Archive of SID

کاربرد شبکه‌های پیچیده در تحلیل بازار سهام

سید کمال چهارسوقی[1*]، فریده رحیم نژاد[2]

[1*] دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
skch@modares.ac.ir
شماره تماس: 09124544550

[2] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
f.rahimnezhad@yahoo.com

چکیده

شبکه‌های پیچیده، ابزاری جدید برای درک و تحلیل مجموعه‌ای عظیم از داده‌ها هستند. ازآنجایی‌که بازار سهام دارای داده‌های کلانی است که به‌طور مرتب در حال تغییر و نوسان هستند و تحلیل این داده‌ها و مدیریت خرید‌وفروش سهام برای سرمایه‌گذاران و مدیران شرکت‌ها کاری بس دشوار است، ازاین‌رو، می‌توان از شبکه‌های پیچیده در تحلیل بازار سهام استفاده نمود. امروزه، با گسترش کاربرد شبکه‌های پیچیده در علم اقتصاد و مالی، پژوهشگران زیادی تلاش می‌کنند تا با تمرکز روی جنبه‌های مختلف بازار، انواع متفاوتی از شبکه‌ها را بسازند و جنبه‌های مختلفی از بازار سهام را بررسی کنند. حال با توجه به نقش مهم شبکه‌های پیچیده در مطالعات اخیر بازارهای مالی، در این مقاله سعی بر این است که مهم‌ترین کاربردهای تکنیک تحلیل شبکه در بازار سهام مانند مدیریت پرتفلیو و پیش‌بینی بحران‌های مالی به‌طور کامل مطرح گردد. تا بدین‌وسیله تحلیل بازار و تصمیم‌گیری در روابط تجاری برای مدیران و سرمایه-گذاران در صنایع مختلف آسان‌تر شده و میزان ریسک ناشی از تصمیم‌های نادرست کاهش یابد.

واژگان کلیدی: *شبکه‌های پیچیده، بازار سهام، مدیریت پرتفلیو، پیش‌بینی بحران مالی*

1- مقدمه

تحلیل شبکه‌های پیچیده، ابزاری جدید برای درک جنبه‌های مختلف زیادی از بازارهای سهام است و نقش مهمی را در مطالعات اخیر بازارهای مالی ایفا می‌کند. امروزه، با گسترش کاربرد شبکه‌های پیچیده در علم اقتصاد و مالی، پژوهشگران زیادی تلاش می‌کنند تا با تمرکز روی جنبه-های مختلف بازار، انواع متفاوتی از شبکه‌ها را بسازند.

www.SID.ir

Archive of SID

تئوری شبکه‌های پیچیده در اصل به ریاضیات گسسته و تئوری گراف برمی‌گردد و در دهه‌های اخیر به‌عنوان چارچوبی تئوری برای درک خواص ساختاری شبکه توسعه یافته است (Kito & Uedo, 2014). دو دسته‌ی بسیار معروف از شبکه‌های پیچیده، شبکه‌های مقیاس آزاد (Barabasi & Bonabeau, 2003) و شبکه‌های جهان کوچک هستند ، (Strogatz & Watts, 1998) که هردو به‌وسیله‌ی ویژگی‌های ساختاری معینی مشخص می‌شوند.

امروزه، اهمیت مطالعه‌ی شبکه‌های پیچیده روز به روز در حال افزایش است و جنبه‌های مختلفی از آن توجه پژوهشگران در رشته‌های علمی متفاوتی مانند علوم کامپیوتر، بیولوژی، مهندسی فناوری اطلاعات و علوم شبکه را جلب نموده است (Motter & Albert, 2012).

1-1- تعریف شبکه

نمایش انتزاعی و مجرد از مجموعه ای از اشیا که گره (nodes or vertices) نامیده شده و به وسیله برخی ارتباطات به نام یال‌ها (link or edges) به هم مرتبط شده‌اند. معمولا یک شبکه در دنیای واقعی را با گرافی مانند G نشان می‌دهند که از دو قسمت اصلی مجموعه راس‌ها V(G) و یال ها E(G) تشکیل شده است و تابع نگاشتی مانند F(G) که هر یال از مجموعه E را به دو راس (که لزوما متمایز نیستند) نسبت می‌دهد (Alinezhad, 2016).

1-2- مرکزیت

یکی از شاخص‌هایی که در بسیاری از مقالات تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده شده است، شاخص مرکزیت می‌باشد. سه نوع مرکزیت که کاربرد بیشتری دارند عبارتند از:

1) مرکزیت درجه‌ای که برابر است با تعداد یال‌های مجاور هر گره.

2) مرکزیت نزدیکی که تنها برای شبکه‌های هم بند تعریف می‌شود و با کوتاه‌ترین فاصله یک گره از سایر گره‌ها نسبت عکس دارد.

3) مرکزیت بینابینی که تعداد کنشگرانی را که به کنشگر مورد نظر وصل اما خودشان به هم وصل نیستند، در نظر می‌گیرد.

1-3- بازده حقوق صاحبان سهام

بازده حقوق صاحبان سهام از تقسیم سود خالص بر حقوق صاحبان سهام به دست می‌آید. در واقع این نسبت بیان می‌نماید، که بنگاه اقتصادی به ازاء هر یک واحد سرمایه‌گذاری سهام‌داران، به چه میزان سود خالص برای آنها کسب می‌کند. در این رابطه بازده محاسبه شده، مربوط به تمام منابع متعلق به سهام‌داران است. بنابراین بازده حقوق صاحبان سهام علاوه بر سرمایه شرکت، منابع حاصل

www.SID.ir

Archive of SID

از سودهای تقسیم نشده (سود انباشته)، نسبت‌های مالی و سایر اندوخته‌ها را نیز در بر می‌گیرد (wikipedia, 1395/04/19).

1-4- ضریب همبستگی

ضریب همبستگی[1] ابزاری آماری برای تعیین نوع و درجه رابطه‌ی یک متغیر کمی با متغیر کمی دیگر است. ضریب همبستگی، یکی از معیارهای مورد استفاده در تعیین همبستگی دو متغیر است و شدت رابطه و همچنین نوع رابطه (مستقیم یا معکوس) را نشان می‌دهد. این ضریب بین 1 تا 1- است و در عدم وجود رابطه بین دو متغیر، برابر صفر است. همبستگی بین دو متغیر تصادفی X و Y به صورت زیر تعریف می‌شود:

که در آن E عملگر امید ریاضی، cov به معنای کوواریانس، corr نماد معمول برای همبستگی (کورولیشن) پیرسون، و سیگما نماد انحراف معیار است (hamshahri online, 1395/04/19).

1-5- مروری بر تحقیقات پیشین

Mantegna در سال 1999 اولین شخصی بود که شبکه‌ها را بر اساس همبستگی قیمت سهام ساخت. وی سبدی از سهام‌ها را برای محاسبه شاخص میانگین صنعتی داو جونز[2] و شاخص اس اند پی 500[3] در یک دوره زمانی به مدت 1989 ژولای تا 1995 اکتبر بررسی کرد. او در شبکه همبستگی سهام، یک ترتیب سلسله مراتبی از سهام‌ها را یافت که با بررسی سری زمانی روزانه از لگاریتم قیمت سهام‌ها ایجاد شده بود.

همچنین، Lee و همکارانش (2007) نشان دادند که شبکه مبادلات سهام کره یک شبکه مقیاس آزاد است. Boginski و همکارانش (2005) گراف های کامل و مجموعه‌های مستقل را در شبکه‌های سهام معرفی کردند و یک روش فنی برای خوشه‌بندی سهام ارائه نمودند و مانند Huang و همکارانش (2015) در پژوهش خود نشان دادند که شبکه‌های سهام از یک مدل power-law پیروی می‌کنند.

---

[1] Correlation Coefficient
[2] The Dow Jones Industrial Average (DJIA) Index
[3] The Standard and Poor' 500 (S&P 500)

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه بر این‌ها، در مطالعات اخیر از ساختار شبکه برای روشن کردن خواص اساسی بازار سهام استفاده شده است. برای نمونه، Tabak و همکارانش (2010) در پژوهش خود به اهمیت روابط میان صنایع مختلف پی بردند.

در تحقیقی دیگر، از روش درخت حداقل فراگیر در بازار سهام کره استفاده کردند و دریافتند که نوسانات بالای بازار با درخت حداقل فراگیر انبوه سهام‌ها ارتباط دارد (Lee et al., 2012).

در پژوهش دیگری، بازار سهام به‌عنوان یک سیستم در حال تکامل در نظر گرفته شد و یک معیار مربوط به آنتروپی برای تحلیل تکامل پویا و توپولوژیک شبکه‌های مالی و معرفی رفتارهای مشترک بین سهام‌ها در طول دوره‌ی بحران مالی پیشنهاد گردید (Peron et al., 2012).

علاوه بر شبکه‌های بازده قیمت، شبکه‌هایی نیز بر اساس روابط بین سرمایه‌گذاران و تراکنش‌ها در بازار سهام ساخته شدند. به‌عنوان مثال، در پژوهشی از شبکه‌ها برای نمایش الگوهای متنوعی از نوسانات HSI[4] استفاده نمودند و بر اساس گره‌های توپولوژیک مهم، الگوهای پنهان میان نوسانات را استخراج کردند (Li & Wang, 2007).

همچنین در پژوهشی دیگر، به عوامل روانی تاثیرگذار بر ارزیابی شبکه برای ساخت شبکه اعتماد سرمایه‌گذاران پرداخته شد و نتایج این پژوهش نشان دادند که شبکه‌های اعتماد در زندگی واقعی می‌توانند به‌طور قابل ملاحظه‌ای ثبات بازار را به تاخیر بیندازند (Bakker et al., 2010).

از سوی دیگر، Jiang و همکارانش (2013)، در پژوهش خود، به معرفی نقش‌های غیر طبیعی تجاری و به کار گیری سهام بر اساس توپولوژی شبکه پرداختند.

همچنین، شبکه‌های پیچیده بر اساس شاخص‌های سهام مانند قیمت سهام‌ها و نوسانات قیمت‌ها توجه محققان زیادی را در فیزیک و آمار جلب کرده‌اند و معمولا در این شبکه‌ها، سهام‌ها، گره و همبستگی بین بازده سهام‌ها، یال هستند (Chen et al. 2015).

پس به طور کلی، طبیعت پویای بازار مالی می‌تواند به‌عنوان یک شبکه پیچیده نگاشته شود. درواقع، از آنجایی که بازار سهام دارای داده‌های کلانی است و این داده‌ها به طور مرتب در حال تغییر هستند و نوسان دارند پس لزوم استفاده از علم شبکه در دنیای بازار سهام کاملا آشکار است زیرا با این حجم از داده‌ها، تصمیم‌گیری برای مدیران و سرمایه‌گذاران شرکت‌ها بسیار سخت می‌باشد.

[4] Hang Seng Index

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش سعی بر آن است که با نگاهی مبتنی بر علم شبکه به بازار سهام نگریسته شود و مهم‌ترین کاربردهایی که تاکنون در زمینه‌ی تحلیل شبکه‌ی بازار سهام ارائه شده‌اند، بررسی گردد تا بدین‌وسیله تحلیل بازار و تصمیم‌گیری در روابط تجاری برای مدیران و سرمایه‌گذاران شرکت‌ها و صنایع مختلف آسان شود و میزان ریسک ناشی از انتخاب‌های اشتباه سهام‌ها به حداقل ممکن برسد.

2- مدل پژوهش: کاربرد شبکه‌های پیچیده در تحلیل بازار سهام

در موارد بااهمیت بسیار زیادی، یک مجموعه داده کلان می‌تواند به صورت یک شبکه بسیار بزرگ متشکل از گره‌ها و یال‌ها نمایش داده شود. بازار سهام یک سیستم پیچیده است که دارای حجم عظیمی از داده‌هاست و این داده‌ها مدام در حال تغییر هستند. پس بازار سهام می‌تواند به صورت یک شبکه‌ای طراحی گردد که رفتار بازار را نشان دهد. از طرفی عواملی مانند نوسانات قیمت سهام‌ها، ارتباطات را پیچیده‌تر کرده است و به استفاده از علم شبکه بیشتر احساس نیاز می‌شود. در ادامه به توضیح مهم‌ترین کاربردهای تکنیک شبکه در بازار سهام و نحوه‌ی پیاده‌سازی آن‌ها می‌پردازیم.

2-1- بررسی ساختار توپولوژیک شبکه

ثبات توپولوژیک شبکه بر خلاف حملات و شکست‌های تصادفی، یک ویژگی بسیار مهم در شبکه‌های پیچیده است. شکست‌ها یا حملات بر حذف راس‌ها یا یال‌ها دلالت دارند. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که شبکه‌های تصادفی و منظم، اثرات رقابت بین خطا و تلورانس حمله را نمایش می‌دهند. یک شبکه جهان کوچک به حملات با فاصله طولانی حساس است (Motter et al. 2002). شبکه‌های مقیاس آزاد، مقاومتی توپولوژیک را در مقابل شکست‌های تصادفی گره نشان می‌دهند اما آنها همچنان در برابر حملات عمدی شکننده هستند (Albert et al. 2000).

شرکت‌های پذیرفته شده ممکن است ریسک‌های بزرگی مانند ورشکستگی داشته باشند که این مسئله با حذف گره آن‌ها در شبکه همبستگی سهام متناظر است. حذف سهام‌های معینی به تغییر توپولوژیک کل شبکه همبستگی سهام منجر خواهد شد. مطالعه‌ی چنین تغییرات توپولوژیکی می‌تواند در فهم الگوهای همبستگی میان سهام‌ها به ما کمک کند، بنابراین می‌تواند راهنمای خوبی برای مدیریت ریسک در سرمایه‌گذاری سهام باشد (Huang et al, 2009).

www.SID.ir

Archive of SID

2-2- مرکزیت

اگر یک شبکه صنعتی بر اساس جریان‌های تجاری بین صنایع مختلف ساخته شود آنگاه شرکت‌هایی که در مرکز شبکه‌ی صنایع قرار دارند، بیشتر از شرکت‌های دیگر در معرض ریسک سیستماتیک قرار می‌گیرند (Aobdia et al. 2014). همچنین، محققین نشان دادند که صنایعی که در موقعیتی با مرکزیت بالاتر در شبکه قرار می‌گیرند، دارای بازده بیشتری هستند (Ahern and Jarrad, 2014).

2-3- انتخاب پرتفلیو

یکی از مسائل بااهمیت در دنیای بازار سهام، نحوه انتخاب پرتفلیو یا همان سبد سهام است. Sun و همکارانش، به بررسی مدیریت پرتفلیو با کمک تحلیل شبکه پرداختند و نتیجه گرفتند که روش‌های سنتی مدیریت پرتفلیو که از خواص آماری استفاده می کنند، رفتار سهام‌ها را به صورت محلی نشان می‌دهند و قادر به نمایش رفتار آن‌ها در کل بازار سهام نیستند.

در این بخش به دنبال پاسخ این سوال هستیم که چطور استراتژی سرمایه‌گذاری بر اساس شبکه بر افزایش عملکرد انتخاب بهینه پرتفلیو در بازار سهام تاثیر می‌گذارد.

اخیرا، چندین پژوهشگر از همبستگی (کواریانس) بازده سهام برای مشخص کردن بازار سهام به عنوان یک شبکه پیچیده استفاده کرده اند و در آخرین سال‌ها، ادبیات مالی به نگرش شبکه برای روشن شدن مسائل ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی روی آورده است ((Mantegna, 1999)، (Vandewalle et al. 2001)، (Bonanno et al. 2004)، (Onnela et al. 2004b)).

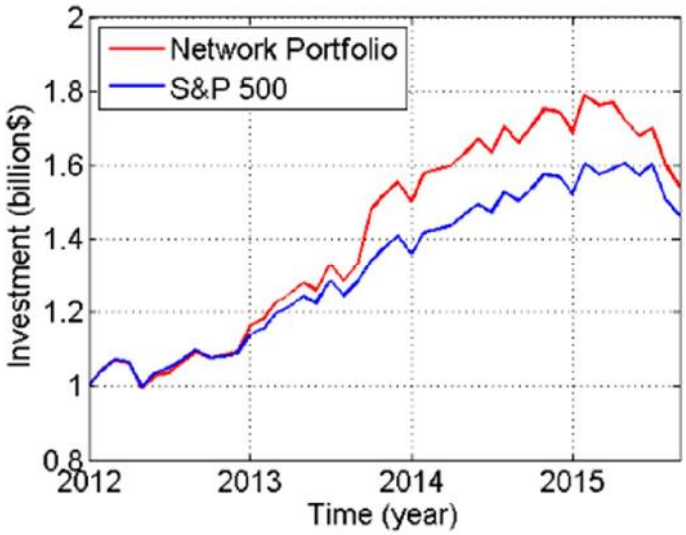
پرالتاو و زاری در سال 2016 [5] در پژوهش خود بازار سرمایه نیویورک را به عنوان یک شبکه در نظر گرفتند که در آن هر سهام، یک گره و همبستگی بازده هر دو سهام، به عنوان یال بین آن‌ها بود و بررسی کردند که تا چه حد نگرش شبکه می‌تواند به عنوان یک ابزار موثر در فرایند انتخاب پرتفلیو به کار گرفته شود.آن‌ها هر سهام بازار را بر اساس دو ویژگی عمده مشخص کردند: عملکرد فردی و عملکرد سیستمیک. عملکرد فردی به عملکرد یک شرکت در انزوا از بقیه شرکت‌ها اشاره دارد که می‌تواند بسته به هدف هر سرمایه‌گذاری خاص به وسیله‌ی انحراف استاندارد بازده سهام به طور دقیق اندازه‌گیری شود. عملکرد سیستمیک برای تعیین نقش یک سهام خاص در کل بازار استفاده می‌گردد که می‌تواند به وسیله‌ی مرکزیت امتیاز هر شرکت در

[5] Peralta و Zareei (2016)

www.SID.ir

Archive of SID

شبکه بازار سهام اندازه گیری شود. آن دو در سراسر مقاله خود به بررسی تعامل این دو بعد و تاثیرات آن‌ها بر انتخاب سرمایه‌گذاری بهینه پرداختند. سهم عمده پژوهش آن‌ها به کاهش پیچیدگی در فرایند انتخاب پرتفلیو از طریق قرار دادن هر گروه از سهام‌ها داخل یک ناحیه معینی از مرکزیت تعلق داشت. در پایان، مطابق شکل 1 یافته‌های خود را با شاخص S&P 500 مقایسه کرده و مشاهده نمودند که الگوی به دست آمده به طور کامل با الگوی این شاخص تطابق دارد.



شکل 1- مقایسه‌ی بین عملکرد پرتفلیو انتخاب شده و الگوی S&P 500

در پژوهش دیگری، با نگرش داده‌کاوی، سهام‌های بازار هند خوشه‌بندی شدند و از این خوشه‌ها در ساخت سبد سهام استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که با ایجاد تنوع در سبدهای سهام، میزان ریسک به حداقل می‌رسد (Nanda et al., 2010).

2-4- خوشه‌بندی سرمایه‌گذاران

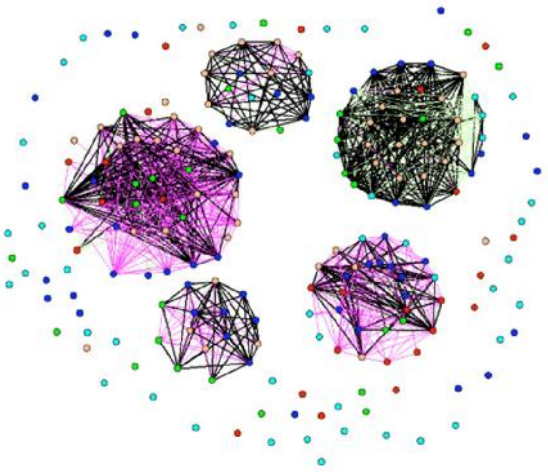
Tomminello و همکارانش (2012)، در پژوهش خود به ارزیابی آماری شبکه‌ها، اعتبار سنجی یال‌ها در سیستم دوبخشی و معین کردن خوشه‌های سرمایه‌گذاران در بازار مالی پرداختند. آن‌ها داده‌های مشخصی از فعالیت‌های تجاری سرمایه‌گذاران سهام نوکیا را بررسی کردند و دریافتند که خوشه‌های شناسایی شده‌ی سرمایه‌گذاران در دوره زمانی تصمیم‌گیری آن‌ها برای تجارت و دوره فعالیت تجاریشان از درجه تقارن بالایی برخوردار است که این مسئله دلایل متفاوتی داشت از جمله: اتخاذ استراتژی‌های مشابه به‌وسیله‌ی سرمایه‌گذاران، تبادل اطلاعات میان

www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه‌گذاران و ... . شبکه حاصل از طراحی ارتباط بین سرمایه‌گذاران و خوشه‌بندی نهایی در شکل‌های 2 و 3 نشان داده شده است.

شکل 2- شبکه سرمایه‌گذاران (Tomminello et al., 2012)



شکل 3- خوشه‌بندی شبکه سرمایه‌گذاران (Tomminello et al., 2012)

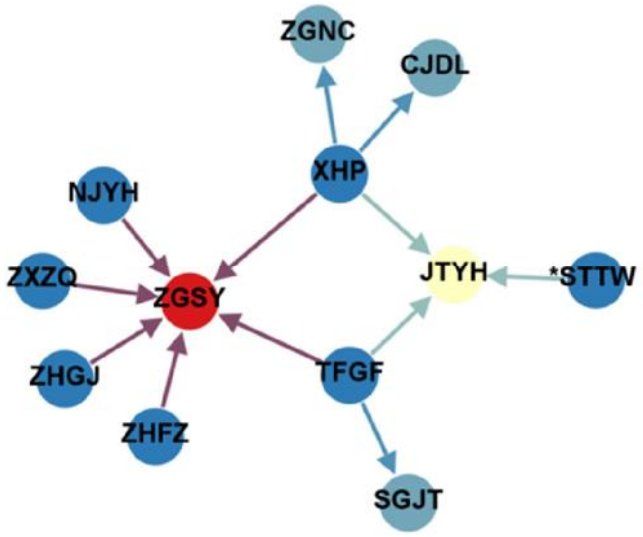
2-5- شبکه‌ی تاثیر ارتباطات شرکت‌ها

در پژوهشی، تاثیر ارتباطات میان شرکت‌ها به‌وسیله‌ی ساخت یک شبکه جهت‌دار از بازار سهام چین بررسی شد. با تحلیل زیرشبکه‌هایی از این شرکت‌ها مشخص گردید که اثر ارتباطات در یک بخش کاملا متفاوت از بخشی دیگر است. علاوه بر این بر اساس معیار مرکزیت، رتبه‌بندی از شرکت‌ها نیز به دست آمد و در پایان مشخص شد که نوع ارتباطات بین شرکت‌ها به طور مستقیم

www.SID.ir

Archive of SID

بر نوسانات قیمت سهام‌ها اثر می‌گذارد (Gao et al., 2015). شکل4 بخشی از شبکه تاثیر شرکت‌ها را نشان می‌دهد.



شکل 4- بخشی از شبکه تاثیر شرکت‌ها بر یکدیگر در بازار سهام چین (Gao et al., 2015).

2-6- شبکه حقوق صاحبان سهام

در پژوهشی، شبکه ای از همبستگی حقوق صاحبان سهام در نظر گرفته شد. سپس سبدی از سهام‌ها را به همراه شاخص‌های مالی و سری‌های زمانی نوسانات قیمت‌ها در دوره‌های زمانی مختلف در نظر گرفتند و نشان دادند که اطلاعات اقتصادی معناداری از این معیار همبستگی قابل استخراج است. همچنین مشخص گردید که این روش می‌تواند برای مقایسه خواص توپولوژی شبکه‌ی بازار های مصنوعی و واقعی استفاده شود (Bonanno et al., 2004).

2-7- اثرات ساختار شبکه بر بازده سهام

تحقیقات مالی اخیر، از مدل‌های شبکه برای نمایش ارتباط بین صنایع استفاده کرده‌اند. بیشتر این شبکه‌ها نسبتا ساده هستند و در آن‌ها صنایع به عنوان گره و روابط تجاری مابین صنایع به عنوان یال در نظر گرفته شدند.

Chen و همکارانش (2015)، شبکه‌ای از همبستگی بازده صنعت‌های بازار سهام چین در طول دوره 1994 تا 2013 ساختند و در آن از دو معیار مشهور شبکه به نام‌های مرکزیت و پودمانگی استفاده کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها به‌دنبال پاسخ این سوال بودند:

آیا روابط صنعتی در یک شبکه بر بازده صنعت اثر می‌گذارد؟

آیا روابط سهام‌ها در یک شبکه بر بازده سهام‌ها اثر می‌گذارد؟

بر اساس داده‌های این دوره بیست ساله، یافته‌های آن‌ها نشان داد که مقدار میانگین مرکزیت بیش از صد سهام، نرخ رشد تولید ناخالص ملی چین را دنبال می‌کنند. بنابراین می‌توان گفت که درجه اتصالات بین سهام‌ها در بازار سهام، توسعه واقعی اقتصاد را تا حدی در چین منعکس می‌کند. همچنین یافته‌های دیگر آن‌ها نشان داد که سهام‌های با میزان سرمایه‌گذاری کمتر، بیشتر تمایل دارند که در مرکز شبکه قرار گیرند. همچنین آنها در پژوهش خود از آنالیز رگرسیون استفاده نمودند و متوجه شدند که بازده صنایع به طور قابل ملاحظه‌ای و به صورت مثبت از درجه اتصالات بین صنعت‌ها در شبکه تاثیر می‌پذیرند. علاوه بر این، بازده سهام‌ها نیز به طرز قابل ملاحظه‌ای از موقعیت سهام در شبکه که به وسیله‌ی مرکزیت محاسبه می‌گردد تاثیر می‌پذیرند. همچنین دریافتند که جهت اثر مرکزیت سهام بر بازده سهام به مثبت یا منفی بودن شبکه بستگی دارد و سهام‌هایی که در مرکز شبکه قرار می‌گیرند، بازده بیشتری دارند. همانطور که گفته شد آنها از معیار پودمانگی نیز استفاده نمودند و دریافتند که وقتی یک صنعت با صنایع بیشتری در ارتباط باشد، بازده بالاتری خواهد داشت.

2-8- اثر ساختار همبستگی بازار بر تغییرات نوسانات بازار در آینده

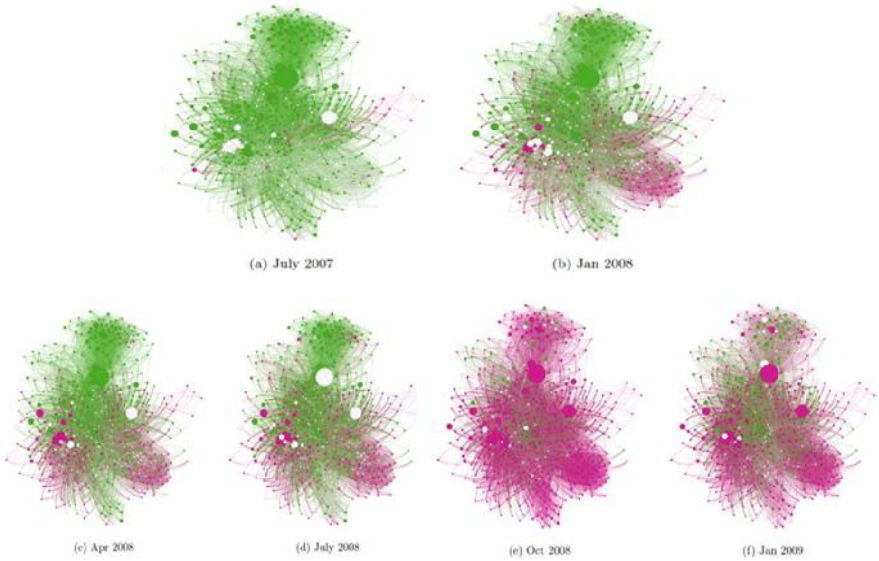
در پژوهشی مشخص گردید که تغییرات قبلی ساختار همبستگی بازار به‌طور قابل ملاحظه‌ای با تغییرات آینده‌ی نوسانات بازار ارتباط دارد. پژوهشگران این پژوهش با استفاده از شبکه‌های فیلتر اطلاعات مبتنی بر همبستگی، یک ابزار جدید برای پیش‌بینی نوسانات بازار ساختند. همچنین آن‌ها یک معیار جدید به نام تداوم ساختار همبستگی معرفی کردند که نرخ تغییرات ساختار بازار را بیان می‌کرد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که این روش جدید با تغییرات ناگهانی بازار همچون بحران‌های مالی نیز قابل تطبیق است (Musmeci et al., 2016).

2-9- انتشار بحران مالی

در پژوهش دیگری، Sun و همکارانش شبکه همبستگی بازده سهام آمریکا را بررسی نمودند که در آن گره‌ها، سهام و یال‌ها، همبستگی بازده سهام بودند. آن‌ها در این شبکه سه بحث مختلف را دنبال کردند. اول بحث اجتماع‌یابی را بررسی نموده و مشاهده کردند که بخش‌های مختلفی در شبکه وجود دارد و سهام‌های داخل هر بخش الگوهای عملکرد مشابهی دارند. سپس به بحث انتشار بحران مالی در شبکه پرداختند و مشاهده نمودند که بحران مالی از شرکتی با بازده منفی شروع می‌شود و به تدریج به سمت شرکت‌های دیگر نیز منتشر می‌گردد. پس از مصورسازی انتشار بحران مالی، اشکالی را به دست آوردند که در شکل 5 آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 5- انتشار بحران مالی (Sun et al.)

3- یافته‌های پژوهش

یک مجموعه داده عظیم می‌تواند به صورت یک شبکه‌ی بسیار بزرگ متشکل از گره‌ها و یال‌ها نمایش داده شود. بازار سهام، یک سیستم پیچیده است که دارای حجم عظیمی از داده‌هاست و این داده‌ها به‌طور مکرر در حال تغییر هستند. پس بازار سهام می‌تواند به صورت یک شبکه طراحی گردد که رفتار بازار را نشان دهد. از طرفی عواملی مانند نوسانات قیمت سهام‌ها، به‌طور جدی ارتباطات را پیچیده‌تر کرده است و به استفاده از علم شبکه بیشتر احساس نیاز می‌شود. طی دو سه سال اخیر، مقالات زیادی در حوزه ارتباط بین بازار سهام و شبکه‌های پیچیده نوشته شده است که در این پژوهش به‌طور کامل بررسی شدند. این پژوهش‌ها بیانگر لزوم استفاده از نگرش شبکه در بازار سهام بودند و نکته جالب توجه این بود که هر پژوهش از جنبه‌ای متفاوت به بازار سهام نگریسته بود و انواع مختلفی از شبکه‌ها برای بازار مالی کشورهای مختلف طراحی شده بود؛ مانند طراحی شبکه‌ای از سرمایه‌گذاران، سهام‌ها، بازده قیمت سهام‌ها و ... و با استفاده از ابزارهای مختلف همچون بهینه‌سازی شبکه، تحلیل همبستگی متقابل و ... به بررسی و تحلیل شبکه‌ها پرداخته شده بود.

4- پیشنهادها

با توجه به تحقیقات انجام شده در زمینه بازار سهام و نکاتی که در این تحقیقات مورد توجه قرار گرفته است، پیشنهاد می‌شود که شبکه بازار سهام ایران نیز با کمک تکنیک شبکه‌های پیچیده

www.SID.ir

Archive of SID

طراحی گردد و انواع روابط مختلفی که در آن وجود دارد بیش از پیش مورد تحلیل قرار گیرد تا فرایند تصمیم‌گیری برای مدیران و سرمایه‌گذاران ایرانی نیز تسهیل شده و نتایج بهتری حاصل گردد.

5- مراجع

Ahern, K. R., & Harford, J. (2014). The importance of industry links in merger waves. The Journal of Finance, 69(2), 527-576. Albert, R., Jeong, H., Barabasi, A.-L. 2000. Nature 406.378.

Alinezhad, E., (2016). “Detecting Communities in Heterogeneous Networks using a Unified Optimization Model Based upon Structural and Attribute Similarities”, Industrial and System Engineering Faculty, Tarbiat Modares University, Iran, Tehran – PHD of seminar.

Aobdia, D., Caskey, J., & Ozel, N. B. (2014). Inter-industry network structure and the cross-predictability of earnings and stock returns. Review of Accounting Studies, 19(3), 1191-1224. Bakker, L., Hare, W., Khosravi, H. and Ramadanovic, B., 2010. A social network model of investment behaviour in the stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *389*(6), pp.1223-1229.

Barabási, A. L., & Bonabeau, E. (2003). Scale-free networks. Scientific American, 288(5), 50-59.Boginski, V., Butenko, S. and Pardalos, P.M., 2005. Statistical analysis of financial networks. *Computational statistics & data analysis*, *48*(2), pp.431-443.

Bonanno, G., Caldarelli, G., Lillo, F., Miccichè, S., Vandewalle, N., & Mantegna, R. N. (2004). Networks of equities in financial markets. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 38(2), 363-371. Chen, K., Luo, P., Sun, B. and Wang, H., 2015. Which stocks are profitable? A network method to investigate the effects of network structure on stock returns. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *436*, pp.224-235.
Chen,S.W. (1991). Journal of Management Science in China 2-1.

Gao, Y. C., Zeng, Y., & Cai, S. M. (2015). Influence network in the Chinese stock market. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2015(3), P03017.

Hamshahri (online))(cited 9 june 2016). Available from < http://www.hamshahrionline.ir/details/172766>.

Huang, S., Chow, S. C., Xu, R., & Wong, W. K. (2015). Analyzing the Hong Kong Stock Market Structure: A Complex Network Approach. Available at SSRN 2633433.

Huang, W. Q., Zhuang, X. T., & Yao, S. (2009). A network analysis of the Chinese stock market. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 388(14), 2956-2964.

www.SID.ir

Archive of SID

Jiang, Z. Q., Xie, W. J., Xiong, X., Zhang, W., Zhang, Y. J., & Zhou, W. X. (2013). Trading networks, abnormal motifs and stock manipulation. Quantitative Finance Letters, 1(1), 1-8.

Lee, K. E., Lee, J. W., & Hong, B. H. (2007). Complex networks in a stock market. Computer physics communications, 177(1), 186.

Li, P., & Wang, B. H. (2007). Extracting hidden fluctuation patterns of Hang Seng stock index from network topologies. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 378(2), 519-526.

Mantegna, R. N. (1999). Hierarchical structure in financial markets. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 11(1), 193-197.

Motter, A. E., Nishikawa, T., & Lai, Y. C. (2002). Range-based attack on links in scale-free networks: Are long-range links responsible for the small-world phenomenon?. Physical Review E, 66(6), 065103.

Motter, A.E. and Albert, R. (2012).Networks in motion. *Phys. Today*, *65*(4), p.43.

Musmeci, N., Aste, T., & Di Matteo, T. (2016). What does past correlation structure tell us about the future? An answer from network filtering. arXiv preprint arXiv:1605.08908.

Nanda, S. R., Mahanty, B., & Tiwari, M. K. (2010). Clustering Indian stock market data for portfolio management. Expert Systems with Applications, 37(12), 8793-8798.

Onnela, J. P., Kaski, K., & Kertész, J. (2004). Clustering and information in correlation based financial networks. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 38(2), 353-362.

Peralta, G., & Zareei, A. (2016). A network approach to portfolio selection. Journal of Empirical Finance.

Peron, T. K. D. M., da Fontoura Costa, L., & Rodrigues, F. A. (2012). The structure and resilience of financial market networks. Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science, 22(1), 013117.

Securities & exchange news agency (online)(cited 9 june 2016). Available from <http://www.sena.ir/stpage.aspx?PID=7>.

Sun, W., Tian, C. and Yang, G., Network Analysis of the Stock Market.

Tabak, B. M., Serra, T. R., & Cajueiro, D. O. (2010). Topological properties of stock market networks: The case of Brazil. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 389(16), 3240-3249.

Tebyan (online))(cited 9 june 2016). Available from < http://bashgah.tebyan.net/newindex.aspx?pid=200227>.

T. Kito, K. Ueda, The implications of automobile parts supply network structures: A complex network approach, CIRP Ann.-Manuf. Technol. 63 (2014)393–396.

Tumminello, M., Lillo, F., Piilo, J., & Mantegna, R. N. (2012). Identification of clusters of investors from their real trading activity in a financial market. New Journal of Physics, 14(1), 013041.

www.SID.ir

Archive of SID

Watts, D.J. and Strogatz, S.H., (1998). Collective dynamics of 'small-world'networks. *nature*, *393*(6684), pp.440-442.

wikipedia (online))(cited 9 june 2016). Available from < https://fa.wikipedia.org/wiki

www.SID.ir