



تحلیل ساختار شبکه نوآوری نانو ایران در حوزه سلامت

مرتضی محمودزاده^۱، محمود البرزی^۲، سهراب خلیلی شورینی^۲

1- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

2- استادیار گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

براساس سند راهبردی توسعه فناوری نانو، ایران می‌بایست طی یک دوره ده ساله و تا پایان سال 92 به رتبه پانزدهم در سه شاخص تولید علم، فناوری و بازار دست می‌یافت. کسب رتبه چهارم در تولید علم در سال 92 نشان از موفقیت چشم‌گیر این برنامه در شاخص علم بوده، اما دو شاخص دیگر علیرغم تمام تلاش‌ها از رتبه جهانی خوبی برخوردار نیستند. عدم دستیابی به هدفگذاری‌های انجام شده در شاخص‌های فناوری و بازار و یا به عبارتی، سرعت کم نوآوری در این حوزه با وجود نرخ بالای تولید علم، یک مساله پیچیده و پویاست که نیازمند استفاده از رویکرد سیستمی در تحلیل آن می‌باشد، از آنجا که این شبکه‌ها در قالب سیستم‌های پیچیده انطباقی مورد مطالعه قرار می‌گیرند، استفاده از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی در شناسایی ساختار آنها مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله ساختار شبکه نوآوری نانو ایران در حوزه سلامت را با روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده است که ساختار شبکه از نوع آزاد مقیاس می‌باشد و از آنجا که در این نوع شبکه‌ها، قدرت متمرکز است شبکه از کارایی لازم برخوردار نبوده و سرعت نوآوری در آن بسیار پایین است. لذا در کنار انواع سیاستگذاری‌های انجام شده برای توسعه فناوری نانو در کشور، سیاستگذاری هدفمند برای ارتقای سطح همکاری‌ها به گونه‌ای که ساختار شبکه به سمت ساختارهای کارآمد حرکت کند - تا سرعت نوآوری در آن افزایش یابد - یک ضرورت محسوب می‌شود.

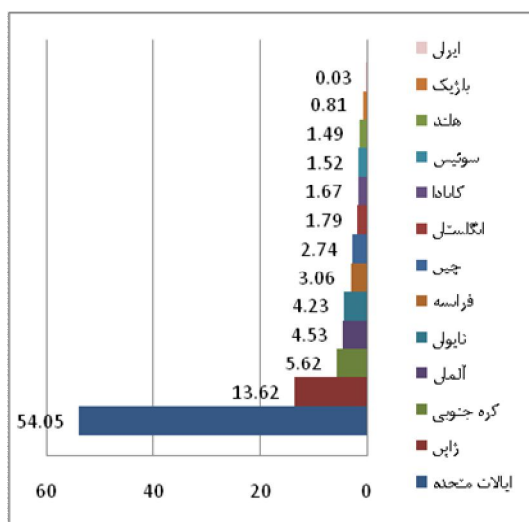
کلید واژه‌ها: شبکه نوآوری، ساختار شبکه، تحلیل شبکه‌های اجتماعی، شبکه نوآوری نانو

۱- مقدمه

جدید نوآوری‌های فناورانه می‌باشد و با توجه به دامنه نفوذ آن در صنایع مختلف از قبیل کشاورزی، غذایی، ساختمان، خودروسازی، بهداشت و سلامت و ... اهمیت سیاستگذاری جامع‌نگر در این حوزه را دو چندان کرده است. بر اساس سند چشم‌انداز تا سال 1393 ایران می‌بایست در سه شاخص تولید علم، فناوری و بازار در جایگاه پانزدهم دنیا قرار گیرد. هرچند در سال 92 شاخص کشور در تولید علم (شکل 1) به رتبه چهارم دنیا رسیده است، اما در شاخص توسعه فناوری

سند راهبردی توسعه فناوری نانو ایران در سال 1383 (طی یک برنامه ده‌ساله تا پایان سال 92 به همراه سه سند تکمیلی 1384-1386 و 1387-1389 و 1390-1393) تصویب شده و طی این مدت پیشرفت‌های چشمگیری در این حوزه صورت گرفته است. با توجه به اینکه فناوری نانو جزو فناوری‌های کلیدی آینده محسوب شده و محرک موج

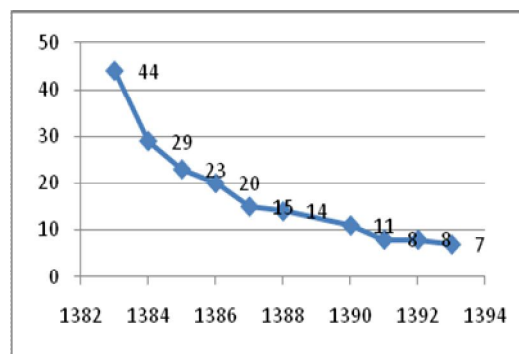
* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: mahmood_alborzi@yahoo.com



شکل ۲) سهم کشورها از ثبت اختراعات بین المللی [۴]

توسلی زاده [6] به ارزیابی برنامه ملی فناوری نانو ایران با استفاده از روش کارت امتیازی متوازن پرداخته‌اند و همچنین رضائی و همکاران [7] شناسائی و تحلیل موانع توسعه فناوری در بخش کشاورزی ایران را با استفاده از روش تحلیل عاملی و معادلات ساختاری انجام داده‌اند اما بر اساس تحقیقات صورت گرفته، در خصوص تاثیر ساختار شبکه نوآوری بر کارایی آن مطالعه چندانی در کشور صورت نگرفته، ضمن اینکه تحلیل این مساله با استفاده از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی، یک زمینه تحقیقاتی کاملا جدید در کشور می‌باشد. لذا تحقیق در مورد ساختار موجود شبکه نوآوری نانو شامل دانشگاهها، شرکتهای دانش بنیان، موسسات و آزمایشگاههای تحقیقاتی و همچنین بنگاههای اقتصادی که منبع تولید و انتشار دانش در این خصوص هستند می‌تواند به شناخت دقیق تر ساختار این شبکه و نقاط قوت و ضعف آن منجر شده و امکان بازنگری در سیاستگذاری‌های حوزه نانو به منظور سرعت بخشیدن به نوآوری در این حوزه را فراهم آورد. به عبارتی این تحقیق به مساله نوآوری از دید ساختار شبکه نوآوری پرداخته و به دنبال پاسخ به این سؤال است که ساختار شبکه نوآوری نانو ایران چیست؟ و چه راهکارهایی برای بهبود ساختار شبکه به منظور افزایش کارآئی آن وجود دارد؟ لذا در ادامه ابتدا مروری بر ادبیات موضوع در حوزه شبکه‌های نوآوری و تحلیل شبکه‌های اجتماعی خواهد شد، سپس ساختار شبکه

در همین سال در رتبه 44 و با سهم 0.03 درصد از سهم بازار جهانی قرار دارد که با توجه به سهم بسیار بالای کشورهای آمریکا، کره، چین، ژاپن، فرانسه و آلمان از سهم تولیدات فناوری‌های نانو، این رتبه و حتی ارتقاء چند پله‌ای در آن تغییر چندانی در موقعیت جهانی ایران در فناوری نانو ایجاد نخواهد کرد (شکل 2).



شکل ۱) رتبه ایران در چاپ مقالات ISI در حوزه نانو [۱]

پسچیدگی و پویائی این مساله، استفاده از رویکرد سیستمی در تحلیل عدم دستیابی به اهداف تعیین شده در شاخص‌های فناوری و بازار را اجتناب ناپذیر می‌کند. محققین حوزه سیستم‌ها [2، 3] ویژگی عمده رویکرد سیستمی در تحلیل مسائل را توجه به ساختار درونی آنها به جای پرداختن به زنجیره‌ای از عوامل بیرونی معرفی می‌کنند چرا که این نوع نگاه به سیستم امکان ایجاد تغییرات در ساختار آن با هدف ارتقاء کارایی را فراهم می‌کند.

البته روش ذکر شده در [3، 2] برای شناسائی ساختار سیستم‌ها، مبتنی بر پویائی شناسی سیستم است که یک روش تحلیل در سطح کلان بوده و در تحلیل مسائل نوآوری، آن را به عنوان خروجی فرآیند تحقیق و توسعه معرفی می‌کند، اما نگرش جدید به نوآوری که آنرا حاصل تعاملات بین اجزاء حاضر در شبکه نوآوری می‌داند - شناسائی تعاملات بین اجزا برای مطالعه ساختار سیستم را ضروری می‌داند.

هرچند صوفی و پورفتحی [5] با استفاده از جدول داده - ستانده به مطالعه ساختار اشاعه نوآوری بین بخش‌های اقتصادی ایران، تاییوان و چین پرداخته و قاضی‌نوری و

نوآوری نانو به منظور سیاستگذاری برای اصلاح آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲- پیشینه موضوع

مطالعه در مورد نحوه ظهور و انتشار نوآوری برای اولین بار توسط جوزف شومپتر¹ در سال 1912 در مباحث اقتصادی مطرح شد که به نقش برجسته شخص کارآفرین در اقتصاد تاکید داشت [8]. حدود 30 سال بعد یعنی در سال 1942، وی رشد صنایع آمریکا را حاصل تغییرات به وجود آمده در ساختار فرآیند تحقیق و توسعه در قالب آزمایشگاههای تخصصی شرکتها بزرگ دانست. حدود 40 سال بعد نیز یک تغییر دیگر در ساختار تحقیق و توسعه شرکتها بزرگ به وجود آمد و آن هم تعامل بین آزمایشگاههای تحقیق و توسعه و سایر کنشگران مانند دانشگاهها و سایر موسسات تحقیقاتی دولتی در قالب شبکههای نوآوری بود [8]. اما بررسی این شبکهها و تاثیر آنها در اقتصاد به صورت نظری، از اوایل دهه 90 میلادی مورد توجه محققین قرار گرفت. پیکا و فاکیلو² [9] یکی از دلایل عمده این تاخیر در بررسی نظری شبکههای نوآوری - را در مشکلاتی می دانند که نظریه بنگاهها³ (در قالب اقتصاد نئوکلاسیک و سازماندهی صنعتی) برای اقتصاد به وجود آورده است. آنها سه رویکرد متفاوت را در تئوری بنگاهها برای تشریح شبکهها بیان می کنند:

شبکهها به عنوان وسیلهای برای حداقل کردن هزینههای تحقیق و توسعه

شبکهها به عنوان وسیلهای برای حداقل کردن هزینههای تراکش⁴

شبکهها به عنوان وسیلهای برای خلق نوآوری

رویکرد امروز به شبکههای نوآوری که مبتنی بر رویکرد سوم است، مزیت اصلی شبکهها را، ایجاد فرصت نوآوری برای بنگاهها دانسته و آن را به عنوان یک فرآیند اجتماعی شامل تعاملات، ائتلافها و همکاریهای کنشگران مختلف معرفی می کند، به طوری که بنگاهها، شبکههای بین سازمانی را به عنوان یک بستر امن در مقابل عدم اطمینان و اوضاع نامساعد

کسب و کار دانسته و از آن برای دسترسی به منابع، کاهش عدم توازن در نشر اطلاعات، ایجاد قدرت چانه زنی بالا در مقابل سایر بخشهای بازار و افزایش قدرت لابی در مقابل دولت و استفاده از آن برای ارتقای توانمندیهای خود استفاده می کنند. نگاه به شبکهها به عنوان وسیلهای برای خلق نوآوری، با ظهور اقتصاد تکاملی نلسون و ویتتر⁵ [10] صورت گسترده تری به خود گرفت و با مطالعه این شبکهها در قالب سیستمهای پویا و به ویژه سیستمهای پیچیده انطباقی مورد توجه بیشتری قرار گرفت [11-14]. سیستمهای پیچیده انطباقی در پی انتقادات وارد بر تفکر سیستمی در خصوص خودسازماندهی⁶ و تکامل متقابل⁷ شکل گرفته و دارای ویژگیهای زیر هستند [15، 16]:

از مجموعه ای از اجزاء که دارای تعداد بسیار زیادی ارتباطات مقابل با یکدیگر هستند، تشکیل شده اند.

به جای مدلسازی سیستمهای پیچیده و غیرخطی با مجموعه از متغیرها و روابط علی، نحوه تعامل اجزاء (عاملها) را مورد بررسی قرار می دهند.

تکنیکی که طی سالهای اخیر جهت مطالعه ساختار سیستمهای پیچیده انطباقی مورد توجه قرار گرفته روش تحلیل شبکههای اجتماعی است [17-19]. چنانچه گفته شد برای مطالعه سیستمهای پویا ابتدا باید ساختار آنها مورد شناسایی قرار گیرد تا پس از ایجاد مدل پویا، با ایجاد تغییر در این ساختار بهبود لازم را در کارآئی سیستم به وجود آورد.

۲-۱ تحلیل شبکه های اجتماعی

تحلیل شبکه های اجتماعی به دنبال شناسایی ساختار روابط اجتماعی در یک گروه، با هدف مشخص کردن ارتباطات غیررسمی بین اعضاء است. اعضاء شبکه می توانند شخص، گروه، سازمان و یا حتی دولت ها باشند. معیارهای سنجش ویژگی های شبکه در همه انواع شبکهها از ماتریس همسایگی (وجود یا عدم وجود ارتباط بین کنشگران) استخراج می شود،

5- Nelson and Winter
6- Self-Organization
7- Co-evolution

1- Joseph Schumpeter
2- Pyka and Fagiolo
3- Firm Theory
4- Transaction Cost

منبعث از یک اصلاح جزئی در ساختار شبکه باشد و این تغییرات ممکن است برای کنشگرانی که فقط دانش محلی از شبکه دارند، قابل درک نباشد. با وجود اینکه کنشگران ممکن است از نتایج کلی حاصل از انتخاب‌های ارتباطی محلی خود آگاهی نداشته باشند، این مساله مورد علاقه تحلیل‌گران خط-مشی‌گذاری در شبکه قرار گرفته تا یک درک کلی از ساختار شبکه پیدا کنند و آن دسته از رفتارهای کنشگران را که اثر مخرب بر شبکه دارند را پیش‌بینی کنند. گیولیانی و بل⁵ [17] معتقدند، ساختار شبکه می‌تواند اثرات مهمی بر پویایی‌های جمعی یک سیستم داشته باشد، به عبارتی ساختارهای مختلف شبکه، مزایا و معایب جمعی مختلفی را دربر داشته و بر روند رشد سیستم اثر مستقیم دارد. گیولیانی و پیتروبللی [22] چهار نوع ساختار مهم را در شبکه معرفی می‌کنند که عبارتند از:

ساختار دسته

شبکه دنیای کوچک

شبکه هسته-پیرامون

شبکه آزاد مقیاس

ساختار دسته: یکی از توجهات اصلی تحلیل‌گران شبکه‌های اجتماعی، شناسایی زیر گروه‌هایی از کنشگران است که از میانگین ارتباطی بالایی نسبت به بقیه کنشگران در شبکه برخوردارند. دسته‌ها⁶، گروه‌هایی هستند که از حداقل سه عضو تشکیل شده‌اند که همگی بهم متصل هستند. [24] این نوع از شبکه‌ها دارای مزایای محیط مبتنی بر همکاری، بالا بودن اعتماد و به اشتراک گذاری منابع هستند. همچنین این شبکه‌ها، ساختار سلسله مراتبی داشته و منابع به صورت مساوی در آن توزیع شده‌اند. [25]

شبکه‌های دنیای کوچک: در عمل تعداد بسیار کمی از شبکه‌ها دسته‌های کامل هستند، بلکه اغلب آنها از دسته‌های کوچکتر که باهم همپوشانی ندارند تشکیل شده‌اند. در

که در دو بخش معیارهای مربوط به ویژگی‌های عامل‌ها و معیارهای کل شبکه دسته‌بندی می‌شوند. دسته اول معیارهای مربوط به ویژگی‌های عامل‌ها (این معیارها را معیارهای مرکزیت نیز می‌گویند) که اهمیت نسبی و اثرگذار بودن یک عامل را در شبکه نشان می‌دهد. دسته دوم معیارهای مربوط به ویژگی‌های شبکه هستند که وضعیت کلی شبکه را بیان کرده و ساختار آنرا مشخص می‌کنند [19].

۲-۲ تحلیل ساختار شبکه‌های نوآوری با استفاده از روش

تحلیل شبکه‌های اجتماعی

ژانگ و اوزدمیر¹ [20] با مطالعه تاثیر شبکه‌ها در حوزه نوآوری، بر نقش ساختار شبکه دنیای کوچک در انتشار نوآوری تاکید دارند. چانگ و هرینگتون² [21] نیز به موضوع ساختار شبکه و نقش آن در نوآوری از زاویه دیگری پرداخته‌اند. آنها بیان می‌کنند که ارتباط بین دو عامل در شبکه زمانی ایجاد می‌شود که یکی از آنها بخواهد از دیگری تقلید کند. گیولیانی و پیتروبللی³ [22] مزایای تحلیل شبکه‌ها در حوزه نوآوری را از دو بعد تحلیل موقعیت یک کنشگر در شبکه و همچنین تحلیل ساختار کلی شبکه مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها بیان می‌کنند که هرچند موقعیت یک کنشگر در شبکه، مزایا و محدودیت‌هایی را برای شبکه ایجاد کرده و می‌تواند علت مطالعه آن باشد، اما بسیاری اوقات رشد کلی شبکه (ساختار شبکه) - بجای مطالعه نقش یک عضو خاص - مد نظر محققین است (موضوع مورد بررسی در این مقاله). ساختار شبکه به نحوه ارتباط بین اعضاء در آن بستگی دارد، اما اعضاء شبکه بدون اطلاع از ساختار آن در شبکه به فعالیت می‌پردازند. بسته به موقعیت یک کنشگر در شبکه، حتی یک تغییر کوچک در یک لینک ارتباطی ممکن است منجر به تغییرات موثر در ساختار کل شبکه گردد. واتز⁴ [23] معتقد است که تغییرات بزرگ در ساختار یک سیستم می‌تواند

1- Zhong and Ozdemir

2- Chang and Harrington

3- Giuliani and Pietrobelli

4- Watts

5- Giuliani and Bell

6- Cliques

دارای چولگی به راست با یک دنباله سنگین است. که به این معنی است که بخش عمده‌ای از گره‌ها دارای درجه‌ای کمتر از میانگین بوده و تعداد اندکی از اعضاء دارای ارتباطاتی چندین برابر میانگین هستند که این ساختار معمولاً نتیجه دو مکانیزم همزمان زیر است [22]:

رشد جمعیت

ترجیح در انتخاب‌ها برای برقراری ارتباطات (ارتباطات ترجیحی)

ساختار سلسله مراتبی این شبکه نشان از تمرکز بالای منابع و سطح بالای آسیب‌پذیری آنها دارد.

۳- روش تحقیق

روش تحقیق از نوع پیمایشی-توصیفی است و داده‌های شبکه در قالب پرسشنامه و همچنین استفاده از بانک‌های اطلاعاتی ستاد فناوری نانو کشور جمع آوری شده است. برای پردازش و تحلیل داده‌ها از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده شده که در بخش تحلیل شبکه توضیح داده خواهد شد.

۳-۱ روش جمع آوری داده‌ها در تحلیل شبکه‌های اجتماعی

برای تحلیل شبکه‌های اجتماعی نیاز به جمع‌آوری داده‌های رابطه‌ای است. داده‌های رابطه‌ای از طریق سؤال از کنشگران شبکه در مورد رابطه آنها با سایر کنشگران به دست می‌آید. برای این منظور هم می‌توان از داده‌های ثانویه استفاده کرد و هم از طریق مصاحبه و سؤال مستقیم از کنشگران. اما از آنجا که داده‌های ثانویه همیشه در دسترس نیستند لذا بسته به حجم داده‌ها روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری داده‌های رابطه‌ای از طریق پرسشنامه ارائه شده است که عبارتند از [27,17,22]:

اگر اندازه جامعه محدود باشد (معمولاً کمتر از 100 کنشگر) بهترین روش جمع‌آوری داده‌ها روش لیست یادآوری⁶ است که در آن لیست کامل کنشگران شبکه ذکر شده و ارتباط هر کنشگر با سایرین در پرسشنامه پرسیده می‌شود. روش لیست یادآوری به دلیل اینکه لیست کاملی از کنشگران شبکه را در اختیار پاسخ‌دهندگان قرار می‌دهد

شبکه‌های کوچک، دسته‌ها می‌تواند با ارتباطات ضعیف به هم متصل شده باشند [24]. در شبکه‌های بزرگتر به این ویژگی ساختاری، دنیای کوچک¹ گفته می‌شود که دارای دو ویژگی همزمان زیر هستند [22]:

دارای چگالی محلی بالایی هستند که به این معنی است که کنشگران با همسایگان خود ارتباطات فشرده‌ای دارند (دسته‌های محلی) ارتباطاتی با کنشگران سایر دسته‌ها دارند (ارتباطات پوشای دسته‌ها)

بائوم² و همکاران [26] مزایای زیر را برای این شبکه بیان کرده‌اند:

دارای ساختارهای شبکه‌ای کارایی هستند، چرا که علی‌رغم اینکه از ارتباطات با چگالی نسبی کمتری برخوردارند، کنشگران شبکه از طریق تعداد نسبتاً کمتری از واسطه‌ها با یکدیگر مرتبط می‌شوند. این ساختار دارای مزیت برخوردار بودن از اعتماد محلی، محیط مبتنی بر همکاری، اجماع مشترک و مدل‌های ذهنی از طریق دسته‌های محلی متراکم است.

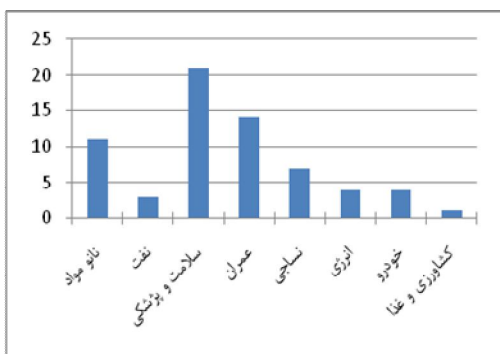
شبکه هسته-پیرامون: برخی دیگر از انواع شبکه هم دارای ساختار سلسله مراتبی بوده و هم کارآمد هستند که از جمله آنها ساختار «هسته-پیرامون»³ است. این ساختار از یک هسته کاملاً متراکم (مثلاً یک دسته) و مجموعه‌ای از کنشگران متصل به آن⁴ تشکیل شده که هم با هسته و هم با یکدیگر ارتباطات ضعیفی دارند [25]. این نوع از ساختار یک نوع از رابطه سلسله مراتبی بین کنشگران شبکه -به دلیل تقسیم‌بندی آنها- ایجاد می‌کند.

شبکه‌های آزاد مقیاس: نهایتاً یک ساختار سلسله مراتبی دیگر که در بسیاری از شبکه‌های واقعی دیده می‌شود، شبکه‌های آزاد مقیاس⁵ هستند. آزاد مقیاس به این معنی است که توزیع تعداد ارتباطات مستقیم (توزیع مرکزیت درجه) یک کنشگر

1 -Small World
2 -Baum
3- Core-Periphery
4- Hangers on
5- Scale Free

6- Foster-recall

آزمایشگاه‌ها طی سه نوبت (یکبار از طریق ستاد فناوری نانو و دو بار به صورت مستقیم توسط پژوهشگر) ارسال گردید.

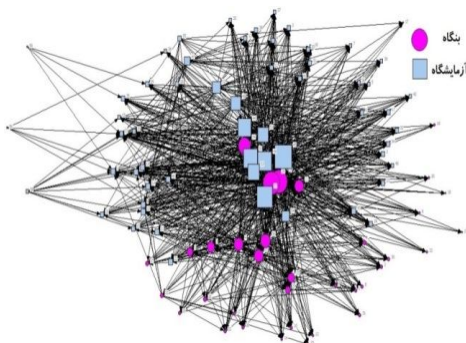


شکل ۳) تعداد محصولات ثبت شده در حوزه های مختلف

همچنین طی دو نوبت تماس تلفنی با کلیه 95 عضو جامعه تکمیل پرسشنامه به آنها یادآوری شد. نهایتاً 72 پرسشنامه تکمیل شده شامل 29 شرکت و 43 آزمایشگاه دریافت گردید.

۴- تحلیل شبکه نوآوری نانو در حوزه سلامت

اطلاعات جمع شده از اعضای شبکه در قالب پرسشنامه مطرح شده در بخش قبل را در قالب یک ماتریس همسایگی وارد نرم افزار netdraw کرده و شکل آنرا به صورت شکل 4 بدست آوردیم. گره‌های به شکل دایره بنگاه‌ها و گره‌های به شکل مربع آزمایشگاه‌ها را نشان می‌دهند. اندازه هر گره (بزرگ و کوچک بودن مربع‌ها و دایره‌ها) اندازه مرکزیت درجه آن را نشان می‌دهد. در ادامه تحلیل‌های مربوط به شناسایی ساختار شبکه آمده است.



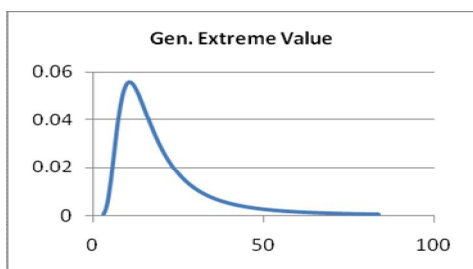
شکل ۴- ساختار شبکه نانو ایران در حوزه سلامت

بهترین و توصیه شده ترین روش جمع آوری داده در تحلیل شبکه‌های اجتماعی می‌باشد. همچنین این روش به دلیل اینکه کل شبکه را مورد مطالعه قرار می‌دهد امکان مطالعه ویژگی‌های ساختاری شبکه را به تحلیل‌گر می‌دهد. اما اگر تعداد کنشگران زیاد باشد (معمولاً بیشتر از 100 کنشگر) امکان مطالعه به روش لیست یادآوری امکان‌پذیر نبوده و یک شرط برای نمونه‌گیری از جامعه انتخاب می‌شود. این شرط می‌تواند اندازه بنگاه‌ها، یا حضور در یک بخش خاص از زنجیره تامین (نظیر شرکت‌های تولیدی) و یا شرکتهای حاضر در یک صنعت مشخص (در صورتی که صنایع مختلف در شبکه وجود داشته باشند) باشد. بعد از انتخاب نمونه می‌توان از روش لیست یادآوری برای جمع آوری داده‌های رابطه استفاده کرد.

بر اساس اطلاعات ستاد فناوری نانو تعداد آزمایشگاهها 1 و شرکتهای فعال ثبت شده در بانک اطلاعاتی این ستاد بالغ بر دویست مورد می‌باشد. با هدف محدود کردن تعداد اعضاء به منظور بررسی دقیق‌تر ساختار شبکه، و بر اساس اطلاعات ستاد نانو (شکل 3) حوزه سلامت با 21 محصول (که البته به این تعداد برخی محصولات تولیدی حوزه نانو مواد نظیر کلوتید نقره و حوزه نساجی مانند جوراب‌های آنتی باکتریال را نیز می‌بایست اضافه کرد)، ثبت شده در این ستاد، بیشترین تعداد تولید محصول را نسبت به دیگران داشت و به عبارتی فعالترین بخش نانویی کشور از جنبه تولید محصول محسوب می‌شد، انتخاب گردید. به این ترتیب با محدود کردن اعضاء جامعه به شرکت‌ها و آزمایشگاه‌های فعال در حوزه سلامت لیستی متشکل از 36 شرکت و 59 آزمایشگاه تهیه شد.

به این ترتیب امکان جمع آوری داده‌ها از طریق روش لیست یادآوری فراهم گردید. سپس پرسشنامه تحقیق به همه 95 شرکت و آزمایشگاه ارسال گردید. به دلیل پراکندگی جغرافیایی اعضاء شبکه امکان جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه مقدور نبود و لذا، از یک پرسشنامه الکترونیک استفاده شد که از طریق ایمیل به کلیه شرکت‌ها و

1- منظور از آزمایشگاههای نانو کلیه مراکز تحقیقاتی فعال در حوزه نانو می‌باشد.



شکل 5) توزیع فراوانی مرکزیت درجه شبکه

اما برای بررسی دقیق تر، برازش این توزیع را با استفاده از نرم افزار EasyFit به تمامی توزیع های ممکن مورد آزمایش قرار دادیم. نتایج حاصل از برازش این توزیع با توزیع GEV¹ در جدول 2 آمده است. برای مقادیر کوچکتر از 0.05 و مقدار بحرانی کوچکتر از 0.13746 فرض برازش مدل رد نشده و توزیع داده از نوع GEV پیروی می کند. این به این معنی است که شبکه نانو ایران -حوزه سلامت- دارای ساختار آزاد-مقیاس می باشد.

جدول 2) آزمون برازندگی توزیع آماری مرکزیت درجه با

توزیع GEV

کولموگروف-اسمیرنوف				
تعداد نمونه ۹۵				
مقدار آماره ۰.۱۳۶۰۲				
p-value ۰.۰۵۳۹۷				
۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۵	۰.۱	۰.۲
۰.۱۶	۰.۱۵	۰.۱۴	۰.۱۲	۰.۱۱
خیر	خیر	خیر	بلی	بلی
اندرسون-دارلینگ				
مقدار آماره ۲.۷۲۰۵				
۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۵	۰.۱	۰.۲
۳.۹۰	۳.۲۹	۲.۵۰	۱.۹۲	۱.۳۷
خیر	خیر	خیر	بلی	بلی

۴-۱-۴ هسته-پیرامون

برای سنجش ساختار شبکه از نوع هسته-پیرامون، از هر دو روش مبتنی بر طبقه بندی و همچنین روش پیوسته استفاده شد [29]. نتایج حاصل از روش مبتنی بر طبقه بندی (جدول 3) بیانگر چگالی هسته-هسته 0.342 می باشد که برای ارتباطات درون هسته چندان زیاد نبوده و چگالی 0.396 نیز برای

۴-۱-۱ شناسایی ساختار شبکه نانو ایران

همانطور که در بخش های قبلی اشاره شد شناسایی ساختار شبکه با تحلیل برخی معیارهای آن صورت می گیرد. برای محاسبه معیارهای چگالی شبکه، ضریب خوشه ای شدن، میانگین کوتاهترین مسیر و مرکزیت درجه از نرم افزار gephi استفاده شد و برای محاسبه معیارهای مربوط به شناسایی شبکه هسته-پیرامون از نرم افزار ucinet استفاده گردید به این دلیل که بغیر از نرم افزار مذکور سایر نرم افزارهای تحلیل شبکه های اجتماعی از این امکان برخوردار نیستند. مقادیر این معیارها و آزمون های مربوط به شناسایی ساختار شبکه در ادامه آمده است.

۴-۱-۱-۱ دسته

جدول 1 چگالی شبکه نانو ایران -حوزه سلامت- را نشان می دهد. مقدار چگالی 0.234 پائین بوده و شبکه از نوع دسته نمی تواند می باشد.

جدول 1) معیارهای شناسایی ساختار شبکه

0.234	چگالی
0.476	میانگین ضریب خوشه ای شدن
1.813	میانگین کوتاهترین طول مسیر

۴-۱-۲ دنیای کوچک

جدول 1 معیارهای ضریب خوشه ای شدن و میانگین کوتاهترین طول مسیر برای شبکه نانو ایران درحوزه سلامت را نشان می دهد. میانگین خوشه ای شدن عدد 0.476 است که مقداری نزدیک به مقدار متوسط را دارد و میانگین کوتاهترین مسیر، عدد 1.813 است که طول مسیر کوتاهی را برای این شبکه نشان می دهد. در مجموع به دلیل اینکه این شبکه از ضریب خوشه ای شدن بالایی برخوردار نیست لذا ساختار دنیای کوچک هم نمی تواند داشته باشد.

۴-۱-۳ آزاد مقیاس

شکل 5 توزیع فراوانی مرکزیت درجه اعضاء شبکه نانو ایران در حوزه سلامت را نشان می دهد. این توزیع به صورت ظاهری دارای رفتار قانون توانی است و همین برای آزاد مقیاس بودن کافی است [28].

برقراری ارتباط توسط اعضای شبکه هستند. رشد جمعیت در شبکه نوآوری نانو ایران را می توان حاصل سیاستگذاری های انجام شده طی سالهای گذشته به منظور تشویق شرکتها، محققین و مراکز تحقیقاتی به فعالیت در این حوزه دانست که طبعاً رشد تولید علم را نیز می توان مرهون همین مساله دانست. اما در خصوص سیاستگذاری های انجام شده برای ارتباطات بیشتر اعضا می توان به راه اندازی شبکه آزمایشگاه های نانو اشاره کرد که با توجه به اهداف راه اندازی و همچنین نحوه کارکرد آن می توان این شبکه را بر اساس تقسیم بندی انجام شده در [9] شبکه هایی با هدف کاهش هزینه های تحقیق و توسعه و همچنین هزینه های تراکنش قرار دارد و این شبکه نقشی در سرعت بخشی به خلق نوآوری ایفا نمی کند. ارتباطات فعلی بین اعضا را هم می توان حاصل شناخت شخصی بنگاه ها و مراکز تحقیقاتی از یکدیگر و یا شهرت دانشگاه یا مرکز تحقیقاتی دانست (ارتباطات ترجیحی) که نهایتاً ساختار فعلی را برای شبکه رقم زده است. لذا بر اساس یافته های این تحقیق، در کنار سیاست های فعلی، می بایست سیاستگذاری جهت بهبود ارتباطات بین اعضا و شناخت آنها از توانمندی های یکدیگر در کنار حمایت از شکل گیری شبکه های محلی و ایجاد ارتباط بین این شبکه ها را مدنظر قرار داد. اینکار می تواند از طریق ایجاد بانک های اطلاعاتی از توانمندی های اعضا و ایجاد بستر قانونی و حقوقی برای تقویت همکاری ها با ایجاد سازوکار اعتماد صورت پذیرد. البته همان گونه که در مقدمه عنوان شد بررسی دقیق تر این موضوع، نیازمند مدلسازی و تحلیل آن به صورت پویا است که در آن می توان انواع سیاستگذاری ها و ترکیب آنها را در شبکه مورد آزمون قرار داده و ساختار و در نتیجه کارایی آن را مورد سنجش قرار داد که می تواند موضوع تحقیقات آتی باشد.

References

- [1] "سایت است نانو-شاخص مقالات"، مهر 1392 [آنلاین] در دسترس: <http://statnano.com/fa/report/s29>
- [2] Senge, P.M., 1990, *The fifth discipline: the art and practice of the learning organization* New York: Doubleday/Curre.
- [3] Sterman, J.D., 2000, *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex*

هسته-پیرامون زیاد می باشد لذا شبکه نمی تواند از نوع هسته-پیرامون باشد.

همچنین نتایج حاصل از روش پیوسته (جدول 4) نیز بیانگر همبستگی بسیار پائین یعنی 0.194 بین مدل ایده آل و ساختار شبکه می باشد که تایید دیگری بر نبود ساختار هسته پیرامون در این شبکه است.

جدول ۳) آزمون ساختار هسته پیرامون - روش طبقه بندی

پیرامون	هسته	پیرامون
0.396	0.342	هسته
0.007	0.007	پیرامون

مقدار ضریب جینی نیز 0.165 می باشد که بیانگر این است که بین هسته و پیرامون تفاوتی در یادگیری وجود نداشته و اعضا به دو گروه هسته و پیرامون قابل تفکیک نیستند. میزان بسیار پایین ناهمگونی یعنی 0.052 نیز دلیل دیگری بر نبود تفاوت جدی بین اعضای شبکه و تفکیک آنها به دسته و پیرامون می باشد.

جدول ۴) آزمون ساختار هسته-پیرامون بر اساس روش یوسته

0.194	مقدار همبستگی
0.165	ضریب جینی
0.052	میزان ناهمگونی

همچنین نتایج حاصل از روش پیوسته (جدول 4) نیز بیانگر همبستگی بسیار پائین یعنی 0.194 بین مدل ایده آل و ساختار شبکه می باشد که تایید دیگری بر نبود ساختار هسته پیرامون در این شبکه است. مقدار ضریب جینی نیز 0.165 می باشد که بیانگر اینست که بین هسته و پیرامون تفاوتی در یادگیری وجود نداشته و اعضا به دو گروه هسته و پیرامون قابل تفکیک نیستند. میزان بسیار پائین ناهمگونی یعنی 0.052 نیز دلیل دیگری بر نبود تفاوت جدی بین اعضا شبکه و تفکیک آنها به دسته و پیرامون می باشد.

۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

همانطور که در بخش های قبل اشاره شد، شبکه های آزاد مقیاس حاصل رشد جمعیت و انتخاب های ترجیحی در

- [17] Giuliani E. Bell M. 2005, "The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster," *Research Policy* 34(1), p. 47-68.
- [18] Blom, M. and Hildrum, J. 2012, "Firm-level business strategies and the evolution of innovation networks in the Nordic Internet service provider (ISP) industry: an agent based model approach," in *2nd SKIN workshop*, Koblenz, Germany.
- [19] Muller E. R. A., Buetgett D. and Seidel-lass L. 2007, "Supply Chain and Social Network Analysis," in *1st International European Forum on Innovation and System Dynamics in Food Networks*, Innsbruck-Igls, Austria.
- [20] Zhong X. and Ozdemir S. Z. 2010, "Structure, learning, and the speed of innovating: a two-phase model of collective innovation using agent based modeling," *Industrial and Corporate Change*, 9(5), pp. 1459-1492.
- [21] Chang M. H. and Harrington J. E. 2005, Chang, "Discovery and diffusion of knowledge in an endogenous social network," *American Journal of Sociology*, 110(4), pp. 937-976.
- [22] Giuliani E. and Pietrobelli C. 2011, "Social Network Analysis Methodologies for the Evaluation of Cluster Development Programs," *Inter-American Development Bank*.
- [23] Watts D. 2004, "The "New" Science of Networks," *Annual Review of Sociology*, 30, pp. 243-270.
- [24] Tsvetovat M. and A. Kouznetsov 2011, *Social Network Analysis for startups*, O'REILLY.
- [25] Giuliani E. and Rabellotti R. 2011, "Bridging researchers and the openness of wine innovation systems in Chile and South Africa," in *Innovation and Technological Catch-Up: The Changing Geography of Wine Production*, Cheltenham, U.K., Edward Elgar.
- [26] Baum J., Shipilov A. and Rowley T.J. 2003, "Where do small worlds come from?," *Industrial and Corporate Change* 12(4), pp. 697-725.
- [27] Wasserman S. 1994, "Social network analysis: Methods and applications", Cambridge university press.
- [28] Alfarano S. and Lux T., 2010, "Extreme Value Theory as a Theoretical Background for Power Law Behavior," in *Power Laws in the Social Sciences: Discovering Complexity and Non-Equilibrium Dynamics in the Social Universe*.
- [29] Borgatt S. and Li E. 1999, "Models of core/periphery structures," *Social Networks*, 21, pp. 375-395.
- [4] "سایت استت نانو-شاخص فناوری "مهر 1392 [آنلاین]. در دسترس: <http://statnano.com/fa/report/s78>.
- [5] صوفی، عبدالله و پورفتحی، عباس، 1388، "تحلیل شبکه ی نوآوری بین بخش های اقتصاد ایران"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، 2 (1)، صص. 43-52.
- [6] قاضی نوری، سید سپهر، توسلی زاده، صادق، 1387، "ارزیابی برنامه ملی فناوری نانو ایران با کارت امتیازی متوازن و تبیین جایگاه سرمایه اجتماعی به عنوان حلقه مفقوده نظام ملی نوآوری"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، 1 (4)، صص. 49-58.
- [7] رضایی، روح اله، حسینی، سید محمود، شعبانعلی فمی، حسن و صفا، لیلا، 1388، "شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران از دیدگاه محققان"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، 2 (1)، صص 1-26.
- [8] Pyka, A., 2002, "Innovation Networks in Economics: from the incentive-based to the knowledge-based approaches", *European Journal of Innovation Management*, 5(3), pp. 152-163.
- [9] Pyka, A. and Fagiolo, G. 2007, "Agent-based modelling: a methodology for neo-Schumpeterian economics", *Elgar companion to neo-Schumpeterian economics*.
- [10] Nelson, R.R. and Winter, S.G., 1982, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, THE BELKNAP PRESS OF HARVARD UNIVERSITY PRESS.
- [11] Ahrweiler, P. and Pyka, A., Gilbert, N. 2004, *Simulating Knowledge Dynamics in Innovation Networks*, Edward Elgar.
- [12] Ahrweiler, P.; Pyka, A.; Schilperoord, M.; Gilbert 2012, "Testing Policy Options for Horizon 2020 ICT," in *2nd SKIN workshop*, Koblenz, Germany.
- [13] Morone P. and Taylor R. 2010, *Knowledge Diffusion and Innovation Modeling Complex Entrepreneurial Behaviour*, USA: Edward Elgar Pub.
- [14] Dawid, H. 2005, "Agent-based Models of Innovation and Technological Change," in *Handbook of Computational Economics*, 2: *Agent-Based Computational Economics*.
- [15] Anderson, P. 1999, "Complexity Theory and Organization Science," *Organization Science, Special Issue: Application of Complexity Theory to Organization Science*, 10(3), pp. 216- 232.
- [16] Yuan Y. McKelvey B. 2002, "Situated Learning Theory: Adding rate and complexity effects via Kauffman's NK Model," *Nonlinear dynamics*.

