Archive of SID

فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال نهم/ شماره سی‌وپنجم/ پائیز ۱۳۹۹

ارزیابی ریسک سیستمی نظام بانکی از طریق مدلسازی توپولوژی شبکه بازار بین بانکی

طیبه زنگنه
دانشجوی دکتری مدیریت مالی، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
ta.zanganeh@gmail.com

محمدعلی رستگار
استادیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی مالی، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
(نویسنده مسئول)
Ma_rastegar@modares.ac.ir

کاظم چاوشی
استادیار و عضو هیأت علمی گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
K.chavoshi@khu.ac.ir

میرفیض فلاح شمس
دانشیار و عضوهیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحدتهران مرکز،گروه مدیریت بازرگانی، تهران، ایران
fallahshams@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۹/۱۲

چکیده

هدف این مقاله مدلسازی، شناسایی توپولوژی و تحلیل شبکه بازار بین بانکی ایران به منظور ارزیابی ریسک سیستمی با استفاده از سنجه های آماری است که در تئوری شبکه های پیچیده به کار می رود. به این منظور از اطلاعات مربوط به تعاملات فی مابین ۳۳ بانک و موسسه اعتباری فعال دربازار بین بانکی ایران از فروردین ماه ۱۳۸۹ الی شهریور ماه ۱۳۹۴ شامل ۶۶ ماتریس ماهانه استفاده شده است. بررسی دو سنجه توزیع تجمعی درجه و معیار شباهت نشان می دهد که شبکه بازار بین بانکی ایران از نوع شبکه بدون مقیاس بوده و توزیع درجه از توزیع پاور لاو تبعیت می کند. ارزیابی معیار شباهت بیان می کند که اگرچه شبکه بازار بین بانکی ایران در برخی از ماه ها با ضریب شباهت منفی دارای ساختار غیر مشابه است ولیکن با گذشت زمان این خاصیت تضعیف و معیار شباهت بزرگتر و به صفر نزدیک تر شده است. به عبارتی آسیب پذیری شبکه بازار بین بانکی ایران نسبت به ریسک سیستمی و سرایت مالی افزایش یافته است و در صورت بروز نکول ، بحران در شبکه به صورت دومینویی به کل شبکه تسری پیدا می کند. همچنین در صورت بروز مشکل و نکول در شبکه بیشترین آسیب پذیری از ریسک سیستمی متوجه بانک های تخصصی-دولتی و خصوصی شده بوده و بانک های خصوصی با توجه به حجم مبادلات بالا و جریان خالص منفی می توانند ریسک سیستمی قابل توجهی را به شبکه بازار بین بانکی منتقل کنند. همچنین شواهدی از بروز واسطه گری توسط بانک های خصوصی در شبکه مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: تئوری شبکه های پیچیده،توزیع درجه، معیار شباهت، شبکه های بدون مقیاس، سرایت مالی.

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

امروزه سیاستهای پولی یکی از سریعترین ابزارهای دولتها برای اعمال سیاستهای اقتصادی می باشد. در کشورهایی که بازارهای ثانویه و خرید و فروش اوراق بهادار از پویایی و انسجام کافی برخوردار نباشد، اتکای ابزار غیرمستقیم پولی بیشتر بر بازار بین بانکی خواهد بود. ضرورت و اهمیت بازار مزبور، بانک های مرکزی کشورهای مختلف را به سمت تأسیس و گسترش آن در درون بانک و یا در تشکیلات مجزا با هدایت و رهبری خود سوق داده است؛ زیرا بانک ها و مؤسسات مالی در انجام امور روزمره خود بعضا با کمبود منابع روبه رو می شوند (توکلیان،۱۳۹۰) بانک ها با ورود به بازار بین بانکی به منظور ایجاد موازنه بین سود آوری و مدیریت ریسک نقدینگی خود، متناسب با شرایط فعالیت های کوتاه مدت ، نسبت به تجهیز منابع از طریق این بازار و یا اعطای وام کوتاه مدت به سایر بانک ها اقدام می نمایند.

ولیکن علیرغم اینکه بازار بین بانکی ابزاری برای تخصیص کارای نقدینگی است، می‌تواند به وسیله سرایت مالی منجر به احتمال بروز ریسک سیستمی شود. ورشکستگی و نکول وناتوانی یک بانک می تواند به وسیله ارتباطات بین بانکی به دیگر بانک ها نیز سرایت کند (گونزالز آولا[1] و همکاران،۲۰۱۶). علاوه بر فرار بانکی و سرمایه گذاری در دارایی های مشترک، سومین منبع بروز ریسک سیستمی از قفل شدن مبالغ تبادل شده بین بانک ها یا همان بازار بین بانکی نشات می‌گیرد.

مطالعات تئوریک در این حوزه نشان می دهد که احتمال وقوع سرایت مالی توسط وام های بین بانکی و میزان ریسک سیستمی بستگی به ساختار بازار بین بانکی دارد. بنابراین تحلیل ساختار و توپولوژی شبکه و سنجه های موجود در آن یکی از راههای اندازه گیری ریسک سیستمی نظام بانکی است.

از این رو اندازه گیری ریسک سیستمی و سرایت مالی در بازار بین بانکی و در سیستم های پرداخت در مطالعات بین المللی به طور وسیعی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است (آ لدارسور و همکاران[2]،۲۰۱۷. آنجلینی[3]، ۲۰۰۲. باس و همکاران[4]، ۲۰۰۶. لوری و همکاران[5]، ۲۰۰۶. فورفین[6]، ۲۰۰۳ . لوری و جعفری[7]،۲۰۰۳. لوری و همکاران، ۲۰۰۶.)

در نتیجه تحقیقات انجام شده اثبات شده است که توپولوژی یک شبکه عملکرد و پایداری آن شبکه را تحت تاثیر قرار می‌دهد و میزان پایداری و ریسک سیستمی یک شبکه بستگی به ساختارآن شبکه دارد(نیومن ،۲۰۰۴. آلبرت و بارباسی ،۲۰۰۲ . ارول و ووهرا ، ۲۰۱۸). مجموعه عملیات مالی در بازار بین بانکی، یک سیستم پیچیده است که به طور طبیعی می تواند توسط شبکه یاگراف توضیح داده شود. مطالعات انجام شده تاکنون دو نوع شبکه در مورد تبادلات بین بانکی را مد نظر قرار داده اند: سیستم های پرداخت و بازار بین بانکی(میراندا و همکاران ،۲۰۱۴). در این مقاله تمرکز بر روی بازار بین بانکی است. جذابیت این بازار در تحقیقات آلن و گاله (۲۰۰۰) و فریاساس (۲۰۰۰) و تقویت شد و آنها از این بحث حمایت کردند که یکی از کانالهای سرایت مالی مبالغ پول مشترک و مبادله شده بین بانک ها در شبکه بین بانکی است. همانطور که آلن و گاله (۲۰۰۰) در مقاله خود مطرح کردند براساس مبالغی که یک بانک از بانک های دیگر قرض کرده است نکول و شکست یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

شرکت کنندگان بازار می‌تواند با ایجاد اثر دومینویی منجر به شکست و نکول بانک های دیگر شود. این مسئله ارتباط قوی و مهم بین توپولوژی شبکه و پایداری مالی را نشان می دهد(سیلوا و همکاران ، ۲۰۱۵).

از ارتباط بانک ها در بازار بین بانکی می توان یک شبکه طراحی کرد که راس های آن بانک ها و یال ها وام های فی مابین می باشد. مجموعه وام هایی که بین بانک ها دربازار بین بانکی مبادله می شود دارای ساختاری هستند که به طور طبیعی به وسیله تئوری شبکه قابل تفسیر می باشد. که در آن گره ها (بانک ها) به وسیله یک یال جهت دار (وام یا بدهی)یا بیشتر به یکدیگر متصل می شوند. بنابراین مشخصات یکپارچه مجموعه ای از روابط و تراکنش های بین بانکی می تواند توسط ویژگیهای آماری و توپولوژی شبکه مورد بررسی قرار گیرد. این امر ما را قادر می سازد که متدولوژی مناسبی جهت ارزیابی پایداری، خود سازمان دهی و فراوانی تعاملات و روابط مختلف بین بانک ها در اختیار داشته باشیم. همچنین ارزیابی توپولوژی شبکه بین بانکی ما را قادر می سازد که مقاومت کلی سیستم مالی را در مقابل شوک های بیرونی بررسی نماییم. با استفاده از تئوری شبکه و سنجه های آماری موجود می توان ارتباطات داخلی شبکه ای در سیستم بانکی از جمله وام های بازار بین بانکی شبانه را با به کارگیری سنجه هایی که از علوم کامپیوتر و فیزیک استخراج شده اند، کشف و بررسی کرد و مشخصات و ویژگی های ریز ساختاری بین بانکها را یافت (لوری و همکاران،۲۰۰۷).

در تئوری شبکه های پیچیده سنجه های آماری تعریف شده اند که که علائم توپولوژیکی و وزنی را با هم ترکیب می‌کنند و مشخصات آماری گره ها و ارتباطات را نشان می‌دهند و ارتباط بین مبالغ موزون و ساختارهای اساسی شبکه را بررسی می کنند و به وسیله آن ها توپولوژی شبکه مشخص می شود. این سنجه ها هر یک مفهوم خاص خود را داشته و در طول زمان قابلیت مقایسه دارند . در مقاله حاضر به بررسی وضعیت معیار توزیع درجه که جزو سنجه های تقریبا داخلی و معیار شباهت که جزو سنجه های کلی شبکه و دو معیار مهم برای شناخت ساختار اولیه شبکه هستند، پرداخته شده است.

علیرغم اهمیت بازار بانکی در مدیریت نقدینگی بانک ها و همچنین ابزاری کارآمد جهت اعمال سیاست های پولی بانک مرکزی و ضمنا خطر وجود ریسک سرایت و ریسک سیستمی در نتیجه تعاملات بین بانکی، تحقیقات اندک و انگشت شماری در این زمینه در ایران انجام شده است. لذا هدف اصلی این تحقیق شناسایی توپولوژی و ساختار شبکه بازار بین بانکی ایران با استفاده از روشهای آماری است که در تئوری شبکه های پیچیده به کار می رود. نوآوری این تحقیق بررسی ساختار بازار بین بانکی ایران با رویکرد طراحی و تحلیل تئوری شبکه پیچیده برای نخستین بار در ایران می باشد. لازم به ذکر است تعاملات بین بانکی شامل تبادلات وام های یک شبه ، سپرده های بانک ها نزد یکدیگر و بازار Repo و CDs ها می باشد. ولیکن به علت محدودیت اطلاعاتی موجود و عدم دسترسی به اطلاعات تمامی تبادلات و روابط بین بانکی در این تحقیق تمرکز بر مدلسازی با استفاده از اطلاعات بازار بین بانکی ریالی است.

در بخش دوم مفاهیم و مرور ادبیات موضوع توضیح داده شده است. در بخش سوم مدل سازی بازار بین بانکی با استفاده از تحلیل شبکه تشریح شده است. در بخش پنجم تحلیل نتایج تحقیق ارائه شده است و در آخر نیز نتیجه گیری و پیشنهاد برای تحقیقات آتی آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۲- مروری بر پیشینه تحقیق

یکی از بیم آورترین رخدادها در بانکداری، وقوع ریسک سیستمی است. بحران های بانکی دهه های پیش و در رأس آن ها بحران مالی ۲۰۰۷-۲۰۱۲ سبب شد تا بحث ریسک سیستمی در بازارهای مالی مورد توجه سیاست گذاران کلان اقتصادی قرار گیرد. ریسک سیستمی به رفتار دومینویی تحولات منفی در گستره اقتصاد ملی یا در مفهوم وسیعتر، اقتصاد جهانی اشاره دارد. ریسک سیستمی به خطر یک رویداد در سطح شرکت اطلاق می‌شود که می‌تواند به اقتصاد، سرایت و آن را متزلزل کند. بانک تسویه بین المللی(BIS) ریسک سیستمی را اینگونه تعریف می کند: خطر اینکه شکست یک مشارکت کننده در عمل به تعهدات خود، در قالب واکنشی زنجیره وار به نکول سایرمشارکت کنندگان منجر شود و مشکلات وسیع مالی پدید آورد (کمیته بال، ۱۹۹۴).

به طور کلی استقلال بانک ها از یکدیگر در سیستم بانکی به دلایلی از بین می‌رود. اولا، بانکها به علت مبادلات نقدینگی دربازار بین بانکی و قرض دادن وجوه مازاد به بانک هایی با کمبود نقدینگی، به یکدیگر مرتبط می‌شوند. همچنین به صورت غیر مستقیم آنها دارایی‌های مشابه و سپرده گذاران مشترک دارند و این امر مجددا آنها را به هم متصل می‌کند. در ادبیات ریسک سیستمی سه منبع اصلی برای شکست سیستمی مورد توجه قرار گرفته است.

۱) مورد اول، فرار بانکی[۸] است که زمانی رخ می‌دهد که سپرده گذاران و سرمایه گذاران برای برداشت سپرده های خود هجوم آورده و این امر منجر به فروپاشی سیستم بانکی می‌شود.
۲) حالتی است که بانک ها در دارایی های مشترک سرمایه گذاری می‌کنند. نکول به نسبت بزرگی در یک بانک می‌تواند منجر به افت قیمت آن دارایی شده و در توانگری مالی سایر بانک هایی که آن دارایی را نگه داری می‌کنند تاثیر نا مطلوب بگذارد.
۳) سومین منبع بروز ریسک سیستمی از قفل شدن مبالغ تبادل شده بین بانک ها یا همان بازار بین بانکی نشات می-گیرد.

وام دهی در بازار بین بانکی بسیار کوتاه مدت و معمولا یک شبه است و به بانک ها کمک می‌کند که در مقابله با کمبود نقدینگی خود و عمل به تعهدات و الزامات ذخایر خود توسط وام گرفتن از بانکی دارای مازاد نقدینگی کمک بگیرند. بنابراین این بازار یک ساختار امنیتی و بیمه مشترک برای بانک ها به وجود می‌آورد. اما از طرفی دیگر با ایجاد وجوه قفل شده بین بانکی، پتانسیل ایجاد اثر سرایت (knock-on) در صورت نکول وام گیرنده به ترازنامه و ذخایر بانک وام دهنده، ایجاد می‌شود. بنابراین توازنی بین بیمه مشترک و ریسک سیستمی بر روی پایداری کلی سیستم بازار بین بانکی وجود دارد(Iori et al., 2006). در ادامه به بررسی تحقیقاتی می پردازیم که با تمرکز بر منشا سوم و با رویکرد تئوری شبکه های پیچیده و بررسی توپولوژی شبکه به ارزیابی ریسک سیستمیک پرداخته اند.

بعد از تحقیقات نوآورانه بر روی شبکه های جهانی کوچک به وسیله وات و استروگاتز [۹] و شبکه های بدون مقیاس به وسیله باراباسی و آلبرت[۱۰] ، مطالعه بر روی شبکه های پیچیده مورد توجه روزافزون محققان قرار گرفت و تئوری شبکه های پیچیده به عنوان یک روش عمومی برای مطالعه مشخصات مشترک سیستم های

www.SID.ir

Archive of SID

پیچیده در دنیای واقعی مورد استفاده قرار گرفت و در فیزیک آماری، علوم اجتماعی، علوم زیست شناسی و سایر رشته ها رخنه کرد. کاربرد شبکه های پیچیده در سیستم های اقتصادی توانست در شناسایی روابط بین بنگاههای اقتصادی و بانکی مفید واقع شود.

بنابراین تحقیقات بسیاری به بررسی ریسک سرایت و ریسک سیستمی در سیستم بانکی از طریق استفاده از تئوری شبکه های پیچیده و مطالعه ساختار شبکه پرداختند. در این راستا ساختارهای توپولوژیک مختلفی با استفاده از تحلیل شبکه برای سیستم بانکی پیشنهاد گردید. به طور مثال ساختارهای بین بانکی کامل و نا کامل (ناقص) (آلن و گاله،۲۰۰۰) ، ساختار مرکز پول(ولز ،۲۰۰۲) ، شبکه تصادفی (لوری و همکاران ، ۲۰۰۶. لوری و جعفری ،۲۰۰۳) ، شبکه تصادفی نمایی (انگل و همکارن،۲۰۱۹). به علاوه تحقیقاتی نیز به این نتیجه رسیدند که پایداری سیستم بانکی به ساختار شبکه آن بستگی دارد(باس و همکاران،۲۰۰۴). بنابراین شناسایی ساختار شبکه سیستم واقعی بانکی بسیار مهم است. اما ساختار سیستم بین بانکی در دنیای واقعی کاملا با آن چیزی که محققان فوق به صورت تئوریک نشان دادند مطابقت ندارد. بنابراین شناسایی ساختارو توپولوژی شبکه بین بانکی در دنیای واقعی در تحقیقات بسیاری مورد توجه قرار گرفت. به طور مثال در کشورهایی مانند ژاپن، برزیل، انگلیس، آلمان، استرالیا، آمریکا، مجارستان و ایتالیا سیستم و شبکه واقعی بین بانکی مورد بررسی محققان قرار گرفته است(شاوولی و همکاران ،۲۰۱۰). در ادامه به ارائه نتایج تحقیقات در کشورهای مختلف می پردازیم.

سوما[11] و همکارانش در سال ۲۰۰۳ با استفاده از داده های تجربی نشان دادند که شبکه تجاری ژاپن دارای خاصیت بدون مقیاس است و توزیع درجه از توزیع پاورلا درجه دو تبعیت می کند. باس و همکارانش (۲۰۰۴) با تحقیقی که در بازار بین بانکی کشور استرالیا انجام دادند، نشان دادند که شبکه بین بانکی استرالیا دارای توزیع پاور لا درجه دو و دارای خاصیت کوچک جهانی می باشد. همچنین نشان دادند شبکه بین بانکی استرالیا دارای ساختار جامعه ای و چند درجه ای[12]، ضریب خوشه بندی و میانگین طول کوتاهترین مسیر پایین می‌باشد. خاصیت چند درجه ای ، به طور مشابه در بسیاری سیستم های بانکی دیگر از جمله اتحادیه انگلیس وآلمان نشان داده شد(ولز،۲۰۰۲. کراج و پیتر[13] ،۲۰۱۴) .

لابلوی[14] (۲۰۰۶) با بررسی توپولوژی سیستم پرداخت مبالغ بزرگ در مجارستان، هفت شاخص مرکزیت را از جنبه های مختلف برای بررسی ساختار شبکه پرداخت مجارستان تعریف کرد و نشان داد که ساختار شبکه پرداخت در ماه جون ۲۰۰۵ دائمی و ثابت شد. همچنین نشان داد که در این ساختار چند مرکز نقدینگی وجود دارد.

سوراماکی[15] و همکاران (۲۰۰۷) توپولوژی شبکه پرداخت های بین بانکی را در آمریکا مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شبکه دارای میانگین کوتاهترین مسیر کوتاه و اتصال کم میباشد و توزیع درجه نشان دهنده این بود که شبکه دارای خاصیت بدون مقیاس است. آنها به این نتیجه رسیدند که ویژگی های ساختاری شبکه بلافاصله بعد از ۱۱ سپتامبر ۲۰۰۱ به طور قابل ملاحظه ای تغییر کرده بود.

ساختار شبکه بین بانکی کشور ایتالیا توسط لوری در سالهای ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بررسی شد. نتایج تحقیقات نشان داد که شبکه تصادفی است و در طول زمان تغییر می کند. همچنین شبکه دارای دو جامعه می باشد یکی

www.SID.ir

Archive of SID

از جوامع شامل بانک های بزرگ و خارجی و جامعه دیگر شامل بانک های کوچک می باشد. این نشان دهنده این است که شبکه دارای ساختار جامعه ای است. شبکه به شدت ناهمگون است و بانک های بزرگ وجوه خود را از بانک های کوچک قرض می گیرند. آنها در تحقیق خود در سال ۲۰۰۷ ، الگو های واضحی در تغییر ساختار شبکه در طی سالهای مختلف را یافتند و نشان دادند که ساختار شبکه دارای توزیع درجه بدون مقیاس نیست لیکن از توزیع درجه شبکه تصادفی نیز بزرگتر است که نشان دهنده این امر است که تعداد کمی از بانک ها با تعداد زیادی از بانک ها تعامل دارند و اکثریت بانک ها با اقلیتی از بانک ها خاص تعامل دارند. در واقع سیستم دارای گروه کوچکی از بانک های بزرگ است که از تعداد زیادی از بانک های کوچک قرض دهنده ، وام می گیرند که این ساختار با این ویژگی مشکوک به بروز ریسک سیستمی می باشد. همچنین به این نتیجه رسیدند که وام دهی ترجیحی محدود است و جریان پول مستقیما از وام دهنده به وام گیرنده بدون واسطه منتقل می شود. ظاهرا بانک ها قادر به کسب سود کوتاه مدت از طریق قرض گیری از بانکی و قرض دادن آن پول به بانک دیگر در یک روز نمی باشند. این امر نشان دهنده کارایی بازار بین بانکی است.

بررسی های انجام شده بر روی شبکه بین بانکی کشور برزیل نشان داد که ساختار بازار بین بانکی این کشور دارای ساختار جامعه(مشترک) ضعیف و ناهمگونی بالا می باشد (تاباک و کاجرو ، ۲۰۰۸، تاباک و همکاران،۲۰۰۹). تاباک و همکارانش در سال ۲۰۰۹ شبکه بین بانکی برزیل را توسط روش حداقل درخت دربرگیرنده طراحی کردند و به این نتیجه رسیدند که بانک های خصوصی و خارجی تمایل به ایجاد خوشه در درون شبکه دارند و همچنین بانک ها با اندازه های مختلف به شدت با یکدیگر مرتبط بوده و تمایل به ایجاد خوشه دارند.

کراج و پیتر (۲۰۱۴) یک مدل پیرامون-هسته ای را توسعه دادند و نشانه هایی از ساختار چند درجه ای را در سیستم بانکی آلمان مشاهده کردند. پلتونن و همکارانش(۲۰۱۴) یک شبکه برای معاملات گواهی سپرده که دارای ساختار "جهان کوچک" و توزیع درجه بدون مقیاس است را پیشنهاد دادند. اخیرا، محققان تلاش کرده اند که روشها و مدلهای شبیه سازی را برای کشف و ایجاد مکانیزم ایجاد ساختار شبکه بازار بین بانکی به کار ببرند.

براساس تحقیقات فوق سیستم بانکی یک شبکه پیچیده است. اخیرا، محققان تلاش کرده اند که روشها و مدلهای شبیه سازی را برای کشف و ایجاد مکانیزم ایجاد ساختار شبکه بازار بین بانکی به کار ببرند. وان و همکاران (۲۰۰۶) یک مدل شبکه رشدی را برای توضیح پدیده توزیع two-power law در شبکه بین بانکی ارائه دادند.

لونتیدس[۱۶] و همکارانش(۲۰۱۸) به شبیه سازی سرایت مالی و آسیب پذیری شبکه بانکی با استفاده از تئوری شبکه های پیچیده پرداختند. آنها با استفاده از روش مونت کارلو سرایت بین بانکی را در قبال تغییرات عواملی از قبیل توپولوژی شبکه، اهرم، وابستگی داخلی، همگون بودن و ناهمگون بودن بانک ها از نظر اندازه شبیه سازی کردند.

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه بین ساختار شبکه با پایداری ومقاومت در مقابل سرایت مالی در تحقیقات لی و هی[17](۲۰۱۲)، لی[18](۲۰۱۳) و جورج[19] (۲۰۱۳) مطالعه شده است.

دی گانجی[20] و همکارانش (۲۰۱۸) نشان دادند که چگونه مقاومت یک شبکه مالی در مقابل شوک های بیرونی به ساختار های توپولوژیکی شبکه بستگی دارد. همچنین نشان دادند ریسک سیستمی شبکه نسبت به مشخصات شبکه بسیار حساس است.

آسمقلو[21] و همکاران (۲۰۱۵) رابطه ی بین ساختار شبکه مالی و احتمال نکول سیستمی ناشی از سرایت ریسک طرف مقابل را بررسی کردند و نشان دادند که سرایت در بازار بین بانکی منجر به ریسک سیستمی می شود. اگر شوک هایی که برای موسسات مالی اتفاق می افتد کوچک باشد، تراکم و ارتباطات قوی در شبکه مالی منجر به تقویت ثبات مالی می شود اما چنانچه شوک ها از مقدار مشخصی بزرگتر باشند ارتباطات داخلی قوی تر منجر به انتشار شوک و در نتیجه شکنندگی سیستم مالی می شوند. بنابراین مطالعه ساختار بازار بین بانکی و تغییرات آن یک موضوع مهم در این حوزه به شمار می رود.

نیر[22] و همکارانش(۲۰۰۷) با تغییر پارامترهای تعیین کننده ساختار شبکه مالی از قبیل سطح سرمایه گذاری، درجه ارتباط بانک ها با هم، اندازه وام های بین بانکی و درجه تمرکز سیستم، رابطه بین ساختار سیستم مالی و ریسک سیستمی را بررسی کردند. آنها نشان دادند که تاثیر درجه ارتباط بانک ها یکنواخت نیست، به این معنی که در ابتدا افزایش کوچک در ارتباطات اثر سرایت را افزایش می دهد اما بعد از یک حد آستانه مشخص، ارتباطات توانایی سیستم بانکی را برای جذب شوک ها تقویت می کند.

چندین تحقیق دیگر نشان دادند که چگونه سنجه های مختلف شبکه می تواند در ارزیابی ریسک سیستمی به کار رود. تاباک و همکارنش (۲۰۱۴) نشان داد که ضریب خوشه بندی جهت دار در شبکه های پیچیده می تواند به عنوان معیار اندازه گیری ریسک سیستمی استفاده شود. پاپا دیمیتریو[23] و همکارانش (۲۰۱۳) بانک های مرکزی یا اصلی را بانک هایی با بزرگترین درجه شناسایی کردند و بین بانک های بزرگ (از نظر اندازه) و مرکزی تمایز قائل شدند و نشان دادند بانک های مرکزی در شبکه مرکزیت دارند و برای نظارت و پایداری شبکه بسیار حیاتی هستند.

کارایوز[24] و همکارانش(۲۰۱۹) نشان دادند که معیار شباهت بالای شبکه دارای همبستگی مثبت با ریسک سیستمی شبکه است. آنها با استفاده از ساختارالگوریتم رتبه بندی بدهی[25] یک روش دقیق برای ارزیابی ریسک سیستمی ارائه دادند که تنها از مشخصه های نود های(بانک ها) شبکه مانند کل میزان وام دهی یا وام گیری به عنوان ورودی استفاده می‌کند. همچنین با استفاده از روش شبیه سازی مونت کارلو و داده های تجربی ساختار های شبکه را طراحی کردند. نتایج نشان داد که ساختار شبکه هایی با ریسک سیستمی بالا مشابه[26] است. به این معنی که بانک های پر ریسک معمولا در ارتباط با بانک های پر ریسک دیگر هستند. در مقابل شبکه هایی با ریسک سیستمی پایین دارای ساختار غیر مشابه [27]هستند و بانک های پر ریسک با بانک های پایدار ارتباط دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۱- پیشینه تحقیقات انجام شده در داخل کشور

رستگار و کریمی(۱۳۹۵) به تخمین ریسک سیستمی در بخش بانکی بازار بورس اوراق بهادار تهران با سنجه دلتا در معرض خطر شرطی به کمک مدل همبستگی شرطی پویا پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که ریسک سیستمی بازار در دوره موردبررسی وابستگی بالایی بابخش بانکی دارد. با معیار سنجه یاد شده، بانک های مورد مطالعه رتبه بندی شده و نشان داده شد که ین سنجه با نسبت اهرمی، سرمایه و ارزش در معرض خطر رابطه مثبت معناداری دارد.

آذری قره لر و رستگار(۱۳۹۴) ریسک سیستمی شرکت بر شرکت را در بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از سنجه دلتا در معرض خطر شرطی(CoVaR)، زیان مورد انتظار حاشیه ای(MES)، زیان مورد انتظار جز(CES)، زیان مورد انتظار سیستمی (SES)و وابستگی دنباله پایین (LTD)بررسی کردند.

ولیکن علیرغم اهمیت بازار بانکی در مدیریت نقدینگی بانک ها و همچنین ابزاری کارآمد جهت اعمال سیاست های پولی بانک مرکزی و ضمنا خطر وجود ریسک سرایت و ریسک سیستمی در نتیجه تعاملات بین بانکی، تحقیقات اندک و انگشت شماری در این زمینه در ایران انجام شده است.

شمسی نژاد(۱۳۹۵) در رساله خود تحت عنوان " طراحی بازار بین بانکی مبتنی بر فقه امامیه در نظام پولی و مالی ایران" از طریق آسیب شناسی صورت گرفته بر بازار فعلی بین بانکی و نیز مطالعه ساختار این بازار در کشورهای غربی و اسلامی از یک سو و نیز پژوهش های مناسب در حوزه های مالی اسلامی، اقدام به طراحی ساختار فقه امامیه نموده است.

توکلی(۱۳۹۵) در رساله خود به برآورد اثر نرخ بهره بین بانکی بر عملکرد سودآوری بانکهای ایران پرداخته است. مدلهای برآوردی نتوانستند رفتار نرخ سود در ایران را توضیح دهند و تأیید کننده فرضیه های تحقیق نیستند.

شاهچرا و طاهری(۱۳۹۷) به بررسی رابطه بین نرخ بازار بین بانکی و الزامات نقدینگی پرداختند و نشان دادند که نسبت پوشش نقدینگی رابطه مثبت و معناداری با نرخ بازار بین بانکی دارد.

همانطور که مشاهده شد در تحقیقات انجام شده داخلی، هیچ گونه تحقیق جامعی در خصوص بازار بین بانکی ریالی به خصوص شناسایی ساختار شبکه بازار بین بانکی و پایداری و کارایی آن با رویکرد تحلیل شبکه انجام نشده ست. خلاءهای تحقیقاتی موجود انگیزه مطالعه وتمرکز بر این موضوع را بیش از پیش نمایان می سازد.

۳- مدل سازی بازار بین بانکی با استفاده از تحلیل شبکه

تئوری شبکه های پیچیده مرز مشترک بین تئوری گراف و مکانیزم های آماری است که باعث میشود این حوزه دارای ماهیت چند رشته ای[۲۸] شود(کوستا و همکاران[۲۹]،۲۰۰۵) همانطور که توسط نیومن در سال ۲۰۱۰ بیان شد، یکی از مزایای برجسته استفاده از تئوری مبتنی بر شبکه این است که ما را قادر میسازد مشخصات ساختاری و توپولوژیکی روابط بین داده ها را بیابیم.

www.SID.ir

Archive of SID

تئوری شبکه پیچیده[۳۰] یک ابزار مهم برای مدلسازی سیستم های پیچیده است و توپولوژیهای متداول آن از قبیل گراف تصادفی اردوس- رنیی[۳۱]، شبکه جهانی کوچک [۳۲] شبکه بدون مقیاس[۳۳] و غیره می باشند. بازار بین بانکی دارای درجه بالایی از پیچیدگی و جزئیات است و دارای ساختارهای شبکه ای متنوعی از قبیل ساختار مرکز پول[۳۴]، بازار کامل[۳۵]، بازار نا کامل (ناقص)[۳۶] می باشد.

در بازاربین بانکی گراف جهت دار $G = (V, E)$ را تعریف می‌کنیم که در آن V مجموعه بانک ها را نشان می‌دهد و E نشان دهنده مجموعه روابط اعتباری بین بانک هاست. یک لبه یا بردار جهت دار $e_{i,j}$ بین دو نود $i, j \in V$ وجوددارد اگر و فقط اگر بانک i به بانک j وام داده باشد. فرض می‌کنیم تعداد کل بانک ها $|V| = N$ باشد، در آن صورت Ni نشان دهنده مجموعه از بانکهایی است که با بانک i همسایه هستند و $X = (x_{ij})_{N\times N}$ ماتریس مقیاس اعتباری بانک ها را نشان می‌دهد. که در x_{ij} آن نشان دهنده اعتبار و وامی است که از بانک i به بانک j داده شده است. Li نشان دهنده مقیاس یا توان اعتباری بانک i است به طوریکه (زو [۳۷] و همکاران،۲۰۱۶):

$$L = \sum_{1\le i \le N} L_i, L_i = \sum_{j:j\neq i} x_{ij} \qquad (۱)$$

$$L = \sum_{1\le i \le N} L_i, L_i = \sum_{j:j\neq i} x_{ij}$$

با استفاده ازاطلاعات وام های مبادله شده بین بانک ها که می‌تواند روزانه یا ماهانه باشد، برای هر روز یا هر ماه سه ماتریس قابل محاسبه است: ماتریس مجاورت[۳۸] A، ماتریس ارتباطات[۳۹] Cو ماتریس ارتباطات موزون[۴۰] W درایه aij در ماتریس A برابر با 0 خواهد اگر در روز یا ماه مورد نظر هیچ تراکنشی بین بانک i و j وجود نداشته باشد. اگر حداقل یک تراکنش وجود داشته باشد برابر با 1 خواهد شد. درایه Cij درماتریسC نشان دهنده تعداد تراکنش های بین بانک i و j در یک روز یا یک ماه می‌باشد. درایه Wij در ماتریس W نشان دهنده کل مبلغ وام مبادله شده بین بانک i و jدر یک روز یا یکماه را نشان می‌دهد.تعداد لینک های فعال درشبکه به صورت $N_l = \frac{1}{2}\sum_{ij} aij$ ،تعداد تراکنش ها $N_t = \frac{1}{2}\sum_{c_{ij}} c_{ij}$ و کل حجم مبادلات $V = \frac{1}{2}\sum_{ij} w_{ij}$ خواهد بود. تعداد بانک های فعال با اندیس Nb نشان داده می‌شود. سه ماتریس فوق به صورت گراف های بدون جهت تعریف می‌شوند به طوری که لینک ها دو طرفه هستند و $aij = aji$, $cij = cji$ و $wij = wji$. دسترسی به پایگاه داده کامل ما را قادر می‌سازد که ماتریس های متناسب با گراف های جهت دار را نیز محاسبه کنیم. می-توان ارتباطات جهت دار را با دنبال کردن جهت جریان پول بین بانک ها ایجاد کرد به طوریکه ارتباط (بردار) از فروشنده[۴۱] (قرض دهنده) خارج می‌شود[۴۲] و به خریدار[۴۳] وارد[۴۴] می‌شود. گراف جهت دار برای محاسبه ریسک سرایت و نکول سیستمیک در سیستم مفید تر از گراف بدون جهت است. بنابراین شش ماتریس دیگر می‌توان ایجاد کرد.

www.SID.ir

Archive of SID

A^b; A^l, C^b; C^l and W^b; W^l ، درایه های ماتریس (a^b ij) (a^l ij) نشان می‌دهد که آیا حداقل یک تراکنش در یک روز یا یک ماه خاص بین بانک i و j وجود دارد به طوریکه بانک i قرض گیرنده (قرض دهنده)۴۵ است.

درایه cb ij (cl ij) ماتریس ارتباطات نشان دهنده تعداد تراکنش ها در یک روز یا یک ماه خاص بین بانک i و j می باشد به طوریکه بانک i قرض گیرنده (قرض دهنده) است. درایه w^b ij (w^l ij) ماتریس ارتباطات موزون نشان دهنده مبلغ کل اعتبار(وام) در یک روز یا یک ماه خاص بین بانک i و j می باشد به طوریکه بانک i قرض گیرنده (قرض دهنده) است. واضح است که w^b ji=w^l ij . جریان بین دو بانک به صورت $f_{ij} = w_{ij}^l - w_{ij}^b$ تعریف می‌شود. اگر بانک در کل قرض دهنده(lender) باشد جریان مثبت خواهد بود(لوری و همکاران،۲۰۰۷).

برخلاف اینکه در تئوری گراف نمی توان به راحتی گراف ها را با یکدیگر مقایسه کرد که یکی از مشکلات تئوری گراف به شمار میرود، در تئوری شبکه های پیچیده سنجه های آماری تعریف شده اند که که علائم توپولوژیکی و وزنی را با هم ترکیب می‌کنند و مشخصات آماری نود ها و ارتباطات را نشان می‌دهند و ارتباط بین مبالغ موزون و ساختارهای اساسی شبکه را بررسی می‌کنند و به وسیله آن ها توپولوژی شبکه مشخص می شود. این سنجه ها در طول زمان قابلیت مقایسه دارند و می‌توان آن ها را مورد بررسی و مقایسه قرار داد و بنابراین تغییر ساختار شبکه را بررسی کرد. در این مقاله دو شاخص مهم توزیع درجه و شباهت شبکه بازار بین بانکی ایران را بررسی می‌کنیم.

۳-۱- معیار درجه

درجه[۴۶] هر نود در شبکه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$k_i = \sum_{j \in v(i)} a_{ij} \qquad (۲)$$

که نشان دهنده جمع مجموعه v(i) از همسایگان i است. به طوری که $v(i) = \{ j : a_{ij} = 1 \}$. درجه ورودی k^b (in-degree) و درجه خروجی k^l (out-degree) نود (بانک) i به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$k_i^b = \sum_{j \in v(i)} a_{ij}^b \quad k_i^l = \sum_{j \in v(i)} a_{ij}^l \qquad (۳)$$

در موضوع مورد بررسی این تحقیق، درجه معیاری برای اندازه گیری تعداد بانک هایی است که با یکدیگر تبادل وجوه دارند (یا در یک شبکه جهت دار به یکدیگر قرض می‌دهند یا قرض می‌گیرند). درجه در شبکه های تصادفی (که در آن ها تعداد N نود(بانک) به طور تصادفی و با احتمال f با یکدیگر در ارتباط هستند) دارای توزیع پواسون است.

www.SID.ir

Archive of SID

$$p(k) = \frac{e^{-\overline{k}}\,\overline{k}^{-k}}{k!} \qquad (۴)$$

به طوریکه متوسط درجه است. شبکه ها در دنیای واقعی به ندرت به طور خالص تصادفی هستند و متداولترین توزیع یافت شده برای درجه یا نمایی است $p(k) = e^{-k}$ یا پاور لا $p(k) = k^{-\gamma}$. شبکه با توزیع درجه پاور لا شبکه بدون مقیاس[۴۷] نامیده می‌شود.

۳-۲- معیار وابستگی[۴۸] یا شباهت[۴۹]

این معیار شباهت بین نود ها را اندازه گیری می‌کند و به صورت زیر تعریف میشود.

$$k_{nn,i} = \frac{1}{k_i}\sum_{j\in v(i)} k_j \qquad (۵)$$

اگر $k_{nn}(k) = \{k_{nn,i}\, \mathrm{I} k_i = k\}$ با k افزایش یابد آنگاه نود هایی با درجه بالا، تمایل به برقراری ارتباط با سایر نودهایی که دارای درجه ارتباط بالا هستند، دارند. این ویژگی ترکیب وابسته(مشابه)[۵۰] نامیده می شود. زمانی که $k_{nn}(k)$ با k کاهش یابد، حالت ترکیب غیر وابسته(غیر مشابه)[۵۱] خواهیم داشت و نودهای با درجه بالا دارای تعداد زیادی همسایه با درجه پایین خواهند بود. در حالیکه نودهای مقابل با نودهایی با درجه پایین نگه داشته میشوند.

در مسئله بازار بین بانکی، ترکیب مشابه نشان می‌دهد که بانک هایی که تعداد زیادی طرف معامله دارند تمایل به ایجاد ارتباط با بانک هایی دارند که آنها نیز با بانک های زیادی معامله و ارتباط داشته باشند.

۴- تحلیل نتایج

۴-۱- داده های تحقیق

این تحقیق از نظر نتایج تحقیق از نوع کاربردی و از حیث جمع آوری داده ها از نوع اسنادی یا کتابخانه ای می باشد. آمار مورد نیاز از داده های مرکز آمار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی ج.ا.ا جمع آوری و تجزیه و تحلیل شده است. روش تحقیق به صورت مطالعه ساختار شبکه و محاسبه معیارهای تئوری شبکه که در بخش ۳ بیان شد و مقایسه با نتایج تحقیقات بین المللی می‌باشد.

پایگاه داده مورد استفاده مربوط به تعاملات فی مابین بانک ها دربازار بین بانکی ایران به صورت ماهانه از سال ۱۳۸۹-۱۳۹۴ می‌باشد. پایگاه داده مورد استفاده تحقیق مربوط به تعاملات فی مابین ۳۳ بانک و موسسه اعتباری فعال دربازار بین بانکی ایران از فروردین ماه ۱۳۸۹الی شهریور ماه ۱۳۹۴ به صورت ماهانه است که شامل ۶۶ ماتریس ماهانه می‌باشد. اطلاعات شامل مبلغ تجمعی وام های فی مابین در یک ماه و نرخ میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

موزون ماهانه بین هرجفت از بانک ها است. جهت انجام تجزیه و تحلیل ها و محاسبات شبکه ای از نرم افزار MATLAB 2017 و Excel استفاده شده است. ۳۳ بانک مورد بررسی در چهار دسته تفکیک و به شرح جدول ۱ می باشند.

جدول ۱- بانک ها و موسسات اعتباری مورد بررسی

دولتی تجاری	دولتی تخصصی	خصوصی شده	خصوصی	
ملی	مسکن	ملت	کارآفرین	شهر
سپه	کشاورزی	صادرات	سامان	گردشگری
پست بانک	صنعت و معدن	رفاه	اقتصاد نوین	حکمت ایرانیان
	توسعه صادرات	تجارت	پارسیان	موسسه توسعه
	قرض الحسنه مهر		پاسارگاد	ایران زمین
	توسعه تعاون		سرمایه	رسالت
			سینا	خاورمیانه
			آینده	قوامین
			دی	ایران و ونزوئلا
			انصار	موسسه کوثر

برای هر ماه از جامعه آماری شبکه وام هایی که بین بانک ها مبادله می‌شود ساخته و پارامترهای مربوطه محاسبه شده است. هچنین تفاوت عملکرد بانک ها با اندازه های مختلف و در چهار گروه (دولتی، تخصصی، خصوصی شده و خصوصی) مورد بررسی قرار گرفته است.

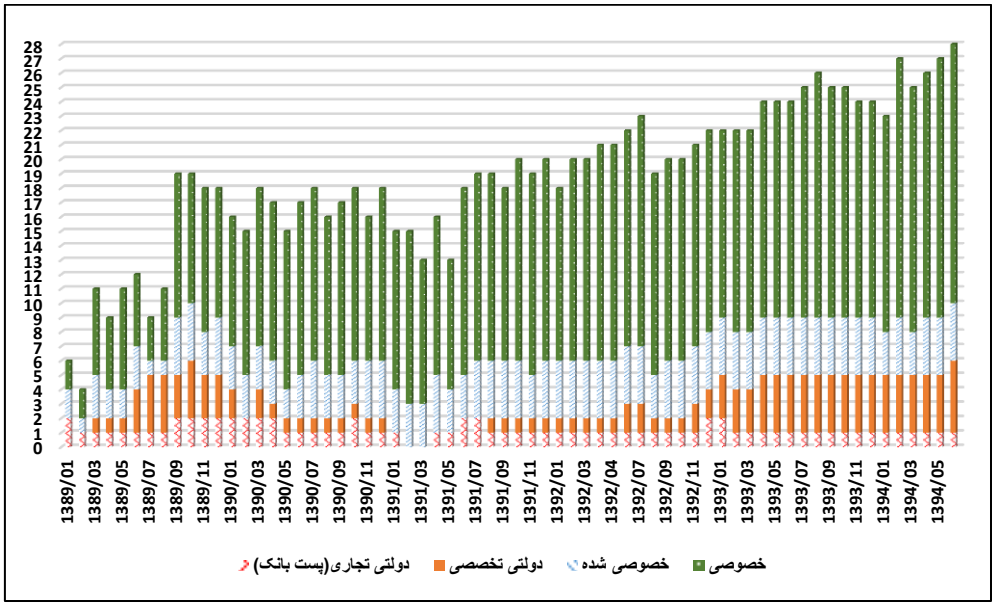
۴-۲- تحلیل توصیفی داده ها

بازار بین بانکی ریالی ایران درتیر ماه سال ۱۳۸۷ با تعداد ۱۰ عضو و حجم عملیات بازار، یعنی مجموع سپرده گذاری و سپرده پذیری، معادل ۸۵۰۰ میلیارد ریال کار خود را آغاز کرد. این رقم در سال های بعد و با افزایش تعداد اعضا به ۳۳ عضو، روند فزاینده ای داشته است. در شکل ۱ تعداد بانک های فعال به تفکیک هر ماه و نوع بانک نشان داده شده است.

همانطور که پیداست در ۶۶ ماه مورد بررسی، بیشترین شرکت کنندگان بازار مربوط به بانک های خصوصی بوده است. کمترین تعداد شرکت کنندگان مربوط به بانک های دولتی تجاری بوده است که همواره یک و در بعضی ماهها ۲ بانک بوده است. این امر نشان می‌دهد که بانک های دولتی در طی سالهای مورد بررسی تمایلی به مشارکت در بازار بین بانکی نشان نداده اند. که می‌تواند نشاندهنده این باشد که نیاز به نقدینگی احساس نکرده و نیز ترجیح به خرج کردن منابع خود در بازاری خارج از بازار بین بانکی داشته اند. بانک های خصوصی بیشترین حجم معاملات و بانکهای تجاری دولتی کمترین حجم معاملات را به خود اختصاص داده اند.

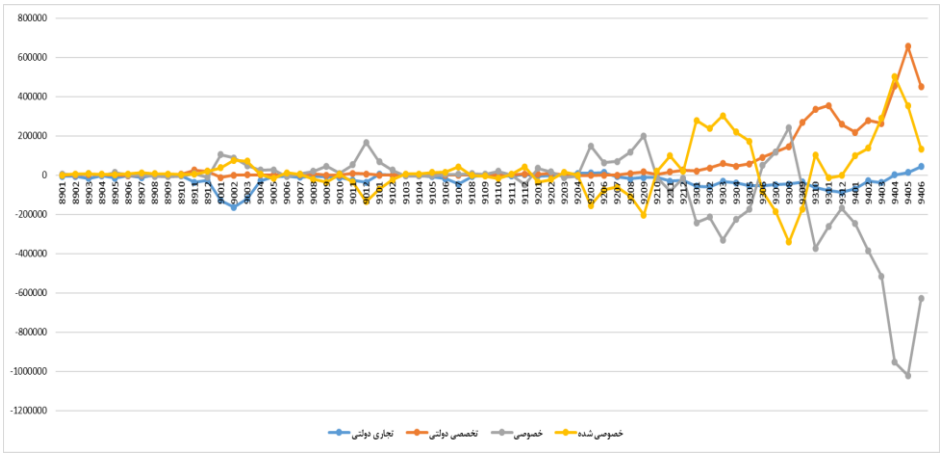
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تعداد بانک های فعال در شبکه بین بانکی

همانطور که در بخش ۳ ذکر شد جریان برای یک بانک به صورت $f_{ij} = w_{ij}^{l} - w_{ij}^{b}$ تعریف می‌شود. اگر بانک در کل سپرده گذار (سپرده پذیر) باشد جریان مثبت (منفی) خواهد بود.



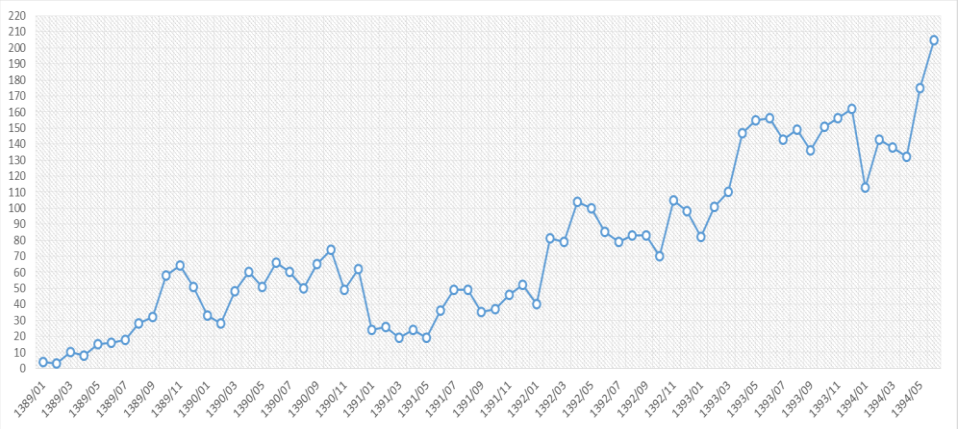
شکل ۲- جریان خالص به تفکیک نوع بانک

www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که از شکل ۲ پیداست بانک های خصوصی در سالهای ۹۲ به بعد دارای جریان منفی(سپرده پذیر)، بانک های تخصصی دولتی دارای جریان صفر یا مثبت(سپرده گذار)، بانک های دولتی تجاری دارای جریان منفی یا صفر وبانک های خصوصی شده علیرغم نوسان در دوره مورد بررسی عموما دارای جریان مثبت (سپرده گذار) بوده اند. این نتایج به طور کلی نشان می‌دهد که بانک های خصوصی شده و دولتی از نظر نقدینگی در وضعیت مطلوب بوده و بانک های خصوصی در کل با کمبود نقدینگی مواجه بوده اند و برای جبران کمبود نقدینگی به استقراض از بازار بین بانکی رو آورده اند. همچنین با توجه به نمودار جریان بانک های خصوصی و خصوصی شده می‌توان همسبتگی منفی بین دو نمودار در دو جهت مخالف را مشاهده کرد که نشان دهنده این است بیشتر معاملات بین این دو گروه از بانک ها شکل گرفته و نقدینگی بین این دو گروه از بانک ها جابه جا می‌شود.

شکل۳ تعداد روابط فعال به تفکیک ماه های مختلف را در کل شبکه نشان می‌دهد. حداقل لینک فعال در طی دوره بررسی ۳ و حداکثر ۲۰۵ بوده است. همچنان نتایج نشان می‌دهد در هر سال تعداد معاملات و روابط فی مابین بانک ها به تدریج از ماههای میانی سال تا ماههای پایانی سال افزایش و سپس در فرودین ماه سال بعد کاهش می یابد. این امر نشان دهنده این است که بانک ها در نیم سال دوم و در ماههای پایانی سال نیاز به نقدینگی بیشتر داشته و فعالیت خود را در بازار بین بانکی افزایش می‌دهند.



شکل ۳- تعداد لینک های فعال در هر ماه

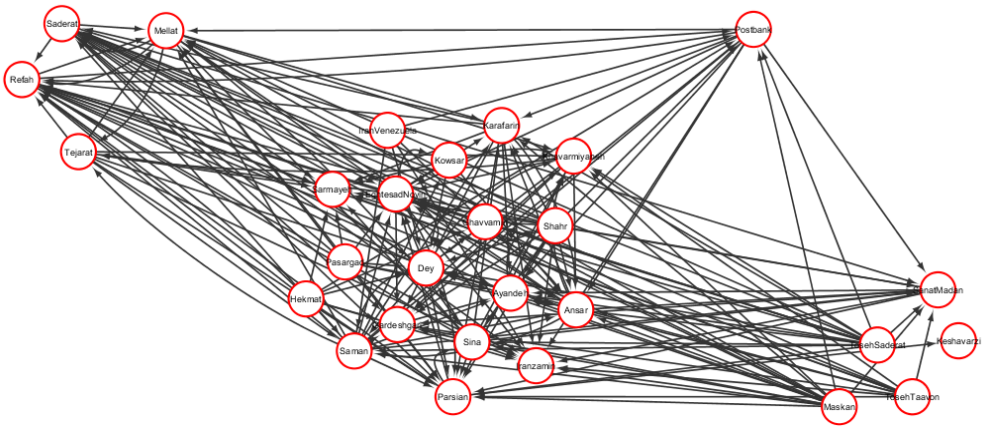
بیشترین تعداد معاملات توسط بانک های خصوصی با یکدیگر یا با سایر گروه های بانکی انجام شده است و در طی دوره روند کاملا صعودی داشته است. بانک های خصوصی شده که شامل ۴ بانک هستند و بانک های تجاری دولتی روند ثابتی در تعداد معاملات با سایر بانکها داشه اند. اما روند معاملات بانک های تخصصی-دولتی از اوایل سال ۱۳۹۳ شروع به رشد کرده و روند صعودی داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل های ۱ و ۳ نشان می‌دهند که نه تنها تعداد بانک های فعال در طی زمان افزایش یافته است بلکه تعداد لینک ها و معاملات نیز افزایش یافته است. می‌توان چنین برداشت کرد که تعداد معادلات بیشتر با مبالغ کمتر رخ داده است که کاراتر شدن مدیریت نقدینگی بانک ها را نشان می دهد.(باروسی[۵۲] و همکاران،۲۰۰۴).

یک روش دیگر برای تحلیل ساختار شبکه، تحلیل گراف شماتیکی شبکه است. شکل ۴ تصویر شبکه جهت دار بازار بین بانکی ایران را در ماه شهریور ۹۴ نشان می دهد. در گراف زیر که از نرم فزار Cytoscape 2018 استخراج شده است بانکها به تفکیک چهارگروه ذکر شده خوشه بندی شده اند. همچنین با توجه به جهت یال ها (انتقال نقدینگی از اعتبار دهنده به اعتبار گیرنده) مشاهده می شود که تراکم روابط در بین بانک های خصوصی بیشتر بوده و این بانک ها علاوه بر یکدیگر با بانک های خصوصی شده و دولتی -تخصصی مراوده اعتباری داشته اند. بانک های خصوصی شده و تخصصی-دولتی بیشترین روابط را با بانک های خصوصی داشته و ارتباط کمتری در گروه خودشان با یکدیگر دارند. نمودار این فرضیه را تقویت می کند که بانک های خصوصی به صورت واسطه عمل کرده و با هدف کسب سود اقدام به قرض کردن پول از بانک های تخصصی-دولتی و قرض دادن آن به بانک های خصوصی شده کرده اند. ولیکن با توجه به نمودار ۲، در نهایت خالص مراودات بین بانکی نشان دهنده این است که بانک های خصوصی درکل با کمبود نقدینگی مواجه و قرض گیرنده و بانکهای تخصصی دولتی با وضعیت مطلوب نقدینگی بیشترین حجم پول را در بازار بین بانکی قرض داده اند.



شکل ۴- شبکه بازار بین بانکی-شهریور ماه ۹۴، ۲۸ گره (بانک) و ۲۰۵ یال

در ادامه به محاسبه و بررسی دو فاکتور تعیین کننده ساختار شبکه و در نتیجه ارزیابی ساختار بازار بین بانکی ایران از منظر ریسک سیستمی می پردازیم.

www.SID.ir

Archive of SID

۴-۳- توزیع تجمعی درجه

یکی از روشهای تعیین ساختار شبکه بررسی تابع توزیع درجه شبکه است. نوع تابع توزیع درجه مشخص میکند که ساختار شبکه شبکه نرمال است یا بدون مقیاس. شبکه های تصادفی[۵۳] (شبکه هایی که با ایجاد روابط تصادفی بین نود ها به دست می آیند) دارای توزیع درجه با میانگین و واریانس[۵۴] مشخص و محدود هستند. در ساختار شبکه تصادفی هیچ قطبی[۵۵] وجود ندارد و سیستم در مقابل شوک و حمله های بیرونی مقاوم است. بر عکس شبکه های بدون مقیاس [۵۶] (شبکه هایی که توزیع درجه آنها پاور لا است) به شدت در مقابل حملات بیرونی در نقاط قطبی شبکه آسیب پذیر اند(آلبرت و همکاران، ۲۰۰۰). شوک ها که به طور همزمان بخشی از قطب ها را از بین می‌برند، می توانند منجر به فروپاشی شبکه بدون مقیاس شوند. اما شبکه های تصادفی در صورتی که تعداد اندکی از قطب ها به طور همزمان حذف شوند، می‌توانند خود را سریعا بازسازی و بهبود بخشند. همچنین شبکه های بدون مقیاس به شدت در مقابل اپیدمی‌ها نیز آسیب پذیر هستند(باردلمی[۵۷]و همکاران،۲۰۰۵). در شبکه های تصادفی، اپیدمی ها (شکست های پی در پی) زمانی در کل شبکه تسری پیدا می‌کنند که تعداد نود هایی که درگیر آن می‌شوند از یک حد آستانه[۵۸] بیشتر باشد. زیر این حد آستانه این اپیدمی ها از بین می‌روند و آسیبی به شبکه نمی‌رسانند. اما بالای حد بحرانی و آستانه، بحران به طور نمایی به کل شبکه گسترش میابد. شواهد اخیر نشان می‌دهد که حد آستانه برای اپیدمی ها در شبکه های بدون مقیاس صفر است و به محض اینکه یک نود گرفتار شود این بحران به شبکه سرایت پیدا می‌کند(لوری و همکاران،۲۰۰۷). بنابراین ساختار شبکه میزان پایداری را نشان می دهد.

جدول ۲ تحلیل توصیفی متوسط درجه در شبکه بین بانکی ایران را نشان می دهد.

جدول ۲- تحلیل توصیفی معیار متوسط درجه

معیار	میانگین	میانه	مینیمم	ماکزیمم	انحراف معیار	skewness	kurtisos
تعداد گره های شبکه (بانک ها)	19.106	19.500	4.000	28.000	4.921	-0.670	0.683
تعداد لینک های شبکه(روابط)	74.697	63.000	3.000	205.000	49.436	0.612	-0.543
متوسط درجه	3.523	3.472	0.667	7.321	1.732	0.259	-0.929

اگر K_i درجه بانک i باشد، درجه ورودی k^b (in-degree)و درجه خروجی k^l (out-degree) نود(بانک) i هستند به طوریکه $K= k^l + k^b$. احتمال درجه با تابع P(k) نشان داده می‌شود. تابع توزیع تجمعی به صورت زیر تعریف میشود:

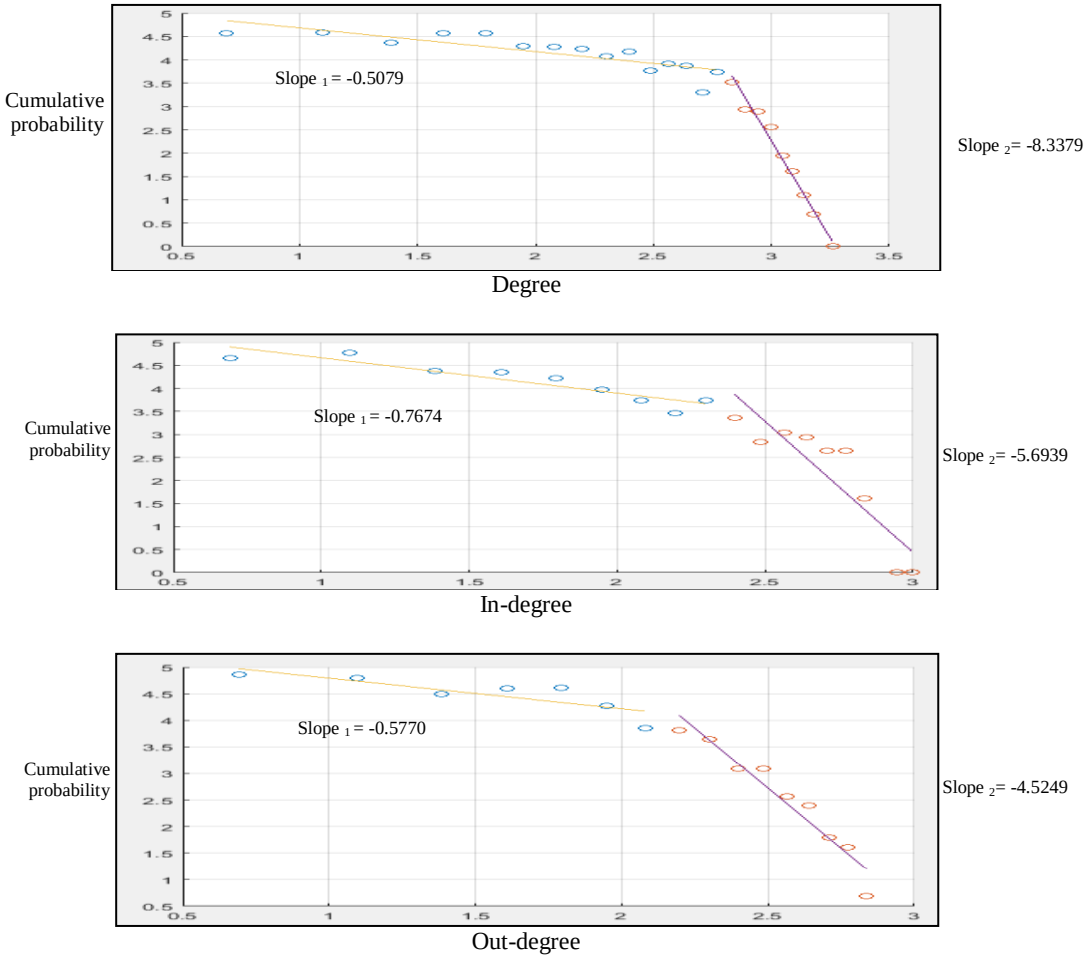
$$p_{cum}(k) = \sum_{k' \geq k} p(k') \qquad (۶)$$

که نشان دهنده تعدادی از بانک هاست که میزان درجه آن ها از k بیشتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

در ادامه به منظور تعیین نوع شبکه بازار بین بانکی ایران با ۳۳ نود به بررسی تابع توزیع درجه می پردازیم. مانند تمام شبکه های دنیای واقعی، توزیع درجه بازار بین بانکی ایران برای هر سه نمودار درجه کلی، درجه ورودی و درجه خروجی از توزیع پاور لاو پیروی می کند. شکل ۵ که از اطلاعات تجمیع شده ۶۶ ماتریس مجاورت به دست آمده است و به صورت نمودار log-log درجه و احتمال تجمعی است، توزیع درجه ها درشبکه بین بانکی برای درجه، درجه وردی و درجه خروجی نشان می دهد. در هر سه حالت توزیع درجه دارای دو بخش است که می‌تواند با درجه نمایی فیت شود. درنتیجه یک خط برای توزیع درجات کوچکتر و یک خط برای توزیع درجات بزرگتر با الگوریتم حداقل توزیع مربعات خطا موزون ترسیم می شود.



شکل ۵-توزیع درجه، درجه وردی و درجه خروجی

www.SID.ir

Archive of SID

برای مثال همانطور که در شکل فوق مشاهده می کنید، توان γ_1 در معادله $p(k) \propto k^{-\gamma}$ برای درجه کلی، درجه ورودی و خروجی به ترتیب برابر است با -0.5079 , -0.7674 ,-0.5770 . با توجه به نتایج به دست آمده شبکه بازار بین بانکی ایران جز شبکه بدون مقیاس[۵۹] و توزیع درجه از توزیع پاورلا تبعیت می‌کند و بنابراین نسبت به ریسک سیستمی و سرایت آسیب پذیری بیشتری دارد. نتایج فوق نشان می‌دهد که تعداد کمی از بانک های بزرگ که توان اعتباری و وام دهی بالایی دارند مالک سهم بیشتری از سپرده گذاری بازار بین بانکی هستند و تعداد زیادی از بانک های کوچک که مقیاس اعتباری کمتر و ضعیف تری دارند مالک سهم کمتری از سپرده گذاری بازار بین بانکی هستند. این ویژگی توپولوژیکی با نتایج به دست آمده در تحقیقات بازارهای استرالیا و ژاپن (سوما و همکاران،۲۰۰۳. باس و همکاران،۲۰۰۴) و یافته های ایناووکا و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. همچنین در تحقیقات دیگر توزیع درجه دارای توزیع درجه دو تایی است.(شاولی ۲۰۱۰).

توپولوژی شبکه (برای مثال شبکه های اینترنت، شبکه های اجتماعی، شبکه های ارتباطی و قدرت) بر روی پایداری و عملکرد شبکه موثر است. شبکه های تصادفی[۶۰] (شبکه هایی که با ایجاد روابط تصادفی بین نود ها به دست می آیند) دارای توزیع درجه با میانگین و واریانس[۶۱] مشخص و محدود هستند. در ساختار شبکه تصادفی هیچ قطبی[۶۲] وجود ندارد و سیستم در مقابل شوک و حمله های بیرونی مقاوم است. بر عکس شبکه های بدون مقیاس[۶۳] (شبکه هایی که توزیع درجه آنها پاور لا است) به شدت در مقابل حملات بیرونی در نقاط قطبی شبکه آسیب پذیر اند(آلبرت و همکاران، ۲۰۰۰). شوک ها که به طور همزمان بخشی از قطب ها را از بین می‌برند، می توانند منجر به فروپاشی شبکه بدون مقیاس شوند. اما شبکه های تصادفی در صورتی که تعداد اندکی از قطب ها به طور همزمان حذف شوند، می‌توانند خود را سریعا بازسازی و بهبود بخشند. همچنین شبکه های بدون مقیاس به شدت در مقابل اپیدمی‌ها نیز آسیب پذیر هستند(باردلمی و همکاران،۲۰۰۵). در شبکه های تصادفی، اپیدمی ها (شکست های پی در پی) زمانی در کل شبکه تسری پیدا می‌کنند که تعداد نود هایی که درگیر آن می‌شوند از یک حد آستانه[۶۴] بیشتر باشد. زیر این حد آستانه این اپیدمی ها از بین می‌روند و آسیبی به شبکه نمی‌رسانند. اما بالای حد بحرانی و آستانه، بحران به طور نمایی به کل شبکه گسترش میابد. شواهد اخیر نشان می‌دهد که حد آستانه برای اپیدمی ها در شبکه های بدون مقیاس صفر است و به محض اینکه یک نود گرفتار شود این بحران به شبکه سرایت پیدا می‌کند(لوری و همکاران،۲۰۰۷)

با توجه به نتایج فوق شبکه بازار بین بانکی ایران از نوع شبکه بدون مقیاس بوده و توزیع درجه از توزیع پاور لا تبعیت می کند. شبکه دارای چندین قطب است و در مقابل حملات بیرونی در نقاط قطبی شبکه آسیب پذیر می باشد. بنابراین شبکه بین بانکی ایران در طی سالهای مورد بررسی نسبت به ریسک سیستمی و سرایت آسیب پذیری زیادی داشته است.

۴-۴- شباهت (assortativity)

معیار شباهت که جزو سنجه های کلی شبکه به شمار می رود، نشان دهنده تمایل بانک ها(نود ها) به ایجاد روابط با بانک های (نود های) مشابه در شبکه است. ضریب شباهت r به صورت ضریب همبستگی پیرسون

www.SID.ir

Archive of SID

درجات نود ها در هر جفت از ارتباطات است. در این بخش ما ضریب همبستگی بین درجات ورودی و خروجی بین وام دهندگان و وام گیرندگان را محاسبه می کنیم. مقدار مثبت برای r نشان دهنده این است که دو نود که با هم ارتباط دارند دارای درجات مشابه هستند(نیومن،۲۰۰۳). در حالت کلی $r \in [-1,1]$ است. زمانی که r=1 شبکه دارای ساختار کاملا مشابه است و برعکس زمانی که r=-1 است شبکه کاملا غیر مشابه است که نشان دهنده این است که مراکز پولی یا قطب در شبکه بین بانکی وجود دارد. اگر i_u و k_u درجات دو نود باشند که در راس های لینک u شبکه G قرار دارند و $l = |\varepsilon|$ تعداد لینک های شبکه G باشد معیار شباهت شبکه بر اساس فرمول زیر محاسبه می شود(نیومن،۲۰۰۲).

$$r = \frac{l^{-1}\sum_{u\in E} i_u k_u - \left[\frac{l^{-1}}{2}\sum_{u\in E}(i_u + k_u)\right]^2}{\frac{l^{-1}}{2}\sum_{u\in E}(i_u^2 + k_u^2) - \left[\frac{l^{-1}}{2}\sum_{u\in E}(i_u + k_u)\right]^2} \qquad (۷)$$

براساس تحقیق سیلوا و زو (۲۰۱۲) بررسی الگوی ترکیب شباهت در شبکه های پیچیده برای تفسیر عملکرد نود ها و برای تحلیل ویژگی کلی شبکه بسایر حائز اهیمت است. در ساختار بازار بین بانکی شناسایی معیار شباهت به دلایل زیر دارای اهمیت است:

زمانی که شبکه ویژگی ترکیب غیر مشابه را نشان می هد یعنی زمانی که $r \to -1$ ، اکثریت بانک ها در شبکه در ارتباط با با بانک هایی با درجات غیر مشابه هستند. در نتیجه در چنین شبکه ای تعداد کمی از بانک ها روابط زیادی دارند(مرکز پول هستند). شروع یک مشکل و نکول در یکی از مراکز پول به طور مستقیم تعداد زیادی از بانک های شبکه را درگیر می کند. در این ساختار تعداد زیادی از بانک هایی که در ارتباط با مرکز پولی هستند با سرایت مالی مواجه شده و نکول را در کل شبکه پخش می کنند. از آن جاییکه در این ساختار مرکز پولی دارای ارتباطات زیاد[۶۵] هستند، قطر شبکه کوچک خواهد شد که این امر باعث تقویت پخش فرآیند سرایت در شبکه می‌شود. همچنین اگر یک بانک کوچک با درجه پایین نکول کند ، احتمالا بانکی که مرکز پول است را به طور مستقیم تحت تاثیر قرار می دهد. از آنجاییکه که احتمالا پوشش سرمایه بانک بالا است زیان ناشی از نکول بانک های کوچک در مرکز پول جذب می شود. همینطور آثار زنجیره ای نکول های پیاپی توسط مرکز پول حفظ می‌شود.

زمانی که شبکه ویژگی ترکیب مشابه را نشان می دهد یعنی زمانی که $r \to 1$، انتظار داریم دو نوع خوشه یا جامعه در شبکه بین بانکی به وجود بیاید: جامعه نودهایی با درجات بالا و نودهایی با درجات پایین. در هر جامعه، تعداد لینک هایی که نود های یک جامعه را به هم ربط می‌دهند بیشتر از تعداد لینک هایی هستند که دو نود در دو جامعه مختلف را به هم ربط می‌دهند. در این نوع ساختار انتظار داریم که مرکز پول نداشته باشیم. جامعه که درجات بالا دارد تقریبا مشابه به یک گراف کامل[۶۶] است. به این علت که تعداد موسسات بزرگ

www.SID.ir

Archive of SID

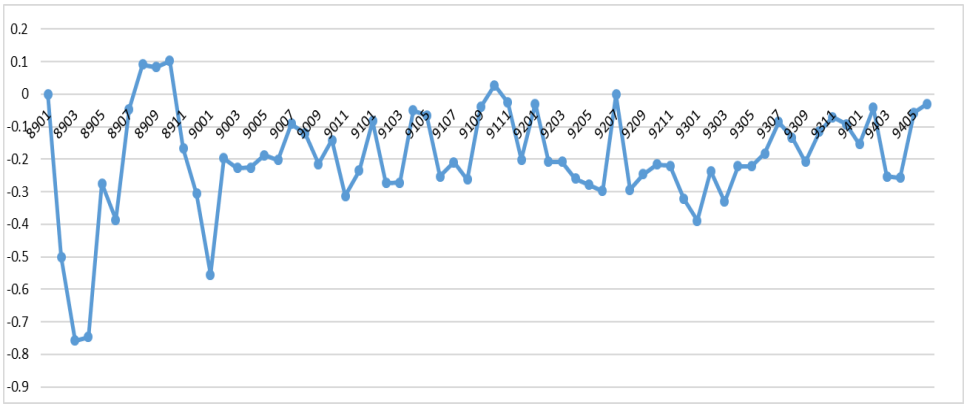
کم است و آنها تقریبا با جفت های مشابه خود در ارتباط هستند. همچنین این جامعه با تعداد لینک های کمی به جامعه ی دوم (جامعه با درجه ارتباط کمتر) در ارتباط هستند. بنابراین شبکه در این ساختار دارای قطر بزرگ است. اگر یکی از بانک های جامعه اول(جامعه با درجات بالا)، نکول کند، تمام همسایگان جامعه خود و تعداد کمی از بانک های جامعه دوم را تحت تاثیر قرار میدهد که با توجه به روابط کم بانکهای این جامعه آسیب پذیر تر هستند. چنانچه بانک های این گروه پوشش سرمایه کم و ریسک بیشتری داشته باشند تحت تاثیر نکول پیش آمده دچار بحران شده و فرآیند سرایت بحران آغاز می شود. از طرف دیگر اگر نکول در جامعه دوم اتفاق بیوفتد، این امر خیلی کم محتمل خواهد بود که نکول به جامعه اول سرایت کند. هرچند که با توجه به آسیب پذیری بانک ها، اثر دومینویی مانند حالت قبل در بین بانک های جامعه دوم ممکن است اتفاق بیافتد.

زمانی که در شبکه هیچ ترجیح ارتباطی وجود ندارد یعنی زمانی که $r \to 0$ ، انتظار داریم که شبکه خاصیت ترکیبی از مشابه و غیر مشابه داشته باشد. در چنین حالتی با هیچ ساختار جامعه ایی مشخصی مانند حالت قبل روبرو نیستیم. (سیلوا، ۲۰۱۶)

جدول ۳و شکل ۶ معیار شباهت برای شبکه بازار بین بانکی ایران را از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ نشان می دهد.

جدول ۳- تحلیل توصیفی معیار شباهت

معیار	میانگین	میانه	مینیمم	ماکزیمم	انحراف معیار	skewness	kurtisos
معیار شباهت	-0.197	-0.208	-0.758	0.102	0.162	-1.088	2.931



شکل۵- روند معیار شباهت شبکه

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان می‌دهد که در سه مقطع آبان، اذر و دی سال ۱۳۸۹ این معیار مثبت بوده است. در ماههای خرداد و تیر ۱۳۸۹ شبکه بین بانکی خاصیت غیر مشابه بیشتری داشته و با گذشت زمان خاصیت مشابه افزایش و با نزدیک شدن ضریب به صفر ویژگی مشابه قوی تر شده است. همانطور که از اطلاعات جدول ۲ پیداست میانگین و میانه معیار شباهت منفی بوده و بنابراین در کل شبکه بین بانکی ایران در اکثریت ماه های مورد بررسی دارای r منفی و ساختار غیر مشابه بوده است. به عبارت دیگر می‌توان گفت که شبکه دارای ساختار پیرامون- هسته[۶۷] بوده است و دارای یک یا چند بانک به عنوان مرکز پول می باشد و لیکن به مرور این خاصیت تضعیف شده است.

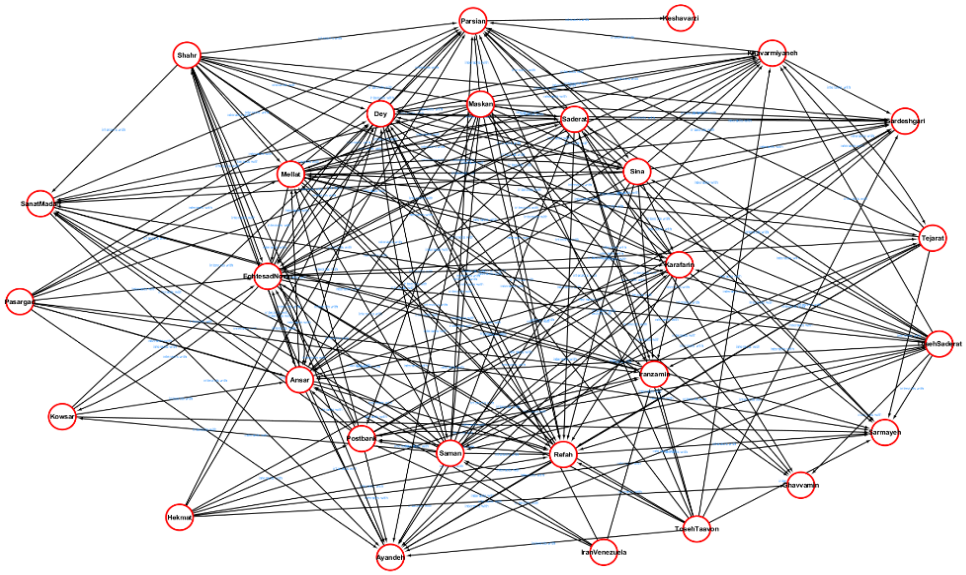
در ساختار غیر مشابه، بانک های پیرامونی به بانک هسته ای وصل هستند و بانک هسته ای با بقیه شبکه در ارتباط است و به عنوان واسطه فرآیند وام گیری و وام دهی عمل می کند و این امر باعث مقاومت شبکه بین بانکی میشود (سیلوا و همکاران،۲۰۱۵).

با توجه به موارد ذکر شده، شبکه بازار بین بانکی ایران دارای ساختار غیر مشابه است و این امر نشان میدهد که در شبکه مورد بررسی بانک هایی با درجه ارتباط بالا با بانک هایی با درجه کم (ارتباطات کم) متصل هستند. همانطور که در تحقیقات زو[۶۸] و همکاران(۲۰۱۲) و کارایوز و همکارانش(۲۰۱۹) نشان داده شده است در ساختارهای مشابه ریسک سیستمی بالاست و به عبارتی بانک های با ریسک بالا در معرض ارتباط با بانک های با ریسک بالا هستند. بنابراین هر چه شبکه ها به سمت ترکیب های مشابه نزدیک تر شوند مقاومت و پایداری شبکه کاهش می یابد. در شبکه های غیر مشابه ریسک سیستمی پایین تر و بانک های ریسکی با بانک های پایدارتر در ارتباط هستند.

با عنایت به موارد فوق شبکه بازار بین بانکی دارای ساختار غیر مشابه بوده است ولیکن با گذشت زمان این خاصیت تضعیف و معیار شباهت بزرگتر و به صفر نزدیک تر شده است. به عبارتی آسیب پذیری شبکه بازار بین بانکی ایران نسبت به ریسک سیستمی و سرایت مالی افزایش یافته است. نمایش شبکه بازار بین بانکی ایران در شهریور ۹۴ به صورت گرافیکی نیز نشان دهنده خاصیت خنثی از منظر معیار شباهت است. همانطور که از شکل ۶ پیداست بانک هایی با درجه بالا تمایل به برقراری ارتباط با بانک هایی با درجه بالا دارند و شبکه دارای ساختار پیرامون هسته نمی باشد. در این ساختار قطر شبکه بالا و در حدود ۴ می باشد و در صورت بروز نکول ، بحران در شبکه به صورت دومینویی به کل شبکه تسری پیدا می کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. شبکه بازار بین بانکی-شهریور ماه ۹۴، ۲۸ گره (بانک) و ۲۰۵ یال

۵- نتیجه گیری

در این مقاله با هدف شناسایی توپولوژی و تحلیل ساختار شبکه بازار بین بانکی ایران از تئوری شبکه های پیچیده که ترکیبی از تئوری گراف و شاخص های آماری است استفاده شده است. به این منظور از اطلاعات مربوط به تعاملات فی مابین ۳۳ بانک و موسسه اعتباری فعال دربازار بین بانکی ایران از فروردین ماه ۱۳۸۹الی شهریور ماه ۱۳۹۴ شامل ۶۶ ماتریس ماهانه استفاده شده است. برای هر ماه از جامعه آماری، شبکه تعاملات بین بانک ها شامل نوع ساختار و پارامترهای مربوطه محاسبه شده است.

در تحقیق حاضر به بررسی دو سنجه توزیع تجمعی درجه و معیار شباهت که جزو مهمترین سنجه های تاثیر گذار در توپولوژی، ساختار و پایداری شبکه هستند پرداخته شده و سپس با توجه به نتایج به دست آمده میزان ریسک سیستمی شبکه بازار بین بانکی ایران تحلیل شده است.

با بررسی معیار توزیع تجمعی درجه که جزو سنجه های ارزیابی داخلی شبکه میباشد، به این نتیجه میرسیم که شبکه بازار بین بانکی ایران مانند بسیاری از تحقیقات بین المللی که در کشورهای مختلف مانند ژاپن و استرالیا و ... انجام شده است از نوع شبکه بدون مقیاس بوده و توزیع درجه از توزیع Power-law تبعیت می کند. شبکه دارای چندین قطب است و به شدت در مقابل حملات بیرونی در نقاط قطبی شبکه آسیب پذیر می باشد. بنابراین شبکه بین بانکی ایران در طی سالهای مورد بررسی نسبت به ریسک سیستمی و سرایت آسیب پذیری زیادی داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج فوق با نتایج به دست آمده از بررسی سنجه معیار شباهت شبکه که جزو سنجه های کلی ارزیابی شبکه است همراستا است. در ساختارهای مشابه ریسک سیستمی بالاست و به عبارتی بانک های با ریسک بالا در معرض ارتباط با بانک های با ریسک بالا هستند. بنابراین هر چه شبکه ها به سمت ترکیب های مشابه نزدیک تر شوند مقاومت و پایداری شبکه کاهش می یابد. در شبکه های غیر مشابه ریسک سیستمی پایین تر و بانک های ریسکی با بانک های پایدارتر در ارتباط هستند. ارزیابی معیار شباهت بیان می کند که اگرچه شبکه بازار بین بانکی ایران با ضریب شباهت منفی دارای ساختار غیر مشابه است ولیکن با گذشت زمان این خاصیت تضعیف و معیار شباهت بزرگتر و به صفر نزدیک تر شده است. به عبارتی آسیب پذیری شبکه بازار بین بانکی ایران نسبت به ریسک سیستمی و سرایت مالی افزایش یافته است. تحلیل گراف شبکه نیز نشان می دهد، بانک هایی با درجه بالا تمایل به برقراری ارتباط با بانک هایی با درجه بالا دارند. در این ساختار قطر شبکه بالا و در حدود ۴ می باشد و در صورت بروز نکول ، بحران در شبکه به صورت دومینویی به کل شبکه تسری پیدا می کند.

تحلیل نتایج به تفکیک نوع بانک ها نشان داد که بانک های خصوصی حجم بالایی از مبادلات در بازار بین بانکی ایران و همچنان بیشترین بخش تعداد معاملات(تعداد لینک ها فعال شبکه) را به خود اختصاص داده اند. با بررسی شماتیک شبکه و با توجه به جهت یال ها (انتقال نقدینگی از اعتبار دهنده به اعتبار گیرنده) مشاهده می شود که تراکم روابط در بین بانک های خصوصی بیشتر بوده و این بانک ها با بانک های خصوصی شده و دولتی تخصصی مراودات داشته اند. بانک های خصوصی شده و تخصصی-دولتی بیشترین روابط را با بانک های خصوصی داشته و ارتباط کمتری در گروه خودشان با یکدیگر دارند.گراف شبکه این فرضیه را تقویت می کند که بانک های خصوصی به صورت واسطه عمل کرده و با هدف کسب سود اقدام به قرض کردن پول از بانک های تخصصی-دولتی و قرض دادن آن به بانک های خصوصی شده کرده اند. ولیکن با بررسی جریان خالص نقدینگی، بانک های خصوصی با جریان منفی نقش سپرده پذیری و بانک های خصوصی شده و تخصصی دولتی باجریان مثبت نقش سپرده گذاری را در شبکه بین بانکی ایران داشته اند.

بدیهی است که بانک های سپرده گذار بیشترین سهم از پذیرش ریسک سیستمی و بانک های سپرده پذیر بیشترین نقش در ایجاد ریسک سیستمی در شبکه را دارند. بانک هایی که درجه ورودی بالا دارند در ریسک سیستمی شبکه تاثیر دارند و چنانچه نکول کنند این نکول به بقیه شبکه سرایت می‌کند. این نوع بانک ها منشا بروز ریسک سیستمی در شبکه هستند. از طرفی بانک هایی که بیشترین درجه خروجی را دارند سهم بالایی از ریسک سیستمی شبکه را می‌پذیرند و هر لحظه ممکن است با نکول بانک های دیگر در بازپس گیری وجوه خود به مشکل بربخورند و لذا با ریسک نکول بالایی مواجه هستند.

بنابراین با توجه به ساختار شبکه که مستعد سرایت مالی در صورت وقوع بحران می باشد، در صورت بروز مشکل و نکول در شبکه به خصوص در بانک های خصوصی بیشترین آسیب پذیری از ریسک سیستمی متوجه بانک های تخصصی دولتی و خصوصی شده می باشد. بنابراین مهم ترین بخشی که بایستی توسط مراجع نظارتی و بانک مرکزی مورد مراقب قرار گیرد بخش بانک های خصوصی است زیرا این بخش از بانک ها با توجه به حجم

www.SID.ir

Archive of SID

مبادلات بالا و جریان خالص منفی می‌توانند ریسک سیستمی بالایی را به شبکه بازار بین بانکی و در نتیجه سیستم بانکی کشور منتقل کنند.

در پایان، لازم به ذکر است ساختار شبکه در طی زمان متغیر و با توجه به شرایط اقتصادی و وضعیت نقدینگی، نرخ بازار بین بانکی، شیوه های مدیریت نقدینگی بانک ها و سایر موارد تغییر و لذا ریسک سیتمی شبکه نیز متغیر خواهد بود. لذا به عنوان تحقیقات آتی، بررسی تاثیر شاخص های کلان اقتصادی در ساختار شبکه می تواند مورد بررسی قرار گیرد که مشخص می کند چه عواملی بر پایداری و ریسک سیستمی شبکه بازار بین بانکی ایران موثر هستند.

فهرست منابع

* آذری قره لر، آ.، رستگار، م.ع.، (۱۳۹۴). بررسی ریسک سیستمی شرکت بر شرکت در شرکت های بورس اوراق بهادار تهران، سومین کنفرانس مدیریت، اقتصاد، حسابداری .
* توکلی، م.، عبدالرحیمیان، م.، و رعیتی شوازی، علیرضا. (۱۳۹۵). برآورد اثر نرخ بهره بین بانکی بر عملکرد (سودآوری) بانکهای ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم انسانی ، دانشگاه علم و هنر.
* توکلیان، ح. (۱۳۹۰). بازار بین بانکی ریالی و قابلیت معرفی یک ابزار جدید سیاستگذاری پولی. تازه های اقتصاد، شماره صد و سی و سه، ۱۰۷-۱۰۴.
* شاهچرا، م.، طاهری، م.، (۱۳۹۷)، تاثیرات الزامات نقدینگی بر سیاست گذاری بانک مرکزی در بازار بین بانکی ایران، بیشت و هشتمین کنفرانس سیاست های پولی و ارزی.
* دستورالعمل اجرایی عملیات بازار بین بانکی ریالی، مصوب ۱۳۸۳.
* رستگار، م.ع. کریمی.ن. (۱۳۹۵)، ریسک سیستمی در بخش بانکی،مجله مدلسازی ریسک و مهندسی مالی، دوره ۱، شماره ۱، ص. ۱-۱۹.
* حاجیان، م.ر، (۱۳۸۵)،. بازار بین بانکی ایران، تهران، انتشارات پژوهشکده پولی و بانکی .
* درودیان، ح.، (۱۳۸۹)گزارشی از وضعیت بازار بی نبانکی در ایران ، مؤسسه ی مطالعات و تحقیقات مبین.
* شمسی، س.، موسویان، ع.، نیلی، ف.، طالبی، م.، صالح آبادی، ع.، (۱۳۹۵). طراحی بازار بین بانکی در نظام پولی و مالی ایران مبتنی بر فقه امامیه. رساله دکتری.
* Aldasoro, I., Gatti, D. D., & Faia, E. (2017). Bank networks: Contagion, systemic risk and prudential policy. Journal of Economic Behavior & Organization, 142, 164-188.
* Allen, F. and Gale, D. (2000). Financial contagion. Journal of Political Economy, 108:1–33.
* Acemoglu, D., Ozdaglar, A., and Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. American Economic Review, 105(2):564–608.
* Allen, F., Gale, D., (2000). Financial contagion, Journal of political economy 108 (1), 1–33.
* Albert, R., Jeong, H., Barabasi, A.L., (2000). Error and attack tolerance of complex networks. Nature 406,378.
* Barthelemy, M., Barrat, A., Pastor-Satorras, R., and Vespignani, A. (2005). Characteriza tion and modeling of weighted networks. Physica A, 346:34–43.

www.SID.ir

Archive of SID

* Barucci, E., Impenna, C., Reno` , R., (2004). The Italian overnight market: microstructure effects, the martingale hypothesis and the payment system. Research in Banking and Finance 4, 321–36
* Boss, M., Elsinger, H., summer, M., Thurner S.,(2007). Network topology of the interbank market, Quantitative Finance 4 (6), 677–684.
* Boss, M., Elsinger, H., Summer, M., Thurner, S., (2008), The Network Topology of the Interbank Market, Physica A.
* Costa, F., Rodrigues, L., Travieso, F.A., and Boas, P. R. V. (2005). Characterization of complex networks: A survey of measurements. Advances in Physics, 56(1):167–242.
* Castro Miranda, R. C., Stancato de Souza, S. R., Silva, T. C., and Tabak, B. M. (2014). Connectivity and systemic risk in the Brazilian national payments system. Journal of Complex Networks, 2(4):585–613.
* Craig, B., Von Peter,G., (2014). Interbank tiering and money center banks, Journal of Financial Intermediation 23 (3) 322–347
* Clauset, A., Shalizi, C.R., Newman, M.E., (2009). Power-law distributions in empirical data, SIAM review 51 (4). 661–703.
* Cajueiro, D.O, Tabak, B.M, (2008).The role of banks in the brazilian interbank market: Does bank type matter?, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 387 (27), 6825–6836.
* Di Gangi, D., Sardo, D., Macchiati, V., Minh, T. P., Pinotti, F., Ramadiah, A., ... & Cimini, G. (2018). Network Sensitivity of Systemic Risk. arXiv preprint arXiv:1805.04325.
* Erol, S., & Vohra, R. (2018). Network formation and systemic risk. Available at SSRN 2546310.
* Engel, J., Pagano, A., & Scherer, M. (2019). Reconstructing the topology of financial networks from degree distributions and reciprocity. Journal of Multivariate Analysis.
* Freixas, X., Parigi, B., and Rochet, J. (2000). Systemic risk, interbank relations, and liquidity provision by the Central Bank. Journal of Money, Credit and Banking 32(3):611-638.
* Georg, C.-P. (2013). The effect of the interbank network structure on contagion and common shocks. Journal of Banking and Finance, 37(7):2216–2228.
* González-Avella, J. C., de Quadros, V. H., & Iglesias, J. R. (2016). Network topology and interbank credit risk. Chaos, Solitons & Fractals, 88, 235-243.
* Iori, G., Jafarey, S., Padilla, F., (2006). Systemic risk on the interbank market. Journal of Economic Behaviour and Organization 61 (4), 525–542.
* Iori, G., Reno, R., De Masi, G. Caldarelli, G., (2007). Trading strategies in the Italian interbank market, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 376 467–479
* Ioria. G., Masib, G., Precupc, O.V., Gabbid, G., Caldarellifa, G.,(2007). A network analysis of the Italian overnight money market, Journal of Economic Dynamics & Control.
* Iori, G., De Masi,G., Precup, O.V., Gabbi, G. Caldarelli, G., (2007). A network analysis of the italian overnight money market, Journal of Economic Dynamics and Control 32 (1) , 259–278.
* Iori, G., Reno, R., De Masi, G., Caldarelli, G., (2007). Trading strategies in the Italian interbank market, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 376, 467–479.
* Krause, S. M., Štefančić, H., Zlatić, V., & Caldarelli, G. (2019). Controlling systemic risk-network structures that minimize it and node properties to calculate it. arXiv preprint arXiv:1902.08483.
* Leventides, J., Loukaki, K., & Papavassiliou, V. G. (2019). Simulating financial contagion dynamics in random interbank networks. Journal of Economic Behavior & Organization, 158, 500-525.
* Lee, S. H. (2013). Systemic liquidity shortages and interbank network structures. Journal of Financial Stability, 9(1):1–12.
* Li, S. and He, J. (2012). The impact of bank activities on contagion risk in interbank networks. Advances in Complex Systems, 15:1250086.

www.SID.ir

Archive of SID

* Nier, E., Yang, J., Yorulmazer, T., and Alentorn, A. (2007). Network models and financial stability. Journal of Economic Dynamics and Control, 31(6):2033–2060.
* Newman, M. (2010). Networks: An Introduction. Oxford University Press, Inc., New York, NY, USA.
* Newman, M. E. (2002). Assortative mixing in networks. Physical Review Letters, 89(20):208701.
* Newman, M. E. J. (2003a). Mixing patterns in networks. Physical Review E, 67(2):026126.
* Newman, M. E. J. (2003b). The structure and function of complex networks. SIAM Review, 45:167–256.
* Papadimitriou, T., Gogas, P., and Tabak, B. M. (2013). Complex networks and banking systems supervision. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 392(19):4429–4434.
* Silva, T. C. and Zhao, L. (2012). Network-based high level data classification. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 23(6):954–970.
* Silva, T. C. and Zhao, L. (2015). High-level pattern-based classification via tourist walks in networks. Information Sciences, 294:109–126.
* Silva, T.C., Rubens Stancato de Souza, S., Tabak, B.M., (2015). Network Structure Analysis of the Brazilian Interbank Market, June.
* Shouwei Li , Jianmin He, Yaming Zhuang, (2010). A network model of the interbank market, Physica A 389, 5587–5593.
* Souma, W., Fujiwara, Y., Aoyama, H., (2003). Complex networks and economics, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 324 (1), 396–401.
* Soram¨aki, K., Bech, M.L., Arnold, J., Glass,R.J., Beyeler, W.E., (2007). The topology of interbank payment flows, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications 379 (1). 317–333
* Tabak, B. M., Takami, M., Rocha, J. M., Cajueiro, D. O., and Souza, S. R. (2014). Directed clustering coefficient as a measure of systemic risk in complex banking networks. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 394(0):211–216.
* Tabak, B.M., Cajueiro, D.O., Serra, T.R., (2009), Topological properties of bank networks: the case of brazil, International Journal of Modern Physics C 20 (08).1121–1143.
* Upper, C. (2011). Simulation methods to assess the danger of contagion in interbank markets. Journal of Financial Stability, 7(3):111–125.
* Wells, S. (2002). UK interbank exposures: systemic risk implications. Financial Stability Review, 13(12), 175-182.
* Xu,T., He,J., Li, S., (2016).A dynamic network model for interbank market, Physica A.
* Zhou, D., Stanley, H. E., D'Agostino, G., & Scala, A. (2012). Assortativity decreases the robustness of interdependent networks. Physical Review E, 86(6), 066103

یادداشت‌ها

[1] Gonzalez-avella
[2] Aldasoro
[3] Angelini
[4] Boss et a
[5] Iori et al., 2006
[6] Furfine
[7] Iori and Jafarey
[8] Bank run
[9] Watts and Strogatz
[10] Barabasi and Albert
[11] Souma

www.SID.ir

Archive of SID

[12] tiered
[13] Craig and Peter
[14] Lubloy
[15] Soramaki
[16] Leventides et al.
[17] Li and He
[18] Lee
[19] Georg
[20] De Gangi et al.
[21] Acemoglu
[22] Nier et al.
[23] Papadimitriou et al.
[24] Krause
[25] Debt Rank
[26] assortative
[27] disassortative
[28] Multidisciplinary
[29] Costa et al.
[30] Complex network theory
[31] Erdos-Renyi random graph
[32] small-world network
[33] scale-free network
[34] money center structure
[35] complete market
[36] incomplete market
[37] Xu et al.
[38] adjacency matrix
[39] connectivity matrix
[40] weighted connectivity matrix[1]
[41] seller
[42] Outcoming link
[43] buyer
[44] Incoming link
[45] borrowing (lending)
[46] Degree
[47] Scale free
[48] Affinity
[49] assortativity
[50] assortative
[51] disassortative
[52] barucci et al.
[53] Random Networks
[54] Finite mean and varinace
[55] hub
[56] Scale free Networks
[57] Barthelemy et al
[58] threshold
[59] Scale free networks
[60] Random Networks
[61] Finite mean and varinace
[62] hub
[63] Scale free Networks
[64] threshold
[65] Highly connected money centres

www.SID.ir

Archive of SID

[66] Complete (clique)
[67] Core-periphery
[68] Zhou et al.

www.SID.ir