

اندازه‌گیری نوسان شاخص‌های بورس با توجه به آنتروپی تقریبی و انحراف معیار

محمد تقی‌زاده*، غلامرضا محتشمی برزادران و محمد امینی

دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده. مفهوم آنتروپی به طورگسترده درزمینه‌های دیگر، ازجمله نظریه اطلاعات و تحقیقات اقتصادی، گسترش یافته است. بخش مالی اقتصادی هرکشور تامین کننده منابع مالی و فعالیت های حقیقی اقتصادی محسوب می شود که به دو بخش بازار پولی و بازار سرمایه تقسیم می گردد. در این مقاله ازدو معیار، آنتروپی تقریبی و انحراف استاندارد برای اندازه گیری نوسانات چهارشاخص بورس اوراق بهادارتهران استفاده شده است تا بررسی شود برای اندازه گیری نوسان های شاخص های بورس می توان از معیار دیگری به جز انحراف استاندارد استفاده کرد.

داده ها برای سالهای ۸۸ تا ۹۵ می باشد، نتایج نشان می دهد که ماکسیمم مقدار داده های این شاخص ها بین سالهای ۹۲ تا ۹۳ حاصل شده است که پس از مطالعه علت نوسان شاخص ها در این سالها متوجه شدیم، دلیل رشد غیرواقعی بورس در سال ۹۲ جهش ۳ برابری نرخ ارز در سال ۹۱ و واکنش احساسی سرمایه گذارها به روی کار آمدن دولت جدید نشان داده بودند، بوده است. نتایج این دو معیار اندازه گیری همچنین بیانگر این است که به جز انحراف استاندارد از روش دیگری همچون آنتروپی تقریبی برای اندازه گیری نوسانات شاخص های بورس می توان استفاده کرد چرا که نتایج این معیار همانند انحراف استاندارد می باشد.

واژه‌گان کلیدی: آنتروپی، آنتروپی تقریبی، انحراف استاندارد، نوسان‌ها، شاخص‌های بورس.

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات
دریافت: ۹۹۹۹، پذیرش: ۹۹۹۹.

۱- مقدمه

مسئله، نوسانات یکی از مهمترین مفاهیم در کل نظریه مالی است. در رویکرد سنتی این پدیده براساس مفهوم انحراف استاندارد استفاده میشود. از آنجایی که محاسبه انحراف استاندارد ساده و آسان است، بعنوان یک اندازه گیری از عدم قطعیت و ریسک بسیار محبوب است. شیلر اولین بار استدلال کرد که نوسانات سهام بازار مشاهده شده با پیش بینی های مدل های ارزش فعلی، که در گذشته بسیار محبوب بوده، متناقض است [۱۲]. یک راه جایگزین برای مطالعه نوسانات بازار سهام، استفاده از مفاهیم فیزیکی است که گولان ادبیات مهم آن را در توصیف مشکلات مالی یا اقتصادی مانند مفهوم آنتروپی ثابت کرده است [۵].

در سال های اخیر یکی از روش های جدید برای اندازه گیری نوسانات بازار استفاده از آنتروپی است. آنتروپی یک معیار برای اندازه گیری عدم قطعیت متغیر تصادفی است که شانون معرفی کرد، و انقلابی عظیم در نظریه اطلاعات به وجود آورد [۱۱]. بعد از معرفی آنتروپی شانون، هر یک از دانشمندان با تعمیم این آنتروپی معیارهای دیگری برای اندازه گیری عدم قطعیت بیان کردند که از جمله آنها می توان به آنتروپی رنی، آنتروپی تسالیس، آنتروپی تقریبی (*ApEn*) و غیره اشاره کرد [۷، ۱۰، ۱۳]. می توان گفت آنتروپی رنی و تی تسالیس هر دو، آنتروپی شانون را به عنوان حالت خاص در بر می گیرند.

۲- پیشینه تحقیق

بتنس و همکاران روش آنتروپی شانون و آنتروپی تسالیس برای مقادیر مختلف پارامترها به عنوان ابزار جدید برای اندازه گیری نوسانات بازار سهام معرفی کردند [۴]. آنها از داده های شاخص های سهام هفت کشور از جمله فرانسه، ایتالیا، ژاپن، پرتغال، اسپانیا و ایالات متحده آمریکا استفاده کردند و نتایج آنتروپی شانون و تسالیس را با انحراف استاندارد سنتی مقایسه کردند. آنها پیشنهاد می کنند که آنتروپی برای اندازه گیری پراکندگی و نوسان در بازار سهام مناسب تر است. چرا که قبل از ارائه این روش با سوالات متفاوتی مواجه شده بودند که مهمترین آنها عبارتند از: اگر انحراف استاندارد دارای نقایصی باشد، باید به آن تکیه کنیم؟ آیا ما به دنبال یک روش جایگزین هستیم؟ آیا مفهوم آنتروپی، که در ابتدا توسط فیزیک کلاوسویوس در قرن نوزدهم توسعه یافت، به

عنوان یک جایگزین مؤثر است؟ اگر موثر باشد، سوال دیگری مطرح می‌شود: تعمیم‌های مختلف از آنتروپی وجود دارد، کدام یک باید مورد استفاده قرار گیرد؟ به عبارت دیگر آیا تعمیم‌های مختلف آنتروپی را میتوان برای اندازه‌گیری نوسانات به کار برد؟ به عنوان یک نقطه شروع، آنها در مورد توانایی‌های آنتروپی شانون و آنتروپی تسالیس بحث کردند. ما نیز در پاسخ به سوال آخر، اندازه‌گیری نوسانات شاخص‌های بورس را با توجه به آنتروپی تقریبی انجام داده و مقایسه آن را با انحراف معیار بررسی می‌کنیم. آنه نیز از آنتروپی برای اندازه‌گیری نوسانات از داده‌های شاخص‌های بورس شش کشور اندونزی، مالزی، فیلیپین، سنگاپور، تایلند و ویتنام برای دوره آگوست ۲۰۰۱ تا دسامبر سال ۲۰۱۶ استفاده کرد [۱]. وی نیز بیان کرد، با توجه به مزایای استفاده از آنتروپی برای اندازه‌گیری متغیر نوسانات سهام، می‌توان مشاهده کرد که آنتروپی شانون نتایج نوسان متفاوتی را از اندازه‌گیری‌های سنتی با انحراف معیار بدست آورده است. ادامه مقاله به شرح زیر است: در بخش بعدی سوالات اصلی پژوهش مطرح خواهد شد. بخش چهارم نیز به روش‌شناسی تحقیق و معرفی معیارهای اندازه‌گیری پرداخته می‌شود. در بخش پنجم نتایج اندازه‌گیری را ارائه داده و تجزیه و تحلیل می‌کنیم و در بخش آخرین نتیجه‌گیری خواهیم کرد.

۳- بحث و بررسی

بررسی‌های پژوهش‌گرانی همچون شیلر، گولان، بنتس و همکاران، و آنه در رابطه با اندازه‌گیری نوسان‌های بازار سهام با توجه به معیارهای دیگر بوده است. مساله‌ای که مد نظر می‌باشد این است که آیا نوسانات شاخص‌های بورس را هم می‌توان با توجه به معیارهای دیگر به جز انحراف استاندارد محاسبه کرد و بهترین شاخص را برای سرمایه‌گذاری انتخاب نمود؟

سوال‌های اصلی پژوهش را نیز می‌توان به صورت زیر مطرح کرد:

- (۱) آیا نوسان‌های شاخص بورس را می‌توان با توجه به آنتروپی تقریبی بررسی کرد؟
- (۲) آیا نتایج نوسان‌ها با توجه به معیار انحراف معیار آنتروپی و تعمیم‌های آن تقریباً یکی است؟
- (۳) آیا همیشه برای بررسی نوسان‌ها باید از انحراف معیار استفاده کرد؟

این تحقیق بیشتر به دنبال بررسی سوالات فوق بوده و نیز به بررسی موضوع اندازه گیری نوسانات شاخص های بورس با توجه به معیار های دیگر خواهد پرداخت و در بخش های مختلف توضیح در باره این مساله روش های اندازه گیری نوسانات شاخص بورس می توان به معیار های دیگر اتکا کرد و از معیار های جدید نیز استفاده نمود. لازم به ذکر است که باترا و جانتا در سال در مقاله خود نیز مفهوم آنتروپی را برای بازارهای مالی هند گسترش دادند تا بین بازارهایی که به شدت نوسان هستند، ترکیبی ایجاد کنند و برای این کار هفت برآوردگر مختلف آنتروپی شانون را در نظر گرفتند [۳]. همچنین ترینداد و همکاران و آتا و همکاران، از تعمیم های آنتروپی شانون برای بررسی بازارهای سهام و دیگر بازار ها استفاده نمودند. [۲ و ۶].

۴- روش شناسی تحقیق

در این بخش به تعریف معیار های اندازه گیری پرداخته خواهد شد که قرار است از آنها برای محاسبات استفاده شود. پینکیوس آنتروپی تقریبی ($ApEn$) را برای اندازه گیری تصادفی داده های سری زمانی پیشنهاد کردند سپس پینکیوس و هانگ خواص و کاربرد های آن را بیان کردند [۸]. آنها روش ($ApEn$) را برای اندازه گیری تصادفی بودن داده های سری زمانی پیشنهاد کردند. در ادامه این پینکیوس و کالمن بودند که روش ($ApEn$) را به انواع مختلف سری زمانی مالی اعمال کرده اند تا ویژگی های مختلف بازار را به صورت تصادفی بررسی کنند [۹]. برای آنتروپی تقریبی تعاریف متفاوتی وجود دارد اما تعریف کلی آنتروپی تقریبی به صورت زیر است.

۴-۱- آنتروپی تقریبی

اعداد صحیح و مثبت N و m را در نظر بگیرید به طوری که $m \leq N$ و نیز r عددی حقیقی و مثبت باشد، بنابراین آنتروپی تقریبی ($ApEn$) به صورت

$$ApEn(m, r, N) = \emptyset^m(r) - \emptyset^{m+1}(r)$$

که در آن

$$\phi^m(r) = \frac{1}{N-m+1} \sum_{i=1}^{N-m+1} \ln[C_i^m(r)]$$

می باشد، همچنین \ln همان لگاریتم طبیعی و $C_i^m(r) = \frac{B_i(r)}{N-m+1}$ که $B_i(r)$ تعداد جفت داده‌ها در فاصله r است که $B_i(r) \equiv d[x(i).x(j)] \leq r$ بیان شده است. $d[x(i).x(j)]$ نیز فاصله بین دو بردار $x(i)$ و $x(j)$ در فضای m بعدی R^m است که به صورت زیر تعریف شده است:

$$d[x(i).x(j)] = \max_{k=1,2,\dots,m} (|u(i+k-1) - u(j+k-1)|)$$

هنگامی که داده‌های سری زمانی دارای درجه بالایی از تصادف هستند، $ApEn$ بزرگ است و بالعکس.

۴-۲- انحراف معیار

همان‌طور که جلوتر گفتیم نوسان یکی از موضوعات مهم تحقیق مالی است. رویکرد سنتی برای اندازه‌گیری نوسانات بازار، استفاده از واریانس یا انحراف معیار بازده سهام است. بنتس و همکاران برای اندازه‌گیری نوسانات بازار سهام از روش انحراف معیار استفاده کردند و در ادامه کار خود روش آنتروپی شانون و آنتروپی تسالیس برای مقادیر مختلف پارامترها به عنوان ابزار جدید معرفی کردند و سپس به مقایسه این دو روش پرداختند. لازم به ذکر است که واریانس به صورت

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_t - \bar{r})^2$$

و انحراف معیار

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_t - \bar{r})^2}$$

است. مزیت اندازه‌گیری نوسانات با انحراف استاندارد برای محاسبه ساده و قابل تفسیر است.

۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش نوسانات چهارشاخص بورس اوراق بهادار تهران با توجه به آنتروپی تقریبی و نمونه و نیز انحراف استاندارد محاسبه خواهد شد و در ادامه نیز نتایج با یکدیگر مقایسه می‌شود. دلیل استفاده از آنتروپی تقریبی، پاسخ به سوال آخر بنتس و همکاران است که در بخش اول نیز به این نکته اشاره کردیم. برای این کار ما داده‌های روزانه شاخص‌های کل، بازار اول، مالی و پناهگاه شرکت برتر را برای سالهای ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۵ در نظر گرفتیم. که تعداد مشاهدات برای هر شاخص ۱۹۳۵ داده می‌باشد [۴].

در واقع شاخص کل نشان دهنده تغییرات سطح عمومی قیمت‌ها در کل بازار است و میانگین افزایش یا کاهش قیمت سهام در بازار را بیان می‌کند. شاخص بازار اول نیز شاخصی است که بازدهی کل شرکت‌های پذیرفته شده در بازار اول بورس تهران را نشان می‌دهد. شاخص مالی هم شرکت‌های گروه خدمات مالی و سرمایه‌گذاری مانند بانک‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بیمه و... را شامل می‌شود، شاخص مالی نیز میانگین تغییرات قیمت سهام شرکت‌های فعال در بخش مالی است. در آخر شاخص پناهگاه شرکت برتر نشان دهنده سطح عمومی قیمت پناهگاه شرکت فعال تر بورس تهران است که با روش میانگین موزون محاسبه می‌شود.

این داده‌ها را از آرشیو سایت بورس اوراق بهادار تهران که به نشانی <http://www.tse.ir/archiv.html> می‌باشد، دریافت کرده ایم. لازم به ذکر است، سری زمانی مالی بازگشتی را با توجه به

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$$

محاسبه کردیم که در آن P_t قیمت در زمان t می‌باشد و سپس با توجه به فرمول زیر سری زمانی مالی را نرمالیزه می‌کنیم

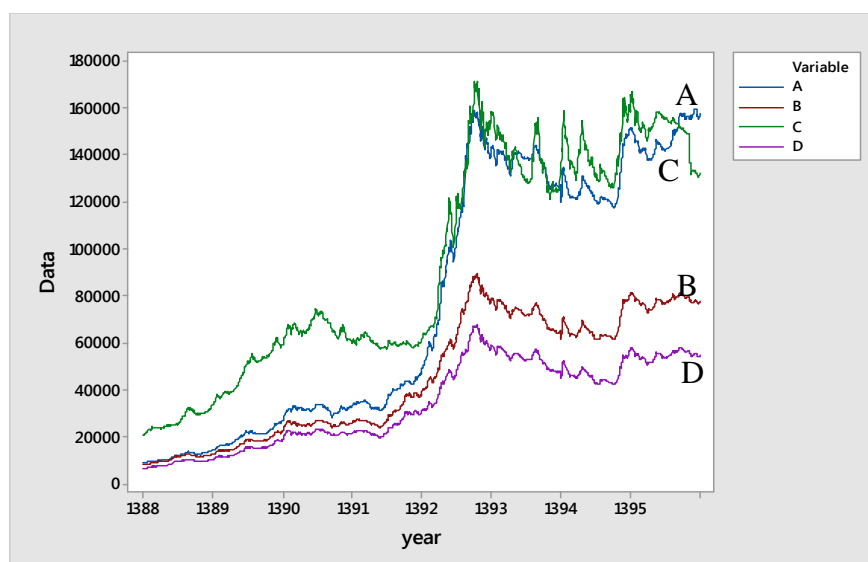
$$R_t = \frac{\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})}{\sigma(r_t)}$$

که در آن σ انحراف معیاری باشد. اندازه‌گیری این دو معیار با توجه به نرم افزار R ، صورت گرفته و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار $minitab$ استفاده شده است. برای راحتی کارنامگذاری زیر را انجام دادیم:

A : شاخص کل B : شاخص بازار اول

C : شاخص مالی D : شاخص میانگین پنجاه شرکت برتر

در ادامه نمودار سری زمانی این چهار شاخص کل، بازار اول، مالی و میانگین پنجاه شرکت برتر را رسم کرده ایم که به ترتیب رنگهای آبی، قرمز، سبز و بنفش دارند.



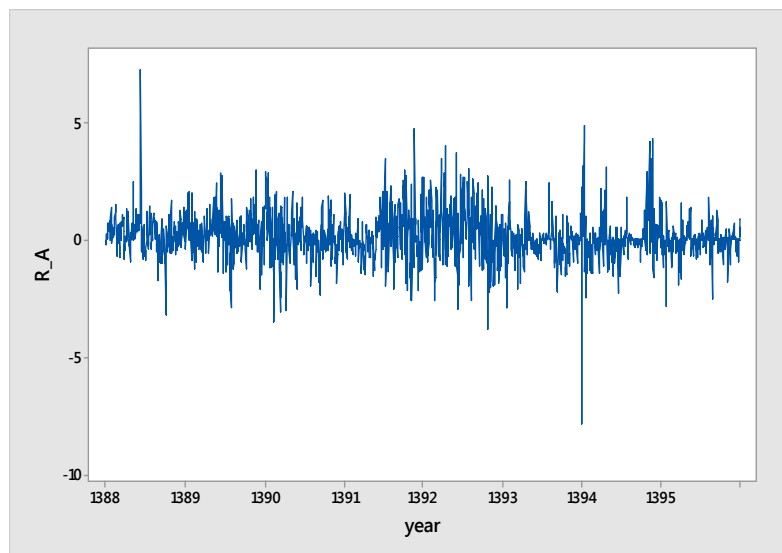
شکل ۱- نمودارمسیر نمونه ای قیمت چهارشاخص بورس

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می شود، داده ها روندی نسبتاً صعودی دارند که این روند برای شاخص مالی و شاخص کل بیشتر از دوشاخص دیگر است، اما می بینیم ماکسیمم مقدار داده های این شاخص ها بین سالهای ۹۲ تا ۹۳ حاصل شده است. آمار توصیفی از داده های بازگشتی نیز در جدول ۱ ارائه شده است.

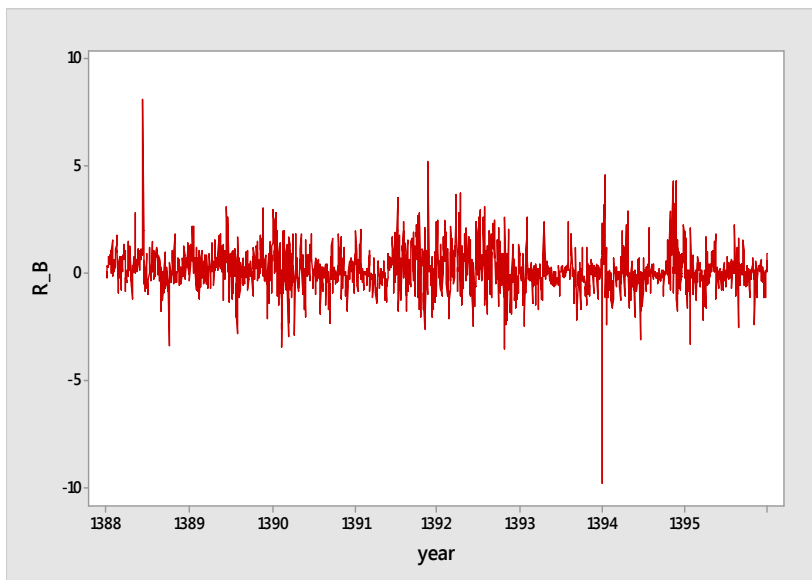
جدول ۱- آمار توصیفی داده های سری بازگشتی

عامل ها شاخص	مشاهدات	میانگین	مینیم	ماکسیم
A	۱۹۳۴	۰.۱۶۳۶۴	-۷.۸۵۱۳۹	۷.۲۸۴۴۷
B	۱۹۳۴	۰.۱۴۱۰۸	-۹.۸۳۱۵۸	۸.۰۶۶۰۸
C	۱۹۳۴	۰.۰۹۹۴۴۴	-۷.۹۸۹۰۴۵	۵.۲۹۶۶۷۷
D	۱۹۳۴	۰.۲۰۵۹	-۷.۷۹۶۸	۹.۲۲۷۰

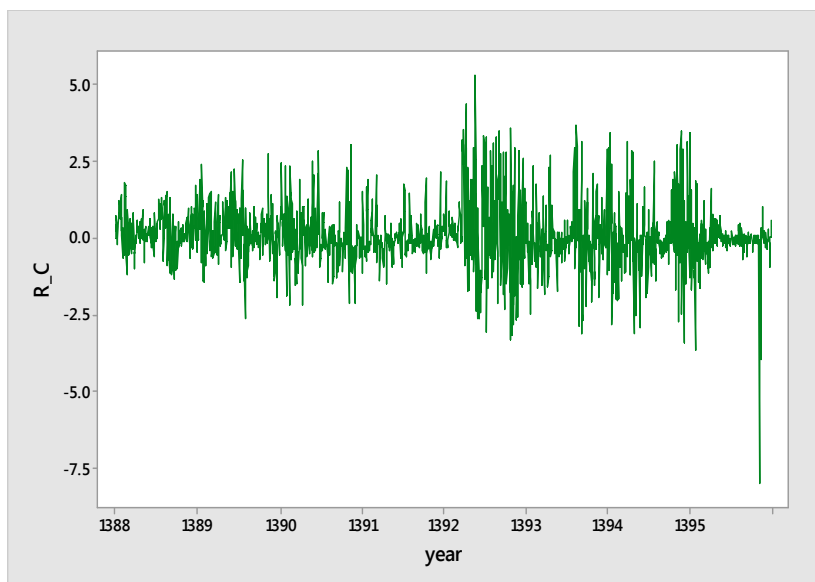
ملاحظه میشود که کمترین و بیشترین بازده روزانه متوسط به ترتیب برای شاخص مالی و شاخص پنجاه شرکت برتر می باشد. این مقدار متوسط برای شاخص کل و بازار اول تقریباً برابر است. همچنین مینیمم و ماکسیمم مقدار داده ها در بین این چهار شاخص به ترتیب برای شاخص بازار اول و پنجاه شرکت برتر می باشد که نشان دهنده ی کمترین و بیشترین مقدار در داده ها است و وجود داده های پرت در این شاخص ها می باشد. حال برای اینکه بهتر بنوانیم تفسیر کنیم ، نمودار سری زمانی بازگشتی این شاخص ها را رسم می کنیم که به صورت زیر می باشند.



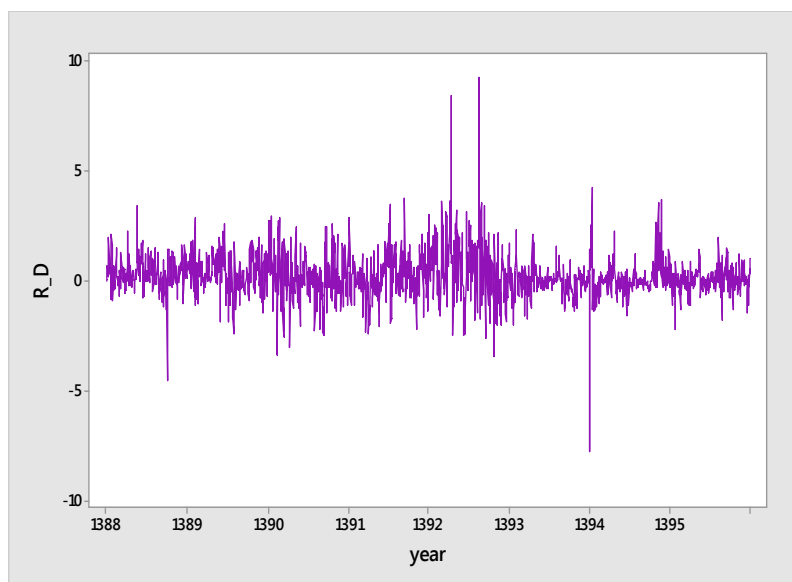
شکل ۲- بازده شاخص کل



شکل ۳- بازده شاخص بازار اول



شکل ۴- بازده شاخص مالی



شکل ۵- بازده شاخص میانگین پنجاه شرکت برتر

در شکل‌های ۳ تا ۵ ملاحظه می‌شود که هر چهار شاخص بیشترین نوسانات را بین سالهای ۹۲ تا ۹۳ دارند. ما این موضوع را بررسی کردیم، تنها دلیل رشد غیرواقعی بورس در سال ۹۲ جهش ۳ برابری نرخ ارز در سال ۹۱ بود. بدین معنی که افزایش قیمت ارز در سال ۹۱ اثر خود را در صورت‌های مالی شرکت‌ها نشان داد و واکنش فوق‌العاده احساسی هم سرمایه‌گذارها به روی کار آمدن دولت یازدهم نشان دادند. مدیر بورس‌ها و بازارهای سازمان بورس در آن زمان بیان می‌کند: تغییر دولت در سال ۹۲ مهم‌ترین اتفاقات بازار سرمایه را رقم زد و در واقع آثار تغییر دولت در بورس بسیار گسترده بود؛ روی کار آمدن دولت جدید باعث رونق چشمگیر معاملات و در مقابل افزایش انتظارات از بازار سرمایه شد و به دنبال آن تلاطم زیادی هم از جهت صعودی و هم نزولی در بازار شکل رفت. به رغم اینکه پیش‌بینی‌های اولیه دولت تدبیر و امید حکایت از بازاری آرام داشت، اما نوسانات زیادی را در طول سال تجربه کردیم، در این میان رشد قابل توجه انتظارات سرمایه‌گذاران در کنار اصلاح و تغییر شرایط معاملات منجر به تشکیل بازاری پرتلاطم در سال ۹۲ شد.

در ادامه مقادیر اندازه‌گیری شده ی آنتروپی تقریبی و انحراف استاندارد را به طور جداگانه برای هریک از سال ها که با توجه به نرم افزار R محاسبه کردیم را در جدول های ۲ و ۳ ارائه دادیم.

جدول ۲- مقادیر آنتروپی تقریبی برای چهار شاخص بورس اوراق بهادار تهران

	A	B	C	D
۱۳۸۸	۰.۴۱۶۲۴۹۸	۰.۴۱۹۱۰۵	۰.۵۶۶۹۸۳۸	۰.۵۴۸۴۹۲
۱۳۸۹	۰.۶۱۲۳۹۷۶	۰.۵۸۸۰۶۰۳	۰.۵۸۷۷۳۹	۰.۶۰۷۸۹۶۱
۱۳۹۰	۰.۵۷۲۵۳۸	۰.۵۸۴۳۹۱۴	۰.۵۸۲۸۲۳۴	۰.۵۹۶۸۰۶۱
۱۳۹۱	۰.۶۰۳۳۸۷۵	۰.۵۷۷۷۷۱	۰.۵۱۰۹۳۷۷	۰.۵۶۵۸۹۸۴
۱۳۹۲	۰.۶۸۲۰۶۶۵	۰.۶۴۶۷۹۷۶	۰.۶۵۸۰۷۷۷	۰.۶۳۰۰۰۰۲
۱۳۹۳	۰.۴۶۶۶۸۴۶	۰.۳۹۶۷۳	۰.۵۲۸۹۶۱۳	۰.۴۱۳۳۶۳۱
۱۳۹۴	۰.۴۹۸۹۰۴۸	۰.۴۹۶۵۱۱۹	۰.۶۴۷۷۸۴۳	۰.۴۴۹۳۲۷۷
۱۳۹۵	۰.۵۹۵۳۵۶۹	۰.۵۸۹۹۸۸۳	۰.۳۴۳۳۱۰۸	۰.۶۰۷۱۰۹۴
میانگین سالها	۰.۵۵۵۹۴۸۲۱۲۵	۰.۵۳۷۴۱۹۴۳۷۵	۰.۵۵۳۳۲۷۲۵	۰.۵۵۲۳۶۱۶۲۵

جدول ۳- مقادیر انحراف استاندارد برای چهار شاخص بورس اوراق بهادار تهران

	A	B	C	D
۱۳۸۸	۰.۰۰۵۹۷۶۷۳۲	۰.۰۰۶۸۱۹۴۹۶	۰.۰۰۵۶۴۸۰۲۸	۰.۰۰۵۳۸۳۳۵۸
۱۳۸۹	۰.۰۰۶۵۳۱۷۷۸	۰.۰۰۶۸۸۲۲۲۴	۰.۰۰۷۵۸۸۰۴۳	۰.۰۰۶۲۱۹۱۱۳
۱۳۹۰	۰.۰۰۷۲۶۸۳۳۶	۰.۰۰۷۷۱۴۰۵۲	۰.۰۰۸۴۵۰۷۸۴	۰.۰۰۸۴۰۷۳۳۲
۱۳۹۱	۰.۰۰۷۹۷۱۰۹۳	۰.۰۰۸۳۰۲۲۴۲	۰.۰۰۵۲۱۵۹۶۱	۰.۰۰۶۹۰۵۹۰۲
۱۳۹۲	۰.۰۰۹۶۲۶۸۵۴	۰.۰۰۹۹۹۲۶۸۲	۰.۰۱۵۳۷۷۱۳	۰.۰۱۱۶۴۳۷۴
۱۳۹۳	۰.۰۰۶۵۴۸۰۳۷	۰.۰۰۷۵۸۲۱۶۱	۰.۰۱۰۲۳۶۹۳	۰.۰۰۵۸۱۶۶۹۳
۱۳۹۴	۰.۰۰۷۳۹۲۹۳۲	۰.۰۰۸۳۴۲۲۹۶	۰.۰۱۱۷۹۸۴۳	۰.۰۰۵۹۰۲۰۵۷
۱۳۹۵	۰.۰۰۴۲۱۱۹۵۱	۰.۰۰۵۴۳۶۱۸۷	۰.۰۰۷۴۵۸۷۱۴	۰.۰۰۳۹۵۵۵۰۵
میانگین سالها	۰.۰۰۶۹۴۰۹۶۴۱۲۵	۰.۰۰۷۶۳۳۹۱۷۵	۰.۰۰۸۹۷۱۷۵۲۵	۰.۰۰۶۷۷۹۲۱۲۵

در جدول های ۲ و ۳ نیز کاملاً واضح است در سال ۹۲ بیشترین مقدار آنتروپی تقریبی و همچنین انحراف معیار را برای چهار شاخص بورس اوراق بهادار تهران داریم. و کمترین

مقدار آنتروپی تقریبی را برای شاخص کل در سال ۸۸، شاخص بازار اول و پنجاه شرکت برتر برای سال ۹۳ و شاخص مالی برای سال ۹۵ می‌باشد. همچنین کمترین مقدار انحراف استاندارد برای شاخص های کل و بازار اول و پنجاه شرکت برتر در سال ۹۵ و برای شاخص مالی سال ۹۱ می باشد. با توجه به مقادیر میانگین این دو معیار برای این سالها، ترتیب نوسان های این شاخصها به صورت زیر می باشد:

آنتروپی تقریبی: شاخص کل، مالی، پنجاه شرکت برتر و بازار اول،
 انحراف استاندارد: شاخص مالی، بازار اول، کل و پنجاه شرکت برتر.
 ملاحظه می شود که شاخص مالی با توجه به دو معیار اندازه گیری شده دارای نوسان بالایی است.

۶- نتیجه گیری

با توجه به نمودارها و جداول ملاحظه شد که شاخص ها روند صعودی داشتند و بیشترین مقدار خود را در انتهای سال ۹۲ اختیار کرده بودند. همچنین هر چهار شاخص بیشترین نوسانات را بین سالهای ۹۲ تا ۹۳ داشتند. بررسی ما نیز نشان داد تنها دلیل رشد غیرواقعی بورس در سال ۹۲ جهش ۳ برابری نرخ ارز در سال ۹۱ بود ولی واکنش احساسی سرمایه گذارها به روی کار آمدن دولت جدید نشان داده بودند بی تاثیر نبود چرا که باعث رونق چشمگیر معاملات و نیز افزایش انتظارات از بازار سرمایه شد سیر صعودی و یا نزولی بودن بازار را به همراه داشت. بیشترین مقدار آنتروپی تقریبی و انحراف استاندارد برای چهار شاخص بورس اوراق بهادار تهران نیز در سال ۹۲ بود. با توجه ترتیب نوسانات دو معیار اندازه گیری که ارائه گشت ملاحظه شد که شاخص مالی دارای نوسان بالایی است. در آخر می توان به این موضوع پی برد که برای بررسی نوسانات شاخص های بورس می توان به غیر از انحراف استاندارد از معیار دیگر مانند آنتروپی و تعمیم های آن استفاده کرد.

مرجع ها

- [1] Anh, T.T.T. (2017). Using Shannon Entropy to Measure the Volatility of Stock Market: An Empirical Study of Asean

- Countries. For Young Researchers in economics and Business, 297–288.
- [2] Assafab, A., Kristoufekcdl, L., Demiref, E., and Mitrag, S.K. (1988). Market efficiency in the art markets using a combination of long memory, fractal dimension, and approximate entropy measures. *Journal of Institutions and Money*, **52**, 479–487.
- [3] Batra, L. and Taneja, H.C. (2020). Evaluating volatile stock markets using information theoretic measures. *Journal of Physica A*, **537**, 122711.
- [4] 2-Bentes, S.R., and Menezes, R. (2012). Entropy: A new measure of stock market volatility? *Journal of Physics: Conference Series*. **394**, 12–33.
- [5] Golan, A. (2002). Information and entropy econometrics–editor's view. *Journal of Econometrics*, **107**, 1–15.
- [6] Marco A.S. (2020). Trindadea, SergioFloquetb, Lourival M. SilvaFilho. Portfolio theory, information theory and Tsallis statistics. *Journal of Physica A*, **541**, 123277.
- [7] Pincus, S.M. (1991). Approximate entropy as a measure of system complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **88**, 2297–2301.
- [8] Pincus, S.M., and Huang, W.M. (1992). Approximate entropy: statistical properties and applications. *Communications in Statistics–Theory and Methods*, **21**, 3061–3077.
- [9] Pincus, S., and Kalman, R.E. (2004). Irregularity, volatility, risk, and financial market time series. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **101**, 13709–13714.
- [10] Renyi, A. (1961). On measures of entropy and information. *Proc, Berekeley Symposium, Statist, Probability*, **1**, 547–56.
- [11] Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell Syst. Tech. J.*, **27**, 379–423.

- [12] Shiller, R.J. (1983). Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends? Reply. *American Economic Review*, **73**, 236–237.
- [13] Tsallis, C. (1988). Possible generalization of Boltzmann–Gibbs statistics. *J. Stat. Phys.*, **52**, 479–487.

محمد تقی‌زاده

فوق لیسانس آمار

مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ریاضی، گروه آمار.
رایانشانی: mohammadtaghizadeh2442@gmail.com

غلامرضا محتشمی برزادران

دکترای آمار

مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ریاضی، گروه آمار.
رایانشانی: grmohtashami@um.ac.ir

محمد امینی

فوق لیسانس پژوهش علوم اجتماعی

مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ریاضی، گروه آمار.
رایانشانی: m_amini@um.ac.ir