره‌ی گذشته که به شکل وقفه ای از مجموع باقیمانده‌ها یا پسماندهای معادله ی میانگین اندازه‌گیری می‌شود که جز ARCH معادل  $\epsilon_{t-1}^2$  و واریانس پیش بینی آخرین دوره، یا جز GARCH معادل  $h_{t-1}$  خواهد بود. در فرم استاندارد مدل GARCH(1,1) که به صورت معادله های زیر هستند:



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

$$y_t = x_t' \gamma + \varepsilon_t$$

$$h_t = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

معادله اولی که میانگین شرطی مدل می‌باشد به عنوان تابعی از متغیرهای برونزا با جز  $\varepsilon_i$  اخلاص می‌باشد. از آنجا که واریانس هر دوره بوسیله واریانس یک قابل پیش بینی می‌شود به آن واریانس شرطی می‌گویند. واریانس شرطی که توسط معادله دوم مشخص می‌شود تابعی از ۳ عبارت زیر است:

- میانگین  $\omega$

- اخبار راجع به نوسان پذیری در دوره گذشته که توسط متغیر تاخیری مربع پسماند از معادله اول بدست می‌آید  $(\varepsilon_{t-1}^2)$ . این عبارت را جز ARCH می‌نامند.

- پیش بینی واریانس آخرین دوره:  $h_{t-1}$  این جز را جز GARCH می‌نامند.

**یافته‌های پژوهش**

**آمار توصیفی**

برای تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. با توجه به اینکه از داده‌های سری زمانی برای آزمون فرضیات استفاده می‌کنیم، آمار توصیفی داده‌های تحقیق شامل اطلاعات مربوط به میانگین، میانه، حداقل، حداکثر و انحراف معیار داده‌ها در نگاره ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

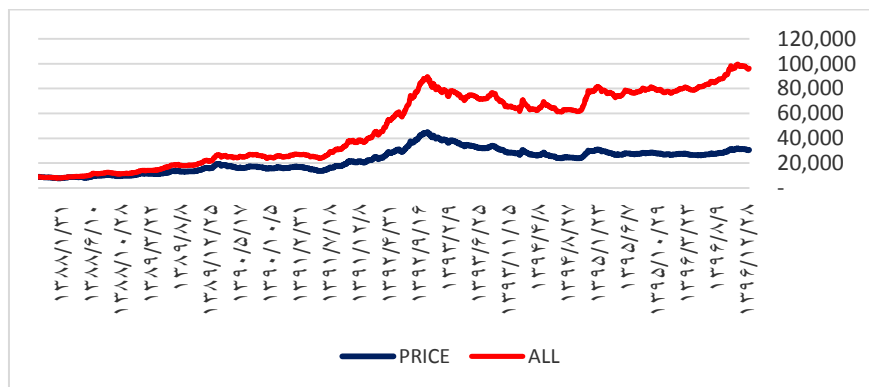
جدول ۱: آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

| TEPIX    | Price index | متغیر شاخص‌های آماری |
|----------|-------------|----------------------|
| شاخص کل  | شاخص قیمت   |                      |
| ۲۲۴۴     | ۲۲۴۴        | تعداد مشاهدات        |
| ۴۸۸۰۸    | ۲۲۳۸۸       | میانگین              |
| ۴۷۶۹۰    | ۲۲۲۷۱       | میانه                |
| ۷۹۵۵     | ۷۷۷۶        | مینیمم               |
| ۹۹۵۲۲    | ۴۴۹۲۴       | ماکزیمم              |
| ۲۸۵۱۲,۱۸ | ۹۰۳۶,۱۲     | انحراف معیار         |
| ۰,۰۲۳    | ۰,۱۱۴       | چولگی                |

**ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان**

|         |        |          |
|---------|--------|----------|
| ۱,۴۱۴   | ۲,۱۱۰  | کشیدگی   |
| ۲۳۵,۰۲۹ | ۷۸,۹۱۱ | جارك-برا |
| ۰,۰۰۰   | ۰,۰۰۰  | p-مقدار  |

در شکل زیر نمودار گرافیکی شاخص کل و قیمت قابل مشاهده می‌باشند.



نمودار ۱: روند رشد شاخص کل و شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران

**پایایی (مانایی) داده‌ها**

در مدل‌های خانواده گارچ شرایط پایایی بسیار مهم است. در تجزیه و تحلیل سری زمانی و ترکیبی به طور ضمنی فرض می‌شود که سری زمانی مانا (ایستا) می‌باشد. برای بررسی چنین حالتی از آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود از این رو آزمون پایایی برای متغیر مورد بررسی در مدل‌ها برای نمونه پژوهش به روش آزمون دیکي- فولر انجام شده و نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: آزمون‌های پایایی متغیرهای تحقیق (آزمون دیکي- فولر تعمیم یافته)

| نتیجه آزمون | مقادیر آماری |            | شرح       | متغیر       |
|-------------|--------------|------------|-----------|-------------|
|             | p-مقدار      | آماره فیشر |           | نماد        |
| تایید       | ۰,۰۰۰        | ۱۳۴,۵۴     | شاخص کل   | TEPIX       |
| تایید       | ۰,۰۳۷        | ۱۰۴,۵۷     | شاخص قیمت | Price index |

همانگونه که در نگاره فوق مشاهده می‌گردد p - مقدار برای تمامی متغیرها کوچکتر از ۵ درصد بوده است در نتیجه طی دوره پژوهش متغیرها پایا بوده، و می‌توان مدل را برای تمامی مشاهدات برآورد نمود. هر دو متغیر شاخص کل و شاخص قیمت از جنبه انجام مدل‌های گارچ مشکل عدم وجود حافظه بلند مدت را ندارد. همچنین به دلیل عدم وجود ریشه واحد، نامانایی سری زمانی بازدهی

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

شاخص کل شاخص قیمت سهام رد می شود و این بدان معنی خواهد بود که گشتاورهای ثابتی برای بازده ها وجود دارد.

آزمون LM-ARCH برای تلاطم بازدهی (آزمون LM)

جدول ۳: LM-ARCH

| مقدار Chi- Sq/P- | آماره فیشر | R2     | متغیر وابسته مدل | مدل                 |
|------------------|------------|--------|------------------|---------------------|
| ۰,۰۰۰            | ۱۲۴,۷۶     | ۱۳۲,۳۴ | TEPIX            | متغیر شماره ۱ تحقیق |
| ۰,۰۰۰            | ۱۱۸,۸۱     | ۱۴۸,۲۲ | Price index      | متغیر شماره ۲ تحقیق |

همانگونه که از جدول ۳ مشخص است به دلیل مانا بودن داده‌ها (باثبات بودن داده‌ها) اثر تکانه‌ها و تغییرات اقتصاد کلان بر متغیرهای مورد نظر شاخص کل و شاخص قیمت میرا بوده و به تدریج از بین می‌رود. بدین معنا که اثر شوک‌ها و تغییرات، در طی زمان  $t+1$  کمتر از زمان  $t$  خواهد بود. به بیان دیگر ماندگاری و دوام اثرات شوک‌ها محدود است و سری‌های داده‌ها حافظه بلند مدت دارند.

مدل برآمده از اجرای آرچ برای چهار وقفه :

جدول ۴: برآورد مدل آرچ با چهار وقفه از متغیر شاخص کل سهام

| p-value | آماره t | ضرایب  | پارامترها                  |
|---------|---------|--------|----------------------------|
| ۰,۱۰۰   | ۳,۶۴۳   | ۲۳,۸۷۰ | عرض از مبدا معادله میانگین |
| ۰,۰۰۰   | ۶۲,۵۰۰  | ۱,۳۱۲  | ALL(t-1)                   |
| ۰,۰۰۰   | -۹,۷۵۷  | -۰,۳۳۸ | ALL(t-2)                   |
| ۰,۰۰۰   | ۴,۳۰۲   | ۰,۱۴۹  | ALL(t-3)                   |
| ۰,۲۵۵   | -۵,۸۸۴  | -۰,۱۲۳ | ALL(t-4)                   |

$$ALL = 23.8700925084 + 1.3128199446*ALL(-1) - 0.338457606141*ALL(-2) + 0.149254786815*ALL(-3) - 0.123632466144*ALL(-4)$$

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که مقدار F و همچنین مقدار  $\chi^2 = nR^2$  بزرگ بوده و در ناحیه بحران قرار دارند. همچنین مقدار احتمال‌ها که در مقابل F و  $\chi^2$  ارائه شده است، کوچکتر از ۰/۰۵ هستند، لذا فرضیه وجود ARCH رد نمی‌شود. به عبارت دیگر واریانس متغیر مورد نظر نمی‌تواند ثابت باشد.

مدل GARCH

جهت برآورد اثرات گارچ در سری زمانی داده‌ها ابتدا مدل اولیه‌ای تخمین زده شده و سپس آزمون

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

ضریب لاگرانژ (آزمون اثرات آرچ و گارچ) برای مدل اولیه مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج آن در جدول ۵ قابل مشاهده است.

مدل برآمده از اجرای گارچ برای چهار وقفه :

جدول ۵: برآورد اولیه مدل گارچ برای متغیر شاخص کل سهام

| متغیر                | ضریب  | انحراف معیار         | آماره t | p-value       |
|----------------------|-------|----------------------|---------|---------------|
| TEPIX                | ۰,۹۵۲ | ۰,۰۳۶                | ۰,۹۱۷   | ۰,۳۵۹         |
| عرض از مبدا          | ۰,۰۰۵ | ۰,۰۰۰                | ۴,۷۶۸   | ۰,۰۰۰         |
| آزمون اثرات آرچ ARCH |       |                      |         |               |
| ARCH(p,q)            |       | آماره F              | p-value | نتیجه         |
|                      |       | F(2.41184)=25.762231 | 0.00002 | اثر آرچ دارد. |

|        |                       |       |          |                    |
|--------|-----------------------|-------|----------|--------------------|
| ۰.00   | 10.180                | 3.800 | 3.870    | C                  |
| 0.000  | 13.898                | 0.026 | 0.365    | RESID(-1)^2        |
| 0.000  | 25.765                | 0.023 | 0.612    | GARCH(-1)          |
| 0.001  | Mean dependent var    |       | .020.-   | R-squared          |
| 0.006  | S.D. dependent var    |       | .020.-   | Adjusted R-squared |
| .388۷- | Akaike info criterion |       | 0.006    | S.E. of regression |
| .378۷- | Schwarz criterion     |       | 0.107    | Sum squared resid  |
| .384۷- | Hannan-Quinn criter.  |       | 8286.749 | Log likelihood     |
|        |                       |       | 1.237    | Durbin-Watson stat |

در قسمت بالای جدول ۵ معادله میانگین شرطی داده شده است که فقط یک مقدار ثابت دارد. اما در قسمت پایین، معادله واریانس داده شده است که مقدار ثابت این معادله برابر با  $۳/۸۷۰۶$ ، ضریب  $u_{t-1}^2$  که با C نشان داده شده است برابر با ضریب RESID(-1) یعنی  $۰/۳۶$  می‌باشد. همچنین ضریب واریانس تأخیری ( $\beta$ ) معادل با ضریب GARCH(-1) یعنی  $۰/۶۱۲$  می‌باشد. همه ضرایب معادله واریانس معنی‌دار هستند. توجه شود که در اینجا  $R^2$  نزدیک به صفر است زیرا معادله میانگین شرطی فاقد متغیر توضیحی است.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

جدول ۶: نتایج حاصل از مدل گارچ- سری زمانی شاخص کل بورس

| پارامترها                  | ضرایب  | آماره t | p-value |
|----------------------------|--------|---------|---------|
| عرض از مبدا معادله میانگین | ۰,۰۰۰  | ۳,۳۴۹   | ۰,۰۰۱   |
| AR(t-1)                    | ۰,۴۶۶  | ۱۵,۴۴۲  | ۰,۰۰۰   |
| AR(t-2)                    | -۰,۰۹۴ | -۳,۰۴۵۱ | ۰,۰۰۳   |
| AR(t-3)                    | ۰,۱۱۹  | ۳,۹۵۵۴  | ۰,۰۰۰   |
| AR(t-4)                    | ۰,۰۳۲  | ۱,۱۳۹   | ۰,۲۵۵   |
| عرض از مبدا معادله واریانس | ۱,۹۸۸  | ۱,۵۴۶   | ۰,۱۲۴   |
| اثرات آرچ: $\alpha_1$      | ۰,۱۴۰  | ۲,۶۴۴   | ۰,۰۰۳   |
| اثرات گارچ: $\beta_1$      | ۰,۷۳۶  | ۱۱,۴۳۳  | ۰,۰۰۰   |

در جدول ۶ ضرایب و پارامترهای مربوط به مدل GARCH(1.1) برای سری زمانی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران نشان داده شده است. همانگونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود، ضریب پارامترهای  $\alpha_1$  و  $\beta_1$  مربوط به مدل گارچ معنی دار بدست آمده که نشان دهنده برازش خوب ترکیب مدل GARCH(1.1) می‌باشد. همچنین مدل واریانس شرطی با پارامترهای معنی دار  $\alpha_1$  و  $\beta_1$  نشان می‌دهد که انتخاب مرتبه یک برای معادله واریانس شرطی مدل مناسب است و مدل کاملا همگرایی دارد، زیرا مجموع اثرات آرچ و گارچ کمتر از واحد است. مجموع ضرایب عوامل ARCH و GARCH ۸۷ صدم هست که درجه ماندگاری نوسانات را نشان می‌دهد. اگر این حاصل جمع نزدیک یک باشد به معنای آن است که شوک‌های نامطلوب دوام خواهند داشت، اما چون در اینجا این مقدار برابر با ۸۷ صدم هست نشان می‌دهد که شوک‌های نامطلوب تأثیر خود را برای دوره کوتاه‌تری اعمال می‌کنند.  $\alpha_1$  و  $\beta_1$  نشان دهنده وابستگی شاخص کل نسبت به مقادیر وقفه دارشان هستند که در اینجا مقادیر تخمین زده شده آن‌ها مخالف با صفر می‌باشند. بدین معنا که شاخص کل بورس را با توجه به شوک‌ها و تکانه‌های اقتصادی می‌توان پیش بینی کرد بنابر این، نتایج بیانگر عدم وجود شکل ضعیف کار آبی بازار در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند.

در این قسمت با استفاده از مدل M-GARCH تأثیر عوامل کلان و کیفی بر کارایی بازار آزمون می‌کنیم، و سرانجام وجود پاداش ریسک را نیز آزمون می‌کنیم. نگاره ۷ نتایج برآورد معادلات را با استفاده از شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران نشان می‌دهد.

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

جدول ۷: نتایج حاصل از مدل گآرچ- سری زمانی تأثیر عوامل کلان و کیفی بر کارایی بازار

|            | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob  |
|------------|-------------|------------|-------------|-------|
| B0         | -.۰,۰۰۰۰    | ۰,۰۰۰۰     | -۰,۵۷۲      | ۰,۵۵۶ |
| $\beta_2$  | -.۰,۰۱۶     | ۰,۱۴۲      | ۰,۱۲۵       | ۰,۸۷۲ |
| $v_1$      | ۲,۴۴۱       | ۰,۵۹۱      | -۱۶,۳۷۷     | ۰     |
| $\alpha_0$ | ۷,۸۲۷       | ۵,۲۵۱      | ۱۴,۰۱۶      | ۰     |
| $\alpha_1$ | ۰,۳۱۷       | ۰,۰۰۳      | ۸,۹۲۷       | ۰     |
| $\alpha_2$ | ۰,۴۸۱       | ۰,۰۳۵      | ۱۴,۷۲۶      | ۰     |

در جدول فوق برآورد مدل AR و اثرات GARCH برای بازدهی شاخص کل بازار سهام تهران در مورد شاخص کل بورس تهران هیچ اثری از جانب  $\beta$  که بیانگر اثرات کلان و عوامل غیرقابل اندازه‌گیری بر بازدهی شاخص کل می باشد، وجود ندارد.

در این مدل، پارامتر  $\beta_2$  که نشان دهنده پارامتر پاداش ریسک در معادله میانگین است، به طور ساختاری در طول زمان تغییر نمی کند و لذا برآوردها و خطای استاندارد آن را می توان به شیوه‌های استاندارد ارزیابی نمود. این ضریب از نظر آماری در سطح معنی دار ۵٪ برای شاخص کل بورس تهران بی معنا است. علاوه بر این، اثرات M-GARCH بسیار معنادار است. براساس نتایج به دست آمده مجموع  $\alpha_2 + \alpha_1$  خیلی نزدیک به عدد یک نمی باشد که نشان دهنده این است که شوک های نامطلوب اثر ماندگار ندارند .

در این مرحله ضریب مدل  $AR_1$  یعنی شیب متغیر در طول زمان ( $\beta_1 t$ ) را در نظر بگیرید. طبق جدول فوق، واریانس آن ( $v_1$ ) قویاً معنادار بوده و در این صورت پارامتر مربوطه در طول زمان تغییر می‌کند و تنها می‌توان معناداری آن را در هر دوره از زمان بررسی کرد که البته آزمون معنی داری پارامتر  $\beta_1$  در مدل ساده ( $AR_1$ ) نشان دهنده این است که این پارامتر قویاً معنادار بوده و در کل دوره مورد بررسی عدم کارایی وجود دارد. از آنجایی که این ضریب در طول زمان متغیر است در نتیجه نظرات و تفسیر ما باید براساس نمودار (۹) باشد که همبستگی متغیر در زمان را برای شاخص کل بورس تهران و در بازه اطمینان ۹۵٪ اندازه گیری می‌کند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹



نمودار ۲: همبستگی متغیر شاخص کل در زمان

نمودار ۲ برآوردهای  $\beta_{1t}$  در طول دوره‌ی مطالعه برای شاخص بازار سهام تهران در سطح اطمینان ۹۵٪ نشان می‌دهد. به منظور تحلیل و تفسیر روند تغییرات در وضعیت کارایی بازار سهام تهران، لازم است مروری بر رویدادهای تأثیرگذار بر بازار سهام در طول دوره مورد مطالعه در این پژوهش، داشته باشیم.

تحلیل روند کارایی شاخص بورس سهام تهران با در نظر گرفتن رویدادهای تاریخی

همانطور که نمودار (۲) نشان می‌دهد از سال ۸۸ که دوران بحران جهانی می‌باشد در ایران تا مهر ماه سال ۱۳۹۱ تغییرات زیادی در شاخص مشاهده نمی‌گردد ولی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی قبل از انتخابات سال ۱۳۹۲ روند افزایشی به خود می‌گیرد. سپس با به روی کار آمدن دولت جدید با شروع مذاکرات چند جانبه روند شاخص به سمت اصلاح پیش رفته و شاهد از بین رفتن حباب شکل گرفته در بازار سهام بودیم که این حباب خود باعث به وجود آمدن سطح بالایی از عدم کارایی در بورس شده بود که تا زمستان ۹۴ این روند ادامه می‌یابد [۷]. پس از واکنش‌های مثبت نسبت به مذاکرات هسته‌ای با کشورهای ۱+۵ به صورت مجدد دوران رونق بورس شروع شده و دوره جدیدی از افزایش شاخص و تثبیت آن در واحد‌های بالای ۸۰ هزار شروع می‌شود. به منظور بررسی پیشرفت کار آیی بازار سرمایه در ایران به انجام آزمون کار آیی در حال تکامل با استفاده از داده‌های روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در ادامه به اجرای مدل فیلتر کالمن (حالت فضا) می‌پردازیم.

فیلتر کالمن و حالت فضا

با استفاده از مدل‌های فضای حالت و تکنیک فیلتر کالمن به تخمین مدل گارچ با ضرایب متغیر

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

می‌پردازیم تا علاوه بر در نظر گرفتن ساختار متغیر واریانس وابستگی متغیر زمانی سری بازده روزانه شاخص کل با مقادیر وقفه دارش را نیز در نظر بگیریم. در تخمین مدل با ضرایب متغیر نوع مدل و تصریح مدل همان مدلی است که برای حالت ضرایب ثابت GARCH(1.1) استفاده شده است. تفاوتی که در اینجا وجود دارد این است که ضرایب مدل، در این حالت، تابعی از متغیر بوده و تابعی خطی از ضرایب گذشته خود می‌باشند، به  $\varepsilon_t \sim N(0, h_t)$

$$r_t = \beta_{0t} + \beta_{1t}r_{t-1} + \beta_{2t}r_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1} + \alpha_2 \varepsilon_{t-1}^2$$

ضرایب  $\beta_{0t}$ ،  $\beta_{1t}$  و  $\beta_{2t}$  در طول زمان متغیر و تابعی از وقفه‌های گذشته خود بوده و به صورت گام تصادفی تخمین زده می‌شوند، بنابراین معادلات مربوط به ضرایب به شرح زیر است:

$$\beta_{0t} = \beta_{0t-1} + v_{0t}$$

$$\beta_{1t} = \beta_{1t-1} + v_{1t}$$

$$\beta_{2t} = \beta_{2t-1} + v_{2t}$$

معادلات بالا به ترتیب معادله اندازه و وضعیت نامیده می‌شود که توصیف‌کننده رفتار ضرایب می‌باشند.

مدل AR(4) به عنوان مدل مناسب برای تصریح روند سری زمانی بازده شاخص کل انتخاب شد.

**جدول ۸: نتایج مربوط به تصریح مدل AR(4)**

| معادله | مدل تصریح شده | R2   | R <sup>۲</sup> | آکائیک | شوارتز | S.E.  | ضرایب                         |
|--------|---------------|------|----------------|--------|--------|-------|-------------------------------|
| ۱      | GARCH(1.1)    | ۰,۱۴ | ۰,۱۴           | ۱۴,۵۵  | ۱۴,۵۶  | ۰,۰۳۹ | C معنی دار نیست               |
| ۲      | GARCH(2.1)    | ۰,۱۷ | ۰,۱۷           | ۱۴,۳۳  | ۱۴,۳۸  | ۰,۰۳۹ | ARCH(2) و ضریب C معنادار نیست |

| Prob.                        | z-Statistic                    | Std. Error                         | Coefficient |      |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------|------|
| ۰,۶۰۰                        | ۰,۵۲۳                          | ۸۸,۴۱۵                             | ۴۶,۳۱۸      | C(1) |
| ۰,۲۹۰                        | ۱,۰۵۶                          | ۳,۸۱۸                              | ۴,۰۳۲       | C(2) |
| ۰,۰۰۰                        | ۳۳,۰۳۳                         | ۰,۰۳۹                              | ۱,۳۰۰       | C(3) |
| ۰,۰۰۰                        | -۰,۶۱۶۷                        | ۰,۰۳۹                              | -۰,۳۰۰      | C(4) |
| ۰,۰۰۰                        | ۱۵,۰۹۵                         | ۱۵۰,۲۹۹                            | ۲۲۶۸,۹۱۳    | SV1  |
| ۰,۰۰۰                        | ۱۵,۱۳۴                         | ۱۴۹,۸۲۵                            | ۲۲۶۷,۵۴۳    | SV2  |
| Log likelihood=<br>-۱۶۳۲۱,۷۱ | Schwarz criterion=<br>۱۴,۵۶۷۲۲ | Akaike info criterion=<br>۱۴,۵۵۷۰۳ |             |      |



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

بنابراین، با توجه به معیارها و مقایسه‌ای که در جدول ۸ نشان داده شده است مدل بازدهی تصریح‌شده نهایی به شکل زیر خواهد بود:

$$r_t = \beta_0 + \beta_1 r_{t-1} + \beta_2 r_{t-2}$$

$$r_t = 46.318 + 1.30r_{t-1} - 0.30r_{t-2}$$

به منظور آزمون نیکویی برازش یا آزمون وجود یا عدم وجود همبستگی سریالی در مدل تخمین زده‌شده نتایج حاصل از این آزمون‌ها نشان دادند که بین باقی‌مانده‌های حاصل از مدل، همبستگی سریالی وجود ندارد. همچنین، به روش تجربی و با استفاده از معیارهای آکایک - شوارتز طبق نگاه (۹) مدل ARCH(1.1) به‌عنوان مدل نهایی انتخاب شد.

جدول ۹: نتایج حاصل از تصریح مدل GARCH(1.1)

| معادله | مدل تصریح‌شده | R2   | R2^  | آکائیک  | شوارتز  | S.E.  |
|--------|---------------|------|------|---------|---------|-------|
| ۱      | GARCH(1.1)    | 0.23 | 0.22 | -13.231 | -13.632 | 0.014 |
| ۲      | GARCH(2.1)    | 0.23 | 0.22 | -13.423 | -13.852 | 0.014 |

معادله میانگین و واریانس مدل GARCH(1.1) را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$R_t = 0.0024 + 0.985R_{t-1} + 0.3507R_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$H_t = 4.188 + 0.2817h_{t-1} + 0.6170\varepsilon_{t-1}^2$$

جدول ۱۰: نتایج حاصل از تخمین GARCH(1.1)

| متغیرها          | ضرایب | خطای معیار | آماره Z | احتمال |
|------------------|-------|------------|---------|--------|
| C                | 0.002 | 0.003      | 1.021   | 0.377  |
| R <sub>t-1</sub> | 0.785 | 0.061      | 5.092   | 0.000  |
| R <sub>t-2</sub> | 0.250 | 0.014      | 7.586   | 0.000  |
| معادله واریانس   |       |            |         |        |
| C                | 4.188 | 1.177      | 3.281   | 0.000  |
| ARCH(1)          | 0.281 | 0.005      | 3.156   | 0.000  |
| GARCH(1)         | 0.617 | 0.082      | 7.377   | 0.000  |

با توجه به نتایج حاصل از تخمین garch(1,1) نشان داده شده در جدول ۱۰، وارد نمودن واریانس شرطی بیانگر آن است که ریسک بازار را نیز به عنوان متغیر توضیحی وارد مدل گردید و امکان افزایش قدرت توضیحی مدل را بررسی شد. نتایج برآورد مدل GARCH با درجه

### ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزیر کند و پناهیان

GARCH(1.1) نشان می‌دهد که تمامی پارامترهای مربوط به معادله واریانس شرطی معنادار بوده و شرط همگرایی جملات آرچ و گارچ یعنی کمتر از واحد بودن مجموع ضرایب آلفا و بتا نیز حاصل شده است.

#### بحث و نتیجه گیری

کارایی بازار زیر بنای اصلی اقتصاد مالی متعارف و شرط اساسی لازم برای تخصیص بهینه منابع مالی در یک بازار سرمایه و زیر بنای اصلی اقتصاد مالی مرسوم است. طی دهه های اخیر مطالعات گسترده‌ای درباره کارایی بازار، سبب تکامل درک اقتصاد دانان از یک بازار کارا شده و به دنبال آن، روش های بررسی موضوع و دلالت‌های آن نیز با تحولاتی جدی مواجه شده است. توجه به جایگاه و نقش کلیدی بازار سرمایه، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. بازار سرمایه که همان بازار عرضه و تقاضای منابع مالی است، زمانی می تواند نقش حیاتی خود را به خوبی ایفا نماید که فرایند عرضه و تقاضای منابع مالی آن از تخصیص بهینه برخوردار باشد. پیش شرط اصلی تخصیص بهینه منابع در بازار سرمایه، وجود کارایی در عملکرد آن است. تفاوت بازارهای موثر و کارآمد سرمایه با بازارهای ناکارآمد، ناشی از پدیده اطلاعات و میزان شفافیت و دسترسی به آن است. هر چه اطلاعات مرتبط با بازار سرمایه (به صورت جامع، منسجم و تاثیرگذار بر فعالیت بازار)، بیشتر باشد، تاثیرگذاری بازار سرمایه بر رشد و توسعه اقتصادی نیز بیشتر خواهد شد [17]. در پژوهش حاضر به بررسی و ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل های ARCH , GARCH در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل گارچ با ضرایب متغیر و همچنین به منظور بررسی پیشرفت کارایی بازار سرمایه در ایران به انجام آزمون کارایی در حال تکامل با استفاده از داده‌های روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران به اجرای مدل فیلتر کالمن (حالت فضا) دوره زمانی ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۶ پرداخته ایم. نتایج آزمون اثرات M-GARCH معنادار بود این آزمون را مشخص کرد. براساس نتایج به دست آمده مجموع  $\alpha_1 + \alpha_2$  خیلی نزدیک به عدد یک نمی‌باشد این موضوع نشان دهنده این است که شوک‌های نامطلوب اثر ماندگار ندارند همچنین با توجه به اینکه معادله اصلی بازدهی سهام کل بازار است، وارد نمودن واریانس شرطی بیانگر آن است که ریسک بازار را نیز به عنوان متغیر توضیحی وارد مدل گردید و امکان افزایش قدرت توضیحی مدل را بررسی شد. نتایج برآورد مدل GARCH با درجه GARCH(1.1) نشان می‌دهد که تمامی پارامترهای مربوط به معادله واریانس شرطی معنادار بوده و شرط همگرایی جملات آرچ و گارچ یعنی کمتر از واحد بودن مجموع ضرایب آلفا و بتا نیز حاصل شده است. قابلیت پیش بینی(عدم

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

کارایی) در بازده سهام می‌تواند دلایل زیادی داشته باشد. از جمله مهمترین دلایل قابلیت پیش بینی(عدم کارایی) در بازار سهام تهران را می‌توان به نقد شوندگی پایین و عدم افشای به موقع اطلاعات بازار اشاره کرد. بنابر این، زمانی که اندازه بازار و حجم معاملات افزایش یابد انتظار می‌رود که قابلیت پیش بینی بازده نیز کاهش یافته و بازار کارتر شود. به طور کلی، در بازار سهام تهران، عملکرد کلی بازار در بخش عمده دوره مطالعاتی قابل پیش بینی بوده و در طول دوره پژوهش در مطالعه حاضر شاهد عدم کارایی بورس تهران هستیم این عدم کارایی نسبت به ابتدای دوره تغییر چندانی نداشته و در نتیجه امکان پیش بینی بازده و کسب بازده غیر عادی و کسب سود بیش از صفر در این بازار وجود دارد. نتایج این پژوهش مطابق با یافته های یعقوب نژاد و شیرازی، ۱۳۸۷؛ راسخی و خانعلی پور، ۱۳۸۸؛ نوربخش و همکاران، ۱۳۸۹ و محمدی و همکاران، ۱۳۹۱ می‌باشد.

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

منابع

- ۱) ابراهیمی سرو علیا و دنیا حاجی شاهرودی. ارزیابی کارایی بازار سرمایه از طریق اندازه گیری میل به بازگشت به میانگین شاخص های برتر بورس اوراق بهادار تهران. سومین کنفرانس بین المللی اقتصاد، مدیریت، حسابداری با رویکرد ارزش آفرینی. شیراز. موسسه آموزشی مدیران خبره نارون. ۱۳۹۵
- ۲) خواجهبوی شکراله و قاسمی میثم. نظریه بازار کارا و مالی رفتاری. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مالی. ۱۳۸۴
- ۳) دانیالی ده حوض، محمود و حسین منصوری. بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران در سطح ضعیف و اولویت بندی عوامل موثر بر آن. فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی (رویکرد اسلامی-ایرانی). ۱۳۹۱
- ۴) راسخی، سعید و امیر خانعای پور. تحلیل تجربی نوسانات و کارایی اطلاعاتی بازار سهام (مطالعه موردی بورس اوراق بهادار تهران). پژوهشهای اقتصادی ایران. ۱۳۸۸
- ۵) رهنمای رودپشتی فریدون و صالحی الله کرم. مکاتب و تئوری های مالی و حسابداری. چاپ دوم. تهران. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی. ۱۳۸۹
- ۶) شمس، شهاب الدین و ماریه سلیمانی اشرفی. بررسی رابطه بین حد نوسانات قیمت و عدم تقارن اطلاعاتی در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه ی پژوهش های تجربی حسابداری. ۱۳۹۲
- ۷) صالح آبادی، علی و هادی دلیریان. بررسی حباب قیمتی در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس اوراق بهادار. ۱۳۹۲
- ۸) فخاری، حسین و عصمت السادات طاهری. بررسی رابطه ی سرمایه گذاران نهادی و نوسان پذیری بازده سهام شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهش های حسابداری مالی. ۱۳۸۹
- ۹) فدائی نژاد، محمداسماعیل. بررسی کارایی بورس اوراق بهادار تهران، رساله دکترا، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت. ۱۳۷۴
- ۱۰) فدایی نژاد، اسماعیل. آزمون های شکل ضعیف نظریه بازار کارای سرمایه در بورس اوراق بهادار. فصلنامه تحقیقات مالی. ۱۳۷۳
- ۱۱) منصوری، علی و منوچهر نوری شورابی. طراحی و تبیین مدل ارزیابی سهام در بورس و اوراق بهادار تهران با رویکرد مدل ترکیبی الکنره\_تحلیل پوششی داده ها (مورد پنجاه شرکت برتر بورسی). یازدهمین همایش ملی حسابداری ایران، مشهد. دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۹۲

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و سوم / تابستان ۱۳۹۹

- (۱۲) (۱۲) نظیفی نایینی مینو، فتاحی، شهرام و سعید صمدی. بررسی روند بازدهی سهام با استفاده از مدل خود بازگشتی چرخشی مارکف. فصلنامه بورس اوراق بهادار. ۱۳۹۳
- (۱۳) (۱۳) نمازی، محمد و زکیه شوشتریان. بررسی کارایی بازار اوراق بهادار ایران. فصلنامه تحقیقات مالی. ۱۳۷۵
- (۱۴) (۱۴) نوربخش، عسگر. عسگری، علیرضا و روح الله نصیری. کارایی در بازار های در حال توسعه: شواهد تجربی از بورس اوراق بهادار تهران. بررسی های حسابداری و حسابرسی. ۱۳۸۹
- (۱۵) (۱۵) اله یاری، ابراهیم. بررسی شکل ضعیف کارایی بازار سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس اوراق بهادار. ۱۳۸۷
- (۱۶) (۱۶) یعقوب نژاد، احمد و مریم السادات شیرازی. ارزیابی روند سطح کارایی اطلاعاتی بازار سرمایه ایران با توجه به واکنش سرمایه گذاران نسبت به اطلاعات مندرج در صورتهای مالی. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار. ۱۳۸۷
- (۱۷) (۱۷) یوردخانی، مسعود. پروین غیائی. مایده سهرابی و محدثه اسلامی. کارایی بازار سرمایه در ایران. همایش بین المللی جامع حسابداری ایران. مرکز همایش های بین المللی توسعه داتیس. ۱۳۹۶
- 18) Batroshyna, A., (۲۰۰۶), "The Efficiency Of Ukraine's Stock Market," UD ۳۳۶,۷۶۱, ۱۲۲-۱۰۳.
- 19) Chan, K. C., Gup, B. E., and Pan, M. P., (۱۹۹۷), "International Stock Market Efficiency and Integration: A Study of Eighteen Nations," Journal of Business Finance & Accounting, vol. ۲۴, no. ۶, ۸۱۳-۸۰۳.
- 20) Fama, E.F., (۱۹۷۰) "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", Journal of Finance, ۱۵ (۲), ۴۱۷-۳۸۳.
- 21) Groenewold, N., (۱۹۹۷), "Share Market Efficiency: Tests Using Daily Data for Australia and New Zealand," Applied Financial Economics, vol. ۷, ۶۵۷-۶۴۵.
- 22) Gupta, R., P. K. Basu., (۲۰۰۷), "Weak Form Efficiency In Indian Stock Market," International Business & Economics Research Journal, Vol ۶, No. ۳, -۵۷ ۶۴.
- 23) Jeong, J., (۲۰۰۴), "Foreign Currency Crisis and Semi-Strong Efficiency of the Korean Stock Market," School of Business Administration Kyungnam University Korea.

ارزیابی کارایی بازار سرمایه با استفاده از مدل‌های پیشرفته ... / جوزبر کند و پناهیان

- 24) ۲۴) Kalman R. E.. «A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems». Journal of Basic Engineering ۳۵، ۱۹۶۰. doi:۱,۳۶۶۲۵۵۲/۱۰,۱۱۱۵
- 25) ۲۵) Lee, U., (۱۹۹۲), “Do Stock Prices Follow Random Walk? Some International Evidence,” International Review of Economics and Finance, vol. ۱, no. ۴, ۳۲۷-۳۱۵.
- 26) ۲۶) Lee, U., (۱۹۹۷), Stock Market and Macroeconomic Policies: New Evidence From Pacific Basin Countries. Multinational Finance Journal, ۱, ۴, -۲۷۳ ۲۸۹.
- 27) ۲۷) Mobarek, A., K. Keasey., (۲۰۰۰), “Weak-form Market Efficiency of An Emerging Market: Evidence From Dhaka Stock Market of Bangladesh,” Leeds University Business School.