فصلنامه علمی - پژوهشی سیاستگذاری عمومی، دوره ۵ ، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۸، صفحات ۱۴۵-۱۱۷

# تحلیل روابط درون شبکه‌ای میان اعضای شبکه‌های همکاری علم و فناوری با رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی:

## مطالعه موردی شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو ایران

**رضا اسدی فرد**[1]

استادیار پژوهشکده مطالعات فناوری

**سیدحامد مزارعی**

پژوهشگر پژوهشکده مطالعات فناوری

(تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۳)

### چکیده

*با وجود مطالعات فراوان انجام‌شده در مورد شبکه‌های همکاری علم و فناوری، وضعیت روابط در بین اعضای این شبکه‌ها کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در این پژوهش، روابط بین اعضا در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در طی سال‌های ۹۵-۱۳۸۳ تحلیل شده است. جامعه آماری پژوهش تمامی اعضای شبکه فوق بوده و برای شناسایی انواع روابط با تعدادی از مطلعین کلیدی شبکه، مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته انجام گرفته است. با استفاده از روش تحلیل محتوا، ۲۱ نوع رابطه، شناسایی و با توجه به شباهت میان آن‌ها به هفت دسته تقسیم‌بندی شدند. در ادامه با استفاده از پرسش‌نامه، روابط مراکز عضو در قالب دسته‌بندی فوق بررسی و با استفاده از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی تحلیل شده است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که از نظر شدت ارتباطات، مراکز خصوصی دارای بیشترین روابط بوده و بعد از آن مراکز پژوهشگاهی و دانشگاهی قرار دارند. همچنین وجود انگیزه‌های سازمانی، فضای تعاملی و افراد با انگیزه نقش مهمی در توسعه روابط همکاری بین اعضای شبکه داشته‌اند.*

**واژگان کلیدی:** روابط بین اعضای شبکه، تحلیل شبکه اجتماعی، شبکه‌های همکاری، شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو.

1 - نویسنده مسئول Email: Reza_asadifard@tsi.ir

**مقدمه**

روابط همکاری بلندمدت بین سازمان‌ها و شرکت‌ها در طی سالیان اخیر جایگزین قراردادهای تجاری سنتی شده است (Chassagnon،2014). در حوزه‌هایی که رشد علمی یا فناورانه با سرعت زیادی صورت می‌گیرد و منابع دانش به مقدار زیادی توزیع شده هستند، یک بنگاه یا سازمان به‌تنهایی تمام مهارت‌های لازم برای معرفی نوآوری‌های اساسی به بازار را ندارد. در چنین شرایطی، شبکه‌ها می‌توانند به‌عنوان خاستگاه نوآوری عمل نمایند (Hagedoorn،Kranenburg، & Osborn، 2003 ). یکی از انواع مهم شبکه‌ها، شبکه‌های همکاری است. این قبیل شبکه‌ها به‌عنوان یکی از ابزارهای کارآمد برای مدیریت بهینه منابع شناخته‌شده‌اند (Musiolik & Markard،2011). در شبکه‌های رسمی همکاری که اغلب توسط یک سازمان دولتی ایجادشده و به دنبال اهداف سیاستی مشخصی هستند، شکل‌گیری همکاری‌ها و روابط اثربخش در بین اعضای شبکه، یکی از اهداف مهم و درعین‌حال از شاخص‌های موفقیت این شبکه‌هاست (Wixted & Holbrook،2012 ). در این شبکه‌ها یکی از وظایف مهمِ مدیریت شبکه، طراحی و پیاده‌سازی برنامه‌های مختلف برای تشویق روابط بُرد-بُرد بین اعضای شبکه است (Büchel & Raub،2002 ). به عقیده صاحب‌نظران، عوامل متعددی از جمله شرایط اجتماعی منجر به تفاوت در ویژگی‌ها و کارکردهای شبکه‌ها می‌گردد و به عبارت ساده‌تر عملکرد شبکه‌ها وابسته به زمینه[۲] و ساختار اجتماعی آن‌هاست (Jack & Anderson،Turrini ،2002; Cristofoli ، Frosini،Nasi & Edwards، Zakocs ،2006 ،2010). با وجود این عمده مطالعات گذشته در مورد شبکه‌ها، در فضای کشورهای توسعه یافته (Chassagnon،La Rocca & Snehota ،2014; ، 2015،2014; Sedita & Apa ) انجام شده‌اند و مطالعات محدودی (Braga،De Sousa ، & Meyer،2015) به بررسی ویژگی‌ها و تحلیل شبکه‌ها در کشورهای در حال توسعه پرداخته‌اند. دلیل این موضوع احتمالاً این است که موارد معدودی از شبکه‌های همکاری موفق در این کشورها گزارش شده است (Bignami-Van Assche،2005). از طرف دیگر در بسیاری از مطالعات انجام شده در مورد روابط در شبکه‌های همکاری، طرفین همکاری اغلب شرکت‌ها و سازمان‌های خصوصی بوده‌اند (.Roijakkers، 2015; Hagedoorn،De Sousa et al ، & Kranenburg،2003،2006; Miotti & Sachwald ). در نتیجه در این مطالعات، روابط بازیگران دولتی با یکدیگر و یا روابط بازیگران دولتی با شرکت‌های خصوصی چندان مدنظر نبوده است. به بیان دیگر، وضعیت کشورهایی که عمدتاً دارای نهادهای دولتی مانند دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها هستند (مانند ایران) کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. یکی از شبکه‌های باسابقه و نسبتاً موفق دهه اخیر در ایران، شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو است. اسدی فرد در طی مطالعه‌ای، ۵ شبکه

2 - Context Base

همکاری فعال در حوزه علم و فناوری در ایران؛ از جمله شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو را از نظر عوامل تأثیرگذار بر پایداری آن‌ها بررسی نموده است (اسدی فرد، ۱۳۹۰). براساس این مطالعه از بین تمامی شبکه‌های تشکیل‌شده (در ایران) تنها تعداد بسیار معدودی توانسته‌اند به سطح مناسبی از پایداری برسند و یکی از مهم‌ترین دلایل این امر، ضعف روابط در بین اعضای شبکه‌ها بوده است. براساس مستندات دبیرخانه شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو، مدیریت این شبکه در چند سال اخیر با درک اهمیت روابط بین اعضا، سیاست‌های تشویقی متعددی را برای تقویت این روابط تدوین و اعلام کرده است لذا مدیریت شبکه، علاقمند است اثربخشی این سیاست‌ها را بررسی نماید. از این‌رو، مطالعه ژرف‌تر روابط بین اعضا و عوامل تأثیرگذار بر آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در تدوین سیاست‌های مناسب آتی برای توسعه این شبکه و شبکه‌های مشابه در حوزه علم و فناوری داشته باشد (اسدی فرد، ۱۳۹۰) تحقیق حاضر با در نظر گرفتن کاستی‌های مطالعات پیشین، در پی شناسایی و دسته‌بندی روابط موجود در بین اعضای شبکه و بررسی تأثیر ماهیت اعضا (شامل شرکت‌های خصوصی، مراکز دانشگاهی و پژوهشگاه‌های دولتی) بر شدت روابط است. برای دستیابی به اهداف فوق از تحلیل شبکه اجتماعی به عنوان ابزار قدرتمندی برای بررسی تعاملات بین انواع مختلف بازیگران کمک گرفته شده است. در یکی از مطالعات پیشین، نیلفروشان و آراستی با مطالعه چهار شبکه نوآوری فعال در حوزه صنعت نفت و گاز با هدف شناسایی دلایل شکست شبکه‌های نوآوری با رویکرد پایه دانشی به این نتیجه رسیده‌اند که یکی از دلایل این شکست‌ها در واقع کم بودن ارتباطات غیررسمی در بین اعضای شبکه است (نیل فروشان و آراستی، ۱۳۹۳). صالحی یزدی و همکاران با مطالعه فضای همکاری‌های شرکت‌های نانو در ایران، فقدان همکاری‌های راهبردی در شبکه را باعث کاهش پایداری و در نتیجه پایین آمدن کارایی کل شبکه برشمرده‌اند (صالحی یزدی، سپهری و بحرینی، ۱۳۹۰). همچنین طباطبائیان و همکاران با مطالعه ساختارهای مدیریتی، هفت شبکه رسمی همکاری علم و فناوری در ایران به این نتیجه رسیده‌اند که عوامل «سرمایه اجتماعی موجود در شبکه» و «اختیارات و تصمیمات مدیر شبکه» در میزان مشارکت اعضا در برنامه‌های همکاری درون شبکه تأثیرگذار است (طباطبائیان، بامدادصوفی، تقوا و اسدی فرد، ۱۳۹۰). نتایج پژوهشی دیگر نشان می‌دهد که تعداد معدودی از شبکه‌ها در ایران توانسته‌اند به سطح مناسبی از پایداری برسند و یکی از مهم‌ترین دلایل این امر ضعف روابط در بین اعضاء شبکه‌های همکاری بوده است. یکی از جنبه‌های مهم شبکه که می‌تواند نقش زیادی در تقویت عملکرد شبکه‌های همکاری داشته باشد افزایش کمی و کیفی همکاری در بین اعضای شبکه است (Asadifard،Tabatabaeian، Sofi، Taghva، & 2017 ). در مجموع می‌توان گفت که علی‌رغم تأکید اغلب پژوهشگران حوزه شبکه‌ها بر اهمیت میزان روابط درون–شبکه‌ای بین اعضا در

موفقیت شبکه‌ها و پایداری آن‌ها، مطالعه متمرکزی که به صورت دقیق نقشه این روابط را در شبکه‌های بومی ترسیم کرده و تحلیل مناسبی از آن‌ها براساس اطلاعات کافی ارائه کرده باشد، هنوز انجام نشده است. مقاله حاضر تلاش دارد یک الگوی اولیه از این نوع تحلیل را در قالب مطالعه موردی یک شبکه نسبتاً موفق ایرانی ارائه نماید. اگرچه در اغلب مطالعات به مقولهٔ یادگیری بین اعضا و جریان دانش درون شبکه‌ها به‌عنوان یک کارکرد از یک شبکه اشاره شده است اما در مطالعات معدودی، سازوکارهای انجام این همکاری‌ها و کانال‌های جریان دانش بین اعضای شبکه‌ها به صورت عمیق مورد بررسی قرار گرفته است. این همان چیزی است که به نحوی مطالعه حاضر، بر آن استوار گردیده است. این مقاله به شکل ذیل ساختاربندی شده است: در بخش بعد، مفاهیم مرتبط با پیشینه پژوهش در زمینه روابط بین طرفین همکاری و انواع روابط همکاری بررسی می‌شود. این بخش با ارائهٔ یک دسته‌بندی از انواع مختلف روابط همکاری در بین اعضای شبکه‌های همکاری خاتمه می‌یابد. در بخش سوم، روش‌هایی که در بخش تجربی مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته است، توضیح داده می‌شود. بخش چهارم مروری بر نتایج بدست آمده است. همچنین تحلیل نتایج و بحث در بخش پنجم و پیشنهادات سیاستی در بخش ششم مقاله ارائه شده است.

## پیشینه پژوهش

### تحلیل شبکه اجتماعی

در روش تحلیل شبکه اجتماعی، شبکه‌های بین سازمانی به‌عنوان مجموعه‌ای از روابط در بین مجموعه‌ای از بازیگران (اشخاص، گروه‌ها یا سازمان‌ها) در نظر گرفته می‌شوند. یک شبکه شامل نودهایی است که نشانگر بازیگران سیستم و همچنین پیوندهایی است که بیانگر ارتباطات بین بازیگران مختلف است. بازیگران شبکه ممکن است شامل واحدهای اجتماعی گسسته مانند اشخاص یا موجودیت‌های پیوسته مانند سازمان‌ها باشند (Wasserman & Faust،1994). پیوندها، نمایشگر روابط متفاوتی شامل روابط دوستانه، عضویت در گروه و جریان سرمایه یا مواد است. تجزیه و تحلیل در شبکه معمولاً بین بازیگران مشابه مانند اشخاص اتفاق می‌افتد اما در تحلیل شبکه اجتماعی می‌توان روابط بین انواع مختلفی از بازیگران را نیز با یکدیگر مقایسه کرد (Ashton،2008 ).

## روابط بین طرفین همکاری

در پژوهش‌های حوزه همکاری بین بنگاهی، تعاریف مختلفی از همکاری توسط پژوهشگران ارائه شده است. فاراگ 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 نسبتا پایداری تعریف می‌کند که بین یک یا چند سازمان در یک محیط اتفاق می‌افتد. ایبرس (Ebers،2015) روابط بین سازمانی را به صورت روابط بلندمدت با هدف ایجاد منافع دو طرفه تعریف می‌کند. در تحقیق حاضر منظور از رابطه هرگونه ارتباط و پیوندی است که بین دو عضو شبکه با هدف ایجاد منافع و یا یادگیری متقابل ایجاد می‌شود. در اغلب موارد این روابط داوطلبانه بوده و بیشتر در قالب ترتیبات غیرقراردادی و کمتر رسمی اتفاق افتاده است. اگرچه در مواردی هم توافقنامه‌های رسمی بین اعضا برای همکاری منعقد می‌گردد.

## انواع روابط بین اعضا در شبکه‌های همکاری

شبکه‌های همکاری به‌ویژه در حوزه علم و فناوری، بستر ظهور گستره وسیعی از انواع همکاری‌ها بین سازمان‌های عضو در شبکه است. یکی از مهم‌ترین همکاری‌ها از دید صاحب‌نظران، تولید و انتقال دانش در بین اعضای شبکه‌های همکاری علم و فناوری است. در این خصوص هاگدورن (Hagedoorn et al.،2003 ) از شبکه‌ها به‌عنوان خاستگاه نوآوری نام برده و تولید دانش را به‌عنوان محور اصلی نوآوری در شبکه برای حفظ موقعیت رقابتی اعضا معرفی می‌کند. بیانچی و بلینی (Bianchi & Bellini،1991) نیز در بررسی روابط غیررسمی، جریان اطلاعات را به‌عنوان یکی از انواع مختلف همکاری‌های بین بنگاه‌هی نام می‌برند. بنا به ادعای ایشان، اطلاعات و دانش به‌صورت غیررسمی در بین مهندسین در دره سیلیکون گردش می‌کند؛ به نحوی که یکی از سرفصل‌های مهم تحقیق در مطالعات مربوط به شبکه‌ها، روابط غیررسمی بین افراد و نقش آن در انتقال دانش بین بنگاه‌ها و نوآوری آن‌هاست. مطالعات چندلر و همکاران (Chandler Jr،1995) نشان می‌دهد که دانش‌های اختصاصی بسیار زیادی بین مهندسین بنگاه‌ها در دره سیلیکون آمریکا به اشتراک گذاشته می‌شود. به نظر آن‌ها، جریان غیررسمی دانش در دره سیلیکون به‌عنوان یک کار حرفه‌ای به‌خوبی نهادینه‌شده است و یکی از دلایل نوآوری‌های زیاد در فضای این ناحیه، جریان و انتشار دانش از طریق ارتباطات غیررسمی است. مطالعات مووری و همکاران نشان داد که در بحث روابط بین اعضای شبکه، توجه به مقوله «دارایی‌های مکمل[3]» در تقسیم‌کار نوآورانه نقش مهمی را ایفا می‌کند (Oxley،Mowery ،

3 - Complementary Assets

1996،& Silverman). بلوسی و آرکانگلی (1998،Belussi & Arcangeli ) در مطالعه خود در زمینه شبکه‌های بین‌بنگاهی، اقدام به معرفی نوع جدیدی از بنگاه، تحت عنوان «بنگاه تعاملی»[4] نموده‌اند. این نوع بنگاه دارای تعاملات زیادی با دیگر بنگاه‌ها از قبیل تبادل دانش و اطلاعات است. آن‌ها بیان می‌کنند که امروزه بنگاه‌ها به‌طور روزافزون در معرض یک فرایند تحول از طریق انعطاف‌پذیری درون‌سازمانی هستند و مکرراً توسط شبکه‌های تازه تأسیس داخلی و خارجی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. برخی از ویژگی‌های جدید این تغییر عبارت‌اند از: توانایی جذب قابلیت‌های جدید از طریق یادگیری از شبکه‌های جدید، امکان‌پذیری انواع جدیدی از یادگیری سازمانی و انتقال دانش در بین اعضای مختلف شبکه. دِبرسون و آمسس ( DeBresson & Amesse،1991) و همچنین بابا و ایمای (Baba & Imai،1990) استانداردگذاری و قانون‌گذاری را به‌عنوان یکی از انواع همکاری‌ها در شبکه معرفی می‌کنند. همچنین ایمای و بابا به این نکته اشاره می‌کنند که شرکت سونی بعد از دو تجربه پرهزینه بتاماکس و کم‌کوردر[5] هشت میلی‌متری متوجه شد که به‌تنهایی قادر به استانداردگذاری نیست و باید در شبکه‌های همکاری وارد شود.

بوچل و رائب (Büchel & Raub،2002) تعمیر دستگاه‌ها توسط افراد عضو در شبکه‌های مهارتی با استفاده از به اشتراک‌گذاری تجارب را از جمله همکاری‌های بین بنگاه‌ها معرفی کرده‌اند. محققان دیگری نیز به انواع مختلفی از همکاری‌های بین اعضای یک شبکه در مطالعات اشاره کرده‌اند که در جدول ۲ به صورت خلاصه آورده شده است. نکته مهمی که در این مطالعات مغفول مانده است کانال‌ها و سازوکارهای انجام این همکاری‌هاست. به‌عنوان مثال اگرچه در اغلب مطالعات، به مقولهٔ یادگیری بین اعضا و جریان دانش درون شبکه‌ها به عنوان یک کارکرد مهم آن‌ها اشاره شده اما در پژوهش‌های کمی، سازوکارهای انجام این همکاری‌ها و کانال‌های جریان دانش بین اعضای شبکه‌ها در قالب مطالعات موردی به صورت عمیق مورد بررسی قرار گرفته است. این همان چیزی است که به نحوی مطالعه حاضر بر آن استوار شده است.

## روش پژوهش

### معرفی مورد مطالعه: شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در سال ۱۳۸۳ توسط ستاد توسعه فناوری نانوی ایران با هدف ایجاد بستری مناسب برای ارائه خدمات آزمایشگاهی به محققین دانشگاهی و صنعتی و استفاده بهتر از ظرفیت‌های آزمایشگاهی کشور تشکیل شد. اعضای این شبکه متشکل از

4 - Relational Firm
5 - Camcorder

دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز تحقیقات دولتی و خصوصی از شهرهای مختلف ایران هستند که در قالب شبکه آزمایشگاهی به پژوهشگران خدمات آزمایشگاهی ارائه می‌کنند.

## رویکرد و گام‌های پژوهش

رویکرد پژوهش حاضر از نوع ترکیبی کیفی-کمی است و در آن از روش تحلیل شبکه‌های اجتماعی برای بررسی وضعیت روابط بین اعضا در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانوی ایران استفاده شده است. گام اول پژوهش حاضر تهیه فهرست انواع روابط ممکن بین اعضای شبکه مورد مطالعه از طریق مصاحبه با تعدادی از مدیران و کارشناسان شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو است. در این مرحله با هشت نفر از مدیران و کارشناسان شبکه که حداقل پنج سال سابقه همکاری با شبکه را از طرف یک مرکز عضو (به عنوان مدیر یا کارشناس تام‌الاختیار) داشته‌اند، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته عمیق انجام گرفت (مشخصات و کد مصاحبه‌شوندگان در

جدول ۱ آورده شده است.). متن مصاحبه‌ها به‌دقت پیاده‌سازی و با استفاده از روش تحلیل محتوا بررسی شد و مهم‌ترین روابط (شامل بیست‌ویک نوع) از طریق کدگذاری اولیه شناسایی گردید. در مرحله بعد به خاطر از بین بردن هم‌پوشانی‌های بین روابط و براساس نظر خبرگان، عناوین روابط در قالب هفت دسته اصلی تقسیم‌بندی شدند. دسته‌بندی تهیه شده با هدف اعتبارسنجی برای پنج نفر از صاحب‌نظران شبکه از طریق ایمیل فرستاده شد و مورد تأیید ایشان قرار گرفت. براساس انواع هفت‌گانه روابط، پرسش‌نامه‌ای تهیه و برای تمامی آزمایشگاه‌های عضو شبکه ارسال شد که در نهایت پنجاه‌وچهار پرسش‌نامه تکمیل شده، دریافت گردید. شایان ذکر است از طریق پرسش‌نامه‌های تکمیل شده، روابط ده عضو دیگر شبکه شناسایی شد. بنابراین اطلاعات مربوط به روابط شصت‌وچهار مرکز عضو، مبنای تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱ – مشخصات و کد مصاحبه‌شوندگان

| ردیف | سمت مصاحبه‌شونده | کد |
|---|---|---|
| ۱ | مدیر کیفیت آزمایشگاه مرکزی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران | IntwDoc01 |
| ۲ | مدیر فنی گروه شناخت مواد پژوهشگاه مواد و انرژی | IntwDoc02 |
| ۳ | نماینده مدیر عامل در امور آزمایشگاه‌ها و سیستم‌های مرکز پژوهش متالورژی رازی | IntwDoc03 |
| ٤ | کارشناس شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کفا) | IntwDoc04 |
| ٥ | رئیس آزمایشگاه‌های جامع تحقیقاتی معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی | IntwDoc05 |
| ٦ | مدیر آزمایشگاه مرکزی پردیس علوم دانشگاه تهران | IntwDoc06 |
| ۷ | رابط تام‌الاختیار پژوهشگاه صنعت نفت در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو | IntwDoc07 |
| ۸ | مدیر آزمایشگاه‌های تحقیقاتی پژوهشگاه ابن‌سینا | IntwDoc08 |

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. در این پرسش‌نامه برای نشان دادن شدت همکاری‌ها از سه سطح شامل، یک مورد همکاری، دو یا سه مورد و بیش از چهار مورد همکاری استفاده شد. این پرسش‌نامه ابتدا به صورت آزمایشی برای نمایندگان ۸ مرکز عضو ارسال شد و بر اساس پاسخ‌ها و بازخوردهای آن‌ها اصلاح گردید و سپس برای هر آزمایشگاه عضو، دو پرسش‌نامه از طریق ایمیل به صورت مجزا برای یکی از مدیران با سابقه و مطلع آن ازمایشگاه 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. برای ارزیابی روابط بین اعضای شبکه از جنبه‌های مختلف، از برنامه تحلیل شبکه UCINET استفاده گردید. شاخص‌های گوناگون با استفاده از این نرم‌افزار محاسبه شده و همچنین داده‌های شبکه با استفاده از نرم‌افزار NetDraw ترسیم شدند. سپس نتایج به‌دست‌آمده، در قالب یک پنل نیم روزه برای گروه خبرگانیِ شبکه ارائه شد. در این جلسه به جز اطلاعات ارائه شده مربوط به سه عضو شبکه، اطلاعات بقیه اعضا تائید گردید. برای از بین بردن تناقضات فوق مقرر شد؛ میزانی از همکاری که هر یک از اعضای شبکه (به‌ویژه این سه مرکز عضو) با بقیه اعضا اظهار داشته‌اند (وضعیت سطری روابط یک عضو) با روابطی که دیگر اعضا برای آن عضو گزارش کرده‌اند (وضعیت ستونی روابط هر عضو)، مقایسه شود. برخی از اعضا که مجموع سطر آن‌ها بسیار بیشتر از ستون مربوطه بود بنا به عقیده مدیریت شبکه و خبرگان اعضای فعالی بودند و احتمالاً بقیه اعضا به دلیل محدودیت‌هایی از قبیل گذشت چند سال از زمان وقوع همکاری و یا تغییر نمایندگان مراکز عضو در شبکه فراموش نموده‌اند، همکاری‌های خود با آن‌ها را در پیمایش پرسش‌نامه‌ای گزارش نمایند. در این موارد، از طریق تماس تلفنی با طرفین همکاری سعی شد ابهامات رفع و میزان همکاری مورد توافق مشخص شده و مبنای کار قرار گیرد. از طرف دیگر برخی از اعضا (سه عضو فوق) بنا به نظر خبرگان، اعضای فعالی نبوده‌اند و تفاوت مجموع سطر آن‌ها با ستون‌شان بسیار زیاد است. این اعضا احتمالاً در بیان همکاری‌های شبکه‌ای خود اغراق نموده‌اند و در نتیجه برای این سه عضو روابطی مبنای تحلیل قرار گرفت که هر دو طرف همکاری آن را گزارش نموده بودند.

## مرور نتایج بدست آمده

در این تحقیق از روش تحلیل محتوا با یک راهنمای از پیش تهیه‌شده به‌عنوان ابزار اصلی تحلیل داده‌ها و استخراج نتایج استفاده‌شده است. تحلیل نتایج تا حد زیادی بر چند موضوع محوری استخراج‌شده از پیشینه پژوهش و سؤالات تحقیق، در زمینه روابط بین اعضا در شبکه آزمایشگاهی نانو متمرکز است. در ابتدای این بخش از تحقیق، روابط موجود در بین اعضای شبکه آزمایشگاهی نانو، با استفاده از تحلیل محتوای مصاحبه‌ها شناسایی و در بخش دوم با استفاده از خروجی پیمایش و با به‌کارگیری تکنیک تحلیل شبکه‌های اجتماعی تفسیر شده‌اند.

### شناسایی روابط موجود در بین اعضای شبکه

در جدول ۲۲ روابط شناسایی شده (فهرست اولیه روابط) از مرور ادبیات و مصاحبه‌های عمیق با مطلعین کلیدی شبکه (شامل بیست‌ویک نوع رابطه) آمده است (ستون سمت چپ).

جدول ۲ – مقایسه روابط شناسایی شده بر اساس مرور ادبیات و
مصاحبه با مدیران و کارشناسان شبکه آزمایشگاهی فناوری نانوی ایران

| روابط شناسایی شده بر اساس مرور ادبیات | روابط شناسایی شده براساس مصاحبه‌ها |
|---|---|
| تولید دانش | نگارش مقاله و یا کتاب مشترک با دیگر پرسنل آزمایشگاه‌های عضو شبکه |
| تبادل (انتشار) دانش و اطلاعات | مشاوره در زمینه بازاریابی خدمات آزمایشگاه‌ها و سیستم ارتباط با مشتریان (CRM) به دیگر اعضای شبکه |
| | مشاوره در زمینه شیوه آنالیز مواد به (از) دیگر اعضای شبکه |
| | ارائه مشاوره در زمینه پیاده‌سازی استاندارد ۱۷۰۲۵ |
| | معرفی تعمیرکار و یا مشاوره در زمینه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه به دیگر اعضای شبکه |
| | مشاوره در زمینه خرید قطعات و تجهیزات (مدل مناسب، تأمین‌کنندگان معتبر و...) به (از) دیگر اعضای شبکه |
| آموزش و یادگیری | ارائه (یا دریافت) آموزش به (از) دیگر اعضای شبکه |
| استانداردگذاری و قانون‌گذاری | ترجمه یا تدوین استاندارد با دیگر اعضای شبکه |
| به اشتراک‌گذاری ایده‌ها | – |
| انجام تحقیق و توسعه مشترک | تعریف پروژه‌های تحقیقاتی مشترک در زمینه تجهیزات |
| به اشتراک‌گذاری تجارب | به اشتراک‌گذاری تجربه پیاده‌سازی سیستم کارانه با دیگر اعضای شبکه |
| تعمیر دستگاه‌ها و تجهیزات | کالیبره نمودن دستگاه‌های دیگر اعضای شبکه و یا ارائه مشاوره در این زمینه |
| | نصب، راه‌اندازی و یا تعمیر دستگاه‌های دیگر اعضای شبکه |
| تبادل منابع (تبادل کالا و خدمات) | تبادل مواد مرجع و استانداردها (SoPها) با دیگر اعضای شبکه |

| | |
|---|---|
| | همکاری در تبادل نمونه با دیگر اعضای شبکه (کاهش صف انتظار مشتریان) |
| | استفاده از (ارائه) خدمات (به) دیگر اعضای در قالب آزمایشگاه همکار |
| | ارجاع مشتری به دیگر اعضای شبکه و یا معرفی قابلیت‌های آزمایشگاه‌های همکار به مشتریان |
| | استقراض قطعات و تجهیزات از یکدیگر |
| | تأمین قطعات یدکی از (برای) دیگر اعضای شبکه |
| | خرید (فروش) دستگاه از (به) دیگر اعضای شبکه |
| - | شرکت در آزمون‌های مقایسه بین آزمایشگاهی با دیگر اعضای شبکه |
| - | تجمیع نیاز و خرید مشترک با دیگر اعضای شبکه |

مقایسه روابط استخراج شده از مصاحبه‌ها و بررسی مستندات در شبکه آزمایشگاهی نانو با روابط شناسایی شده از بررسی ادبیات نشان می‌دهد که اغلب روابط اشاره شده در ادبیاتِ روابطِ درون شبکه‌ای، در شبکه مورد مطالعه در این تحقیق نیز وجود دارد. تنها رابطه اشتراک‌گذاری ایده‌ها در ادبیات مورد توجه بوده ولی در شبکه مورد مطالعه، به این رابطه اشاره نشده است. اگرچه این رابطه مورد توجه مصاحبه‌شوندگان نبوده است؛ اما برگزاری نشست‌های مختلف و تشکیل کارگروه‌های تخصصی، زیرساخت مهمی را برای تبادل و به اشتراک‌گذاری ایده‌ها در بین اعضای شبکه آزمایشگاهی فناوری نانوی ایران فراهم نموده است. از طرف دیگر دو نوع رابطه از طریق مصاحبه‌ها شناسایی گردید که در ادبیات همکاری بین شبکه‌ای به آن‌ها اشاره نشده است. یکی از این روابط، شرکت در آزمون‌های مقایسه بین آزمایشگاهی، با دیگر اعضای شبکه است. در مورد این رابطه، یکی از مدیران شبکه آزمایشگاهی نانو چنین می‌گوید: «آزمون‌های بین آزمایشگاهی مهمترین نوع همکاری است که اعضای شبکه می‌توانند با بقیه آزمایشگاه‌های عضو با هدف کالیبره نمودن دستگاه‌ها و تجهیزات خود داشته‌باشند (به نقل از IntwDoc02)». رابطه بعدی همکاری در زمینه تجمیع نیاز و خرید مشترک با دیگر اعضای شبکه است. در این مورد مدیر یکی از آزمایشگاه‌های عضو شبکه می‌گوید: «یکی از فعالیت‌های که در کارگروه‌های تخصصی شبکه انجام گرفت این بود که نیازهای اعضا جمع‌آوری شد و سپس اقدام به خرید جمعی گردید. این خریدهای جمعی باعث افزایش قدرت چانه‌زنی و انجام بهتر و مطمئن‌تر خرید قطعات و مواد مورد نیاز آزمایشگاه‌ها می‌شود (به نقل از IntwDoc04). یکی از روابط اشاره شده هم در ادبیات و هم در فهرست روابط استخراجی از مصاحبه‌ها، انجام پروژه‌های تحقیقاتی مشترک در زمینه‌های مختلف است. در این باره، یکی از مدیران مراکز عضو شبکه می‌گوید: «نوشتن مقالات و کتاب‌های مشترک در بین برخی از اعضای شبکه وجود دارد. همچنین در برخی از کارگروه‌های تخصصی شبکه، پروژه‌های تحقیقاتی با کمک مدیریت شبکه نیز تعریف و اجرا شده است (به نقل از IntwDoc07). به‌دلیل تطابق بیشتر روابط شناسایی شده

از طریق مصاحبه‌ها با شرایط حاکم بر شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو، این دسته‌بندی از روابط –که سازگاری بالایی با روابط ذکر شده در ادبیات همکاری شبکه‌ای نیز دارد– مبنای تحلیل‌های بعدی قرار گرفت. در مرحله بعد برای از بین بردن هم‌پوشانی در بین روابط و کاهش تعداد عناوین همکاری با هدف افزایش نرخ مشارکت آزمایشگاه‌ها در پیمایش، تعداد روابط شناسایی شده به ده دسته (دسته‌بندی اولیه روابط) و در مرحله دوم به هفت دسته رابطه (دسته‌بندی نهایی) تقلیل یافت. نتایج این مرحله از تحقیق در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳ – دسته‌بندی نهایی انواع روابط در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو
به همراه دسته‌بندی‌های اولیه و منابع (مصاحبه‌ها و ادبیات)

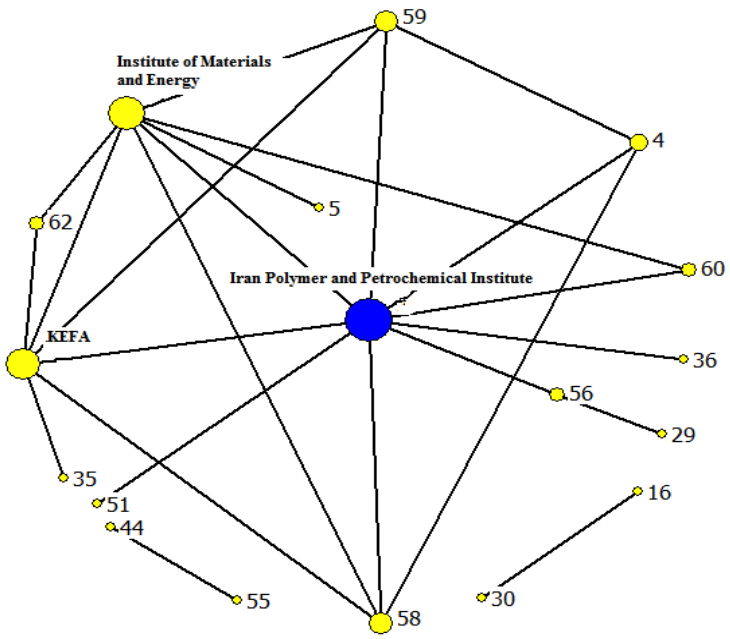
| دسته‌بندی نهایی روابط | دسته‌بندی اولیه روابط | فهرست اولیه روابط (از جدول ۲) | منابع |
|---|---|---|---|
| همکاری در زمینه آموزش | آموزش | ارائه (یا دریافت) آموزش به (از) دیگر اعضای شبکه | IntwDoc01،IntwDoc02، IntwDoc03، IntwDoc04، IntwDoc05، IntwDoc06، IntwDoc07، IntwDoc08، (Belussi & Arcangeli، 1998) |
| همکاری در زمینه استاندارد و کالیبراسیون | کالیبراسیون و استاندارد | کالیبره نمودن دستگاه‌های دیگر اعضای شبکه و یا ارائه مشاوره در این زمینه | IntwDoc03، IntwDoc04، IntwDoc05، IntwDoc07 ،IntwDoc08، (Büchel & Raub، 2002) |
| | | تبادل مواد مرجع و استانداردها (SoPها) با دیگر اعضای شبکه | IntwDoc01، IntwDoc02، IntwDoc03، IntwDoc05، IntwDoc06، IntwDoc07، IntwDoc08، (Pfeffer & Salancik، 2003)، (Belussi & Arcangeli، 1998) ، (Hagedoorn et al.، 2003) ، (Pfeffer & Salancik، 1978) ، (Burt، 1978) ، (Miotti & Sachwald، 2003) |
| | | شرکت در آزمون‌های مقایسه بین آزمایشگاهی با دیگر اعضای شبکه | IntwDoc02، IntwDoc07 |
| مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه | به اشتراک‌گذاری تجارب موفق مدیریت آزمایشگاه | به اشتراک‌گذاری تجربه پیاده‌سازی سیستم کارانه با دیگر اعضای شبکه | IntwDoc01 ،IntwDoc03، IntwDoc05، (Büchel & Raub، 2002) |
| | | مشاوره در زمینه بازاریابی خدمات آزمایشگاه‌ها و سیستم ارتباط با مشتریان (CRM) به دیگر اعضا | IntwDoc03، IntwDoc07، (Powell، White، Koput، & Owen-Smith، 2005) ، (Büchel & Raub، 2002) ، (Belussi & Arcangeli، 1998) ، (Chandler Jr، 1995; Saxenian، 1994) ، (Bianchi & Bellini، 1991) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | مشاوره‌های عمومی و تخصصی | مشاوره در زمینه شیوه آنالیز مواد به (از) دیگر اعضای شبکه | IntwDoc02، IntwDoc03 (Powell et al.، 2005)، (Büchel & Raub، 2002)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Chandler Jr، 1995; Saxenian، 1994)، (Bianchi & Bellini، 1991) |
| | | ارائه مشاوره در زمینه پیاده‌سازی استانداردهای ۱۷۰۲۵ | IntwDoc01 ،IntwDoc03، IntwDoc07، IntwDoc08، (Powell et al.، 2005)، (Büchel & Raub، 2002)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Chandler Jr، 1995; Saxenian، 1994)، (Bianchi & Bellini، 1991) |
| تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه | تبادل نمونه و خدمات آزمایشگاهی | همکاری در تبادل نمونه با دیگر اعضای شبکه (کاهش صف انتظار مشتریان) | IntwDoc01 ،IntwDoc03، (Pfeffer & Salancik، 2003) ، (Belussi & Arcangeli، 1998) ، (Hagedoorn et al.، 2003)، (Pfeffer & Salancik، 1978)، (Burt، 1978)، (Miotti & Sachwald، 2003) |
| | | استفاده از (ارائه) خدمات (به) دیگر اعضا در قالب آزمایشگاه همکار | IntwDoc04 ،IntwDoc08، (Pfeffer & Salancik، 2003)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Hagedoorn et al.، 2003)، (Pfeffer & Salancik، 1978)، (Burt، 1978)، (Miotti & Sachwald، 2003) |
| | توسعه بازار خدمات | ارجاع مشتری به دیگر اعضای شبکه و یا معرفی قابلیت‌های آزمایشگاه‌های همکار به مشتریان | IntwDoc04، IntwDoc05، IntwDoc07، IntwDoc08، (Pfeffer & Salancik، 2003)، (Belussi & Arcangeli، 1998) ، (Hagedoorn et al.، 2003)، (Pfeffer & Salancik، 1978)، (Burt، 1978)، (Miotti & Sachwald، 2003) |
| | استقراض | استقراض قطعات و تجهیزات از یکدیگر | IntwDoc05 ،IntwDoc07، (Pfeffer & Salancik، 2003)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Hagedoorn et al.، 2003)، (Pfeffer & Salancik، 1978)، (Burt، 1978)، (Miotti & Sachwald، 2003) |

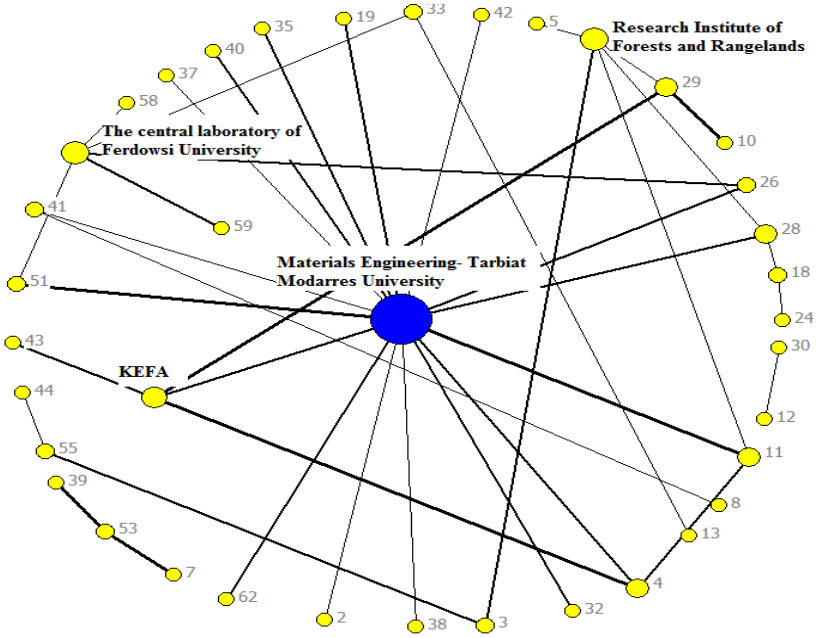
| | | | |
|---|---|---|---|
| همکاری در زمینه تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها با سایر اعضای شبکه | تعمیر و نگهداری | معرفی تعمیرکار و یا مشاوره در زمینه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه به دیگر اعضای شبکه | IntwDoc01 ،IntwDoc02، IntwDoc03، IntwDoc04، IntwDoc05، IntwDoc06، IntwDoc07، (Powell et al.، 2005)، (Büchel & Raub، 2002)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Chandler Jr، 1995; Saxenian، 1994)، (Bianchi & Bellini، 1991) |
| | | نصب، راه‌اندازی و یا تعمیر دستگاه‌های دیگر اعضای شبکه | IntwDoc02، IntwDoc05، IntwDoc06، IntwDoc08، (Büchel & Raub، 2002) |
| | | تأمین قطعات یدکی از (برای) دیگر اعضای شبکه | IntwDoc06، (Pfeffer & Salancik، 2003)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Hagedoorn et al.، 2003)، (Pfeffer & Salancik، 1978)، (Burt، 1978)، (Miotti & Sachwald، 2003) |
| همکاری در زمینه خرید تجهیزات و قطعات با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه | همکاری در زمینه خرید تجهیزات | خرید (فروش) دستگاه از (به) دیگر اعضای شبکه | IntwDoc0،٤ (Pfeffer & Salancik، 2003)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Hagedoorn et al.، 2003)، (Pfeffer & Salancik، 1978)، (Burt، 1978)، (Miotti & Sachwald، 2003) |
| | | تجمیع نیاز و خرید مشترک با دیگر اعضای شبکه | IntwDoc01 ،IntwDoc04، IntwDoc08 |
| | | مشاوره در زمینه خرید قطعات و تجهیزات (مدل مناسب، تأمین‌کنندگان معتبر و...) به (از) دیگر اعضای شبکه | IntwDoc01 ،IntwDoc02، IntwDoc04، IntwDoc05، IntwDoc06، (Powell et al.، 2005)، (Büchel & Raub، 2002)، (Belussi & Arcangeli، 1998)، (Chandler Jr، 1995; Saxenian، 1994) ، (Bianchi & Bellini، 1991) |
| همکاری در زمینه انجام فعالیت‌های علمی مشترک | فعالیت‌های علمی مشترک | تعریف پروژه‌های تحقیقاتی مشترک در زمینه تجهیزات | IntwDoc07 |
| | | نگارش مقاله و یا کتاب مشترک با دیگر پرسنل آزمایشگاه‌های عضو شبکه | IntwDoc02 ،IntwDoc04، IntwDoc07، (Hagedoorn et al.، 2003) |
| | | ترجمه یا تدوین استاندارد با دیگر اعضای شبکه | IntwDoc04، IntwDoc07، (DeBresson & Amesse، 1991)، (Baba & Imai، 1990) |

## بررسی وضعیت روابط در بین اعضای شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

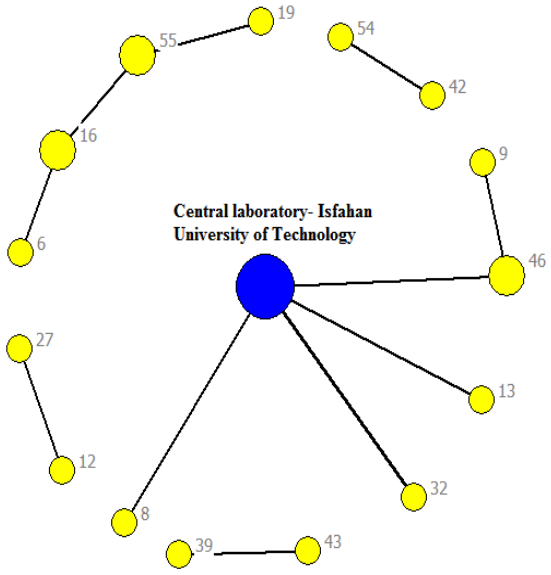
در این بخش وضعیت شبکه در هر یک از انواع هفت‌گانه همکاری بر اساس گراف‌ها، نمودارها و جداول مورد بررسی قرارگرفته و فعال‌ترین آزمایشگاه‌ها در هر سرفصل همکاری براساس معیار مرکزیت درجه انتخاب‌شده است. شایان ذکر است در تمامی گراف‌های ارائه‌شده، رنگ تیره (آبی) یک گره، به معنای این است که آن عضو دارای بیشترین نوع رابطه در زمینه مورد بحث است. اندازهٔ یک گره نیز با میزان روابط آن آزمایشگاه عضو با دیگر اعضا رابطه مستقیم دارد، هرچه اندازهٔ یک گره بزرگتر باشد، میزان روابطی که آن عضو با دیگر اعضا داشته، بیشتر است.



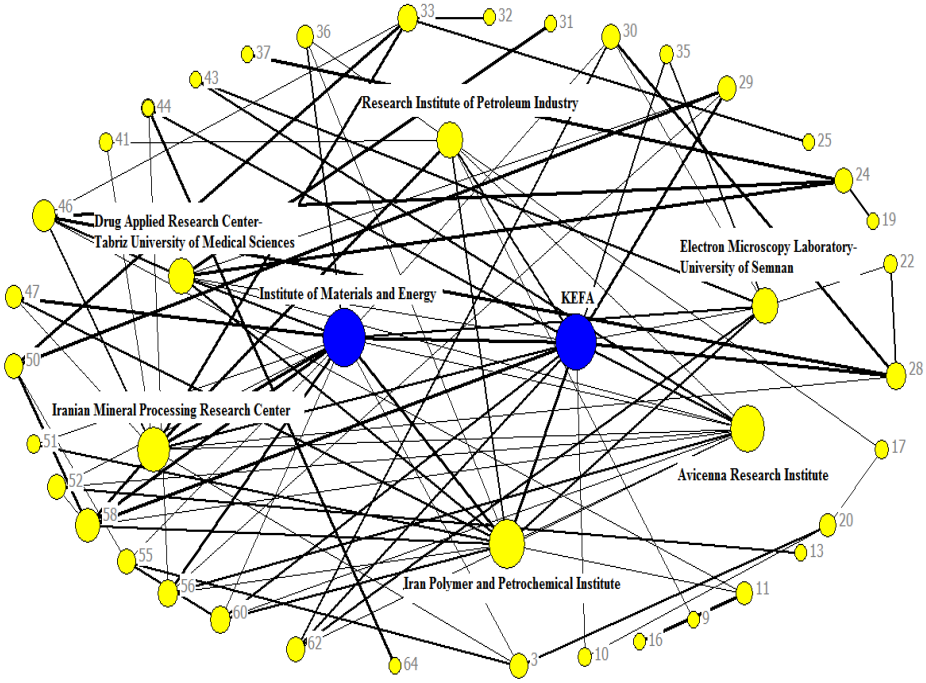

شکل ۱ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در سرفصل استاندارد و کالیبراسیون.



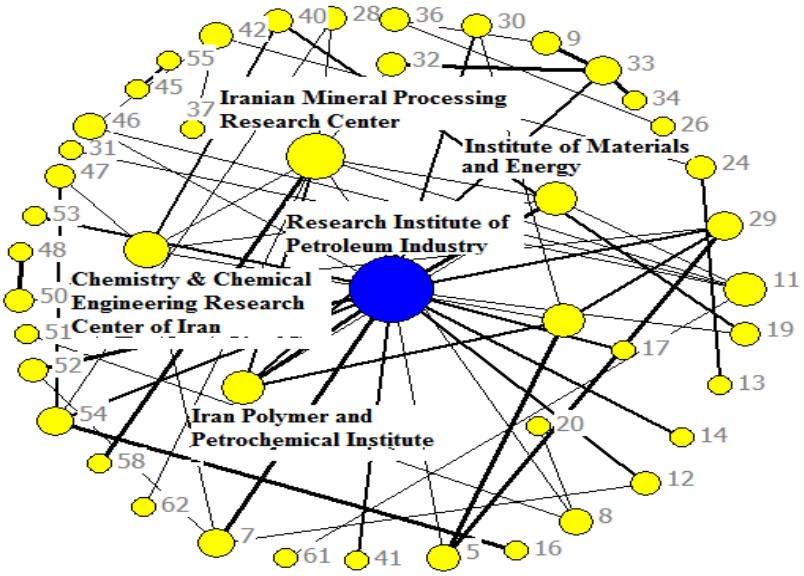

شکل ۲ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در سرفصل تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها.



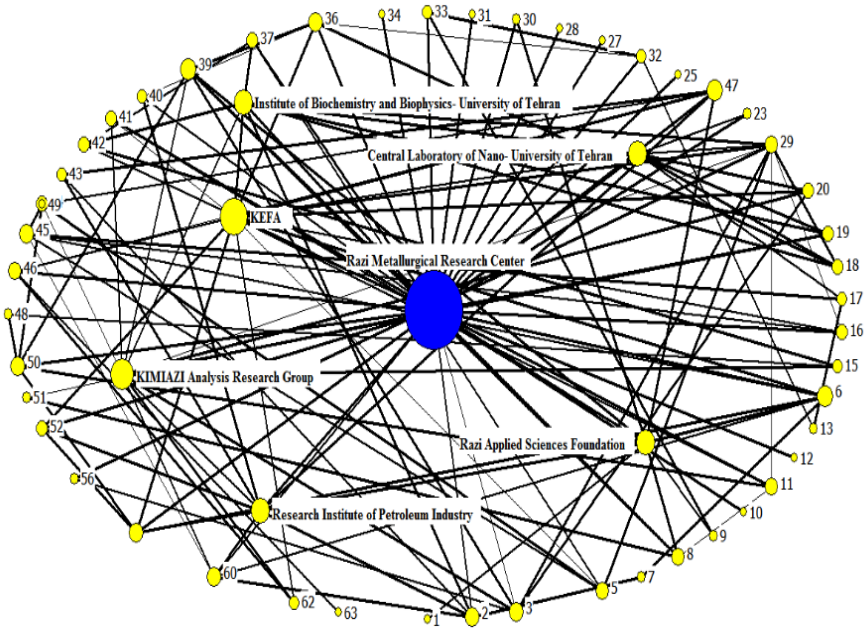

شکل ۳ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در سرفصل خرید تجهیزات و قطعات.



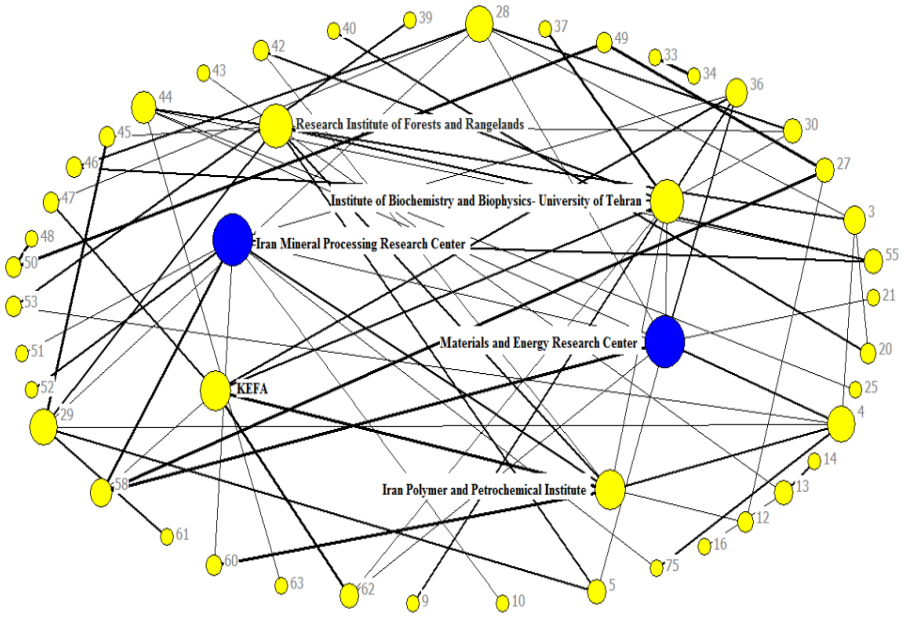

شکل ٤ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در سرفصل مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب مدیریتی.




شکل۵ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در سرفصل انجام فعالیت‌های علمی مشترک.




شکل ٦ – گراف مربوط به بین اعضای شبکه در سرفصل تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات.



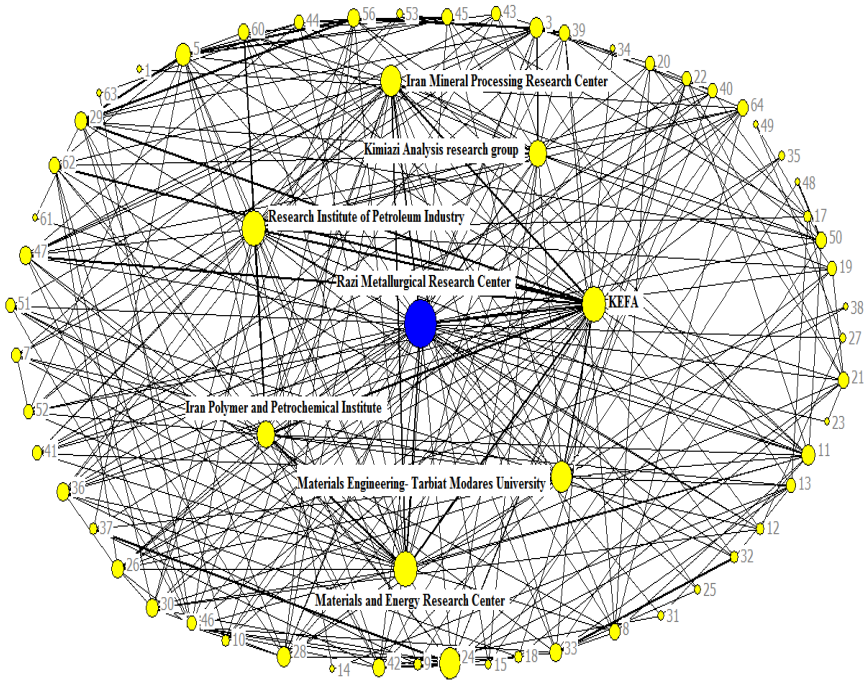

شکل ۷ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در سرفصل آموزش.

## وضعیت شبکه در همه سرفصل‌های همکاری

همان طور که جدول ٤ مشخص است، آزمایشگاه‌های مرکز پژوهش متالورژی رازی، شرکت کارآفرینی و فناوری ایران، پژوهشگاه مواد و انرژی، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی، مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی، مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران، بخش مهندسی مواد دانشگاه تربیت مدرس، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه داروئی دانشگاه شهید بهشتی و گروه پژوهشی آنالیزی کیمیازی مراکز برتر در مجموع، همه سرفصل‌های همکاری در شبکه آزمایشگاهی نانو بوده‌اند.

جدول ٤ – رتبه آزمایشگاه‌های عضو در همه سرفصل‌های هفت‌گانه همکاری بین آزمایشگاهی

| رتبه آزمایشگاه | نام آزمایشگاه | درجه مرکزیت |
|---|---|---|
| ۱ | مرکز پژوهش متالورژی رازی | ۱٤۲ |
| ۲ | شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کفا) | ۱۱۸ |
| ۳ | پژوهشگاه مواد و انرژی | ۹۰ |
| ٤ | پژوهشگاه صنعت نفت | ۹۰ |
| ۵ | پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی | ۸۱ |
| ٦ | مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی | ۷۵ |
| ۷ | مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران | ۵۷ |
| ۸ | بخش مهندسی مواد دانشگاه تربیت مدرس | ۵۰ |
| ۹ | پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه داروئی دانشگاه شهید بهشتی | ٤۹ |
| ۱۰ | گروه پژوهشی آنالیزی کیمیازی | ٤۸ |




شکل ۸ – گراف مربوط به روابط بین اعضای شبکه در همه سرفصل‌های همکاری.

## تحلیل نتایج و بحث

### تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل استاندارد و کالیبراسیون

مستندات شبکه نشان می‌دهد که تقریباً تمامی اعضای فعال شبکه در زمینه استاندارد و کالیبراسیون، دوره استاندارد ایزو را برگزار و گواهینامه آن را کسب کرده‌اند (Nasab، 2016). از مجموع سیزده آزمایشگاه برتر در این حوزه، در پنج آزمایشگاه دوره ایزو برگزارشده و هشت آزمایشگاه گواهی ایزو را دریافت نموده‌اند. سه آزمایشگاه، هم دوره ایزو را برگزار کرده و هم گواهی‌های مرتبط را دریافت کرده‌اند. این واقعیت نشانگر آن است که داشتن برنامه جدی برای أخذ استاندارد ایزو در تعدادی از آزمایشگاه‌های عضو شبکه موجب شده است که این مراکز خود را نیازمند همکاری با مجموعه‌های دارای تجربه قبلی بدانند. همچنین حمایت‌های شبکه به‌منظور ایجاد کارگروه تخصصی استاندارد و کالیبراسیون، به شکل‌گیری این همکاری‌ها کمک نموده است زیرا اولاً؛ زمینه آشنایی مراکز عضو با توانمندی‌های همدیگر را فراهم نموده و ثانیاً؛

آن‌ها را به ایجاد و توسعه این همکاری‌ها تشویق نموده است. به گفته دبیر شبکه (Nasab، 2016) و بر اساس اطلاعات موجود، پنج مرکز اول در این نوع همکاری، مراکزی هستند که فعال‌ترین افراد کارگروه تخصصی استاندارد و کالیبراسیون شبکه از این مراکز می‌باشند و این افراد به کمک شبکه، دوره ممیزی بین‌المللی استاندارد ایزو ۱۷۰۲۵ را گذرانده‌اند و به‌عنوان مشاور از طرف شبکه به مراکز عضوی که تازه فعالیت در زمینه این استاندارد را شروع کرده‌اند، کمک می‌کنند.

## تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها

تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌های آزمایشگاهی کاری تخصصی است که اصولاً باید توسط شرکت‌های فروشنده تجهیزات یا نمایندگان فروش محلی آن‌ها انجام شود؛ اما به دلیل شرایط خاص ایران در سال‌های تحریم، مراکز عضو شبکه آزمایشگاهی نانو در زمینه تعمیر تجهیزات از کار افتاده خود و یا نصب تجهیزات و دستگاه‌های جدید با مشکلاتی مواجه بوده‌اند لذا شبکه تلاش نمود با شناسایی و یکپارچه‌سازی توانمندی‌های داخلی در زمینه تعمیر و نگهداری، به رفع مشکلات موجود در این زمینه کمک نماید.

همان طور که در شکل ۲ مشخص است دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه فردوسی مشهد، نقش برجسته‌تری در شبکه در زمینه همکاری‌های مرتبط با تعمیر و نگهداری تجهیزات داشته‌اند. بررسی مستندات دبیرخانه شبکه نشان می‌دهد؛ شبکه در سال‌های ابتدایی فعالیت خود متوجه می‌شود که یکی از کارشناسان تجهیزات دانشگاه تربیت مدرس که با دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) کار می‌کند، مهارت خوبی در تعمیر این نوع میکروسکوپ دارد. شبکه برای افزایش مهارت این فرد، یک دستگاه SEM قدیمی را از مرکز پژوهش متالورژی رازی (یکی از اعضای شبکه) خریداری و برای تعمیر در اختیار این فرد قرار داده است. ازاین‌رو، این فرد به‌عنوان تعمیرکار اصلی موجود برای این دستگاه، همکاری زیادی را با سایر اعضا داشته است. همچنین شبکه از دو نفر از پرسنل آزمایشگاه مرکزی فردوسی مشهد که در زمینه تعمیر و نگهداری تجهیزات مختلف از جمله TEM، SEM و XRD مهارت خوبی داشتند، حمایت نمود تا شرکتی را برای ارائه خدمات تعمیر و نگهداری به اعضای شبکه تأسیس نمایند (Nasab،2016 ).

### تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل خرید تجهیزات و قطعات

همانطور که مشخص است تعداد آزمایشگاه‌هایی که در این زمینه با یکدیگر همکاری داشته‌اند، بسیار کم است. دو دلیل را می‌توان برای این مورد ذکر کرد. اول اینکه اکثر اعضای شبکه دارای ساختار دولتی هستند لذا بروکراسی‌های اداری، خرید یا فروش دستگاه‌ها و قطعات توسط اعضا از همدیگر بسیار سخت شده و عملاً امکان گسترش این نوع همکاری در شبکه وجود ندارد. دلیل دوم مربوط به گزارش نشدن کامل همکاری‌های موجود در زمینه مشاوره‌های خرید در بین اعضا است. بررسی بعدی تیم پروژه از دبیرخانه شبکه و کارشناسان مراکز عضو نشان می‌دهد که مشاوره برای خرید دستگاه و حتی قطعات به‌صورت مداوم بین اعضای شبکه رایج است اما احتمالاً پاسخ‌دهندگان به پرسش‌نامه، صرفاً بحث خرید از همدیگر را در نظر گرفته‌اند و در نتیجه موضوع مشاوره برای خرید تجهیزات/قطعات را مدنظر قرار نداده‌اند. به گفته مدیر شبکه، در صورتی که موانع این سرفصل از همکاری‌ها رفع شود و قوانینی برای حمایت از مراکز عضو در این زمینه تصویب شود و آن‌ها به واگذاری تجهیزات بلامصرف خود به سایر مراکز تشویق شوند، می‌تواند نقش به سزایی در استفاده بهتر از سرمایه‌های ملی داشته باشد. این در حالی است که موارد زیادی از خرید بدون نیازسنجی درست تجهیزات توسط مراکز عضو در طول سال‌ها دیده‌شده است. این تجهیزات معمولاً مدت‌ها بدون استفاده مانده و در نهایت اسقاط می‌شوند. شبکه در برخی موارد، مشوق‌هایی برای این نوع همکاری در نظر گرفته است. به‌عنوان مثال به گفته دبیر شبکه، یک مورد موفق از این نوع همکاری (که اتفاقاً در پیمایش این پروژه گزارش نشده است.)، واگذاری دستگاه میکروسکوپ الکترونی عبوری به شرکت کارآفرینی کفا است. در قبال این واگذاری که از مسیر مقررات هبه‌کردن تجهیزات توسط مراکز دولتی انجام‌شده، شبکه هزینه خرید یک دستگاه میکروسکوپ SEM را به سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران کمک کرد.

### تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب مدیریتی

بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد مراکزی که دبیرخانهٔ یکی از کارگروه‌های تخصصی شبکه را میزبانی می‌کنند در زمینه به اشتراک‌گذاری تجارب با سایر مراکز عضو فعال‌تر بوده‌اند. کارگروه‌های تخصصی معمولاً شامل کارشناسان مرتبط با یک خانواده از تجهیزات آزمایشگاهی است و هدف اصلی آن تقویت جریان دانش و مهارت در شبکه است. اعضایی که در رتبه‌های یک تا پنج و همچنین رتبه نُه در این نوع همکاری قرار گرفته‌اند، میزبان شش مورد از کارگروه‌های تخصصی شبکه هستند. همچنین دبیران این کارگروه‌ها که از پرسنل مراکز میزبان هستند، خود افرادی فعال از نظر ارتباط با دیگران هستند. این موضوع نشان می‌دهد که برای

تقویت این نوع همکاری در شبکه، علاوه بر نهادسازی (مثل ایجاد کارگروه‌های تخصصی)، وجود تعدادی قهرمان همکاری نیز ضروری است.

### تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل انجام فعالیت‌های علمی مشترک

بررسی سوابق فعالیت‌های علمی مشترک در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو، نشانگر آن است که با ایجاد کارگروه‌های تخصصی برای خانواده‌های مختلف، تجهیزات آزمایشگاهی؛ مانند دستگاه‌های میکروسکوپ الکترونی یا دستگاه‌های پراش اشعه ایکس، این نوع همکاری‌ها در شبکه بیشتر شده است. شبکه افراد حاضر در کارگروه‌ها را تشویق نموده تا در قالب فعالیت‌های علمی مشترک، نسبت به مکتوب نمودن دانش‌های تجربی خود اقدام کنند (Nasab،2016). نوشتن مقاله، کتاب و تدوین استانداردهای ملی برای تجهیزات آزمایشگاهی از جمله این فعالیت‌ها بوده است. همانطور که در شکل۵ نشان داده شده است فعال‌ترین عضو در این سرفصل از همکاری، پژوهشگاه صنعت نفت است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که دلیل این موضوع وجود فرد کارشناسی در این پژوهشگاه است که در زمینه همکاری‌های علمی در شبکه بسیار فعال بوده به طوری که ایده ایجاد اولین کارگروه تخصصی شبکه را مطرح کرده و خود مدیریت آن را بر عهده گرفت.

### تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات با سایر آزمایشگاه‌های عضو شبکه

مرکز پژوهشی متالورژی رازی به‌عنوان محور این نوع از همکاری‌ها، در طول سال‌های اخیر همواره رتبه اول را در ارزیابی‌های دوره‌ای شبکه به دست آورده است (شکل٦) و به‌دلیل ساختار خصوصی خود، نیروهای توانمند علمی، شناخته شدن و داشتن برند خوش‌نام در حوزه خدمات آزمایشگاهی و داشتن چندین شعبه در سراسر کشور توانسته است، پیشگام این نوع همکاری در کشور باشد. از بین ده مرکز برتر در سرفصل تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات، چهار مرکز دیگر از بخش خصوصی هستند (حدود چهل درصد) که نسبت به سهم کل بخش خصوصی از شبکه (حدود یازده درصد)، سهم بالایی است و نشان می‌دهد که ساختارهای خصوصی در این سرفصل از همکاری‌ها، چابک‌تر و بهتر عمل می‌کنند. شایان ذکر است پنجاه‌وهشت مرکز در این زمینه با یکدیگر همکاری داشته‌اند. شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در چند سال اخیر تأکید زیادی بر افزایش همکاری بین مراکز عضو به‌ویژه با هدف کاهش صف و زمان انتظار دریافت خدمات در آزمایشگاه‌های با مشتری زیاد و همچنین افزایش بازده آزمایشگاه‌های دارای تجهیزات مناسب ولی دارای مشتری کم، داشته است و مشوق‌هایی را در آیین‌نامه ارزیابی سالانه مراکز

عضو شبکه برای تحریک همکاری‌ها در نظر گرفته که به نظر می‌رسد این سیاست تا حدودی موفق عمل کرده است. حضور حدود هشتاد درصد از مراکز عضو شبکه در این نوع از همکاری‌ها، نشان از استقبال خوب اعضای شبکه از این سیاست دارد.

## تحلیل همکاری‌های اعضا در سرفصل آموزش

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تقریباً در ده مرکزی که در این نوع از رابطه امتیاز بالایی کسب کرده‌اند، فرد یا افرادی هستند که دارای تخصص و مهارت خوبی در زمینهٔ یکی از تجهیزات آزمایشگاهی بوده و نیز علاقه زیادی به تسهیم دانش و اطلاعات خود دارند. از ده مرکز برتر، هفت مرکز میزبانی کارگروه‌های تخصصی را بر عهده دارند (یا داشته‌اند) و فردی از پرسنل این مراکز، دبیر یکی از این کارگروه‌هاست. در طول سالیان گذشته، شبکه سعی نموده است تا با ایجاد کارگروه‌های تخصصی زمینه جریان دانش و آموزش بین اعضای خود را فراهم کند. کارگروه‌های تخصصی دستگاهی یا موضوعی، زیرساخت‌های خوبی برای انتقال دانش‌های ضمنی افراد به یکدیگر هستند. دانش‌هایی که به دلیل چسبندگی آن‌ها به افراد به‌راحتی قابل انتقال نیست.

## تحلیل همکاری‌های اعضا در همه حوزه‌های همکاری

همان طور که پیش از این بیان شد، مرکز تیره رنگ، نقش مرکزیت در شبکه را در سرفصل همکاری مورد بحث در اشکال، ایفا می‌کند و بزرگی و کوچکی هر گره (دایره) نیز به نوعی دیگر، نشان‌دهنده سطح روابط آن عضو در کل شبکه است. در کل می‌توان مراکز فعال عضو شبکه از نظر میزان همکاری‌ها را به سه دسته تقسیم کرد:

۱. دسته اول شامل دو مرکز پژوهش و متالورژی رازی و شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کفا) است. هر دو مرکز دارای ساختار خصوصی هستند و تعاملات بسیار زیادی با دیگر اعضا دارند. اگرچه مرکز پژوهش و متالورژی رازی فعال‌تر است ولی می‌توان هر دو را در یک دسته جای داد.

۲. دسته دوم شامل چهار مرکز عضو که سه پژوهشگاه (مواد و انرژی، صنعت نفت، پلیمر و پتروشیمی) و مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی هستند. پژوهشگاه‌های مواد و انرژی و پلیمر و پتروشیمی وابسته به وزارت علوم، پژوهشگاه صنعت نفت وابسته به وزارت نفت و مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی عملاً وابسته به وزارت صنعت، معدن و تجارت می‌باشند، اگرچه این مرکز به‌صورت خودگردان اداره می‌شود اما بودجه آن از منابع دولتی

تأمین‌شده و همه تجهیزات و فضای زیرساختی آن توسط وزارت صنعت، معدن و تجارت ایجاد شده است. تمامی چهار عضو فوق دارای تعاملات زیادی با دیگر اعضا هستند.

۳. دسته سوم شامل سه دانشگاه و یک شرکت خصوصی است. این چهار عضو تعاملات متوسطی را با دیگر اعضای شبکه دارند.

## وضعیت اعضا از نظر میزان تعاملات بر اساس ماهیت سازمانی

اعضای شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو را از نظر نوع ماهیت سازمانی می‌توان به سه دسته آزمایشگاه‌های خصوصی، مراکز دانشگاهی و پژوهشگاه‌ها تقسیم نمود. براساس میزان فعالیت، همکاری‌های اعضا را می‌توان به سه دسته دارای تعاملات زیاد، متوسط و کم تقسیم کرد. همان طور که در جدول ۵ آمده است تنها آزمایشگاه‌های با ساختار خصوصی در دسته تعاملات زیاد حضور دارند و هیچ عضوی با ساختار دولتی اعم از پژوهشگاهی و دانشگاهی در این دسته قرار ندارند. در این دسته ۲۸,۵۷ درصد از آزمایشگاه‌های خصوصی یعنی تنها دو عضو حضور دارند. در دسته با تعاملات متوسط نیز بیشترین تعداد آزمایشگاه مربوط به پژوهشگاه‌ها با ۲۷,۷۸ درصد از کل پژوهشگاه‌ها و در دسته با تعاملات کم نیز بیشترین مقدار مربوط به آزمایشگاه‌های دانشگاهی با ۹٤,۷٤ درصد از کل دانشگاه‌هاست.

جدول ۵ – وضعیت اعضا از نظر میزان تعاملات و ماهیت سازمانی آن‌ها

| ماهیت اعضای | تعاملات زیاد | تعاملات متوسط | تعاملات کم |
|---|---|---|---|
| پژوهشگاه | ٪۰ | ٪۲۷,۷۸ | ٪۷۲,۲۲ |
| خصوصی | ٪۲۸,۵۷ | ٪۱٤,۲۹ | ٪۵۷,۱٤ |
| دانشگاهی | ٪۰ | ٪۵,۲٦ | ٪۹٤,۷٤ |
| مجموع | ٪۳,۱۷ | ٪۱۲,۷۰ | ٪۸٤,۱۳ |

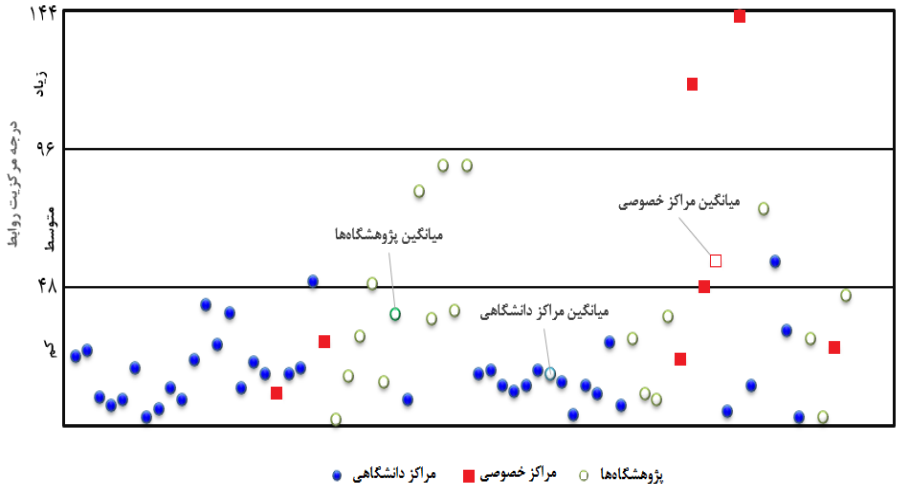
همانطور که در جدول ۵ مشخص است، میزان همکاری‌های بین آزمایشگاهی در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو با حرکت از دانشگاه‌ها به پژوهشگاه‌ها و از پژوهشگاه‌ها به مراکز خصوصی افزایش می‌یابد. این موضوع منطقی به نظر می‌رسد زیرا هرچه مراکز آزمایشگاهی عضو شبکه کمتر به منابع دولتی وابسته باشند، بیشتر نیازمند درآمدزایی بوده و در نتیجه با آزمایشگاه‌های بیشتری و به دفعات زیادتری اقدام به همکاری می‌کنند که هدف اصلی آن کاهش هزینه‌ها و افزایش بازده آزمایشگاه از نظر اقتصادی است. همچنین در تحلیل تفاوت عملکرد پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها در زمینه ارائه خدمات آزمایشگاهی، توجه به این نکته مهم است که پژوهشگاه‌ها اغلب ساختار متمرکزی برای مدیریت تجهیزات و ارائه خدمات آزمایشگاهی خود

دارند و اغلب توان تجهیزاتی خود را تحت یک مدیریت یکپارچه اداره می‌کنند. این در حالی است که در اغلب دانشگاه‌ها، تجهیزات آزمایشگاهی در دانشکده‌ها و پژوهشکده‌های زیرمجموعه توزیع شده‌اند و هر زیرمجموعه با سلیقه مدیریت آن واحد (دانشکده/ پژوهشکده) اداره می‌شود. البته در سال‌های اخیر روند مثبتی در دانشگاه‌ها برای ایجاد آزمایشگاه مرکزی شروع شده و تعداد آزمایشگاه‌های مرکزی در حال افزایش است. نکته دیگری که در این زمینه باید توجه نمود این است که فعال‌ترین آزمایشگاه‌ها، عموماً آزمایشگاه‌هایی هستند که فعال‌ترین افراد در آن‌ها حضور دارند. این سخن بدین معنی است که میزان فعال بودن آزمایشگاه‌ها تا حدودی فرد–محور است. مستندات شبکه آزمایشگاهی نشان می‌دهد که مدیر یا اعضای هشت آزمایشگاه از مجموع دوازده آزمایشگاه برتر، هم‌اکنون دبیر یکی از کارگروه‌های تخصصی شبکه هستند و یا درگذشته بوده‌اند (جدول٦).

جدول ۶ – وضعیت آزمایشگاه‌های فعال در کل سرفصل‌های همکاری از نظر مدیریت کارگروه‌های تخصصی شبکه (2016.INLN)

| رتبه آزمایشگاه | نام آزمایشگاه | دبیر کارگروه (فعلی/سابق) |
|---|---|---|
| ۱ | مرکز پژوهش متالورژی رازی | دبیر کارگروه SEM – فعلی |
| ۲ | شرکت کارآفرینی و فناوری ایران (کفا) | دبیر کارگروه TEM – فعلی |
| ۳ | پژوهشگاه مواد و انرژی | دبیر کارگروه آنالیز – فعلی<br>دبیر کارگروه استاندارد – فعلی |
| ٤ | پژوهشگاه صنعت نفت | دبیر کارگروه SPM – فعلی |
| ٥ | پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی | دبیر کارگروه استاندارد – سابق |
| ٦ | مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی | دبیر کارگروه پرتوایکس – سابق |
| ۱۱ | آزمایشگاه مرکزی دانشگاه امیرکبیر | دبیر کارگروه پرتوایکس – فعلی |
| ۱۲ | مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور | دبیر کارگروه کروماتوگرافی – فعلی |

دیگر نتیجه این مطالعه نشان‌دهنده میزان فعالیت بیشتر مراکز با ساختار خصوصی نسبت به پژوهشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های دانشگاهی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین درجه آزمایشگاه‌های خصوصی ٥٦,٨٦، میانگین درجه آزمایشگاه‌های پژوهشگاه‌ها ۳۸,٥ و میانگین درجات آزمایشگاه‌های دانشگاهی ۱۸,۳٤ است.




شکل ۹ – پراکنش اعضای شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو بر اساس سه سطح روابط همکاری به تفکیک مراکز خصوصی، پژوهشگاه‌ها و دانشگاه‌ها.

## برخی راهکارهای افزایش همکاری بین اعضا در شبکه

یکی از راهکارها برای افزایش روابط در بین اعضای شبکه، طراحی و اجرای سازوکارهای جدید توسط مدیریت شبکه برای تشویق روابط متقابل است. برخی از محققین اختیارات مدیریت شبکه در إتخاذ تصمیم‌های اجرایی علی‌الخصوص پیاده‌سازی سازوکارهای تسهیل روابط همکاری بین اعضا را به عنوان یکی از عوامل موفقیت شبکه‌های همکاری رسمی در نظر گرفته‌اند (صوفی و پورفتحی، ۱۳۸۸). شایان ذکر است مشارکت مراکز عضو به عنوان منبع سرمایه اجتماعیِ شبکه، همواره مورد توجه بوده و مدیران شبکه تلاش نموده‌اند با ایجاد کارگروه‌های تخصصی و مشارکت دادن اعضا در اداره این کارگروه‌ها، سرمایه اجتماعی لازم برای موفقیت شبکه را فراهم نمایند (طباطباییان و دیگران، ۱۳۹۰). یکی دیگر از برنامه‌های مدیریت شبکه که باعث تقویت همکاری بین اعضای شبکه می‌شود، برگزاری جلسات مربوط به کارگروه‌های تخصصی و همایش‌های دوره‌ای بین اعضای شبکه است. بنا به اذعان تعدادی از مدیران و پرسنل آزمایشگاه‌های عضو شبکه، برگزاری چنین جلساتی توانسته است نقش قابل‌توجهی در شناسایی توانمندی‌های اعضا، توسط همدیگر و توسعه همکاری بین اعضا داشته باشد. همچنین برگزاری نشست‌های مدیران مراکز عضو شبکه در هر شش ماه و همچنین نشست‌های کارگروه‌های تخصصی شبکه به صورت گردشی در محل مراکز عضو باعث شده است که مراکز عضو و نمایندگان آن‌ها (اعم از مدیران و کارشناسان) با توانمندی‌های همدیگر آشنا شوند و زمینه همکاری‌های متقابل بین آن‌ها فراهم شود. لذا تقویت این نوع نشست‌ها و تنوع‌بخشی به آن‌ها

می‌تواند چگالی همکاری‌های درون‌شبکه‌ای مراکز عضو را افزایش دهد. این مطالعه نشان می‌دهد که در شبکه‌های همکاری علم و فناوری در کشورهای در حال توسعه از قبیل ایران، زیرساخت اجتماعی و ابزارهای ارتباطی به اندازه کشورهای توسعه‌یافته فراهم نیست لذا به ناچار مداخله بیشتری را از طرف مدیریت این شبکه‌ها (که اغلب یک نهاد وابسته به دولت هستند.) برای تشویق همکاری‌ها و طراحی سازوکارهای همکاری می‌طلبد.

## توصیه‌های سیاستی

در شبکه‌های همکاری علم و فناوری، روابط متناوب و بلندمدت در بین اعضای شبکه، یکی از خواسته‌های بنیان‌گذاران، سیاستگذاران و مدیران شبکه است. از آنجا که یکی از اهداف اصلی ایجاد شبکه‌ها، ایجاد فضای یادگیری متقابل و به اشتراک‌گذاری توانمندی‌ها در بین اعضای شبکه است، شکل‌گیری روابط اثربخش در بین اعضای شبکه، از شاخص‌های مهم موفقیت شبکه‌های همکاری علم و فناوری است (Büchel & Raub،2002). در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، به علت دولتی بودن اغلب نهادهای فعال در حوزه علم و فناوری، به‌دلیل وجود بوروکراسی‌های اداری، موانع زیادی برای همکاری سازمان‌ها وجود دارد لذا شکل‌گیری روابط بین این نهادها در بستر شبکه‌های همکاری از اهمیت بیشتری برخوردار است. از طرف دیگر ایجاد روابط مؤثر بین نهادهای دولتی و شرکت‌های خصوصی در چارچوب شبکه‌های همکاری علم و فناوری، یکی از سیاست‌های توسعه در این کشورهاست. براساس مطالعه حاضر مهم‌ترین روابطی که در بین اعضای شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو وجود دارد به ترتیب (بر اساس معیار مرکزیت درجه) عبارتند از: تبادل تجهیزات، قطعات و خدمات با مجموع درجه مرکزیت ۷۲۸، مشاوره و به اشتراک‌گذاری تجارب با مجموع درجه مرکزیت ۳۵٦، آموزش با درجه ۲٤۲، انجام فعالیت‌های علمی مشترک با مرکزیت درجه ۲۰۲، تعمیر، نگهداری، نصب و راه‌اندازی دستگاه‌ها با درجه ۱۳۸، استاندارد و کالیبراسیون با درجه ۹۲ و خرید تجهیزات و قطعات با مجموع مرکزیت درجه ۳۰. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نوع بازیگران شبکه در میزان روابط آن‌ها تأثیرگذار است. فیلیری (۲۰۱٤) نیز با بررسی یک شبکه دارویی در ایرلند به این نتیجه می‌رسد که نوع بازیگران شبکه بر شکل تعامل ایشان در شبکه تأثیرگذار است. از نظر ایشان اعضا با ماهیت صنعتی به طور شگفت انگیزی سریع‌تر از اعضای دانشگاهی، روابط درون‌گروهی را در شبکه برقرار می‌کنند (Filieri، McNally، O'Dwyer، O'Malley & ،2014). در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو نیز همان طور که بیان شد اعضاء با ساختار خصوصی به نسبت مراکز دولتی عضو، اعم از دانشگاهی و پژوهشگاهی روابط بیشتری را در شبکه برقرار کرده‌اند. در مجموع با توجه به اینکه هنوز بخش کمی از ظرفیت‌های بالقوه همکاری بین اعضای شبکه

شکوفا شده و بخش عمده‌ای از این ظرفیت‌ها هنوز ناشناخته باقی مانده است. مدیریت شبکه و همچنین مدیریت مراکز عضو، همواره باید به‌دنبال برنامه‌ها و راهکارهایی با هدف حداکثر کردن میزان همکاری‌های بین اعضای شبکه باشند و سیاست‌های تشویق همکاری‌های متقابل در شبکه باید یک سیاست دائمی و افزاینده و نه یک سیاست مقطعی و کوتاه‌مدت باشد. در پایان پیشنهاد می‌شود مطالعه‌ای در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو و شبکه‌های مشابه در ایران و سایر کشورهای در دوره‌های زمانی مشخص (مثلاً هر دو سال یک‌بار) انجام شود و از این طریق اثربخشی و کارایی سیاست‌ها و مشوق‌های طراحی و پیاده شده مورد ارزیابی مقایسه‌ای در طول زمان قرار گیرد. نتایج چنین مطالعاتی می‌تواند به‌عنوان یک راهنمای عمل در اختیار سیاستگذاران، طراحان و مدیران شبکه‌های همکاری قرار گیرد.

## منابع


۱- اسدی فرد، ر. (۱۳۹۰). مدلی برای شکل‌گیری شبکه‌های پایدار همکاری علم و فناوری در ایران. (دکتری)، علامه طباطبایی، تهران.

۲- صالحی یزدی، ف.، سپهری، م.، & بحرینی، م. (۱۳۹۰). مطالعه فضای همکاری‌های علمی-فنی شرکت‌های نانو در ایران با استفاده از نظریه شبکه‌های اجتماعی و رجوع به خبرگان. سیاست علم و فناوری .

۳- صوفی، ع.، & پورفتحی، ع. (۱۳۸۸). تحلیل شبکه نوآوری بین بخش‌های اقتصاد ایران. فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۲(۱)، ۴۳-۵۲.

٤- طباطباییان، س. ا.، بامدادصوفی، ج.، تقوا، م.، & اسدی فرد، ر. (۱۳۹۰). گونه‌شناسی ساختارهای مدیریتی شبکه‌های رسمی همکاری علم و فناوری در ایران: مطالعه چند موردی. فصلنامه سیاست علم و فناوری، ۳ (۳)

۵- نیل فروشان، ه.، & آراستی، م. (۱۳۹۳). فرآیند شکست شبکه‌های نوآوری: رویکرد پایه دانش. سیاست علم و فناوری.

6- Asadifard، R.، Tabatabaeian، S. H.، Sofi، J. B.، & 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.

7- Ashton، W. (2008). Understanding the organization of industrial ecosystems. Journal of Industrial Ecology، 12(1)، 34-51.

8- Baba، Y.، & Imai، K.-i. (1990). Systemic innovation and cross-border networks: the case of the evolution of the VCR systems. Paper presented at the Schumpeter Society Conference on Entrepreneurship، Technological Innovation and Economic Growth، held at Airlie House، VA، USA.

9- Belussi، F.، & Arcangeli، F. (1998). A typology of networks: flexible and evolutionary firms. Research policy، 27(4)، 415-428.

10- Bianchi، P.، & Bellini، N. (1991). Public policies for local networks of innovators. Research policy، 20(5)، 487-497.

11- Bignami-Van Assche، S. (2005). Network stability in longitudinal data: A case study from rural Malawi. Social Networks، 27(3)، 231-247.

12- Büchel، B.، & Raub، S. (2002). Building knowledge-creating value networks. European Management Journal، 20(6)، 587-596.

13- Burt، R. S. (1978). A structural theory of interlocking corporate directorates. Social Networks، 1(4)، 415-435.

14- Chandler Jr، A. D. (1995). Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128: JSTOR.

15- Chassagnon، V. (2014). Consummate cooperation in the network-firm: Theoretical insights and empirical findings. European Management Journal، 32(2)، 260-274.
16- De Sousa، A. G.، Braga، M. J.، & Meyer، L. F. (2015). Impact of cooperation on the R&D activities of Brazilian firms. Procedia Economics and Finance، 24، 172-181.
17- DeBresson، C.، & Amesse، F. (1991). Networks of innovators: A review and introduction to the issue. Research policy، 20(5)، 363-379.
18- Ebers، M. (2015). Interorganizational Relationships and Networks. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences، 12.
19- Farag، H. (2009). Collaborative Value Creation: An Empirical Analysis of the European Biotechnology Industry: Springer Science & Business Media.
20- Filieri، R.، McNally، R. C.، O'Dwyer، M.، & O'Malley، L. (2014). Structural social capital evolution and knowledge transfer: Evidence from an Irish pharmaceutical network. Industrial Marketing Management، 43(3)، 429-440.
21- Hagedoorn، J.، Kranenburg، H. v.، & Osborn، R. N. (2003). Joint patenting amongst companies–exploring the effects of inter-firm R&D partnering and experience. Managerial and Decision Economics، 24(2-3)، 71-84.
22- Hagedoorn، J.، Roijakkers، N.، & Kranenburg، H. (2006). Inter-firm R&D networks: the importance of strategic network capabilities for high-tech partnership formation. British Journal of Management، 17(1)، 39-53.
23- INLN. (2016). 2016، from http://www.nanolab.ir/index.php?lang=1&site=2.
24- Jack، S. L.، & Anderson، A. R. (2002). The effects of embeddedness on the entrepreneurial process. Journal of business Venturing، 17(5)، 467-487.
25- La Rocca، A.، & Snehota، I. (2014). Relating in business networks: Innovation in practice. Industrial Marketing Management، 43(3)، 441-447.
26- Miotti، L.، & Sachwald، F. (2003). Co-operative R&D: why and with whom?: An integrated framework of analysis. Research policy، 32(8)، 1481-1499.
27- Mowery، D. C.، Oxley، J. E.، & Silverman، B. S. (1996). Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. Strategic management journal، 17(S2)، 77-91.
28- Musiolik، J.، & Markard، J. (2011). Creating and shaping innovation systems: Formal networks in the innovation system for stationary fuel cells in Germany. Energy Policy، 39(4)، 1909-1922.
29- Nasab، M. (2016). Interview with Network Secretary. In S. Mazarei (Ed.).
30- Oliver، C. (1990). Determinants of interorganizational relationships: Integration and future directions. Academy of management review، 15(2)، 241-265.
31- Pfeffer، J.، & Salancik، G. R. (1978). The External Control of Organizations: A Resource Dependence Perspective: Stanford Business Classics.
32- Pfeffer، J.، & Salancik، G. R. (2003). The external control of organizations: A resource dependence perspective: Stanford University Press.
33- Powell، W. W.، White، D. R.، Koput، K. W.، & Owen-Smith، J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences. American journal of sociology، 110(4)، 1132-1205.
34- Saxenian، A. (1994). Regional networks: industrial adaptation in Silicon Valley and route 128.
35- Sedita، S. R.، & Apa، R. (2015). The impact of inter-organizational relationships on contractors' success in winning public procurement projects: The case of the construction industry in the Veneto region. International journal of project management، 33(7)، 1548-1562.
36- Turrini، A.، Cristofoli، D.، Frosini، F.، & Nasi، G. (2010). Networking literature about determinants of network effectiveness. Public Administration، 88(2)، 528-550.
37- Wasserman، S.، & Faust، K. (1994). Social network analysis: Methods and applications (Vol. 8): Cambridge university press.
38- Wixted، B.، & Holbrook، J. A. (2012). Environmental complexity and stakeholder theory in formal research network evaluations. Prometheus، 30(3)، 291-314.
39- Zakocs، R. C.، & Edwards، E. M. (2006). What explains community coalition effectiveness?: A review of the literature. American journal of preventive medicine، 30(4)، 351-361.