پژوهش‌های اقتصاد پولی، مالی (دانش وتوسعه سابق) دوره جدید، سال بیست و پنجم، شمارۀ16، پاییز و زمستان 1397

بررسی حافظه بلندمدت شاخص بورس اوراق بهادار تهران

مهدی مرادی[1]
استاد حسابداری دانشگاه فردوسی مشهد
مصطفی اسماعیل پور[2]
کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

تاریخ دریافت: 1396/6/29 تاریخ پذیرش: 1397/7/29

چکیده

نتایج حاصل از پژوهش‌های مختلف در خصوص کارآیی برخی از بورس‌های اوراق بهادار نشان می‌دهند که این بازارها فاقد کارآیی، حتی در شکل ضعیف هستند؛ بنابراین با در نظرگرفتن ناکارآیی این بازارها می‌توان نتیجه گرفت که با انجام معاملاتی براساس مجموعه‌ای از اطلاعات، می‌توان سود اقتصادی کسب نمود؛ به این معنا که عدم کارآیی نشانه این امر است که می‌توان مدل‌هایی طراحی کرد تا سودهای غیرمتعارفی به دست آید. پژوهش‌های فراوانی به‌منظور بررسی حافظه بلندمدت و طراحی مدل‌های پیش‌بینی شاخص‌های آینده انجام گرفته است و در این پژوهش سعی گردیده تا از یک زاویه دیگر، یعنی از روش آرفیما و روش تحلیل دوره نگار (که یک روش تجزیه‌وتحلیل سری زمانی است) برای بررسی حافظه بلندمدت و همچنین طراحی مدل پیش‌بینی استفاده شود. هدف اصلی این پژوهش تجزیه‌وتحلیل سری زمانی شاخص‌های کل و مالی بورس اوراق بهادار تهران است که قلمرو زمانی آن به‌صورت روزانه از 1383/01/08 لغایت 1394/04/24 است. بدین منظور از روش‌هایی از قبیل تبدیل باکس کاکس، دیکی فولر، با استفاده از نرم‌افزارهای SAS9.4 و R استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران دارای حافظه با دامنه بلندمدت است، همچنین روش تحلیل دوره نگار در مقایسه با روش آرفیما، روش مناسبی برای پیش‌بینی شاخص‌های بورس اوراق بهادار است و درنهایت می‌توان بیان کرد که دوره نهان (دوره قابل تکرار) در بین داده‌های شاخص بورس وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی، شاخص کل، شاخص مالی، حافظه بلندمدت، مدل آرفیما، مدل تحلیل دوره نگار.

1- mhd_moradi@um.ac.ir
2- mostafaesmaeilpour96@gmail.com
DOI: 10.22067/pm.v%vi%i.67538

مقدمه

تاکنون مطالعات کمی در خصوص آزمایش فرضیهٔ کارایی بازار در بازارهای نوپا انجام شده و تعداد این‌گونه مطالعات در مقایسه با میزان مطالعات چاپ شده دربارهٔ بازارهای توسعه یافته اندک است. فرضیهٔ بازار کارا از نوع ضعیف بدان معناست که اطلاعات تاریخی قیمت‌های گذشتهٔ سهام، همگی در قیمت کنونی سهام انعکاس یافته‌اند و هیچ‌کس نمی‌تواند با استفاده از اطلاعات تاریخی قیمت سهام در گذشته، بازده نامتعارفی را کسب کند؛ به‌عبارت‌دیگر، در بازار سهام همگی شانس مساوی برای دسترسی به اطلاعات دارند و رانت اطلاعاتی وجود ندارد. سرمایه‌گذاران در تلاشی برای پیش‌بینی، فرض می‌کنند که روندهای آیندهٔ بازار سهام حداقل تا حدودی بر اساس رویدادها و داده‌های کنونی و گذشته می‌باشند (Majhi and et al, 2009). پیش‌بینی‌های دقیق مشکل هستند چون امکان مدل‌سازی، تعیین کمیت یا حتی دانستن یک علت قبلی مانند پدیده‌های خارجی وجود ندارد (Asadi et al 2012). پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی به خاطر ویژگی‌های متعددِ پیچیده‌ای که اغلب در آن‌ها وجود دارد، مانند نامنظمی‌ها، بی‌ثباتی روندها و اختلال، یک مشکل نسبتاً سخت در نظر گرفته می‌شود. به این دلیل، تعداد زیادی از مدل‌های آماری خطی و غیرخطی پیشنهاد شده‌اند تا روندهای آیندهٔ پدیده‌های مالی را بر اساس داده‌های کنونی و تاریخی گذشته پیش‌بینی کنند(Araujo , 2009). هدف در پیش‌بینی سری‌های زمانی استفاده از مقادیر مشاهده شدهٔ تاریخی از یک کمیت مورد نظر به‌منظور ساخت یک مدل از رفتار آن می‌باشد، که می‌تواند برای پیش‌بینی مقادیر آینده در طول یک افق کوتاه یا بلندمدت مورد استفاده قرار بگیرد. تجزیه‌وتحلیل دقیق‌تر روند قیمت در بورس اوراق بهادار محتاج شاخص‌هایی با کارکردهای گوناگون است و بدین سبب امروزه شاخص‌های بسیار متنوعی در بورس‌های معتبر جهانی محاسبه و منتشر می‌شوند. شیوه‌های محاسبه شاخص نیز در راستای کارایی بیشتر و ارائه تصویری دقیق‌تر از فرآیند عملکرد بورس، دستخوش تغییرات چندی شده است. حافظه بلندمدت (که آن را وابستگی با دامنه بلندمدت نیز می‌نامند) ساختار همبستگی مقادیر یک سری زمانی را در فواصل زمانی زیاد توضیح می‌دهد. وجود حافظه بلندمدت در یک سری زمانی، به این معنی است که بین داده‌های آن حتی با فاصله زمانی زیاد همبستگی وجود دارد. طی دهه‌های گذشته فرایندهای حافظهٔ بلندمدت، بخش اساسی و مهمی از تحلیل سری زمانی را مطرح کرده‌اند. فرایندهای حافظهٔ

بلندمدت (فرایندهای با وابستگی بلندمدت) با خود هم بستگی‌هایی که بسیار بسیار آهسته کاهش می‌یابند یا با یک چگالی طیفی که در فرکانس نزدیک صفر یک نقطه اوج دارد، مشخص می‌شوند. این خصوصیات، رفتار آماری تخمین‌ها و پیش‌بینی‌ها را به‌شدت تغییر می‌دهد. درنتیجه، بسیاری از نتایج و متدولوژی‌های تئوریکی مورد استفاده در تحلیل سری‌های زمانی با حافظهٔ کوتاه‌مدت مانند فرایندهای ARMA[1]، برای مدل‌های با حافظهٔ بلندمدت مناسب نیستند (green, 2003). وجود حافظهٔ بلندمدت در دارایی‌های مالی از لحاظ نظری و نیز تجربی موضوع بسیار مهمی است. اگر بازار دارای حافظهٔ بلندمدت باشد، خودهمبستگی معنی‌داری بین مشاهداتی که در طی زمان بسیار طولانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند وجود خواهد داشت. بسیاری از تحقیقات تجربی در زمینهٔ فرایندهای با حافظه بلندمدت در صدد تخمین حافظهٔ بازارها هستند. وجود وابستگی با دامنه بلندمدت در بازارهای مالی، شکل ضعیف فرضیه کارایی بازار را نقض کرده، همچنین در مدل‌های خطی قیمت‌گذاری تردید ایجاد می‌کند و بیانگر آن است که در قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای باید از مدل‌های غیرخطی استفاده کرد. اگر مشخص شود سری زمانی دارای ویژگی وابستگی با دامنه بلندمدت است، آنگاه تغییرات آن تصادفی نبوده و قابل پیش‌بینی خواهد بود (Barkoulas , 2000).

بنابراین با توجه به موارد فوق هدف از انجام این پژوهش بررسی فرضیه‌های زیر می‌باشد:

شاخص‌های کل و مالی بورس اوراق بهادار تهران دارای حافظه با دامنه بلندمدت هستند.

روش تحلیل دوره نگار در مقایسه با روش ARFIMA روش دقیق‌تری برای پیش‌بینی شاخص‌های کل و مالی بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

طبق روش تحلیل دوره نگار، دوره نهان (دوره قابل تکرار) در بین داده‌های شاخص کل و مالی بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد.

پیشینه تحقیق

رایت (Wright , 1999) شواهدی مبنی بر وجود حافظه بلندمدت در بازارهای نو ظهور کره

1- Autoregressive Moving Average Model

جنوبی، فیلیپین، یونان، شیلی و کلمبیا یافت. مان (Man 2003) عملکرد مدل‌های ARMA با مرتبه پایین و ARFIMA را با یکدیگر مقایسه کرد و نتیجه گرفت درصورتی‌که مایل به پیش‌بینی کوتاه‌مدت باشیم مدل ARMA قادر به پیش‌بینی مناسب و قابل رقابت با مدل ARFIMA خواهد بود و زیان کارایی[1] این مدل ناچیز است، اما هنگامی‌که قصد داریم پیش‌بینی‌های بلندمدت انجام دهیم، مدل ARMA از دقت کمتری برخوردار بوده، لذا لازم است احتیاط بیشتری به خرج دهیم.

الگیدد (Allagidede. 2011) در پژوهشی رفتار بازده را در بازارهای سهام در حال ظهور آفریقا بررسی کرد. وی از مدل‌های با ویژگی‌های حافظهٔ بلندمدت استفاده کرد. نتایج نشان می‌دهد، تمام بازارهای آفریقایی شواهدی از حافظهٔ بلندمدت دارند.

موراری (Murari , 2013) پیش‌بینی شاخص گروه بانکی را مدل‌سازی نمود. این تحقیق با ۳۱۲۲ مشاهده طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ در بورس اوراق بهادار تهران انجام گردیده است. نتایج این تحقیق بیان می‌کند که روش آریما بهترین روش برای پیش‌بینی شاخص گروه بانکی می‌باشد.

الم و همکاران (Alam et al , 2013) پیش‌بینی شاخص سهام را با استفاده از مدل آرچ انجام دادند. این تحقیق بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ انجام گردیده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مدل آرچ نسبت به مدل‌های گرچ و ترچ[2] مدل بهتری جهت پیش‌بینی شاخص است.

عرفانی (Erfani , 2009) دقت پیش‌بینی مدل‌های ARIMA را با مدل‌های ARFIMA مقایسه کرد و به این نتیجه رسید که دقت مدل ARFIMA در پیش‌بینی بازده شاخص بیشتراست.

شهرایی و ثنایی علم (Sharaee and Sanaee alam, 2010) وجودحافظه بلندمدت در سری زمانی بازده و نوسان‌های شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران را مورد بررسی قراردادند. نتایج آزمون‌های آماری، وجود حافظه بلندمدت را در بازده و نوسان‌های شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران تاسطح اطمینان بالایی را تأیید نمود.

مرادی و همکاران (Moradi et al , 2015) الگوریتم جدید حداقل میانگین مربعات خطا مبتنی بر کرنل که الگوریتم آنلاین و غیر خطی است را برای پیش‌بینی نوسان شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران پیشنهاد و به کار گرفتند و عملکرد آن را با الگوریتم شبکه‌های عصبی مبتنی بر

1- efficiency loss
2- TARCH

حداقل میانگین مربعات خطا در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان مدت و بلندمدت مقایسه کردند. نتایج این بررسی نشان داد که پیش‌بینی انجام شده توسط روش اول بهتر از روش دوم است.

کمیجانی و همکاران (Komijani et al , 2015) با استفاده از داده‌های روزانه شاخص قیمت و بازده نقدی بورس اوراق بهادار تهران وجود حافظه بلندمدت در بازدهی و نیز نوسان‌های شاخص قیمت این بازار را بررسی نمودند. نتایج این پژوهش، موید وجود حافظه بلندمدت در هر دو معادله میانگین و واریانس سری مذکور بوده است.

روش تحقیق

۳-۱ قلمرو تحقیق

جامعه آماری تحقیق شاخص‌های کل و مالی بورس اوراق بهادار تهران به‌صورت روزانه می‌باشند. قلمرو موضوعی تحقیق پیش‌بینی شاخص‌های کل و مالی بورس اوراق بهادار تهران است. قلمرو مکانی تحقیق جهت تعیین جامعه آماری، انتخاب نمونه آماری و جمع‌آوری اطلاعات و آزمون فرضیات، بورس اوراق بهادار تهران و قلمرو زمانی موردنظر برای جمع‌آوری داده‌ها و آزمون فرضیات سال‌های ۱۳۸۳ الی ۱۳۹۴ می‌باشد.

۳-۲ مدل سازی روابط بین متغیرها

با توجه به اهمیت مسئله پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، مدل‌های مختلفی برای مدل سازی روابط بین متغیرها و پیش‌بینی آن‌ها به وجود آمده‌اند. این مدل‌ها را می‌توان از چند جهت تقسیم بندی نمود: مدل‌های سری زمانی و ساختاری یا مدل‌های خطی و غیر خطی. در مدل‌های ساختاری روابط متغیرهای اقتصادی بر مبنای رفتار عقلایی عوامل اقتصادی اعم از مصرف کنندگان، تولید کنندگان و سیاست گذاران اقتصادی بنا نهاده می‌شود و با استفاده از مدل‌های مختلف اقتصادسنجی برآورد شده و از آن‌ها در تبیین وضع موجود و پیش‌بینی مقادیر آتی متغیر وابسته استفاده می‌شود. از آن جایی که در این مدل‌ها سهم نسبی هر یک از عوامل مستقل در تغییرات متغیر وابسته مشخص است می‌توان از آن‌ها در سیاست گذاری نیز استفاده نمود. هر چند این مدل‌ها در تبیین وضع موجود از موفقیت نسبی برخوردار می‌باشند اما در زمینه پیش‌بینی سابقه چندان موفقی نداشته‌اند. اهمیت روز افزون پیش‌بینی برای عوامل اقتصادی از یک طرف و کاستی

مدل‌های ساختاری در پیش‌بینی از طرف دیگر منجر به توسعه مدل‌های سری زمانی برای مدل سازی و پیش‌بینی شد. در مدل‌های سری زمانی فرض می‌شود تمام عوامل و ارتباطات مؤثر در شکل گیری یک متغیر در مقادیر خود آن نمود پیدا می‌کند، بنابراین از مقادیر قبلی خود متغیر می‌توان به عنوان مهمترین منبع برای توضیح تغییرات متغیر استفاده نمود و پیش‌بینی را تنها با استفاده از اطلاعات قبلی خود متغیر انجام داد. بر طبق این دیدگاه اگر بتوان فرآیند مولد داده‌های یک متغیر را به دست آورد پیش‌بینی آن متغیر نسبتاً به راحتی امکان پذیر خواهد بود؛ اما از آن جایی که در مدل‌های سری‌های زمانی سهم نسبی سایر عوامل مؤثر در تغییرات متغیر وابسته مشخص نیست آن‌ها از کاربرد کمتری در سیاستگذاری برخوردار هستند. باید توجه داشت هنگامی نتایج پیش‌بینی مدل‌های سری زمانی از اعتبار کافی برخوردار خواهد بود که بتواند فرآیند مولد مقادیر یک متغیر را به خوبی به دست آورد. فرآیند مولد یک سری زمانی ممکن است خطی یا غیر خطی باشد. با توجه به آنکه معمولاً عوامل و نیروهای پیچیده بسیاری باعث تغییر پدیده‌های اقتصادی می‌شوند که احتمالاً از روابط غیر خطی تبعیت می‌کنند، مدل‌های سری زمانی غیر خطی و پویا از جایگاه مهمی در ادبیات اقتصادی مدل‌های پیش‌بینی (به ویژه در دهه اخیر) برخوردار شده‌اند و در حال حاضر نقش مهمی در مدل سازی روابط اقتصادی که یک مرحله اصلی در پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشند ایفا می‌نمایند. از طرف دیگر به خاطر اینکه مدل‌های سری زمانی فرآیندهای پیچیده را که به طور ناقص درک و استنباط می‌گردند را ساده سازی می‌نمایند، ترکیب و ادغام پیش‌بینی مدل‌های مختلف می‌تواند نتایج بهتری از پیش‌بینی یک مدل خاص داشته باشد. درنهایت باید توجه داشت هر چند که روش‌های پیش‌بینی از جنبه نظری مورد توجه می‌باشند، اما آن‌ها، درنهایت باید به وسیله توانایی‌هایشان در کاربرد واقعی پیش‌بینی‌های اقتصادی سنجیده شوند (Poon and Granger 2003).

آزمون فرضیه‌ها

در این پژوهش پس از جمع آوری داده‌ها به‌منظور توصیف جامعه از شاخص‌های مرکزی از قبیل میانگین و شاخص‌های پراکندگی مانند انحراف معیار و انواع نمودارهای سری زمانی استفاده شده است. روش‌هایی که به تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و تخمین پارامترهای مورد مسئله در تحقیق می‌پردازد آمار استنباطی می‌نامند که در این تحقیق از روش‌هایی از قبیل تبدیل باکس کاکس،

دیکی فولر، ARFIMA و روش تحلیل دوره‌نگار با استفاده از نرم‌افزارهای SAS9.4 و R استفاده شده است.

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

۵-۱ توصیف داده‌ها

آمار توصیفی متغیر شاخص کل نشان می‌دهد که میانگین این شاخص ۲۶۰۰۱ و انحراف معیار آن ۲۲۸۶۷ و میزان چولگی وکشیدگی آن دارای انحراف از توزیع نرمال می‌باشد. همچنین نمودار سری زمانی شاخص کل نشان می‌دهد که این سری دارای یک روند بوده و سری زمانی دارای ناهمپراشی است.

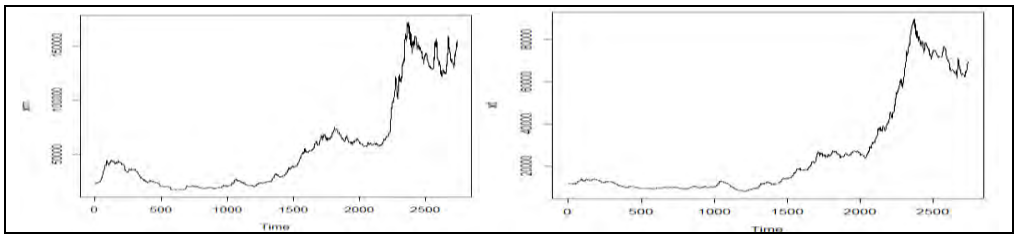
آمار توصیفی متغیر شاخص مالی در جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین این شاخص ۵۵۵۴۰ و انحراف معیار آن ۴۱۹۹۹ و میزان چولگی وکشیدگی آن دارای انحراف از توزیع نرمال می‌باشد. همچنین نمودار سری زمانی شاخص کل نشان می‌دهد که این سری دارای یک روند بوده و سری زمانی دارای ناهمپراشی است.

جدول (۱): آمار توصیفی شاخص کل، مالی

متغیر	حجم نمونه	میانگین	فاصله اطمینان ۹۵٪ برای میانگین		کمینه	بیشینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
			کران پایین	کران بالا					
شاخص کل	2739	26001.36	25144.63	26858.09	7955.40	89500.60	22876.18	1.36	0.38
شاخص مالی	2738	55450.59	53877.40	57023.78	17320.09	171182.00	4199.39	1.24	0.29

همچنین نمودار سری زمانی شاخص کل و مالی (نمودار۱) به وضوح نشان می‌دهد که سری زمانی شاخص کل و مالی در حول یک محور در نوسان نیست که این نشان از ناایستایی سری در میانگین است، همچنین صعود و نزول ناگهانی و شدید تقریباً نشان از ناهمپراشی در داده‌ها است.

با توجه به وجود روند مشاهده شده در نمودار سری زمانی و ناهمپراشی در واریانس نمودار می‌توان گفت سری شاخص قیمت ناایستا در میانگین و ناایستا در واریانس است.



نمای (۱): نمودار سری زمانی شاخص کل و مالی

۵-۲ بررسی ایستایی داده‌ها

ایستایی یک متغیر تصادفی به طور ساده به آن معناست که میانگین یا واریانس آن‌ها تابعی از زمان نباشند. در صورتی که این ویژگی در یک متغیر تصادفی در طول زمان وجود داشته باشد، آنگاه می‌توان مشاهداتی که در طول زمان از آن متغیر بدست آمده است را به‌صورت یک نمونه گیری از متغیر تصادفی نگاه کرد و با استفاده از آن‌ها اطلاعاتی نظیر میانگین، واریانس و ... متغیرتصادفی را محاسبه کرد.

به طور کلی سری‌های زمانی باید ایستا در میانگین و واریانس باشند، سری زمانی که ایستا در واریانس نباشد در روند نمودار سری طی زمان نوسانات زیاد و ناهمگن وجود دارد و اختلاف بین داده‌های متوالی سری زمانی زیاد است. همچنین سری زمانی که ایستا در میانگین نباشد در طی زمان نمودار سری زمانی صعودی و یا نزولی خواهد بود و به عبارت دیگر داده‌های سری زمانی حول یک محور در نوسان نیستند.

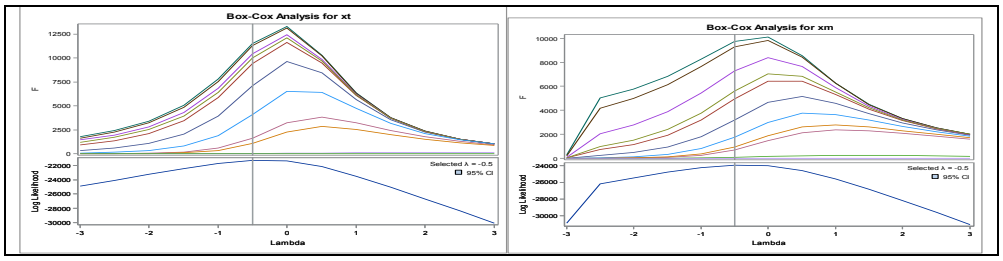
با توجه به نمودار ۱ تقریباً اطمینان پیدا کردیم که داده‌های سری زمانی ایستا در واریانس نیست حال به‌منظور بررسی بیشتر ایستایی در واریانس از فرمول ساده شده تبدیل باکس کاکس (فرمول ۱) استفاده خواهد شد.

$$Tx_t = \begin{cases} x_t^{\lambda} & \lambda \neq 0 \\ \ln x_t & \lambda \neq 0 \end{cases} \qquad (۱)$$

تبدیل باکس کاکس به غیر از این که باعث ایستا شدن سری در واریانس می‌گردد توزیع داده‌های سری را به توزیع نرمال نزدیک‌تر می‌کند. از فرمول باکس کاکس کاملاً مشخص است که اگر ۱ = باشد و یا فاصله اطمینان ٪۹۵ برای دربرگیرنده عدد ۱ باشد، نیازی به اجرای تبدیل باکس کاکس نیست و سری زمانی ایستا در واریانس می‌باشد. با اجرای تبدیل باکس کاکس بر

روی داده‌ها، بهترین مقدار برای هر سه شاخص کل و مالی برابر با ۰,۵- به دست آمده است (نمودار ۲) و فاصله اطمینان ٪۹۵ برای عدد ۱ را در بر نگرفته است و می‌توان نتیجه گرفت که تبدیل باکس کاکس جهت ایستا شدن در واریانس مورد نیاز می‌باشد و شاخص قیمت تبدیل یافته به‌صورت فرمول ۲ است:

$$Tx_t = x_t^{-0.5} = \frac{1}{\sqrt{x_t}} \qquad (۲)$$



نمای (۲): نمودار تبدیل باکس کاکس شاخص کل و مالی

نمودار ۱ نشان داده است که داده‌های سری زمانی شاخص کل و مالی ایستا در میانگین نیستند ولی به‌منظور اطمینان از وجود روند و نیاز به تفاضلی داده‌های سری زمانی از آزمون دیکی- فولر[1] در جدول زیر استفاده گردیده است. نتایج جدول و مقدار احتمال آزمون نشان می‌دهد که داده‌های سری زمانی نیاز به تفاضلی کردن مرتبه یک دارند و در داده‌ها روند وجود دارد (همان گونه که در نمودار سری زمانی معلوم بود). پس می‌توان نتیجه گرفت داده‌های شاخص کل، مالی و صنعت نیاز به ایستایی در میانگین و واریانس دارند.

جدول(۲): آزمون دیکی- فولر جهت بررسی ایستایی در میانگین سری

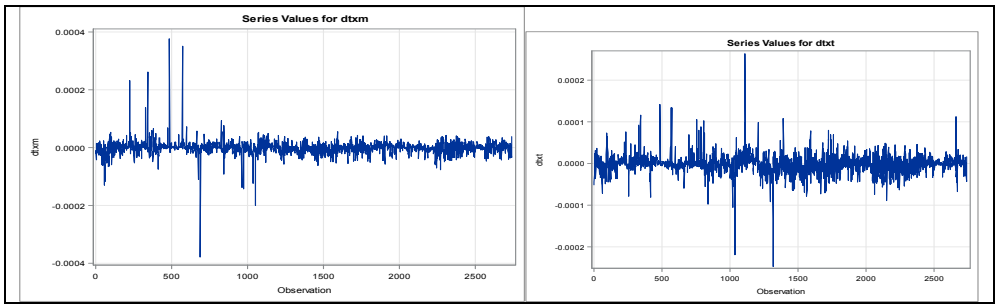
شاخص	دیکی- فولر	مرتبه تأخیر	مقدار احتمال
کل	-1.702	1	0.705
مالی	-0.993	1	0.939

با توجه به نتایج جدول ۲، داده‌های سری زمانی نیاز به تفاضلی کردن دارند که فرمول ۳

1- Dickey˚ Fuller test

تفاضلی شده داده‌ها را نشان می‌دهد. نمودار ۳، نمودار سری زمانی ایستا شده در میانگین و واریانس است.

$$DTx_t = Tx_t - Tx_{t-1} \qquad (۳)$$



نمای (۳): نمودار تفاضلی شده و تبدیل باکس شاخص کل و مالی

در این تحقیق از این به بعد به جای شاخص کل از نماد DTx_t و بجای شاخص مالی از نماد $DTxm_t$ استفاده خواهد شد و همچنین منظور از شاخص کل و مالی، شاخص ایستا شده در میانگین و واریانس است؛ یعنی شاخص تبدیل باکس کاکس و تفاضلی شده است.

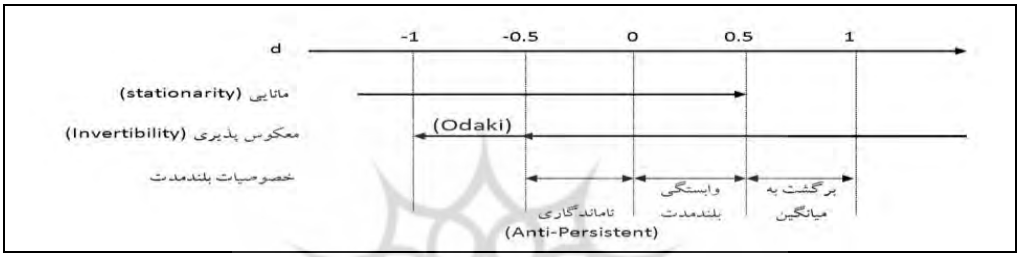
$DTx_t = \frac{1}{\sqrt{x_t}} - \frac{1}{\sqrt{x_{t-1}}}$	شاخص کل	
$DTxm_t = \frac{1}{\sqrt{xm_t}} - \frac{1}{\sqrt{xm_{t-1}}}$	شاخص مالی	

۳-۵ تخمین حافظه سری، برازش الگوی ARFIMA براساس داده‌های روزانه

وجود وابستگی با دامنه بلندمدت در سری‌های زمانی از نظر تئوریکی و نیز تجربی موضوع بسیار مهمی است. وابستگی با دامنه بلندمدت، ساختار همبستگی مقادیر یک سری زمانی را در فواصل زمانی زیاد توضیح می‌دهد و به این معنی است که بین داده‌های آن حتی با فاصله زمانی زیاد همبستگی وجود دارد. اگرداده‌ها دارای چنین وابستگی باشد، خودهمبستگی معنی‌داری بین مشاهداتی که در طی زمان بسیار طولانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، وجود خواهد داشت. ازآن جا که سری‌ها در طی زمان مستقل از هم نیستند درک گذشتهٔ دور به پیش‌بینی آینده کمک می‌کند؛ بنابراین می‌توان از بازده‌های گذشته به‌منظور پیش‌بینی بازدهٔ آینده استفاده نمود که این امر امکان استفاده از یک استراتژی سوداگرانه سودآور را فراهم می‌کند.

یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای اندازه‌گیری و سنجش حافظهٔ داده‌ها، تخمین پارامتر انباشتگی کسری (که از این پس d نامیده می‌شود) برای شاخص است؛ که در این پژوهش به‌منظور برآورد پارامتر انباشتگی کسری (d) و یا همان حافظه بازار از روشِ بیشینه درست نمایی ماکزیمم (MLE) استفاده خواهد شد.

طبق نظر Diebolt, and Guiraud (2005) سری زمانی دارای وابستگی با دامنه بلندمدت است اگر پارامتر انباشتگی کسری (d) آن سری زمانی برابر $0 < d < 0.5$ باشد. همان طور که نمودار ۴ نشان می‌دهد اگر پارامتر انباشتگی کسری بین ۰,۵ تا -۰,۵ باشد خاصیت ایستایی (مانایی) و معکوس پذیری را دارد که نشان می‌دهد سری زمانی شرایط زیربنایی برازش الگوهای سری زمانی را دارد.



نمای (٤): خصوصیات پارامتر انباشتگی کسری

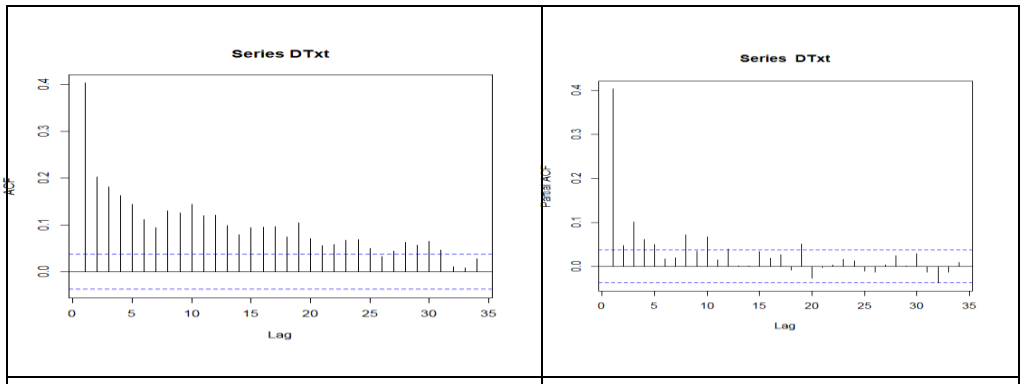
برای برآورد حافظه بلندمدت در این پژوهش از برازش الگوی ARFIMA(p,d,q) ، به داده‌ها استفاده خواهد شد که ابتدا باید مرتبه p و q الگو شناسایی و تشخیص داده شود که برای این منظور از نمودارهای ACF ، *PACF* ، *EACF* استفاده گردیده است.

۵-۳-۱ تخمین حافظه سری، برازش الگوی ARFIMA برای شاخص کل

در این زیر بخش به دنبال برازش الگوی ARFIMA(p,d,q) ، به داده‌های سری زمانی شاخص کل و برآورد پارامترهای این الگو و پیش‌بینی سری زمانی هستیم است تا به این منظور یکی از اهداف تحقیق پاسخ داده شود.

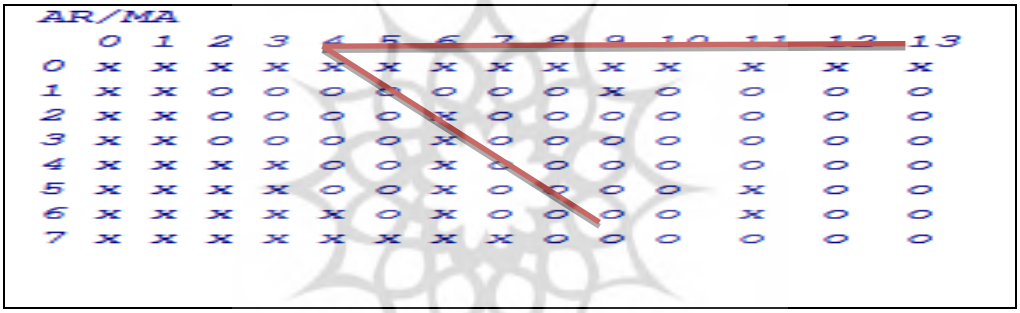
به‌منظور تشخیص مدل، مرتبه‌های اتو رگرسیو (p) و میانگین متحرک (q) الگوی ARFIMA(p,d,q) از تابع و نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی و خودهمبستگی

توسعه یافته (EACF) استفاده شده است (نمودارهای ۵ و۶). نمودارها و مخصوصاً EACF نشان می‌دهد بهترین الگوی ARFIMA و به عبارت دیگر مرتبه‌های اتو رگرسیو ۱ و میانگین متحرک برابر ۲ می‌باشد؛ یعنی EACF الگوی ARFIMA(1,d,2) را پیشنهاد می‌کند.



نمودار خودهمبستگی جزئی | نمودار خودهمبستگی

نمای (۵): نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی شاخص کل



نمای (٦): نمودار EACF شاخص کل

با برازش الگوی ARFIMA(1,d,2) با استفاده از روش بیشینه درستنمایی، خروجی نتایج جدول ۳ بدست می‌آید. جدول برآورد ضرایب الگوی ARFIMA(1,d,2) نشان می‌دهد که پارامتر انباشتگی کسری برابر ۰/۰۸۹۵ که نشان می‌دهد حافظه بلندمدت در داده‌های شاخص کل وجود دارد و ضریب اتو رگرسیو برابر ۰/۱ و ضریب میانگین متحرک ۰/۷۱۴۵ و ۰/۲۲۸ می‌باشد. الگوی ARFIMA(1,0.0895,2) را می‌توان به‌صورت فرمول ۶ نوشت:

$$(1 - 0.1L)(1 - L)^{0.0895} DTx_t = (1 - 0.7145L - 0.228L^2)\varepsilon_t \qquad (۶)$$

که εt فرآیند تصادفی محض می‌باشد.

جدول(۳): برآورد ضرایب الگوی ARFIMA(1,d,2) به روش بیشینه درستنمایی برای شاخص کل

برآورد بیشینه درستنمایی برای مدل‌های ARFIMA				
مقدار احتمال	Z	خطای استاندارد	برآورد	
0.000	5.697	0.0157	0.0895	D
0.000	47753	0.00002	0.1	ar1
0.000	35949	0.00002	0.7145	ma1
0.000	10885	0.00002	0.228	ma2

برآورد الگوی ARFIMA(1,0.0895,2) به روش بیشینه درستنمایی نشان داده است که این روش بهترین الگوها و تکمیل‌ترین الگوها نسبت به سایر الگوها می‌باشد حال جهت انتخاب الگوی نهایی از ملاک‌ها و معیارهای آماری جهت شناسایی بهترین الگو استفاده شده است که نتایج آن در جدول زیر آمده است. کمینه بودن معیارها و ملاک‌های جدول ۴-۴ نشان از بهتر بودن آن الگو دارد.

جدول (٤): ملاک‌ها و معیارهای انتخاب الگوی ARFIMA شاخص کل

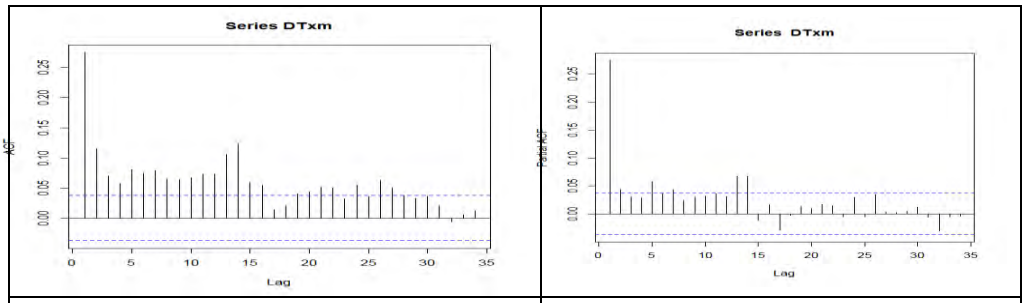
معیار		الگو
		ARFIMA(1,0.0895,2)
تعداد پارامتر	P	4
آکاییک	AIC	-51198.33
بیزین شوارتز	SBC	-51122.23
ریشه میانگین کمترین مربعات خطا	RMSE	0.004576
آکاییک تعمیم یافته	AICc	-51163.7
ضریب تعیین	R2	-
لگاریتم درستنمایی	LogLik	25600

۵-۳-۲ تخمین حافظه سری، برازش الگوی ARFIMA برای شاخص مالی

در این زیر بخش به دنبال برازش الگوی ARFIMA(p,d,q) ، به داده‌های سری زمانی شاخص مالی و برآورد پارامترهای این الگو و پیش‌بینی سری زمانی هستیم است تا به این منظور یکی از اهداف تحقیق پاسخ داده شود.

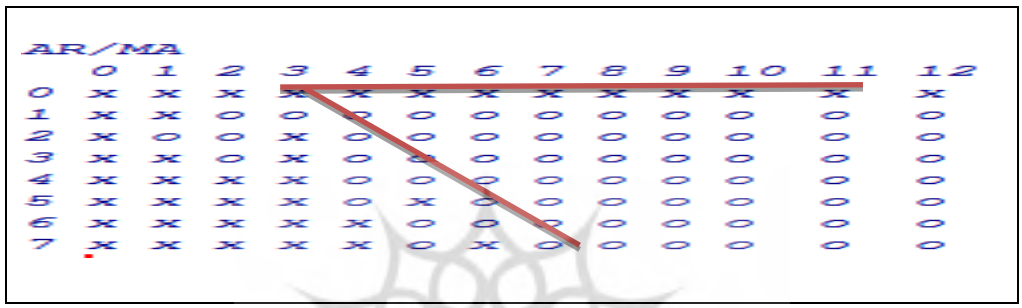
به‌منظور تشخیص مدل، مرتبه‌های اتو رگرسیو (p) و میانگین متحرک (q) الگوی ARFIMA(p,d,q) از تابع و نمودارهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی و خودهمبستگی توسعه یافته (EACF) استفاده شده است (نمودارهای ۷ و ۸). نمودارها و مخصوصاً EACF نشان می‌دهد بهترین الگوی ARFIMA و به عبارت دیگر مرتبه‌های اتو رگرسیو ۱ و میانگین متحرک

برابر ۲ می‌باشد یعنی EACF الگوی ARFIMA(1,d,2) را پیشنهاد می کند.



نمودار خودهمبستگی | نمودار خودهمبستگی جزئی

نمای (۷): نمودار خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی شاخص مالی



نمای (۸): نمودار *EACF* شاخص مالی

با برازش الگوی ARFIMA(1,d,2) با استفاده از روش بیشینه درستنمایی، خروجی نتایج جدول ۵ بدست می‌آید. جدول برآورد ضرایب الگوی ARFIMA(1,d,2) نشان می‌دهد که پارامتر انباشتگی کسری برابر ۰/۱۰۲۷ که نشان می‌دهد حافظه بلندمدت در داده‌های شاخص کل وجود دارد و ضریب اتو رگرسیو برابر ۰,۱ و ضریب میانگین متحرک ۰,۸۵۲۵ و ۰,۱۳۵۵ می‌باشد. الگوی ARFIMA(1,0.1027,2) را می‌توان به‌صورت فرمول ۷ نوشت:

$$(1 - 0.1L)(1 - L)^{0.1027} DTx_t = (1 - 0.8525L - 0.1355L^2)\varepsilon_t \quad (۷)$$

که εt فرآیند تصادفی محض می‌باشد.

برآورد الگوی ARFIMA(1,0.1027,2) به روش بیشینه درستنمایی نشان داده است که این روش بهترین الگوها و تکمیل‌ترین الگوها برای شاخص مالی می‌باشد حال جهت انتخاب الگوی نهایی از ملاک‌ها و معیارهای آماری جهت شناسایی بهترین الگو استفاده شده است که نتایج آن

در جدول زیر آمده است. کمینه بودن معیارها و ملاک‌های جدول ۶ نشـان از بهتـر بـودن آن الگـو دارد.

جدول (۵): برآورد ضرایب الگوی ARFIMA(1,d,2) به روش بیشینه درستنمایی برای شاخص مالی

برآورد بیشینه درستنمایی برای مدل‌های ARFIMA				
مقدار احتمال	Z	خطای استاندارد	برآورد	
0.000	6.819	0.01508	0.1027	D
0.000	44371	0.00002	0.1	ar1
0.000	69774	0.00001	0.8525	ma1
0.000	6024	0.00002	0.1355	ma2

جدول (٦): ملاک‌ها و معیارهای انتخاب الگوی ARFIMA شاخص مالی

الگو	معیار	
ARFIMA(1,0.1027,2)		
4	P	تعداد پارامتر
-50783.11	AIC	آکاییک
-51102.54	SBC	بیزین شوارتز
0.004745	RMSE	ریشه میانگین کمترین مربعات خطا
-50945.69	AICc	آکاییک تعمیم یافته
-	R2	ضریب تعیین
25400	LogLik	لگاریتم درستنمایی

٤-٥ تخمین دوره نهان سری، برازش الگوی دوره نگار براساس داده‌های روزانه

تحلیل دوره نگار[1] یکی از روش‌های برآورد طیفی در سری زمانی در قلمرو فرکانس مـی‌باشـد که هدف اصلی آن برآورد دوره نهان نوسانات سری زمانی می‌باشد، اغلب راحت‌تر است که یـک تابع را به وسیله مجموعه‌ای از توابع مقدماتی، که یک مبنا نامیده می‌شود، نشان دهیم، تحلیـل دوره نگار یک تابع پیش‌بینی کننده می‌باشد که با استفاده ازتوابع مقدماتی، سـینوس‌هـا، کسـینوس‌هـا بـه مطالعه رفتار سری زمانی در قلمرو فرکانس می‌پردازد. دراین روش داده‌های سری زمانی به‌صورت فرمول ۸ الگوسازی می گردد.

$$Z_t = \sum_{k=1}^{[n/2]} (a_k \cos \omega_k t + b_k \sin \omega_k t) \qquad (۸)$$

1- Periodogram Analysis

که در این فرمول داریم

$$a_k = \begin{cases} \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} Z_t \cos \omega_k t & k = 0\ ,\ k = \frac{n}{2}\ ,\ \text{اگر } n \text{ زوج} \\ \frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} Z_t \cos \omega_k t & k = 1, \dots, [(n-1)/2] \end{cases}$$

$$b_k = \frac{2}{n}\sum_{t=1}^{n} Z_t \sin \omega_k t\ ,\quad k = 0,1, \dots, [(n-1)/2]$$

فرکانس $Freq_k = \omega_k = \frac{2\pi k}{n}$

دوره $P = \frac{2\pi}{Freq}$

دوره نگار $I(Freq_k) = \frac{n}{2}(a_k^2 + b_k^2)$

در این فصل به دنبال پیدا کردن دوره نهان (P) و برآورد الگوی ۷ به داده‌ها هستیم. در این تحقیق الگوی ۸ را با استفاده از روش رگرسیون کمترین مربعات به روش بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده برازش خواهیم داد.

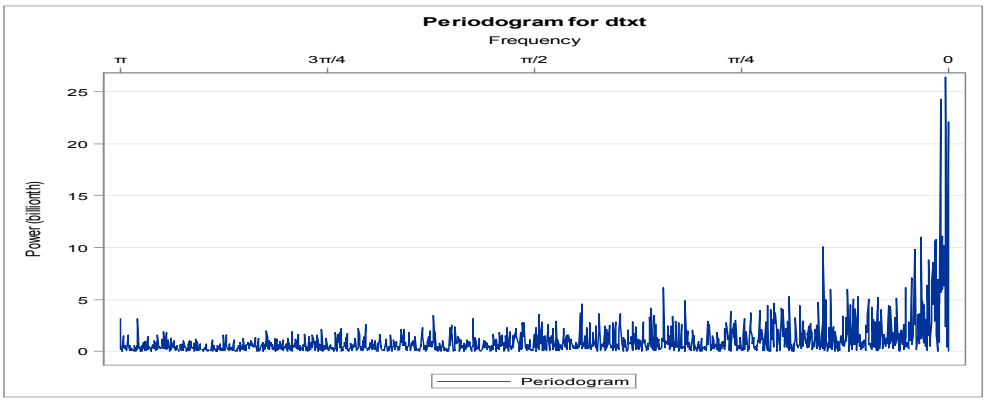
۵-٤-۱ تخمین دوره نهان سری، برازش الگوی دوره نگار شاخص کل

در این زیر بخش به دنبال برازش الگوی دوره نگار، به داده‌های سری زمانی شاخص کل و برآورد دوره‌های نهان و پیش‌بینی سری زمانی هستیم است تا به این منظور یکی از اهداف تحقیق پاسخ داده شود.

به‌منظور تشخیص دوره‌های نهان الگوی دوره نگار، طبق فرمول ۸ فرکانس‌ها، دوره‌ها و دوره نگارها بدست آمده است و نمودار دوره نگار ۹ رسم گردیده است. در نمودار ۹ به دنبال فرکانس‌ها و دوره نگارهای بزرگ هستیم. همانطور که نمودار نشان می‌دهد تعداد فرکانس‌های دارای دوره نگار بزرگ زیاد است.

باتوجه به نمودار ۹ تقریباً تعداد فرکانس‌های دارای دوره نگار بزرگ زیاد است، جدول ۷ که بخشی از جدول پیوست ۱ است، تمامی فرکانس‌ها، دوره‌های نهان و دوره نگار نمودار ۹ را نشان می‌دهد. از جدول ۷ و پیوست ۱ نمایان است که ۸۲ دوره نهان در داده‌ها وجود دارد که تمامی این ۸۲ متغیر باید در الگوی رگرسیون وارد شود به عبارت دیگر ۱۶۴ متغیر وارد الگوی رگرسیون خواهد شد و الگوی رگرسیون از ۱۶۴ متغیر بهترین و کاراترین زیر مجموعه از متغیرها جهت

پیش‌بینی شاخص کل به روش گام به گام را انتخاب می‌کند.



نمای (۹): نمودار دوره نگار شاخص کل

جدول۷ نشان می‌دهد اولین و بزرگ‌ترین دوره نهان ۶۸۴ کار روزی است که تقریباً برابر هر ۳ سال است و دومین دوره نهان ۲۱۰ است که تقریباً برابر ۱ سال کاری است؛ به عبارت دیگر هر ۳ سال و هر یکسال یک دوره سیکل تکراری یا نوسان مشابه در داده‌ها وجود دارد. همچنین چهارمین دوره نگار بزرگ که دوره نهان ۲۷۳۷ روز و پنجمین دوره نهان پنهان ۶۰ روز تقریباً هر دو ماه را نشان می‌دهد.

جدول (۷): دوره نگار شاخص کل

آماره F		دوره نگار Periodogram	دوره نهان P	فرکانس Freq	K
**	24.5738	2.63597E-08	684.2500	0.0092	1
**	22.7263	2.43779E-08	210.5385	0.0298	2
**	20.8708	2.23876E-08		0.0000	3
**	20.5962	2.2093E-08	2737.0000	0.0023	4
**	10.3561	1.11087E-08	60.8222	0.1033	5
**	10.3199	1.10699E-08	248.8182	0.0253	6
**	10.2046	1.09463E-08	130.3333	0.0482	7
**	9.7085	1.0414E-08	124.4091	0.0505	8
**	9.5320	1.02247E-08	391.0000	0.0161	9
**	9.0983	9.75949E-09	48.0175	0.1309	10
	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	0.0010	1.06816E-12	2.0750	3.0279	1369

**- معناداری دوره نگار در سطح آزمون ۵٪ را نشان می‌دهد.

جهت برازش الگوی رگرسیون تک تک زیر مجموعه ۱۶۴ متغیر سینوسی و کوسینوسی دوره نهان معنی دار وارد الگوی رگرسیون گردیده است و الگوریتم انتخاب الگوی نهایی با ادغام دو روش گام به گام و انتخاب بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده بهترین الگوی رگرسیون را انتخاب کرده است.

جدول ۸ الگوی رگرسیون نهایی انتخاب شده بر اساس روش گام به گام و انتخاب بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده را نشان می‌دهد. جدول ۸ نشان می‌دهد که بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده برابر با کسینوس اولین دوره نهان، کسینوس چهارمین دوره نهان، کسینوس ۶۷ دوره نهان و سینوس ۱۲ دوره نهان بهترین دوره‌های نهان پیش‌بینی کننده شاخص کل هستند.

قابل ذکر است که ضرایب برآورده شده تأثیر هر یک از دوره‌های نهان را بر شاخص تبدیل باکس کاکس یافته، تفاضلی شده شاخص کل را نشان می‌دهد و کوچک بودن ضرایب به علت کوچک شدن اعداد شاخص تبدیل یافته و تفاضلی شده شاخص کل است.

جدول (۸): برآورد رگرسیون دوره نگار شاخص کل

پارامتر	درجه آزادی	برآورد پارامتر	انحراف از خطا	آماره t	مقدار احتمال
عرض از مبدأ	1	-0.00000216	0.00000043	-4.98	0.000
c1	1	0.00000221	0.00000061	3.62	0.000
c4	1	-0.00000200	0.00000061	-3.26	0.001
c67	1	-0.00000477	0.00000062	-7.73	0.000
s12	1	-0.00000248	0.00000061	-4.06	0.000

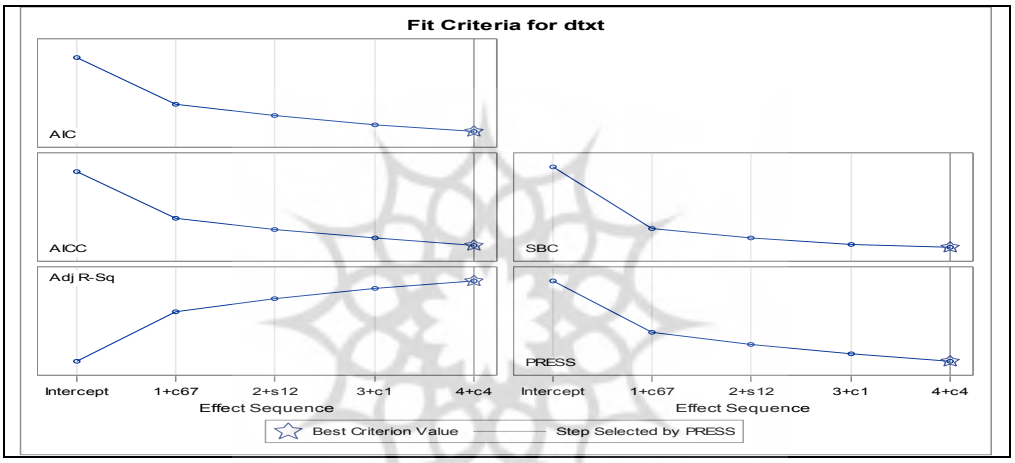
با توجه به نتایج جدول ۸ می‌توان جدول ۹ دوره نهان نهایی شاخص کل را بدست آورد. جدول ۹ نشان می‌دهد که دوره نهان اول معنی دار در رگرسیون جدول۸ (*c1*) برابر ۶۸۴ روز است که تقریباً ۳ سال کاری می‌شود و دومین دوره نهان معنی دار رگرسیون جدول ۸ (*c4*) بوده است که تقریباً برابر ۲۷۳۷ روز است که برابر کل داده‌ها و به عبارت دیگر یک دوره ۱۰ ساله را نشان می‌دهد. همچنین متغیر سوم و چهارم رگرسیون جدول ۸ به ترتیب برابر (*c67*) و (*s12*) است که به ترتیب یک دوره ۶ روز کاری یا ۱ هفته کاری و ۳۰۰ روز کاری یا تقریباً ۱ سال کاری را نشان می‌دهند.

جدول (۹): دوره نهان نهایی شاخص کل

K	فرکانس Freq	دوره نهان P	دوره نگار Periodogram	آماره F	
1	0.0092	684.2500	2.63597E-08	24.5738	**
4	0.0023	2737.0000	2.2093E-08	20.5962	**
12	0.0207	304.1111	9.66523E-09	9.0104	**
67	0.99860636	6.2919	3.57476E-09	3.3326	**

**- معناداری دوره نگار در سطح آزمون ۵٪ را نشان می‌دهد.

نمودار ۱۰ مراحل اجرای الگوریتم انتخاب بهترین زیر مجموعه از دوره‌های نهان را نشان می‌دهد. همانطورکه نمودار ۱۰ نشان می‌دهد الگوریتم گام به گام به ترتیب متغیرها را وارد الگو کرده است و معیارهای پیش‌بینی با حضور و خروج هر متغیر محاسبه شده است که درنهایت با ورود آخرین متغیر بهترین حالت معیارهای انتخاب الگو رخ داده است.



نمای (۱۰) نمودار انتخاب بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده شاخص کل

برآورد الگوی رگرسیون دوره نگار نشان داده است که این روش بهترین الگوها و تکمیل‌ترین الگوها برای شاخص کل می‌باشد حال جهت انتخاب الگوی نهایی از ملاک‌ها و معیارهای آماری جهت شناسایی بهترین الگو استفاده شده است که نتایج آن در جدول زیر آمده است. کمینه بودن معیارها و ملاک‌های جدول ۱۰ نشان از بهتر بودن آن الگو دارد.

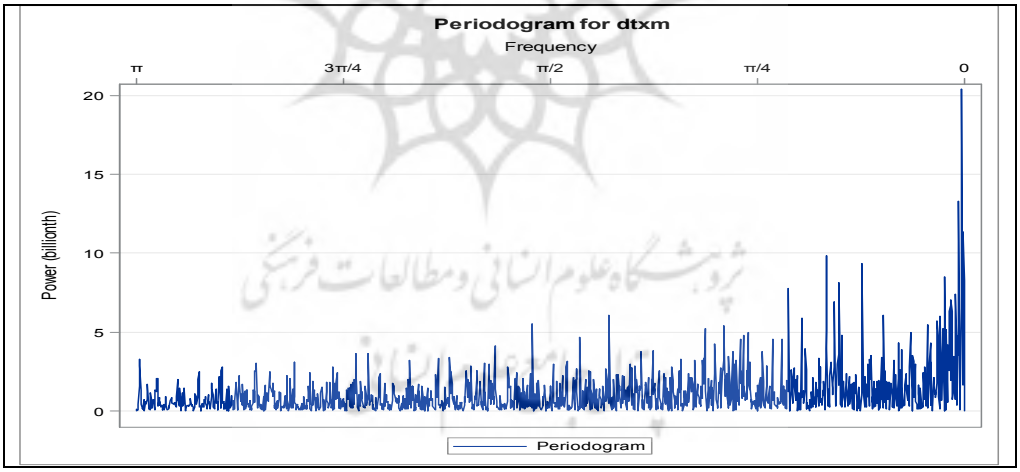
جدول (۱۰): ملاک‌ها و معیارهای انتخاب الگوی دوره نگار شاخص کل

معیار		الگو
		رگرسیون دوره نگار
تعداد پارامتر	P	4
آکاییک	AIC	-55817
بیزین شوارتز	SBC	-58527
ریشه میانگین کمترین مربعات خطا	RMSE	0.000023
آکاییک تعمیم یافته	AICc	-55817
ضریب تعیین	R2	0.0358
لگاریتم درستنمایی	LogLik	-

۵-٤-۲ تخمین دوره نهان سری، برازش الگوی دوره نگار شاخص مالی

در این زیر بخش به دنبال برازش الگوی دوره نگار، به داده‌های سری زمانی شاخص مالی و برآورد دوره‌های نهان و پیش‌بینی سری زمانی هستیم است تا به این منظور یکی از اهداف تحقیق پاسخ داده شود.

به‌منظور تشخیص دوره‌های نهان الگوی دوره نگار، طبق فرمول ۱۰ فرکانس‌ها، دوره‌ها و دوره نگارها بدست آمده است و نمودار دوره نگار ۱۱ رسم گردیده است. در نمودار ۱۱ به دنبال فرکانس‌ها و دوره نگارهای بزرگ هستیم. همانطور که نمودار نشان می‌دهد تعداد فرکانس‌های دارای دوره نگار بزرگ زیاد است.



نمای (۱۱): نمودار دوره نگار شاخص مالی

باتوجه به نمودار ۱۱ تقریباً تعداد فرکانس‌های دارای دوره نگار بزرگ زیاد است، جدول ۱۱ که بخشی از جدول پیوست ۲ است تمامی فرکانس‌ها، دوره‌های نهان و دوره نگار نمودار ۱۴ را نشان می‌دهد. از جدول ۱۱ و پیوست ۲ نمایان است که ۷۵ دوره نهان در داده‌ها وجود دارد که تمامی این ۷۵ متغیر باید در الگوی رگرسیون وارد شود به عبارت دیگر ۱۵۰ متغیر وارد الگوی رگرسیون خواهد شد و الگوی رگرسیون از ۱۵۰ متغیر بهترین و کاراترین زیر مجموعه از متغیرها جهت پیش‌بینی شاخص مالی به روش گام به گام را انتخاب می‌کند.

جدول ۱۱ نشان می‌دهد اولین و بزرگ‌ترین دوره نهان ۶۸۴ کار روزی است که تقریباً برابر هر ۳ سال است و دومین دوره نهان ۳۰۴ است که تقریباً برابر ۱ سال کاری است؛ به عبارت دیگر هر ۳ سال و هر یکسال یک دوره سیکل تکراری یا نوسان مشابه در داده‌ها وجود دارد. همچنین چهارمین دوره نگار بزرگ که دوره نهان ۱۳۶۸ روز و پنجمین دوره نهان پنهان ۱۲ روز را نشان می‌دهد.

جدول (۱۱): دوره نگار شاخص مالی

K	فرکانس Freq	دوره نهان P	دوره نگار Periodogram	آماره F	
1	0.0092	684	2.03374E-08	18.1962	**
2	0.0207	304	1.32444E-08	11.8500	**
3	0.0000		1.15145E-08	10.3023	**
4	0.0046	1368	1.13589E-08	10.1630	**
5	0.5236	12	1.03065E-08	9.2215	**
6	0.3881	16.189	9.52943E-09	8.5262	**
7	0.0115	547.2	8.55718E-09	7.6563	**
8	0.0735	85.5	8.48376E-09	7.5906	**
9	0.0023	2736	8.2879E-09	7.4153	**
10	0.0322	195.428	7.37404E-09	6.5977	**
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
.	.	.	.	.	
1369	0.6637	9.46	3.11664E-14	0.000	

**- معناداری دوره نگار در سطح آزمون ۵٪ را نشان می‌دهد.

جهت برازش الگوی رگرسیون تک تک زیر مجموعه ۱۵۰ متغیر سینوسی و کوسینوسی دوره نهان معنی دار وارد الگوی رگرسیون گردیده است و الگوریتم انتخاب الگوی نهایی با ادغام دو

روش گام به گام و انتخاب بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده بهترین الگوی رگرسیون را انتخاب کرده است.

جدول ۱۲ الگوی رگرسیون نهایی انتخاب شده بر اساس روش گام به گام و انتخاب بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده را نشان می‌دهد. جدول ۱۲ نشان می‌دهد که بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده برابر با کوسینوس اولین دوره نهان، کوسینوس چهل و چهارمین دوره نهان، سینوس نهمین دوره نهان و سینوس ۴۱ دوره نهان بهترین دوره‌های نهان پیش‌بینی کننده شاخص مالی هستند.

قابل ذکر است که ضرایب برآورده شده تأثیر هر یک از دوره‌های نهان را بر شاخص تبدیل باکس کاکس یافته، تفاضلی شده شاخص مالی را نشان می‌دهد و کوچک بودن ضرایب به علت کوچک شدن اعداد شاخص تبدیل یافته و تفاضلی شده شاخص مالی است.

جدول (۱۲): برآورد رگرسیون دوره نگار شاخص مالی

پارامتر	درجه آزادی	برآورد پارامتر	انحراف از خطا	آماره t	مقدار احتمال
عرض از مبدأ	1	-0.00000138	0.00000045	-3.09	0.002
c1	1	0.00000268	0.00000063	4.25	0.0001
c44	1	0.00000219	0.00000063	3.47	0.0005
s9	1	-0.00000240	0.00000063	-3.8	0.0001
s41	1	-0.00000192	0.00000063	-3.04	0.0024

با توجه به نتایج جدول ۱۲ می‌توان جدول ۱۳ دروه نهان نهایی شاخص مالی را بدست آورد. جدول ۱۳ نشان می‌دهد که دوره نهان اول معنی دار در رگرسیون جدول ۱۲ (*c1*) برابر ۶۸۴ روز است که تقریباً ۳ سال کاری می‌شود و دومین دوره نهان معنی دار رگرسیون جدول ۱۲ (*c44*) بوده است که تقریباً برابر ۲۱۰ روز است که یک سال کاری را نشان می‌دهد. همچنین متغیر سوم و چهارم رگرسیون جدول ۱۲ به ترتیب برابر (*s9*) و (*s41*) است که به ترتیب ۲۷۳۶ روز که برابر کل داده‌ها و به عبارت دیگر یک دوره ۱۰ ساله است و یک دوره ۴۸ روز کاری یا ۸ هفته یا دو ماه کاری را نشان می‌دهند.

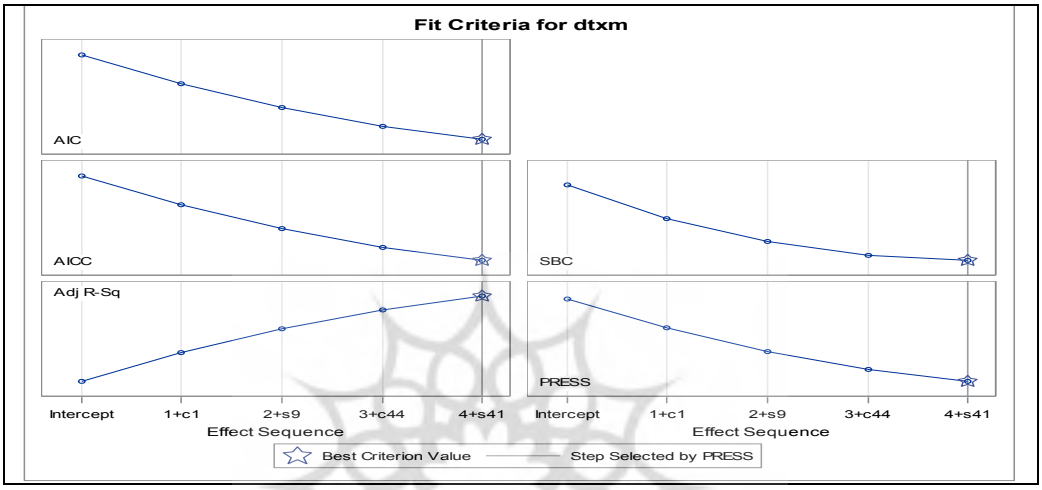
نمودار ۱۲، مراحل اجرای الگوریتم انتخاب بهترین زیر مجموعه از دوره‌های نهان را نشان می‌دهد. همان طورکه نمودار ۱۲ نشان می‌دهد الگوریتم گام به گام به ترتیب متغیرها را وارد الگو کرده است و معیارهای پیش‌بینی با حضور و خروج هر متغیر محاسبه شده است که درنهایت با

ورود آخرین متغیر بهترین حالت معیارهای انتخاب الگو رخ داده است.

جدول (۱۳): دوره نهان نهایی شاخص مالی

K	فرکانس	دوره نهان	دوره نگار	آماره	
	Freq	P	Periodogram	F	
1	0.0092	684.250	2.63597E-08	24.5738	**
44	0.02985	210.461	4.20001E-09	3.757826	**
9	0.0023	2736	8.2879E-09	7.4153	**
41	0.1308996	48	4.2605E-09	3.8119	**

**- معناداری دوره نگار در سطح آزمون ۵٪ را نشان می‌دهد.



نمای (۱۲): نمودار انتخاب بهترین زیر مجموعه پیش‌بینی کننده شاخص مالی

برآورد الگوی رگرسیون دوره نگار نشان داده است که این روش بهترین الگوها و تکمیل‌ترین الگوها برای شاخص مالی می‌باشد حال جهت انتخاب الگوی نهایی از ملاک‌ها و معیارهای آماری جهت شناسایی بهترین الگو استفاده شده است که نتایج آن در جدول زیر آمده است. کمینه بودن معیارها و ملاک‌های جدول ۱۴ نشان از بهتر بودن آن الگو دارد.

٦- خلاصه یافته‌های تحقیق

۶-۱ با بررسی و برازش الگوی ARFIMA به داده‌های شاخص کل نتایج نشان دادند که در داده‌های شاخص کل پارامتر انباشتگی کسری برابر ۰/۰۸۹۵ است که نشان می‌دهد حافظه

بلندمدت در داده‌های شاخص کل وجود دارد و ضریب اتو رگرسیو برابر ۰/۱ و ضریب میانگین متحرک ۰/۷۱۴۵ و ۰/۲۲۸ می‌باشد. بهترین الگو برازش شده به داده‌ها الگوی ARFIMA(1,0.0895,2) است و تخمین پارامترهای این الگو به‌صورت زیر است:

جدول (١٤): ملاک‌ها و معیارهای انتخاب الگوی دوره نگار شاخص مالی

معیار		الگو رگرسیون دوره نگار
تعداد پارامتر	p	4
آکاییک	AIC	-55616
بیزین شوارتز	SBC	-58324
ریشه میانگین کمترین مربعات خطا	RMSE	0.000023
آکاییک تعمیم یافته	AICc	-55616
ضریب تعیین	R2	0.0192
لگاریتم درستنمایی	LogLik	-

۶-۲ با بررسی و برازش الگوی ARFIMA به داده‌های شاخص مالی نتایج نشان دادند که در داده‌های شاخص مالی پارامتر انباشتگی کسری برابر ۰/۱۰۲۷ است که نشان می‌دهد حافظه بلندمدت در داده‌های شاخص کل وجود دارد و ضریب اتو رگرسیو برابر ۰/۱ و ضریب میانگین متحرک ۰/۸۵۲۵ و ۰/۱۳۵۵ می‌باشد. بهترین الگو برازش شده به داده‌ها الگوی ARFIMA(1,0.1027,2) است و تخمین پارامترهای این الگو به‌صورت زیر است.

۶-۳ با بررسی و برازش الگوی دوره نگار به داده‌های شاخص کل نتایج نشان دادند که ۸۲ دوره نهان در داده‌ها وجود دارد و با استفاده از الگوی رگرسیون خطی بر اساس روش گام به گام و انتخاب بهترین و کاراترین زیر مجموعه از متغیرها جهت پیش‌بینی شاخص کل، اولین و بزرگ‌ترین دوره نهان ۶۸۴ کار روزی است که تقریباً برابر هر ۳ سال است و دومین دوره نهان ۲۱۰ است که تقریباً برابر ۱ سال کاری است؛ به عبارت دیگر هر ۳ سال و هر یکسال یک دوره سیکل تکراری یا نوسان مشابه در داده‌ها وجود دارد. همچنین چهارمین دوره نگار بزرگ که دوره نهان ۲۷۳۷ روز و پنجمین دوره نهان پنهان ۶۰ روز تقریباً هر دو ماه است.

۶-۴ با بررسی و برازش الگوی دوره نگار به داده‌های شاخص مالی نتایج نشان دادند که ۷۵ دوره نهان در داده‌ها وجود دارد و با استفاده از الگوی رگرسیون خطی بر اساس روش گام به گام و انتخاب بهترین و کاراترین زیر مجموعه از متغیرها جهت پیش‌بینی شاخص کلی، اولین و

بزرگ‌ترین دوره نهان ۶۸۴ کار روزی است که تقریباً برابر هر ۳ سال است و دومین دوره نهان ۳۰۴ است که تقریباً برابر ۱ سال کاری است؛ به عبارت دیگر هر ۳ سال و هر یکسال یک دوره سیکل تکراری یا نوسان مشابه در داده‌ها وجود دارد. همچنین چهارمین دوره نگار بزرگ که دوره نهان ۱۳۶۸ روز و پنجمین دوره نهان پنهان ۱۲ روز است.

۶-۵ به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین روش از بین روش‌های اجرا شده معیارهایی جهت سنجش و اندازه‌گیری انتخاب شدند. حال جهت انتخاب الگوی نهایی از ملاک‌ها و معیارهای آماری جهت شناسایی بهترین الگو استفاده شده است که نتایج آن در جدول زیر آمده است. کمینه بودن معیارها و ملاک‌های جدول ۵-۱ نشان از بهتر بودن آن الگو دارد. نتایج جدول ۱۵ نشان می‌دهند که روش دوره نگار پیش‌بینی‌های بهتری انجام داده است.

جدول (۱۵): ملاک‌ها و معیارهای انتخاب الگوی نهایی

معیار		شاخص کل		شاخص مالی	
		ARFIMA	دوره نگار	ARFIMA	دوره نگار
تعداد پارامتر	P	4	4	4	4
آکاییک	AIC	-51198.33	-55817	-50783.11	-55616
بیزین شوارتز	SBC	-51122.23	-58527	-51102.54	-58324
ریشه میانگین کمترین مربعات خطا	RMSE	0.004576	0.000023	0.004745	0.000023
آکاییک تعمیم یافته	AICc	-51163.7	-55817	-50945.69	-55616
ضریب تعیین	R2	-	0.0358	-	0.0192
لگاریتم درستنمایی	LogLik	25600	-	00425	-

۶-۶ به طور خلاصه پاسخ به سؤالات این تحقیق را می‌توان در جدول ۱۶ بیان کرد.

جدول (۱۶): پاسخ نهایی سؤالات تحقیق

شماره	شرح سؤال	نتیجه به تفکیک شاخص	
		کل	مالی
۱	شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران دارای حافظه با دامنه بلندمدت است.	بلی ✓	بلی ✓
۲	روش تحلیل دوره نگار در مقایسه با روش ARFIMA روش مناسبی برای پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران است.	بلی ✓	بلی ✓
۳	دوره نهان (دوره قابل تکرار) در بین داده‌های شاخص‌های بورس اوراق بهادار وجود دارد.	بلی ✓	بلی ✓

۷- پیشنهادهای کاربردی:

می‌توان مدل ارائه شده در این پایان نامه را در مباحث سایر رشته‌ها که با پیش‌بینی مرتبط است به کار برد که از جمله آن‌ها می‌توان به استفاده از این مدل در سیاست‌گذاری‌های مربوط به انرژی در کشور (با پیش‌بینی مصرف انرژی و مدل کردن متغیرهای تأثیر گذار بر مصرف) و... پرداخت.

پیشنهاد می‌شود از این مدل‌ها جهت تحلیل بازارهای سهام توسط سرمایه گذاران و تصمیم گیرهای کلان اقتصادی توسط دولت استفاده شود.

با توجه به این که روش دوره نگار پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به روش ARFIMA دارد، پیشنهاد می‌شود از این روش جهت پیش‌بینی استفاده شود.

References:

[1] Allagidede, P. (2011). Return Behavior in Africa s Emerging Equity Markets . The Quarterly Review of Economics and Finance, 51, 133-140.

[2] Alam, Z; Siddikee, N; Masukujjaman, M. (2013). Forecasting Volatility of Stock Indices with ARCH Model Journal of Financial Research, 4. (2), 126-143.

[3] Araujo, de A; Ricardo, Ferreira, A.E. Tiago. (2009). AMorphological-Rank-Linear evolutionary method for stock market prediction Information Sciences, 237, 3-17.

[4] Asadi, Shahrokh& Hadavandi Esmaeil& Mehmanpazir Farhad&Nakhostin Mohammad Masoud. (2012). Hybridization of evolutionary Levenberg° Marquardt neural networks and data pre-processing for stock market prediction Knowledge-Based Systems, 35, 245-258.

[5] Barkoulas, J. T; & Baum, C. F. (1996). LongTerm Dependence in StockReturns . Economics Letters. 53(3). 253-259.

[6] Diebolt ,C and V. Guiraud. (2005) " A note on long memory time series" Quality and Quantity . 39(6):827-836.

[7] Erfani, Alireza. (1388). Prediction of total index, ARIFMA Tehran Stock Exchange with model. Economic researches, University of Tehran, period 86. (in Persian)

[8] Green, L; Myerson, J. (2003). Discounting delayedband probabilistic rewards ,Journal of Economis Psychology, 24 (5), 619-635.

[9] Komijani, Akbar., Naderi, Esmaeel., Gandali Alijani, Nadia. (1394). Long-term memory survey on Tehran Stock Exchange index stock returns. Quarterly journal of treasury of the third year, 3, 67-82(in Persian).

[10] Majhi, Ritanjali; Panda, G; Sahoo, G. (2009) Development and performance evaluation of FLANN based model for forecasting of stock markets *Expert Systems with Applications*, 36(3), 6800-6805.

[11] Man,K.S. (2003). Long memorytime series and short term forecasts .*International Journal of Forecasting*, 19(3), 477-491.
[12] Moradi, Mahdi, Sadooghi yazdi, Hadi, Abdollahian, Javad., (1394). New engineering approach to predict exchange index fluctuations. Journal of Business Accounting, Shiraz University, 7(2), 117-148. (in Persian).
[13] Murari, K. (2013). Volatility Modeling and Forecasting for Banking Stock Returns . *International Journal of Banking, Risk and Insurance*, 1(2) , 11-22.
[14] Poon, S; C. Granger. (2003). "Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review",*Journal of Economic Literature*. 41(2), 478-539.
[15] Sheraee, Saeed., Sanaee, Alam Mohsen. (1389). Investigating the long-term sustainability of Tehtan Stack Exchange and evaluating long-term memory models. Journal of Financial Accounting Research, second year, 4(6),173-186(in Persian).
[16] Wright ,J. (1996), "Testing for structural break at unknown date with long ° memory disturbances" Journal of time series analysis, 19(3),369-376.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی