



تقویت روابط در شبکه‌های همکاری علم و فناوری طی چهار سال مطالعه شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

سیدحامد مزارعی*^۱، رضا اسدی فرد^۲، آرمان خالدی^۳، مهدی پاکزاد بناب^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۹

چکیده:

بر اساس مطالعات متعدد یکی از عواملی که می‌تواند منجر به پایداری یک شبکه همکاری و تکامل آن در طی زمان شود، تقویت روابط در بین اعضای شبکه است. بررسی شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو به‌عنوان یک شبکه با سابقه همکاری در حوزه علم و فناوری ایران در طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی نشان‌دهنده افزایش پایداری این شبکه از منظر روابط در بین اعضای شبکه است. لذا این پژوهش به دنبال شناسایی عوامل مهم مؤثر بر پایداری شبکه‌های همکاری است. برای دستیابی به این هدف وضعیت شبکه در سال‌های منتهی به ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی در هفت سرفصل همکاری با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان‌دهنده تقویت روابط در بین اعضای شبکه در طی سال‌های موردبررسی است. برای شناسایی دلایل این بهبود، عوامل مؤثر بر تقویت روابط در بین اعضای شبکه با نگاه سرمایه اجتماعی شناسایی و با استفاده از روش تاپسیس اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان می‌دهد عوامل برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه، تکامل شبکه، تجربه روابط پیشین با دیگر اعضای شبکه، برنامه‌ها و سیاست‌های مراکز عضو شبکه و مدت‌زمان عضویت یک عضو در شبکه به ترتیب بالاترین اولویت را در تقویت روابط در بین اعضای شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو داشته‌اند.

واژگان کلیدی: شبکه‌های همکاری، پایداری شبکه، تحلیل شبکه اجتماعی، سرمایه اجتماعی، شبکه آزمایشگاهی

فناوری نانو

*-پژوهشگر پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران. نویسنده مسئول مکاتبات hamedmazarei@gmail.com

۲-عضو هیئت علمی پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران.

۳-عضو هیئت علمی پژوهشکده مطالعات فناوری، تهران، ایران.

۴-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران.

۱- مقدمه

شبکه‌های همکاری به‌عنوان ابزاری برای مدیریت بهینه منابع، انتقال دانش بین عوامل، به اشتراک‌گذاری دارایی‌ها و کاهش ریسک‌های توسعه در عرصه اقتصاد، کسب‌وکار و دانش شناخته شده‌اند. در این قبیل از شبکه‌ها یکی از وظایف مهم مدیریت شبکه، طراحی و پیاده‌سازی برنامه‌های مختلف برای تشویق روابط برد-برد در بین اعضا است (Büchel et al., 2002). بسیاری از سرمایه‌گذاری‌های اتحادیه اروپا بر روی تحقیق و توسعه باهدف تحریک شکل‌گیری روابط همکاری در بین بنگاه‌های خصوصی صورت گرفته است. دلیل این سرمایه‌گذاری این است که جریان اطلاعات ایجادشده در این روابط، باعث بهبود معنادار رشد اقتصادی و عملکرد نظام ملی نوآوری می‌شود (Lopez, 2008). همچنین بنگاه‌ها به‌منظور بهره‌مندی از منابع دانش و تخصص بیرونی، دستیابی سریع به فناوری‌ها یا بازارهای جدید، بهره‌مند شدن از صرفه مقیاس و تسهیم خطرات و ریسک‌های خارج از توانایی‌های خود، به دنبال ایجاد رابطه با دیگر اعضا هستند (Fischer et al., 2002). یکی دیگر از مزایای ایجاد و تقویت روابط در بین اعضا شبکه مربوط به ارتقاء نوآوری است به‌نحوی که سیاست‌گذاران بر اهمیت فزاینده شبکه‌های همکاری برای نوآوری تأکید می‌کنند. آن‌طور که در خلاصه سیاستی سازمان همکاری اقتصادی و توسعه آمده است: «توانایی برای نوآوری، وابسته به این است که به چه میزان دانش به چرخش درآمده و چگونه شبکه به‌خوبی متصل شده است: از این‌رو سیاست‌هایی که باعث توسعه خوشه و شبکه‌ها می‌شوند، اهمیت فزاینده‌ای دارند» (OECD, 2008). در واقع ورودی‌ها و محیط مناسب در شبکه به‌عنوان پایه و پیش‌نیازی برای شکل‌گیری ساختار شبکه عمل می‌کنند که این ساختار وظیفه تسهیل جریان دانشی در شبکه را بر عهده دارد (Wang et al., 2021). همچنین اسدی فرد (۲۰۱۶) در مطالعه خود به این نتیجه می‌رسد که از بین تمامی شبکه‌های تشکیل شده تنها تعداد معدودی شبکه توانسته‌اند به سطح مناسبی از پایداری برسند و یکی از مهم‌ترین دلایل این امر ضعف روابط در بین اعضا شبکه‌های همکاری بوده است (Asadifard et al., 2016). بر این اساس، مطالعه و ارزیابی روابط بین اعضا شبکه‌های همکاری علم و فناوری بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در مطالعات انجام‌شده در مورد روابط بین اعضا شبکه‌های همکاری می‌توان به دو شکاف اصلی اشاره کرد:

۱- روابطی که در پیشینه شبکه موردبررسی قرارگرفته است عموماً از نوع رسمی (Ashton, 2008, De Sousa et al., 2015, Hagedoorn et al., 2006, La Rocca et al., 2014) بوده‌اند و توجه چندانی به روابط غیررسمی در کنار روابط رسمی نشده است. این در حالی است که در عمل بخش

زیادی از روابط در بین اعضاء شبکه از نوع غیررسمی است که می‌توان با ایجاد مفاهمه بهتر، زمینه تسهیل روابط رسمی را نیز فراهم نماید. لذا در این پژوهش روابط رسمی و غیررسمی به صورت توأمان مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۲- در ادبیات مورد بررسی، شناسایی عوامل مؤثر بر روابط بین اعضاء شبکه‌های همکاری با نگاه اقتصادی (Chassagnon, 2014, De Sousa, Braga et al., 2015, Miotti et al., 2002) یا فرهنگی (Bourdieu, 2011) صورت گرفته و در نتیجه مطالعات اندکی عوامل پیش‌گفته را با نگاه سرمایه اجتماعی شناسایی کرده‌اند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد نظریه سرمایه اجتماعی نسبت به دیگر نظریه‌ها ابعاد بیشتری از عوامل مؤثر بر روابط بین اعضاء شبکه‌های همکاری را پوشش می‌دهد؛ به‌طور خلاصه این نظریه دسترسی به منابع مکمل، به اشتراک‌گذاری خطرات، کاهش هزینه‌ها، افزایش یادگیری، شناخته شدن به‌عنوان یک عضو قابل‌اعتماد، حسن شهرت و... را به‌عنوان برخی از دلایل ایجاد روابط در بین اعضاء شبکه در نظر می‌گیرد؛ بنابراین در این پژوهش از این نظریه برای شناسایی عوامل مؤثر بر ایجاد روابط بین اعضاء شبکه‌های همکاری استفاده شده است.

یکی از عوامل مهم و مؤثر بر تقویت روابط در بین اعضاء شبکه، وجود روابط غیررسمی و دوستانه در بین اعضاء شبکه است. موران به این نتیجه می‌رسد که روابط نزدیک موجب شکل‌گیری تمایل بازیگران به ارائه واقعی اطلاعات می‌گردد و در نتیجه احتمال بیشتری وجود دارد که این اعضاء اقدام به تأمین منابع یا ارائه دانش فنی به بازیگرانی که دارای ارتباط نزدیک هستند نمایند تا آن‌هایی که ناآشنا هستند (Moran, 2005). بعضی دیگر از پژوهشگران نیز به این نتیجه می‌رسند که روابط عاطفی و دوستانه یکی از مهم‌ترین عوامل تسهیم دانش در بین اعضاء یک شبکه است. در واقع از نظر ایشان شرکت‌هایی که دارای وابستگی عاطفی قوی هستند، نسبت به آن‌هایی که ارتباط چندانی ندارند یا آن‌هایی که وابستگی عاطفی ندارند، بیشتر احتمال می‌رود که به تسهیم دانش پردازند. شبکه‌های دوستی متراکم، این احتمال را بیشتر می‌سازند که بهترین روش‌ها یا تجربیات را با مشتریان به اشتراک بگذارند (Ingram et al., 2000). در نتیجه، شرکت‌هایی که به‌واسطه روابط دوستی قوی به یکدیگر پیوند خورده‌اند، مایلند تا انتقال دانش را در میان خود تقویت نمایند (Bell et al., 2007). ایفای نقش میانجی‌گری در شبکه عموماً از طریق مکانیزم‌های غیررسمی اتفاق می‌افتد. در واقع اهمیت واسطه‌گری و کارگزاری در شبکه به حدی است که برخی از پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که هر عضو شبکه از طریق

میانجی‌ها دسترسی مشابهی به سرمایه اجتماعی کل شبکه دارد. در واقع، میانجی‌ها در شبکه بر نوع و محتوای تعامل در شبکه اثرگذار هستند (Morel et al., 2019).

برخی دیگر از پژوهشگران نقش روابط غیررسمی بین افراد را به چند دلیل از جمله فراهم نمودن امکان دسترسی به پایگاه دانش سایر بازیگران حائز اهمیت می‌دانند (Granovetter, 1985). از نظر آنان شبکه‌های اجتماعی و ارتباطات فردی (غیررسمی) را می‌توان به‌عنوان کانال‌هایی برای دستیابی به منابعی بکار برد که می‌توانند به‌منظور کسب حمایت مالی برای فعالیت‌های توسعه کسب‌وکار مورد استفاده قرار گیرند (Westerlund et al., 2008).

بررسی ادبیات مرتبط با پژوهش، وجود برخی از شکاف‌های پژوهشی را نشان می‌دهد. در برخی از مطالعات انجام‌شده روابط رسمی بین بازیگران مورد بررسی قرار گرفته و در نتیجه، توجه چندانی به روابط غیررسمی در کنار روابط رسمی بین بازیگران موجود در شبکه نشده است. همچنین با ابلاغ شیوه‌نامه حمایت از شکل‌گیری شبکه‌های همکاری، تقاضاهای زیادی برای ایجاد شبکه‌های همکاری به سازمان برنامه‌بودجه کشور ارسال شد، ولی در عمل تعداد شبکه‌ها افزایش چندانی نیافت. اسدی فرد (۲۰۱۷) در مطالعه خود به این نتیجه رسید که از بین تمامی شبکه‌های تشکیل شده تنها تعداد معدودی توانسته‌اند به سطح مناسبی از پایداری برسند و یکی از مهم‌ترین دلایل این امر ضعف روابط در بین اعضای شبکه‌های همکاری بوده است (Asadifard et al., 2017). از این رو، مطالعه عمیق‌تر جنبه‌های مختلف این شبکه‌ها و شناسایی عوامل تأثیرگذار بر عملکرد و موفقیت آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در تدوین سیاست‌های مناسب به‌منظور اصلاح فرایند شکل‌گیری این شبکه‌ها داشته باشد.

شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در ابتدای سال ۱۳۸۳ باهدف ایجاد بستری مناسب برای ارائه خدمات آزمایشگاهی به پژوهشگران دانشگاهی و صنعتی و استفاده بهتر از ظرفیت‌های آزمایشگاهی کشور تشکیل شد. اعضای این شبکه متشکل از دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز پژوهش‌هایی دولتی و خصوصی از شهرهای مختلف کشور هستند که در قالب شبکه آزمایشگاهی به پژوهشگران خدمات ارائه می‌کنند. نتایج مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۵ در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو صورت گرفت نشان می‌دهد که هفت نوع رابطه همکاری در بین اعضای شبکه وجود دارد. نتایج پژوهش پیش‌گفته نشان می‌دهد چگالی شبکه در انواع مختلف همکاری‌ها بسیار پایین است. بر این اساس تنها در یک سرفصل همکاری، تعاملات نسبتاً خوبی در بین اعضاء شکل گرفته و در دیگر حوزه‌های همکاری به‌هیچ‌عنوان شرایط رضایت‌بخش نیست (اسدی فرد و همکاران 1395a).

در نتیجه، با حل این دو شکاف می‌توان یکی از مسائل واقعی کشور که عبارت است از عدم

شکل‌گیری روابط بین اعضاء شبکه‌های همکاری علم و فناوری (Asadifard, Tabatabaiean et al., 2017) را حل کرد. با در نظر گرفتن شکاف‌های پیش‌گفته و مسئله موجود، پژوهش حاضر با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی به دنبال یافتن پاسخی برای پرسش اصلی پژوهش است (مهم‌ترین عوامل مؤثر بر روابط در بین اعضاء شبکه‌های همکاری علم و فناوری از منظر سرمایه اجتماعی چیست؟). برای دستیابی به پاسخی برای این سؤال، شبکه اجتماعی شبکه نانو با استفاده از نرم‌افزار یوسی نت برای سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ ترسیم شده است. در ادامه با استفاده از شاخص‌های مرتبط با تحلیل شبکه اجتماعی از قبیل درجه مرکزیت، دسته‌های چهارگانه و چگالی، تغییرات شبکه در انواع مختلف همکاری در دوره منتهی به ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ با یکدیگر مقایسه شده‌اند. بررسی‌های این دو سال نشان از تقویت روابط در بین اعضای شبکه دارد. بر این اساس این تحقیق به دنبال عواملی است که منجر به این بهبود شده‌اند (به همراه اولویت‌بندی آن‌ها). برای این کار در گام‌های بعد سعی شده است با ابزار پرسشنامه مهم‌ترین عوامل، میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر عامل احصاء شده و با استفاده از تاپسیس عوامل مؤثر اولویت‌بندی شوند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بورديو اساس هر جامعه‌ای را در سرمایه اجتماعی آن جامعه می‌داند. از نظر وی جایگاهی که برای سرمایه اجتماعی در نظر گرفته می‌شود بر گستره پیوندها یا شبکه‌های اجتماعی متمرکز است و این شبکه‌های اجتماعی هستند که باعث ایجاد حس مشارکت و اعتماد می‌شوند (Bourdieu, 2011). کلمن بر شبکه‌ها و ارزش‌های مشترک جامعه و افراد تأکید دارد و معتقد است روابط در بین افراد از این طریق امکان‌پذیر می‌شود (Coleman, 1988). از نظر پاتنام سرمایه اجتماعی آن دسته از ویژگی‌های زندگی اجتماعی، شبکه‌ها، هنجارها و اعتماد است که مشارکت‌کنندگان را قادر می‌سازد تا به شیوه‌ای مؤثرتر اهداف مشترک خود را تعقیب کنند (Putnam, 1995). صاحب‌نظر دیگر در زمینه سرمایه اجتماعی فوکویاما است. وی معتقد است سرمایه اجتماعی نمونه‌ای از هنجار غیررسمی است که همکاری بین افراد را تقویت می‌کند (Fukuyama, 2001). به بیان دیگر، سرمایه اجتماعی آن دسته از شبکه‌ها و هنجارهایی است که مردم را قادر به عمل جمعی می‌کند (Woolcock et al., 2000). کاپیلو و دیگران (۲۰۲۰) در مطالعه خود سعی می‌نمایند اثر ابعاد سه‌گانه سرمایه اجتماعی (چشم‌انداز مشترک به نمایندگی از بعد شناختی، اعتماد به نمایندگی از بعد رابطه‌ای و مرکزیت به نمایندگی بعد ساختاری) بر عملکرد نوآورانه و رقابت‌پذیری شرکت‌های کوچک و متوسط

(اعضای یک خوشه) فعال در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات ایتالیا را مورد بررسی قرار دهند. نتایج پژوهش مؤید ارتباط مثبت ابعاد سرمایه اجتماعی بر عملکرد تعاملی شرکت‌های عضو است (Cappiello et al., 2020). فیوری و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی دو شبکه در حوزه صنایع دارویی به این نتیجه می‌رسند که اعتماد و منابع مکمل عامل همکاری بیشتر اعضای یکی از شبکه‌ها بر شبکه دیگر است (Fiori et al., 2022). ناهاپیت و گوشال (۱۹۹۸) سه بعد شناختی و ساختاری و رابطه‌ای را برای سرمایه اجتماعی تعریف می‌کنند (Nahapiet et al., 1998). بعد شناختی به درک مشترکی که از طریق تعاملات در بین اعضای شبکه ایجاد شده، اشاره می‌کند. این درک یکسان منجر به تقویت همکاری، ایجاد حس مسئولیت و اقدامات جمعی می‌شود (Chen et al., 2008). بعد ساختاری سرمایه اجتماعی بیانگر تعداد تعاملات و همچنین ساختار شبکه‌هایی است که اطلاعات و دیگر منابع در آن تسهیم می‌شود (Rowley et al., 2000). و در نهایت بعد رابطه‌ای به خروجی‌های روابطی که بر اساس اعتماد ایجاد شده‌اند تمرکز می‌کند (Krackhardt, 2014). لذا در این پژوهش عوامل مؤثر بر تقویت روابط در بین اعضای شبکه از منظر این سه بعد مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۱- روابط بین طرفین همکاری

شبکه واژه عامی است که در حوزه‌های مختلف کاربرد داشته و در هر حوزه معنی خاصی از آن مورد نظر است. شبکه‌های همکاری علمی، شبکه‌های خبری، شبکه‌های کامپیوتری، شبکه توزیع کالا، شبکه‌های عصبی و... مواردی هستند که مرتباً در زندگی روزمره از رسانه‌ها شنیده می‌شود. آنچه در همه این معانی مشترک است وجود نوعی تعامل و همکاری بین واحدهای منفرد است (شهابی et al., 2019). در پژوهش‌های حوزه همکاری بین شرکت‌ها، تعاریف مختلفی از همکاری توسط پژوهشگران ارائه شده است. فاراگ معتقد است که همکاری بین شرکت‌ها دارای سه ویژگی مشخص است. اول اینکه همکاری بر مبنای توافق داوطلبانه بین دو شرکت مستقل شکل می‌گیرد، در حله دوم شرکت‌ها به منظور دستیابی به اهداف مشترک، منابعشان را در اختیار شریکشان قرار می‌دهند و در نهایت همکاری نیازمند سطح قابل توجهی از هماهنگی بین شرکت‌هاست. وی در نهایت بر اساس این ویژگی‌ها، همکاری را به‌عنوان یک قرارداد داوطلبانه بین شرکت‌های مستقل در راستای دستیابی به اهداف

مشترک تعریف کرده است (Farag, 2009). اولیور (Oliver, 1990) روابط بین سازمان‌ها را معاملات، جریان‌ات و پیوندهای نسبتاً پایداری تعریف می‌کند که بین یک سازمان و یک یا چند سازمان دیگر در یک محیط اتفاق می‌افتد. اسنهوتا و همکاران (Snehota et al., 1995) با نگاهی به شبکه‌های کسب‌وکار، روابط را تعاملاتی دوطرفه در بین دو عضو تعریف می‌کند که به‌طور متقابل به یکدیگر متعهد شده‌اند. ایبرس (Ebers, 2015) روابط بین سازمانی را به‌صورت روابط بلندمدت باهدف ایجاد منافع دوطرفه تعریف می‌کند. در تحقیق حاضر منظور از رابطه هرگونه تعامل و پیوندی است که بین دو عضو شبکه باهدف ایجاد منافع متقابل ایجاد می‌شود. همچنین محمدی و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه خود چهار دسته عوامل را در شکل‌گیری شبکه‌های نوآوری مؤثر می‌دانند. یکی از این دسته‌ها ارتباطات است که دارای چهار متغیر وجود پایگاه دانش، جمع‌آوری و توزیع اطلاعات، ارتباطات رسمی و غیررسمی و اعتماد است (محمدی و همکاران 2015). اسدی فرد و همکاران (۱۳۹۵) از طریق بررسی ادبیات پژوهش و مصاحبه با خبرگان هفت دسته روابط را در بین اعضاء شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو شناسایی کردند. شایان‌ذکر است در این دسته‌بندی هم روابط رسمی مدنظر است هم روابط غیررسمی. برای مثال در مقوله همکاری در زمینه آموزش در شبکه موردبررسی هم همکاری رسمی در قالب برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های رسمی وجود دارد هم آموزش از طریق مکانیزم‌های غیررسمی. این دسته‌بندی از همکاری‌ها عبارت است از همکاری در زمینه آموزش، همکاری در زمینه استاندارد و کالیبراسیون، مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه، تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه، همکاری در زمینه تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها با سایر اعضاء شبکه، همکاری در زمینه خرید تجهیزات و قطعات با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه و همکاری در زمینه انجام فعالیت‌های علمی مشترک (اسدی فرد و مزارعی, ۱۳۹۵a).

۲-۲ عوامل مؤثر بر تقویت روابط در بین اعضاء شبکه‌های همکاری علم و فناوری

رابرت پاتنام (۲۰۰۰) با بررسی جوامع آمریکایی، عوامل مؤثر بر روابط بین اعضاء شبکه را اعتماد، نوع شبکه (شبکه افقی در برابر شبکه عمودی) و هنجارهای حاکم بر شبکه معرفی

می‌کند. وی این‌گونه استدلال می‌کند که هنجارهای حاکم بر شبکه از طریق افزایش اعتماد و کاهش هزینه مبادلات منجر به تسهیل روابط بین اعضاء می‌شود (Putnam, 2000). همچنین هاگدورن و دیگران (۲۰۰۶) با بررسی روابط رسمی پژوهش و توسعه در بین شرکت‌های فعال در حوزه فناوری‌های برتر در سطح بین‌الملل، توانمندی‌های استراتژیک شبکه خصوصاً توانمندی‌های مبتنی بر مرکزیت (جایگاه شرکت‌ها در شبکه)، کارایی شرکت‌ها در انتخاب شریک، تجربه‌های پیشین همکاری، یادگیری، اندازه سازمانی، ماهیت منطقه‌ای روابط را از جمله عوامل مؤثر بر روابط بین اعضاء شبکه موردبررسی قلمداد می‌کنند (Hagedoorn, 2006). چاساگنون (۲۰۱۴) در خلال بررسی روابط رسمی عمودی در شبکه‌ای از شرکت‌های فعال در بخش صنایع تولیدی فرانسه، عوامل مؤثر در بین بازیگران را در دو دسته طبقه‌بندی می‌کند. دسته اول شامل معیارهای اقتصادی مانند کاهش قیمت، کاهش ریسک، اقتصاد مقیاس، دسترسی به بازار جدید بوده و دسته دوم شامل عوامل مرتبط با روابط بین شرکتی شامل طول مدت همکاری، نوع ارتباطات، شهرت طرفین، شایستگی‌های مکمل سازمانی، موازنه قدرت بین شرکت‌های درگیر در روابط است (Chassagnon, 2014). فیلیری و دیگران (۲۰۱۴) با لنز سرمایه اجتماعی، تکامل یک شبکه دارویی در ایرلند را از منظر پیکربندی‌های ساختاری (پیوندهای درون و برون گروهی) و تأثیر آن‌ها بر انتقال دانش و نوآوری در مراحل مختلف تکامل شبکه موردبررسی قرار داده‌اند. در این پژوهش اعتماد، هنجارهای موجود در شبکه، ایفای نقش حفره‌های ساختاری توسط اعضاء و تعهد اولیه تأمین مالی توسط به‌عنوان عوامل مؤثر بر انتقال دانش و نوآوری در بین اعضاء بیان شده‌اند (Filiery et al., 2014). همچنین برخی از پژوهشگران نقش روابط نزدیک با دیگر اعضاء را در دستیابی به اطلاعات صحیح و موثق موردبررسی قرار داده‌اند. برای مثال، موران به این نتیجه می‌رسد که روابط نزدیک موجب شکل‌گیری تمایل بازیگران به ارائه واقعی اطلاعات می‌گردد و در نتیجه احتمال بیشتری وجود دارد که این اعضاء اقدام به تأمین منابع یا ارائه دانش فنی به بازیگرانی که دارای ارتباط نزدیک هستند نمایند تا آن‌هایی که ناآشنا هستند (Moran, 2005).

خاویر مولینا مورالز و دیگران (۲۰۱۰) با بررسی چندین شرکت کوچک و متوسط تولیدی در اسپانیا تأثیر عوامل مرتبط با سرمایه اجتماعی شامل اعتماد و چشم‌انداز مشترک بر نوآوری شرکت‌ها را موردبررسی قرار می‌دهند. آنان عوامل مرتبط با سرمایه اجتماعی و تأثیرگذار

بر روابط بین اعضاء شبکه‌های فوق را اعتماد، شهرت، دیدگاه مشترک و نزدیکی جغرافیایی اعضاء شبکه به یکدیگر می‌دانند (Molina-Morales et al., 2010). همچنین اکلیندر و دیگران (۲۰۱۱) با مطالعه شبکه‌ای در سوئد سعی کرده‌اند وضعیت پیکربندی‌های مختلف سرمایه اجتماعی ساختاری را در شبکه مذکور مورد بررسی قرار دهند. اعضاء این شبکه، شرکت‌هایی صنعتی و وابسته به دولت، دانشگاه و بخش خصوصی هستند. آنان این نتیجه رسیده‌اند که برنامه‌ها و اقدامات مدیریت شبکه و عادات و هنجارهای موجود در شبکه، موجب تسهیل روابط عمودی مبتنی بر زنجیره ارزش شده و از طرف دیگر، حضور شرکت‌هایی با زمینه‌های مختلف کسب‌وکار، تسهیم اطلاعات را برای طرفین همکاری مشکل ساخته که در نهایت، این امر موجب ایجاد چالش‌هایی برای اعتمادپذیری بین اعضاء می‌شود (Eklinder-Frick et al., 2011). دسوزا و دیگران (۲۰۱۵) با بررسی روابط بین شرکت‌های خصوصی فعال در حوزه تولید و خدمات با دیگر شرکت‌ها و همچنین با مؤسسات پژوهش‌هایی دولتی سعی می‌کنند تأثیر روابط همکاری را بر فعالیت‌های مرتبط با پژوهش و توسعه شرکت‌های برزیلی احصاء نمایند. آنان تقویت جریان‌های دانش و اطلاعات، کاهش هزینه‌ها، کاهش میزان ریسک، دستیابی به توانایی‌ها و منابع مکمل و افزایش میزان ظرفیت جذب را مؤثر بر روابط بین بازیگران فوق می‌دانند (De Sousa, Braga et al., 2015).

همان‌طور که مشاهده می‌شود پژوهشگران مختلف با نگاه‌های متفاوتی عوامل مؤثر بر روابط بین اعضاء شبکه را مورد بررسی قرار داده‌اند، اما تقریباً هیچ‌کدام این عوامل را با لنز ابعاد سه‌گانه سرمایه اجتماعی بررسی نکرده‌اند. برای مثال، در این موضوع گرانووتر (۱۹۹۲) بر بعد رابطه‌ای و آن‌هم عوامل روابط ضعیف، پل‌زنی و واسطه‌گری تمرکز نموده، تسای (۱۹۹۸) اثر ابعاد سه‌گانه سرمایه اجتماعی بر یکدیگر و بر ترکیب و تبادل منابع را مورد بررسی قرار می‌دهد ولی تنها بر عوامل اعتماد به نمایندگی از بعد رابطه‌ای، چشم‌انداز مشترک به نمایندگی از بعد شناختی و جایگاه عضو در شبکه به‌عنوان نمایند بعد ساختاری توجه می‌نماید. مولینا مورالز (۲۰۱۰) برخی از عوامل از ابعاد سه‌گانه فوق را مورد بررسی قرار می‌دهد.

گولاتی (۱۹۹۹) اثر بعد رابطه‌ای و آن‌هم تنها عوامل تجربه روابط پیشین و دسترسی به منابع، پاتنام (۲۰۰۰) نیز از بعد رابطه‌ای عامل اعتماد و از بعد ساختاری عوامل هنجارها و نوع شبکه را مورد بررسی قرار می‌دهد. آهوجا (۲۰۰۰)، روزنکوف (۲۰۰۱) و اکلیندر (۲۰۱۱) تنها نقش برخی

از عوامل بعد ساختاری (جایگاه عضو، هنجارها و نقش مدیریت شبکه) در روابط بین اعضای شبکه را مورد بررسی قرار می‌دهند. برخی از پژوهشگران دیگر مانند چن (۲۰۰۲)، میوتی (۲۰۰۳)، لاروکا (۲۰۱۴) و دسوزا (۲۰۱۵) تنها به بررسی نقش اعتماد در شبکه‌ها می‌پردازند. گروهی دیگر از پژوهشگران مانند هاگدورن (۲۰۰۶)، آشتون (۲۰۰۸)، فیلیری (۲۰۱۴) و چاسانگسون (۲۰۱۴) بدون توجه به بعد شناختی سرمایه اجتماعی تنها عوامل مربوط به دو بعد دیگر را مدنظر قرار داده‌اند. سرانجام برخی از پژوهشگران مانند ناهاپیت و گوشال (۱۹۹۸) بعد شناختی سرمایه اجتماعی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در جدول (۱) پژوهش‌های انجام شده با نگاه توجیه به ابعاد مختلف سرمایه اجتماعی و نوع روابط (رسمی یا غیررسمی) با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

جدول (۱): جمع‌بندی پژوهش‌های انجام شده با نگاه نوع روابط و ابعاد سرمایه اجتماعی

نام پژوهش	نوع روابط بررسی شده	بعد رابطه‌ای	بعد ساختاری	بعد شناختی
(Granovetter, 1992)	-	✓		
(Tsai et al., 1998)	رسمی	✓	✓	✓
(Nahapiet and Ghoshal, 1998)	رسمی	✓	✓	✓
(Gulati et al., 1999b)	رسمی	✓		
(Putnam, 2000)	-	✓	✓	
(Ahuja, 2000)	رسمی		✓	
(Rosenkopf et al., 2001)	غیررسمی		✓	
(Chen et al., 2002)	رسمی	✓		
(Miotti et al., 2003)	رسمی	✓		
(Hagedoorn, Roijackers et al., 2006)	رسمی	✓	✓	
(Rutten et al., 2007)	رسمی		✓	✓
(Ashton, 2008)	رسمی	✓		
(Molina-Morales and Martínez-Fernández, 2010)	رسمی	✓	✓	✓
(Filiari, McNally et al., 2014)	-	✓	✓	
(Eklinder-Frick, Eriksson et al., 2011)	رسمی		✓	
(La Rocca and Snehota, 2014)	رسمی	✓		
(Chassagnon, 2014)	رسمی	✓	✓	
(De Sousa, Braga et al., 2015)	رسمی	✓		

در پژوهش‌های داخلی نیز تقفی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از تئوری سرمایه اجتماعی عوامل مؤثر بر تقویت روابط در بین اعضای شبکه‌های همکاری علم و فناوری را در سه بعد رابطه‌ای، شناختی و ساختاری استخراج نموده است (تقفی و همکاران، ۲۰۱۹). در جدول (۲) مشخص شده است که هرکدام از صاحب‌نظران در این حوزه چه عواملی را در مدنظر قرار داده‌اند. همان‌طور که مشخص است مطالعه ایشان که با روش فراترکیب انجام شده است در واقع جمع‌بندی تمامی

مطالعات پیشین در این حوزه است. لذا در این پژوهش مطالعه مذکور مبنای کار قرار گرفته است.

جدول (۲): جمع‌بندی ادبیات عوامل مؤثر بر روابط اعضاء شبکه

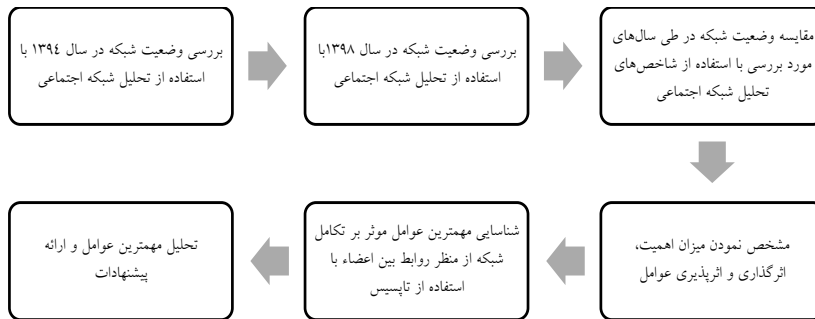
ابعاد	عوامل	Burt	Granovetter	Filieri	Moran	Eklinder	Mandarano	Inkpen	Putnam	Anne	Molina	Soetanto	Ghoshal
بعد شناختی سرمایه اجتماعی	زبان مشترک و ادراکات یکسان												✓
	تعلق خاطر به شبکه										✓		✓
بعد رابطه‌ای سرمایه اجتماعی	حسن شهرت								✓	✓			
	اعتماد							✓					
	دسترسی به منابع						✓						
	روابط غیررسمی	✓	✓		✓								
	تجربه روابط پیشین											✓	
بعد ساختاری سرمایه اجتماعی	انعقاد تفاهم‌نامه‌های رسمی همکاری												
	ویژگی سازمانی همکار					✓				✓			
	موقعیت عضو در شبکه												
	تنبیه رفتارهای فرصت‌طلبانه									✓			
	نزدیکی جغرافیایی										✓	✓	
	تکامل شبکه			✓									
	فناوری اطلاعات و ارتباطات									✓			
	برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه			✓					✓				
	برنامه‌ها و سیاست‌های آزمایشگاه‌های عضو شبکه												
	مدت‌زمان عضویت در شبکه						✓						

۳- روش پژوهش

رویکرد پژوهش حاضر از نوع ترکیبی کیفی-کمی است و در آن از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای بررسی وضعیت روابط در شبکه آزمایشگاهی نانو و از روش تاپسیس برای شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر روابط در بین اعضاء شبکه استفاده شده است. در گام اول پژوهش وضعیت شبکه در دسته‌های هفت‌گانه در طی سال‌های ۱۳۹۴ (اسدی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۵) تا ۱۳۹۸ (مزارعی، ۱۳۹۸)) با استفاده از شاخص‌های مرتبط با تحلیل شبکه‌های اجتماعی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. در گام دوم میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر عامل (مستخرج شده بر اساس نظر خبرگان و با ابزار پرسشنامه) با یکدیگر مقایسه شده‌اند (در این مرحله پرسشنامه‌ای در قالب یک جدول ۱۷ در ۱۷ که در سطر و ستون آن عوامل قرار داشتند تهیه شد و در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد مشخص نمایند که هر عامل بر چه عواملی تأثیرگذار است. از این طریق میزان اثرگذاری و اثرپذیری عوامل مختلف احصاء گردید). در گام سوم با استفاده از ابزار پرسشنامه میزان

اهمیت هر عامل مبتنی بر نظرات خبرگان آزمایشگاه‌های عضو شبکه احصاء گردید. در مرحله بعد با استفاده از تاپسیس عوامل مؤثر بر روابط در بین اعضاء شبکه با یکدیگر با معیارهای میزان اهمیت، میزان اثرگذاری و میزان اثرپذیری مقایسه شده و مهم‌ترین عوامل شناسایی شده‌اند. در انتها نیز این عوامل تحلیل شده و پیشنهاداتی برای بهبود وضعیت آن‌ها در شبکه ارائه شده است. فرایند انجام پژوهش در شکل (۱) و روش پاسخگویی به سؤالات پژوهش در جدول (۳) آورده شده است.

شکل (۱): فرایند انجام پژوهش



جدول (۳): روش پاسخگویی به سؤال پژوهش

گام پژوهش	رویکرد تحقیق	ابزار گردآوری داده‌ها	جامعه آماری	روش تحلیل	روش اعتبارسنجی	خروجی ارائه شده
گام اول: بررسی وضعیت شبکه در سال ۱۳۹۴	کمی	پرسشنامه	تمامی اعضای شبکه (۶۴ عضو)	تحلیل شبکه اجتماعی	نظرسنجی از طرفین همکاری و تشکیل پل خبرگانی	وضعیت شبکه در هفت سرفصل همکاری
گام دوم: بررسی وضعیت شبکه در سال ۱۳۹۸	کمی	پرسشنامه	تمامی اعضای شبکه (۷۸ عضو)	تحلیل شبکه اجتماعی	نظرسنجی از طرفین همکاری و تشکیل پل خبرگانی	وضعیت شبکه در هفت سرفصل همکاری
گام سوم: مقایسه وضعیت شبکه در طی سال‌های مورد بررسی	کمی - کیفی	-	-	تطبیقی	-	مقایسه گراف‌های همکاری
گام چهارم (الف) مشخص نمودن میزان اثرگذاری و اثرپذیری عوامل	کیفی	پرسشنامه	نه نفر از خبرگان	-	اعتبارسنجی مبتنی بر نظر خبرگان	مشخص شدن ماتریس اثرگذاری و اثرپذیری
گام چهارم (ب) شناسایی اهمیت عوامل مؤثر بر تکامل شبکه	کمی	پرسشنامه	سی‌وسه عضو شبکه	-	آلفای کرونباخ برای سه بعد	مشخص شدن درجه اهمیت هر عامل
گام پنجم: اولویت‌بندی عوامل	کمی	-	-	تاپسیس	-	تعیین مهم‌ترین عوامل

برای سنجش روایی و پایایی گام‌های مختلف پژوهش در مراحل مختلف از روش‌های متنوعی استفاده شد. در گام‌های اول و دوم پرسشنامه‌ای تهیه شد و برای تمامی اعضای شبکه فرستاده شد (در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸). در پرسشنامه مذکور از نماینده هر مرکز عضو شبکه پرسیده شد که مرکز آن‌ها با چه آزمایشگاه‌های دیگری در شبکه همکاری داشته است؟ همچنین از آن‌ها خواسته شد که تعیین کنند چه نوع همکاری (با توجه به فهرست هفت‌گانه همکاری‌ها) و در چه سطحی با هر یک از آزمایشگاه‌ها داشته‌اند. این پرسشنامه ابتدا به صورت آزمایشی برای نمایندگان هشت مرکز عضو ارسال شد و براساس پاسخ‌ها و بازخوردهای آن‌ها اصلاح گردید و سپس برای هر

آزمایشگاه عضو، دو پرسشنامه از طریق ایمیل به صورت مجزا برای یکی از مدیران باسابقه و مطلع آن آزمایشگاه و یکی از فعالان کلیدی (عموماً رابط آزمایشگاه با شبکه) ارسال گردید. این دو نفر در حقیقت مطلع‌ترین افراد هر آزمایشگاه عضو نسبت به روابط شبکه‌ای آن مجموعه بودند. در این حالت تناقضات اندکی مشاهده شد که از طریق تماس تلفنی با ایشان مرتفع گردید. همچنین برای ارزیابی روابط بین اعضای شبکه از جنبه‌های مختلف، از برنامه تحلیل شبکه یوسی نت استفاده گردید. شاخص‌های گوناگون با استفاده از این نرم‌افزار محاسبه شده و همچنین داده‌های شبکه با استفاده از نرم‌افزار NetDraw ترسیم شدند. سپس نتایج به دست آمده، در قالب یک پنل نیم روزه برای گروه خبرگانی شبکه ارائه شد. در این جلسه به جز اطلاعات ارائه شده مربوط به سه عضو شبکه، اطلاعات بقیه اعضا تأیید گردید. در زمانی که تناقضاتی در اطلاعات طرفین همکاری مشاهده شد، از طریق تماس تلفنی با طرفین همکاری سعی شد ابهامات رفع و میزان همکاری مورد توافق مشخص شده و مبنای کار قرار گیرد. در نهایت برای سنجش روایی پرسشنامه مرتبط با گام ۴ (میزان اهمیت هر عامل) از نظر خبرگان استفاده شد، بدین صورت که پرسشنامه تحقیق در اختیار متخصصان قرار گرفت و پس از انجام تغییراتی تأیید گردید. برای سنجش پایایی تحقیق نیز از آلفای کرونباخ استفاده شد. ضرایب مربوط به ابعاد شناختی، رابطه‌ای و ساختاری در این آزمون به ترتیب برابر با ۷۸,۳، ۷۱,۵ و ۹۰,۹ و برای کل پرسشنامه ۹۲ درصد به دست آمد. به دلیل اینکه تمامی ضرایب بالاتر از ۰,۶۵ هستند در نتیجه ابزارهای موجود در ابعاد دارای سازگاری بالایی با یکدیگر هستند.

۳-۱- معرفی شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در ابتدای سال ۱۳۸۳ باهدف ایجاد بستری مناسب برای ارائه خدمات آزمایشگاهی به پژوهشگران دانشگاهی و صنعتی و استفاده بهتر از ظرفیت‌های آزمایشگاهی کشور تشکیل شد. اعضای این شبکه متشکل از دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز پژوهش‌هایی دولتی و خصوصی از شهرهای مختلف کشور می‌باشند که در قالب شبکه آزمایشگاهی به پژوهشگران خدمات ارائه می‌کنند. مهم‌ترین اهداف شبکه آزمایشگاهی نانو عبارت است از امکان دسترسی آسان کلیه متخصصان و پژوهشگران کشور به توانمندی‌های آزمایشگاهی، توسعه همگام زیرساخت آزمایشگاهی به موازات توسعه فناوری نانو در کشور، حمایت از ساخت دستگاه‌ها آزمایشگاهی مرتبط با نانو در کشور و توسعه همکاری‌های بین‌المللی در زمینه زیرساخت‌های آزمایشگاهی فناوری نانو. در جدول (۴) مشخصات کلی شبکه مورد بررسی (در زمان انجام پژوهش) آورده شده است.

جدول (۴): مشخصات کلی شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

مشخصات	توضیح
سال تأسیس	۱۳۸۳
مؤسس	ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
تعداد آزمایشگاه‌های عضو قطعی در زمان پژوهش	۸۷
تعداد کارگروه‌های تخصصی	۱۷
تعداد اعضای کارگروه‌های شبکه (نفر)	۱۸۸۸
تعداد کل تجهیزات به اشتراک گذاشته شده از طریق سایت شبکه	۲۲۵۰۰
ماهیت سازمانی اعضای	دانشگاهی، پژوهشگاهی و صنعتی (دولتی / خصوصی)

۴- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۴-۱- مقایسه وضعیت شبکه در سال ۱۳۹۴ با ۱۳۹۸

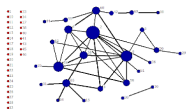
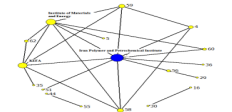

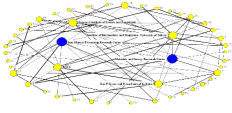
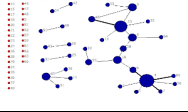

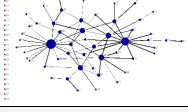

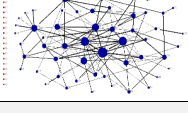
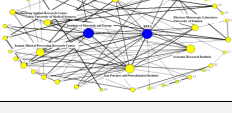
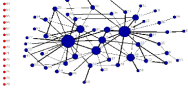
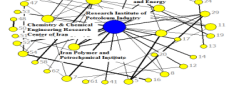
در این بخش وضعیت شبکه در سال ۱۳۹۴ با ۱۳۹۸ در دسته‌های هفت‌گانه همکاری با یکدیگر مقایسه شده‌اند (برای اطلاعات بیشتر بر روی دسته‌بندی در شبکه موردبررسی به (اسدی فرد و مزارعی، ۱۳۹۵a) رجوع شود). مبنای مقایسه گراف شبکه در این بخش درجه مرکزیت، چگالی شبکه، تعداد اعضاء ایزوله (اعضائی که در آن دسته از همکاری، هیچ همکاری‌ای با دیگر اعضای شبکه نداشته‌اند)، مجموع درجات مرکزیت و دسته‌بندی (حداقل چهارگانه) در بین اعضاء شبکه است. در جدول (۵) وضعیت شبکه در طی سال‌های موردبررسی آورده شده است. همان‌طور که مشخص است چگالی شبکه در سال ۱۳۹۸ به نسبت سال ۱۳۹۴ در پنج سرفصل همکاری افزایش یافته و در دو سرفصل آموزش، مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب مدیریتی و تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات کاهش یافته است. بررسی‌های دقیق‌تر نشان می‌دهد کاهش چگالی شبکه در این سرفصل‌ها به دو عامل برمی‌گردد. اول اینکه از سال ۱۳۹۴ به بعد ۱۴ عضو جدید به شبکه اضافه شده‌اند و این اعضاء به دلیل سابقه کم عضویت نتوانسته‌اند همکاری‌های مناسبی را با بقیه اعضاء داشته باشند. بررسی‌ها نیز نشان می‌دهد اگر آمار این مراکز تازه‌وارد را از پایگاه داده حذف کنیم، میزان چگالی این فصل از همکاری به ۲۱,۶ درصد افزایش می‌یابد. دلیل دیگر اینکه آزمایشگاه‌های یکی از شرکت‌های عضو شبکه (شرکت کفا) منحل شده و در نتیجه از شبکه خارج شده است. این شرکت تا سال ۱۳۹۴ یکی از مراکز بسیار فعال شبکه مخصوصاً در سرفصل‌های تبادل منابع و تجهیزات و مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب مدیریتی بوده است (اسدی فرد و مزارعی، ۱۳۹۵b). این دو دلیل باعث شده که چگالی شبکه در برخی از سرفصل‌های همکاری کاهش یابد؛ البته شایان‌ذکر است چگالی کل شبکه در مجموع افزایشی بوده است.

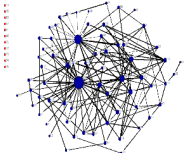
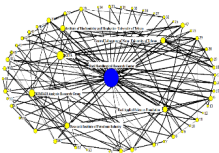
تعداد دسته‌های حداقل چهارگانه نیز در تمامی حالات همکاری یا ثابت بوده یا افزایش یافته است. درواقع تعداد دسته‌ها در کل همکاری‌ها از ۲۵ دسته در سال ۱۳۹۴ به ۴۱ دسته در سال

۱۳۹۸ رسیده است. افزایش دسته‌ها نشان‌دهنده افزایش انسجام و تقویت روابط قوی در بین اعضای شبکه است.

معیار مقایسه بعدی مجموع درجه مرکزیت است. شاید این معیار مهم‌ترین معیاری باشد که بتوان سطح روابط را در طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ مورد قضاوت قرار داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقدار درجه مرکزیت برای تمامی سرفصل‌های همکاری افزایش یافته است و این نشان‌دهنده افزایش تعداد روابط در بین اعضای شبکه است. در نهایت اینکه درصد ایزوله نیز تقریباً در تمامی انواع همکاری کاهش یافت است. منظور از ایزوله اعضایی است که در یک سرفصل همکاری هیچ تعاملی را با دیگر اعضای شبکه ثبت نکرده‌اند. این نیز نشانگر شروع به فعالیت اعضایی است که تا سال ۱۳۹۴ در یک سرفصل همکاری خاص هیچ تعاملی با دیگر اعضای شبکه نداشته بودند.

جدول (۵): مقایسه وضعیت شبکه در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸

شکل شبکه در سال ۱۳۹۸	۱۳۹۸	۱۳۹۴	معیارهای مقایسه شبکه‌ها	شکل شبکه در سال ۱۳۹۴
سرفصل استاندارد و کالیبراسیون				
	درصد ۲,۷۳	درصد ۲,۳	چگالی شبکه	
	۴	۲	تعداد دسته‌ها	
	۱۶۴	۹۲	مجموع درجه مرکزیت	
	۶۷	۷۲	درصد ایزوله	
سرفصل آموزش				
	درصد ۵,۴۶	درصد ۶,۰۳	چگالی شبکه	
	۱	۰	تعداد دسته‌ها	
	۳۲۸	۲۴۲	مجموع درجه مرکزیت	
	۲۸	۲۵	درصد ایزوله	
سرفصل خرید تجهیزات و قطعات				
	درصد ۱,۳۳	درصد ۰,۷۴	چگالی شبکه	
	۰	۰	تعداد دسته‌ها	
	۸۰	۳۰	مجموع درجه مرکزیت	
	۵۷	۷۵	درصد ایزوله	
سرفصل تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها				
	درصد ۴,۹۶	درصد ۳,۴۲	چگالی شبکه	
	۰	۰	تعداد دسته‌ها	
	۲۹۸	۱۳۸	مجموع درجه مرکزیت	
	۳۲	۴۱	درصد ایزوله	
سرفصل مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب مدیریتی				
	درصد ۷,۸۹	درصد ۸,۸۳	چگالی شبکه	
	۱۰	۹	تعداد دسته‌ها	
	۴۷۴	۳۵۶	مجموع درجه مرکزیت	
	۲۸	۳۰	درصد ایزوله	
سرفصل انجام فعالیت‌های علمی مشترک				
	درصد ۵,۹۶	درصد ۵,۰۱	چگالی شبکه	
	۳	۰	تعداد دسته‌ها	
	۳۵۸	۲۰۲	مجموع درجه مرکزیت	
	۲۸	۳۰	درصد ایزوله	

سرفصل تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات				
	چگالی شبکه	۱۸,۰۶ درصد	۱۵,۳۵ درصد	
	تعداد دسته‌ها	۱۴	۲۳	
	مجموع درجه مرکزیت	۷۲۸	۹۲۲	
	درصد اعضاء ایزوله	۹	۱۴	

۲-۴- بررسی میزان اثرگذاری و اثرپذیری عوامل

بر اساس نظر نه نفر از خبرگان در یک ماتریس ۱۷ در ۱۷ که در سطر و ستون آن عنوان عوامل مؤثر بر روابط آمده است وضعیت اثرگذاری و اثرپذیری عوامل بر یکدیگر احصاء گردید. سپس این عوامل بر اساس میزان اثرگذاری-اثرپذیری در یک ماتریس ۲ در ۲ جای گرفتند (شکل ۲). برای مثال عامل ۱۵ (برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه) دارای میزان اثرگذاری ۱۰ و اثرپذیری ۷ است.

اثرپذیری بالا	۱۳		۴											
	۱۲			۵										
	۱۱				۸									
	۱۰					۱			۷					
	۹													
	۸													
	۷										۱۵			
	۶								۱۷					
	۵					۲								
	۴	۱۰												
	۳					۶				۱۲				
	۲												۱۱	
	۱			۱۳						۹				
۰					۱۴	۱۶				۳				
		۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
		اثرگذاری پایین			اثرگذاری متوسط				اثرگذاری بالا					

شکل (۲): میزان اثرگذاری و اثرپذیری عوامل مؤثر بر روابط بین اعضاء شبکه

۳-۴- بررسی میزان اهمیت هر عامل

برای بررسی میزان اهمیت هر کدام از عوامل هفده گانه، پرسشنامه‌ای تهیه شد و برای سی‌وسه عضو شبکه (اعضائی که دارای مدیران و کارشناسانی است که دارای حداقل پنج سال سابقه همکاری در شبکه باشند) فرستاده شد و از آن‌ها خواسته شد میزان اهمیت هر عامل در تقویت

روابط در بین اعضای شبکه را در قالب طیف لیکرت مشخص نمایند. در نهایت سی پرسشنامه دریافت شد و مبنای تحلیل قرار گرفت. بر این اساس میزان اهمیت هر عامل احصاء گردید. در جدول (۶) میزان اهمیت هر عامل، میزان اثرگذاری و اثرپذیری آن آورده شده است.

جدول (۶): میزان اهمیت، اثرگذاری و اثرپذیری عوامل مؤثر بر روابط در بین اعضای شبکه

شماره عامل	عامل	اهمیت	اثرگذاری	اثرپذیری
۱	زبان مشترک و ادراکات یکسان	3.60	4	10
۲	تعلق خاطر به شبکه	4.00	4	5
۳	حسن شهرت	3.87	4	13
۴	اعتماد	4.07	2	12
۵	دسترسی به منابع	3.55	1	13
۶	روابط غیررسمی	3.06	6	10
۷	تجربه روابط پیشین	3.73	9	0
۸	انعقاد تفاهم‌نامه‌های رسمی همکاری	3.21	3	11
۹	ویژگی سازمانی همکار	3.45	5	0
۱۰	موقعیت عضو در شبکه	3.43	6	3
۱۱	تنبیه رفتارهای فرصت‌طلبانه	2.63	0	4
۱۲	نزدیکی جغرافیایی	3.50	4	0
۱۳	تکامل شبکه	4.03	10	7
۱۴	فناوری اطلاعات و ارتباطات	4.10	3	1
۱۵	برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه	4.13	12	2
۱۶	برنامه‌ها و سیاست‌های آزمایشگاه‌های عضو شبکه	3.87	7	1
۱۷	مدت‌زمان عضویت در شبکه	3.72	8	6

۴-۴- اولویت‌بندی عوامل نسبت به یکدیگر

همان‌طور که بیان شد برای اولویت‌بندی عوامل نسبت به یکدیگر از روش تاپسیس با سه معیار اهمیت عوامل، میزان اثرگذاری و میزان اثرپذیری استفاده گردید. در جدول (۷) نتایج اولویت‌بندی عوامل آورده شده است. همان‌طور که مشخص است عوامل برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه، تکامل شبکه، تجربه روابط پیشین با دیگر اعضای شبکه، برنامه‌ها و سیاست‌های اعضای شبکه و مدت‌زمان عضویت در شبکه بیشترین نقش را در تقویت روابط در بین اعضای شبکه دارند.

جدول (۷): نتایج تحلیل اهمیت عوامل با استفاده از تاپسیس

رتبه	شاخص شباهت ^{۱۵}	عوامل
۱	0.99	برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه
۲	0.70	تکامل شبکه
۳	0.66	تجربه روابط پیشین با دیگر اعضای شبکه
۴	0.54	برنامه‌ها و سیاست‌های اعضای شبکه
۵	0.53	مدت زمان عضویت در شبکه
۶	0.47	موقعیت یک عضو در شبکه
۷	0.45	ویژگی سازمانی همکار
۸	0.43	نزدیکی جغرافیایی طرفین همکاری به یکدیگر
۹	0.42	نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در تسهیل همکاری در شبکه
۱۰	0.39	تعلق خاطر اعضای به شبکه
۱۱	0.37	تنبیه رفتارهای فرصت طلبانه
۱۲	0.30	روابط غیررسمی در بین اعضای شبکه
۱۳	0.24	زبان مشترک و ادراکات یکسان در بین اعضای شبکه
۱۴	0.16	انعقاد تفاهم‌نامه‌های رسمی همکاری
۱۵	0.13	اعتماد در بین اعضای شبکه
۱۶	0.12	حسن شهرت طرف همکار
۱۷	0.06	دسترسی به منابع و تجهیزات دیگر اعضای

۵- جمع‌بندی

عاملی که بالاترین اولویت را در تقویت روابط در بین اعضای شبکه دارد "برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه" است. بررسی‌ها نشان می‌دهد مدیریت شبکه حمایت‌های خوبی را در حوزه‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری به‌منظور تقویت مراکز عضو شبکه از آن‌ها کرده است، برای مثال، اگر هرکدام از اعضای اقدام به پیاده‌سازی استاندارد ۱۷۰۲۵ نمایند، مدیریت شبکه پنجاه درصد از هزینه‌اش را متقبل می‌شود. یا طرح‌های تخفیف‌دار مختلفی را برای شرکت‌های دانش‌بنیان، دانشجویان و اعضای هیئت‌علمی و غیره برای استفاده از خدمات آزمایشگاه‌های عضو شبکه اجرا کرده است که در قالب یارانه دریافت خدمات از مراکز عضو، به گروه‌های مختلف از جمله پژوهشگران و دانشجویان اختصاص یافته است؛ که این خود به گسترش بازار خدمات و افزایش مشتریان مراکز عضو شبکه منجر شده است.

در مجموع بنا به اذعان اعضاء شبکه، مدیریت شبکه بسیار رویکرد واقع‌گرایانه‌ای در شبکه داشته و برای همکاری‌های بین اعضاء امتیاز ویژه‌ای در ارزیابی و رتبه‌بندی سالانه مراکز عضو شبکه قائل شده است. در حقیقت مدیران شبکه سعی نکرده‌اند که اعضاء را به شکل دستوری به هم وصل کنند؛ بلکه سعی داشته‌اند شرایط تعامل اعضاء با یکدیگر را تسهیل نمایند و انگیزه‌های مراکز عضو به همکاری را از طریق سازوکارهای تشویقی افزایش دهند. عامل مهم دیگر "تکامل شبکه" از منظر روابط در بین اعضاء شبکه است. بررسی‌ها در شبکه نشان می‌دهد که ارتباطات در اوایل تشکیل شبکه بسیار محدود بوده است و اصلاً به گستردگی اکنون نبوده و به تدریج و در گذر زمان نشست رابطین برگزار شده و در سال‌های بعد نشست مدیران شکل گرفته است. در واقع این نشست به صورت شش ماه یکبار برگزار شده و به صورت دوره‌ای مراکز عضو شبکه میزبان آن بوده‌اند و این قبیل نشست‌ها به شناخت مراکز عضو از توانمندی‌ها و نیازهای همدیگر و تعریف برنامه‌های همکاری مشترک کمک کرده است. به نظر می‌رسد اکنون حوزه ارتباطی بین مدیران و رابطه آن بسیار گسترش یافته است. یکی از اعضاء شبکه این گونه بیان می‌کند که در طی چند سال اخیر بیشترین انعقاد تفاهم‌نامه‌ها را از جنبه‌های گوناگون در کل شبکه به نسبت سال‌های پیش از آن داشته‌اند، موضوع برخی از تفاهم‌نامه‌ها تبادل خدمات، آموزش و انجام پروژه‌های مشترک بوده است. در مجموع مستندات حاکی از این است که همکاری در بین اعضاء شبکه با افزایش عمر و تکامل شبکه بهتر شده است.

عامل "تجربه روابط پیشین" نیز از عوامل مهم برای تقویت روابط در بین اعضاء شبکه است. بررسی‌ها نشان می‌دهد زمانی که یکی از اعضاء شبکه وظیفه خود را در قبال دیگر اعضاء با کیفیت مناسب انجام می‌دهد سطح همکاری آن دو عضو به طور معناداری افزایش می‌یابد. به زبان دیگر رضایت مشتری در استمرار و تعمیق روابط بسیار تأثیرگذار است. این موضوع بیانگر آن است که اگر مراکز عضو تعامل خوبی با دیگر اعضاء داشته باشند، رجوع به آن عضو بیشتر خواهد شد و بالعکس اگر همکاری صورت گرفته و از طرف مراکز همکار رضایت‌بخش نبود، امکان دارد این همکاری دیگر ادامه نیابد.

عامل "برنامه‌ها و سیاست‌های اعضاء شبکه" نیز جزء عوامل مهم طبقه‌بندی می‌شود. در واقع این مدیریت مراکز عضو است که کارشناسان یا رابطین را وادار یا ترغیب به تقویت همکاری با دیگر اعضاء شبکه می‌نماید، پس نقش یک مدیر خوب در شکل‌گیری و تقویت روابط بسیار حائز اهمیت است.

"مدت زمان عضویت" نیز از جمله عوامل مهم در تقویت روابط در بین اعضاء شبکه است. این عامل در واقع، سابقه آن عضو را نشان می‌دهد و می‌تواند در تقویت روابط بین اعضاء بسیار مهم باشد. در حقیقت اعضایی که سابقه حضور بیشتری در شبکه دارند، منطقی‌اً از تجربیات، امکانات و تعاملات مختلف استفاده کرده‌اند که به این میزان از پختگی رسیده‌اند، آنان در شبکه مشهورتر شده‌اند و توانسته‌اند اعتماد بیشتری را نیز کسب کنند. نتیجه نیز این شده است که یکی از وجوه مشترک چند آزمایشگاه اول از منظر تعداد همکاری‌ها، سابقه حضور بیشتر آن‌ها در شبکه است.

هدف پژوهش حاضر شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر روابط در شبکه‌های همکاری است. بر این اساس در گام اول وضعیت شبکه در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ در هفت دسته از همکاری‌ها با یکدیگر مقایسه گردید. بررسی‌ها نشان می‌دهد که روابط در طی این چهار سال از منظر کمی و کیفی تقویت شده است. در گام دوم پژوهشگران سعی نمودند دلایل تقویت روابط را شناسایی نمایند. برای این کار با استفاده از مرور ادبیات هفده عامل مؤثر بر تقویت روابط شناسایی گردید. در مرحله بعد با استفاده از نظر خبرگان سعی گردید میزان اهمیت هر عامل و میزان اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها مشخص گردد. در انتها نیز با استفاده از تاپسیس میزان اولویت عوامل نسبت به یکدیگر به دست آمد. بررسی‌ها نشان می‌دهد عواملی از قبیل برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه، تکامل شبکه، تجربه روابط پیشین با دیگر اعضاء شبکه، برنامه‌ها و سیاست‌های اعضاء شبکه و مدت زمان عضویت در شبکه به ترتیب دارای بالاترین اولویت و عوامل دسترسی به منابع و تجهیزات دیگر اعضاء، حسن شهرت طرف همکار و اعتماد در بین اعضاء شبکه کمترین اولویت را به خود اختصاص داده‌اند.

یکی از نتایج پژوهش حاضر این است که عامل «تجربه روابط پیشین» یکی از عوامل مهم و ریشه‌ای است که نقشی اساسی در شکل‌گیری و ادامه روابط همکاری در بین اعضای شبکه دارد. مطالعات پژوهشگران در حوزه سرمایه اجتماعی نیز نشان می‌دهد که اعضایی از شبکه که از قبل دارای روابط درهم بافته‌ای با دیگر اعضاء هستند، همکاری با شرکای پیشین را تکرار کنند (Gulati et al., 1999a, Walker et al., 2000). گروهی دیگر از پژوهشگران نیز تعاملات مکرر یا تجربه روابط پیشین را علاوه بر عامل اعتماد در تعاملات آتی اعضای شبکه با یکدیگر مؤثر می‌دانند (Gulati and Gargiulo, 1999a, Ring et al., 1994). سوئه تانو نیز در بحث قدرت روابط بر اهمیت روابط پیشین اشاره می‌کند. از نظر وی روابط مستحکم، نتیجه

تعاملات بلندمدت و شدید میان اعضای شبکه است (Soetanto et al., 2010).

عامل مهم و ریشه‌ای دیگری که در شبکه بر روی دیگر عوامل و بر کل روابط در بین اعضای شبکه تأثیرگذار است «برنامه‌ها و سیاست‌های مدیریت شبکه» است. متخصصان سرمایه اجتماعی نیز این عامل را در پژوهش‌های خود بسیار مهم معرفی کرده‌اند. وجود مکانیزم‌های همکاری در شبکه نظیر قراردادها، مقررات و رویکردهای حل اختلاف، احتمالاً به کاهش خطرات و نگرانی‌هایی که ممکن است اعضاء در شبکه‌های یادگیری احساس کنند، انجامیده و از این رو سطح تعاملات را افزایش می‌دهد (Lefebvre et al., 2016). در شبکه هنجارهایی وجود دارند که مهم‌ترین سودمندی آن‌ها تقویت اعتماد، کاهش هزینه معاملات و تسهیل همکاری است (Putnam, 2000).

دیگر عواملی که در این پژوهش مهم تشخیص داده شده است در مطالعات پیشین نیز به آن توجه شده است؛ اما یکی از نقاط تمایز این پژوهش با دیگر پژوهش‌ها این است که عموم اعضای شبکه در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو برخلاف دیگر شبکه‌ها که در ادبیات مورد بررسی قرار گرفته است از نوع دولتی است. وجود اعضای دولتی و سازوکارهای همکاری این قبیل از اعضاء باعث گردید عاملی تحت عنوان «برنامه‌ها و سیاست‌های اعضای شبکه» به چارچوب نهایی پژوهش اضافه گردد و این عامل در همکاری‌های بین اعضای دولتی با دولتی نقش ریشه‌ای را ایفا کند. این عامل از جمله عواملی است که در دیگر پژوهش‌های مرتبط با سرمایه اجتماعی وجود ندارد و مختص شبکه مورد بررسی است. نوآوری این پژوهش را می‌توان از دو جنبه بررسی کرد. اول اینکه مطالعات پیشین عموماً روابط رسمی مورد بررسی قرار گرفته است؛ ولی در این پژوهش هم عوامل رسمی هم غیررسمی مورد تحلیل قرار گرفته است. دوم اینکه در پژوهش‌های پیشین عوامل مؤثر بر روابط در بین اعضای شبکه از نظریه‌هایی مانند منبع محوری، یادگیری، اقتصاد هزینه مبادله و ... استفاده شده است؛ ولی در این پژوهش عوامل شناسایی شده بر اساس ابعاد سه‌گانه سرمایه اجتماعی احصاء شد. در مطالعات گذشته تنها یک یا دو بعد مذکور مورد بررسی قرار گرفته و در هر بعد نیز تنها تعداد بسیار معدودی عامل مدنظر بوده است. این در حالی است که در این پژوهش با دیدی جامع‌نگرانه سعی شده است عوامل کاملی که باعث تقویت روابط بین اعضای شبکه‌های همکاری علم و فناوری با نگاه سرمایه اجتماعی می‌شود ارائه گردد. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر این است که از اعضاء خواسته شد تا تمامی روابط همکاری خود را گزارش کنند. در واقع، این خواسته چون منجر به دریافت

ریزترین اطلاعات از اعضاء شبکه می‌شود، معذوریت‌ها و محدودیت‌های را ایجاد می‌کند که در نهایت، منجر به عدم دریافت اطلاعات کامل شده که دلیل آن عدم پاسخ‌دهی مناسب برخی از اعضاء است.

در مورد پیشنهاد پژوهش‌های آتی می‌توان پیشنهاد داد با توجه به اینکه این پژوهش در شبکه آزمایشگاهی نانو انجام شده، می‌توان همین پژوهش را در دیگر شبکه‌های فعال در کشور مانند شبکه فناوری‌های راهبردی، شبکه گیاهان دارویی و... نیز انجام داد. همچنین در این پژوهش هفت دسته از روابط در بین اعضاء شبکه شناسایی شد. در ادامه مهم‌ترین عوامل با استفاده از تاپسیس شناسایی و تحلیل شد. در پژوهش‌های آتی می‌توان تأثیرگذاری عوامل را به‌جای کلیات روابط، بر روی روابط هفت‌گانه به‌صورت مجزا سنجید و آن‌ها را با یکدیگر مقایسه و تحلیل نمود.

یکی از پیشنهاد‌های سیاستی پژوهش حاضر ایجاد شرایطی برای تسهیل روابط در بین اعضاء شبکه توسط سیاست‌گذاران و مدیران ارشد است. در شبکه‌های همکاری علم و فناوری، روابط متناوب و بلندمدت در بین اعضاء شبکه، یکی از خواسته‌های بنیان‌گذاران، سیاست‌گذاران و مدیران شبکه است. از آنجاکه یکی از اهداف اصلی ایجاد شبکه‌ها، ایجاد فضای یادگیری متقابل و به اشتراک‌گذاری توانمندی‌ها در بین اعضاء شبکه است، شکل‌گیری روابط اثربخش در بین اعضاء شبکه، از شاخص‌های مهم موفقیت شبکه‌های همکاری علم و فناوری است (Büchel and Raub, 2002). در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، به علت دولتی بودن اغلب نهاد‌های فعال در حوزه علم و فناوری، موانع زیادی به‌ویژه از نوع بروکراسی‌کنند اداری برای همکاری سازمان‌ها وجود دارد بنابراین شکل‌گیری روابط بین این نهادها در بستر شبکه‌های همکاری از اهمیت بیشتری برخوردار است. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نوع بازیگران شبکه در میزان روابط آن‌ها تأثیرگذار است. فیلیری (۲۰۱۴) نیز با بررسی یک شبکه دارویی در ایرلند به این نتیجه می‌رسد که نوع بازیگران شبکه بر شکل تعامل آنان در شبکه تأثیرگذار است (Filieri, McNally et al., 2014). در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو تعداد اعضاء دولتی بسیار بیشتر از اعضاء خصوصی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد یکی از دلایل عدم همکاری مناسب اعضاء دولتی وجود قوانین دست و پاگیر اداری است. برای مثال، در زمینه تبادل تجهیزات و دستگاه‌ها اعضاء دولتی با محدودیت‌های زیادی روبرو هستند. حذف این محدودیت‌ها از طریق اصلاح قوانین و

تسهیل شرایط همکاری برای تمامی اعضای شبکه مخصوصاً اعضای دولتی بر عهده مدیران شبکه و سیاست‌گذاران در سطح ملی است.

پیشنهاد سیاستی بعدی در زمینه ایجاد محیطی برای افزایش تجربه خوشایند از همکاری توسط مدیران شبکه و همچنین مدیران مراکز اعضای شبکه است. در واقع به نظر می‌رسد بهبود کیفیت خدماتی که اعضای شبکه به یکدیگر می‌دهند، افزایش تخصص اپراتورها، انجام تعهدات بر اساس قراردادهای منعقدشده و ایجاد مکانیزم‌های ارتباط با مشتری می‌تواند باعث تکرار همکاری‌ها در بین اعضای شبکه شود؛ یعنی تجربه خوشایند از همکاری به‌صورت مستقیم می‌تواند باعث تکرار همکاری‌های سابق و یا شکل‌گیری همکاری‌های جدید بین دو عضو شود.

۶- مراجع

Ahuja, G. 2000. Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly* 45(3) 425-455.

Asadifard, R., Tabatabaeian, S.H., Sofi, J.B. and Taghva, M.R. 2016. A model for investigating the stability factors in formal science and technology collaborative networks: A case study of Iran. *Technological Forecasting and Social Change*.

Asadifard, R., Tabatabaeian, S.H., Sofi, J.B. and Taghva, M.R. 2017. A model for investigating the stability factors in formal science and technology collaborative networks: A case study of Iran. *Technological Forecasting and Social Change* 122 139-150.

Ashton, W. 2008. Understanding the organization of industrial ecosystems: A social network approach. *Journal of Industrial Ecology* 12(1) 34-51.

Bell, G.G. and Zaheer, A. 2007. Geography, networks, and knowledge flow. *Organization Science* 18(6) 955-972.

Bourdieu, P. 2011. The forms of capital.(1986). *Cultural theory: An anthology* 1 81-93.

Büchel, B. and Raub, S. 2002. Building knowledge-creating value networks. *European Management Journal* 20(6) 587-596.

Cappiello, G., Giordani, F. and Visentin, M. 2020. Social capital and its effect on networked firm innovation and competitiveness. *Industrial Marketing Management*.

Chassagnon, V. 2014. Consummate cooperation in the network-firm: Theoretical insights and empirical findings. *European Management Journal* 32(2) 260-274.

Chen, H. and Chen, T.-J. 2002. Asymmetric strategic alliances: A network view. *Journal of Business Research* 55(12) 1007-1013.

Chen, M.H., Chang, Y.C. and Hung, S.C. 2008. Social capital and creativity in R&D project teams. *R&D Management* 38(1) 21-34.

Coleman, J.S. 1988. Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology* 94 S95-S120.

De Sousa, A.G., Braga, M.J. and Meyer, L.F. 2015. Impact of cooperation on the R&D activities of Brazilian firms. *Procedia Economics and Finance* 24 172-181.

Ebers, M. 2015. Interorganizational Relationships and Networks. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* 12.

Eklinder-Frick, J., Eriksson, L.-T. and Hallén, L. 2011. Bridging and bonding forms of social capital in a regional strategic network. *Industrial Marketing Management* 40(6) 994-1003.

Farang, H. 2009. *Collaborative Value Creation: An Empirical Analysis of the European Biotechnology Industry*: Springer Science & Business Media.

Filieri, R., McNally, R.C., O'Dwyer, M. and O'Malley, L. 2014. Structural social capital evolution and knowledge transfer: Evidence from an Irish pharmaceutical network. *Industrial Marketing Management* 43(3) 429-440.

Fiori, G.M.L., Basso, F.G. and Porto, G.S. 2022. Cooperation in R&D in the pharmaceutical industry: Technological and clinical trial networks in oncology. *Technological Forecasting and Social Change* 176 121426.

Fischer, M.M. and Varga, A. 2002. Technological innovation and interfirm cooperation. An exploratory analysis using survey data from manufacturing firms in the metropolitan region of Vienna.

Fukuyama, F. 2001. Social capital, civil society and development. *Third world quarterly* 22(1) 7-20.

Granovetter, M. 1985. Economic action and social structure: The problem of embeddedness. *American journal of sociology* 91(3) 481-510.

Granovetter, M. 1992. *Problems of Explanation in Economic Sociology. Network and Organizations: Structure, Form and Action*. Boston, Harvard Business School Press. pp. 25-56.

Gulati, R. and Gargiulo, M. 1999a. Where do interorganizational networks come from? *American journal of sociology* 104(5) 1439-1493.

Gulati, R. and Westphal, J.D. 1999b. Cooperative or controlling? The effects of

CEO-board relations and the content of interlocks on the formation of joint ventures. *Administrative Science Quarterly* 44(3) 473-506.

Hagedoorn, J., Roijakkers, N. and Van Kranenburg, H. 2006. Inter-Firm R&D Networks: the Importance of Strategic Network Capabilities for High-Tech Partnership Formation I. *British Journal of Management* 17(1) 39-53.

Ingram, P. and Roberts, P.W. 2000. Friendships among competitors in the Sydney hotel industry. *American journal of sociology* 106(2) 387-423.

Krackhardt, D. 2014. A preliminary look at accuracy in egonets. *Contemporary Perspectives on Organizational Social Networks*. Emerald Group Publishing Limited. pp. 277-293.

La Rocca, A. and Snehota, I. 2014. Relating in business networks: Innovation in practice. *Industrial Marketing Management* 43(3) 441-447.

Lefebvre, V.M., Sorenson, D., Henchion, M. and Gellynck, X. 2016. Social capital and knowledge sharing performance of learning networks. *International Journal of Information Management* 36(4) 570-579.

Lopez, A. 2008. Determinants of R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms. *International Journal of Industrial Organization* 26(1) 113-136.

Miotti, L. and Sachwald, F. 2002. Co-operative R&D: Why and with Whom? *Research Policy*(8).

Miotti, L. and Sachwald, F. 2003. Co-operative R&D: why and with whom?: An integrated framework of analysis. *Research Policy* 32(8) 1481-1499.

Molina-Morales, F.X. and Martínez-Fernández, M.T. 2010. Social networks: effects of social capital on firm innovation. *Journal of Small Business Management* 48(2) 258-279.

Moran, P. 2005. Structural vs. relational embeddedness: Social capital and managerial performance. *Strategic management journal* 26(12) 1129-1151.

Morel, R.P. and Coburn, C. 2019. Access, activation, and influence: How brokers mediate social capital among professional development providers. *American Educational Research Journal* 56(2) 247-288.

Nahapiet, J. and Ghoshal, S. 1998. Social Capital, Intellectual Capital, and the Organizational Advantage. *The Academy of Management Review* 23(2) 242-266.

OECD 2008. Policy Brief November, Open Innovation in Global Networks.

Oliver, C. 1990. Determinants of interorganizational relationships: Integration and future directions. *Academy of management review* 15(2) 241-265.

Putnam, R.D. 1995. Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of democracy* 6(1) 65-78.

Putnam, R.D. 2000. *Bowling alone: The collapse and revival of american community*. New York: Simon & schuster.

Ring, P.S. and Van de Ven, A.H. 1994. Developmental processes of cooperative interorganizational relationships. *Academy of Management Review* 19(1) 90-118.

Rosenkopf, L., Metiu, A. and George, V.P. 2001. From the bottom up? Technical committee activity and alliance formation. *Administrative Science Quarterly* 46(4) 748-772.

Rowley, T., Behrens, D. and Krackhardt, D. 2000. Redundant governance structures: An analysis of structural and relational embeddedness in the steel and semiconductor industries. *Strategic Management Journal* 21(3) 369-386.

Rutten, R. and Boekema, F. 2007. Regional social capital: Embeddedness, innovation networks and regional economic development. *Technological Forecasting and Social Change* 74(9) 1834-1846.

Snehota, I. and Hakansson, H. 1995. *Developing relationships in business networks*: Routledge London.

Soetanto, D.P. and Van Geenhuizen, M. 2010. Social capital through networks: the case of university spin-off firms in different stages. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 101(5) 509520-.

Tsai, W. and Ghoshal, S. 1998. Social capital and value creation: The role of intrafirm networks. *Academy of Management Journal* 41(4) 464-476.

Walker, G., Kogut, B. and Shan, W. 2000. Social capital, structural holes and the formation of an industry network. *Knowledge and social capital*. Elsevier. pp. 225-254.

Wang, T., Kroll, H., Wang, L. and Zheng, X. 2021. How S&T connectivity supports innovation-driven development: an analysis of China's cooperation networks in high and new technology fields. *Asian Journal of Technology Innovation* 29(1) 134-157.

Westerlund, M. and Svahn, S. 2008. A relationship value perspective of social capital in networks of software SMEs. *Industrial Marketing Management* 37(5) 492-501.

Woolcock, M. and Narayan, D. 2000. Social capital: Implications for development theory, research, and policy. *The world bank research observer* 15(2) 225-249.

اسدی فرد، ر. و مزارعی، س. ۱۳۹۵ا. بررسی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری و موفقیت همکاری‌های بین اعضا در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو. پژوهشکده مطالعات فناوری.

اسدی فرد، ر. و مزارعی، س. ۱۳۹۵ب. تحلیل روابط درون‌شبکه‌ای میان اعضای شبکه‌های

همکاری علم و فناوری با رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی: مطالعه موردی شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو ایران. فصلنامه سیاست‌گذاری عمومی ۵(۱) ۱۱۷-۱۴۵.

ثقفی، ف. ۲۰۱۹. فراترکیب عوامل مؤثر بر تقویت روابط بین اعضای شبکه‌های همکاری علم و فناوری از نگاه نظریه سرمایه اجتماعی. مدیریت نوآوری ۸(۳) ۲۳-۵۲.

شهبایی، ع، آذر، ع، رادفر، ر. و اسدی فرد، ر. ۲۰۱۹. تحلیل چالش‌های راهبری شبکه‌های رسمی همکاری علم و فناوری: مطالعه پنج شبکه منتخب در ایران. مدیریت نوآوری ۸(۲) ۷۷-۱۰۲.

محمدی، م، حمیدی، م، محمودی، ب. و جوادی، س. ۲۰۱۵. شناسایی، تحلیل و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری شبکه‌های نوآوری در شرکت‌های دانش‌بنیان (مطالعه موردی پارک علم و فناوری دانشگاه تهران). مدیریت نوآوری ۳(۴) ۱-۲۴.

مزارعی، س. ۱۳۹۸. ارائه الگویی برای تقویت روابط بین اعضای شبکه‌های رسمی همکاری علم و فناوری (مطالعه شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو). دانشگاه تهران.

-
- 1- Policy brief
 - 2- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
 - 3- Fukuyama
 - 4- Giuseppe Cappelletto
 - 5- Nahapiet & Ghoshal
 - 6- Farage
 - 7- Linkage
 - 8- Snehotka
 - 9- Ebers
 - 10- Topsis

۱۱- منظور از چگالی شبکه عبارت است از تعداد روابط ایجادشده به تعداد روابط ممکن.

۱۲- دسته‌ها زیرمجموعه‌ای از کنشگران است که در یک شبکه دارای پیوستگی قوی با یکدیگر هستند.

۱۳- منظور از خبره مدیران و کارشناسان شبکه بوده که حداقل پنج سال سابقه همکاری با شبکه را داشته باشند.

۱۴- شاخص شباهت نشان‌دهنده امتیاز هر گزینه است و مقدار آن بین صفر و یک است. هرچه قدر این شاخص به عدد یک نزدیک‌تر باشد راه‌کار به جواب ایده آل نزدیک‌تر است و راه‌کار بهتری می‌باشد.

