

Institutional Mapping Methodology in Science and Technology System Using a Spatial Planning Approach

Ali Saeedi^{1*}, Mahdi Roayaei², Hamidreza Maghsoodi¹

1. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Management, University of Qom, Qom, Iran
2. PhD Student, College of Social Sciences, Research Institute of Hawzeh and University, Qom, Iran

(Received: November 12, 2021; Accepted: January 15, 2022)

Abstract

The growing role of science and technology in economic development makes the necessity of policymaking and planning for the science and technology system more important. In line with centralized, top-down planning approaches to science and technology policymaking, the spatial planning approach is a bottom-up effort to identify regional capacities and potentials in order to provide an endogenous and balanced model for the development of science and technology. Although the spatial planning approach in its general form has a multi-decade history in the planning literature, the optimization of this approach in the science and technology governance needs methodological innovations. The purpose of this study was to provide a science and technology spatial planning methodology using institutional mapping. To this end, we used two cross-sections. On the one hand, we took into account innovation within a regional system, and on the other hand, we adopted the institutional mapping to attain a method for its analysis and estimation. In this system, first the institutions of the science and technology institution including the science institution, the technology institution, and the market institution were identified, and then the interconnection capabilities of these three institutions and their subsidiaries were evaluated. This was done through the extraction of the similarity graph. The similarity graph, which was obtained through the quantification of binary relationships of the science and technology system sub-institutions, expressed the diversity and intensity of the connections of each institute with other institutes. The more diverse and intense the relationships among the institutions were in general, the more optimal the science and technology system would be. Ultimately, observing this graph, the policymaker can design a scenario for moving toward regional balance for each of these institutions so that in the predetermined chronological horizons, the institutional proximity is increased and the agreement and accord of the institutions are enhanced.

Keywords

science and technology system, science and technology spatial planning, institutional mapping, proximity graph, regional balance.

* Corresponding Author, Email: roayaei@rihu.ac.ir

روش‌شناسی نگاشت نهادی در نظام علم و فناوری با رویکرد آمایشی

علی سعیدی^۱، مهدی رعایانی^{۲*}، حمیدرضا مقصودی^۳

۱. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت، دانشگاه قم، قم، ایران
۲. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، پژوهشکده علوم اجتماعی، پژوهشگاه حوزه و دانشگاه، قم، ایران
۳. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت، دانشگاه قم، قم، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵)

چکیده

گسترش روزافزون نقش علم و فناوری در توسعه اقتصادی ضرورت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای نظام علم و فناوری را دوچندان کرده است. در کنار رویکردهای برنامه‌ریزی متمرکز بالا به پایین برای سیاست‌گذاری علم و فناوری، رویکرد آمایشی تلاش می‌کند با حرکت از پایین به بالا، با شناخت ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های منطقه‌ای، الگویی درون‌زا و متوازن را برای توسعه علم و فناوری ارائه دهد. اگرچه رویکرد آمایشی به صورت کلی بیش از چند دهه در مباحث برنامه‌ریزی سابقه دارد، بهینه کردن این رویکرد در حکمرانی علم و فناوری نیازمند نوآوری‌های روش‌شناختی است. هدف از این پژوهش ارائه روش‌شناسی آمایش علم و فناوری با بهره‌گیری از نگاشت نهادی است. این نوشتار از دو برش متقاطع استفاده می‌کند. از یک سو نوآوری را در نظام منطقه‌ای می‌بیند و از دیگر سو با نگاشت نهادی روشی را برای تحلیل و تخمین آن ارائه می‌دهد. در این روش، ابتدا نهادهای نظام علم و فناوری - شامل نهاد علم، نهاد فناوری، نهاد بازار - شناسایی می‌شوند و سپس با بهره‌گیری از مفهوم مجاورت نهادی ظرفیت ارتباط‌گیری این نهادهای سه‌گانه و زیرمجموعه‌های آن‌ها با یکدیگر ارزیابی می‌شوند. این کار از طریق استخراج گراف مشابهت انجام می‌شود. گراف مشابهت، که از کمی‌سازی روابط دودویی زیرنهادهای نظام علم و فناوری به دست می‌آید، بیانگر تنوع و شدت ارتباطات هر نهاد با سایر نهادهاست. هر چه تنوع و شدت ارتباطات میان نهادها در مجموع بیشتر باشد بیانگر وضعیت بهینه‌تر نظام علم و فناوری است. در نهایت، سیاست‌گذار با مشاهده این گراف می‌تواند برای هر یک از نهادها سناریوی حرکت به سمت وضع بهینه، یعنی توازن منطقه‌ای، را طراحی کند تا در افق‌های زمانی مشخص مجاورت نهادی افزایش یابد و هماهنگی و همراهی نهادهای تقویت شود.

کلیدواژگان

آمایش علم و فناوری، توازن منطقه‌ای، گراف مجاورت، نظام علم و فناوری، نگاشت نهادی.

* رایانامه نویسنده مسئول: roayaei@rihu.ac.ir

مقدمه

گسترش روزافزون نقش آفرینی نهادهای علم و فناوری در ساختار اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی جوامع مختلف توجه متفکران و پژوهشگران مختلف را به‌ویژه در دهه‌های اخیر به موضوع آمایش و برنامه‌ریزی علم و فناوری معطوف ساخته و در نتیجه مطالعات علمی گسترده‌ای را با رویکردها و گرایش‌های مختلف در این زمینه به وجود آورده است. نظام علم و فناوری در دهه‌های اخیر تحت رویکرد نظامات نوآوری^۱ فعالیت می‌کند. نظام نوآوری چارچوب تحلیلی و سیاست‌گذارانه‌ای است که در حال حاضر مورد توجه ویژه سیاست‌گذاران علم و فناوری قرار گرفته است. اسناد توسعه علمی و فناوری کشورها مبتنی بر این نظام نگاشته می‌شوند و قانون‌گذاران نیز تلاش می‌کنند شرایط قانونی لازم را برای تحقق صحیح این نظام‌ها فراهم سازند. به این ترتیب، نظام نوآوری به یکی از زنجیره‌های مهم در توسعه اقتصادی کشورها تبدیل شده است.

عرصه منطقه‌ای در درک پویایی‌های اقتصاد جهانی اهمیت پیدا کرده است (Gómez et al. 2015: 2). نظام نوآوری می‌تواند در گستره‌های جغرافیایی متفاوتی اجرا شود. نظام ملی نوآوری^۲ در پی استفاده از نظام نوآوری در سطح ملی و در سطح یک کشور است. آشنایی با این نظام به سیاست‌گذاران (در سطح ملی) کمک می‌کند رویکردهای خود را در زمینه بهبود کارکرد نوآورانه در اقتصاد دانش‌بنیان امروز توسعه دهند (OECD 1997: 3). واحد تحلیل در نظام ملی نوآوری یک کشور در نظر گرفته می‌شود و در آن تلاش می‌شود سازوکارها و روابط نهادها و زیرنظام‌های علم و فناوری در چارچوب برنامه‌ریزی متمرکز ملی و بر اساس تقسیم کار کشوری طراحی و برنامه‌ریزی شود. این وضعیت اگرچه می‌تواند با تکیه بر مزیت‌های نسبی مناطق مختلف در یک اقتصاد زمینه توسعه علم و فناوری را فراهم سازد، کم‌وبیش با تحمیل سیاست‌های طرح‌ریزی شده در مرکز، علاوه بر نادیده گرفتن اقتضات بوم‌شناختی و نیازهای اجتماعی و انسانی مناطق، فرایند رشد و توسعه نقاط پیرامونی را به صورتی برونزا و تک‌بعدی رقم می‌زند. این نوع نگاه مرکز-پیرامون اساساً با رویکردهای آمایشی که بر برنامه‌ریزی پایین به بالا^۳ تأکید می‌کنند تعارض دارد. بر این اساس، به

-
1. innovation systems
 2. national innovation system
 3. up planning-Bottom

جای نظام ملی نوآوری، «نظام منطقه‌ای نوآوری»^۱ به منزله رویکرد مناسب می‌تواند زمینه را برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری نظام علم و فناوری از پایین به بالا فراهم سازد. در رویکرد آمایشی به نظام منطقه‌ای نوآوری، شناسایی و ارزیابی نهادهای نظام علم و فناوری بسیار حائز اهمیت است. این موضوع به اتخاذ روش‌شناسی مناسب با ماهیت آمایشی نیاز دارد؛ به گونه‌ای که بتواند برنامه‌ریزی را از سطوح پایین منطقه‌ای آغاز کند و به سطوح بالاتر ملی برساند. پژوهش حاضر به دنبال ارائه روش‌شناسی جدیدی است که می‌تواند در این زمینه به کار گرفته شود. در این مقاله، پس از تبیین مبانی نظری و در چارچوب رویکرد توازن‌محور به آمایش علم و فناوری، تلاش می‌شود نگاشت نهادی نظام علم و فناوری بر اساس شبکه مجاورت نهادی ارائه شود و در پایان منطق تحلیل این شبکه و وضعیت مطلوب آن تبیین می‌شود.

مبانی نظری

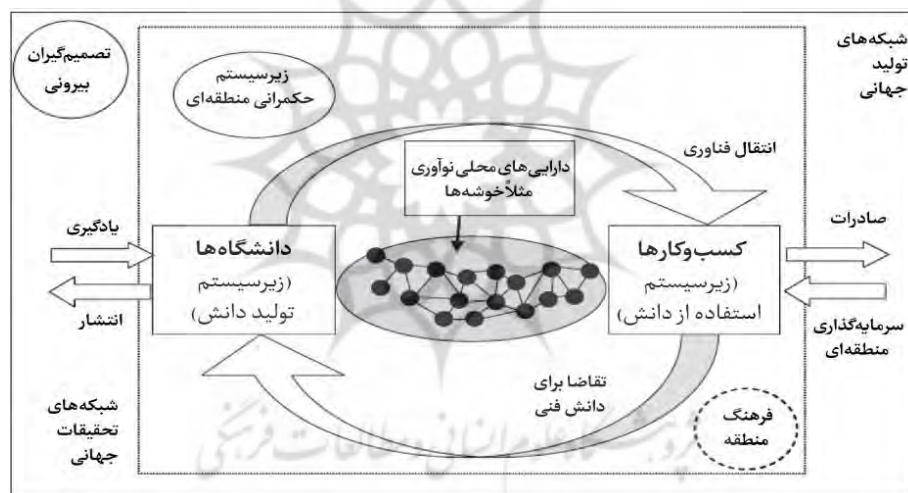
نظام منطقه‌ای نوآوری در دهه ۱۹۹۰ و با رویکرد نظام‌مند و با تأکید بر یادگیری از طریق تعامل متقابل میان بازیگران اصلی صحنه نوآوری در مقیاس یک منطقه خاص (در مقابل یک کشور یا اقتصاد خاص) مطرح شد. در این مدل بر مشارکت میان نهادهای مختلف از قبیل بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تأکید شده است. این مدل ریشه در اقتصاد تحولی و نهادگرایی دارد و نوآوری را تنها محدود به نوآوری‌های فنی نمی‌داند (← Asheim & Parto 2005: 139; Doloreux & Coenen 2006: 167). نوآوری در این مدل در قالب تجمیعی و تکاملی با وابستگی به مسیر مطرح است. نظام منطقه‌ای نوآوری به طور ویژه پس از مطرح شدن نظام ملی نوآوری در قالب زیرسیستم آن یا نسخه کوچک‌تر نظام ملی نوآوری مطرح شده است (Lagendijk 2000: 188). نظام منطقه‌ای در سه سطح بررسی می‌شود؛ نظام بین‌المللی که از آن به نظام نوآوری همسایگان (NeSI)^۲ تعبیر می‌شود، نظام ملی نوآوری (NIS)^۳، و نظام منطقه‌ای نوآوری (RIS)^۴. هر

-
1. regional innovation system
 2. neighbourhood system of innovation
 3. national innovation system
 4. regional innovation system

سه نظام در قالب برش‌های منطقه‌ای تعریف شده‌اند؛ با این تفاوت که بزرگ‌ترین برش به نظام همسایگان بین‌المللی، سپس ملی، و در نهایت منطقه‌ای تعلق دارد (Tang et al. 2015: 206).

ابعاد نظام منطقه‌ای نوآوری

تلاش‌های متعددی برای ادراک و ساختارمندسازی تحقیقات در نظام منطقه‌ای نوآوری انجام گرفته است (← Asheim & Gertler 2005). بر اساس پژوهش دولورو^۱ و پارتو (۲۰۰۵: ۱۴۵) نظام منطقه‌ای نوآوری بر سه بعد اساسی تأکید می‌کند: یک، تعامل میان فعالان نظام نوآوری در زمینه مبادله دانش؛ دو، آماده‌سازی و نقش نهادهای حمایت‌کننده از مبادله دانش و نوآوری درون یک منطقه؛ سه، نقش نظام منطقه‌ای نوآوری در سیاست‌گذاری منطقه‌ای نوآوری. نمودار ۱ بیانگر این سه بعد اساسی است که با محوریت زیرسیستم حکمرانی منطقه‌ای ترسیم شده است:



نمودار ۱. عوامل نظام منطقه‌ای نوآوری و نحوه تعامل آن‌ها با یکدیگر (Cooke & Andrea 2004: 150)

همان‌طور که در نمودار ۱ مشخص است، بعد اول نظام نوآوری منطقه‌ای بر تولید و مبادله دانش درون منطقه تمرکز می‌کند. نوآوری به طور فزاینده مبتنی بر تعاملات و تبادل دانش بین فعالان مختلف است که در فرایند نوآوری دخیل‌اند؛ مانند بنگاه‌ها (بزرگ و کوچک)، مشتریان،

سازمان‌های تحقیقاتی (مانند دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی)، مؤسسات عمومی (مانند مراکز انتقال فناوری و پارک‌های علم و فناوری). مجاورت فضایی زمانی اهمیت پیدا می‌کند که این ایده را در نظر بگیریم که تنها بخش‌های کوچکی از دانش مرتبط با نوآوری می‌تواند ساماندهی شود و به‌سادگی در اختیار مکان‌های بسیار دور قرار گیرد؛ درحالی‌که مبادله دانش ضمنی نیازمند فاصله‌های کوتاه و تعاملات چهره‌به‌چهره است که به نوبه خود یادگیری از طریق تعامل را تسهیل می‌کند (Asheim & Gertler 2005). بدین ترتیب، روشن است که مزیت همکاری‌های منطقه‌ای بر همکاری‌های ملی عبارت است از افزایش احتمال تعاملات چهره‌به‌چهره.

بعد دوم مربوط است به راه‌اندازی نهادی یک منطقه که از ایجاد و انتشار دانش حمایت می‌کند. در اینجا، نهاد به تعریف گسترده‌ای اشاره دارد و بنابراین نهادها شامل قوانین، مقررات، سنت‌ها، و همچنین نهادهای دولتی می‌شود. به قول یوآرا^۱ و فلاناگان (۲۰۱۳) محیط نهادی که در آن فعالان مختلف جاگیری کرده‌اند دقیقاً در قلب مباحث درباره روابط درون‌بنگاهی و بنابراین در چارچوب نظام منطقه‌ای نوآوری قرار دارد. این تأکید بر نهادها عمدتاً در جغرافیای اقتصادی از طریق «گردش نهادی» پیشرفته است. نهادها اثر زیادی بر بنگاه‌ها دارند؛ از جمله اینکه در این زمینه بنگاه‌ها چگونه می‌توانند با یکدیگر تعامل کنند یا اینکه چگونه شبکه‌های بین آن‌ها می‌تواند راه‌اندازی شود و به کار افتد. شبکه‌های نوآوری محلی توسط این نهادها حمایت می‌شوند و در نتیجه بنگاه‌های دخیل به‌ویژه بنگاه‌های خرد و متوسط حمایت می‌شوند.

نقش سیاست‌گذاری در رویکرد نظام منطقه‌ای نوآوری سومین بعد مهم است و می‌توان گفت که نظام منطقه‌ای نوآوری هم مفهومی نظری هم هدف سیاست‌گذاری است (Cooke et al. 1997: 4). این سطح سیاست‌گذاری است که در آن نظام ملی اثر عظیمی بر نظام‌های منطقه‌ای می‌گذارد. نمونه عمده کاربرد سومین بعد نظام منطقه‌ای نوآوری را می‌توان در ساختار سیاست‌گذاری اتحادیه اروپا ملاحظه کرد.

یکی از کمک‌های عمده مفهوم نظام منطقه‌ای نوآوری به مباحث مربوط به نظام نوآوری این ایده است که هیچ سیاست واحدی که همه جا جواب دهد وجود ندارد (Schrempf et al. 2013: 1).

۱۰). ابزارهای سیاست‌گذاری باید همواره خاص هر زمینه باشند و باید با شرایط منطقه‌ای تطبیق پیدا کنند. دخالت سیاست‌گذاری در زمینه نظام منطقه‌ای نوآوری عمدتاً شکست‌های سیستمی را هدف‌گذاری و تلاش می‌کند عملکرد مؤثر تعاملات پیچیده میان فعالان مختلف در نظام منطقه‌ای را تسهیل کند. سیاست‌ها در سطح منطقه‌ای ممکن است به دنبال راه‌اندازی منطقه‌ای در نقاط مختلف باشند. مثلاً ممکن است بر همه فعالان یک منطقه یا صرفاً بر بنگاه‌ها یا حتی اشخاص مفرد تأثیر بگذارند. شاخص‌های اعمال‌شده می‌تواند به بنگاه‌ها کمک کند که بر کمبود شایستگی‌ها غلبه کنند. آن‌ها می‌توانند نهادهای سخت‌مانند قوانین یا نهادهای نرم مانند تمایل به پذیرش ریسک را مطرح کنند. حتی آن‌ها می‌توانند در سطح شبکه‌ای مداخله کنند و برای غلبه بر اثر قفل شدن در یک شریک تجاری خاص کمک کنند یا به راه‌اندازی فعالیت‌های تعاونی‌تر برای یاری رساندن به بنگاه‌ها برای یافتن منابع دانش تکمیلی کمک رسانند (Asheim et al. 2013).

توازن منطقه‌ای به منزله جهت‌گیری آمایش علم و فناوری

امروزه مشخص شده است که تحقق عدالت اجتماعی به منزله مؤلفه اساسی در توسعه پایدار منوط به از بین بردن عدم تعادل‌های فضایی از رهگذر آمایش سرزمین است (سرور و اسماعیل‌زاده ۱۳۸۶). به عبارت دیگر تا زمانی که عدم تعادل‌ها در فضا و سرزمین وجود داشته باشد نمی‌توان صرفاً با برنامه‌های اقتصادی-اجتماعی به امحای عدم تعادل‌های اجتماعی رسید. بنابراین، آمایش سرزمین نقشی محوری در این زمینه ایفا می‌کند. آمایش سرزمین با تأکید روی فضاهای عقب‌مانده یا بکر، ضمن تقویت روزافزون این فضاها، به تنظیم و تعادل‌بخشی به قطب‌های رشد می‌پردازد و سبب می‌شود مؤلفه عدالت در فضا، عدالت در اجتماع، و عدالت در اقتصاد به مرور زمان تحقق عینی پیدا کند.

رفع عدم توازن‌ها در فرایند تولید و توزیع و تجاری‌سازی علم و فناوری مستلزم شناخت امکانات و ظرفیت‌ها از یک سو و نیازها و فرصت‌ها از سوی دیگر است. این امر از طریق ایجاد توازن‌ها در سطوح منطقه‌ای و پر کردن خلأهای ملی از طریق آمایش ظرفیت‌ها و فرصت‌ها و نیازهای محلی و منطقه‌ای محقق می‌شود. بنابراین تدوین سندها و استخراج راهبردها و سیاست‌های منطقه‌ای برای آمایش علم و فناوری می‌تواند گام مؤثری در جهت کاهش فاصله‌ها و

تبعیض‌ها در حوزه علم و فناوری در سطح جغرافیای اقتصادی کشور باشد. بدین ترتیب، رویکرد توازن در آمایش علم و فناوری به دنبال ایجاد هماهنگی و توازن میان نهادهای نظام علم و فناوری است تا با ایجاد تألیف و هم‌گامی میان این نهادها حداکثر بهره‌برداری از آنها اولاً در جهت رفع نیازهای منطقه و ثانیاً سرریز مازادها به سایر مناطق انجام شود.

رویکرد نگاشت نهادی^۱ در آمایش علم و فناوری

نگاشت نهادی در برش منطقه‌ای بینشی مفید درباره چیدمان خاص نهادی یک کشور یا منطقه برای سیاست‌گذاری به وجود می‌آورد و اطلاعاتی فراتر از آمارها ارائه می‌دهد. با استفاده از نگاشت نهادی می‌توان عدم تطابق، هم‌پوشانی، و نقایص برنامه‌های پشتیبانی را ملاحظه کرد. همچنین، چیدمان مناسب نهادی به بهبود هماهنگی سیاست‌ها، افزایش شفافیت، و کاهش عدم تطابق نظام‌مند کمک می‌کند. به بیان دیگر، نگاشت نهادی نقشه‌ای است که بازیگران اصلی و تعاملات آنها را نشان می‌دهد و می‌تواند خلأها و موانع ساختارها را روشن‌تر کند. نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود نظام نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای نظام را شناسایی و تحلیل کرد تا برای اصلاح این موارد برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام داد (کلانتری و منتظر ۱۳۹۵: ۵۷). بنابراین، نگاشت نهادی در آمایش علم و فناوری بسیار ضروری و راهگشاست و به کمک آن می‌توان درک بهتری از وضع ظاهری نظام ملی نوآوری به دست آورد.

گونه‌شناسی نهادهای نظام علم و فناوری در رویکرد آمایشی

در رویکرد آمایشی، تعاملات بین نقش‌آفرینان و بازیگران پویای نوآوری در قالب ارتباطات شبکه‌ای میان نهادهای نظام نوآوری بررسی می‌شود. نقش نهادها و اینکه پویای نوآوری به چه میزان به لحاظ نهادی در نظام اقتصادی درونی شده مورد تأکید این رویکرد است. از سوی دیگر در این رویکرد بر نیازهای جامعه و محیط و بازار به منزله پیشران محوری نظام علم و فناوری و قابلیت‌های فناورانه به منزله طرف عرضه به طور هم‌زمان تأکید می‌شود. توضیح اینکه در نسل اول نوآوری به نقش بازار

توجه نمی‌شود و تنها بر حمایت از تحقیق و توسعه و طرف عرضه علم و فناوری تأکید می‌شود. در نسل دوم نوآوری نیاز بازار نیز در نظر گرفته می‌شود. نسل سوم نوآوری به طور هم‌زمان تعاملات نیازهای جامعه و محیط و بازار و قابلیت‌های فناورانه را در نظر می‌گیرد. بنابراین، علاوه بر نهاد بازار، دو نوع نهاد دیگر را در نظام منطقه‌ای نوآوری می‌توان شناسایی کرد که یکی به حوزه علم و آموزش عالی مربوط می‌شود (نهاد علم شامل دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی) و دیگری به حوزه فناوری و دانش کاربردی مرتبط است (نهاد فناوری شامل پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد، مراکز تحقیق و توسعه، مراکز ارتباط با صنعت دانشگاهی، و ...). آنچه در آمایش علم و فناوری با رویکرد نگاشت نهادی مد نظر است یکی ترسیم وضعیت موجود مجاورت^۱ این نهادهای سه‌گانه و دیگری سیاست‌گذاری این نهادها در جهت توازن و هماهنگی میان این سه‌گان است. نمودار ۲ بیانگر این نهادهای سه‌گانه در نظام علم و فناوری است.



نمودار ۲. ارکان نظام علم و فناوری (عادلی و همکاران ۱۳۹۹:۵۷)

برای سنجش درجه ارتباطات میان نهادهای سه‌گانه فوق از مفهوم مجاورت استفاده می‌شود. این مفهوم می‌تواند با تبدیل به ماتریس مجاورت در دانش ریاضیات کیفیت و چگالی و قدرت

1. proxy

ارتباطات میان نهادهای مختلف در هر منطقه را به نحو روشنی تبیین کند. البته باید توجه داشت که در این مقاله مدل اجرا نمی‌شود و فقط فرایند مفهومی مدل‌سازی تبیین می‌شود. در واقع هدف از این پژوهش بررسی منظومه‌ای از ارتباطات شبکه‌ای نوآورانه میان سه دسته از نهادهای نظام نوآوری- یعنی نهاد علم، نهاد فناوری، نهاد بازار- در معنای وسیع آن در مقیاس منطقه‌ای با تأکید بر نیازهای جامعه و محیط و بازار به منزله پیشران محوری نظام علم و فناوری و قابلیت‌های فناورانه به منزله طرف عرضه است. مبتنی بر طرح کلی فوق، به بررسی میزان مجاورت ظرفیت‌ها و مزیت‌ها و نیازهای نهادهای علم و فناوری و بازار در رویکرد شبکه‌ای پرداخته و گراف‌های مجاورت تصویر می‌شود.

انواع روش‌های نگاشت نهادی

سه روش اصلی برای مطالعات نظام نوآوری با استفاده از رویکرد نگاشت نهادی مطرح شده است: نخست، روشی که سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی در مطالعات نظام نوآوری کشورهای عضو استفاده کرده است. در این روش سازمان‌ها از طریق کارکردهایشان در نظام نوآوری توصیف و در طرحی به تصویر کشیده می‌شوند. دوم، روشی که کاپرون و سینسرا در پژوهش خود استفاده کردند و بعدها بیکار^۱ آن را توسعه داد. در این روش از چهار ماتریس برای توصیف نگاشت نهادی استفاده می‌شود. سوم، روشی که حاصل ترکیب دو روش یادشده است. در روش ترکیبی، از کارکردهای نظام ملی نوآوری و ماتریس‌های چهارگانه توأمان استفاده می‌شود (کلانتری و منتظر ۱۳۹۵: ۵۸). اما در کنار مزایای هر یک از این روش‌ها، انتقاداتی نیز به آن‌ها وارد است که در ادامه به صورت مختصر بیان می‌شود. در واقع وجود همین انتقادات سبب شد نویسندگان در این مقاله روش چهارمی را پیشنهاد کنند. در جدول ۱ به معرفی هر یک از روش‌های سه‌گانه و انتقادات واردشده به آن‌ها پرداخته شده است.

جدول ۱. انواع روش‌های مطالعه نظام نوآوری با استفاده از رویکرد نگاشت نهادی و نقاط ضعف هر یک (کلانتری و منتظر
۱۳۹۵: ۶۸-۶۹)

| ردیف | نام روش | معرفی روش | نقاط ضعف |
|------|---|---|---|
| ۱ | استفاده از کارکردهای نظام نوآوری | در این روش سازمان‌ها از طریق کارکردهایشان در نظام نوآوری توصیف و در طرحی به تصویر کشیده می‌شوند. | <ul style="list-style-type: none"> • رویکرد محدود به نظام نوآوری • تناسب کمتر با کشورهای در حال توسعه • توجه صرف به کارکردها و توجه نکردن به اهداف و ابزارها و تعاملات نهادی • عدم اولویت بین کارکردهای نظام نوآوری • عدم اتفاق نظر اندیشمندان بر کارکردهای نظام نوآوری • عدم اتفاق نظر بر چارچوبی استاندارد و یکتا در این مطالعات • دشواری در جایابی نهادهایی که چند کارکرد دارند |
| ۲ | استفاده از ماتریس‌های هدف-ابزار، نهاد-ابزار، تعاملات نهادی و هدف-نهاد | در این روش طبقه‌بندی اولیه‌ای از اهداف، ابزارها، و نهادها ارائه و سپس بر مبنای این طبقه‌بندی ماتریس‌های کارکردی یادشده مطرح می‌شود. | <ul style="list-style-type: none"> • رویکرد محدود به نظام نوآوری • تناسب کمتر با کشورهای در حال توسعه • نیاز به اطلاعات گسترده برای تکمیل ماتریس‌ها • عدم تبیین مناسب در ارتباط بین ماتریس‌ها • عدم اولویت‌بندی مؤلفه‌های درون هر ماتریس (در حالت کیفی) |
| ۳ | استفاده ترکیبی از روش اول و دوم | در روش ترکیبی از کارکردهای نظام ملی نوآوری و ماتریس‌های چهارگانه توأمان استفاده می‌شود. | <ul style="list-style-type: none"> • رویکرد محدود به نظام نوآوری • تناسب کمتر با کشورهای در حال توسعه • عدم اتفاق نظر اندیشمندان بر کارکردهای نظام نوآوری • توجه بسیار به ماتریس نهاد-کارکرد |

همان‌گونه که مشاهده می‌شود مهم‌ترین انتقادی که به هر سه روش وارد است این است که این روش‌ها متناسب با کشورهای توسعه‌یافته تعریف و تنظیم شده‌اند و تناسبی با وضعیت کشورهای در حال توسعه ندارند. زیرا هرچند امکان دارد که دانش و فناوری‌های نوین در کشورهای در حال توسعه رشد سریعی داشته باشد، توسعه اقتصاد دانش‌بنیان سرعت پایینی دارد (Lundvall 2007: 98).

همچنین رویکرد این روش‌ها بیشتر ناظر و محدود به نظام نوآوری است و به دیگر ابعاد توجه کمتری می‌شود. به عبارت دیگر رویکرد آن‌ها تنها محدود به تعریف از نوآوری است که نوآوری را نتیجه تلاش‌های صورت‌گرفته در حوزه پژوهش و توسعه در نظر می‌گیرد. در واقع در این دیدگاه تمرکز بر روابط نظام‌مند بین واحدهای پژوهش و توسعه در بنگاه‌ها، نهادهای تولیدکننده دانش و فناوری، و فعالیت‌های پشتیبانی از پژوهش و توسعه است (ریاحی و قاضی‌نوری ۱۳۹۳). این در حالی است که رویکرد محدود برای کشورهای بزرگ و توسعه‌یافته مناسب است و برای کشورهای در حال توسعه می‌تواند حتی گمراه‌کننده باشد. از این رو برخی بر آن‌اند که استفاده از روش‌های یادشده در کشورهای در حال توسعه، مانند ایران، مستلزم اتخاذ رویکرد گسترده به نظام نوآوری است تا از ابتلا به ضعف‌ها و گمراهی‌های رویکرد محدود پرهیز شود.

علاوه بر این دو انتقاد، که به هر سه روش وارد است، انتقاداتی نیز به صورت مجزا به هر یک از روش‌ها وارد است. در روش نخست صرفاً به کارکردها به منزله مؤلفه اصلی نگاشت نهادی توجه می‌شود و اهداف و ابزارها و تعاملات نهادی چنان که لازم است مورد توجه قرار نمی‌گیرند. علاوه بر این در این روش بین کارکردهای اصلی و فرعی اولویت‌بندی نمی‌شود؛ یعنی اولویت‌بندی صحیحی در این زمینه وجود ندارد. نکته دیگر اینکه در این روش چارچوب استاندارد و واحدی وجود ندارد؛ به نحوی که حتی در گزارش سازمان توسعه و همکاری اقتصادی نیز از روش واحدی استفاده نشده است (OECD 1999). نقد پایانی نیز اینکه در این روش جایابی نهادهایی که دارای چند کارکرد متفاوت‌اند دشوار است. انتقاد اصلی که به روش دوم وارد می‌شود هم این است که تکمیل ماتریس‌های مطرح‌شده در این روش نیازمند اطلاعات بسیاری است که در کشورهای در حال توسعه وجود ندارد یا به صورت منظم به‌روزرسانی نمی‌شود. همچنین در این روش ارتباط بین ماتریس‌ها به‌خوبی تبیین نمی‌شود؛ یعنی مشخص نیست هدف معینی که هدف مشترک دو نهاد دیگر است با کدام ابزارها و تعاملات نهادی محقق می‌شود. از آنجا که روش سوم ترکیبی از روش‌های اول و دوم است، برخی نقاط ضعف هر یک از آن‌ها (مانند عدم توجه به اهداف یا عدم اولویت‌بندی) پوشش داده شده است. اما همچنان نقاط

ضعفی مانند عدم اتفاق نظر اندیشمندان بر کارکردهای نظام نوآوری و توجه بیش از حد به ماتریس‌ها در این رویکرد باقی است (کلاتری و منتظر ۱۳۹۵: ۶۸).

در رویکرد آمایشی به نظام علم و فناوری، نیازمند روشی هستیم که بتواند شناخت درستی از وضعیت موجود نظام علم و فناوری و رابطه میان نهادهای آن ارائه دهد. با توجه به دسته‌بندی سه‌گانه نهادها، یعنی نهاد علم و نهاد فناوری و نهاد بازار، رویکرد آمایشی ایجاب می‌کند مجاورت این نهادها و ظرفیت ارتباط‌گیری آن‌ها در جهت رسیدن به توازن منطقه‌ای بررسی و ارزیابی شود. برای این منظور، روش جدیدی مبتنی بر مجاورت نهادها برای نگاشت نهادی پیشنهاد می‌شود. در ادامه به تبیین این رویکرد و نحوه تحلیل نتایج آن می‌پردازیم.

پیشینه تحقیق

از آنجا که پژوهش حاضر به دنبال ارائه روش‌شناسی نگاشت نهادی در آمایش علم و فناوری است، نوآورانه و ابتکاری است و بنابراین فاقد پیشینه منسجم است. با این حال، در زمینه‌های مرتبط، مانند سیاست‌گذاری و حکمرانی علم و فناوری، مطالعات و پژوهش‌هایی صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها به صورت مختصر اشاره می‌شود.

عدلی و همکارانش (۱۳۹۹) در پژوهش خود، تحت عنوان «بازی پویا میان نهادهای علم و فناوری»، سعی کردند هر یک از سه نهاد علم و فناوری و بازار را مستقل از یکدیگر در نظر گیرند و راهبردهای پیش روی هر یک را مبتنی بر ترجیحات مشارکت یا عدم مشارکت احصا و از طریق بازی‌های پویا، با اطلاعات کامل کنش‌های تعاملی، تجزیه و تحلیل کنند. برای حل این بازی از روش تعادل کامل بازی‌های فرعی (SPE) استفاده شده است. تعادل حاصل از این بازی نشان می‌دهد، به‌رغم وجود چندین تعادل نش در این بازی، تنها یک تعادل نش شامل مشارکت سه‌گانه هر سه نهاد به منزله تعادل نهایی و بهینه قابل مشاهده است.

فرتاش و سعدآبادی (۱۳۹۸) در پژوهشی، با نام «نهادها و تأثیر آن‌ها بر توسعه علم و فناوری»، نهادهای مالکیت فکری، آموزش، روال‌های یادگیری و تحقیق و توسعه، و نهایتاً تعاملات و اعتماد بین بازیگران را از نهادهای مؤثر بر توسعه علم و فناوری برشمرده‌اند. شکست‌های نهادی که از ضعف در عملکرد نهادهای موجود یا خلأ نهادی حاصل می‌شود و لزوم مداخلات سیاستی در

خصوص شکست نهادهای مؤثر بر توسعه علم و فناوری نیز از دیگر موضوعات دارای اهمیت در تحلیل نهاد محسوب می‌شود.

احمدیان دیوکتی و همکارانش (۱۳۹۷) در پژوهشی با نام «طراحی مدل سیاست‌گذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی» به دنبال دستیابی به مدل سیاست‌گذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی با روش نظریه‌پردازی داده‌بنیان بودند. مزیت این پژوهش جامعیت مدل و عملیاتی بودن آن است. همچنین تصویر کاملی از شرایط علمی، مقوله‌محوری، شرایط زمینه‌ای، شرایط مداخله‌گر، راهبردها و پیامدهای مرتبط با عنوان تحقیق ارائه شده است.

دینی و همکارانش (۱۳۹۸) در تحقیقی، با عنوان «حکمرانی، نظام نوآوری ملی و ظرفیت جذب، هم‌پایی و نوآوری فناورانه (مدل‌سازی نظری)»، به دنبال ارائه چارچوب نظری جامعی درباره نظام نوآوری ملی مبتنی بر رویکرد تکاملی، از طریق الگوسازی نظری میان حکمرانی، نظام نوآوری ملی، ظرفیت جذب، هم‌پایی و توسعه فناورانه، و همچنین ارائه چارچوبی برای شناسایی رابطه میان عوامل نهادی غیرقیمتی و بازاری قیمتی با استفاده از شاخص‌های مهم بودند.

ناظمی و رفسنجانی‌نژاد (۱۳۹۶) در پژوهشی، با عنوان «بازطراحی ساختار حکمرانی علم، فناوری، و نوآوری بر اساس مدل دولت تنظیم‌گر»، ضمن بیان این نکته که ساختار کنونی علم و فناوری و نوآوری ایران توان پاسخگویی به نیازها در راه رسیدن به توسعه دانش‌محور و اقتصاد دانش‌بنیان را ندارد، اعلام کردند شکل‌گیری یک ساختار مناسب برای سیاست‌گذاری علم و فناوری و نوآوری نیازمند حاکم شدن رویکردهای دولت تنظیم‌گر و مشارکت و تأثیرگذاری همه ذی‌نفعان و حاکم شدن یک نگاه کل‌نگر و شبکه‌ای به توسعه علم و فناوری و نوآوری و توجه هم‌زمان به توسعه طرف‌های عرضه و تقاضا است.

در مطالعات خارجی نیز راثول (۱۹۹۴) در مطالعه‌ای، تحت عنوان «نسل پنجم فرایند نوآوری»، به موضوع سیاست‌گذاری علم و فناوری پرداخته است. به باور او، با توجه به رقابت شرکت‌ها و مؤسسات اقتصادی در دنیای امروز و محیط پرتنش اقتصادی، علم و فناوری نقشی محوری پیدا کرده است. در این زمینه او در مطالعه خود، بعد از بررسی نسل‌های اول تا چهارم نوآوری، به

ویژگی‌های نسل چهارم نوآوری پرداخته و تفاوت‌های نسل پنجم نوآوری را با نسل‌های قبلی احصا کرده است.

اسمولینسکی و همکارانش (۲۰۱۵) به تعیین «کارویژه‌های هوشمند منطقه‌ای با استفاده از روش ماتریس‌های مجاورت علم، فناوری، و بازار» پرداختند. آن‌ها در این مطالعه روش ماتریس‌های مجاورت را برای منطقه‌ای در کشور لهستان به کار بردند. شناسایی مؤلفه‌های اقتصادی منطقه، کشف و شناسایی ظرفیت‌های فناورانه، و برقراری ارتباط آن‌ها در بستر بازار در این مطالعه به شیوه‌ای ابداعی به کار رفته است. علاوه بر این شناسایی فناوری‌های کلیدی و پیشرو در این منطقه از مسائلی است که با روش یادشده بدان پرداخته شده است.

دولورو و پارتو (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای، تحت عنوان «نظام منطقه‌ای نوآوری: گفتمان موجود و مسائل حل‌نشده»، به بررسی تحول و تکامل مفهوم نظام منطقه‌ای نوآوری به منزله یک چارچوب تحلیلی، که به سیاست‌گذاران حوزه علم و فناوری کمک می‌کند، پرداختند. به باور آن‌ها در عین استفاده وسیع از این چارچوب تحلیلی هنوز برخی نقاط ابهام از جمله مفهوم منطقه و نقشی که نهادها در کشف و دوام نظام‌های منطقه‌ای نوآوری ایفا می‌کنند وجود دارد.

اگرچه دهه‌های اخیر شاهد مطالعات روزافزونی در زمینه سیاست‌گذاری علم و فناوری بوده است، در زمینه رویکرد آمایشی و روش آن در شناخت و تحلیل نهادهای نظام علم و فناوری فقر مطالعاتی گسترده‌ای وجود دارد. نوآوری اصلی مقاله حاضر اتخاذ رویکرد نگاشت نهادی برای آمایش علم و فناوری است و از آنجا که آمایش علم و فناوری خود مقوله جدیدی است، روش‌شناسی مدونی برای آن ارائه نشده است. این پژوهش می‌تواند فتح بایی در این زمینه به شمار رود. ضمن اینکه این روش برای تدوین دو سند آمایش علم و فناوری در استان‌های قزوین و قم به کار گرفته شده است و امکان عملیاتی شدن و گسترش آن وجود دارد.

مفهوم مجاورت نهادهای سه‌گانه نظام علم و فناوری

رومر (۱۹۹۰) در مدل رشد درونزای خود بر این باور بود که دانش بیشتر از دارایی‌های فیزیکی بر رشد اقتصادی اثر می‌گذارد. البته او دسترسی آزاد به دانش را مفروض گرفته بود. اما واقعیت آن است

که دسترسی به علم و فناوری به شدت ناکامل^۱ است و عمدتاً تحت تأثیر شبکه‌های مجاورت^۲ قرار دارد. بنابراین برای درک کامل رشد اقتصادی نه تنها عوامل مؤثر بر تولید دانش بلکه عوامل مؤثر بر دسترسی به علم و فناوری را نیز باید در نظر گرفت (Agrawal et al. 2008: 263). مجاورت فضایی و جغرافیایی یکی از عوامل مؤثر بر دسترسی به دانش و فناوری است؛ بدین معنا که افراد و نهادهایی که در یک منطقه جغرافیایی قرار دارند می‌توانند از طریق شبکه مجاورت فضایی (مکانی) ارتباطات مؤثر بیشتری با هم برقرار کنند و در نتیجه دسترسی بهتری به نوآوری‌های علمی و فنی یکدیگر داشته باشند. مجاورت فضایی^۳ باعث ارتقای دسترسی به دانش میان مخترعان می‌شود (Thompson & Melanie 2005: 453; Adam et al. 1993: 579). اما مجاورت‌های جغرافیایی تنها نوع مجاورت نیستند و روش‌هایی را می‌توان پیدا کرد که منابع دانش به‌رغم دوری فیزیکی و جغرافیایی می‌توانند به هم نزدیک شوند. مثلاً شبکه‌های اجتماعی یا حرفه‌ای می‌توانند هزینه دسترسی به اطلاعات را میان اعضای آن‌ها کاهش دهند (Sorenson et al. 2006). علاوه بر این، مجاورت اجتماعی^۴ از طریق افزایش اعتماد و احتمال عمل متقابل دسترسی به دانش و فناوری را تسهیل می‌کند. مثلاً گروه‌های قومیتی از طریق ارتباطات اجتماعی خود با یکدیگر، حتی اگر در یک منطقه جغرافیایی متمرکز نباشند، می‌توانند نوآوری‌های خود را میان خود به اشتراک بگذارند. حتی اگر اعضای یک جامعه مستقیم یکدیگر را نشناسند، به احتمال زیاد، به صورت غیرمستقیم از طریق شخص ثالثی با یکدیگر مرتبط خواهند شد. وجود پژوهشگران متعلق به قومیت‌های مختلف در یک منطقه می‌تواند از طریق تعدد و تکثر مجاورت‌های اجتماعی با دیگر بستگان در دیگر مناطق زمینه دسترسی آن منطقه را به دستاوردهای علم و فناوری سایر مناطق کشور و نیز دنیا فراهم سازد. ساکسنیان^۵ (۱۹۹۹) در پژوهش خود به بررسی نقش اعتماد و عمل متقابل در جوامع قومیتی به منظور تسهیل اشتراک‌گذاری دانش و دیگر منابع میان اعضای این گروه‌ها در سیلیکون ولی پرداخت و اشاره کرد که ارتباطات اجتماعی ابتدایی غالباً ریشه در تجربه‌های آموزشی، زمینه‌های فنی، زبان، فرهنگ، و تاریخ دارد (Saxenian 1999).

-
1. imperfect
 2. proximity networks
 3. spatial proximity
 4. social proximity
 5. Saxenian

برای بررسی مجاورت‌های اجتماعی و ارتباطات پژوهشگران و فعالان در نظام علم و فناوری، شاخص‌هایی طراحی شده که از جمله آن‌ها می‌توان اشاره کرد به:

ارتباط با محققان بین‌المللی که می‌تواند روند تزریق دانش جهانی در ساختار علم و فناوری مناطق را فراهم کند؛

ارتباط با صنعت که شامل به‌کارگیری پژوهشگران در واحدهای تحقیق و توسعه و تأمین نیازهای دانشی و تحقیقاتی صنعتگران توسط نهادهای علمی است؛

ارتباطات داخلی میان نهادهای علمی و فناوری که شامل ارتباط تحقیقاتی داخلی میان نهادهای آموزش عالی است. این ارتباطات را می‌توان از طریق مقایسه شاخص‌های ناخالص و خالص انتشارات محاسبه کرد. شاخص ناخالص بیانگر تولیدات علمی است که مؤلفانی از بیش از یک نهاد آن را انجام داده‌اند. شاخص خالص نیز مجموع تعداد تولیدات علمی است که حداقل یکی از مؤلفان آن از داخل کشور است. بنابراین نسبت تولیدات ناخالص به خالص شاخصی از تألیف مشترک میان نهادهای علمی و تحقیقاتی داخلی را فراهم می‌کند و هر چه این نسبت بالاتر باشد پیوندهای تحقیقاتی بین نهادی قوی‌تر است (Williams & Leahy 2019).

علاوه بر این، مجاورت اجتماعی می‌تواند مبتنی بر انواع مختلفی از ارتباطات شکل بگیرد. گاهی این مجاورت به دلیل روابط مستقیم است، مانند روابط خانوادگی یا همکاران یا همکلاسی‌ها؛ گاهی مبتنی بر روابط غیرمستقیم است، مانند فارغ‌التحصیلان یک دانشگاه به طور کلی یا دوستان مشترک؛ گاهی از طریق شهرت و اعتبار رقم می‌خورد، مانند جایگاه خاص دانشگاه‌ها یا بنگاه‌ها در شهر یا کشور مبدأ؛ و گاهی از طریق پیوندهای فرهنگی، مثلاً مشخصه‌های شخصیتی فرهنگی یا استنتاج‌های مبتنی بر دانش قومی (Agrawal et al. 2008: 266). مجاورت‌های فضایی (جغرافیایی) و اجتماعی لزوماً جانشین یکدیگر نیستند و عموماً این دو نوع مجاورت مکمل یکدیگرند و وجود هم‌زمان آن‌ها می‌تواند توزیع دانش و فناوری را بسیار تسهیل کند.

استخراج و تحلیل گراف نگاشت نهادی

در آمایش منطقه‌ای نظام علم و فناوری، ابتدا باید بتوانیم تصویری واقعی از وضع موجود روابط متقابل میان نهادهای علم و فناوری ارائه کنیم. این تصویر در قالب شبکه‌ای از مجاورت‌های نهادی

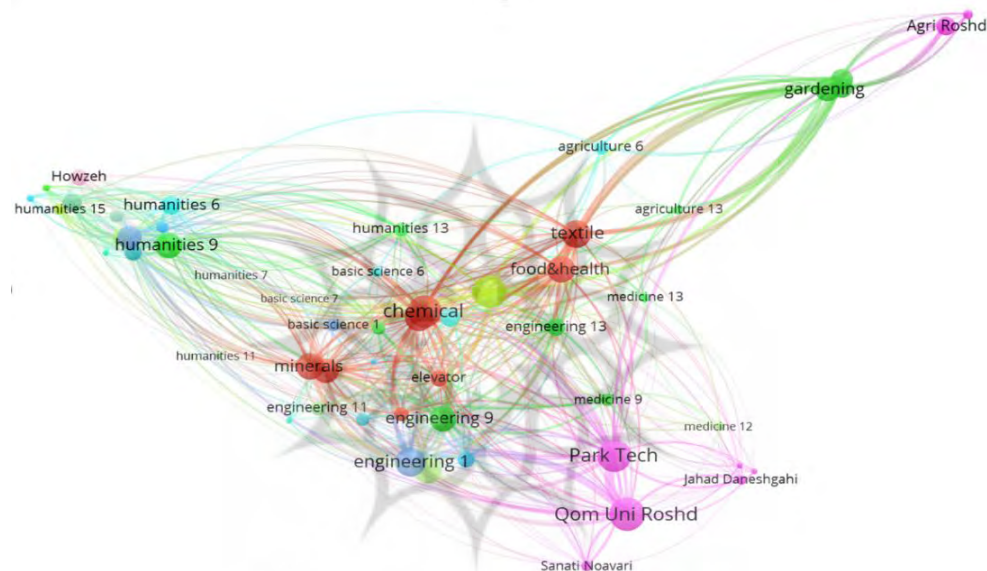
است که «گراف نگاشت نهادی علم و فناوری»^۱ نامیده می‌شود و بیانگر تنوع و تعداد و شدت ارتباطات نهادی در نظام علم و فناوری است. این شبکه‌های مجاورت اولاً تعاملات بین نقش‌آفرینان و بازیگران پویش نوآوری، به‌ویژه ارتباطات بین جامعه علمی و بخش کسب‌وکار یا همان بازار، را نشان می‌دهد و ثانیاً جایگاه هر یک از این بازیگران را در شبکه علم و فناوری استان بازنمایی می‌کند. به عبارت دیگر تعاملات بین نقش‌آفرینان در عرصه علم و فناوری زمانی به‌درستی ادراک می‌شود که زمینه نهادی این تعاملات نیز ملاحظه شود. بنابراین تحلیل‌های سیاستی مرتبط با حوزه علم و فناوری با در نظر گرفتن این ابعاد است که می‌تواند از اعتبار لازم برخوردار باشد.

اصل اولیه در استخراج هوشمند کارویژه منطقه‌ای در حوزه علم و فناوری ارتقای هماهنگی و همکاری بین علم و فناوری و بازار با پشتیبانی و همکاری مسئولان منطقه‌ای است. توسعه هر چه بیشتر بخش‌های منطقه‌ای از طریق به‌کارگیری فناوری‌های در دسترس و پیشرفت در فناوری‌های جدید در آینده باید منتج به مزیت رقابتی در سطح جهانی شود. گراف مجاورت می‌تواند تصویر نسبتاً گویایی از وضعیت موجود این ارتباطات نشان دهد. نمای مفهومی گراف مجاورت را در نمودار ۳ می‌توان مشاهده کرد.



نمودار ۳. مدل مفهومی گراف مجاورت نهادهای علم، فناوری، و بازار

بر اساس این الگوی مفهومی، نهادهای نظام علم و فناوری شامل نهادهای علم (دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی)، نهادهای فناوری (پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد، مراکز تحقیق و توسعه، و ...)، و نهاد بازار (صنعت، کشاورزی، و خدمات) در ارتباط با هم نشان داده می‌شوند. بسته به شدت و تنوع این ارتباطات، نمای کلی گراف متفاوت خواهد بود. نمونه عینی این گراف را در سند آمایش علم و فناوری استان قم می‌توان مشاهده کرد. خروجی نهایی این گراف به صورت نمودار ۴ است:



نمودار ۴. گراف مجاورت نهادهای علم و فناوری استان قم (سعیدی و همکاران ۱۳۹۹: ۱۳۱)

هر یک از گره‌های گراف، بیانگر یکی از اجزای نهادهای سه‌گانه علم و فناوری و بازار در استان قم است. هر چه شدت ارتباطات میان این اجزا بیشتر باشد، فاصله آن‌ها کمتر و اندازه آن‌ها بزرگ‌تر خواهد بود. همچنین تنوع ارتباطات هر جزء باعث می‌شود جایگاه آن در گراف به سمت مرکز گرایش پیدا کند. جزئیات تحلیل جایگاه‌ها و اندازه‌های هر جزء در بخش بعدی این نوشتار بررسی می‌شود.

تشکیل ماتریس انکشاف برای استخراج گراف مجاورت

گراف‌های مجاورت از ماتریس‌های انکشاف^۱ به دست می‌آید. این ماتریس‌ها ابزارهایی برای شناسایی ارتباطات بین نهادهای علم و فناوری و بازار در مناطق جهت ارزیابی پتانسیل‌های منطقه‌ای از قبیل اثر دخالت دولتی و پیامدهای آن بر تحقیق و توسعه و دیگر ابعاد اقتصادی و اجتماعی است (Smoliński et al. 2015). این ماتریس‌ها در مقالات و مطالعات اخیر و به‌ویژه از سوی سازمان‌های بین‌المللی به‌گسترده‌گی استفاده شده است. با توجه به مبنای روش شناختی انطباق و تألیف نهادهای علم، فناوری، و بازار در مرحله استخراج داده باید اطلاعات مربوط به هر سه بخش به نحوی جمع‌آوری شود که علاوه بر داده‌های درون هر بخش ارتباطات بین بخش‌ها نیز به نمایش گذاشته شود. مبتنی بر داده‌های استخراج‌شده، ظرفیت انطباق و تعامل بخش‌های علم، فناوری، و بازار در هر منطقه در ماتریس نشان داده شده است تا از این طریق وضع کنونی تعاملات این سه بخش روشن شود.

ماتریس‌های انکشاف ماتریس‌های n در n بالامثلی هستند ($n =$ تعداد نهادهای علم و فناوری) که سطرها و ستون‌های آن را نهادهای علم و فناوری شکل می‌دهند و درایه‌های این ماتریس بیانگر رابطه دودویی نهاد سطر و نهاد ستون است. چون همه نهادهای علم و فناوری یک بار در سطرهای ماتریس و یک بار در ستون‌ها می‌آیند، قطر این ماتریس که بیانگر ارتباط هر نهاد با خودش است ۰ در نظر گرفته می‌شود.

یکی از چالش‌های اصلی در تشکیل ماتریس‌های انکشاف نحوه کمی‌سازی ارتباطات میان نهادهای علم و فناوری است. برای این منظور، اولاً نیازمند نظریه مبنا برای تعریف روابط یا انتخاب نوع رابطه هستیم و ثانیاً به داده‌ها و آمار کافی برای سنجش نوع رابطه انتخاب‌شده نیاز است. پس از تعریف و محاسبه ارتباطات دودویی نهادها، لازم است درایه‌های ماتریس نرمالایز شود تا اثر واحد سنجش خنثی شود. بدین ترتیب، در نهایت، با استفاده از ماتریس انکشاف می‌توان گراف مجاورت نهادی را با استفاده از نرم‌افزارهای بصری‌سازی، از جمله VOS Viewer، استخراج کرد. منطق استخراج گراف از این ماتریس حداقل‌سازی فاصله با توجه به فضای محدود نقشه

است. عبارت محدودیت نیز با این هدف اضافه شده است که حداقل تعداد مکان یکسان برای اجزا اختصاص داده شود؛ یعنی این قید تلاش می‌کند تا حداکثر تفاوت بین مکان‌های عناصر را ایجاد کند. نحوه محاسبه به صورت رابطه ۱ است:

$$V(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i < j} s_{ij} \|x_i - x_j\|^2, \quad (1)$$

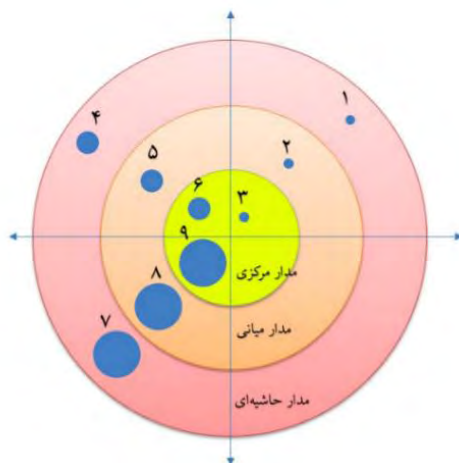
$$\frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} \|x_i - x_j\| = 1.$$

که در آن x_i و x_j نهادهای علم و فناوری و s_{ij} بیانگر مشابهت مفهومی آنهاست. در نهایت، گراف حاصل نقشه‌ای دوبعدی از عناصر $1, \dots, n$ است؛ به نحوی که فاصله هر دو عنصر i و j میزان شباهت و نزدیکی آن دو را نشان دهد. عناصری که شباهت و نزدیکی بیشتری به هم دارند باید در فاصله نزدیک‌تری نسبت به هم قرار گیرند و برعکس عناصری که شباهت و نزدیکی کمتری نسبت به هم دارند در فاصله‌ای دور از هم قرار می‌گیرند.

تحلیل جایگاه و اندازه نهادهای در گراف مجاورت

هر یک از زیرمؤلفه‌های نهادها (یعنی هر یک از دانشگاه‌ها، مؤسسات آموزش عالی، پارک علم و فناوری، مراکز رشد، مراکز تحقیق و توسعه، صنایع، بخش‌های کشاورزی و خدماتی) در گراف به صورت یک دایره نشان داده شده است. این دایره‌ها بسته به اندازه آنها، که در واقع بیانگر میزان و شدت ارتباطات نهادی آنهاست، به سه دسته کوچک و متوسط و بزرگ تقسیم شده‌اند. همچنین محیط گراف بسته به میزان نزدیکی نهاد به مبدأ مختصات به سه ناحیه مرکزی و میانی و حاشیه‌ای تقسیم شده است. نهادها بسته به اندازه و مداری که در آن قرار گرفته‌اند مطابق نمودار ۵ کدگذاری شده‌اند. بدین ترتیب، کد مربوط به هر نهاد بیانگر مختصات آن در گراف مجاورت است. مثلاً، کد ۱ مربوط به شاخه‌ای است که شدت ارتباطات نهادی آن اندک است و در منطقه حاشیه‌ای گراف قرار گرفته است.

موقعیت نهادها با مختصات مختلف و وضعیت موجود آنها در جدول ۲ آمده است.



نمودار ۵. راهنمای مختصات نهادها در گراف مجاورت

جدول ۲. تحلیل جایگاه و موقعیت نهادها در گراف مجاورت

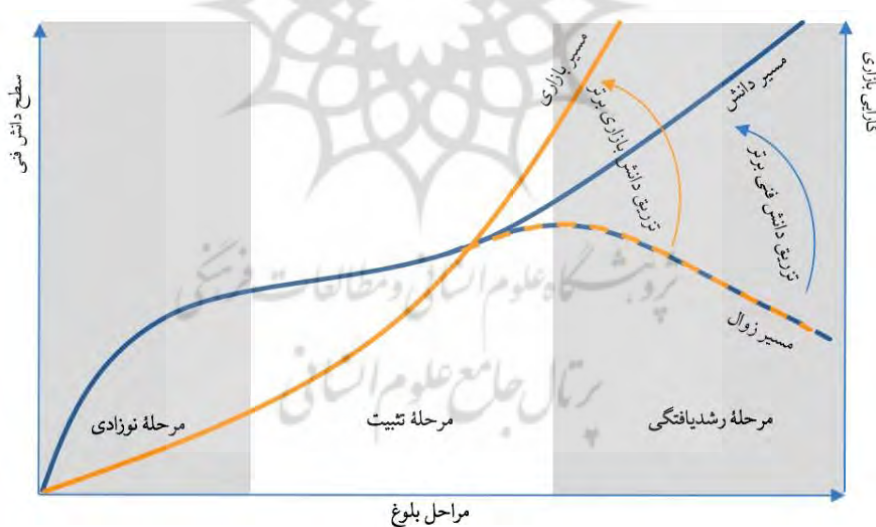
| اندازه (قطر نهاد) | مختصات | تعداد کل رابطه‌ها | موقعیت | تحلیل وضعیت موجود |
|-------------------|--------|-------------------|---------------|--|
| کوچک | ۱ | کم | مدار حاشیه‌ای | الف) ارتباط نامتوازن شدید الف) ارتباط نامتوازن متوسط |
| | ۲ | کم | مدار میانی | ب) ارتباط متوسط با نهاد قوی جانبی یا مرکزی ج) ارتباط متوسط با چند نهاد جانبی یا مرکزی متوسط |
| | ۳ | کم | مدار مرکزی | الف) ارتباط متوازن ضعیف ب) ارتباط نامتوازن شدید با نهادهای مرکزی |
| متوسط | ۴ | متوسط | مدار حاشیه‌ای | ب) ارتباط نامتوازن شدید با نهاد قوی جانبی ج) ارتباط نامتوازن شدید با چند نهاد جانبی متوسط |
| | ۵ | متوسط | مدار میانی | الف) ارتباط نامتوازن متوسط ب) ارتباط متوازن متوسط |
| | ۶ | متوسط | مدار مرکزی | الف) ارتباط متوازن متوسط ب) ارتباط نامتوازن شدید با نهادهای مرکزی |
| بزرگ | ۷ | زیاد | مدار حاشیه‌ای | الف) ارتباط نامتوازن شدید ب) ارتباط نامتوازن ضعیف با نهادهای مرکزی ج) ارتباط نامتوازن قوی با نهادهای جانبی |
| | ۸ | زیاد | مدار میانی | الف) ارتباط متوازن/ نامتوازن متوسط |
| | ۹ | زیاد | مدار مرکزی | الف) ارتباط متوازن قوی |

بر این اساس، نهادهای بازار، یعنی صنایع و کشاورزی و خدمات، در نظام علم و فناوری در سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند:

نهادهای رشدیافته: نهادهایی که به مرحله بلوغ رسیده‌اند و پیامدهای منفی آن‌ها آشکار شده است؛

نهادهای در مرحله رشد و تثبیت: نهادهایی که ظرفیت اولیه آن‌ها ایجاد شده و برای رسیدن به مرحله بلوغ نیازمند مزیت‌سازی و بازاری‌سازی محصولات خود هستند؛

ظرفیت‌های بازاری مغفول‌مانده: بخش‌هایی از بازار که از نظر مزیت‌های منطقه‌ای زمینه ایجاد و گسترش بازاری آن‌ها وجود دارد، اما تا به حال اقدام مؤثری در این زمینه صورت نگرفته یا اقدامات بسیار کمی صورت پذیرفته است و نهادهای این حوزه به فعلیت بازاری نرسیده‌اند. با فعالیت‌های زیرساختی مناسب و تزریق دانش فنی مورد نیاز این نهادها شکل می‌گیرند و می‌توانند مراحل نوزادی خود را سپری کنند. مراحل بلوغ نهادهای بازاری در نظام علم و فناوری را می‌توان در نمودار ۶ مشاهده کرد.

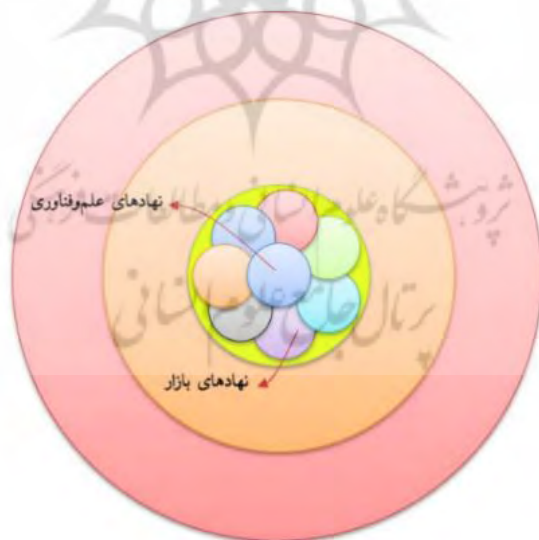


نمودار ۶. مراحل بلوغ در نهادهای بازاری

در این نمودار دو مسیر بازاری و دانش فنی در چرخه عمر فعالیت‌های نهادهای بازاری در نظام علم و فناوری ترسیم شده است. در مرحله نوزادی، سطح دانش فنی مورد نیاز برای راه‌اندازی صنعت بیش از دانش بازاری است. در سایر مراحل، دانش‌بنیانی در دو بعد دانش فنی و بازاری باید ارتقا پیدا کند تا از سقوط نهاد در مسیر زوال جلوگیری شود.

سناریوهای پیشرفت به سمت وضعیت بهینه نظام علم و فناوری

اتخاذ هر تصمیمی در فرایند تحول نظام علم و فناوری می‌تواند آینده‌ای متفاوت را برای نظام علم و فناوری رقم زند. تعدد متغیرهای تصمیم در شکل‌دهی به شمایل نظام علم و فناوری نیز خود عاملی می‌شود بر طیفی بودن گستره تحولات در این نظام. بنابراین، در نظام علم و فناوری با طیف وسیعی از آینده‌ها طرف هستیم. بر اساس نظریه توازن منطقه‌ای، می‌توان این سناریوها را ارزش‌گذاری کرد. بنابراین، وضعیت بهینه نظام علم و فناوری با از بین بردن عدم توازن‌های نهادی و قرار گرفتن نهادهای علم و فناوری در مسیر توسعه پایدار حاصل می‌شود. در این وضعیت، گراف مجاورت نهادها به صورت رزگونه و متمرکز در مبدأ مختصات تبدیل خواهد شد. نمودار ۷ نشان‌دهنده این وضع بهینه است:

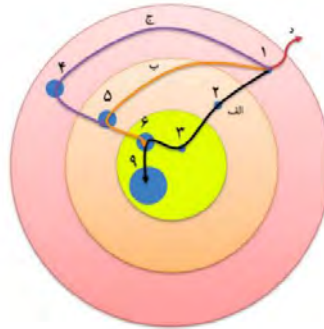


نمودار ۷. وضعیت بهینه نظام علم و فناوری

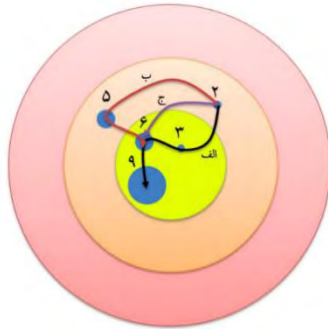
حالت بهینه وضعیتی است که در آن نهادهای بازار با شدت ارتباطات بالا و متوازن حول نهادهای علم و فناوری قرار بگیرند. در چنین حالتی، نهادهای علم و فناوری می‌توانند به معنای واقعی کلمه هدایتگر^۱ کنش‌های نهادهای بازاری شوند و توسعه همه‌جانبه دانش‌بنیان را محقق سازند. برای تحقق این وضعیت بهینه هر یک از نهادها با توجه به مختصات موجود خود باید مسیری بهینه^۲ را طی کنند تا به حداکثر شدت مجاورت دست یابند.

به طور کلی، بر اساس گراف‌های مجاورت، نهادهای علم و فناوری برای رسیدن به وضعیت بهینه از دو استراتژی کلی می‌توانند استفاده کنند. استراتژی اول متنوع‌سازی ارتباطات است؛ به این معنا که تعداد نهادهایی که قابلیت ارتباط با آنها وجود دارد افزایش پیدا کند. مثلاً، در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی این تعدد نهادهای مرتبط از طریق افزایش گروه‌های آموزشی و پژوهشی و تأسیس رشته‌های جدید ناظر به نهادهای موجود بازار رخ می‌دهد. استراتژی دوم افزایش شدت ارتباطات با نهادهای موجود است؛ به این معنا که اگرچه ارتباطاتی با نهادهای موجود بازاری وجود دارد، این ارتباطات شدت لازم برای اثربخشی نهادهای علم و فناوری را ندارد. مثلاً، دانشگاه‌های دارای گروه‌های آموزشی فنی و مهندسی اگرچه ارتباطاتی را با صنایع مختلف یا سایر نهادهای نظام علم و فناوری دارند، این ارتباطات می‌تواند از طریق افزایش مقاطع تحصیلی و افزایش تعداد دانشجویان و نیز افزایش ظرفیت تحصیلات تکمیلی تقویت شود. نهادهای فناور، از قبیل مراکز رشد و پارک علم و فناوری و مراکز تحقیق و توسعه، نیز می‌توانند با ایجاد حوزه‌های جدید پژوهشی، تأسیس واحدهای تحقیق و توسعه جدید، تأسیس شرکت‌های دانش‌بنیان ناظر به فعالیت‌های موجود بازار، و ... استراتژی اول را دنبال کنند. بر اساس استراتژی دوم، افزایش تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان در شاخه‌های موجود، افزایش واحدهای تحقیق و توسعه در شاخه‌های موجود، افزایش تعداد پژوهشگران در حوزه‌های فناوری موجود، و ... می‌تواند شدت ارتباطات موجود میان نهادهای فناور و دیگر نهادهای نظام علم و فناوری را افزایش دهد. در نمودارهایی که در ادامه آمده است مسیرهای بهینه حرکت هر یک از نهادها از مختصات موجود به سمت وضعیت بهینه ترسیم شده است.

-
1. driver
 2. optimal path



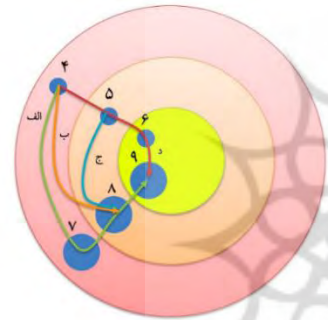
نمودار ۸. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای
مختصات ۱



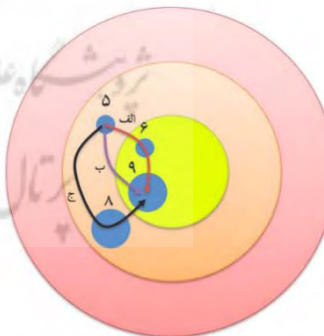
نمودار ۹. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای
مختصات ۲



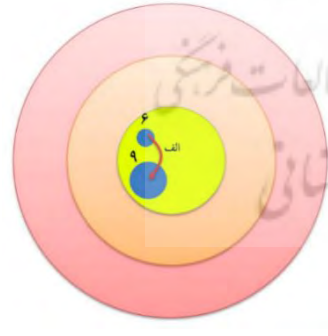
نمودار ۱۰. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای
مختصات ۳



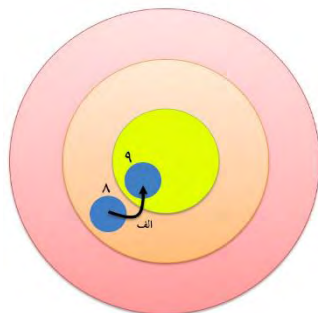
نمودار ۱۱. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای
مختصات ۴



نمودار ۱۲. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای
مختصات ۵

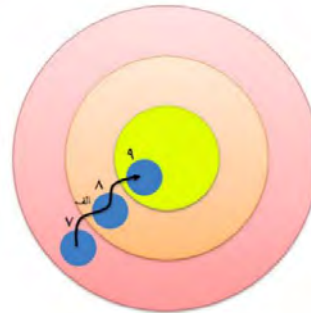


نمودار ۱۳. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای
مختصات ۶



نمودار ۱۵. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای

مختصات ۸



نمودار ۱۴. سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه برای

مختصات ۷

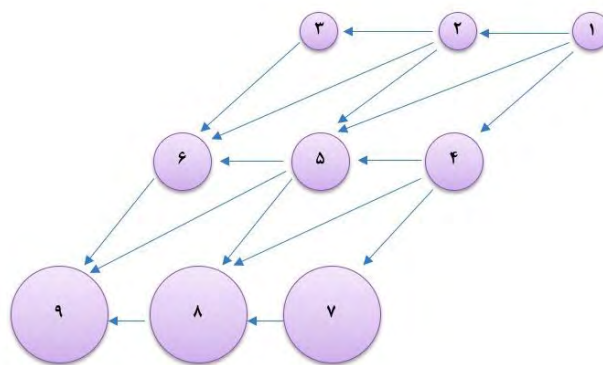
نهادهای فناور، از قبیل مراکز رشد و پارک علم و فناوری و مراکز تحقیق و توسعه، نیز می‌توانند با ایجاد حوزه‌های جدید پژوهشی، تأسیس واحدهای تحقیق و توسعه جدید، تأسیس شرکت‌های دانش‌بنیان ناظر به فعالیت‌های موجود بازار، و ... استراتژی اول را دنبال کنند. بر اساس استراتژی دوم، افزایش تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان در شاخه‌های موجود، افزایش واحدهای تحقیق و توسعه در شاخه‌های موجود، افزایش تعداد پژوهشگران در حوزه‌های فناوری موجود، و ... می‌تواند شدت ارتباطات موجود میان نهادهای فناور و دیگر نهادهای نظام علم و فناوری را افزایش دهد. راهبردهای تغییر هر یک از مختصات‌ها به سمت مختصات بهینه‌تر در مسیر بهینه‌سازی در جدول ۳ آمده است.

مجموعه سناریوهای تغییر به سمت وضع بهینه در نهادهای نه‌گانه را می‌توان در نمودار ۱۶ مشاهده کرد. در مسیر بهینه‌سازی، هر یک از نهادها با مختصات متفاوت، با اتخاذ سناریوهای تغییر مربوط به خود، رفته‌رفته به سمت وضعیت بهینه (مختصات ۹) حرکت می‌کنند. مختصات ۹ بیانگر حالتی است که خوشه‌های مجاورت به تکامل رسیده‌اند و هم تنوع هم شدت ارتباطات نهادی بیشینه شده است. البته رسیدن همه نهادها به مختصات ۹ به معنای همسانی کامل نهادها نیست، بلکه بدین معناست که شدت و تعداد ارتباطات میان این نهاد و سایر نهادهای نظام علم و فناوری به حداکثر مقدار ممکن رسیده است. بنابراین ممکن است نهادی دارای حجم واقعی فعالیت کوچک باشد، اما بتواند با تکامل خوشه ارتباطات خود به وضع بهینه خود برسد. مثلاً ممکن است

مؤسسه آموزش عالی با حجم دانشجویان بسیار پایین با تکامل در خوشه در مختصات ۹ قرار بگیرد، اما مؤسسه دیگری به‌رغم تعداد دانشجوی بالا مختصات دورتری از وضع بهینه داشته باشد که این وضعیت ناشی از ضعف ارتباطات آن نهاد در نظام علم و فناوری است. بنابراین، بزرگ بودن یا کوچک بودن دایره یک نهاد در گراف مجاورت لزوماً به معنای بالا بودن حجم اقتصادی و مالی و نیروی انسانی آن نهاد نیست.

جدول ۳. حرکت از وضع موجود در مسیر بهینه

| مختصات اولیه | مختصات ثانویه | استراتژی حرکت بهینه |
|--------------|---------------|---|
| ۱ | ۲ | متنوع‌سازی ارتباطات |
| ۱ | ۴ | افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۱ | ۵ | متنوع‌سازی ارتباطات افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۲ | ۳ | متنوع‌سازی ارتباطات |
| ۲ | ۵ | افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۲ | ۶ | متنوع‌سازی ارتباطات افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۳ | ۶ | افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۴ | ۵ | متنوع‌سازی ارتباطات |
| ۴ | ۷ | افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۴ | ۸ | متنوع‌سازی ارتباطات افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۵ | ۶ | متنوع‌سازی ارتباطات |
| ۵ | ۸ | افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۵ | ۹ | متنوع‌سازی ارتباطات افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۶ | ۹ | افزایش تعداد پیوندها در ارتباطات موجود |
| ۷ | ۸ | متنوع‌سازی ارتباطات |
| ۸ | ۹ | متنوع‌سازی ارتباطات |



نمودار ۱۶. نمای کلی تحول نظام علم و فناوری به سمت وضعیت پهبینه

نتیجه

مدیریت، سیاست‌گذاری، و حکمرانی نظام علم و فناوری نیازمند طرح‌های آمایشی برای شناخت وضع موجود و ظرفیت‌های حرکت به سمت وضع مطلوب است. استخراج نگاهت نهادی در آمایش علم و فناوری می‌تواند تصویر نسبتاً روشنی از وضعیت فعلی نهادهای علم و فناوری و میزان مشابهت مفهومی و مجاورت آن‌ها ارائه دهد. در این مقاله تلاش شد با بهره‌گیری از مفهوم مجاورت نهادی روشی جدید برای استخراج نگاهت نهادی نظام علم و فناوری با رویکرد آمایشی ارائه شود. در این روش، با تمرکز بر نهادهای سه‌گانه نظام علم و فناوری، یعنی نهادهای علم شامل دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی، نهاد فناوری شامل پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد و مراکز تحقیق و توسعه و ...، و نهاد بازار شامل صنعت و کشاورزی و خدمات روابط دودویی هر یک از این نهادها بنا بر نظریه مبنای مختار تعریف و استخراج و کمی‌سازی می‌شود. این روابط در قالب ماتریس‌های انکشاف صورت‌بندی و نهایتاً به گراف مجاورت نهادی تبدیل می‌شود. گراف مجاورت نهادی بیانگر جایگاه و اندازه هر یک از زیرمؤلفه‌های نهادهای سه‌گانه یادشده است. هر چه شدت ارتباطات هر دو نهاد بیشتر باشد، در گراف مجاورت به طور نسبی نزدیکی بیشتری به هم خواهند داشت و هر چه تنوع ارتباطات یک نهاد بیشتر باشد، به ناحیه مرکزی گراف بیشتر گرایش خواهد داشت. در این تحقیق تلاش شد چارچوبی برای ارزش‌گذاری و تحلیل موقعیت و اندازه و شدت ارتباطات هر نهاد ارائه شود و سناریوهای حرکت از وضع

موجود به سمت وضع بهینه ترسیم شود. با توجه به اینکه در رویکردهای آمایشی تأکید بر توازن منطقه‌ای وجود دارد، وضع بهینه نظام علم و فناوری رسیدن همه نهادها به تنوع و شدت بیشتر در ارتباطات درونی میان نهادهای علم و فناوری در منطقه مورد بررسی است و این امر گراف مجاورت نهادی را در افق‌های زمان‌بندی شده به سمت توازن بیشتر سوق می‌دهد.



منابع

- احمدیان دیوکتی، محمدمهدی؛ آقاجانی، حسنعلی؛ شیرخدایی، میثم و طهرانچیان، امیرمنصور (۱۳۹۷). «طراحی مدل سیاستگذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی»، فصلنامه سیاستگذاری عمومی، د. ۴، ش. ۴، زمستان ۹۷، صص ۹-۲۷.
- دینی، علی؛ حاج حسینی، حجت‌اله؛ میرعمادی، طاهره و رمضانپور نرگسی، قاسم (۱۳۹۸). «حکمرانی، نظام نوآوری ملی و ظرفیت جذب، همپایی و نوآوری فناورانه (مدلسازی نظری)»، مدلسازی اقتصادی، د ۱۳، ش ۴۷، پاییز ۹۸، صص ۱-۳۳.
- ریاحی، پریسا و قاضی نوری، سیدسپهر (۱۳۹۳). *مقدمه‌ای بر نظام نوآوری (رویکردی گسترده)*، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- سرور، رحیم و اسماعیل زاده، حسن (۱۳۸۶). «آمایش سرزمین، پیش نیاز عدالت اجتماعی (مقدمه‌ای بر نقش آمایش سرزمین در تحقق عدالت اجتماعی و توسعه پایدار)»، سرزمین، د ۴، ش ۲، صص ۷۵-۸۸.
- سعیدی، علی؛ مقصودی، حمیدرضا؛ معصومی‌نیا، جواد؛ بهرامی، حسین؛ رعایائی، مهدی و شادروانان، حسین (۱۳۹۸). *سند آمایش علم و فناوری استان قم*، دانشگاه قم.
- عادل، امیدعلی؛ مقصودی، حمیدرضا؛ سعیدی، علی و بهرامی، حسین (۱۳۹۹). «بازی پویا میان نهادهای علم و فناوری»، سیاست علم و فناوری، د ۱۲، ش ۲، تابستان ۹۹، صص ۵۵-۷۰.
- فرتاش، کیارش و سعدآبادی، علی اصغر (۱۳۹۸). «نهادهای و تأثیر آنها بر توسعه علم و فناوری»، سیاست علم و فناوری، د ۱۲، ش ۲، صص ۲۳۹-۲۵۳.
- کلاتری، اسماعیل و منتظر، غلامعلی (۱۳۹۵). «مفاهیم، رویکردها و روش‌های نگاهت نهادی (با تأکید بر مطالعات نظام نوآوری)»، رهیافت، د ۲۶، ش ۶۲، صص ۵۵-۷۲.
- ناظمی، امیر و رفسنجانی نژاد، سیما (۱۳۹۶). «بازطراحی ساختار حکمرانی علم، فناوری و نوآوری براساس مدل دولت تنظیم‌گر». *اولین کنفرانس حکمرانی و سیاستگذاری عمومی*. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، صص ۱-۷.

References

- Adam, B. J., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1993). "Geographic Localization of

- Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, Issue 3, pp. 577–598.
- Adeli, O., Maghsoudi, H., Saeedi, A., & Bahrami, H. (2020). “Dynamic Game between Science and Technology Institutions”, *Jouranl Of Science and Technology Policy (JSTP)*, Vol. 13, Issue 2, pp. 55-70. (in Persian)
- Agrawal, A., Kapur, D., & McHale, J. (2008). “How do spatial and social proximity influence knowledge flows? Evidence from patent data”, *Journal of Urban Economics*, 64, pp. 258–269.
- Ahmadian Divkoti, M. A., Aghajani, H. A., Shirkhodaei, M., & Tehranchian, A. M. (2019). “Designing a Model of Science and Technology Policy Making based on Economic Complexity Approach”, *Public policy*, Vol. 4, Issue 4, pp. 9-27. (in Persian)
- Asheim, B. & Coenen, L. (2006). “Contextualizing Regional Innovation Systems in a Globalizing Learning Economy: On Knowledge Bases and Institutional Frameworks”, *The Journal of Technology Transfer*, 31(1), pp. 163-173.
- Asheim, B. T. & Gertler, M. S. (2005). “The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems”, in A. A. H. Faghihi, D. C. Mowery, & R. R. Nelson (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- Asheim, B.N. & Bugge, M., Coenen, L., & Herstad, S. (2013). “What Does Evolutionary Economic Geography Bring To The Policy Table? Reconceptualising regional innovation systems”, *Papers in Innovation Studies 2013/5*, Lund University, CIRCLE - Centre for Innovation Research.
- Cooke, P. & Andrea, P. (2004). *Regional Economies As Knowledge Laboratories*, Edward Elgar Publishing.
- Cooke, P., Gomez Uranga, M., & Etxebarria, G. (1997). “Regional Innovation Systems: Institutional And Rganizational Dimensions”, *Research Policy*, Vol. 26, pp. 4-5.
- Dini, A., Haj Hosieni, H., Miremadi, T., & Ramazanpoor Nargesi, G. (2019). “Governance, National Innovation System and the Capacity for Attraction, Coherence and Technological Innovation (Theoretical Modeling)”, *Economical modeling*, Vol. 13, Issue 47, pp. 1-33. (in Persian)
- Doloreux, D. & Parto, S. (2005). “Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues”, *Technology in Society*, 27, pp. 133–153.
- Fartash, K. & Sadabadai, A. (2019). “Institutions and their Influnence on Science and Technology Development”, *Jouranl of Science and Technology Policy (JSTP)*, Vol. 12, Issue 2, pp. 239-253. (in Persian)
- Kalantari, I. & Montazer, Gh. (2016). “Concepts, Approaches and Institutional Mapping Methods (with Emphasis on Innovation System Studies)”, *Rahyafat*, 62, pp. 55-72. (in Persian)
- Lagendijk, A. (2000). “Learning in Non - core Regions: Towards ‘Intelligent Clusters’; Addressing Business and Regional Needs”, in *Knowledge, Innovation and Economic Growth*, Cheltenham: Edward Elgar, pp. 165-191.
- Lundvall, B. A. (2007). “National Innovation Systems- Analytical concept and development tool”, *Industry and Innovation*, Vol. 14, Issue 1, pp. 95-119.
- Nazemi, A. & Rafsanjani Nejad, S. (2017). “Redesigning the governance structure of science, technology and innovation based on the model of the regulatory government”,

- First Conference on Governance and Public Policy, Tehran, Scientific Policy Research Center, pp 1-7. (in Persian)
- OECD. (1999). *Managing National Innovation System*, Paris.
- Organisation For Economic Co-Operation And Development (OECD) (1997). *National Innovation Systems*.
- Porto Gómez, I., Otegi Olaso, J. R., & Zabala-Iturriagoitia, J. M. (2015). ROSA, ROSAE, ROSIS: modelling a regional open sectoral innovation system, *Entrepreneurship & Regional Development*, 28(1-2), pp. 26–50.
- Sarvar, R. & Esmailzadeh, H. (2008). “Land Use Planning; the Tool of Implementing Social Equity (Introduction for Land Use planning Role in Implement of Social Equity and Sustainable Development)”, *Territory*, Vol. 4, issue 15, pp. 75-88. (in Persian)
- Riahi, P. & Ghazinoory, S. (2014). *Introduction to Innovation System (Broad Approach)*, Tehran, University Publishing Center. (in Persian)
- Saeedi, A., Maghsoodi, H., Valadan, e., Masoomi Nia, MJ., Bahrami, H., Roayaei, M. & Shadavanan, H. (2020). *Spatial Planning of Science and Technology in Qom province*, Qom University. (in Persian)
- Saxenian, A.L. (1999). *Silicon Valley's new immigrant entrepreneurs*, The Public Policy Institute of California, San Francisco, CA.
- Schrepf, B., Kaplan, D., & Schroeder, D. (2013). *National, Regional and Sectoral Systems of Innovation – An overview*, Report for FP7 Project “Progress”, progressproject.
- Smoliński, A., Bondaruk, J., Pichlak, M., Trzdski, L., & Uszok, E. (2015). “Science-Economy-Technology Concordance Matrix for Development and Implementation of Regional Smart Specializations in the Silesian Voivodeship, Poland”, *The Scientific World Journal*, Hindawi Publishing Corporation, Vol. 2015, Article ID 126760.
- Sorenson, O., Rivkin, J. W., & Fleming, L. (2006). “Complexity, networks and knowledge flow”, *Research Policy*, 35(7), pp. 994–1017.
- Tang, M., Baskaran, A., Yan, H., & Muchie, M. (2015). “Strengthening regional integration/cooperation with the Neighbourhood System of Innovation conceptual framework: the case of China and ASEAN”, *Asian Journal of Technology Innovation*, 23(2), pp. 205–229.
- Thompson, P. & Melanie Fox-Kean (2005). “Patent Citations and the Geography of Knowledge Spillovers: A Reassessment”, *The American Economic Review*, 95(1), pp. 450-460.
- Uyarra, E. & Flanagan, K. (2013). “Reframing regional innovation systems: Evolution, complexity and public policy”, in Cooke, P. (Ed.), *Re-Framing Regional Development*, Evolution, Innovation.
- Williams, R. & Leahy, A. (2019). *Ranking of National Higher Education Systems*, Melbourne Institute, Applied Economic & Social Research, University of Melbourne.