

## مطالعه فضای همکاری‌های علمی-فنی شرکت‌های نانو در ایران با استفاده از نظریه شبکه‌های اجتماعی و رجوع به خبرگان

فاطمه صالحی یزدی<sup>۱</sup>، محمد مهدی سپهری<sup>۲\*</sup>، محمد علی بحرینی<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد بازاریابی و تجارت الکترونیک دانشگاه تربیت مدرس / لولنا سوئد

۲- دانشیار مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس

۳- کارشناس ارشد مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف

### چکیده

هدف این مطالعه شفاف‌سازی فضای همکاری‌های علمی-فنی شرکت‌های نانو در ایران از طریق بررسی کمی روابط شرکت‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی و تحلیل وضعیت فعلی آنها است. در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، اطلاعات و آمار محدودی از وضعیت شرکت‌های فناوری پیشرفته در دسترس است. از این رو انجام چنین مطالعاتی برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری بهینه توسعه فناوری ضروری است. این مطالعه شبکه همکاری تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو ایران را با استفاده از تئوری شبکه‌های اجتماعی مورد بررسی قرار داده است. جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه با مدیران بیست و چهار شرکت نانو انجام شده تا ارتباطات و همکاری‌های تحقیق و توسعه آنها با دیگران استخراج گردد. سپس نقشه شبکه استخراج و بازیگران اصلی شناسایی شده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که ۹۵٪ همکاری‌ها از نوع ارایه خدمات بوده تا همکاری راهبردی. همچنین مشخص شد که شرکت‌های نانویی ارتباطات کمی با گروه‌های صنعتی دارند و معمولاً ترجیح می‌دهند محصولات خود را به مصرف‌کننده نهایی ارایه دهند تا در زنجیره تامین صنایع دیگر قرار گیرند. این مطالعه تصویر مناسبی از شبکه همکاری‌های تحقیق و توسعه شرکت‌ها برای سیاست‌گذاران و فعالان کسب و کار فراهم کرده و تقویت شبکه و توسعه همکاری‌های راهبردی را به منظور افزایش کارایی کلی شبکه توصیه می‌کند.

کلیدواژه‌ها: فناوری نانو، تحلیل شبکه‌های اجتماعی، رجوع به خبرگان، همکاری‌های تحقیق و توسعه

### ۱- مقدمه

انسانی متخصص، سرمایه‌های خطرپذیر، زیرساخت‌های لازم و ... کمتر در این کشورها وجود دارد [۲]. با اینکه محیط کشورهای توسعه یافته برای رشد شرکت‌های فناوری پیشرفته مساعد است، اما بیش از ۹۵٪ از شرکت‌ها قبل از پنج سالگی از بین می‌روند [۳]. بدیهی است در کشورهای در حال توسعه که محیط مساعد را نیز ندارند، وضعیت شرکت‌ها بحرانی‌تر است. مشکلات محیطی، چالش‌های متعددی برای شرکت ایجاد کرده و توان شرکت را بیش از پیش محدود می‌کند و در عمل شرکت نمی‌تواند فرایندهای ضروری مانند

شرکت‌های موفق در حوزه فناوری پیشرفته نقش مهمی در بهبود رفاه اقتصادی در بعد ملی ایفا می‌کنند و محصولات مبتنی بر فناوری پیشرفته بیشترین رشد را در معاملات بین‌المللی داشته‌اند [۱]. نقش بالقوه‌ای که این شرکت‌ها می‌توانند در اقتصاد ایفا نمایند معمولاً در کشورهای در حال توسعه محقق نمی‌شود، زیرا ویژگی‌های مورد نیاز این شرکت‌ها مانند بازار مساعد محصولات فناورانه، نیروی

\*نویسنده عهده دار مکاتبات: mehdi.sepehri@modares.ac.ir

ارزیابی نتایج سیاست‌های حمایتی و بازخورد آنها برای بهینه کردن سیاست‌ها ضروری است. این مطالعه و تحقیق‌های مشابه آن می‌تواند ابزار مناسبی برای شفاف‌شدن فضای همکاری‌ها و کمک به تامین اطلاعات مورد نیاز برای سیاست‌گذاری باشد.

تصویر شبکه همکاری تحقیق و توسعه شرکت‌های فناوری نانو ایران در این تحقیق ارایه شده است. در این مطالعه تلاش شده است فهم مناسبی از شبکه، بنگاه‌های فعال و شرکای تحقیق و توسعه آنها، بازیگران اصلی و ویژگی‌های همکاری‌های بین بنگاهی استخراج شود. نتایج این تحقیق درک و شناخت صحیحی را از محیط شرکت‌های نانو در ایران برای سیاست‌گذاران و شرکت‌های خصوصی فراهم می‌کند. همچنین شناخت مناسبی در اختیار سایر کشورهای در حال توسعه که علاقمند به گسترش فناوری نانو در کشورشان هستند قرار می‌دهد.

تئوری شبکه اجتماعی به عنوان چارچوب این تحقیق استفاده شده است. این تئوری از پشتوانه نظری و ریاضی مستحکمی برای آزمودن فرضیه‌ها در مورد روابط اجتماعی<sup>۲</sup> و تاثیرات آنها بهره مند است [۱۰]. تمرکز این تئوری بر درک روابط میان اعضای یک اجتماع -که بازیگر<sup>۳</sup> نامیده می‌شوند- و ویژگی‌های آنهاست. بازیگران می‌توانند افراد، سازمان‌ها یا واحدهای اجتماعی باشند که رابطه‌ها آنها را به یکدیگر متصل می‌کنند [۱۱].

در ادامه مروری بر پیشینه پژوهش شده و سپس روش تحقیق که شامل روش جمع‌آوری داده‌ها و روش تحلیل آنهاست، ارایه شده است. آن‌گاه تصویر شبکه و نتایج تحلیل آن مطرح گردیده و در آخر ضمن بحث و نتیجه‌گیری، کاربردهای تحقیق برای سیاست‌گذاران و مدیران ارایه شده است.

## ۲- پیشینه پژوهش

همکاری‌های بین بنگاهی و شبکه‌ها برای افزایش بازده اقتصادی و ایجاد مزیت‌های رقابتی اهمیت روز افزونی پیدا

تحقیق و توسعه، نوآوری و تجاری‌سازی را به صورت پایدار دنبال نماید [۵و۴].

برقراری ارتباط همکاری و بهبود و ارتقاء مستمر آن، شرایط کاری یک کسب و کار را بهینه می‌کند [۶]. از این رو ایجاد و تقویت همکاری بین شرکت‌های فناور پیشرفته بر اساس مزیت محوری هر شرکت، یک موضوع کلیدی و مهم به شمار می‌آید. همچنین مدیریت روابط با شرکت‌های دیگر مانند ایجاد رابطه، تقویت یا تضعیف آن و حتی قطع رابطه، مهارتی ضروری برای هر شرکت به شمار می‌رود [۶].

مزیت محوری شرکت‌های فناور پیشرفته مبتنی بر تحقیق و توسعه است [۷]. بنابراین همکاری تحقیق و توسعه در مجموعه روابط بین بنگاهی از مهمترین همکاری‌ها به شمار می‌رود و می‌تواند ارزش افزوده مناسبی برای شرکت داشته و کارایی فناورانه آنرا بهبود بخشد. چانگ و همکاران نشان دادند که تعداد همکاری‌های بین شرکت‌ها برای انجام تحقیق و توسعه مشترک بسیار گسترش یافته اما مطالعات تجربی<sup>۱</sup> انجام شده به نسبت آنها افزایش نیافته است [۸].

در مجموع اطلاعات محدودی در مورد صنایع فناوری پیشرفته در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. این در حالی است که تجارب قابل توجهی در مورد این صنایع در کشورهای توسعه یافته انباشته شده است [۱]. از یک طرف دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه از این اطلاعات برای تصمیم‌سازی استفاده نمی‌کنند و توجه کمتری به جمع‌آوری و تحلیل آنها دارند. از طرف دیگر فعالیت شرکت‌ها در این کشورها در ابهام بوده و شفاف نیست و مشکلات مختلفی برای دسترسی محققین به اطلاعات وجود دارد. همچنین سیستم و ساختار شکل گرفته‌ای برای ثبت ارتباطات و همکاری‌ها تعریف نشده است. در ایران نیز اطلاعات چندانی از همکاری‌های صنعتی وجود ندارد و شرکت‌ها نیز تمایل و اعتماد به دادن اطلاعات ندارند.

اخیرا بعضی از کشورهای در حال توسعه از جمله ایران بر توسعه صنایع فناور پیشرفته تاکید کرده و حمایت‌های مختلفی را برای این فعالیت‌ها در نظر گرفته‌اند [۹و۱].

2- Social tie  
3- Actor

1- Empirical study

همکاری‌های راهبردی به شرکت‌ها کمک می‌کند در حوزه‌های فنی که مزیت محوری آنها نیست، فعال بوده بدون اینکه از مزیت محوری خود دور شوند. این همکاری‌ها در موارد متعددی مانند کسب فناوری، توسعه تخصص‌های فنی و هم‌افزایی در حوزه فنی و تحقیق و توسعه انجام می‌شود [۲۰]. همکاری‌ها باعث گسترش یادگیری پویای شرکت‌ها از طریق تعامل با یکدیگر می‌گردد [۱۵]. افزایش تعداد شرکاء و دارا بودن موقعیت مرکزی در شبکه همکاری‌های فناوری، در بهبود کارایی محصول جدید شرکت موثر است [۲۲].

شبکه‌های همکاری در صنایع مختلف توسط محققین بررسی و مطالعه شده‌اند. برای مثال میتوان به مواردی مانند مطالعه پاول بر روی صنعت بیوتکنولوژی، باوم در صنعت بانکداری، ریکابونی و پامولی در صنعت اطلاعات و فناوری ارتباطات، آهوجا در صنعت بین‌المللی شیمیایی اشاره کرد [۲۳-۲۶]. در بعضی از مطالعات گذشته برای بررسی شبکه‌های همکاری صنایع مختلف از تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده شده است. به‌عنوان نمونه می‌توان به مطالعات رنک، گی و دوست، شیلینگ و فیلیپس و پیت اشاره کرد [۲۷-۲۹ و ۱۰]. روش انجام این مطالعه برگرفته از مطالعه پیت و همکاران [۱۰] برای بررسی شبکه‌های همکاری بین شرکت‌های فناوری پیشرفته است. در مطالعه پیت، شبکه همکاری‌های شرکت‌های فعال در حوزه فناوری بیو در سوئد و استرالیا بررسی شده است. در این مطالعه، شبکه همکاری به صورت شبکه‌ای متشکل از بازیگران صنعت و روابط آنها در نظر گرفته که بازیگران این شبکه شامل وب سایت‌های شرکت‌ها و مراکز فعال در حوزه بیوفناوری بوده و ارتباطات بین آنها پیوندهای اینترنتی بین وب سایت‌ها است. پس از استخراج بازیگران و ارتباطات آنها در فضای مجازی و ساختن شبکه همکاری‌ها، از تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای یافتن بازیگران کلیدی در شبکه استفاده شده است.

کرده است [۱۲]. شبکه‌ها به ویژه برای شرکت‌های کوچک فناوری پیشرفته یا شرکت‌های دانش بنیان بسیار حیاتی هستند. بر اساس یافته‌های مونستد [۱۳] دلیل این نیاز حیاتی به شبکه، عدم اطمینان در بعد فناوری و بازار و همچنین وابستگی به توسعه فناوری در شرکت‌های دیگر می‌باشد. همانطور که هاگدورن و همکارانش [۱۴] ذکر کرده‌اند دسترسی به موقع به فناوری‌های جدید و دانش به روز که در بیرون از مرزهای شرکت توسعه یافته، برای موفقیت در رقابت با دیگر شرکت‌ها ضروری است. همکاری با بنگاه‌های دیگر، شرکت را قادر می‌سازد ضمن توسعه فناوری و علمی خود، توان پاسخگویی سریع به فرصت‌های جدید امیدبخش را داشته باشد. کاترین و همکارانش [۱۵] نشان دادند که نوآوری شرکت‌های زیست فناوری نتیجه تعامل و همکاری بین بازیگران مختلف مبتنی بر مزیت‌های محوری مکمل و منابع به اشتراک گذاشته شده است. گیلز و زدوارت [۱۶] بیان کردند که شرکت‌های فناوری پیشرفته می‌بایست بر روی ایجاد و ذخیره‌کردن مزیت‌های علمی از طریق همکاری‌های راهبردی تمرکز نمایند تا بتوانند بقای طولانی مدت بدست آورند. مولر و همکارانش [۱۷] به اشتراک‌گذاری خطرات اقتصادی توسعه نوآوری و همچنین اشتراک مهارت‌های مکمل نیروی انسانی را از فواید اینگونه همکاری‌های ذکر کردند.

در شرکت‌های فناوری افزایش هزینه‌های توسعه فنی و پیچیدگی‌های فناوری، شرکت‌ها را مجبور به تمرکز در حوزه‌های تخصصی کرده است [۱۸]. زیرا ارزش افزوده شرکت‌های فناوری نسبت به خروجی‌های تحقیق و توسعه آنها تعیین می‌شود. این در حالی است که نرخ تغییرات نوآوری و طراحی محصول بالا بوده و فناوری و دوره توسعه محصول کوتاه است [۱۹]. در این شرایط با تخصصی شدن فعالیت‌ها، وابستگی بین شرکت‌ها افزایش یافته و بنابر این هیچ شرکتی توان جزیره‌ای کار کردن، بدون تعامل با دیگران را ندارد [۱۸ و ۲۰]. آموختن از تعامل با دیگران برای نبرد با آینده حیاتی است [۲۱].

ضروری است. البته در سال‌های اخیر دولت تاکید زیادی بر توسعه علم و فناوری داشته و به ویژه توسعه فناوری‌های جدید در اولویت کاری دولت قرار گرفته است. بدیهی است برای سیاست‌گذاری بهینه توسعه فناوری‌های پیشرفته در ایران مطالعه بر روی همکاری‌های بین بنگاه‌های فناور به ویژه در حوزه تحقیق و توسعه حائز اهمیت است.

در سال‌های اخیر در میان حوزه‌های مختلف فناوری‌های پیشرفته، فناوری نانو مورد توجه خاص دولت بوده است. در چشم‌انداز بیست ساله کشور نیز بر توسعه و ترویج فناوری‌های جدید از جمله فناوری نانو تاکید شده است [۳۴]. در سال ۱۳۸۲ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با هدف تولید ثروت و ایجاد رفاه بیشتر تشکیل گردید. برنامه راهبرد ده ساله توسعه فناوری نانو ایران در سال ۱۳۸۴ تصویب گردید. در این سند قرار گرفتن میان ۱۵ کشور برتر جهان در حوزه فناوری نانو هدف‌گیری شده است [۳۲]. اتخاذ هر سیاستی جهت توسعه فناوری نانو در بنگاه‌ها، نیازمند اطلاعات دقیق از نقشه همکاری‌های تحقیق و توسعه آنهاست. لذا در این مطالعه، همکاری‌های تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو مورد بررسی قرار گرفت.

### ۳- روش پژوهش

در شکل ۱ روش پژوهش نشان داده شده است. همانطور که دیده می‌شود در ابتدا تئوری شبکه‌های اجتماعی به عنوان چارچوب مطالعه شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های فناوری نانو ایران استفاده شده و سپس به منظور اعتبارسنجی نتایج، خروجی مطالعه به خبرگان ارایه گردیده تا بر اساس قضاوت آنها تصحیحات لازم اعمال شود. در ادامه مشروح هر کدام از مراحل ارایه شده است.

بر اساس تئوری شبکه‌های اجتماعی، تصمیم‌گیری در شبکه به صورت مستقل انجام نمی‌شود بلکه یک بازیگر با در نظر گرفتن روابط خود با دیگر بازیگران، یک تصمیم را اتخاذ می‌کند [۱۱]. بر این اساس شناخت بازیگران و روابط آنها ضروری است. روش جمع‌آوری داده‌ها شامل سه مرحله انتخاب جامعه آماری شرکت‌ها (بازیگرها)، تعریف و

یک شرکت برای استخراج فرصت‌های شبکه پیرامون خود، نیازمند شناخت عمیق نوع و نقش بازیگران فعال در شبکه است. بررسی گسترده مطالعات قبلی نشان می‌دهد که شبکه‌های تحقیق و توسعه معمولاً تحت تاثیر چهار گروه بازیگر قرار دارند. گروه اول شرکت‌هایی هستند که برای استفاده از مزیت محوری دیگران همکاری‌های مختلفی را تعریف می‌کنند. گروه دوم شامل دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی و آزمایشگاه‌ها می‌شوند که منابع انسانی و تجهیزات را پشتیبانی می‌کنند و همچنین مرجع اعتبار فنی آزمایش‌ها و ادعاهای شرکت‌ها هستند. ارتباط شرکت‌ها با دانشگاه‌ها مزیت‌های مختلفی مانند تسهیل انتقال تحقیق و توسعه، آگاهی‌یابی شرکت‌های سرمایه‌گذاری از کیفیت تحقیق شرکت و تسهیل ارتقاء مدیریت دانش درون شرکت را ایجاد می‌کند [۱۵].

گروه سوم گروه‌های صنعتی بزرگ هستند که هدایت تحقیق و توسعه را انجام می‌دهند و معمولاً پشتیبانی کننده مالی و تسهیل کننده فعالیت‌ها هستند. شرکت‌های فناور برای ایجاد ارزش افزوده از یافته‌های تحقیقاتی خود نیازمند برقراری ارتباط با گروه‌های صنعتی هستند تا از این طریق امکان بهره‌گیری صنعتی و تجاری از یافته‌های آنها محقق شود. این امر نه تنها باعث ایجاد درآمد برای شرکت‌ها می‌شود بلکه سبب افزایش اعتبار آنها در مقابل تامین‌کنندگان منابع مالی و سایر شرکت‌های همکار می‌گردد [۱۵].

بازیگر دیگری که در شبکه نقش کلیدی ایفا می‌کند، دولت است. البته میزان نقش دولت در شبکه‌ها در کشورهای مختلف متفاوت است. معمولاً دولت‌ها اقدامات حمایتی و تشویقی مختلفی برای همکاری‌های تحقیق و توسعه، تشویق انتقال فناوری، ایجاد ارتباط بین دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی با شرکت‌ها و کمک به سرمایه‌گذاران کوچک برای دستیابی به فناوری‌های جدید انجام می‌دهند تا بتوانند رشد پایدار در صنعت را تامین نمایند [۳۳-۳۰].

اطلاعات در دسترس از همکاری‌های شرکت‌های فناور در ایران بسیار محدود است. درحالی‌که برای هرگونه تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری داشتن این اطلاعات بسیار

همانطور که اشاره شد چارچوب جمع‌آوری داده‌ها و همچنین چارچوب تحلیل آنها بر اساس تئوری شبکه‌های اجتماعی است. بر این اساس این مطالعه به تحلیل قدرت بازیگران در شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های فناوری نانو پرداخته است. چرا که قدرت، سرمایه و دارایی ذاتی یک ساختار اجتماعی است. اگرچه توافق کمتری در مورد چرایی قدرت و چگونگی توصیف و تحلیل علل و معلول‌های آن وجود دارد [۳۵].

جدول ۱ خلاصه‌ای از نمادهای قدرت در شبکه بر اساس تئوری شبکه‌های اجتماعی را نشان می‌دهد. بعد از استخراج داده‌ها و تحلیل شبکه بر اساس تئوری شبکه‌های اجتماعی، از روش رجوع به خبرگان به منظور اعتبار سنجی نتایج و تفسیر آنها استفاده گردید.

قضاوت خبرگان شامل نظر و داده‌هایی است که یک خبره در پاسخ به یک مساله ارایه می‌نماید. یک خبره، یک فرد با سابقه شناخته شده در یک حوزه مشخص است که نظر او مورد تایید متخصصین آن حوزه یا محققین انجام دهنده مطالعه است. قضاوت خبرگان نظر آگاهانه آنها بر اساس آموزش‌ها و تجارب کسب شده است. روش استفاده از نظرات خبرگان به‌ویژه در حوزه‌های فنی به‌صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از کاربردهای مهم روش قضاوت خبرگان یکپارچه کردن یا تفسیر اطلاعات در دسترس است. همچنین بارها از قضاوت خبرگان به منظور سازمان‌دهی اطلاعات کیفی یا مخلوط کردن اطلاعات کیفی و کمی برای ایجاد قالب تصمیم‌گیری استفاده شده است [۳۶]. در این مطالعه، روش رسمی<sup>۴</sup> برای جمع‌آوری نظرات خبرگان استفاده گردید. نخبگان مورد نظر کسانی بودند که توسط ستادویژه توسعه فناوری نانو برای راهبری و سیاست‌گذاری شبکه شرکت‌های فناوری نانو انتخاب شده و همگی دارای سوابق گسترده مدیریتی در بخش خصوصی یا دولتی بودند. به‌منظور اعتبارسنجی نتایج تحلیل، محتوای استخراج شده طی دو جلسه به گروه خبرگان ارایه گردید و به‌صورت رودررو نظرات آنها شنیده شده و مورد بررسی قرار گرفت.

ارزش‌گذاری نوع روابط بین شرکت‌ها (نوع همکاری) و روش استخراج چگونگی روابط است. برای جمع‌آوری داده‌های شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو ایرانی میبایست همه همکاری‌های تحقیق و توسعه شرکت‌ها و نوع همکاری‌ها استخراج شود. فهرست ۲۴ شرکت نانو از ستاد ویژه توسعه فناوری نانو (متولی توسعه فناوری نانو در کشور) دریافت گردید. این فهرست شامل همه اعضای جامعه آماری در زمان تحقیق بود. شکل ۲ نوع شرکت‌ها و تعداد آنها را در هر بخش در مقطع زمانی تحقیق نشان می‌دهد.

بر اساس تجربه چندساله نویسندگان مقاله در تعامل با شرکت‌های فناوری نانو، دو نوع رابطه همکاری تحقیق و توسعه شامل اتحاد راهبردی<sup>۱</sup> و ارایه خدمات تعریف گردید. منظور از اتحاد راهبردی، اشتراک توانمندی‌ها و منابع در یک مدت مشخص با هدف مشترک است. این ارتباط معمولاً شامل دسترسی به اطلاعات، تجربیات و به اشتراک‌گذاری منابع و همچنین خطرات<sup>۲</sup> است. در رابطه خدماتی شرکت نانویی نیازهای تحقیق و توسعه خود را از یک شرکت خدماتی دریافت می‌کند. در رابطه خدماتی به اشتراک‌گذاری خطرات یا منابع بی‌معناست و سرویس‌دهنده هزینه خدمات خود را از سرویس‌گیرنده دریافت می‌کند.

بر اساس یافته‌های فورد و همکارانش بررسی محتوای یک رابطه در شبکه میتواند از طریق مصاحبه، بررسی محصولات و خدمات، تجهیزات و روال‌های کاری انجام شده تا بدین وسیله تصویری از فعالیت‌ها و منابع مشترک و ارتباطات اجتماعی بازیگران<sup>۳</sup> شبکه ایجاد شود [۱۸].

در تحقیق حاضر با مدیران ۲۴ شرکت مصاحبه شد تا همکاری‌های تحقیق و توسعه آنها با دیگران مشخص شود. در مصاحبه‌ها ضمن جمع‌آوری داده‌ها در مورد شرکای تحقیق و توسعه هر شرکت، نوع هر رابطه نیز استخراج می‌شد. استخراج نوع رابطه نیازمند تعامل مستقیم با مدیران بنگاه و دریافت اطلاعات در مورد چگونگی رابطه بود؛ از این رو مصاحبه به‌عنوان ابزار جمع‌آوری اطلاعات انتخاب شد.

1- Strategic alliance

2- Risks

3- Activity, Actor and Resource

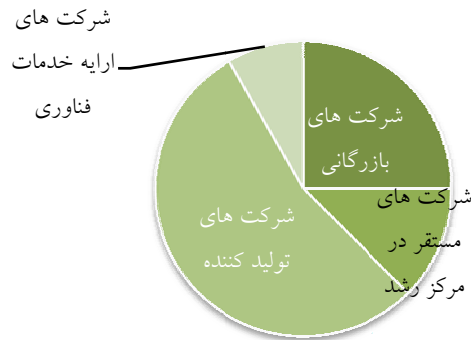
4- Formal Elicitation Method

مطالعه فضای همکاری‌های علمی-فنی شرکت‌های نانو در ایران با استفاده از نظریه شبکه‌های اجتماعی و رجوع به خبرگان

خبرگان در مورد تعداد روابط هر شرکت و نوع رابطه‌ها و همچنین تحلیل فضای همکاری‌های تحقیق و توسعه نظرات خود را ارائه و توصیه‌هایی نیز برای سیاست‌گذاران و مدیران بنگاه‌ها مطرح کردند.



شکل (۱) روش پژوهش



شکل (۲) نوع و تعداد شرکت‌های نانو مورد مطالعه

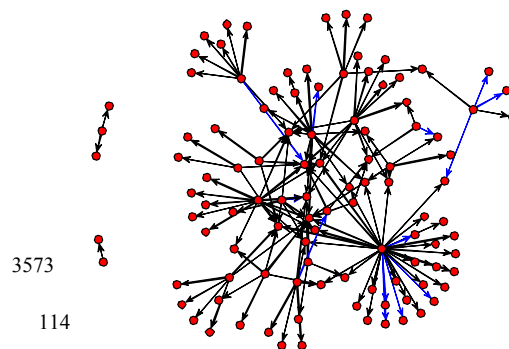
جدول (۱) نمادهای قدرت در شبکه

مقیاس برتری <sup>۱</sup> در شبکه	توضیح
درجه <sup>۲</sup>	درجه نشان دهنده تعداد بازیگرانی است که مجاور (در ارتباط مستقیم) با یک بازیگر هستند. در شبکه‌های جهت‌دار درجه خروجی تعداد ارتباط‌های خروجی به دیگر بازیگران و درجه ورودی تعداد ارتباطات ورودی از بقیه بازیگران تعریف می‌شود.
نزدیکی <sup>۳</sup>	منظور از نزدیکی فاصله یک بازیگر با دیگران در شبکه است. این معیار بازیگری که دارای کوتاهترین مسیر ارتباطی با دیگران است را مشخص می‌کند.
بینابینی <sup>۴</sup>	این معیار نشان می‌دهد یک بازیگر تا چه اندازه در مسیر ارتباطی سایر بازیگران قرار داشته و برقراری ارتباطات از طریق او انجام می‌شود. هر چه بازیگران شبکه برای ایجاد ارتباط با دیگران به یک بازیگر وابسته باشند، آن بازیگر قدرت بیشتری در شبکه خواهد داشت.
بردار ویژه <sup>۵</sup>	هدف از اندازه‌گیری این شاخص، یافتن بازیگر مرکزی با حداقل دوری از دیگران در سراسر ساختار شبکه است. بازیگرانی در این شاخص رتبه بالاتری دارند که بیشترین ارتباطات را با بازیگران مهم داشته باشند. منظور از بازیگران مهم، بازیگرانی هستند که بیشترین ارتباط را با دیگر اعضای شبکه دارند.

- 1- Prominence measures
- 2- Degree
- 3- Closeness
- 4- Betweenness
- 5- Eigenvector

#### ۴- یافته‌ها

از تئوری گراف برای نشان دادن نقشه این شبکه اجتماعی استفاده شده است. شکل ۳ نقشه ارتباطات اتحاد راهبردی و دریافت خدمات تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو و بنگاه‌های همکار آنها را نشان می‌دهد. در مجموع ۱۰۷ بازیگر و ۱۴۵ رابطه در شکل دیده می‌شود. روابط شبکه جهت‌دار بوده و دارای مبدا و مقصد است. رابطه اتحاد راهبردی یک بردار دوسویه و رابطه ارایه خدمات یک بردار یک‌سویه از سوی شرکت‌نمایی به بنگاه خدمات‌دهنده است. همانطور که در شکل ۳ مشخص است شرکت‌های نانویی مستقیماً با یکدیگر همکاری تحقیق و توسعه ندارند و اغلب با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی رابطه همکاری تعریف کرده‌اند. بعضی نیز همکاری تحقیق و توسعه با دانشگاه‌ها یا مراکز علمی خارج از کشور دارند و فاقد ارتباط با مراکز داخلی هستند. برای مثال بازیگر ۱۱۴ (شرکت نانو سینا) یک اتحاد تحقیق و توسعه با بازیگر ۳۵۷۳ (موسسه فرانهوفر آلمان) دارد. تکنیک‌های تحلیل شبکه اجتماعی برای پیدا کردن مهمترین بازیگرهای برتر شبکه در ادامه آمده است.



شکل ۳ شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو ایران

#### ۴-۱ تحلیل بازیگرهای برتر<sup>۱</sup>

نرم‌افزار تحلیلی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته، نرم‌افزار R و بسته تحلیل شبکه اجتماعی آن است. نرم‌افزار R یک محیط متداول برنامه‌نویسی منبع باز<sup>۲</sup> به منظور تحلیل

داده‌ها و نمایش تصویری تحلیل‌ها است<sup>۳</sup>. نسخه نرم‌افزار R مورد استفاده در این مطالعه نسخه ۷.۲.۱ بوده است. ورودی نرم‌افزار R ماتریس مجاورت<sup>۴</sup> شبکه است که نشان می‌دهد هر بازیگر با کدام بازیگران ارتباط دارد و یا به اصطلاح با آنها مجاور است [۳۵]. این ماتریس به تعداد بازیگران سطر و ستون دارد. اجزاء ماتریس قوت و ضعف روابط بین بازیگران را نشان می‌دهند. در این ماتریس ارزش ۱، ۰.۵ و ۰ به ترتیب برای رابطه اتحاد راهبردی، دریافت خدمات و عدم وجود رابطه در نظر گرفته شده است. ارزش ۰.۵ که در این مطالعه برای نشان دادن رابطه دریافت خدمات استفاده شده، معنی عددی نصف رابطه اتحاد راهبردی را بیان نمی‌کند؛ بلکه صرفاً نشان دهنده یک رابطه خدمات است نه بیشتر. پنج معیار اندازه‌گیری مرکزیت به نام‌های درجه ارتباط خروجی، درجه ارتباط ورودی، نزدیکی، بینابینی و بردار ویژه برای هر بازیگر محاسبه شده است. جدول ۲ خلاصه‌ای از نتایج را نشان می‌دهد. در هر معیار، شش بازیگر دارای بیشترین ارزش ارایه شده‌اند. در ستون بازیگرها، کد عددی آنها و در ستون ارزش‌ها، عدد محاسبه شده مرکزیت آن بازیگر است. با توجه به تعریف شاخص نزدیکی و به دلیل گسسته بودن شبکه مورد مطالعه، مقدار این شاخص برای همه بازیگران برابر صفر است. به همین دلیل در جدول ۲ مقادیر شاخص نزدیکی ذکر نشده است.

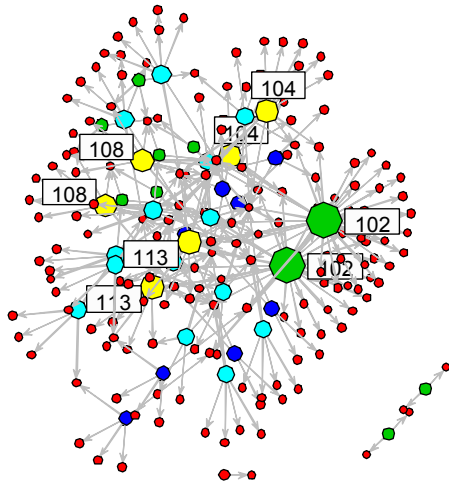
بر اساس جدول ۲، مقادیر درجه ارتباط ورودی نشان می‌دهد که بازیگر ۲۲۳ (دانشگاه تربیت مدرس) با اکثر شرکت‌های نانویی ایران همکاری خدماتی داشته است. بعد از آن بازیگر ۲۰۱ (دانشگاه تهران، مرکز تحقیقاتی علم و فناوری نانو) و بازیگر ۲۰۵ (مرکز تحقیقاتی پژوهشگاه صنعت نفت)، دو بازیگری هستند که خدمات تحقیق و توسعه گسترده‌ای را در اختیار شرکت‌های نانویی قرار می‌دهند. شکل ۴ شبکه تحقیق و توسعه را با تاکید بر درجه ورودی نشان می‌دهد. بازیگران با درجه ورودی بیشتر، بزرگتر نشان داده شده‌اند.

۳- علاقمندان به کسب اطلاعات بیشتر در مورد این نرم‌افزار می‌توانند به مراجع مختلف در دسترس مانند [www.r-project.org](http://www.r-project.org) رجوع نمایند.

4- Adjacency matrix

1- Prominence analysis  
2- Open source

شاخص بینابینی نشان می‌دهد که بازیگرهای ۱۰۲، ۲۲۳ و ۲۰۹ می‌توانند نقش واسطه در شبکه را ایفا کنند. با توجه به معیار بردار ویژه بازیگرهای ۱۰۲، ۱۱۳ و ۲۲۳ در موقعیت مطلوب‌تری در کل شبکه قرار دارند.



شکل ۵) شبکه تحقیق و توسعه با اندازه بازیگرها بر مبنای رابطه‌های خروجی

همانطور که در جدول ۲ اشاره شد برای هر بازیگر در شبکه، مقادیر چهار معیار درجه ورودی، درجه خروجی، بینابینی و بردار ویژه اندازه‌گیری شده است که در جدول ۲ برای هر معیار فقط شش بازیگر که دارای بیشترین مقادیر بودند، نشان داده شده است. برای مقایسه بین بازیگرها، مقادیر به دست آمده نرمال شدند یعنی مقادیر متنوع آنها به نسبت، تبدیل به یک مقدار عددی بین صفر و یک شدند. برای هر بازیگر مقادیر چهارگانه نرمال شده به دست آمد. سپس میانگین این مقادیر محاسبه شد. سه بازیگر اصلی بعد از نرمال کردن مقادیر همه معیارها و محاسبه میانگین آنها آشکار می‌شوند. جدول ۳ این سه بازیگر را به همراه اعداد نرمال شده آنها نشان می‌دهد.

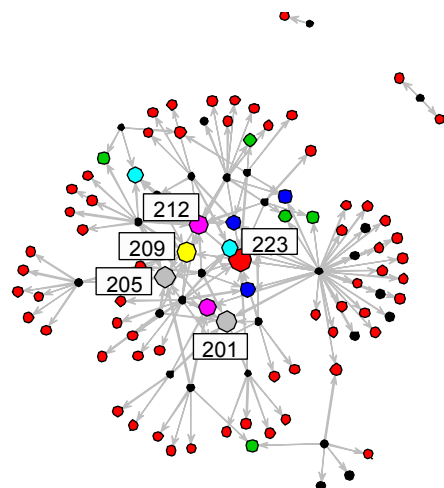
جدول ۳) بازیگران کلیدی شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو ایران

کد بازیگر	نام بازیگر	اعداد نرمال شده
۱۰۲	شرکت نانو نصب پارس	۰.۶
۲۲۳	دانشگاه تربیت مدرس	۰.۳۴۸۵
۲۰۹	انستیتو علم و فناوری نانو دانشگاه صنعتی شریف	۰.۲۸۲۱

جدول ۲) معیارهای برتری و مقادیر آنها در شبکه تحقیق و توسعه

درجه ارتباط ورودی		درجه ارتباط خروجی		بینابینی		بردار ویژه	
بازیگر	ارزش	بازیگر	ارزش	بازیگر	ارزش	بازیگر	ارزش
۲۲۳	۹	۱۰۲	۳۰.۵	۱۰۲	۲۵۰۰.۶۱	۱۰۲	۰.۵۴۶۶
۲۰۱	۷	۱۱۳	۱۴	۲۲۳	۷۸۴.۳۴	۱۱۳	۰.۲۵۴۵
۲۰۵	۷	۱۰۴	۱۲.۵	۲۰۹	۷۸۱.۵۷	۲۲۳	۰.۲۳۴۴
۲۰۹	۶.۵	۱۰۸	۱۲	۱۰۴	۷۳۹.۸۷	۲۰۹	۰.۲۰۵۴
۲۱۲	۵.۵	۱۰۶	۷.۵	۱۰۸	۷۱۰.۱۹	۲۰۱	۰.۱۹۷۸
۲۰۲	۵	۱۱۱	۶.۵	۱۱۳	۶۸۷.۳۸	۱۰۴	۰.۱۸۱۱

بازیگران با درجه ارتباط خروجی بالا، دارای نفوذ و قدرت زیادی در شبکه هستند [۳۵]. بازیگر ۱۰۲ (شرکت نانو نصب پارس) پرنفوذترین بازیگر در شبکه تحقیق و توسعه است زیرا این شرکت ارتباطات گسترده‌ای با دیگران ایجاد کرده است. دیگر بازیگرانی که درجه خروجی بالایی دارند شامل بازیگر ۱۱۳ (شرکت نرمین شیمی)، ۱۰۴ (شرکت شیشه کاوه فلوت) و ۱۰۸ (شرکت ایرامونت) می‌باشند که میزان ارتباطات آنها تقریباً نصف بازیگر ۱۰۲ است. با توجه به این معیار، قدرت و نفوذ بقیه شرکت‌ها در شبکه از سطح بسیار پایین‌تری برخوردار است.



شکل ۴) شبکه تحقیق و توسعه با اندازه بازیگرها بر مبنای رابطه‌های ورودی

شکل ۵ شبکه تحقیق و توسعه را بر اساس بر اساس درجه ارتباط خروجی نشان می‌دهد. اندازه بازیگران نسبت به درجه خروجی آنها ترسیم شده است.



#### ۴-۲ دسته‌بندی ارتباطات شرکت‌ها و مراکز

با در نظر گرفتن کمیت روابط تحقیق و توسعه شرکت‌ها، مشخص می‌شود که سه دسته شرکت یا مرکز در شبکه وجود دارند. دسته اول شرکت‌ها یا مراکز برتر در ارتباطات تحقیق و توسعه هستند که تعاملات زیادی با دیگر بازیگران شبکه داشته و در نتیجه دارای نفوذ زیادی در شبکه هستند. مثال بارز این مجموعه‌ها بازیگر ۱۰۲، ۲۲۳ و ۲۰۹ می‌باشند. دسته دوم شامل سه شرکت می‌شود که تقریباً تعداد ارتباطات آنها نصف ارتباطات دسته اول است. این دسته شامل بازیگران ۱۱۳، ۱۰۴ و ۱۰۸ می‌باشند. دسته سوم شرکت‌ها و مراکز هستند که دارای ارتباطات بسیار کمتر نسبت به دو دسته اول و دوم می‌باشد. در صورتی که سیاست‌گذاران بخواهند یک سیاست، برنامه، نوآوری، فعالیت ترویجی یا تغییری را در شبکه ایجاد کنند، بهتر است که از طریق بازیگران دسته اول این فعالیت را در شبکه پیگیری و دنبال نمایند. زیرا دسته اول نفوذ و ارتباطات بیشتری در شبکه دارند و نقش پیشرو را در شبکه ایفا می‌کنند و در نتیجه در زمان کمتر و با کیفیت بهتری می‌توانند سیاست‌ها یا تغییرات را در شبکه منتشر نمایند.

#### ۵- بحث

بررسی شبکه نشان می‌دهد که شرکت‌های نانویی همکاری تحقیق و توسعه با یکدیگر ندارند اما ارتباطات زیادی با دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی ایجاد کرده‌اند. از ۱۴۵ رابطه همکاری فقط ۷ رابطه اتحاد استراتژیک است یعنی ۹۵٪ ارتباطات تبادل خدمات است و فقط ۵٪ ارتباطات همکاری‌های راهبردی است. نبود همکاری راهبردی در شبکه سبب کاهش پایداری، کم شدن دغدغه‌های مشترک و در نتیجه پایین آمدن کارایی شبکه خواهد شد. در صورت تقویت همکاری‌های راهبردی بین شرکت‌ها، کارایی و سودمندی شبکه بیشتر می‌گردد. تبادل خدمات فقط حداقل سطح همکاری بین بنگاهی را تامین می‌کند. این مطالعه توصیه می‌کند که مدیران شرکت‌های نانویی سرمایه‌گذاری بیشتری بر ایجاد همکاری‌های راهبردی انجام داده و دولت

نیز پشتیبانی لازم را برای ایجاد چنین فرصت‌های همکاری فراهم نماید.

همچنین با بررسی همکاری‌ها مشخص می‌شود که شرکت‌های نانویی ارتباط بسیار کمی با گروه‌های صنعتی برقرار کرده‌اند. ارتباط کم با گروه‌های صنعتی بزرگ باعث شده که شرکت‌های نانو نتوانند از مزیت‌های مختلف آنها استفاده کنند. بدون شریک صنعتی به سختی می‌توان نتایج تحقیق و توسعه را به ارزش افزوده تبدیل کرد. در صورتیکه ارتباطات شرکت‌های نانویی با گروه‌های صنعتی توسعه پیدا کند، آنگاه شرکت‌ها این فرصت را پیدا می‌کنند که ضمن تمرکز بر مزیت‌های محوری خود، وارد زنجیره تامین گروه‌های صنعتی بزرگ شوند. نبود این ارتباطات باعث می‌شود که شرکت‌های نانویی از مزیت محوری خود دور شده و با طیف وسیعی از مشکلات مواجه شوند. به علاوه همکاری با گروه‌های صنعتی باعث هم‌افزایی، تقویت و جهت‌دهی موثر تحقیق و توسعه می‌شود. عدم وجود این همکاری‌ها باعث ضعف شبکه، کاهش کارایی آن و در نتیجه کاهش ارزش افزوده آن خواهد گشت. به نظر می‌رسد یکی از دلایل ارتباط کم با گروه‌های صنعتی این است که اغلب شرکت‌های نانویی به جای ارایه محصولات خود در زنجیره تامین شرکت‌های صنعتی، بیشتر بر تولید محصولات نهایی برای مصرف کننده نهایی متمرکز شده‌اند.

ضروری است که همکاری شرکت‌های نانویی با بازیگران صنعتی تقویت شود و همچنین ارتباط آنها با مراکز تحقیقاتی به سمت ارتباط راهبردی تغییر مسیر دهد. نکته‌ای که کمتر مورد توجه مدیران شرکت‌ها و سیاست‌گذاران عرصه فناوری بوده است.

در این مطالعه شرکت نانو نصب پارس، دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه صنعتی شریف بازیگران کلیدی شبکه بوده و محل مناسبی برای توزیع و انتشار اطلاعات در سراسر شبکه هستند. بنابراین اگر تصمیم‌گیران، مدیران، بازاریاب‌ها، شرکت‌ها و ... بخواهند اطلاعاتی مانند یک سیاست، نوآوری، فعالیت‌های آموزشی، اطلاع‌رسانی یا ترویجی را در شبکه تحقیق و توسعه ارایه نمایند، این بازیگران پرنفوذ بهترین محمل برای انتشار اطلاعات در کل شبکه هستند.

نفوذ و ارتباطات آنها استفاده کند. همچنین شناخت بازیگران کلیدی باعث می‌شود بازاریاب‌های بین‌بنگاهی بتوانند توزیع اطلاعات در شبکه را با حداکثر سرعت ممکن انجام دهند. این موضوع بر اساس تئوری‌های انتشار نوآوری<sup>۱</sup> نیز صادق است [۱۰]. از طریق این شبکه میتوان آثار سیاست‌های حمایتی دولت را ردیابی و ارزیابی کرد.

این مطالعه مانند بقیه تحقیق‌ها محدودیت‌های خاص خود را نیز دارد. بررسی شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو در یک زمان مشخص انجام شده و نتایج آن وضعیت همکاری بین شرکت‌های نانو و همچنین ارتباطات آنها با دیگران و فرصت‌ها و چالش‌های پیش روی آنها در زمان تحقیق را نشان می‌دهد. بنابراین برداشت‌های مدیریتی و تفسیرها محدود به زمان مطالعه هستند. یکی از تحقیق‌های ممکن در آینده، ارایه تصویر پویای شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌های نانو است که تغییرات شبکه را در زمان نشان می‌دهد. این نوع مطالعات مدیران، تصمیم‌گیران، بازاریاب‌ها و دیگران را کمک می‌کند تا تغییرات شبکه را لمس کرده و با این تغییرات واکنش‌های خود را تنظیم نمایند. یک مطالعه جالب دیگر می‌تواند بررسی همکاری‌هایی دیگر مانند همکاری تولید، فناوری، سرمایه‌گذاری و ... شرکت‌های نانو با دیگر بنگاه‌ها باشد که به مدیران و سیاست‌گذاران بصیرت جامعی از محیط شبکه ارایه می‌نماید.

## References

- [1] Harbi, S., Amamou, M. and Anderson, A.R., 2008, "Establishing high-tech industry: The Tunisian ICT experience", *Technovation*, 29(6), pp. 465-480.
- [2] Thukral, I.S., Her, J.V., Walsh, S., Groen, A.J., Sijde, P.V. and Adham, K.A., 2008, "Entrepreneurship, Emerging Technologies, Emerging Markets", *International Small Business Journal*, 26(1), pp. 101-116.
- [3] Duke, C.B., 2004, "Getting Value From Research: From Research Knowledge to Profitable Products", in American Physical Society March Meeting, Montreal, Canada.
- [4] Bahreini, M.A. and Aghaee, A., 2008, "Business Improvement through Nano-Network Design", *International Conference on Nanotechnology*, Abu Dhabi, UAE.

1- Innovation diffusion

این مطالعه به سیاست‌گذاران توصیه می‌کند که یکی از بهترین راه‌های بهبود و توسعه کسب و کارهای نانو، تقویت شبکه تحقیق و توسعه شرکت‌ها است. این نه فقط شرایط شرکت‌های نانو را بهبود می‌دهد بلکه انتشار فناوری نانو در شرکت‌های صنعتی را نیز تسهیل می‌کند که یکی از اهداف راهبردی کشور است [۳۲]. همچنین از طریق این شبکه میتوان آثار سیاست‌های حمایتی دولت را ردیابی و ارزیابی کرد. مباحث فوق، نشان‌گر موانع متعدد پیش روی توسعه فناوری نانو در بخش‌های مختلف از جمله زیرساخت‌ها، سیاست‌ها، چالش‌های اطلاعاتی و ... است [۳۷ و ۳۸].

## ۶- نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه شفاف‌سازی فضای همکاری‌های علمی-فنی شرکت‌های نانو در ایران و ارایه تصویری از شبکه همکاری‌های تحقیق و توسعه آنها از طریق بررسی کمی روابط شرکت‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی بود تا سیاست‌گذار در ابعاد ملی و یا مدیر بنگاه در ابعاد بنگاهی بتواند بهتر تصمیم‌گیری نماید. این مطالعه بازیگران کلیدی شبکه را مشخص و خصوصیات و ویژگی‌های اصلی شبکه را توضیح داده است.

نتایج نشان می‌دهد نبود همکاری راهبردی در شبکه سبب کاهش پایداری، کم شدن دغدغه‌های مشترک و در نتیجه پایین آمدن کارایی شبکه خواهد شد. نتایج مطالعه از یک سو به سیاست‌گذاران توصیه می‌کند که همکاری‌های راهبردی بین شرکتی را تشویق و تقویت کنند و از سوی دیگر از مدیران شرکت‌های نانویی می‌خواهد که سرمایه‌گذاری بیشتری بر ایجاد همکاری‌های راهبردی انجام دهند.

ضروری است که همکاری شرکت‌های نانویی با بازیگران صنعتی تقویت شود و همچنین ارتباط آنها با مراکز تحقیقاتی به سمت ارتباط راهبردی تغییر مسیر دهد. نکته‌ای که کمتر مورد توجه مدیران شرکت‌ها و سیاست‌گذاران عرصه فناوری بوده است.

با توجه به وجود سه دسته شرکت از نظر میزان ارتباطات در شبکه، سیاست‌گذار می‌تواند سیاست‌ها و برنامه‌های خود را از طریق شرکت‌های پربارتباط در شبکه گسترش داده و از

- [20] Davies, W. and Brush, K.E., 1997, "High-Tech Industry Marketing: The Elements of a Sophisticated Global Strategy", *Industrial Marketing Management*, 26, pp. 1-13.
- [21] Möller, K. and Halinen, A., 1999, "Business Relationships and Networks: Managerial Challenge of Network Era", *Industrial Marketing Management*, 28, pp. 413-427.
- [22] Soh, P.H., 2003, "The role of networking alliances in information acquisition and its implications for new product performance", *Journal of Business Venturing*, 18, pp. 727-744.
- [23] Powell, W.W., White, D.R., Koput, K.W. and Owen-Smith, J., 2005, "Network Dynamics and Field Evolution: The Growth of Inter-organizational Collaboration in the Life Sciences", *American Journal of Sociology*, 110(4), pp. 132-205.
- [24] Baum, J.A.C., Shipilov, A.V. and Rowley, T.J., 2003, "Where Do Small Worlds Come from?", *Industrial and Corporate Change*, 12, pp. 697-725.
- [25] Riccaboni, M. and Pammolli, F., 2002, "On Firm Growth in Networks", *Research Policy*, 31, pp. 1405-1416.
- [26] Ahuja, G., 2000, "Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study", *Administrative Science Quarterly*, 45, pp. 425-455.
- [27] Rank, C., Rank, O. and Wald, A., 2006, "Integrated Versus Core-Periphery Structures in Regional Biotechnology Networks", *European Management Journal*, 24(1), pp. 73-85.
- [28] Gay, B. and Dousset, B., 2005, "Innovation and network structural dynamics: Study of the alliance network of a major sector of the biotechnology industry", *Research Policy*, 34, pp. 1457-1475.
- [29] Schilling, M.A. and Phelps, C.C., 2007, "Interfirm Collaboration Networks: The Impact of Large-Scale Network Structure on Firm Innovation", *Management Science*, 53(7), pp. 1113-1126.
- [30] Todeva, E. and Knoke, D., 2005, "Strategic alliances and models of collaboration", *Management Decision*, 43(1), pp. 123-148.
- [31] Gebauer, A., Nam, C.W. and Parsche, R., 2005, "Regional Technology Policy and Factors Shaping Local Innovation Networks in Small German Cities", *European Planning Studies*, 13(5), pp. 661-683.
- [۳۲] ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، ۱۳۸۴، "سند راهبرد آینده: برنامه ده ساله توسعه فناوری نانو در ایران"، قابل دسترس در: [http://www.nano.ir/sub\\_forsight.php?page=main\\_policy&subPage=4](http://www.nano.ir/sub_forsight.php?page=main_policy&subPage=4)
- [33] Berry, M.M.J., 1996, "Technical entrepreneurs, strategic awareness and corporate transformation in small hi-tech firms", *Technovation*, 16(9), pp. 487-498.
- [۳۴] مجمع تشخیص مصلحت نظام، ۱۳۸۲، "سند چشم انداز بیست ساله توسعه ایران"، قابل دسترس در: <http://www.maslehat.ir/Contents.aspx?p=67ee04aa-7171-4f72-bdf7-e6f68c3547e5>
- [5] Ceglie, G. and Dini, M., 1999, "SME Cluster and Network Development in Developing Countries: The Experience of UNIDO", available from: [www.unido.org/fileadmin/import/userfiles/russof/giopaper.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/userfiles/russof/giopaper.pdf)
- [6] Hagedoorn, J., Cloodt, D. and Kranenburg, H.V., 2006, "The strength of R&D network ties in high-tech industries – A multi-dimensional analysis of the effects of tie strength on technological performance", DRUID Summer Conference, Copenhagen, Denmark.
- [۷] بحرینی، م. و شادنام، م.، ۱۳۸۶، "تجاری سازی فناوری یا چگونگی تولید ثروت از تحقیق و توسعه"، تهران: انتشارات بازتاب، چاپ اول.
- [8] Chung, Q.B., Luo, W. and Wagner, W.P., 2006, "Strategic alliance of small firms in knowledge industries - A management consulting perspective", *Business Process Management Journal*, 12(2), pp. 206-233.
- [9] Ghazinoory, S. and Heydari, E., 2008, "Potential impacts of nanotechnology development in Iran", *IEEE Technology and Society Magazine*, 27(4), pp. 37-44.
- [10] Pitt, L., Merwe, R.V., Berthon, P., Salehi-Sangari, E. and Caruana, A., 2006, "Global alliance networks: A comparison of biotech SMEs in Sweden and Australia", *Industrial Marketing Management*, 35, pp. 600-610.
- [11] Wasserman, S. and Faust, K., 1994, "Social network analysis - Methods and applications", Cambridge: Cambridge University Press.
- [12] Dyer, J.H., Singh, H. and Kale, P., 2008, "Splitting the pie: rent distribution in alliances and networks", *Managerial and Decision Economics*, 29(2), pp. 137-148.
- [13] Moensted, M., 2007, "Strategic networking in small high tech firms", *International Entrepreneurship Management Journal*, 3, pp. 15-27.
- [14] Hagedoorn, J., Roijakkers, N. and Kranenburg, H.V., 2006, "Inter-Firm R&D Networks: the Importance of Strategic Network Capabilities for High-Tech Partnership Formation", *British Journal of Management*, 17, pp. 39-53.
- [15] Catherine, D., Corolleur, F. and Mangematin, V., 2001, "High-Tech Firms: Governance Through Networks: The Example of Biotech SMEs In France", 17<sup>th</sup> colloquium EGOS, pp. 5-7.
- [16] Gils, A.V. and Zwart, P., 2004, "Knowledge Acquisition and Learning in Dutch and Belgian SMEs: The Role of Strategic Alliances", *European Management Journal*, 22(6), pp. 685-692.
- [17] Möller, K., Partanen, J., Rajala, R. and Westerlund, M., 2007, "Fostering innovations in the SME context: a network perspective", IMP Conference, Manchester, UK.
- [18] Ford, D., Berthon, P., Gadde, L., Håkansson, H., Neude, P., Ritter, T. and Snehota, I., 2002, "The business marketing course - Managing in complex networks", John Wiley & Sons Ltd.
- [19] Chorev, S. and Anderson, A.R., 2006, "Marketing in high-tech start-ups: Overcoming the liability of newness in Israel", *International Entrepreneurship Management Journal*, 2, pp. 281-297.

[۳۸] قاضی نوری، س. و توسلی زاده، ص.، ۱۳۸۷، "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، ۱(۴)، صص. ۵۸-۴۹.

[35] Hanneman, R.A. and Riddle M., 2005, "Introduction to Social Network Methods", Available from: <http://www.faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext> (29/1/2011)

[36] Meyer, M.A. and Booker, J.M., 2001, "Eliciting and analyzing expert judgment: A practical guide", SIAM publication.

[۳۷] رضایی، ر.، حسینی، س.م.، شعبانعلی فمی، ح. و صفا، ل.، ۱۳۸۸، "شناسایی و تحلیل موانع توسعه فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران"، فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۲(۱)، صص. ۲۰-۱۷.

Archive of SID