پژوهشنامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی « علوم اقتصادی »
سال هشتم/شماره‌ی بیست و هشتم/ بهار۸۷

بررسی حافظه‌ی بلند بودن شاخص کل قیمت بورس اوراق بهادار تهران

تاریخ دریافت :۸۶/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش:۸۷/۶/۳۰

علیرضا عرفانی[*]

چکیده:

در این مقاله با استفاده از داده های روزانه دوره‌ی زمانی ۱۳۸۲/۱/۵ تا ۱۳۸۶/۳/۲ به بررسی حافظه‌ی بلند بودن شاخص کل قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران پرداختیم. حافظه‌ی بلند بودن یک سری زمانی بدین معناست که اثر تکانه های وارده بر آن پایدار است و برای مدت نسبتاً طولانی باقی می ماند. اگر سری x_t را بتوان به صورت $(1-L)^d x_t = \varepsilon_t$ مدلسازی کرد که در آن $\varepsilon_t \sim N(0,\sigma^2)$ (نوفه سفید) است. چنان‌چه $0 < d < 1$ باشد، سری دارای حافظه‌ی بلند است. اگر $0 < d < 0/5$ باشد واریانس سری محدود و سری به طور کلی پایا است. اگر $0/5 \leq d < 1$ باشد، واریانس آن نامحدود و سری غیر پایا خواهد بود. برای محاسبه‌ی پارامتر d که به آن پارامتر تفاضل گیری کسری می گویند از سه روش استفاده کردیم. با روش دامنه‌ی استاندارد شده(R/S)، $d = 0/49$ و با روش دامنه‌ی استاندارد شده تغییر یافته(MRS)، $d = 0/468$ و با روش نوسانات روندزدایی شده(DFA) $d = 0/3$ به‌دست آمد که بیان کننده‌ی آن است که حافظه‌ی بلند بودن سری تحت بررسی با هرسه روش تأیید می شود.

واژه های کلیدی: حافظه‌ی بلند، تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده، تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده‌ی تغییر یافته، تحلیل نوسانات روند زدایی شده

طبقه بندی JEL : C01, C13, C22, C53

---

[*] نویسنده مسئول - استادیار دانشگاه سمنان

۱- مقدمه:

در دو دهه‌ی گذشته پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه‌ی اقتصاد سنجی مربوط به سری‌های زمانی صورت گرفته است. چارچوب پایایی خطی مدل‌های ARMA و VAR که از تکانه های i.i.d استخراج می شوند و برای سال‌های متمادی اساس مدلسازی اقتصاد سنجی محسوب می شدند جای خود را به مدل‌هایی دادند که ویژگی‌های ناپایایی و غیر خطی بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی و مالی را مورد بحث و بررسی قرار می دهند. دو نوع از این مدل‌ها که در تحقیقات کاربردی جزء مدل‌های اصلی محسوب می شوند عبارتند از ریشه‌ی واحد/ هم‌جمعی برای سری‌های زمانی غیر پایا و ARCH و مدل‌های مرتبط با آن برای ناهمسانی واریانس مشروط. در پژوهش‌های اخیر به ویژگی‌های داده های سری زمانی که در این مدل‌ها به کار گرفته می شوند توجه بیشتری معطوف شده است. مدل حافظه‌ی بلند[1] از جمله مدل‌هایی است که این ویژگی‌ها را با تعمیق بیشتر مورد توجه قرار می دهد. مدل‌های حافظه‌ی بلند، الگوهای ریشه‌ی واحد را بسط می دهند و در نتیجه مسأله‌ی هم‌جمعی نیز به منظور تطابق با این ویژگی‌های بدیع و نو تعمیم یافته است.

مدل‌های حافظه‌ی بلند در شکل کلی جمعی کسری[2] را اولین بار گرنجر و جویکس[3] (۱۹۸۰) به ادبیات اقتصاد سنجی معرفی کردند. یک سری زمانی حافظه‌ی بلند را می توان با تابع خودهمبستگی(ACF [4]) آن که با نرخ هیپربولیک(شبه هذلولی) کاهش می یابد، مشخص کرد. نرخ کاهشی هیپربولیک بسیار کندتر و آهسته تر از نرخ کاهشی تابع خودهمبستگی سری زمانی‌ای که حافظه‌ی کوتاه مدت دارد، می باشد. مدل‌های حافظه بلند نشان دهنده‌ی ساختار غیر خطی بازارهای سرمایه است و درنتیجه نشان می دهد که الگوهای خطی در توصیف ماهیت واقعی این بازارها ناکارامد هستند. ساختار غیر خطی بازار سرمایه موجب می شود تا پیش بینی آن مشکل شود(ایکسو و جین[5] (۲۰۰۶).

1- Long memory model
2-Fractional integration (FI)
3-Granger & Joyeux (1980)
4- Autocorrelation function
5- Jin Xiu & Yao Jin

اصولاً فرایندهای تصادفی را می توان به سه دسته تقسیم بندی کرد. ۱- فرایندهای کاملاً تصادفی. در این نوع فرایندهای تصادفی مقدار x در زمان t کاملاً مستقل از مقادیر گذشته ی آن است. به عبارت دیگر:

$$p(x_m, t_m \mid x_{m-1}, t_{m-1}; \ldots; x_1, t_1) = p(x_m, t_m)$$

اطلاعات کامل در این نوع فرایندها در تابع چگالی احتمال تک نقطه ای است و این سیستم ها اصطلاحاً بدون حافظه می باشند. ۲- فرایندهای تصادفی وابسته. اطلاعات کامل در این نوع فرایندها در تابع چگالی احتمال همبسته m نقطه ای وجود دارد. به بیان دیگر این نوع سیستم ها دارای حافظه ی بلند برد می باشند. ۳- فرایندهای تصادفی مارکوف. در این نوع فرایندها، مقدار x در زمان t فقط به مقدار گذشته آن بستگی دارد. یعنی:

$$p(x_m, t_m \mid x_{m-1}, t_{m-1}; \ldots; x_1, t_1) = p(x_m, t_m \mid x_{m-1}, t_{m-1})$$

در این نوع فرایندها، حافظه سیستم کوتاه برد می باشد.

با توجه به مطالب فوق، چنان چه یک سری زمانی حافظه ی بلند باشد بدین معناست که با مدلسازی سری از نوع مثلاً ARFIMA [1] می توان مقادیر آینده ی آن را پیش بینی کرد.

چندین روش به منظور آزمون ویژگی حافظه ی بلند یک سری زمانی مطرح شده که عبارتند از تحلیل دامنه ی استاندارد شده(R/S)[2]، تحلیل دامنه ی استاندارد شده تغییر یافته(MRS)[3]، و تحلیل نوسانات روندزدایی شده(DFA)[4]. در ادامه ی مقاله به توصیف هریک از روش های مذکور خواهیم پرداخت. لیکن قبل از پرداختن به این آزمون ها، موضوع پایایی سری و تفاضل گیری کسری را توضیح خواهیم داد.

۲- پایایی سری زمانی و پایداری تکانه ها

تحلیل پایایی سری زمانی اساساً به منظور چگونگی واکنش سری نسبت به تکانه های وارده بر آن به کار برده می شود. اثر یک تکانه بر یک متغیّر در طول زمان ممکن است دائمی، بلند مدت و یا کوتاه مدت باشد. اگر اثر یک تکانه دائمی باشد آن

1- Autoregressive Fractional Integrated Moving Average
2- rescaled range analysis
3- modified rescaled range
4- detrended fluctuation analysis

سری دارای ریشه‌ی واحد بوده و به آن حافظه‌ی کامل گفته می شود. چنان‌چه اثر تکانه برای مدت نسبتاً طولانی باقی بماند سری مربوطه ریشه‌ی کسری دارد و حافظه بلند است. اگر اثر تکانه به سرعت از بین برود، آن سری حافظه‌ی کوتاه است. به منظور شناسایی نوع حافظه یک سری زمانی، فرض کنید سری x_t را به توان به صورت زیر مدلسازی کرد:

$$(1-L)^d x_t = \varepsilon_t$$

که در آن $\varepsilon_t \sim N(0,\sigma^2)$ (نوفه سفید) است. اگر $d=0$ باشد سری x_t حافظه‌ی کوتاه دارد بدین معنا که همبستگی های بین مشاهدات متوالی به سرعت به صفر گراییده و سری به سمت میانگین ثابت خود بازگشت می کند. واریانس این سری محدود و مستقل از زمان بوده و کواریانس آن نیز پایا است. این نوع سری را می توان با مدل ARMA مدلسازی کرد.

چنان‌چه $d=1$ باشد سری مربوطه ریشه ی واحد دارد و میانگین، واریانس، و کواریانس آن غیر پایا هستند. واریانس این سری نامحدود و وابسته به زمان است. اثر تکانه وارده بر آن در طول زمان انباشته شده و سری به سمت میانگین ثابت خود بازگشت نمی کند. مدلسازی این سری مستلزم آن است که ابتدا تفاضل گیری مرتبه‌ی اول انجام گیردو سپس بر اساس مدل ARIMA مدلسازی کرد.

اگر $0 < d < 1$ باشد، سری دارای حافظه‌ی بلند است. در این صورت این سری هم ممکن است ویژگی سری پایا را داشته باشد و هم ویژگی سری غیر پایا را. اگر $0 < d < 0/5$ باشد واریانس سری محدود و پایا است. کواریانس آن نیز پایا و لذا، سری به طور کلی پایا است. اگر $0/5 \le d < 1$ باشد، واریانس آن نامحدود و غیر پایا است. کواریانس آن نیز غیر پایا و سری غیر پایا خواهد بود.

۳- تفاضل گیری کسری و رابطه‌ی آن با حافظه‌ی بلند

اکثر سری‌های زمانی اقتصادی و مالی ناپایا هستند و بنابراین لازم است قبل از به‌کارگیری آن‌ها در تحلیل‌های سری زمانی، پایا شوند. یکی از روش‌های مرسوم و متداول پایا کردن یک سری، روش تفاضل گیری است که البته با این روش احتمال از دست رفتن بخشی از اطلاعات مهم موجود در سری زمانی وجود دارد. از طرف دیگر اگر

از یک سری بیش از حد لازم تفاضل گیری شود (عمل بیش تفاضل گیری[1])، رفتار واریانس سری تحت تأثیر قرار خواهد گرفت به‌طوری که قبل از دست یابی به پایایی سری زمانی، واریانس سری روند کاهشی خواهد داشت و زمانی که بیش تفاضل گیری انجام شد، واریانس سری دوباره افزایش خواهد یافت(ایکسو و جین،۲۰۰۶). بر این اساس چنان‌چه بخواهیم هم پایایی سری را داشته باشیم و هم دچار مشکلات ناشی از بیش تفاضل گیری نشویم لازم است تفاضل گیری کسری انجام دهیم.

اگر d پارامتر تفاضل گیری کسری باشد، سری زمانی غیر پایای x_t را با روش زیر می توان پایا کرد.

$$w_t = (1-L)^d x_t$$

که در آن L عملگر وقفه و w_t سری زمانی پایا شده است. بسط دوجمله ای $(1-L)^d$ عبارت است از:

$$(1-L)^d = 1 - dL + \frac{d(d-1)}{2!}L^2 - \cdots \qquad (۱)$$

برای هر عدد واقعی $d > -1$، عبارت (۱) را می توان بر اساس یک تابع فوق هندسی (مثل تابع گاما) نوشت:

$$(1-L)^d = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\Gamma(k-d)}{\Gamma(k+1)\Gamma(-d)} L^k \qquad (۲)$$

اگر $d = 0$ باشد سری x_t نوفه سفید بوده و تابع خودهمبستگی آن به سرعت به صفر میل خواهد کرد. چنان‌چه $d = 1$ باشد سری تحت بررسی گام تصادفی خواهد بود و مقدار تابع خود همبستگی آن یک بوده و با اولین تفاضل گیری پایا می شود. اما اگر عامل تفاضل گیری d عددی غیر صحیح باشد، هرکدام از عناصر سری تفاضل گیری کسری شده w_t در واقع مجموع وزنی عناصر سری اولیه یعنی x_t خواهد بود. مثلاً، i امین عنصر سری تفاضل گیری کسری شده نه فقط با x_i و x_{i-1} تعیین می شود بلکه تحت تأثیر تمامی مقادیر قبل از i سری x قرار خواهد داشت. این ویژگی همان ویژگی حافظه‌ی بلند سری است. پیتر(۱۹۹۹) مطرح کرده است که از نظر تئوری، ویژگی حافظه‌ی بلند ویژگی ای است که اثر آن برای مدّت طولانی باقی می ماند، هرچند که اثر مقادیر جاری بزرگ تر از مقادیر گذشته است. با توجه به همین ویژگی است که

1-over-differencing

می توان برای مقدار تابع گاما سطح آستانه ای در نظر گرفت تا چنان چه مقدار تابع از آن کمتر شد، آن را صفر در نظر گیرد.

۴- روش های تشخیص ویژگی حافظه ی بلند و محاسبه ی عامل تفاضل گیری

۴-۱- تحلیل دامنه ی استاندارد شده

این روش که اولین بار آن را هنری هورست[1] در سال ۱۹۵۱ معرفی کرد و توسعه داد تکنیکی است که به منظور آزمون وجود همبستگی ها در سری‌های زمانی مورد استفاده قرار می گیرد. برای مجموعه معینی از مشاهدات ($X_t, t \geq 0$) با میانگین $\overline{X}_n = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} x_t$ و واریانس نمونه ای $S_n^2 = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}(X_t - \overline{X}_n)^2$ برای دوره‌ی n، آماره‌ی R/S به صورت زیر تعریف می شود:

$$R/S(n) = \frac{\left[\underset{0\le k\le n}{Max}\sum_{t=1}^{k}(X_t - \overline{X}_n) - \underset{0\le k\le n}{Min}\sum_{t=1}^{k}(X_t - \overline{X}_n)\right]}{S(n)}$$

برای هر n متفاوت یک $R/S(n)$ متفاوت وجود دارد. بعد از آن‌که برای n های مختلف، $R/S(n)$ محاسبه شد مقدار H با برآورد شیب معادله‌ی رگرسیونی زیر با روش حداقل مربعات به‌دست می آید:

$$Log\, R/S(n) = Log\, C + H.Log\, n$$

اگر $0/5 \leq H \leq 1$ باشد می توان نتیجه گرفت سری تحت بررسی ویژگی حافظه‌ی بلند مدت دارد. پیترز(۱۹۹۹) رابطه‌ی H و d را به صورت زیر معرفی کرده است:

$$H = 0/5 + d$$

1-Hurst ,H.R.(1951)

۴-۲- تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده تغییر یافته(MRS)

بررسی‌ها نشان داده است که تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده در زمینه‌ی تعیین دقیق فرآیندهای حافظه‌ی بلند بسیار ضعیف است. در حقیقت این تحلیل ممکن است یک سری زمانی را که حافظه‌ی بلند نیست، حافظه‌ی بلند نشان دهد(نوروز زاده و جعفری،۲۰۰۵). علاوه بر این، با وجودی که تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده نسبت به سری‌های زمانی که فقط حافظه‌ی بلند دارند مقاوم است، اما قادر به تمایز بین حافظه‌ی کوتاه مدت و بلند مدت زمانی که به‌طور هم‌زمان در یک سری زمانی وجود دارند نیست. هم‌چنین این تحلیل نسبت به نا همسانی واریانس نیز مقاوم نیست(ایکسو و جین،۲۰۰۶). لو[۱]در سال ۱۹۹۱، آزمون قوی تری پیشنهاد کرد که به دامنه ی استاندارد شده تغییر یافته شهرت یافت. آماره ی MRS به صورت زیر است:

$$R'/S(n) = \frac{\left[\underset{0\le k\le n}{Max} \sum_{t=1}^{k} (X_t - \overline{X}_n) - \underset{0\le k\le n}{Min} \sum_{t=1}^{k} (X_t - \overline{X}_n) \right]}{\sigma(n)}$$

$$\sigma_n^2(q) = \sigma_x^2(q) + \frac{2}{n}\sum_{j=1}^{q} w_j(q) \left[\sum_{i=j+1}^{n} (x_i - \overline{x}_n)(x_{i-j} - \overline{x}_n) \right]$$

$$w_j(q) = 1 - \frac{j}{q+1} \qquad q < n$$

q مرتبه ی وقفه است و ضابطه ی آماری خاصی برای آن وجود ندارد. برای $q=0$ مقدار آماره ی MRS همان آماره دامنه ی استاندارد شده است.

بعد از محاسبه $R'/S(n)$ برای n های مختلف، آماره ی H را از طریق برآورد رابطه $Log(R'/S(n)) = Logc + H.Log(n)$ به روش OLS، به دست می آوریم.

۴-۳- تحلیل نوسانات روند زدایی شده(DFA)

پنگ و دیگران(۱۹۹۵)[۲] روش DFA را طرح کرده اند. مزیت آن نسبت به روش‌های دیگر در این است که به کمک آن می توان همبستگی های بلند مدت را حتی در سری‌هایی که به ظاهر غیر پایا هستند، نیز جستجو کرد. هم‌چنین می توان از ردیابی

1-Lo(1991)
2- Peng(1995)

کاذب همبستگی های ظاهری بلند مدت که محصول مصنوعی سری های غیر پایا است پرهیز کرد(تانگ[1]، ۲۰۰۶).

مراحل اجرای DFA به شرح زیر است:

۱- سری زمانی تحت بررسی را به کمک $x(k)=\sum_{t=1}^{k}(x_t-\bar{x})$ جمعی می کنیم که در آن x_t، t امین مشاهده و $\bar{x}$ میانگین سری است.

۲- سری جمعی شده را به بازه های زمانی به طول n تقسیم می کنیم و برای هر بازه ی زمانی، یک خط حداقل مربعات را برازش می دهیم و تفاضل مقادیر $x(k)$ را از مقادیر برآورد شده‌ی آن یعنی $\hat{x}(k)$ به‌دست می آوریم. با این کار در واقع سری را روند زدایی می کنیم.

$$x_i = x(k)-\hat{x}(k)$$

۳- شاخص نوسانات روند زدایی شده را از رابطه‌ی زیر به دست می آوریم:

$$F(n)=\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i)^2}$$

۴- مراحل فوق را برای بازه های زمانی مختلف(n های مختلف) تکرار می کنیم تا بتوانیم رابطه ای بین $F(n)$ و n به دست آوریم. نوعاً $F(n)$ با افزایش n افزایش می یابد. رابطه‌ی $F(n)$ با n تقریباً به صورت $F(n)\approx n^{\alpha}$ است.

۵- پارامتر α توصیف کننده‌ی همبستگی است. اگر $\alpha > 0/5$ باشد دلالت بر وجود حافظه‌ی بلند در سری زمانی است. پارامتر α معادل آماره‌ی H است.

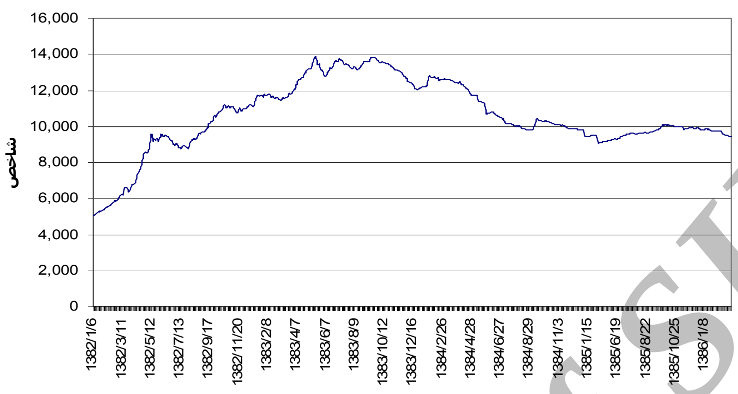
۵- داده ها و تفسیر آن

در این مقاله از شاخص کل بازار بورس اوراق بهادار تهران(prtix) در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۲/۱/۶ تا ۱۳۸۶/۳/۲ استفاده کردیم. در این دوره‌ی زمانی، دو واقعه‌ی مهم اتفاق افتاد که می توانست اثر مهمی بر اقتصاد ایران و در نتیجه بر بازار بورس داشته باشد. یکی حمله‌ی نظامی آمریکا به کشور عراق و دیگری رویکرد جدید مسؤولین کشور در رویارویی با مسأله‌ی هسته ای ایران و مواجهه با چالش‌های اقتصادی. نمودار شماره‌ی یک روند حرکت شاخص کل بازار بورس تهران را نشان می دهد. از ابتدای سال ۱۳۸۲

1- Tang

شمسی که حمله ی نظامی آمریکا آغاز گردید، علیرغم این که انتظار می رفت شاخص کل بورس ایران افت کند ، شاید به دلیل افزایش قیمت نفت، به روند صعودی خود ادامه داد و این روند تقریباً تا اواخر فصل سوم سال ۱۳۸۳ ادامه داشت. از دی ماه ۸۳ روند نزولی شاخص شروع و تا کنون ادامه دارد.

نمودار 1) شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران



۵-۱- پایایی داده ها

آماره ی دیکی فولر و تابع خود همبستگی شاخص کل نشان می دهند که سری زمانی تحت بررسی در سطح پایا نیست.

جدول شماره ی یک - آماره ی دیکی فولر برای بررسی پایایی سری

prtix

ADF Test Statistic	-2.965948	1% Critical Value*	-3.9728
		5% Critical Value	-3.4169
		10% Critical Value	-3.1305

*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PRTIX)
Method: Least Squares
Date: 06/12/07 Time: 17:03
Sample(adjusted): 6 942
Included observations: 937 after adjusting endpoints

Date: 06/24/07 Time: 20:08
Sample: 1 943
Included observations: 942

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.995	0.995	935.82	0.000
		2	0.990	-0.036	1862.9	0.000
		3	0.984	-0.028	2780.7	0.000
		4	0.979	-0.009	3689.2	0.000
		5	0.973	-0.011	4588.3	0.000
		6	0.968	-0.005	5477.9	0.000
		7	0.962	-0.003	6358.1	0.000
		8	0.956	-0.005	7228.8	0.000
		9	0.950	-0.017	8089.9	0.000
		10	0.945	-0.018	8941.0	0.000
		11	0.938	-0.017	9782.1	0.000
		12	0.932	-0.015	10613.	0.000
		13	0.926	-0.012	11433.	0.000
		14	0.919	-0.012	12243.	0.000
		15	0.913	0.001	13042.	0.000
		16	0.906	-0.013	13830.	0.000
		17	0.900	-0.005	14609.	0.000
		18	0.893	-0.003	15376.	0.000
		19	0.886	-0.002	16133.	0.000
		20	0.880	0.001	16880.	0.000
		21	0.873	-0.005	17616.	0.000
		22	0.867	-0.003	18343.	0.000
		23	0.860	-0.008	19058.	0.000
		24	0.854	-0.006	19764.	0.000
		25	0.847	-0.007	20460.	0.000
		26	0.840	-0.009	21145.	0.000
		27	0.833	-0.004	21820.	0.000
		28	0.827	0.001	22484.	0.000
		29	0.820	-0.005	23139.	0.000
		30	0.813	-0.002	23784.	0.000
		31	0.806	-0.004	24419.	0.000
		32	0.800	0.006	25044.	0.000
		33	0.793	-0.002	25659.	0.000
		34	0.787	0.002	26265.	0.000
		35	0.780	-0.001	26862.	0.000

با اولین تفاضل گیری، سری تحت بررسی پایا می شود و تابع خود همبستگی آن به سرعت به صفر می گراید.

۵-۲- بررسی ویژگی حافظه ی بلند

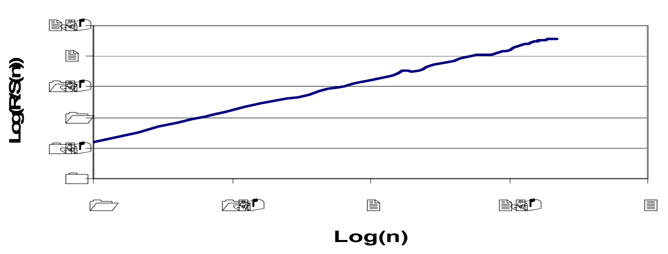
به منظور بررسی ویژگی حافظه ی بلند سری تحت مطالعه، از هرسه تکنیک نامبرده شده استفاده شده و تمامی محاسبات به کمک تکنیک برنامه نویسی در ایویز انجام گرفته است.

۵-۲- ۱- روش دامنه ی استاندارد شده

ابتدا مقادیر $R/S(n)$ برای n های مختلف محاسبه شدند. مقدار اولیه n را ده در نظر گرفتیم. یعنی کل مشاهدات سری زمانی را به نمونه ها(دوره ها) ی ده تایی تقسیم و برای هر نمونه R/S را محاسبه و در پایان میانگین R/S ها را در مقابل $n=۱۰$ یادداشت کردیم. با افزایش ده تایی برای n ، محاسبات R/S را تکرار نمودیم. بدین

ترتیب R/S برای n های مختلف را به‌دست آوردیم. نمودار لگاریتم R/S(n) در مقابل لگاریتم n در شکل شماره‌ی دو نشان داده شده است.

نمودار ۲) لگاریتم R/S در مقابل لگاریتم n

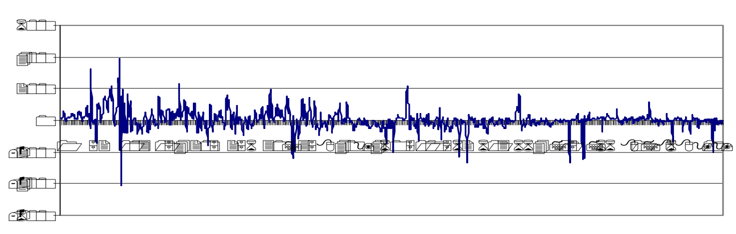


آماره‌ی هورست از روش دامنه‌ی استاندارد شده که همان شیب خط برازش داده شده بر لگاریتم R/S(n) و لگاریتم n است معادل ۰/۹۹ به دست آمد. معادله‌ی خط برازش داده شده عبارت است از:

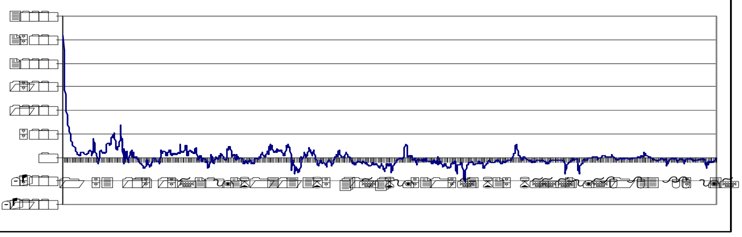
$$Log(R/S(n)) = -0/8566 + 0/9936 \quad Log(n)$$

که با توجه به ضریب Log(n)، پارامتر تفاضل گیری کسری $d = 0/99 - 0/5 = 0/49$ خواهد بود که بیان کننده‌ی وجود حافظه‌ی بلند در سری است. نمودار شماره‌ی سه، سری تفاضل گیری شده را نشان می دهد. نمودار شماره‌ی سه –الف سری تفاضل گیری کسری شده و نمودار شماره‌ی سه –ب سری تفاضل گیری شده مرتبه‌ی اول (اولین تفاضل) را نشان می دهند. عملیات تفاضل گیری کسری نیز با استفاده از تکنیک برنامه نویسی ایویوز صورت گرفته است.

نمودار ۳–ب) نمودار شاخص کل پس از تفاضل گیری مرتبه اول



نمودار ۳–الف) نمودار شاخص کل پس از تفاضل گیری کسری



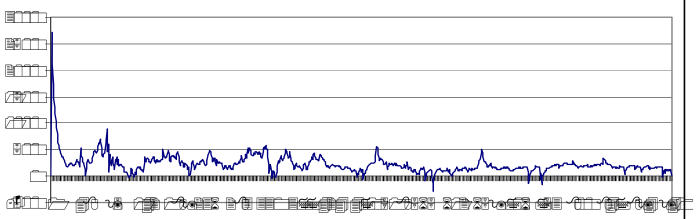
۵-۲-۲- روش دامنه ی استاندارد شده تغییر یافته

معادله ی برآورد شده برای محاسبه ی آماره ی H به روش MRS به صورت زیر به دست آمد:

$$Log(R'/S(n)) = -1/345 + 0/968\ Log(n)$$

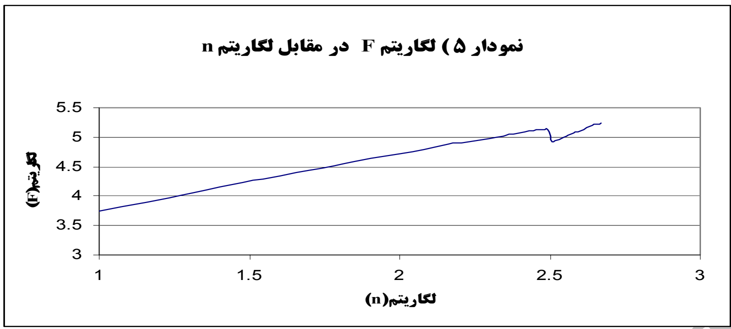
بنابراین آماره ی H به روش MRS معادل ۰/۹۶۸ و در نتیجه، پارامتر تفاضل گیری $d = 0/468$ خواهد بود که بیان کننده‌ی وجود ویژگی حافظه‌ی بلند در سری تحت مطالعه است. نمودار سری تفاضل گیری شده با $d = 0/468$ در شکل شماره‌ی چهار نشان داده شده است.

نمودار ۴) نمودار شاخص کل پس از تفاضل گیری کسری با d= ۰/۴۶۸



۵-۲-۳- روش نوسانات روند زدایی شده:

بعد از محاسبه‌ی سری تجمعی انحرافات از میانگین، آن را به بازه های زمانی مختلف تقسیم و برای هر بازه‌ی زمانی مقدار $F(n)$ را محاسبه کردیم. نمودار لگاریتم $F(n)$ در مقابل لگاریتم n در نمودار شماره‌ی پنج نشان داده شده است.



معادله ی برآورد شده برای محاسبه α عبارت است از:

$$Log(F(n)) = 7/093 \quad + 0/8023 \quad Log(n)$$

همان گونه که ملاحظه می شود $\alpha = 0/8023 \quad > 0/5$ است که دال بر وجود ویژگی حافظه ی بلند در سری زمانی تحت مطالعه است.

۶- نتیجه گیری

تحلیل پایایی سری زمانی اساساً به منظور چگونگی واکنش سری نسبت به تکانه های وارده بر آن به کار برده می شود. اثر یک تکانه بر یک متغیّر در طول زمان ممکن است دائمی، بلند مدت و یا کوتاه مدت باشد. اگر اثر یک تکانه دائمی باشد آن سری دارای ریشه ی واحد بوده و به آن حافظه ی کامل گفته می شود. چنان چه اثر تکانه برای مدت نسبتاً طولانی باقی بماند سری مربوطه ریشه ی کسری دارد و حافظه‌ی بلند است. اگر اثر تکانه به سرعت از بین برود، آن سری حافظه کوتاه است.

مدل‌های حافظه‌ی بلند نشان دهنده‌ی ساختار غیر خطی بازارهای سرمایه است و درنتیجه نشان می دهد که الگوهای خطی در توصیف ماهیت واقعی این بازارها ناکارامد هستند. ساختار غیر خطی بازار سرمایه موجب می شود تا پیش بینی آن مشکل شود. چندین روش برای تشخیص ویژگی حافظه‌ی بلند یک سری زمانی مطرح شده است که عبارتند از تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده(R/S)، تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده تغییر

یافته(MRS)، و تحلیل نوسانات روندزدایی شده(DFA). در این مقاله با هرسه روش مذکور به بررسی حافظه‌ی بلند بودن شاخص کل بازار بورس اوراق بهادار تهران پرداختیم. در روش تحلیل دامنه‌ی استاندارد شده و شکل تغییر یافته آن اگر آماره‌ی هورست(H) بین ۰/۵ و یک باشد دال بر حافظه بلند بودن سری است و در روش تحلیل نوسانات روندزدایی شده چنان‌چه عامل α بزرگ‌تر از ۰/۵ باشد نشان دهنده‌ی حافظه‌ی بلند بودن سری است. نتایج به‌دست آمده از هرسه روش که با استفاده از تکنیک برنامه نویسی در ایویوز محاسبه شده است نشان دهنده‌ی حافظه‌ی بلند بودن سری شاخص کل بازار بورس اوراق بهادار تهران است.

با مشخص شدن نوع حافظه ی سری تحت مطالعه، مدل پیش بینی آن را می توان انتخاب کرد. اگر سری مورد نظر حافظه ی کوتاه داشته باشد آن را می توان با مدل ARMA پیش بینی کرد. چنان چه سری حافظه کامل باشد(ریشه ی واحد داشته باشد)، آن را می توان با مدل ARIMA مدل سازی کرد و پیش بینی را انجام داد. دو مدل مذکور تا کنون در اکثر تحقیقات تجربی مورد استفاده قرار گرفته است. اما اگر سری تحت بررسی حافظه ی بلند باشد، مدل سازی آن را می توان با روش ARFIMA انجام داد و با این روش از از دست دادن اطلاعات زیادی که در عمل تفاضل گیری برای مانا کردن سری اتفاق می افتد، جلوگیری کرد.

منابع و مآخذ:

1- Hurst, H.R.(1951)« Long-term storage in reservoirs», ***Trans***, Amer, Soc, Civil Eng. 116- 770-799.

2- Iglesias Pilar, at-el(2006) ***data analysis using regression models with missing observations and long memory: an application study***, Computational statistics & data analysis-50.

3- Guest editional(2002) long memory and nonlinear time series**,** ***Journal of Econometrics***,110.

4- Lo A. W.(1991)« long-term memory in stock market price» ***Econometrica***, 59(5), 1279-1313.

5- Norouzzadeh. P & G. R. Jafari(2005)- application of multifractal measures to Tehran price index- Physica A- 356, 609-627.

6- Norouzzaheh. P & B. Rahmani(2006)- a multifractal detrended fluctuation description of Iranian rial-US dollar exchange rate- Physica A- 367.

7- Morana. C(2006)- multivariate modeling of long memory prosesses with common components- Computational statistics & data analysis.

8- Peng C. K., S. Havlin, H. E. Stanley, A. L. Goldberger(1995)- quantification of scaling exponent and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series- Chaos 5, 82-87.

9- Peters. E. E. (1991)– fractal market analysis- Wiley- New York.

10- Rodriguez Eduardo, at-el(2006)- detrended fluctuation analysis of heart intrabeat dynamics- Phisica A-

11- Ramirez Jose Alvares, at-el(2005)- detrending fluctuation analysis based on moving average filtering- Phisica A- 354.

12- Tang Ta-Lun , Shwu-Jane Shieh(2005)- long memory in stock index futures markets: A value-at-risk approach- Physica A- 366, 437-488.

13- Xiu Jin & Yao Jin(2007)- empirical study of ARFIMA model based on fractional differencing- Physica A- 377.