فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۳ / شماره ۳ (پیاپی ۵۱) / پائیز ۱۴۰۳
صفحه ۶۸۹ تا ۷۱۰

ارزیابی رفتار رمه وار سرمایه گذاران فردی در بازار سرمایه ایران و عوامل موثر بر آن با رویکرد شبکه پیچیده

علیرضا برهانیان قناد
دانشجوی دکتری، گروه مدیریت (مهندسی مالی)، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران
ar.borhanian.gh@gmail.com

حسن قدرتی قزاآنی
استادیار، گروه مدیریت (مهندسی مالی)، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران (نویسنده مسئول)
h.ghodrati@iaukashan.ir

حسین جباری
استادیار، گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران-
hsnjabbary@yahoo.com

حسین پناهیان
دانشیار، گروه مدیریت (مهندسی مالی)، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران
panahian@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۱

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی رفتار رمه‌وار سرمایه‌گذاران فردی در بازار سرمایه ایران و عوامل موثر بر آن با روی کرد شبکه پیچیده به انجام رسیده است. جامعه آماری این تحقیق در تبیین مدل، تصمیم‌گیری و انتخاب ترکیب بهینه سرمایه‌ای شامل ۲۴۶ صندوق مشترک سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار تهران محدود شده است. روش تحقیق بر اساس عوامل شناسایی‌شده از منابع تحقیق و با توجه به مدل کریستی و هوانگ با تأکید بر شبکه پیچیده، و نرم افزارهای اویوزو متلب اقدام به تبیین مدل که در آن با توجه به متغیر های تحقیق، و تغییرات در بازده مقطعی سهام از روش آرچ و گارچ برای محاسبه رفتار رمه وار با روی کرد شبکه پیچیده استفاده شده که در نهایت نتایج این تحقیق نشان می‌دهد رفتار رمه‌ای در سرمایه‌گذاران فردی و نهادی در بازار ایران مورد تأیید قرار گرفته و در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ به وضوح مشاهده می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: رفتار رمه وار، بازده مقطعی سهام ، شبکه پیچیده.

۱- مقدمه

دی آرکانجلیس و همکاران (۲۰۲۱) ادبیات مالی در واقع انواع مختلفی از رفتارهای رمه‌وار را توصیف می‌کند که عموما این نوع رفتارها را به دو طبقه تقسیم کرده‌اند: ۱) رفتار رمه‌وار ارادی و ۲) رفتار رمه‌وار غیر ارادی. نوع دوم رفتارهای رمه‌وار معمولا برای سرمایه‌گذاران نهادی نظیر صندوق‌های مشترک و شرکت‌های سرمایه‌گذاری مناسب است چرا که فرض می‌شود، تصمیمات چنین سرمایه‌گذارانی بر اساس اصولی خاص انجام می‌گیرد و قاعدتا باید کمتر، تابع احساسات فردی باشد. بررسی ادبیات مرتبط با "رفتار رمه‌ای" نشان می‌دهد که پژوهش‌های پیشین به طور گسترده‌ای در ارتباط با اندیشه‌های پوچ، سفته‌بازی و معاملات پر ریسک، شاخص‌های بورس اوراق بهادار، از طریق آشکار شدن نوسانات رفتاری و هم چنین نوسات فزاینده‌ی مکرر ناشی از سرمایه‌گذاری انبوه به وجود آمده و اینکه چنین رفتارهایی منجر به انفجار حباب پیش آمده و حتی درماندگی مالی شرکت‌ها و نهادهای سرمایه‌گذاری می‌شود، پرداخته‌اند. نظریه‌ی شبکه‌های پیچیده به طور فزاینده‌ای برای حل مشکلات در بسیاری از زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاقه به شبکه‌های پیچیده به خاطر اهمیت ویژه‌ای است که در مدل‌سازی، زیست‌شناسی، علوم اجتماعی و شیمی دارند صورت گرفته است لذا در پیشرفت و تحقق روش‌های کمی، توسعه یافت.بررسی ادبیات مرتبط تحقیق نشان می‌دهد که بر مبنای یافته‌های به دست آمده از پژوهش‌های پیشین، "شبکه‌های پیچیده" در زمینه‌ی امور مالی پیشرفت چشم‌گیری داشته است.

بر اساس این شواهد تجربی، برخی از این پژوهش‌ها جهت اندازه‌گیری شبکه‌های رفتاری تمرکزشان بر اندازه-گیری سبد اوراق نهاد های سرمایه‌گذاری بوده است. این دسته از پژوهش‌ها قادر به شناسایی و ارزیابی استراتژی‌ها و رفتارهای رمه‌ای شده‌اند.

خوش سیرت و همکاران (۲۰۱۱)، در زمینه نظریه شبکه، یک شبکه پیچیده گرافی (شبکه) است با ویژگی‌های توپولوژی بارز، ویژگی‌هایی که در شبکه‌های ساده از قبیل شبکه کاری یا گراف تصادفی رخ نمی‌دهد ولی اغلب در گراف‌های مدل از سیستم‌های واقعی رخ می‌دهد. مطالعه شبکه‌های پیچیده زمینه جوان و فعالی از پژوهش‌های علمی از سال ۲۰۰۰ میلادی است که به طور گسترده از مطالعات تجربی شبکه‌های دنیای واقعی از قبیل شبکه‌های رایانه‌ای، شبکه‌های تکنولوژی، شبکه‌های مغزی و شبکه‌های اجتماعی الهام گرفت.

پاستور و همکاران (۲۰۱۵) دریافتند که گردش متوسط بیشتر صنایع، با پتانسیل بالاتر با ناهنجاری‌های قابل بهره‌برداری در بازار سهام ارتباط دارد. معمولا، صندوق‌ها زمانی که احساس مثبت زیادی در بورس اوراق بهادار، دارند و نوسانات مقطعی قیمت سهام، زیاد و نقدینگی کم است، تجارت بیشتری انجام می‌دهند. در مقابل صندوق-های ماهر که تجارت بیشتری در این دوره‌ها دارند، از ناهنجاری‌های سودآورتر، سود می‌برند. با استفاده از داده‌های پانل، دریافتند که عملکرد صندوق‌های آینده با گردش مالی صندوق، گردش مالی متوسط صنعت و احساسات مثبت در بازار سهام ارتباط مثبت دارند. علاوه بر این، اندازه صنعت بر عملکرد آینده تأثیر منفی دارد. این نشان-دهنده کاهش بازده به "گسترش صنعت" می‌باشد.

چالشی که پژوهش حاضر با آن روبروست، بررسی تأثیر رفتار رمه ای سرمایه گذاران در بازار سرمایه ایران و تصمیم گیری بهینه در برابر این رفتار است که در همین رابطه مطالعات و پژوهش ها نشان می دهند که چطور و چگونه می توان به منظور تصمیم‌گیری بهینه در بازار سرمایه با رفتارهای رمه‌وار به شکل معقولی برخورد شود.

با توجه به آن چه عنوان شد، پژوهش حاضر به عنوان یک تحقیق کاربردی-نظری در راستای میل به هدف اصلی تبیین مدلی برای ارزیابی رفتار رمه‌وار در سرمایه گذاران فردی و نهادی در بازار سرمایه ایران با تکیه بر روی کرد شبکه‌ی پیچیده به انجام رسیده است. در این تحقیق مبتنی بر ادبیات تحقیق مسئله رفتار رمه‌وار در سرمایه گذاران فردی و نهادی به عنوان یک مصداق اساسی و دوم تبیین مدل در قالب و رویکرد شبکه پیچیده اقدام شده است. بنابراین در کنار روند رو به رشد گرایش گسترده به بازار سرمایه طی سال جاری در ایران، پژوهش حاضر در راستای پاسخ به پرسش اساسی زیر به انجام خواهد رسید: مدل سازی تبیین رفتار رمه‌وار سرمایه‌گذاران فردی در بازار سرمایه ایران و عوامل موثر بر آن با روی کرد شبکه پیچیده چه نتایجی در بر دارد؟

۲. مروری بر ادبیات پژوهش

۲-۱. بازده مقطعی

به طوری که بررسی ادبیات پژوهش نشان داده پورزمانی (۱۳۹۱) در پژوهشی وجود رفتار رمه‌وار سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران را مورد بررسی قرار داده است. در این راستا با استفاده از مدل کریستی و هوانگ انحراف بازده سهام شرکت‌ها از بازده بازار در فواصل زمانی روزانه و هفتگی در کل توزیع بازده بازار و نیز در خلال دورههای نوسانات افزایشی یا کاهشی بازار در گروه سرمایه‌گذاران نهادی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تحقیق حاکی است که رفتار توده‌وار در دوران رونق بازاردر بورس تهران وجود ندارد، اما شواهدی از رفتار رمه‌ار در دوران رکود بازار در بورس تهران با استفاده از داده های بازده روزانه یافت شد.

جعفری (۱۳۹۸) هدف این پژوهش بررسی پدیده رفتار جمعی یا رفتار توده وار، به عنوان یک تورش رفتاری در بین سرمایه گذاران است. بدین منظور با استفاده از اطلاعات قیمت سهام روزانه ۱۸۴ شرکت فعال پذیرفته شده در بورس اوراق تهران در طول سال های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ وجود رفتار توده وار در بورس اوراق بهادار تهران، با رویکردی جدید، بررسی شده است و شدت و ضعف این رفتار در طول سال های پژوهش و مشاهدات موثر در وقوع آن مورد راستی آزمایی قرار گرفت. یافته های پژوهش، ضمن تائید وجود رفتار توده وار در کلیه سال های پژوهش، پراکنش شدت و ضعف بروز این رفتار را به صورت روزانه به همراه مشاهدات اثرگذار نشان داده است و با کمک تکنیک تشخیص نقاط موثر، مقاطع زمانی بروز رفتار جمعی قوی استخراج شده است. همچنین نتایج پژوهش نشان می دهد که رفتار توده وار در روندهای نزولی با شدت بیشتری از روندهای صعودی اتفاق می افتد.

محققانی هم چون کریستی و هوانگ[1] (۱۹۹۵) اصلاح روش‌ها را پیشنهاد نموده‌اند که این اصلاحات بایستی قادر به تشخیص رفتار رمه‌ای حتی در حرکات خفیف بازار باشد لذا به جای انحراف معیار استاندارد مقطعی[2]

[1]. Christie & Huang
[2]. Cross Sectional Standard Deviation

(CSSD)، چانگ و همکاران[11] (۲۰۰۰) از انحراف معیارمطلق مقطعی[12] (CSAD) برای تجزیه و تحلیل بازارهای ایالت‌متحده‌ی آمریکا، هنگ کنگ، کره جنوبی، تایوان و ژاپن از سال‌های ۱۹۶۳ تا ۱۹۹۷ استفاده نمودند. نتایج به دست آمده از این تحقیق، شواهدی تجربی از وجود رفتار رمه‌ای در بازار سرمایه آمریکا و هنگ کنگ نشان نداد ولی در ژاپن این رفتار به صورت جزئی و در کره‌ی جنوبی و تایوان شواهد معنی‌داری از وجود این رفتار به دست آمد. کریستی و هوانگ، نشان دادند که در دوره‌هایی از آشفتگی بازار سرمایه‌گذاران تمایل دارند که اطلاعات منطقی و اساس تصمیم‌گیری‌های تجاری در رفتار بازار را نادیده بگیرند. اگر سرمایه‌گذاران به طور رمه‌ای عمل کنند، بازده تاریخی یک سهم به تنهایی تقریبا نزدیک بازده بازار خواهد بود. محققان نوع خاصی از انحراف استاندارد را به کار بردند که میزان تمرکز در محدوده‌ی شاخص بازار را اندازه‌گیری می‌کنند. تجزیه و تحلیل آنها به طور روزانه در حوزه‌ی شاخص بازار AMEX[13] و بازار بورس نیویورک (NYSE)[14] از ژوئن ۱۹۶۲ تا دسامبر ۱۹۸۸ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. نتایج نشان داد که رفتار رمه‌وار در دوره‌های آشفتگی و فشار بازار موقعی که سرمایه‌گذاران فردی، ریسک نموده و سرمایه‌گذاری خود را به نفع اجماع بازار کنار می‌گذارند، متمرکز است.

۲-۲- تحلیل همبستگی

تجزیه و تحلیل همبستگی بازارهای مالی یک موضوع مهم برای سیاست‌گذاران و فعالان در بازار، از قبیل مدیران سبد است؛ به گونه‌ای که تحلیل همبستگی اهمیت زیادی در مدیریت ریسک و تخصیص دارایی دارد التون و گروبر (۱۹۹۵). مطالعه ماتریس‌های همبستگی دارای تاریخچه‌های طولانی در امور مالی است و سنگ بنای اصلی نظریه مارکوویتز در مورد اوراق بهادار است لالوکس و همکاران (۲۰۰۰). تحلیل شبکه‌های پیچیده در بازار سهام امکان مطالعه همبستگی قیمت‌های سهام را فراهم می‌نماید. ماهیت پویای یک بازار مالی می‌تواند به عنوان یک شبکه پیچیده ترسیم شود. تکنیک‌های شبکه برای توصیف معماری جهانی جریان مالی، تجزیه و تحلیل بحران مالی و بررسی پویایی‌های بازار بین بانکی و همچنین سهام مورد استفاده قرار گرفته است. علاقه‌مندی به استفاده از ابزار شبکه به منظور تجزیه و تحلیل وابستگی‌های اقتصادی یا به هم پیوستگی‌های اقتصادی بعد از بحران مالی جهانی (۲۰۰۸-۲۰۰۹) گسترش پیدا کرد که ماهیت شبکه بودن سیستم‌های بانکی را به عنوان مجموعه‌ای از شرکت‌ها که با ارتباط نزدیک با یکدیگر عمل می‌کنند، آشکار کرد. رویکرد شبکه مربوط به ساختار و تشکیل سیستم گره‌ها می‌باشد. یک فرض بنیادی این است که تماماً ویژگی‌ها و رفتار یک گره می‌تواند تنها با توجه به ارتباط آن با بقیه سیستم مورد ارزیابی قرار گیرد. در شبکه‌های مالی، گره‌ها معمولاً مؤسسات مالی یا نهادهای مشابه هستند. هنگامی که عوامل با توجه به هزینه و منافع ضمنی، متصل و مرتبط می‌شوند، این فرآیند اتصال لزوماً بستگی به موقعیت نسبی آن‌ها در شبکه دارد.

[11] Chang et al.
[12]. Cross Sectional Absolute Deviation
[13]. American Express
[14]. NewYork Stock Exchange

۲-۳. تحلیل شبکه

در مطالعه کلتی (۲۰۱۶) پس از شناسایی ساختار توپولوژیکی شبکه بازار سهام ایتالیا شامل ۱۰۰ شرکت، مشخص گردید که شرکت‌های پتروشیمی و گاز طبیعی و همچنین شرکت‌های بیمه‌ای در مرکزیت شبکه بازار سهام قرار دارند و از اهمیت زیادی برخوردارند. بیشترین سهام‌های مرتبط و متصل در بررسی ساختار بازار سهام آفریقای جنوبی توسط مجاپا و گسل (۲۰۱۶) مربوط به بخش‌های مالی و منابع عنوان شد. بریدا و همکاران (۲۰۱۶)، ژونگ و همکاران (۲۰۱۶) ژائو و همکاران (۲۰۱۶) پس از تحلیل ساختار توپولوژیکی شبکه بازارهای مالی، تحلیل شبکه را به عنوان راهنمایی مفید برای سرمایه‌گذاران معرفی نمودند. ابرهارد و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسی ویژگی‌های شبکه‌ای بازار سهام شیلی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد ساختار شبکه بازار سهام شیلی می‌تواند در بازده و حجم معاملات سهام در بازار مؤثر باشد. در مطالعه شرما و همکاران (۲۰۱۷) همبستگی سهام با استفاده از روش آستانه انجام گرفت بازار سهام هند بدین مبنا تشکیل شد. نتایج حاکی از این بود تجزیه و تحلیل شبکه‌ای بازار سهام هند، می‌تواند فهم بهتری از وابستگی‌های سهام در بازار سهام هند ارائه دهد. جورج و چنگات (۲۰۱۷) نیز در مطالعه‌ای از رویکرد تحلیل شبکه برای داده کاوی بازار سهام و تحلیل سبد استفاده نمودند. در این تحقیق با استفاده از معیارهای شبکه سهام‌های مؤثر و با نفوذ بالا شناسایی گردید. یافته‌های تحقیق نشان داد تحلیل شبکه داده‌های سهام می‌تواند نقش مهمی در مطالعه بازار سهام داشته باشد. در تحلیل سبد با استفاده از شبکه، سهام‌های مربوط به بخش خدمات مالی از نمونه سهام‌هایی معرفی شد که می‌تواند ریسک سیستمیک را در سبد کاهش دهد. به علاوه نتایج حاکی از این بود که سهام امور مالی، بانکی، بیمه، تکنولوژی، ماشین، صنایع، خدمات تجاری، انرژی، مواد شیمیایی، خرده فروشی، حمل و نقل، املاک و مستغلات و بخش ساختمان به شدت به یکدیگر وابسته هستند. در بررسی بازار سهام چین با استفاده از تحلیل شبکه‌های پیچیده توسط ژنگ و همکاران (۲۰۱۷) شبکه بازار سهام به عنوان شبکه ای آزاد از مقیاس تأیید شد. ارتباط بین بازار سهام و شرایط اقتصاد حقیقی نیز در مطالعه لانگ و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی بازار سهام چین با استفاده از تحلیل شبکه‌های پیچیده تأیید گردید.

۳- روش شناسی پژوهش

۳-۱- نوع روش

این تحقیق را می توان از طرفی مبتنی بر شیوه استنتاج نظری در زمره تحقیقات "نظری" قلمداد نمود. از طرف دیگر طراحی مدل و به کارگیری آن در قالب طرح تجربی میدانی با هدف کمک به سرمایه گذاران می توان از لحاظ هدف از جمله تحقیقات "کاربردی" دانست.

به منظور آزمون الگوی پیشنهادی بخشی از جامعه آماری سرمایه گذاران به روش تصادفی و به عنوان نمونه تعمیم پذیر انتخاب خواهد شد. از این جهت روش تحقیق به لحاظ شیوه استنتاج در بیان مشاهدات نمونه ای "توصیفی" و در تعمیم به جامعه آماری این سرمایه‌گذاران، "استقرایی" خواهد بود. علاوه بر این در تبیین الگوی پیشنهادی از شیوه استنتاج نظری قیاسی بهره گرفته شده و لذا با توجه به شیوه استنتاج یاد شده در برآورد الگوی تحقیق می توان تحقیق را از نوع "قیاسی" تلقی نمود.

با عنایت به اینکه داده های آماری مورد استفاده در این تحقیق جهت آزمون الگوی پیشنهادی ارزیابی رفتار رمه وار در سرمایه گذاران فردی مبتنی برشبکه پیچیده، داده های عملکردی مربوط به آخرین مقاطع زمانی دوره ای بوده و به طور کلی بازه زمانی گذشته می باشد طرح تحقیق از نوع "پس رویدادی یا به عبارتی Ex--facto post خواهد بود.

با توجه به اینکه نوع روش ها و نوع داده های مورد استفاده نیز از نوع داده های کمی مالی هستند، روش کلی یا نوع پژوهش از جهت ماهیت و نوع داده ها و روش های مورد استفاده از نوع "کمی" یا "غیر قضاوتی" خواهد بود. بخش میدانی پژوهش، از طریق مطالعه اسناد و مدارک با مراجعه به شرکت های پذیرفته شده در بورس تهران و یا بانک های اطلاعاتی این سازمان ها و جمع آوری داده هایی از طریق بررسی صورت های مالی سرمایه گذاران نهادی منتخب پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار تهران است که جهت محاسبه متغیرهای توضیحی یا وابسته پژوهش مورد نیاز بوده، گردآوری شده است.

۳-۲- جامعه آماری

داده های عملکردی صندوق های مشترک سرمایه‌گذاری در مقاطع زمانی هفتگی و ماهانه در بازه زمانی ۶ ساله ۱۳۹۳ /۱/۱ تا ۱۳۹۸ /۱۲/۲۹ و به تعداد ۲۴۶ صندوق مشترک سرمایه گذاری مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. علاوه بر این به منظور تبیین مدل در راستای پالایش سنجه ها و الگوهای اندازه گیری رفتارهای رمه وار ارادی و غیر ارادی در ارتباط با سرمایه گذاران نهادی و فردی از استادان دانشگاه، صاحب نظران و متولیان امور که از دانش و تجربه تخصص مالی در زمینه سرمایه گذاری بهره مند بوده و در راستای اندازه گیری متغیرها حاضر به همکاری با محقق باشند به شیوه نمونه گیری گلوله برفی به عنوان خبرگان انتخاب شده اند.

۳-۳- مدل پژوهش

الگوی نهایی ارزیابی رفتار رمه وار در صندوق های مشترک سرمایه گذاری طی یک فرآیند چند مرحله ای مشتمل بر ۱) شناسایی عوامل مؤثر ۲) پالایش عوامل مؤثر ۳) برآورد بازده مقطعی سهام ۴) تحلیل شبکه پیچیده در راستای مدل

مرحله اول: شناسایی عوامل مؤثر

در این مرحله از تحقیق بر پایه تحلیل حوزه دانش بررسی پیشینه تحقیق در زمینه صندوق‌های مشترک سرمایه-گذاری با تکیه بر رویکرد شبکه پیچیده همه عوامل موثر بر رفتار رمه‌وار می‌توانند به عنوان متغیرهای توضیحی در الگوی نهایی مورد استفاده قرار گیرند.

مرحله دوم: پالایش عوامل موثر

در این مرحله با استفاده از نظر سنجی خبرگان و اساتید دانشگاهی و نیز بر اساس الگوی ماتریس ساختار تفسیری، موثرترین عامل به عنوان عامل آشکار موثر بر رفتار رمه وار در صندوق‌های مشترک بازار سرمایه ایران یا متغیرهای توضیحی شناسایی گردیده است.

مرحله سوم: برآورد مقطعی سهام

در این مرحله متغیر وابسته پژوهش یا بازده مقطعی سهام بر پایه مدل کریستی و هوانگ جهت اندازه گیری رفتار رمه وار و همچنین با توجه به انحراف معیار از لحاظ پراکندگی به ازای هر صندوق مشترک سرمایه گذاری جداگانه محاسبه گردیده و با نماد R_{it} نشان داده می‌شود.

به دنبال کریستی و هوانگ و چانگ و همکاران از دو روش مختلف اندازه گیری برای رفتار رمه‌ای استفاده گردید: انحراف استاندارد مقطعی CSSD و انحراف مطلق مقطعی CSAD. هر دوی آنها از اندازه گیری پراکندگی می باشند لذا مقادیر کم رمه (CSSD) و مقادیر رمه های زیاد (CSAD) می باشد. (کریستی و هوانگ ۱۹۹۵)

$$CSSD_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(R_{it}-R_{mt})^2}{N-1}} \qquad \text{مدل (۱)}$$

که در آن R_{it}، بازده صندوق i در فصل t ام و R_{mt} بازده بازار در فصل t ام می باشد. و N=۲۴ (تعداد فصل های بازده نرمال در تجزیه تحلیل می باشد.) کریستی و هوانگ استدلال نمودند که رفتار رمه ای در شرایط نا به هنجار بازار شدت می یابد. بنابراین رگرسیون (۴) را توسط دو متغیر ساختگی که هر کدام یک ارزش به خود می گیرند را اجرا نمودند. هنگامی که نرخ بازده بازار R_{mt} در یک روز (بالا یا پایین) می شود عامل محرک توزیع بازده بازار می باشد. اگر D_L برابر با یک باشد در روز t ام، R_{mt} بازده توضیح دنباله ی پایین ۹۵٪ (۲.۵٪ دو طرف) یا ۹۹٪ (۰.۵٪ دوطرف) ودر غیر این صورت صفراست. اگر D_v برابر با یک باشد، در روز t ام R_{mt} در بازده توضیح دنباله ی بالا ۹۵٪ (۲.۵٪ دو طرف) یا ۹۹٪ (۰.۵٪ دو طرف) و در غیر این صورت صفراست.

$$CSSD_t = \alpha + \beta_1 D_L + \beta_2 D_v + e_t \qquad \text{مدل (۲)}$$

که درآن $CSSD_t$، انحراف استاندارد مقطعی در فصل t ام، D_L و D_v دو متغیر ساختگی هستند. لذا این تجزیه تحلیل نشان داد که وجود رفتار رمه وار هنگامی که β_1 و β_2 منفی هستند و از نظر آماره معنی دار می باشند تایید می گردد. چانگ و همکاران ۲۰۰۰ آزمونی برای بررسی وجود رابطه ی غیر خطی بین پراکندگی و بازده بازار انجام دادند که اندازه ی پراکندگی از فرمول زیر به دست می آید.

$$CSAD_t = \frac{\sum_{i=1}^{N}|R_{it}-R_{mt}|}{N-1} \qquad \text{مدل (۳)}$$

که در آن R_{it} بازده صندوق i در فصل t ام و R_{mt} بازده بازار در فصل t ام و N=۲۴ فصل های بازده نرمال در تجزیه تحلیل می باشند. $CSAD_t$ (۵) با $CSSD_t$ (۳) شبیه هم هستند به این معنی که به عنوان یک معیار پراکندگی هنگامی که مقادیر آنها کم می باشد، نشانه ی سیگنال های وجود رمه می باشد. محققان نشان دادند که تخت فرضیات $CSAD_t$ و CAPM باید بازده بازار یک تابع خطی باشد.

$$\text{CASD}_t = \alpha + \gamma_1|R_{mt}| + \gamma_2(R_{mt})^2 + e_t \qquad \text{مدل (۴)}$$

که در آن CASD_t، انحراف مطلق مقطعی در فصل t ام، R_{mt} بازده بازار در فصل t ام می باشد. شواهد رابطه ی غیر خطی می تواند نشانه ای از رفتارهای رمه وار باشد. اگر اتفاقی روی دهد مقادیر ضریب γ_2 منفی و از نظر آماری معنی دار می باشد. روش آزمایش پیشنهاد شده ی رمه ای از هر دوی کریستی و هوانگ و چانگ و همکاران را قبول می کنیم و مقادیر تقویت شده‌ی (۴) و (۶) را همانند زیر بیان می کنیم.

$$\text{CSSD}_t = \alpha + \beta_1 D_L + \beta_2 D_v + \sum_i I(s.i)\beta_i NM^i_{t-1} + e_t \qquad \text{مدل (۵)}$$

$$\text{CASD}_t = \alpha + \gamma_1|R_{mt}| + \gamma_2(R_{mt})^2 + \sum_i I(s.i)\gamma_i NM^i_{t-1}\, e_t \qquad \text{مدل (۶)}$$

که در آن $\text{NM}^{\text{i}}_{\text{t}-1}$ معیار های شبکه برای نمایش و اندازه گیری مرکزیت و مجموعه ای با تاخیر یک چهارم I(s.i) بستگی به رگرسیون انتخاب شده I(s) و متغیر i دارد. I(s.i) برابر با یک است اگر معیار های شبکه $\text{M}^{\text{i}}_{\text{t}-1}$ در رگرسیون s به کار برده شوند در غیر این صورت I(s.i) صفر خواهد بود. برآورد های منفی در ضرایب β_1 و β_2 همیشه با وجود رفتار رمه وار در زمان فشار و ناهنجاری در بازار در یک راستا می باشند.

۳-۴- تحلیل شبکه پیچیده

تئوری شبکه های پیچیده، برگرفته از ریاضیات گسسته و تئوری گراف است و طی چندین دهه به عنوان یک چارچوب نظری برای درک ویژگی های ساختاری شبکه ها توسعه یافته است کیتو و ادا (۲۰۱۴) شبکه عبارت است از سه تایی $G = (V.E.f)$ که در آن V مجموعه ای متناهی از گره‌ها است، $E \subseteq V \otimes V = \{e_1.e_2.\ldots.e_m\}$ مجموعه ای از پیوندها یا یال ها و f نگاشتی است که برخی از عناصر E را به یک جفت از عناصر V مربوط می کند؛ بـه طـوری کـه اگـر $v_i \in$ V و $v_j \in V$ آنـگاه خواهـیم داشت: $f: e_p \rightarrow [v_i.v_j]$ و $f: e_q \rightarrow [v_i.v_j]$ به طور ساده، شبکه ساده بدون حضور پیوندهای چندگانه و حلقه‌های بازگشتی عبارت است از دوتایی $G = (V.E)$ که در آن V مجموعه‌ای متناهی از گره ها و E رابطه ای متقارن و غیر انعکاسی روی V است.

برای ایجاد شبکه بازار سهام، فرض کنید $p_i(t)$ قیمت پایانی سهم i در روز t باشد. بازده سهام در روز t ام به صورت رابطه ۱ تعریف می شود:

$$r_i(t) = lnp_i(t) - lnp_i(t-1) \qquad (۱)$$

مجموعه ای از سهام که توسط گره های شبکه نمایش داده شود را در نظر بگیرید. برای تعیین اتصلات شبکه، از فرآیند زیر استفاده و با استفاده از همبستگی بازده سهام، شبکه ایجاد می شود .یال اتصالی دو گره با همبستگی

بین دو سری بازده سهام تعریف می‌گردد. به طور خاص، همبستگی بین دو سهام به عنوان یک جمله از ماتریس همبستگی C در نظر گرفته می‌شود که از رابطه ۲ بدست می‌آید:

$$c_{ij} = \frac{\langle r_i r_j \rangle - \langle r_i \rangle \langle r_j \rangle}{\sqrt{\left(\langle r_i^2 \rangle - \langle r_i \rangle^2\right)\left(\langle r_j^2 \rangle - \langle r_j \rangle^2\right)}} \quad (۲)$$

که r نشان دهنده بازده است و کروشه، نشان دهنده میانگین زمانی در طول دوره است. علاوه بر این، بر اساس رویکرد WTA ،یک مقدار آستانه معینی θ، $0 \leq \theta \leq 1$ تعیین می گردد و یک یال بدون جهت بین گره های i و j رسم می‌شود؛ اگر مقدار قدرمطلق c_{ij} بزرگتر یا مساوی θ باشد. مطابق با ژنگ و همکاران (۲۰۱۰) در این مقاله، روابط همبستگی منفی را که قدر مطلق آن‌ها بیش از آستانه است در نظر گرفته می‌شود و از قدرمطلق همبستگی به عنوان وزن اختصاص داده شده به یال در شبکه استفاده می‌گردد. $G = (V.E.W)$ نشان دهنده شبکه سهام است که V مجموعه‌ای از رأس‌ها را نشان می‌دهد، E نشان دهنده یال‌ها و W وزن یال است. W به شرح رابطه ۳ تعریف می شود:

$$W = \begin{cases} W_{ij} = |c_{ij}|. & i \neq j \; and |c_{ij}| \geq \theta \\ W_{ij} = 0. & else \cdot \end{cases} \quad (۳)$$

اگر $W_{ij} \neq 0$، آنگاه یک یال بین گره‌های i و j وجود خواهد داشت.

به طور خلاصه تعداد یال‌هایی که با یک گره تلاقی دارند، درجه آن گره نامیده می‌شوند که معمولا با k مشخص می‌شوند. از این رو برای کل شبکه، یک میانگین درجه نیز محاسبه می‌گردد. مفهوم کلیدی در اینجا توزیع درجه گره‌های شبکه یعنی k است. این مفهوم را می‌توان از لحاظ ریاضی به صورت تابع چگالی احتمالی عنوان کرد. اساساً احتمال این که یک گره دارای درجه k باشد، $p(k)$ است و چنانچه نمودار $p(k)$ در برابر k رسم شود، یک تابع توزیع خواهیم داشت که این تابع توزیع، اطلاعات بیشتری در مورد چگونگی اتصال در شبکه بازار سهام ارائه می‌دهد.

۴- یافته های پژوهش

در این بخش از مقاله الگوی پیشنهادی پژوهش جهت ارزیابی رفتار رمه‌وار سرمایه‌گذاران فردی در بازار سرمایه ایران و عوامل موثر بر آن با روی کرد شبکه پیچیده مورد استفاده قرار گرفته است. ابتدا به فرآیند شناسایی مؤلفه‌های رفتار رمه‌وار مبتنی بر حوزه دانش انتخاب با پالایش عوامل با توجه به مدل ساختار تفسیری به موثرترین عامل رسیده و نسبت به تعریف متغیرهای توضیحی آن مبادرت شده و سپس به جهت محاسبه رفتار رمه وار با استفاده از مدل کریستی و هوانگ و همچنین روش آرچ و گارچ با تکیه بر شبکه پیچیده در خصوص الگوی نهایی مورد استفاده قرار گرفته است.

۴-۱- تشکیل صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری

در این پژوهش قلمرو زمانی و مکانی پژوهش صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس تهران بوده که در بازه زمانی ۱۳۹۳/۰۱/۰۱ لغایت ۱۳۹۸/۱۲/۲۹ مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

جهت فراهم آوردن تجانس بین صندوق‌ها و امکان اندازه‌گیری متغیرها شرایط زیر در تعیین صندوق‌های منتخب شرایطی مشتمل بر: الف) سال مالی شرکت‌ها منتهی به ۱۲/۲۹ بوده و در بازه زمانی مورد بررسی تغییر سال مالی نداده باشد. ب) قبل از بازه زمانی تحت بررسی به عضویت بورس درآمده و در بازه یاد شده از عضویت بورس خارج نشده باشد. ج) داده‌های مورد نیاز در اندازه‌گیری متغیرها به ویژه تغییرات روزانه قیمت‌های سهام آن‌ها در دسترس باشد. د) سهام آن‌ها در بازه مورد مطالعه مورد معامله قرار گرفته و بیش از سه ماه توقف معاملاتی نداشته باشند که بر این اساس ۲۴۶ شرکت انتخاب گردید. به منظور فراهم آوردن امکان اجرای فرآیند از قیمت‌های سهام و تغییرات آن ها به طور ماهانه و به ازای هر صندوق گردآوری و مبتنی بر آن‌ها به ازای هر صندوق توسط نرم‌افزار MATLAB پردازش گردید.

۴-۲- شناسایی مؤلفه‌ها

عوامل بهینه اثرگذار بر رفتار رمه وار در سرمایه گذاران فردی توسط خبرگان و اساتید شناسایی گردید، با استفاده از روش دلفی فازی، یک اجماع نظر بر سر ۱۴ شاخص در سه مرحله بین اساتید و متخصصان حوزه‌های مرتبط صورت گرفت که نتایج آن در ادامه ارائه می‌گردد:

جدول (۱-۴): شاخص‌های اثرگذار بر رفتار رمه‌وار در سرمایه‌گذاران فردی

ردیف	شاخص‌ها	ردیف	شاخص ها
۱	تعلق خاطر	۸	سطح درآمدی
۲	نوسانات نرخ ارز	۹	بهینه بینی
۳	کوتاه نگری	۱۰	ریسک سیستماتیک
۴	ابهام گریزی	۱۱	بدبینی
۵	محافظه کاری	۱۲	پشیمان گریزی
۶	تجربه	۱۳	تورم
۷	تخصص	۱۴	واکنش افراطی

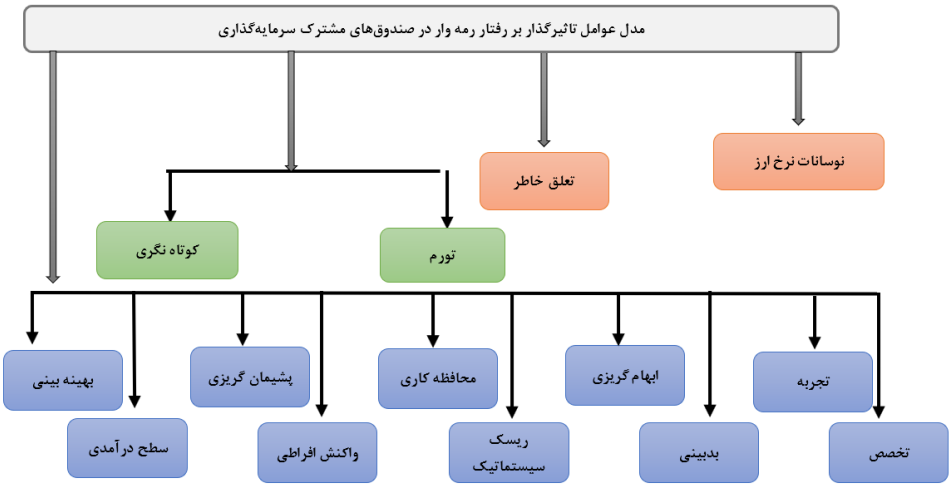
این مؤلفه‌ها پس از ایجاد شبکه ماتریس دستیابی ساختار تفسیری و نهایتا ترسیم ماتریس نهایی به صورت نمودار (۱-۴) چهار سطح شناسایی‌شده و عوامل مربوط به هر سطح عبارتند از:

سطح اول: ابهام گریزی(۲)، سطح درآمدی(۳)، محافظه کاری(۵)، تجربه(۶)، تخصص(۷)، پشیمان گریزی(۸)، بهینه بینی(۹)، ریسک سیستماتیک(۱۰)، بدبینی(۱۱) و واکنش افراطی(۱۴)

سطح دوم: تورم(۴) و کوتاه نگری(۱۳)

سطح سوم: تعلق خاطر

سطح چهارم: نوسانات نرخ ارز



نمودار (۱-۴): مدل نهایی عوامل اثرگذار بر رفتار رمه وار در صندوق های مشترک سرمایه‌گذاری

۴-۳- شناسایی عوامل مؤثر بر بازده

در این تحقیق در راستای بررسی عوامل مؤثر بر بازده سهام در قلمرو تحقیق از الگوی اکتشافی نیشیاما (۲۰۱۶) بهره گرفته شده است. در این الگو شناسایی و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر بازده یا ریسک سهام در صندوق‌ها بر اساس جمع‌بندی پیشینه تحقیقات مرتبط و مشابه و به تعبیری تحلیل حوزه دانش انجام گرفته و به شرح جدول ۴-۲ بیان شده است.

۴-۴- برآورد بازده

به طوری که ادبیات پژوهش نشان می‌دهد تعداد سنجه‌هایی که بر پایه اقلام ترازنامه‌ای، سود و زیانی یا نسبت‌های مالی و به عنوان عوامل مؤثر بر بازده سهام به اتکای تحلیل حوزه دانش تعریف شده‌اند به ده‌ها مورد بالغ گردیده و به کارگیری تابع جریمه یا هر روش دیگری در برآور الگوی چند عامله دشوار و به جهن محدودیت حجم داده‌ها به نتایج قابل اتکایی منجر نمی‌شود. بر این اساس با استفاده از الگوریتم‌های پالایش نسبت به کاهش این عوامل و به تعبیری "پالایش" متغیرهای توضیحی مبادرت شده است. در این راستا از الگوی پیشنهادی کریستی و هوانگ، بین عوامل مؤثر با متغیر وابسته بهره گرفته شده است.

جدول شماره (۲-۴): شناسایی و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر بازده سهام

ردیف	نوع	متغیر	نماد	پشتوانه نظری	
				نظریه	شواهد تجربی
۱	حاکمیت شرکتی	مالکیت نهادی	INS_{it}	نمایندگی	جنسن و مک لینگ(۱۹۷۶)، هولمز استروم(۱۹۹۹)، بی دل و همکاران(۲۰۰۹)، چنگ و همکاران (۲۰۱۳)، هارتزل و همکاران(۲۰۱۴) و لارا و همکاران(۲۰۱۶).
۲		استقلال هیات مدیره	IND_{it}		
۳		عدم تمرکز مالکیت	NCO_{it}		
۴		اندازه هیات مدیره	BSI_{it}		
۵	تحلیل مالی	کیفیت اطلاعات	IQU_{it}	مزیت اطلاعاتی و علامت دهی	فاراری و همکاران(۱۹۸۸)، دایر و همکاران(۲۰۰۲)، برتراند و مالایانتان(۲۰۰۳)، ایرلی و اوهارا(۲۰۰۴)، گراهام و همکاران(۲۰۰۵)، بات و همکاران(۲۰۰۶)، دچو و گی(۲۰۰۶)، میلر (۲۰۰۶)، نیزاوا(۲۰۰۷)، یو(۲۰۰۸)، دیک و همکاران(۲۰۱۰)، گانتی و همکاران(۲۰۱۰)، یو(۲۰۱۰)، باتاچارجیا و همکاران(۲۰۱۱)، کلی و ایجلویست(۲۰۱۲)، لامبرت و همکاران(۲۰۱۲)، گودمن و همکاران(۲۰۱۳)، چن و دیگران(۲۰۱۵)، دینگ(۲۰۱۵) و چن و زانگ(۲۰۱۷)
۶		دقت اطلاعات	IAC_{it}		
۷		نوسان سود	VOL_{it}		
۸	عملکرد مالی	حاشیه فروش	MAR_{it}	نظریه سازمان	برنز و استاکر(۱۹۶۱)، تریکر(۱۹۷۶)، میلز و اسنو(۱۹۷۸)، پورتر(۱۹۸۰)، دامان پور(۱۹۸۷)، فیشر(۱۹۹۸)، هالدما و لاتز(۲۰۰۲) و داویدا(۲۰۰۵)
۹		بازده دارایی	ROA_{it}		
۱۰		بازده سرمایه	ROE_{it}		
۱۱		گردش دارایی	AST_{it}		
۱۲		ارزش شرکت	QTB_{it}		
۱۳	محیط	رقابت	COM_{it}	استراتژیک نظریه	برنز و استاکر(۱۹۶۱)، تریکر(۱۹۷۶)، میلز و اسنو(۱۹۷۸)، پورتر(۱۹۸۰)، دامان پور(۱۹۸۷)، فیشر(۱۹۹۸)، هالدما و لاتز(۲۰۰۲) و داویدا(۲۰۰۵)
۱۴		سن شرکت	AGE_{it}		
۱۵		اندازه شرکت	SIZ_{it}		
۱۶		فن آوری	TEC_{it}		
۱۷	نقدینگی	نسبت جاری	CUR_{it}	جریان نقدی آزاد و نقدینگی	ایبالتو(۱۹۹۲)، چی وایلر و الیسون(۱۹۹۷)، سیری و توفانو(۱۹۹۸)، لینچ و ماستو(۲۰۰۳)، سپ و تی واری(۲۰۰۴)، برک و گرین(۲۰۰۴)، کات برستون و همکاران(۲۰۰۸)، سینگال و ژو(۲۰۱۱)، کشمن و همکاران(۲۰۱۲) و گاگلر و همکاران(۲۰۱۷).
۱۸		نسبت آنی	RAR_{it}		
۱۹		جریانات نقدی	CFO_{it}		
۲۰		نقد شوندگی دارایی	ASL_{it}		
۲۱	بازار	صرف ریسک بازار	$SMB_{i,t}$	پورتفوی	مارکوویتز(۱۹۵۹-۱۹۵۲)، شارپ(۱۹۶۴)، لینتر(۱۹۶۵) و موسیون(۱۹۶۶)، بلک(۱۹۷۲)، مایرز(۱۹۷۲)، بریدن(۱۹۷۹)، سولنیک(۱۹۷۴الف)، عادلر و داماس(۱۹۸۳)، راس(۱۹۷۶)، فاما و فرنچ(۱۹۹۳)، هوگان و وارن(۱۹۷۴)، بلوا و لیندربرگ(۱۹۷۷) و هارلو و راتو(۱۹۷۶)، رابینسون(۱۹۷۳)، کراس و لیتزنبرگر(۱۹۷۶)، فانگ و لای(۱۹۹۷) و دیتمار(۱۹۹۹)، مرتون(۱۹۷۳)، بریدون(۱۹۷۹)، لوکاس(۱۹۷۸) و بروک(۱۹۷۹)، کوکران(۱۹۹۱)، آچوارا و پدرسون(۲۰۰۵)، جاگاناتان و وانگ(۱۹۹۶)، کارهارت(۱۹۹۷)، هاو و همکاران(۲۰۱۲)، فاما و فرنچ(۲۰۱۳)، راسیوکات و رنتز(۲۰۱۷)، روی و شیجین(۲۰۱۸)
۲۲		اندازه	$HML_{i,t}$		
۲۳		فرصت های رشد	$RMW_{i,t}$		
۲۴		سودآوری	$CMA_{i,t}$		
۲۵		سرمایه گذاری	$LMA_{i,t}$		
۲۶		سرمایه انسانی	$SMB_{i,t}$		

با توجه به مدل کریستی و هوانگ و چانگ و همکاران:

مدل (۷) $$\mathrm{CSSD}_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(R_{it}-R_{mt})^2}{N-1}}$$

که در آن R_{it}، بازده صندوق i در فصل t ام و R_{mt} بازده بازار در فصل t ام می باشد. وN=۲۴ (تعداد فصل های بازده نرمال در تجزیه تحلیل می باشد.).

مدل(۸) $$\mathrm{CSAD_t} = \frac{\sum_{i=1}^{N}|R_{it}-R_{mt}|}{N-1}$$

که در آن R_{it} بازده صندوق i در فصل t ام و R_{mt} بازده بازار در فصل t ام و N=۲۴ فصل‌های بازده نرمال در تجزیه تحلیل می‌باشند. $CSAD_t$ با $CSSD_t$ شبیه به هم هستند به این معنی که به عنوان یک معیار پراکندگی هنگامی که مقادیر آن ها کم می‌باشد، نشانه‌ی سیگنال‌های وجود رمه می‌باشد. محققان نشان دادند که تحت فرضیات $CSAD_t$ و CAPM باید بازده بازار یک تابع خطی باشد. شاخص‌های آمار توصیفی که در جدول ۳-۴ ارائه شده‌اند عبارت‌اند از میانگین، میانه، حداکثر، حداقل، انحراف معیار و آزمون جارک برا[15]. اصلی‌ترین شاخص مرکزی میانگین است که بیانگر نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌ها است.

بر اساس اطلاعات در دسترس ۲۴۶ صندوق مشترک سرمایه‌گذاری در مقاطع زمانی هفتگی و در بازه زمانی ۶ ساله ۱/۱/ ۱۳۹۳ تا ۱۲/۲۹/ ۱۳۹۸، بازده روزانه بر مبنای لگاریتم طبیعی نسبت قیمت سهام در روزهای متوالی محاسبه شده است. بر اساس آزمون جارک برا و فرض صفر این آزمون که مبتنی بر نرمال بودن است که بر اساس جدول ۳-۴ می‌توان دریافت که متغیرهای بازده دارایی‌ها و بازده بازار نرمال بوده و متغیر رفتار رمه‌ای نرمال نمی‌باشد.

جدول (۳-۴): آمار توصیفی

نام متغیر	بازده دارایی	بازده بازار	رفتار رمه‌ای
میانگین	۰.۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵
میانه	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳
حداکثر	۰/۷۳	۰/۲۰	۰/۱۱۴
حداقل	-۰/۳۱	-۰/۰۴	۰/۰۰۰۰۱۵
انحراف معیار	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۰۸
آزمون جارک برا	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
تعداد مشاهدات	۶۹۱۳۳	۶۹۱۳۳	۶۹۱۳۳

[15]. Jarck Bera

۴-۵- تحلیل شبکه پیچیده در راستای مدل

شبکه عبارت است از سه تایی $G = (V.E.F)$، که در آن V مجموعه‌ای متناهی از گره‌ها است، E مجموعه‌ای از پیوندها یا یال‌ها وF نگاشتی است که برخی از عناصر E را به یک جفت از عناصر V مربوط می‌کند. مجموعه‌ای از صندوق‌ها که توسط گره‌های شبکه نمایش داده شود.

برای تعیین اتصالات شبکه، از فرآیند زیر استفاده و با استفاده از همبستگی بازده صندوق‌ها، شبکه ایجاد می‌شود. یال اتصالی دو گره با همبستگی بین دو سری بازده صندوق‌ها تعریف میگردد. به طور خاص، همبستگی بین دو صندوق به عنوان یک جمله از ماتریس همبستگی C در نظر گرفته می‌شود که از رابطه زیر بدست می‌آید:

مدل (۹)
$$r_{ij} = \frac{\sum x_i y_j - \sum x_i \sum y_j}{\sqrt{[\sum x^2{}_i - (\sum x_i)^2][\sum y^2{}_i - (\sum y_i)^2]}}$$

که r_{ij} نشان دهنده بازده و کروشه، نشان دهنده میانگین زمانی در طول دوره است. در این تحقیق، روابط همبستگی منفی را که قدر مطلق آن ها بیش از آستانه است در نظر گرفته می شود و از قدرمطلق همبستگی به عنوان وزن اختصاص داده شده به یال در شبکه استفاده می گردد. $G = (V. E. W)$ نشان دهنده شبکه صندوق‌های سرمایه-گذاری است که V مجموعه‌ای از رأس‌ها را نشان می‌دهد، E نشان دهنده یال ها و W وزن یال است. تعداد یال‌هایی که با یک گره تلاقی دارند، درجه آن گره نامیده می‌شود که معمولا با k مشخص می‌شود. از این رو برای کل شبکه، یک میانگین درجه نیز محاسبه می‌گردد. مفهوم کلیدی در اینجا توزیع درجه گره های شبکه یعنی k است. این مفهوم را می توان از لحاظ ریاضی به صورت تابع چگالی احتمالی عنوان کرد. اساساً احتمال این که یک گره دارای درجه k باشد، p(K) است و چنانچه نمودار p(K) در برابر K رسم شود، یک تابع توزیع خواهیم داشت که این تابع توزیع، اطلاعات بیشتری در مورد چگونگی اتصال در شبکه صندوق‌های سرمایه‌گذاری ارائه می‌دهد.

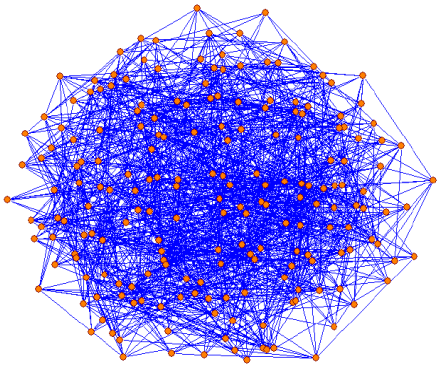
با توجه به در دسترس بودن داده‌ها و وجود معاملات در ابتدا و انتهای هر ماه، ۲۴۶ صندوق سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب، از قیمت پایانی هفته برای محاسبه بازده هفتگی هر صندوق استفاده شده و سپس همبستگی بازده صندوق‌ها محاسبه گردیده و بر مبنای همبستگی، ارتباط بین صندوق‌ها شکل گرفته و شبکه صندوق‌های سرمایه‌گذاری ایجاد می‌گردد. مقدار ۰.۴ انتخاب شده است. اگر مقدار θ خیلی کوچک باشد، در شبکه یال‌های زیادی وجود خواهد داشت و اثرات تصادفی افزایش می‌یابد، اما اگر مقدار آستانه θ بیش از حد بزرگ باشد، یال‌ها در شبکه بسیار پراکنده خواهد بود. جدول (۴-۴) تعداد گره‌ها و یال‌ها و برخی ویژگی‌های کلی شبکه صندوق‌های سرمایه‌گذاری را ارائه می‌دهد.

بر اساس جدول (۴-۴)، ۶۵۴۳ اتصال بین صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری شکل گرفته است. تراکم شبکه نیز برابر ۰.۲۲ است که نشان می‌دهد ۲۲ درصد از پیوندهای احتمالی که بین گره‌های مختلف در شبکه می‌توانست ایجاد شود، شکل گرفته است. بنابراین این شبکه، شبکه‌ای سست و گسسته نیست که نشان می‌دهد گره‌ها از هم دور نمی‌باشند. نمودار (۲-۴) شبکه صندوق‌های سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد که هرکدام از دایره‌ها نشانگر صندوق‌ها و خطوط، نشان دهنده نحوه رابطه بین آن ها است. اندازه قطر گره‌ها (صندوق‌ها) که به صورت دایره

نشان داده شده است، رابطه مستقیم با میزان درجه هر گره دارد. بدین معنی که هرچه قطر گره‌ها بزرگتر باشد، آن گره یا صندوق، درجه و یا به بیانی دیگر اتصالات بیشتری خواهد داشت.

جدول (۴-۴): ویژگی‌های کلی شبکه صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری

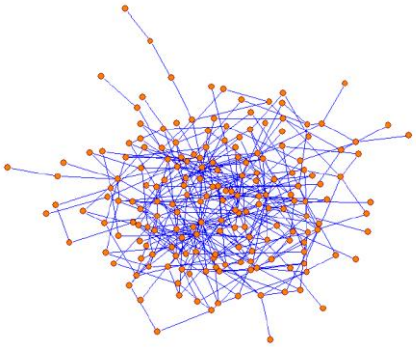
ویژگی	θ =۰/۴
تعداد گره‌ها	۲۴۶
تعداد یال‌ها	۶۵۴۳
اندازه شبکه	۶۵۴۳
تراکم شبکه	۰/۲۲



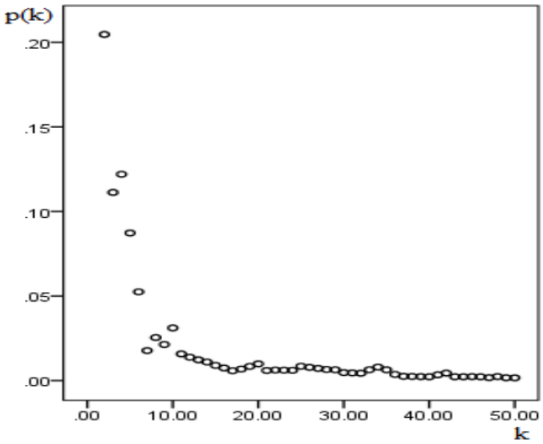
نمودار (۴-۲): شبکه پیچیده رفتار رمه‌ای صندوق‌های سرمایه‌گذاری

۴-۶: شبکه مستقل از قیاس

به منظور شناسایی توزیع درجه در شبکه ایجاد شده، می‌بایست با استفاده از روش برآوردی مناسب p(K) نسبت به K برآورد گردد. آنچه در این تحقیق برای توزیع درجه‌ها مهم است، این است که به منظور ارائه شاخصی جهت رفتار رمه‌ای، می‌بایست توزیع درجه‌ها از قانون توان پیروی نماید؛ به بیان دیگر توزیع درجه‌ها ویژگی آزاد از مقیاس یا بی مقیاسی را نشان دهند که در نمودار (۴-۳) نشان داده شده است.



نمودار (۳-۴) شبکه پیچیده رفتار رمه‌ای صندوق‌های سرمایه‌گذاری بی مقیاس



شکل (۱-۴) توزیع آزاد مقیاس شبکه با معیار ۰.۴= θ

۴-۷: خطای برآورد

بدین ترتیب توزیع p(K) در مقابل k با یک تابع توانی به صورت رابطه زیر برآورد می‌شود:

$$p\,(K) = \hat{a}k^{-\hat{y}}$$ مدل (۱۰)

که مقادیر $\hat{a}$ و $\hat{y}$ با روش حداقل مربعات معمولی برآورد می‌گردند. همچنین برای بررسی تناسب توزیع تابع توانی، مجموع مربعات خطای برآورد به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\epsilon_{fit} = \sum_k (p(k) - \hat{a}k^{-\hat{\gamma}})^2 \qquad \text{مدل (۱۱)}$$

بر اساس نتایج حاصل از برآورد با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی، مشخص میشود که زمانی که θ به اندازه ۰.۴ که به میزان آستانه مطلوب شناخته شده است. توزیع درجه‌های شبکه ویژگی آزاد از مقیاس را نشان می‌دهد. برای θ های مغایر با آستانه مطلوب، توزیع قانون توانی ضعیف می‌شود؛ چرا که میانگین خطای برازش افزایش می‌یابد.

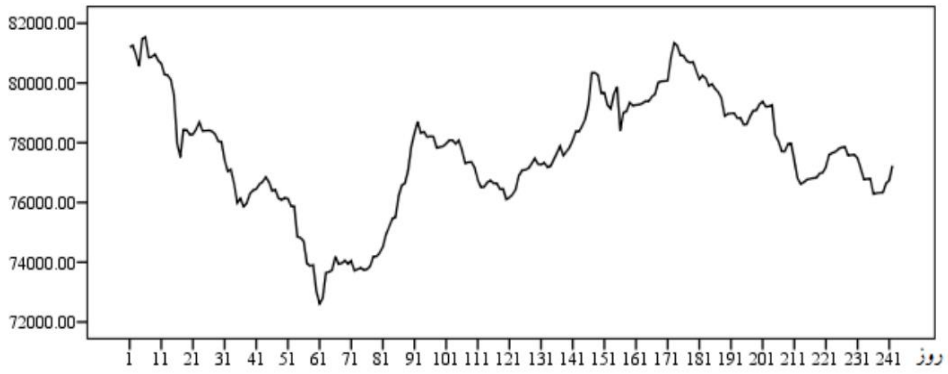
برای تعیین این که چگونه توزیع درجه‌های شبکه به خوبی با یک توزیع قانون توانی تقریب زده می‌شود، خطای برازش توزیع تابع توانی را محاسبه نموده و به تغییرات آن، زمانی که مقدار θ کاهش می‌یابد، توجه می‌شود.

این آزمون ساده برای هدف یافتن ویژگی نسبتاً مناسب تر آزاد از مقیاس بودن توزیع درجه با انتخاب θ کافی است. از این رو زمانی که θ =۰.۴ است، شبکه بازار صندوق‌های سرمایه‌گذاری دارای توزیع درجه توانی است و آزاد از مقیاس می‌باشد؛ در این صورت، صندوق‌های با شباهت بسیار نزدیک با یکدیگر و با اتصال بالا، نسبتاً کم هستند. ویژگی آزاد از مقیاس بودن شبکه بازار صندوق‌های سرمایه‌گذاری دلالت بر این دارد که بازار صندوق‌های سرمایه‌گذاری عمدتاً تحت تأثیر تعداد کمی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری قرار دارد و بدین روی، میتوان شاخصی را معرفی نمود که عملکرد بازار صندوق‌های سرمایه‌گذاری، بر اساس تعداد کمی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری که دارای تعداد نسبتاً زیاد اتصال (یال) هستند، منعکس شود.

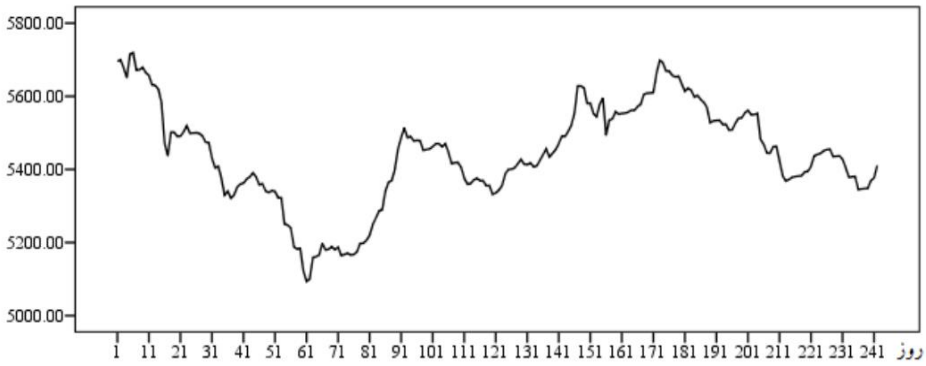
بدین ترتیب در شبکه ساخته شده با θ =۰.۴ ،سهام هایی را که دارای ۱۰ درصد با بالاترین درجه هستند، شناسایی می شوند که این سهام ها دارای بیشترین تعداد اتصال به دیگر سهام ها در بازار هستند. شاخص جدید با استفاده از ارزش بازاری سهام به صورت رابطه ۲ محاسبه می شود:

$$index = \frac{\sum_i [p_i \times share_i]}{mv\ base} \qquad (۲)$$

که p_i و $share_i$ به ترتیب برابر قیمت و تعداد سهام i (درصد سهام با بالاترین درجه صندوق) است و $mv\ base$ که برابر ارزش بازاری کل سهام در سال پایه است. با محاسبه شاخص صندوق‌ها، این شاخص با شاخص رایج بازار بورس اوراق بهادار تهران مقایسه می‌شود. برای سادگی، چون نرمال سازی برای شاخص صندوق های مشترک صورت نگرفته است، محدوده و برد شاخص‌ها یکسان نیستند. با این وجود، محاسبه همبستگی جفت‌های مختلف شاخص‌ها به صورت خودکار نرمال سازی را انجام می‌دهد. شکل ۳ و ۲ به ترتیب نمودار سری زمانی شاخص صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری و نمودار سری زمانی شاخص بازار بورس تهران را برای دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل (۲-۴): شاخص جدید مبتنی بر صندوق



شکل (۳-۴): شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران

به عبارت دیگر، این شاخص می‌تواند توسط صندوق‌های با درجه بالا تعریف شود. نهایتا می‌توان بیان داشت بر اساس تراکم شبکه (۰/۲۲) و همچنین مقدار ۰.۴= θ شبکه پیچیده در حوزه رفتار رمه‌ای صندوق‌های سرمایه-گذاری تایید می‌گردد.

۵- نتیجه‌گیری

شواهد بدست آمده از این تحقیق با توجه به رویکرد شبکه پیچیده بیان می کنند که در مقاطع زمانی هفتگی و در بازه زمانی ۱۳۹۳/۰۱/۰۱ لغایت ۱۳۹۸/۱۲/۲۹بازده روزانه بر مبنای لگاریتم طبیعی نسبت قیمت سهام، متغیر های بازده دارایی و بازده بازار نرمال و متغیر رفتار رمه ای نرمال نمی باشد. همچنین بر مبنای همبستگی ارتباط بین صندوق های مشترک سرمایه گذاری شکل گرفته و شبکه صندوق ها ایجاد شده است که با توجه به تتای

۰۴ و تراکم ۲۲. پیوندهای احتمالی صورت گرفته است بنابراین شبکه ی سست و گسسته ای نمی باشد. بنابراین به منظور شناسایی توزیع درجه در شبکه ایجاد شده لازم بود برای توزیع درجه ها وارائه شاخصی جهت رفتار رمه ای، از قانون توان پیروی شود که با ویژگی آزاد از مقیاس و بی مقیاسی نشان می دهد که در زمانی که θ =۰.۴ است آستانه مطلوب شناخته شده است توزیع درجه های شبکه ویژگی آزاد از مقیاس را نشان می دهند و بازار صندوق های سرمایه گذاری عمدتا تحت تاثیر تعداد کمی از صندوق های سرمایه گذاری قرار دارد. لذا می توان بیان نمود بر اساس تراکم شبکه و مقدار θ =۰.۴. شبکه پچیده در حوزه رفتار رمه ای صندوق های مشترک سرمایه‌گذاری تایید می‌گردد. برخی از تعاملات بشری، علت اساسی حباب های حدسی هستند که در کشورهای مختلف و در زمان‌های متفاوت تکرار شده اند. در واقع آن ها پارامترهای اساسی رفتار انسان را تفسیر می‌کنند. نظریه‌ها می‌توانند وابستگی سریالی تغییرات قیمت‌های حدسی به زمان را نشان دهند. تغییرات قیمت‌ها مداوم، پیوسته و در یک مسیر مستقیم است که جهت آن در روز بعد مشخص می باشد. این موضوع با شواهد تبعیت قیمت‌های سهام صندوق‌ها از گردش تصادفی، ناسازگار است. اما مدل های بازخورد ساده، همبستگی سریالی قوی را نشان نمی دهند. مدل ها نشان دادند که افراد به سرعت نسبت به تغییرات قیمت روز قبل واکنش نداده بلکه این واکنش به تدریج صورت می گیرد. روند افزایش قیمت ها در سال قبل، می تواند مردم راتشویق به خرید سهام نماید حتی اگر قیمت دیروز پایین باشد.

بر اساس نتایج فوق، به محققان در راستای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود به بررسی ارتباط هزینه های مبادلاتی سهام و بروز رفتار رمه وار در صندوق های سرمایه گذاری و همچنین به بررسی ارتباط بین گرایش های احساسی سرمایه گذاران و بازده سهام در شرایط رونق و رکود بازار بپردازند. و باید اذعان نمود که نبود تحلیل های کارشناسانه مناسب، فقدان شفافیت کامل اطلاعاتی در فرآیند انجام معامله و مواردی از این دست موجب می شود که سرمایه گذاران نهادی نیز به سمت پیروی از یکدیگر بروند لذا فراهم کردن بستری برای رشد و توسعه تحلیل گری مالی، اقتصادی و رفتاری ضرورت می یابد. وجود برخی از تغییرات در مدل انحراف معیار مقطعی بازده سهام نظیر استفاده از حداقل تغییرات بازده سهام ممکن است نتایج متفاوتی را نسبت به آن چه در این تحقیق حاصل گردید در بر داشته باشد لذا امکان ارائه پژوهشی با استفاده از سایر الگوهای مرتبط برای آزمون رفتار رمه وار در بازار بورس مفید فایده خواهد بود. در خاتمه، به منظور تبیین بیشتر پدیدهٔ رفتار رمه ای در بورس اوراق بهادار تهران، موضوع هایی برای مطالعه به علاقه مندان از قبیل بررسی تأثیر پدیدهٔ رفتار رمه ای سهامداران در بروز حباب یا سقوط قیمت اوراق بهادار؛ بررسی تأثیر پدیدهٔ تأثیر رفتار رمه وار بر شدت نوسان ها در بازار؛ مقایسه رفتار رمه ای سرمایه گذاران در مورد سهام شرکت های کوچک و بزرگ؛ بررسی رابطه بین شفافیت اطلاعاتی و شکل گیری رفتار رمه وار سهامداران، بررسی رفتار رمه وار سهامداران در تبعیت از عوامل مؤثر بر قیمت اوراق بهادار به غیر از عوامل فاما وفرنچ و مقایسه رفتار جمعی سهامداران در تبعیت از عامل بازار در صنایع مختلف، پیشنهاد می گردد.

فهرست منابع

* پورزمانی. (۲۰۱۲). بررسی رفتار توده وار سرمایه گذاران نهادی با استفاده از مدل کریستی و هوانگ در بورس اوراق بهادار تهران. دانش سرمایه‌گذاری, ۱(۳), ۱۴۷-۱۶۰.
* جعفری. (۲۰۱۹). بررسی شدت و ضعف رفتار توده‌وار با شیوه جدید مبتنی بر ارزش بازار سهام در بورس اوراق بهادار تهران. راهبرد مدیریت مالی, ۷(۳), ۸۳-۱۰۷.
* Brida, J. G., Matesanz, D., & Seijas, M. N. (2016). Network analysis of returns and volume trading in stock markets: The Euro Stoxx case. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 444, 751-764.
* Chan, K., Covrig, V., & Ng, L. (2005). What determines the domestic bias and foreign bias? Evidence from mutual fund equity allocations worldwide. *The Journal of Finance*, 60(3), 1495-1534.
* Chang, E. C., Cheng, J. W., & Khorana, A. (2000). An examination of herd behavior in equity markets: An international perspective. *Journal of Banking & Finance*, 24(10), 1651-1679.
* Christie, W. G., & Huang, R. D. (1995). Following the pied piper: Do individual returns herd around the market?. *Financial Analysts Journal*, 51(4), 31-37.
* Coletti, P. (2016). Comparing minimum spanning trees of the Italian stock market using returns and volumes. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 463, 246-261.
* D'Arcangelis, A. M., & Rotundo, G. (2021). Herding in mutual funds: A complex network approach. *Journal of Business Research*, 129, 679-686.
* Eberhard, J., Lavin, J. F., & Montecinos-Pearce, A. (2017). A network-based dynamic analysis in an equity stock market. *Complexity*, 2017.
* Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2009). *Modern portfolio theory and investment analysis*. John Wiley & Sons.
* George, S., & Changat, M. (2017, July). Network approach for stock market data mining and portfolio analysis. In *2017 International Conference on Networks & Advances in Computational Technologies (NetACT)* (pp. 251-256). IEEE.
* Jafari, A. (2019). Investigating the intensity and weakness of herding behavior with a new method Based on stock market value in Tehran Stock Exchange. *Financial Management Strategy*, 7(3), 83-107.(In Persian)
* Laloux, L., Cizeau, P., Potters, M., & Bouchaud, J. P. (2000). Random matrix theory and financial correlations. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3(03), 391-397.
* Long, W., Guan, L., Shen, J., Song, L., & Cui, L. (2017). A complex network for studying the transmission mechanisms in stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 484, 345-357.
* Majapa, M., & Gossel, S. J. (2016). Topology of the South African stock market network across the 2008 financial crisis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 445, 35-47.
* Khoshsirat, M., & Salari, M. (2011). a study on behavioral finance in Tehran stock exchange: examination of herd formation. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 32(1), 168-183.
* Pástor, Ľ., Stambaugh, R. F., & Taylor, L. A. (2015). Scale and skill in active management. *Journal of Financial Economics*, 116(1), 23-45.
* Pourzamani, Z. (2012). Appraising the Herding Behavior on Institutional Investors with Christie and Huang Model in Tehran Stock Exchange. *Journal of Investment Knowledge*, 1(3) ,147-160. (In Persian)
* Sharma, K., Shah, S., Chakrabarti, A. S., & Chakraborti, A. (2017). Sectoral co-movements in the Indian stock market: a mesoscopic network analysis. In *Economic foundations for social complexity*

science (pp. 211-238). Springer, Singapore.

* Zhang, Y., Cao, X., He, F., & Zhang, W. (2017). Network topology analysis approach on China's QFII stock investment behavior. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 473, 77-88.
* Zhao, L., Li, W., & Cai, X. (2016). Structure and dynamics of stock market in times of crisis. *Physics Letters A*, 380(5-6), 654-666.
* Zhong, T., Peng, Q., Wang, X., & Zhang, J. (2016). Novel indexes based on network structure to indicate financial market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 443, 583-594

Financial Economics
Vol. (13) Issue (51) Autumn 2024

Evaluating the herding behavior of individual investors in the Iranian capital market and the factors affecting it with a complex network approach

Alireza Borhanian Ghanad
PhD student, Department of management (Financial Engineering), Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Hassan Ghodrati Ghazaani
Assistant Professor, Department of Management (Financial Engineering), Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran (Responsible author).

Hossein Jabbari
Assistant Professor, Department of Accounting, Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Hossein Panahian
Associate Professor, Department of Management (Financial Engineering), Kashan Branch, Islamic Azad University, Kashan, Iran

Abstract
The present study aimed to evaluate the smooth behavior of individual investors in the Iranian capital market and the factors affecting it with a complex network approach. The statistical population of this research is limited to explaining the model, decision-making and selection of the optimal capital combination including 246 mutual funds in the Tehran Stock Exchange. The research method is based on the factors identified from the research sources and according to Christie and Huang model with emphasis on complex network, and Eviews and Matlab software to explain the model in which according to the research variables, and changes in cross-sectional stock returns of the method Arch and Garch have been used to calculate the herd-like behavior with a complex network approach. Finally, the results of this study show that the herd behavior in individual and institutional investors in the Iranian market has been approved in the period 1393 to 1398. It can be clearly seen.
Keywords: Complex network, Cross-sectional stock returns, Herding behavior