

شبکه‌سازی زیرساخت‌های توسعه فناوری، افزایش توان نوآوری ملی
مطالعه موردی: شبکه زیرساخت آزمایشگاهی فناوری نانو

رضا اسدی فرد

reza_asadifard@yahoo.com

کارشناس دفتر همکاری های فناوری ریاست جمهوری

ایران

واژه‌های کلیدی: شبکه‌سازی، زیرساخت‌های توسعه فناوری (تکنولوژی)، تجهیزات آزمایشگاهی

مقدمه:

کوچک و متوسط به صورت "خوشه‌های صنعتی" متبلور می‌شود.

نکته مهم در بحث شبکه‌سازی که هدف اصلی مقاله حاضر نیز می‌باشد، اینست که کار شبکه‌سازی تنها با تجمیع فیزیکی اجزاء یک شبکه و یا ایجاد بستر نرم‌افزاری ارتباطی بین اجزاء تمام نمی‌شود، بلکه ویژگی اصلی یک شبکه واقعی، جایگیری صحیح یک‌یک اجزاء آن، تعامل سازنده آنها با هم و رشد مستمر اجزاء در اثر هم‌افزایی‌های ناشی از این تعاملات است. در این میان وظیفه اصلی دولت‌ها فراهم کردن بسترهای لازم برای حضور بازیگران مهم در شبکه‌های تکنولوژی و تعامل واقعی آنها با همدیگر است.

امروزه مقوله نوآوری از خلاقیت‌های فردی به نوآوری‌های تیمی و فراتر از آن شبکه‌ای گسترش یافته است. در عرصه رقابت‌های تجاری، اقتصادی و تکنولوژیک دنیای امروز، اگر خلاقیت‌های فردی در جریان شبکه‌های نوآوری قرار نگیرد شانس تبدیل شدن آنها به نوآوری تأثیرگذار در بازار بسیار کم خواهد بود.

شبکه‌سازی می‌تواند در همه حلقه‌های زنجیره ثمردهی فناوری که از یک ایده اولیه شروع و به تولید ثروت در بازار ختم می‌شود، مطرح شود و در هر حلقه به صورت خاصی تجسم یابد به عنوان مثال شبکه‌سازی در مرحله پژوهش به صورت "پارک‌های علمی" و در مرحله صنعتی به ویژه برای بنگاه‌های

تعاریف:

الف) شبکه:

تعاریف زیادی در مورد شبکه مطرح شده است که در اینجا به دو مورد از آنها اکتفا می‌شود.

"هر گروهی از افراد یا سازمان‌ها را که داوطلبانه به تبادل اطلاعات و یا کاربرد فعالیت مشترک بپردازند و خود را در راستای این اهداف سازمان دهند به گونه‌ای که فرد یا سازمان استقلال و تمامیت خود را نیز حفظ نماید، شبکه گویند (تعریف هاور کوبرت (1993))."

"گروهی از شرکت‌ها را که در پروژه مشترکی در زمینه توسعه، همکاری می‌کنند و از لحاظ تخصصی مکمل یکدیگرند، شبکه گویند. این فعالیت باید با این هدف باشد که بر مشکلات مشترک غلبه کرده و به کارایی جمعی و تسخیر بازارهای جدید دست یابند. (تعریف سلگی و دینی (1999))."

ب) نوآوری:

نوآوری به معنای به‌کارگیری اختراعات در راستای اهداف صنعتی یا تجاری است که از دیدگاه صنعتی به دو دسته "نوآوری در محصول" و "نوآوری در فرآیند" تقسیم می‌شود. بخش خدمات نیز با مقوله‌ای به نام "نوآوری در خدمات" سروکار دارد.

دانستن این نکته بسیار مهم است که نوآوری مقوله‌ای اقتصادی است و به عبارت دیگر بهترین تلاش‌های علمی و فنی نوآورانه را تا زمانی که مقبول یک مشتری (در بازار تجاری) قرار نگیرد و بابت خرید و فروش آن پولی مبادله نشود، نمی‌توان نوآوری نامید [1].

ج) زنجیره ثمردهی فناوری:

برای اینکه یک ایده نوآورانه علمی به یک فناوری قابل عرضه در بازار تبدیل شده و به تولید ثروت

بیانجامد، لازمست از مراحل مختلفی بگذرد که این مراحل همانند حلقه‌های یک زنجیر (شکل 1) در امتداد (یا به عنوان حلقه‌های فرعی در عرض) هم قرار می‌گیرند و فقدان هر کدام از آنها روند تبدیل علم و دانش به فناوری را با اختلال مواجه می‌کند. تعداد حلقه‌های زنجیره ثمردهی فناوری با توجه به دیدگاه ما و اهمیتی که برای هر مرحله از رشد و توسعه یک فناوری قائل می‌شویم، کم و زیاد خواهند شد. ولی به هر حال تعدادی حلقه اصلی در این زنجیره وجود دارد که توجه به آنها برای رشد فناوری و رسیدن به مرحله بازار اجتناب‌ناپذیر است. این حلقه‌ها در شکل 1 نشان داده شده‌اند. [2].

د) زیرساخت‌های توسعه فناوری:

فناوری‌های جدید به زیرساخت‌های نوینی برای توسعه نیاز دارند. حدود 18 زیرساخت اصلی برای توسعه این فناوری‌ها در منابع شمرده شده است که برخی از آنها عبارتند از: آزمایشگاه‌های ملی و مرجع، انکوباتورها، پارک‌های فناوری، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مخاطره‌آمیز، مراکز تجاری‌سازی فناوری، فن‌بازار، مراکز ثبت مالکیت معنوی و پتنت، شبکه اطلاع‌رسانی فناوری و غیره. اغلب این ساختارها در کشور وجود ندارد [3].

شبکه‌سازی زیرساخت‌ها، رویکرد دولت‌ها برای

توسعه فناوری‌های نوین

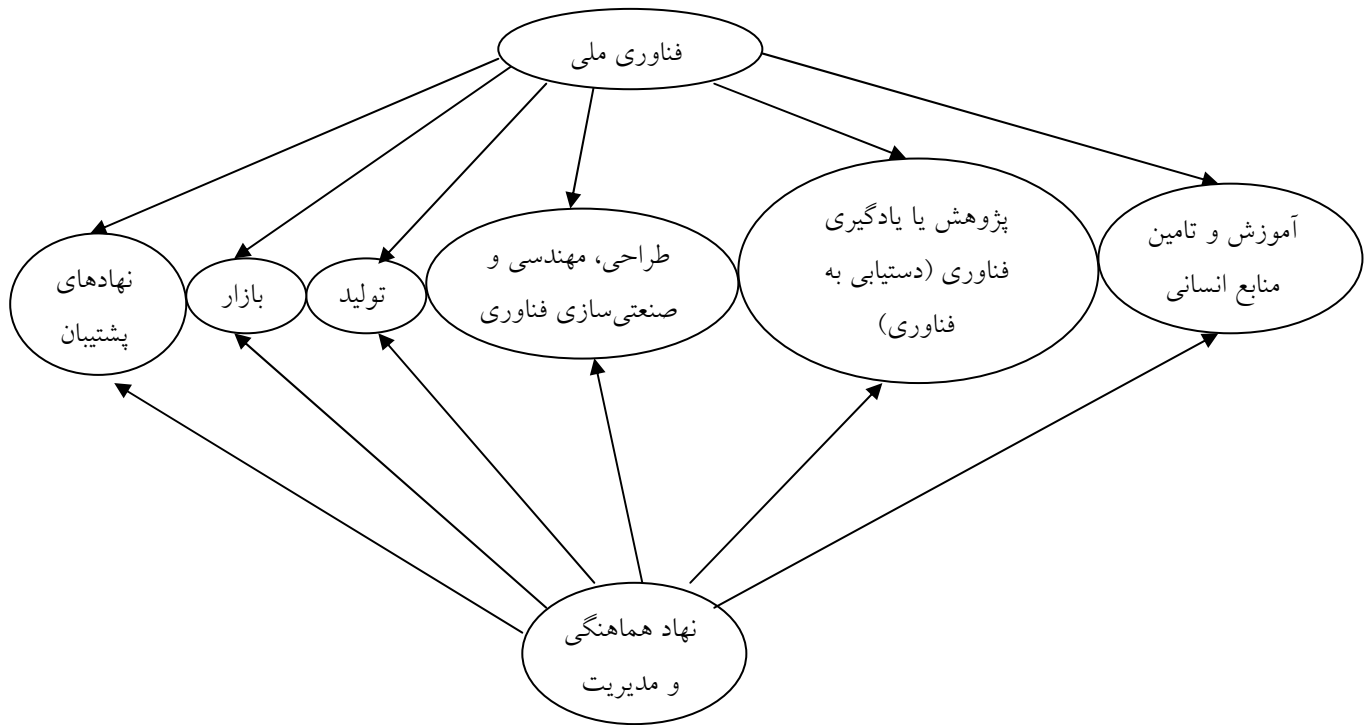
قرن بیستم، قرن تحولات زیاد در عرصه استراتژی‌های توسعه تکنولوژی هم در سطح ملی و هم در سطح بنگاه بوده است. اگر تا قبل از دهه 1970 روند تولید صنعتی مبتنی بر تولید انبوه بود و فرآیند ادغام شرکت‌های کوچک و ایجاد شرکت‌های بزرگ فراملیتی اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسید، طی

دهه 1970 تحولاتی در عرصه اقتصاد جهانی و فناوری رخ می‌دهد که پیامد آن، بروز سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر و به دنبال آن تغییر ساختار بسیاری از بنگاه‌های بزرگ صنعتی و جداسازی عمومی فعالیت‌ها و واگذاری آنها به بنگاه‌های کوچک و متوسط جهت دستیابی به انعطاف‌پذیری در سیستم‌های تولیدی بوده است [4].

در بیشتر کشورها در دهه‌های اخیر، سهم اصلی نوآوری را بنگاه‌های کوچک و متوسط انجام داده‌اند، اما پتانسیل‌های بالقوه چنین بنگاه‌هایی در خلق

یکی از راهکاری اساسی که بسیاری از کشورهای در حال توسعه برای حل چنین چالشی به کار گرفته‌اند شبکه‌سازی بنگاه‌های کوچک و متوسط است که در نتیجه آن بنگاه‌ها قادر به حل مشکلات مربوط به اندازه سازمان و بهبود وضعیت رقابتی خود خواهند بود و در عین حال توان نوآوری بنگاه‌های کوچک و متوسط نیز حفظ خواهد شد [5].

رویکرد شبکه‌سازی تقریباً در همه حلقه‌های زنجیره ثمردهی فناوری دیده می‌شود. ایجاد پارک‌های علمی، شهرک‌های تحقیقاتی، پارک‌های فناوری، شبکه‌های



شکل 1) زنجیره ثمردهی یک فناوری ملی [10].

نوآوری، به علت برخی مشکلات خاص که مربوط به اندازه آنهاست معمولاً به مرحله ظهور نمی‌رسد. به عبارت دیگر بنگاه‌های کوچک و متوسط منفرد، اغلب اوقات توانایی استفاده از توان بالقوه خود در خلق نوآوری برای دستیابی به فرصت‌های موجود در بازار را ندارند چرا که این کار مستلزم حجم تولید انبوه برای رسیدن به اقتصاد مقیاس است.

تولید، شبکه‌های بازاریابی و غیره، نتایج رویکرد شبکه‌سازی در حلقه‌های مختلف این زنجیره بوده است. شبکه‌سازی زیرساخت‌های توسعه فناوری یکی از استراتژی‌های اصلی کشورهای پیشرفته و در حال توسعه برای توسعه فناوری‌های نوین بوده است. ماهیت بین‌رشته‌ای فناوری نانو و نیاز به کنار هم قرار گرفتن توانمندی‌های مختلف باعث شده است

که شبکه‌سازی زیرساخت‌های توسعه فناوری نانو یک اقدام ضروری از طرف دولت‌ها به حساب آید. امروزه این شبکه‌سازی نه تنها در سطح ملی بلکه در سطح منطقه‌ای و جهانی نیز دنبال می‌شود.

نمونه‌هایی از شبکه‌های جهانی در زمینه نانو

الف) شبکه ملی زیرساخت‌های نانو تکنولوژی آمریکا (NNIN)

شبکه ملی زیرساخت‌های نانو تکنولوژی آمریکا (NNIN)، مجموعه‌ای متشکل از 13 مرکز است که این مراکز توسط NSF حمایت می‌شوند و فرصت‌های زیادی را برای تحقیقات در زمینه علوم و تکنولوژی نانو فراهم می‌کنند. این شبکه که از ژانویه 2004 شروع به فعالیت کرده است، در زمینه‌های ساخت، سنتز، شناسایی، مدل‌کردن، طراحی، محاسبات و آموزش تجربی در مقیاس نانو، حمایت‌های وسیعی را انجام خواهد داد. استفاده از خدمات اعضا شبکه NNIN، برای کاربران حائز شرایط لازم آزاد است [6].

ب) شبکه NanoNet در ژاپن

وزارت آموزش، فرهنگ، ورزش، علوم و تکنولوژی ژاپن این پروژه را در سال 2002 با هدف حمایت کلی از نشر اطلاعات تحقیقاتی و استفاده از امکانات شروع کرد. "مرکز شبکه محققان نانو تکنولوژی ژاپن" اطلاعات داخلی و خارجی را جمع‌آوری و ارزیابی می‌کند. فعالیت‌های اصلی این شبکه عبارتند از:

جمع‌آوری، تهیه و تدارک اطلاعات: برای ایجاد شبکه محققان، اطلاعات مربوط به نتایج پروژه‌های تحقیقاتی، مشخصات محقق و مؤسسه یا انستیتویی

که تحقیق در آنجا انجام شده است، جمع‌آوری شده و برای عرضه در وبسایت تهیه و آماده می‌گردد.

ارتقا همیاری و تعاون در بین محققین: شبکه محققان نانو تکنولوژی از کارگاه‌ها و جلساتی که برای توسعه تبادل افکار و تعاون در زمینه‌های مختلف برگزار می‌شود حمایت کرده و حامی تشریک مساعی بین مؤسسات تحقیقاتی داخلی و خارجی است.

انتقال تکنولوژی: در زمینه انتقال تکنولوژی، این مرکز طرف مشاوره شرکت‌ها است و برای بکارگیری تکنولوژی، تمایلات داخلی و خارجی را پایش می‌کند.

حمایت از استفاده بهینه از تجهیزات و امکانات: شبکه Nanonet وسایل و تجهیزات لازم را که باید برای هر کار تحقیقاتی در دسترس محققان باشد به آنها معرفی می‌نماید [7].

ج) شبکه فناوری نانو استرالیا (ANNN)

پایه‌گذار شبکه نانو تکنولوژی استرالیا، وزیر علوم این کشور می‌باشد. هدف این شبکه نانو تکنولوژی ایجاد یک تشکیلات حمایتی و هماهنگ‌کننده همکاری مابین دیگر سازمان‌های مرتبط و همچنین ارتباط بیشتر بین مؤسسات تحقیقاتی، صنایع بخش‌های خصوصی و بدنه دولت و وزارتخانه‌های مختلف می‌باشد.

این شبکه امیدوار است که بتواند باعث توسعه سریع تکنولوژی و نزدیک کردن کارهای تحقیقاتی به مرحله تجاری شده و همچنین بتواند صنایع را هرچه بیشتر با علوم نانو آشنا گرداند و باعث ارتباط بیشتر علم و صنعت گردد.

در حال حاضر سازمان‌ها و صنایع مرتبط با شبکه نانو تکنولوژی استرالیا عبارتند از:

1. سازمان تحقیقات استرالیا ARC3
2. سازمان صنایع، توریسم و منابع استرالیا
3. سازمان آموزش و علوم
4. انجمن مهندسين برق استرالیا
5. مؤسسه مهندسی مواد استرالیا
6. انجمن حفظ صنایع استرالیا
7. و همچنین دیگر مراکز دانشگاهی و تحقیقاتی [8].

د) مرکز ملی ساخت نانو کره جنوبی (NNIC)

مرکز ملی ساخت نانو از جانب وزارت علم و فناوری کره مورد حمایت مالی قرار می‌گیرد (بیش از 165 میلیون دلار آمریکا برای 2010 - 2004) و این حمایت توسط اداره سیاستگذاری و ارزیابی علم و فناوری کره (KISTEP) مدیریت می‌شود.

این مرکز توسط مؤسسه پیشرفته علم و فناوری کره (KAIST) مدیریت و راهبری می‌شود. این مرکز همچنین حمایت مالی از شهر Daejeon (یک شهر علمی در مرکز کره جنوبی) و صنایع بومی منطقه دریافت می‌کند. مرکز ساخت نانو، با توجه به امکانات جدیدش، دستگاه‌ها و تجهیزات خود را با آزمایشگاه‌های اقماری که تا فاصله 200 کیلومتری واقع هستند، به اشتراک می‌گذارد. آزمایشگاه‌های اقماری مرکز ساخت نانو عبارتند از:

- مؤسسه تحقیقات الکترونیک و ارتباطات راه دور (ETRI)
- دانشگاه هوسویو
- مؤسسه تحقیقاتی انرژی اتمی کره (KAERI)
- مؤسسه تحقیقات فضایی کره (KARI)
- مؤسسه علوم پایه کره (KBSI)

- مؤسسه تحقیقات انرژی کره (KIER)
- مؤسسه تحقیقات زمین شناسی و منابع زیرزمینی کره (KIGAM)
- مؤسسه مواد و ماشین‌آلات کره (KIMM)
- مؤسسه تحقیقاتی بیوتکنولوژی و علم زیستی کره (KRIBB)
- مؤسسه تحقیقاتی تکنولوژی شیمیایی کره (KRICT)
- مؤسسه تحقیقاتی علم و استانداردهای کره (KRIS) [9].

کارکردها و مزایای شبکه‌سازی زیرساخت‌های

توسعه فناوری

1) هم‌افزایی و یادگیری متقابل

در یک شبکه فعال که اجزاء تعامل واقعی با همدیگر دارند "هم‌افزایی" و "یادگیری متقابل" یک جریان دایمی است که البته در بستر تبادلات اقتصادی صورت می‌گیرد ولی تفاوت آن با مبادلات خارج از شبکه این است که در اینجا "یاد دهنده" و "یاد گیرنده" به دلیل اعتماد متقابل موجود، منافع مشترک دو طرف و بروکراسی کمتر، استفاده بیشتری از تبادلات می‌برند.

در فناوری‌های نوین که اغلب دولت‌ها محرک و آغازگر شبکه‌سازی هستند با برخی مکانیزم‌های تشویقی، اجزاء شبکه‌ها را به توسعه هم‌افزایی و یادگیری متقابل سوق می‌دهند.

2) کاهش هزینه‌های تعامل

همانگونه که در اواخر قرن بیستم کشورها با تشکیل بلوک‌های اقتصادی و سیاسی منطقه‌ای و جهانی و با تعریف منافع مشترک در این قالب این بلوک‌ها، بدنبال کاهش هزینه‌های تعامل با همدیگر

بودند، بنگاه‌های اقتصادی دانش‌محور نیز با تشکیل شبکه‌های همکاری صنفی و تخصصی، در صدد کاهش هزینه‌های تعامل و یادگیری و رفع نیازهای خود در کمترین زمان و با کمترین هزینه برآمدند. این اهداف از طریق انعقاد پروتکل‌ها و تفاهم‌نامه‌هایی که اعضا شبکه را نسبت به همدیگر متعهد می‌کند، محقق می‌شود.

(3) کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری و بهرورشدن سرمایه-

گذاری‌ها

تخصصی‌تر شدن مستمر حوزه‌های مختلف فناوری و حتی شاخه‌های درون یک فناوری باعث شده است که بنگاه‌ها نیازهای متعددی چه از لحاظ تجهیزات و چه از نظر توانمندی‌های علمی و انسانی داشته باشند که هیچ بنگاهی به تنهایی از عهده سرمایه‌گذاری‌های لازم برای رفع این نیازها بر نمی‌آید. ایجاد شبکه‌های همکاری برای توسعه فناوری باعث می‌شود که نه تنها اعضا شبکه بتوانند براحتم نیازهای خود را از طریق سایر اعضا تامین کنند، بلکه سرمایه‌گذاری آنها در یک یا چند زمینه به دلیل بازار ایجاد شده در شبکه، به سمت بهره‌ورشدن و سودآور شدن پیش خواهد رفت.

(4) استفاده از مزیت "مشتری بزرگ"

بی‌تردید در دنیای امروز، بازار عاملی است که تاثیر شگرفی بر تولید و عرضه هر نوع کالا و خدمتی گذاشته است. جمله معروف "حق با مشتری است" نیز بیانگر این معناست. مشتریان کوچک به ویژه در اقتصادهای غیررقابتی نمی‌توانند به تنهایی در کیفیت و نحوه ارائه کالا و خدمات از طرف تولیدکنندگان و نمایندگی‌های فروش آنها تاثیرگذار باشند ولی هنگامی که این جزیره‌های جدا افتاده در قالب یک شبکه همکاری به هم پیوند می‌خورند، بازار بزرگی را

به وجود می‌آورند که در صورت رعایت نشدن استانداردها و کیفیت مطلوب مشتریان از طرف تولیدکنندگان و فروشندگان کالا و خدمات، مدیریت شبکه می‌تواند این عرضه‌کنندگان کالا و خدمات را در "لیست سیاه"¹ قرار داده و آنها را از بازار خود محروم نماید.

(5) تخصصی شدن مراکز عضو

هر بنگاه منابع مالی و انسانی محدودی دارد که باید در زمینه‌های مزیت‌دار و اولویت‌دار برای آن بنگاه صرف نماید. حضور بنگاه‌های منفرد در یک شبکه نه تنها باعث می‌شود از توانمندی‌های سایر اعضا برای رفع نیازهای خود بهره‌مند شوند بلکه بازاری برای عرضه مهارت‌ها و توانمندی‌های آنها نیز فراهم می‌شود که باعث افزایش بهره‌وری سرمایه‌گذاری آنها برای تکمیل توانمندی‌های تخصصی‌شان می‌شود. در نتیجه اعضا شبکه پیوسته به سمت تخصصی‌تر شدن حرکت می‌کنند.

(6) افزایش توان نوآوری و رقابت‌پذیری

یک ایده نوآورانه تنها وقتی به یک نوآوری تبدیل می‌شود که به بازار و تولید ثروت بیانجامد. هر ایده‌ای برای رسیدن به مرحله تجاری باید مراحل متعددی را طی کند که می‌توان این مراحل را در قالب زنجیره ثمردهی فناوری که قبلاً توضیح داده شد (شکل 1) نشان داد. هر یک از این مراحل دارای ادبیات ویژه‌ای بوده و نیاز به مهارت‌ها و زیرساخت‌های خاصی دارند که یک بنگاه به تنهایی توان پرداختن به همه آنها را ندارد. لذا ایده‌های منفرد اغلب یا به مرحله تجاری نمی‌رسند و یا وقتی به بازار می‌رسند که رقبای قوی‌تری قبلاً سهم عمده بازار را در دست

¹Black List

نکاتی در مورد مدیریت شبکه‌های زیرساخت

توسعه فناوری

در صنایع و فناوری‌های جاافتاده به دلیل مشخص بودن بازار محصولات آنها و ریسک سرمایه‌گذاری کمتر، بنگاه‌ها خود از انگیزه لازم برای ایجاد شبکه‌های همکاری برخوردار هستند. ولی فناوری‌های نوین مانند فناوری نانو در اغلب حوزه‌ها به بلوغ لازم نرسیده‌اند، بازارها از شفافیت لازم برخوردار نیستند و تعریف منافع مشترک بین بنگاه‌ها مشکل است، لذا دولت‌ها خود اقدام به ایجاد شبکه‌های همکاری می‌کنند. در مثال‌های اشاره شده در مورد شبکه‌های فناوری نانو در جهان نیز دیده می‌شود که دولت‌ها حامی اصلی تشکیل این شبکه‌ها بوده‌اند.

نکته قابل توجه دیگر در چند مثال اشاره شده این است که یک مرکز فرابخشی و غیرذی‌نفع دولتی که در زمینه سیاست‌گذاری و مدیریت کلان علم و فناوری فعالیت می‌کند محور و آغازگر این شبکه‌ها بوده‌اند. وزارت علوم در استرالیا و ژاپن، NSF در آمریکا و KAIST در کره جنوبی این نقش را به عهده داشته‌اند. این مراکز به خوبی با مدیریت کلان توسعه فناوری آشنا هستند و با توجه به این آشنایی دیده می‌شود که بازیگرانی را برای حضور در شبکه در نظر گرفته‌اند که هر کدام در یکی از حلقه‌های زنجیره ثمردهی فناوری دارای تخصص و توانمندی هستند و در کنار هم این زنجیره را تکمیل کرده‌اند.

مطالعه موردی: شبکه زیرساخت آزمایشگاهی

فناوری نانو در ایران

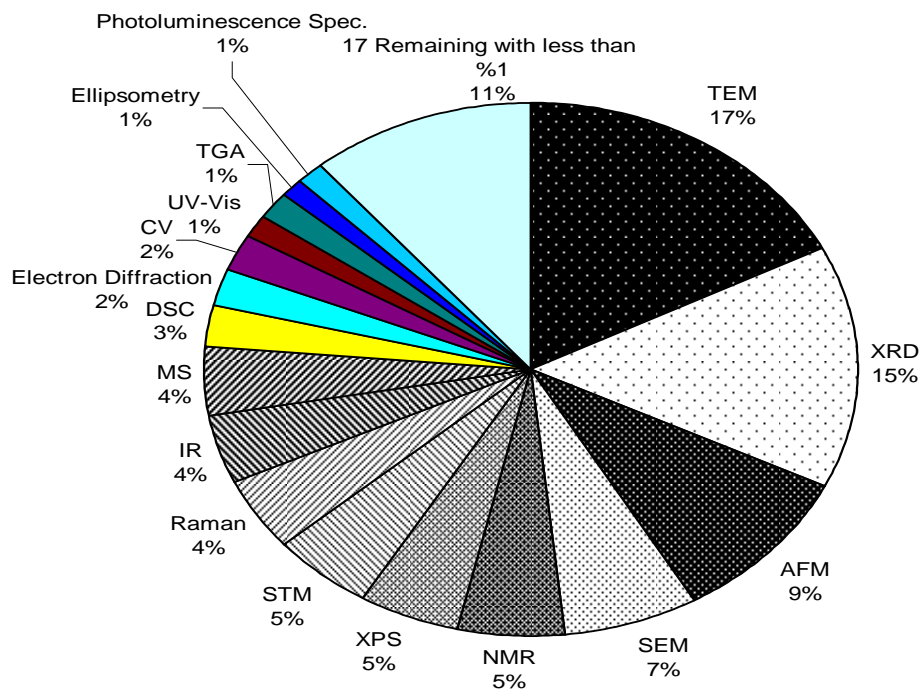
مقدمه

گرفته‌اند. در یک شبکه مطلوب هر یک از اعضا با توجه به توان و تخصص خود یکی از حلقه‌های زنجیره ثمردهی فناوری یا بخشی از آن را به عهده می‌گیرند بنابراین وقتی ایده‌ای در بخشی از شبکه خلق می‌شود می‌تواند با گذراندن مراحل مورد نیاز در بخش‌های تخصصی مربوطه سریعتر از سایر رقبا به مرحله تجاری برسد.

7) توسعه همکاری‌های بین‌المللی

هر بنگاهی برای دستیابی به سطح مطلوبی از همکاری‌ها و ارتباطات بین‌المللی نیاز به سطحی از تخصص و اعتبار دارد. در مورد نقش شبکه در تخصصی شدن اعضا، پیش‌تر دلایلی مطرح شد. شبکه در کسب اعتبار بیشتر برای اعضای خود نیز نقش بسزایی دارد. مراکز معتبر بین‌المللی بیشتر علاقمندند با مراکزی هم‌سطح یا بالاتر از خود همکاری کنند تا با بنگاه‌های کوچک و ناآشنا. از این رو خود حضور در یک شبکه برای بنگاه‌ها اعتبار ایجاد می‌کند و هر توانمندی و اعتباری که بخشی از یک شبکه به دست می‌آورد همه اعضا شبکه در آن سهیم هستند.

از طرف دیگر هزینه تعاملات بین‌المللی به‌ویژه در ابتدا بسیار بالاست و برای یک بنگاه به تنهایی صرف چنین هزینه‌هایی از توجیه لازم برخوردار نیست ولی هنگامی که این تعاملات در قالب یک شبکه انجام می‌شود هزینه‌ها سرشکن می‌شود و گاهی خود دولت‌ها برای حمایت از توسعه همکاری بنگاه‌های داخلی با مراکز بین‌المللی چنین هزینه‌هایی را تقبل می‌کنند. چون هر شبکه تعداد زیادی بنگاه یا مرکز را در برمی‌گیرد دولت‌ها بیشتر تمایل دارند کمک‌های خود را در به شبکه‌های همکاری اختصاص دهند.



تجهیزات و توانمندی‌های آزمایشگاهی بعد از نیروی انسانی مهم‌ترین زیرساخت توسعه پژوهش، فناوری و صنعت در

شکل 2) توزیع درصد کاربرد دستگاه‌های تعیین مشخصات مختلف در مقالات فناوری نانو در طی سال‌های 2003-1999 [10].

زمینه نانو به

1999-2003، (جمعاً حدود 100 هزار مقاله)، تعداد دستگاه‌های تعیین مشخصات مختلف ذکر شده در آنها به دست آمد. بر این اساس تنوع بسیار زیادی در دستگاه‌های مورد استفاده وجود دارد. ولی 10 مورد از آنها بیش از 75 درصد مقالات را در بر می‌گرفتند، که به ترتیب عبارتند از: TEM، XRD، AFM، SEM، NMR، XPS، STM، Raman، IR و MS. که توزیع درصد کاربرد آنها مطابق شکل 3 می‌باشد [10].

شمار می‌آید و یکی از مهم‌ترین مشکلات کشور در بحث پژوهش و فناوری نیز عدم سازماندهی و سرویس‌دهی مناسب تجهیزات آزمایشگاهی است و اینکه استفاده بهینه از تجهیزات موجود در کشور صورت نمی‌گیرد. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده، اغلب دستگاه‌های تعیین مشخصات مورد نیاز در زمینه نانو در کشور وجود دارد. بنابراین ستاد ویژه توسعه فناوری نانو یکی از برنامه‌های اصلی خود را به شبکه‌سازی و توسعه توانمندی‌های آزمایشگاهی کشور در زمینه نانو اختصاص داده است. در این برنامه ستاد شبکه‌ای از آزمایشگاه‌های فناوری نانو بوجود می‌آورد. در این شبکه آزمایشگاه‌های عضو به صورت متناوب ارزیابی می‌شوند و هر آزمایشگاه به تناسب فعالیت و رتبه خود از حمایت‌های ستاد در زمینه‌های مختلف بهره‌مند می‌شود.

بیش از 60 آزمایشگاه از نقاط مختلف ایران اطلاعات تجهیزات خود را به شبکه زیرساخت آزمایشگاهی فناوری نانو ارسال کرده و متقاضی عضویت در شبکه آزمایشگاه‌های فناوری نانو ایران شدند. براساس اطلاعات این آزمایشگاه‌ها مشخص شد که اغلب دستگاه‌های تعیین مشخصات مورد نیاز در زمینه فناوری نانو در کشور وجود دارند که البته برخی از آنها نیاز به ارتقاء دارند. جدول 1 فراوانی این تجهیزات را در مجموع حدود 60 آزمایشگاه بررسی شده نشان می‌دهد.

تجهیزات فناوری نانو در جهان و ایران

در یک مطالعه صورت‌گرفته بر روی مقالات فناوری نانو سایت پایگاه داده ISI در طی سال‌های

تعداد	نام دستگاه	تعداد	نام دستگاه
18	XRD	9	STEM و TEM
3	Raman	3	SPM و AFM
16	HPLC	4	UPS و ESCA و XPS
11	FT-IR	3	AES
10	GC-Mass	17	SEM
1	Automated DNA Analyzer	4	NMR (بالای 400)

7) اولویت دادن به استفاده بهینه، تکمیل و ارتقا ظرفیت‌های موجود مورد نیاز نسبت به خرید تجهیزات
8) ایجاد همکاری‌های بین‌المللی در زمینه زیرساخت آزمایشگاهی [11].

سرفصل‌های اصلی حمایت ستاد از آزمایشگاه‌های عضو

آزمایشگاه‌های عضو شبکه به صورت متناوب رتبه‌بندی خواهند شد و به آزمایشگاه‌های عضو متناسب با رتبه کسب شده حمایت‌هایی در زمینه‌های:

- کمک مالی به پرسنل آزمایشگاه مذکور،
- حمایت از آموزش پرسنل آزمایشگاه در داخل و یا خارج از کشور،
- ارتقا یا خرید تجهیزات تکمیلی و مدارک فنی برای آزمایشگاه،
- رفع اشکالات دستگاه‌های معیوب و
- خدمات کالیبراسیون

اعطا خواهد شد. علاوه بر کمک‌های عادی، از آزمایشگاه‌های برتر در هر سال حمایت‌های ویژه‌ای به‌عمل خواهد آمد [13].

از بین بیش از 60 آزمایشگاه بررسی شده، 34 آزمایشگاه به عنوان اعضا شبکه در مرحله اول فعالیت آن انتخاب شدند.

اصول کلی و سیاست‌های اساسی برنامه شبکه زیرساخت آزمایشگاهی

- 1) توجه جامع به تمامی مولفه‌های زیرساخت آزمایشگاهی از جمله تجهیزات، نیروی انسانی توانمند، دانش فنی و سازماندهی، نرم افزار و مواد
- 2) امکان دسترسی آسان کلیه متخصصین علاقمند به زیرساخت آزمایشگاهی
- 3) توسعه همگام زیرساخت آزمایشگاهی، به موازات توسعه فناوری نانو در کشور برای مؤسسات همسو با سیاست‌های ستاد
- 4) فراهم شدن خدمات آزمایشگاهی برای متقاضیان در تمام مراحل پژوهش تا تولید
- 5) توجه ویژه به ساخت تجهیزات و توسعه درونزای زیرساخت آزمایشگاهی
- 6) پرهیز از سرمایه گذاری‌های موازی و غیربهره‌ور

مهم‌ترین ملاک‌های ارزیابی آزمایشگاه‌ها از طرف کمیته زیرساخت آزمایشگاهی ستاد عبارتند از:

- مشتری مداری و جلب رضایت محققین
- صحت و دقت در ارائه نتایج و کالیبره بودن تجهیزات
- تعهد نسبت به قوانین و ضوابط فعالیت در شبکه
- تلاش برای ارتقا سطح توانمندی و آموزش نیروی انسانی ارائه دهنده خدمات
- ارائه اطلاعات دقیق و به روز از وضعیت تجهیزات و نیروی انسانی خود
- همکاری در ارزیابی های کمیته و ارائه گزارش های لازم از فعالیت خود به کمیته [14].

برخی از مشکلات پیش روی آزمایشگاه‌ها برای حضور در شبکه

1) فرهنگ سازمانی حاکم بر مراکز دانشگاهی و پژوهشی

اغلب آزمایشگاه‌ها در مراکز دانشگاهی و پژوهشی دولتی قرار دارند و به دلیل برخورداری از بودجه‌های عمومی و نداشتن ساختارهای مالی و اداری لازم به سودآوری توجه کافی ندارند و از تمام ظرفیت آزمایشگاه‌ها استفاده نمی‌شود و بهره‌وری آنها معمولاً پایین است. در اغلب مراکز دانشگاهی به خاطر مشکلات جذب تکنسین‌های ماهر و تمام وقت و نیز به دلیل مشکلات نگهداری و حفاظت از تجهیزات، فرد یا افراد معدودی اجازه استفاده از دستگاه‌ها را دارند و گاهی سال‌ها دستگاهی بلااستفاده مانده و عمر مفید آن تمام می‌شود.

2) مکانیزم‌های مالی حاکم بر مراکز دانشگاهی و

پژوهشی

مکانیزم‌های مالی موجود در مراکز دانشگاهی و پژوهشی انگیزه لازم را در مدیران آزمایشگاه‌ها و تکنسین‌ها برای ارائه سرویس بهتر و بیشتر ایجاد نمی‌کند. روند پرداخت سهم آزمایشگاه از محل درآمد آزمایشگاه کند بوده و سهم اختصاص یافته کم است. حقوق اضافه‌کاری برای ارائه سرویس در خارج از وقت اداری به پرسنل آزمایشگاه پرداخت نمی‌شود و هزینه تخصص یافته به آزمایشگاه از محل ارائه سرویس، کفاف هزینه‌های سنگین تعمیر و نگهداری را نمی‌دهد.

3) تکنسین

فناوری‌های نوین به ویژه فناوری نانو به دلیل پیچیدگی روش‌ها و حساسیت تجهیزات به تکنسین‌های ماهر و متخصص نیاز دارند که علاوه بر انجام آزمایش بر روی نمونه‌ها بتوانند نتایج را تحلیل و تفسیر کنند و نیز بتوانند از همه ظرفیت‌ها و امکانات یک دستگاه استفاده کنند. علاوه بر بحث‌های مالی که در بالا اشاره شد که امکان پرداخت در حد یک متخصص به یک تکنسین را نمی‌دهد، زیرساخت‌ها و برنامه‌های آموزشی لازم برای تربیت چنین تکنسین‌های نیز در کشور وجود ندارد.

4) مشکلات تعمیر و نگهداری، کالیبراسیون و ارتقاء

اغلب نمایندگی‌های فروش تجهیزات در کشور، کارشناسانی که آشنایی تخصصی با تجهیزات آزمایشگاهی داشته باشند، ندارند و تنها به حق واسطه‌گری در هنگام خرید می‌اندیشند و خدمات پس از فروش خوبی ارائه نمی‌کنند. به طور کلی کارشناسانی که توانایی تعمیر یا کالیبره کردن مطمئن تجهیزات را داشته باشند بسیار کم هستند. هزینه‌های تعمیر و نگهداری و کالیبراسیون دستگاه‌ها سنگین است و در بودجه دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی چنین

هزینه‌هایی پیش‌بینی نشده‌اند. لذا تجهیزات زیادی به خاطر هزینه‌های فوق‌بلااستفاده مانده و عمر مفید آنها گذشته است.

برخی راه‌حل‌های ممکن

- فرهنگ‌سازی: تلاش اعضا برای ایجاد فرهنگ سازمانی مناسب جهت جلب رضایت مشتریان، ایجاد درآمد و اعتبار بیشتر برای مراکز خود
- استفاده از الگوهای جدید: سپردن برخی از آزمایشگاه‌های مهم به بخش خصوصی در برخی از مراکز دانشگاهی تاثیر خوبی در درآمدزایی آزمایشگاه و جلب رضایت مشتریان داشته است. استفاده از "سیستم کارانه‌ای" نیز تاثیر انگیزشی خوبی در پرسنل آزمایشگاه برای ارائه سرویس بهتر داشته است. در این سیستم علاوه بر حقوق عادی درصدی از افزایش درآمد آزمایشگاه، به پرسنل آزمایشگاه پرداخت می‌شود.
- مدیریت متمرکز آزمایشگاه‌ها در مجموعه‌های آزمایشگاهی و شبکه‌سازی داخلی
- ایجاد فضای رقابتی برای ارائه سرویس بهتر
- چاپ بروشور، ایجاد سایت و شناساندن خود به مشتریان در جهت افزایش درآمد
- اختصاص سهم بیشتری از درآمد آزمایشگاه از طرف سازمان مربوطه جهت توسعه توانمندی‌های آزمایشگاه
- تلاش برای حضور فعال در شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو، کسب امتیازات لازم در ارزیابی‌ها و استفاده از کمک‌های مختلف ستاد برای رفع مشکلات آزمایشگاه و توسعه توانمندی‌های آنها
- استفاده از مزایای شبکه به ویژه هم‌افزایی‌های ناشی از آن برای رفع مشکلات موجود

نتیجه‌گیری

شبکه‌سازی زیرساخت‌های توسعه یک فناوری در همه مراحل توسعه فناوری از ایده اولیه تا بازار مطرح می‌شود.

نکته مهم در بحث شبکه‌سازی اینست که شبکه‌سازی تنها با تجمیع فیزیکی اجزاء یک شبکه و یا ایجاد بستر نرم‌افزاری ارتباطی بین اجزاء تمام نمی‌شود، بلکه در شبکه واقعی یک‌یک اجزاء در جای صحیح خود قرار گرفته و تعامل سازنده با هم دارند میان وظیفه اصلی دولت‌ها فراهم کردن بسترهای لازم برای حضور بازیگران مهم در شبکه‌های تکنولوژی و تعامل واقعی آنها با همدیگر است. از کارکردها و مزایای شبکه‌سازی زیرساخت‌های توسعه فناوری می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(1) هم‌افزایی و یادگیری

(2) کاهش هزینه‌های تعامل

(3) کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری و بهرورشدن

سرمایه‌گذاری‌ها

(4) استفاده از مزیت "مشتری بزرگ"

(5) تخصصی شدن مراکز عضو

(6) افزایش توان نوآوری و رقابت‌پذیری

(7) توسعه همکاری‌های بین‌المللی

در صنایع و فناوری‌های جاافتاده به دلیل مشخص بودن بازار محصولات آنها و ریسک سرمایه‌گذاری کمتر، بنگاه‌ها خود از انگیزه لازم برای ایجاد شبکه‌های همکاری برخوردار هستند. ولی فناوری‌های نوین مانند فناوری نانو در اغلب حوزه‌ها به بلوغ لازم نرسیده‌اند، بازارها از شفافیت لازم برخوردار نیستند و تعریف منافع مشترک بین بنگاه‌ها مشکل است، لذا

دولت‌ها خود اقدام به ایجاد شبکه‌های همکاری می‌کنند.

شبکه‌سازی تجهیزات آزمایشگاهی فناوری نانو موجب استفاده بهینه از امکانات کشور شده و باعث چند برابر شدن توان پژوهشی کشور می‌شود

منابع

1. ملکی‌فر عقیل، بوشهری علیرضا، مدیریت تکنولوژی، ویرایش اول، بهمن 1379، در دست انتشار صص 20-21.

2. اسدی فرد رضا، "توسعه فناوری‌های نوین، نیازمند جامع‌نگری در آموزش نیروی انسانی (مطالعه موردی: فناوری نانو)"، مجموعه مقالات دومین همایش علم و فناوری آینده و راهبردها، مرکز تحقیقات استراتژیک، بهمن 1382، صص 137-145.

3. اسدی فرد رضا، "جایگاه تکنولوژی‌های عام در سیاست‌های کلان کشور، مطالعه موردی تکنولوژی مواد"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس مدیریت تکنولوژی ایران، مرکز تکنولوژی نیرو (متن)، بهار 1382، صص 73.

4. ناصربخت جواد، "ارایه یک مدل توسعه‌یافته ارزیابی خوشه صنعتی با توجه به نوآوری در بنگاه‌های کوچک و متوسط". مجموعه مقالات اولین کنفرانس مدیریت تکنولوژی ایران، مرکز تکنولوژی نیرو (متن)، بهار 1382، صص 241.

5. همان صص 242.

6. <http://www.nnin.org/index.html>

7. <http://www.nanonet.go.jp/english>

8. <http://www.ausnano.net/>

9. www.nanoworld.jp/apnw/articles/ko
rea

10. خبرنامه فناوری نانو، دبیرخانه ستاد ویژه

توسعه فناوری فناوری نانو، شماره 66، صص

11. "اصول کلی و سیاست‌های اساسی برنامه شبکه زیرساخت آزمایشگاهی فناوری نانو"، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، زمستان 1382.

12. کمیته شبکه زیرساخت آزمایشگاهی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، پاییز 1383.

13. "آیین‌نامه فعالیت شبکه زیرساخت آزمایشگاهی"، کمیته شبکه زیرساخت آزمایشگاهی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، تابستان 1382.

14. "شاخص ارزیابی و حمایت از آزمایشگاه‌های عضو شبکه"، کمیته شبکه زیرساخت آزمایشگاهی، ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، تابستان 1382.