Volume 2, Number 1, Spring 2009

Journal of
Science & Technology Policy

Analizing Innovation Network of Iran's Economy Sectors

Abdolah Soofi,[1] Abbas Pourfathi[2*]

1-Professor of Economics, University of Wisconsin-Platteville, U.S.A
2-Master of Industriol Eng., Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract

This study is a quantitative study of the Iranian national innovation system of at the disaggregated industry level. The approach of this study is based on the premise that the innovation outputs of investment on research and development (R&D) are ultimately used through inter-industry transactions creating beneficial technological spillovers.

We used input-output modeling and network analysis to acquire a better understanding of the Iranian innovation network. We learned that the Iranian innovation network is rather hierarchic. We identified chemicals and chemical products, basic metals, and non-metallic mineral products as those sectors with the three highest outward innovation connections with other sectors; as such, these sectors are the core industries in terms of the diffusion of innovation.We found that all but chemicals and chemical products, non-metallic minerals, and basic metal products sectors of the Iranian innovation system are dependent on the technologies of the other sectors. Additionally, chemicals, non-metallic minerals, and basic metals receive or no innovations from the other industries. On the other hand, the four sectors with the highest dependence on innovation of the other sectors are appliances, electrical machinery, medical and optical equipment, and other transport sectors. We classify the Iranian innovation system as a dispersed technological system. To make the results of our study more meaningful, we compared the innovation systems of Iran, China, and Taiwan. We note that the three innovation systems have more or less the same degree of innovation outreach. In terms of receiving innovation benefits from other sectors Iranian and Chinese innovation systems are the most similar. The number of Iranian and Chinese sectors that receive innovations is substantially smaller than that of Taiwanese industries. Based on this, we conclude that both Iranian and Chinese innovation diffusion is more hierarchic than that of Taiwan. We identified five clusters in the Iranian innovation system. We discovered that a large number of sectors in the Iranian innovation network do not use or receive innovation from the other sectors of the economy, and so present potential opportunities for widespread diffusion of innovations.

Keywords: National Innovation System, Innovation difussion, Input- Output tables, Innovation network, Iran's economy

* Corresponding Author : abbaspourfathi@yahoo.com

فصلنامه علمی- پژوهشی
سیاست علم و فنّاوری

سال دوم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸

تحلیل شبکهٔ نوآوری بین بخش‌های اقتصاد ایران

عبداله صوفی[۱]، عباس پورفتحی[۲*]

۱- استاد اقتصاد، دانشگاه ویسکانسین امریکا
۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه بوعلی سینا و پژوهشگر مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور

چکیده

در پژوهش حاضر روشی برای قیاس ساختار و عملکرد اشاعهٔ نوآوری بین بخش‌های اقتصادی در ایران با چین و تایوان بیان شده است. شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری بین بخشی از جریان‌های *هزینه‌های تحقیق و توسعه* ساخته می‌شود که با استفاده از داده‌های موجود در جداول داده ـ ستانده و هزینهٔ تحقیق و توسعه هر بخش قابل محاسبه‌اند. این شبکه در سطوح انفرادی، ملی و گروهی وجود دارد و به بررسی بخش‌های واقع در شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری و عملکرد هر بخش می‌پردازد. نتایج بررسی در ایران در سطح انفرادی نشان می‌دهد که مهم‌ترین بخش‌ها عبارتند از فلزات اصلی و محصولات فکری که وضعیت بهتری نسبت به همتایان‌شان در چین و تایوان دارند. اما وضعیت دیگر بخش‌ها در ایران قابل قیاس با مشابهات موجود در چین و تایوان نیست. شرایط دیگر بخش‌ها در ایران این‌گونه می‌نماید که بیش‌تر آن‌ها از لحاظ نوآوری نیازمند به بخش‌های اصلی یاد شده‌اند. همچنین درباره خوشه‌ها، نتایج بیانگر این حقیقت است که خوشه‌ها به‌مثابهٔ زیرمجموعه‌ای بسیار مهم از شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری در ایران عملکردی ضعیف دارند. در سطح ملی، شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری تایوان از دو رقیب خود بسیار تواناتر است و ایران و چین شرایطی کمابیش یکسان دارند.

کلیدواژه‌ها: نظام ملی نوآوری، اشاعهٔ نوآوری، جدول داده ـ ستانده، شبکهٔ نوآوری

۱- مقدمه

پژوهش اخیر روی سیستم نوآوری ایران به‌وسیله سازمان ملل روشن می‌کند که علی‌رغم دیگر کشورهای دارای درآمد متوسط، ایران هنوز با نسبت بالایی جزء کشورهای وابسته به منابع طبیعی به‌شمار می‌رود. این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که ایران باید به‌سوی اقتصاد دانش‌محور حرکت کند که در نتیجهٔ آن سیستم ملی نوآوری حاصل می‌آید که نه‌تنها باعث پذیرش فنّاوری‌های نوین می‌شود، بلکه آن را ارتقا نیز می‌دهد، فنّاوری‌های جدیدی را پدید می‌آورد و آن را در عرصه‌های اقتصادی ترویج می‌کند [۱].

در این پژوهش، اشاعهٔ نوآوری درون‌صنعتی در اقتصاد ایران، در چارچوب جدول تعاملات درون‌صنعتی، جریان تولید تحقیق و توسعه و تعاملات آن در میان صنایع مختلف ایران سنجیده می‌شود. این حرکت جزء نخستین گام‌ها در پیشبرد کمیت‌دهی، ارزیابی و دست‌یابی به درکی روشن از سیستم نوآوری ملی ایران به‌شمار می‌رود. شناخت جریان‌های مولد تحقیق و توسعهٔ می‌تواند صنایعی را که تأثیری عمده بر توزیع فنّاوری و نوآوری در عرصهٔ اقتصاد دارند، متمایز کند. شناسایی بخش‌های مهم و کلیدی فنّاوری، سیاست‌گذاران را در تخصیص منابع برای توسعهٔ فنی در اقتصاد توانمند می‌کند. افزون بر این، به شناسایی بخش‌های نوآور اقتصاد در ارزیابی سیاست‌های گذشتهٔ طراحان سیاست‌های فنّاوری کمک

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Abbaspourfathi@yahoo.com

شایانی می‌کند. کوتاه این که، از نتایج این مطالعه می‌توان در سنجش کارایی سیاست‌های فنّاورانهٔ موجود در ایران سود جست.

۲- نوآوری در فنّاوری و رشد اقتصادی

در علم اقتصاد اتفاق نظری وجود دارد که بر اساس آن نظریهٔ رشد نئوکلاسیک استاندارد، رشد اقتصادی را به مثابهٔ حرکتی تعادلی و کلان اقتصادی می‌نگرد. در این دیدگاه، پیشرفت‌های فنی در پس افزایش بهره‌وری در سرمایه و رشد بیش‌تر و سریع‌تر نسبی در کار حاصل می‌آید. بدین‌ترتیب، افزایش موجودی سرمایه به افزایش بهره‌وری، بازده سرمایه و بهبود بازدهی کارگر می‌انجامد که شاخص مناسبی برای رشد اقتصادی به‌شمار می‌رود [۲].

در نظریه‌های جدیدتر، رشد اقتصادی ناشی از توسعهٔ فنّاوری‌هایی است که منتج از کارکردهای درونی نظام‌های اقتصادی می‌شوند، لیکن این نظریه‌ها همچون پیشین به رشد اقتصادی به مثابهٔ تابعی پویا از تغییرات در سطح ماکرو و کلان نگاه می‌کنند. مثلاً، آگیون و هویت آشکارا بیان می‌کنند که رشد داخلی و خودجوش تابعی از تغییر فنّاورانه و نوآوری به‌طور عمومی و پویا در داخل سیستم است[۳].

از زوایای متفاوتی از این نظریهٔ رشد مورد انتقاد شده است. برای مثال، نلسون می‌گوید نظریه رشد کاملاً از فرایند توسعهٔ اقتصادی تبعیت می‌کند که این امر با چشم‌پوشی از تغییرات اصلی در ساختار صنعت و پیدایی فنّاوری‌های نوین محقق می‌شود[۴].

یکی از نتایج اصلی انتقاد در نسخهٔ نظریهٔ رشد نئوکلاسیک درک این مطلب است که نوآوری اگر مهم‌تر از رشد در تولید نباشد، اما از اهمیت یکسانی با آن برخوردار است [۵، ۶].

همچنین گفته می‌شود که نوآوری نتیجهٔ تعاملات شبکه‌ای پیچیده از عوامل، از جمله علم، فنّاوری، یادگیری، تولید، سیاست، فرهنگ و آخرین کاربران محصولات و فرایندهاست. این دیدگاه‌ها، به درک تغییرات فنّاورانه به مثابهٔ فرایندی تکاملی می‌انجامند که خصوصیات آن در چارچوب سیستم ملی نوآوری (نظام ملی نوآوری) مطالعه می‌شوند. سیستم ملی نوآوری، شبکه‌ای از مؤسسات در بخش خصوصی و عمومی تعریف می‌شود که فعالیت‌ها و تعاملات آن باعث ایجاد، ورود، تعریف و توزیع فنّاوری‌های جدید می‌شود [۷].

مطالعات نظام ملی نوآوری در پیشبرد پیشرفت‌های اقتصادی به وفور یافت می‌شود [۸، ۹]. یکی از نتایج اصلی در این مطالعات کمبود فعالیت‌های تحقیق و توسعهٔ در اقتصادهای روبه‌رشد است و این‌که نوآوری‌های موجود در بخش‌های صنعتی این کشورها فعالیت‌هایی غیر از جذب یا تطبیق و نسخه‌برداری از فنّاوری‌های خارجی نیست [۱۰].

با در نظر داشتن این‌که رشد تولید نهایی در تولید و اقتصاد، وابسته به نوآوری است، کمیت‌دهی به میزان اشاعهٔ نوآوری در هر اقتصاد امری ضروری محسوب می‌شود و نخستین گام در درک نظام ملی نوآوری در هر اقتصاد است. یک روش کمی در سنجش میزان اشاعهٔ نوآوری، تخمین جریان‌های تحقیقی و توسعه‌ای در کالاهایی است که بین صنایع هر اقتصاد مبادله می‌شوند [۱۱، ۱۲].

۳- تحقیق و توسعه، اشاعهٔ نوآوری و رشد تولیدی

افزون بر تعریف فریمن دربارهٔ نظام ملی نوآوری، دو تعریف مهم دیگر نیز وجود دارد. نخست این‌که لاندوال «ساختار تولید» و «سازمان مؤسسات» را دو عامل مهم و محوری در نظر گرفت که تعیین‌کنندهٔ سیستم نوآوری بودند[۱۳]. در تضاد با این تعریف، نلسون و روزنبرگ، حمایت سازمانی تحقیق و توسعهٔ و دانش حاصل‌شده از تحقیق و توسعه را کلیدهای تعیین‌کنندهٔ عوامل سیستم‌های نوآوری می‌دانستند[۱۴]. به نظر می‌رسد که تعریف نلسون درباره نظام ملی نوآوری ملموس‌تر می‌باشد؛ چرا که صرفاً روی فعالیت‌های هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ سازمان‌ها متمرکز است.

نلسون تحقیق و توسعه را تلاش‌های انگیزشی سازمان‌دهی شدهٔ دانشمندان و مهندسان دانشگاهی تعریف کرد که این افراد در صنایع تخصصی مربوط به شرکت‌های تجاری ویژه‌ای کار می‌کردند که هدف آن‌ها افزایش فنّاوری‌های فرایندی و تولیدی بود[۱۵].

به منظور سود جستن بهتر از تحقیق و توسعه، نوآوری‌های حاصل از چنین فعالیت‌هایی باید اشاعه یابند. توزیع فنّاوری به مکانیزمی گفته می‌شود که از طریق آن شرکت‌ها به فنّاوری دست می‌یابند. توزیع فنّاوری یا به‌صورت غیرمتبلور در کالا و خدمات است یا متبلور در کالا و خدمات. تحت انتقال غیرمتبلور، فنّاوری، دانش و مهارت خرید محصولات و تجهیزات را در برنمی‌گیرد، بلکه با انتقال باورها، دانش‌ها و پرورش آن‌ها و نیز دیگر روش‌های غیرملموس انجام می‌گیرد. اشاعهٔ نوآوری به‌گونه‌ای که مخارج تحقیق و توسعهٔ در آن متبلور است، از سوی دیگر، شامل ارائهٔ ماشین‌آلات نوین، محصولات جدید یا تجهیز کردن شرکت‌ها می‌شود [۱۶].

باید یادآوری کرد که تحقیق و توسعه نمایندهٔ نوآوری فنّاورانه است و تنها کانالی به‌شمار می‌رود که از طریق آن دانش در نظام ملی

نوآوری توزیع می‌شود. بنابراین، ما آن را زیرمجموعه، البته زیرمجموعه‌ای مهم از نظام ملی نوآوری درنظر می‌گیریم.

یک روش مناسب در کمی‌سازی میزان اشاعهٔ نوآوری، چارچوب داده ـ ستانده با در نظر گرفتن بخش‌های جدول تعاملات درون‌صنعتی و تعاملات میان بخش‌هاست.

شومپتر فنّاوری تولیدی را ترکیبی ویژه از نیروهای وارده نامید و بیان کرد که « نوآوری عبارت است از ایجاد یک تابع تولیدی نوین» از دیدگاه او نوآوری شروع عملکرد تولیدی نوین می‌باشد[۱۷].

در مدل داده ـ ستانده دو فرضیهٔ اشاعهٔ نوآوری وجود دارند[۱۱]. نخست، فرض می‌شود که هزینه‌های تحقیق و توسعه، منبع اصلی توزیع دانش فنی هستند. علت چنین فرضی این است که هرچند هر هزینه تحقیق و توسعه‌ای به نوآوری نمی‌انجامد، اما بدون پرداخت این هزینه نیز نوآوری ممکن نیست. دوم، فرض می‌کنیم که تعاملات درون‌صنعتی دربردارندهٔ نوآوری حاصله از تحقیق و توسعه در سطح صنایع هستند. بر اساس این مفروضات، منطقی می‌نماید اگر نتیجه بگیریم بازده هر صنعت دربردارندهٔ نوآوری نشأت‌گرفته از هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ درونی شرکت و هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ انجام شده در شرکت‌های بیرونی (مرتبط با شرکت) است.

۴- مدل‌سازی

۴-۱ اشاعهٔ نوآوری بین بخشی

چارچوب جدول داده ـ ستانده با رابطهٔ زیر شکل می‌گیرد:

$$(I-A)X=F \qquad (۱)$$

که در آن $X=[X_1,...,X_n]$ بردار خروجی خالص، I ماتریس واحد، $A=[a_{ij}]$ ماتریس ضرایب فنی و $F=[F_1,...,F_n]$ بردار تقاضای نهایی هستند. از ادامهٔ رابطهٔ ۱ می‌توان رابطهٔ ۲ را استخراج کرد:

$$X=(I-A)^{-1}F \qquad (۲)$$

مارنگو و استرلانچینی در ماتریس اشاعهٔ نوآوری را به‌صورت زیر بیان کردند [۱۲](رابطهٔ ۳)

$$R=\hat{r}\times\hat{x}^{-1}\times(I-A)^{-1}\times\hat{F} \qquad (۳)$$

که در این‌جا $\hat{r}(n\times n)$، $\hat{x}(n\times n)$ و $\hat{F}(n\times n)$ به ترتیب اشاره به ماتریس‌های قطری *هزینه‌های تحقیق و توسعه*، خروجی خالص و تقاضای نهایی دارند. A نشان‌دهندهٔ ماتریس ضرایب مستقیم *داده – ستانده* است و بنابراین $(I-A)^{-1}$ معکوس لئونتیف است. هر سلول R، یعنی Rij از ماتریس، هزینهٔ مستقیم و غیرمستقیم *هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ* از صنعت i را می‌سنجد که این هزینه در تقاضای نهایی محصول تولیدشده وجود دارد. این روش مناسب است؛ چرا که باعث قیاس در میان سکتورهای درون جدول می‌شود، و می‌تواند مرجعی مناسب برای نمایش تفاوت‌ها در میان کشورها باشد. به همین دلیل ماتریس دودویی R^{unit} را به شکل زیر تعریف می‌کنیم:

$$R^{unit}=r\times x^{-1}\times(I-A)^{-1} \qquad (۴)$$

هر سلول این ماتریس یعنی R_{ij}^{unit} اشاره به هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ صنعت i دارد که در هر دلار تقاضای نهایی کالای تولیدشدهٔ صنعت j ظاهر می‌شود.

ماتریس R^{unit} شبکه‌ای را با اعداد حقیقی به نمایش می‌گذارد، این بدان معناست که سطح شبکه (هریال) دارای وزن‌های متفاوتی است. بنابراین، سلول ماتریکس R^{unit} باید دوگانه شود؛ یعنی حالتی صفر ـ یک داشته باشد. از این‌رو، ماتریس جدیدی با عنوان R^{dic} [ماتریس شبکهٔ نوآوری) که حالت دودویی دارد، تعریف می‌شود.

$$R_{ij}^{dic}=1 \text{ اگر } R_{ij}^{unit}>k \text{ ، } R_{ij}^{dic}=0 \text{ اگر } R_{ij}^{unit}<k$$

مقدار انتخاب‌شده برای k مقداری قابل تغییر (اختیاری و ثابت برای همهٔ خانه‌ها) است.

تحلیل شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری با غلظت و میزان مرکزیت و دیگر شاخص‌هایی تعریف می‌شود که اطلاعات مفیدی را دربارهٔ درجهٔ ارتباطات میان بخش‌ها و میزان مرکزیت آن‌ها از لحاظ جریانات نوآوری، فراهم می‌آورد. در ادامه به توضیح این شاخص‌ها می‌پردازیم.

۴-۲ غلظت

لئونسینی از غلظت شبکه به مثابهٔ پاسخی از ارتباطات سیستماتیک شبکه‌های نوآوری استفاده کرد[۱۸].

$$D=\frac{e}{n(n-1)} \qquad 0\le D\le 1 \qquad (۵)$$

در فرمول ۵ ، e تعداد یک‌های ماتریس R^{unit} و n تعداد بخش‌های اقتصاد هستند. مخرج کسرمیزان بیشینهٔ ارتباط میان بخش‌ها را نشان می‌دهد. غلظت، یکی از مشخصه‌های کلی شبکه است.

۴-۳ مرکزیت

شاخص دیگری که لئونسینی در تحقیق خود استفاده کرد، شاخص میزان مرکزیت هر بخش بود که مختص هر بخش است[۱۸]. این مشخصه با شمارش تعداد ارتباطات یک بخش با دیگر بخش‌ها نشان

می‌دهد که تا چه اندازه یک بخش در شبکه مرکزیت دارد.

میزان مرکزیت به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$C_{out}^{i}=\sum r_{out}\ ,\ C_{in}^{i}=\sum r_{m} \qquad (۶)$$

r_{out}, r_{in} به ترتیب به جریان‌های واردشده و خارج‌شدهٔ بخش i اشاره دارند. قیاس دو سنجش مرکزیت $C_{out}\ ,C_{in}$ یک بخش می‌تواند نشان دهد که آیا این بخش منبع اشاعهٔ نوآوری است یا خیر.

از این رو، میزان مرکزیت در بازهٔ $0\le G_{(.)}^{j}<(n-1)$ قرار می‌گیرد. بنابراین C_{in} بیانگر میزان جذب نوآوری برای یک بخش و C_{out} بیانگر میزان اشاعه و ترویج در ماتریس اشاعهٔ نوآوری است.

سرانجام این‌که شاخص میزان مرکزیت را به‌گونه‌ای دیگر برای کل سیستم به‌شکل زیر تعریف می‌کنیم:

$$H_{in}(k)=\frac{\sum_{j}(G_{in}^{j*}-G_{in}^{j})}{(n-1)(n-2)} \qquad (۷)$$

$$H_{out}(k)=\frac{\sum_{j}(G_{out}^{j*}-G_{out}^{j})}{(n-1)(n-2)} \qquad (۸)$$

که در آن G_{in}^{j*} و G_{out}^{j*} به‌ترتیب میزان مرکزیت بخش‌هایی هستند که بیش‌ترین جذب یا ورودی و بیش‌ترین اشاعه یا خروجی را دارند. نقطه ضعف این روش در تحلیل شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری برای هر اقتصاد را می‌توان وابستگی محاسبات به پارامتر k دانست.

۵- نتایج

در این بخش با استفاده از نتایج به‌دست آمده از مدل‌سازی اقتصاد ایران و اجرا کردن مدل ماتریس، اشاعهٔ نوآوری (R_{ij}^{unit}) را به‌دست می‌آوریم.

جدول داده ـ ستانده مورد استفاده برای ایران در این تحقیق، آخرین جدول موجود در مرکز آمار ایران (مربوط به سال ۱۳۸۰) است که شامل ۹۱ بخش در سطر و ستون است. همچنین، هزینه‌های مربوط به تحقیق و توسعهٔ نیز مربوط به سال ۱۳۸۰ (موجود در مرکز آمار ایران) است که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است.

انتخاب پارامتر k در این تحقیق مهم است. مقادیر بسیار کوچک برای k سبب می‌شود تا شبکهٔ نوآوری در وضعیتی مناسب و خانه-هایی با تعداد یک زیاد جلوه کند. همچنین، انتخاب مقدار بزرگی برای آن باعث می‌شود تا ماتریس اشاعهٔ نوآوری بیش از اندازه خالی به‌نظر برسد. از سوی دیگر، به‌علت این‌که این پژوهش ماهیتی تطبیقی دارد و باید با نمونه یا نمونه‌هایی مشابه قیاس شود، باید برای پارامتر k مقداری انتخاب شود که موارد یادشده را رعایت کند. به دلیل دسترسی نداشتن به اطلاعات مورد نیاز برای قیاس با یک کیس جدید خارجی ناگزیریم از کارهای انجام شدهٔ پیشین کمک بگیریم. به این منظور موارد انتخاب‌شدهٔ چانگ و شیه[۱۱] در سال ۲۰۰۵ برای قیاس برگزیده شدند. در تحقیق مزبور میزان انتخاب‌شده برای k برابر ۰.۰۰۰۱ بود که ما نیز همین مقدار را برمی‌گزینیم.

به‌منظور قابل قیاس بودن کار با تحقیق چانگ تعداد بخش‌های جدول داده ـ ستاندهٔ موجود از ۹۱ بخش، برحسب ماهیت هر بخش به ۲۱ بخش کاهش یافت. در پژوهش چانگ محصولات پلاستیکی و لاستیکی هرکدام به‌صورت جداگانه‌ای یک بخش در نظر گرفته شده بودند که به دلیل نبودِ اطلاعات در هر دو بخش، این دو را یک بخش در نظر گرفتیم. بدین‌ترتیب، تعداد بخش‌های جدول داده ـ ستاندهٔ ایران به عدد ۲۰ تقلیل یافت. پس از آن با استفاده از جدول داده ـ ستانده و هزینه‌های تحقیق و توسعهٔ جدید، مقدار عناصر ماتریس اشاعهٔ نوآوری در رابطهٔ ۴ برای ایران محاسبه شد.

در ادامهٔ تحلیل نتایج حاصله در سه سطح ملی، بخشی و انفرادی برای سه کشور ایران، چین و تایوان آورده شده است:

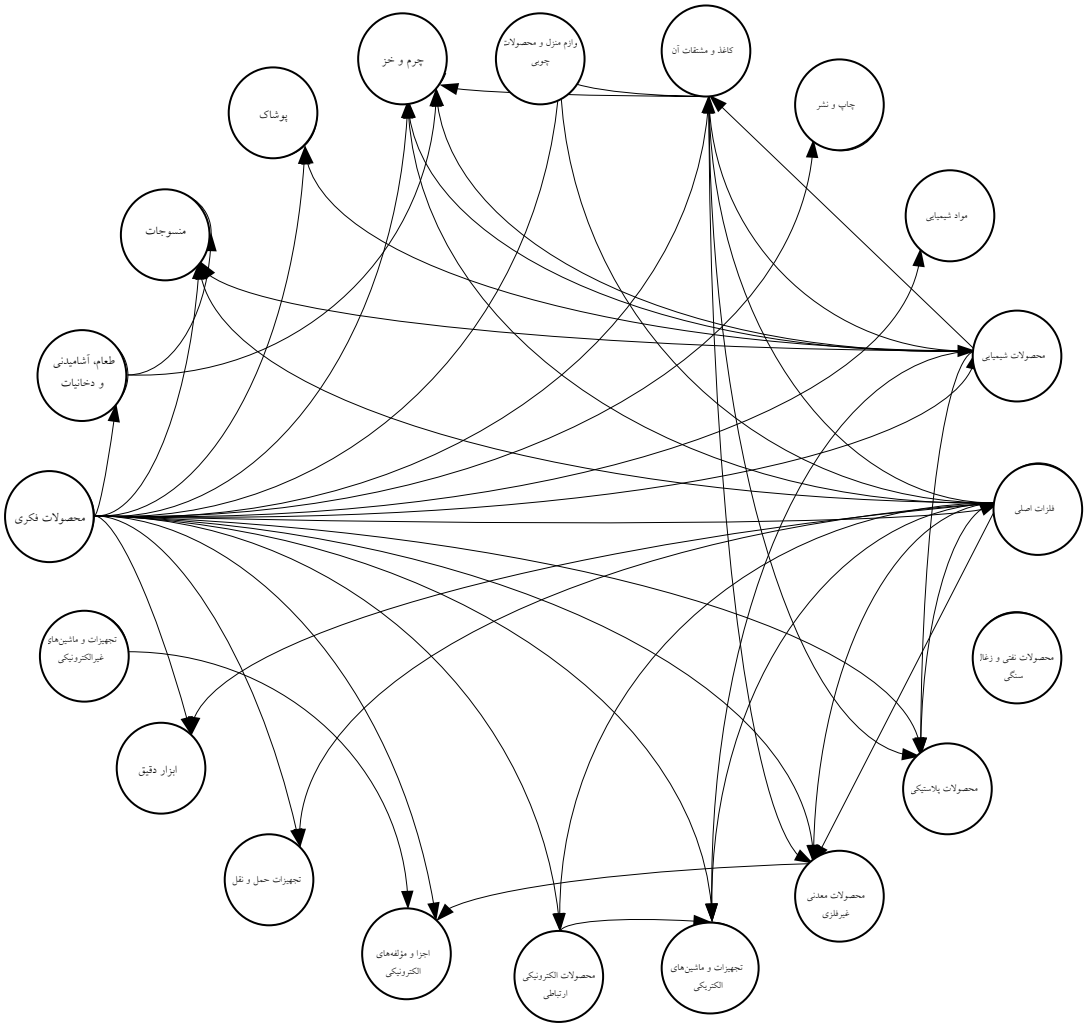
۵-۱ سطح ملی

در نخستین و کلی‌ترین سطحی که می‌توان سیستم‌های ملی نوآوری را بررسی کرد، سطح ملی است.

گراف جهت‌دار ایجاد شده از ماتریس اشاعهٔ نوآوری برای ایران در شکل۱ آورده شده است.

با نگاهی به این گراف و گراف‌های به‌دست آمده در تحقیق چانگ به‌وضوح دیده می‌شود که تایوان بیش‌ترین ارتباط و ایران کم‌ترین ارتباط را در شبکهٔ نوآوری خود دارند[۱۱]. به‌نظر می‌رسد گراف مربوط به تایوان دارای لوپ‌های بیشتری نسبت به ایران و چین باشد و گراف‌های ایران و چین بیش‌تر مرکزگرا می‌نمایند. میزان غلظت و مرکزگرایی در سه گراف نیز بیانگر این مطلب است (نتایج مندرج در جدول ۱)؛ چرا که به‌ترتیب تایوان و چین از ارتباطات نظامندتری نسبت به ایران برخوردارند. این مورد برای شاخص غلظت بسیار مشهودتر است؛ زیرا غلظت در شبکهٔ نوآوری تایوان بیش از دو برابر غلظت در ایران است. دامنه و میزان واریانس خروجی‌ها در تایوان و ایران زیاد است که باعث می‌شود انحراف معیار این شاخص نیز برای این دو کشور از میانگین بیش‌تر شود. واریانس ورودی‌ها برای این دو کشور وضعی مناسب‌تر دارد و از میانگین کم‌تر است که سبب می‌شود شاخص ورودی پایداری بیش‌تر و تغییرپذیری کم‌تری

داشته باشد. وضع این شاخص‌ها برای چین تا اندازه‌ای شبیه به ایران و تایوان است. در مجموع با مقایسهٔ این شاخص‌ها در ایران و دو کشور چین و تایوان، تغییر معناداری در میزان مرکزیت و غلظت شبکهٔ نوآوری میان ایران و این دو کشور دیده می‌شود



شکل ۱) شبکهٔ نوآوری در ایران

شاخص بعدی برای بررسی؛ شاخص میزان مرکزیت است. این شاخص بیانگر میزان افراز بخش‌ها در شبکهٔ نوآوری است که در شرایطی که این شاخص زیاد است، سبب شبکه‌ای با سلسله مراتب منظم و با گرایش به چند بخش اصلی می‌شود. در حالت دیگر، هنگامی که میزان مرکزیت پایین باشد، می‌توان گفت که نوآوری در سطح شبکه پخش شده است. البته، باید گفت که همهٔ این شاخص‌ها نسبی هستند و باید در موارد یکسان (از لحاظ شرایط) با یکدیگر قیاس شوند. هر سه کشور ایران، چین و تایوان به‌لحاظ دارا بودن مقداری زیاد در شاخص مرکزیت در خروجی‌ها شبکه‌ای تمرکزگرا دارند. این موضوع در مورد ایران بیش از دو کشور دیگر مشاهده می‌شود. در این سه کشور شبکهٔ نوآوری به لایه‌هایی تقسیم‌بندی می‌شود. این بدان معناست که قدرت بخش‌ها در شبکه‌های خود متفاوتند و به‌طور یکنواخت پخش نشده‌اند و در اختیار چند بخش خاص هستند.

میزان شاخص مرکزیت ورودی در ایران و چین کمابیش شبیه به هم است، اما این شاخص برای تایوان نسبت به چین و ایران، سه برابر قوی‌تر است. در مورد این شاخص می‌توان گفت که تقریباً میزان پراکندگی در سطح سه شبکه یکسان است و تعداد ارتباطات یکسان پخش شده است. در ایران و چین بخش‌هایی وجود دارند که توان و قدرت خود را در نوآوری به‌طور یکسانی در سطح شبکه پراکنده کرده‌اند. در جدول ۱ مقایسهٔ شاخص‌های شبکهٔ نوآوری در سه کشور ایران، چین و تایوان آمده است.

۵-۳ سطح خوشه‌ای

پس از بررسی در سطح ملی نوبت به بررسی در سطح خوشه‌ای می‌رسد. علت آن نیز این است که خوشه‌ها پس از سطح ملی، زیرسیستم‌های تشکیل‌دهندهٔ نوآوری به‌شمار می‌روند. همچنین، مقایسهٔ زیرسیستم‌ها آسان‌تر است. دلیل دیگر این است که از نظر تحلیل شبکه‌ای ارتباطات میان بخش‌ها در قالب خوشه‌ها و زیرسیستم‌ها قوی‌تر و آسان‌تر است. البته، باید این نکته را در نظر داشت که بخش‌هایی که در یک خوشه قرار می‌گیرند، باید از لحاظ ماهیت شبیه به هم باشند.

خوشه‌بندی برای ایران به‌صورت زیر است:

تجهیزات الکترونیکی (EI): شامل بخش‌های محصولات فکری، تجهیزات و ماشین‌آلات الکتریکی، محصولات الکترونیکی و ارتباطی، اجزا و مؤلفه‌های الکترونیکی و ابزار دقیق.

جدول ۱) مقایسهٔ شاخص‌های شبکهٔ نوآوری در سه کشور ایران، چین و تایوان

ردیف	بخش	ایران		چین		تایوان	
		ورودی	خروجی	ورودی	خروجی	ورودی	خروجی
۱	طعام،آشامیدنی و دخانیات	۱	۲	۰	۰	۴	۱
۲	منسوجات	۴	۰	۳	۴	۳	۴
۳	پوشاک	۲	۰	۳	۰	۶	۰
۴	چرم و خز	۵	۰	۲	۰	۶	۳
۵	لوازم منزل و محصولات چوبی	۴	۰	۳	۰	۷	۰
۶	کاغذ و مشتقاتش	۳	۵	۳	۱	۴	۱
۷	چاپ و نشر	۱	۰	۳	۰	۶	۰
۸	مواد شیمیایی	۱	۰	۲	۶	۲	۱۹
۹	محصولات شیمیایی	۲	۷	۲	۱۶	۳	۱۹
۱۰	محصولات نفتی و ذغال سنگی	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۱۱	محصولات پلاستیکی	۴	۰	۵	۰	۷	۴
۱۲	محصولات لاستیکی	۰	۰	۳	۱	۶	۱۴
۱۳	محصولات معدنی غیرفلزی	۳	۰	۳	۱	۴	۳
۱۴	فلزات اصلی	۱	۱۱	۱	۱۰	۳	۱۰
۱۵	محصولات فکری	۰	۱۸	۲	۰	۶	۸
۱۶	تجهیزات و ماشین‌آلات غیرالکتریکی	۲	۱	۵	۱۶	۱۰	۱۶
۱۷	تجهیزات و ماشین‌آلات الکتریکی	۴	۰	۵	۴	۸	۶
۱۸	محصولات الکترونیکی و ارتباطی	۱	۱	۵	۱	۹	۳
۱۹	اجزا و مؤلفه‌های الکترونیکی	۳	۰	۵	۴	۹	۹
۲۰	تجهیزات حمل و نقل	۲	۰	۴	۱	۱۲	۰
۲۱	ابزار دقیق	۲	۰	۵	۰	۹	۴
۲۲	جمع	۴۵	۴۵	۶۵	۶۵	۱۲۴	۱۲۴
۲۳	میانگین	۲/۱	۲/۱	۳/۱	۳/۱	۵/۹	۵/۹
۲۴	واریانس	۲/۲	۲۱/۴	۲/۳	۲۵/۰	۸/۸	۴۰/۰
۲۵	انحراف معیار	۱/۵	۴/۶	۱/۵	۵/۰	۳/۰	۶/۳
۲۶	کمینه	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۷	بیشینه	۵	۱۸	۵	۱۶	۱۲	۱۹
۲۸	غلظت	۰/۱۱۸		۰/۱۵۵		۰/۲۹۵	
۲۹	مرکزیت	٪ ۱۰/۲	٪ ۹۲/۱	٪ ۱۰/۵	٪ ۷۱/۳	٪ ۳۳/۷	٪ ۷۲/۴

تجهیزات غیرالکتریکی و محصولات معدنی (MI): دربرگیرندهٔ محصولات معدنی غیرفلزی، فلزات اصلی، تجهیزات و ماشین‌آلات غیرالکتریکی و تجهیزات حمل‌ونقل.

مواد شیمیایی و کانی (CE): شامل مواد شیمیایی، محصولات شیمیایی، محصولات نفتی و ذغال‌سنگی و محصولات پلاستیکی.

کالاهای مصرفی (CG): دربرگیرندهٔ بخش‌های طعام، آشامیدنی و دخانیات، منسوجات، پوشاک، چرم و خز، لوازم منزل و محصولات چوبی.

کاغذ و چاپ (PP): شامل بخش‌های کاغذ و مشتقاتش و چاپ و نشر.

۵-۳-۱ خوشه‌ها در ایران

۱- خوشه تجهیزات الکترونیکی (EI): که این بخش از پنج بخش تشکیل شده و بزرگ‌ترین خوشه در اقتصاد ایران است. میزان تراکم در این خوشه در مقایسه با دیگر خوشه‌ها در ایران وضعی مناسب و در برابر همتایان تایوانی وضعیتی ضعیف دارد ($D_{EI} = 0.25$). در این خوشه صنایع با *فناوری برتر* و الکترونیکی حضور دارند. میزان مرکزیت ورودی ($H_{in,EI} = 58.2\%$) وضعی مناسب دارد و می‌توان گفت فنّاوری به‌طور یکنواخت در داخل این خوشه توزیع می‌شود. میزان مرکزیت خروجی به دلیل وجود بخش محصولات فکری بسیار بالاست. درباره ارتباط با دیگر خوشه‌ها باید این‌گونه اعلان کرد که این بخش همهٔ خوشه‌های دیگر را از لحاظ فنی به‌طور چشم‌گیری تغذیه می‌کند. این خوشه به‌لحاظ ورود فنّاوری با خوشه‌های CE , MI ارتباطات خوبی دارد و به‌گونه‌ای می‌توان این خوشه را در مرکز شبکهٔ نوآوری (از لحاظ خوشه‌ای) دانست.

۲- خوشهٔ تجهیزات غیرالکتریکی و محصولات معدنی (MI): این خوشه در اقتصاد ایران شامل چهار بخش است و از لحاظ بزرگی رتبهٔ دوم را در خوشه‌بندی‌های ایران دارد. از لحاظ میزان غلظت ارتباطات در داخل خوشه‌ها این خوشه دارای بهترین وضعیت در اقتصاد ایران است ($D_{MI} = 0.33$). مانند حالت پیش به‌دلیل وجود صنایع فلزات اصلی در این خوشه میزان مرکزیت خروجی فنّاوری در این خوشه بالاست. این شاخص برای ورودی‌ها مقداری ضعیف دارد ($H_{in,MI} = 16\%$). تبادلات فنی این خوشه با خوشهٔ EI بسیار مناسب و قوی است. همچنین، خوشهٔ MI از خوشهٔ PP فنّاوری دریافت می‌کند.

۳- خوشهٔ مواد شیمیایی و کانی (CE): این خوشه از چهار بخش تشکیل شده است که بخش دهم (محصولات نفتی و ذغال سنگی) حالتی منزوی و تنها دارد. شاخص غلظت در این خوشه به‌دلیل وجود تنها یک رابطه در داخل آن ضعیف است ($D_{CE} = 0.08$). از این‌رو، به‌دلیل نبودِ ارتباطات درونی در این شبکه، میزان شاخص مرکزیت نیز وضع خوبی ندارد. این خوشه با دیگر خوشه‌های موجود در اقتصاد مرتبط است (به CG ,EI ,PP صادرات و از MI, PP, EI واردات فنّاوری دارد). CE را می‌توان ترمینال و انتقال‌دهنده فنّاوری در اقتصاد ایران به‌شمار آورد.

۴- خوشهٔ کالاهای مصرفی (CG): این خوشه دربرگیرندهٔ پنج بخش است. میزان ارتباطات داخلی در این خوشه همچون خوشهٔ CE ضعیف است ($D_{CG} = 0.1$). این خوشه واردکننده‌ترین خوشه در اقتصاد ایران از لحاظ نوآوری است؛ چرا که از هر چهار خوشهٔ دیگر ابداعات فنی دریافت می‌کند. بدین‌ترتیب، هر نوع تغییری در دیگر خوشه‌ها روی این خوشه تأثیر می‌گذارد.

۵- خوشه کاغذ و چاپ (PP): این بخش شامل بخش‌های کاغذ و مشتقاتش، چاپ و نشر است که این دو بخش با هم ارتباطی ندارند. در مورد این خوشه می‌توان به ارتباطات آن با دیگران اشاره کرد که به CG,CE,MI فنّاوری صادر می‌کند و از EI به‌گونه‌ای قوی فنّاوری می‌گیرد.

۳-۶ سطح انفرادی

بررسی شبکهٔ نوآوری در سطح ملی و خوشه‌ای این امکان را می‌دهد که بخش‌ها و خوشه‌های مهم در این سطوح شناخته شوند؛ یعنی کل بخش‌ها با هم دیده می‌شوند. در بررسی انفرادی، هر بخش به‌طور جدا از دیگر بخش‌ها بررسی می‌شود و مشخص می‌شود که آیا هر بخش از نظر فنی وابسته، انتقال‌دهنده یا منبع اشاعهٔ نوآوری است یا خیر. برای این منظور شاخص آنتروپی مطرح‌شده در بخش ۵ کمک شایانی می‌نماید. بررسی انفرادی بخش‌ها از این رو که این بخش در سطح خوشه‌ای چه نقشی ایفا می‌کند نیز مهم است.

در ایران بخش‌های محصولات فکری و فلزات اصلی در هستهٔ شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری، به‌ترتیب در خوشه‌های EI وMI قرار دارند؛ علت آن نیز بهره بردن دیگر بخش‌ها از این دو بخش است.

بخش محصولات فکری مهم‌ترین بخش در شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری در ایران است؛ چرا که به همهٔ خوشه‌ها صادرات فنی دارد.

جدول ۲ به مقایسهٔ بخش‌های شبکهٔ نوآوری در سه کشور ایران، چین و تایوان در سطح انفرادی پرداخته است.

جدول ۲) مقایسهٔ بخش‌های شبکهٔ نوآوری در سه کشور ایران، چین و تایوان

بخش		سطح ملی	سطح خوشه‌ای
طعام، آشامیدنی و دخانیات	ایران	انتقال‌دهندهٔ وابسته	منبع و انتقال‌دهندهٔ فنّاوری در بخش CG
	چین	خارج از سطح	ایزوله در سکتورAF
	تایوان	وابسته	وابسته به فنّاوری در بخش CG
منسوجات	ایران	وابسته	وابسته در بخش CG و گیرنده از MI,CE
	چین	متوسط	مرکز در بخش CT
	تایوان	متوسط	منبع در بخش CG
پوشاک	ایران	وابسته	گیرنده و وابسته به فنّاوری در بخش CG
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش CT
	تایوان	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش CG
چرم و خز	ایران	وابسته	وابسته به فنّاوری در بخش CGگیرنده از CE,PP,MI
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	وابسته به فنّاوری در بخش CT
	تایوان	وابسته	وابسته به فنّاوری در بخش CG
لوازم منزل و محصولات چوبی	ایران	وابسته	وابسته به فنّاوری در بخش CGگیرنده از CE,PP,MI
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش MM و گیرنده از CT
	تایوان	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش ME و گیرنده از CE
کاغذ و مشتقاتش	ایران	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش PP و گیرنده از EI ، دهنده به MI,CG,CE
	چین	وابسته	منبع در بخش PP
	تایوان	وابسته	منبع در بخش PP
چاپ و نشر	ایران	وابسته	گیرنده از EI در PP
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش PP و گیرنده از CT
	تایوان	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش PP و گیرنده از CE
مواد شیمیایی	ایران	وابسته	ایزوله در CE و وابسته به خوشه EI
	چین	یک منبع وابسته به داخل	یک منبع وابسته داخلی در CT
	تایوان	یک منبع وابسته به داخل	یک منبع وابسته داخلی در CE و صادرکننده به ME,CG,PP
محصولات شیمیایی	ایران	یک منبع تقریباً وابسته به داخل	یک منبع وابسته داخلی در CE و صادرکننده به EI,CG,PP و گیرنده از EI , PP
	چین	یک منبع وابسته به داخل	یک منبع وابسته داخلی در CT و صادرکننده به MM,EI,PP
	تایوان	یک منبع وابسته به داخل	یک منبع وابسته داخلی در CE و صادرکننده به ME,CG,PP
محصولات نفتی و ذغال سنگی	ایران	ایزوله	ایزوله در CE
	چین	وابسته	ایزوله در CT
	تایوان	ایزوله	ایزوله در CE
محصولات پلاستیکی	ایران	وابسته	وابسته به فنّاوری در بخش CE گیرنده از MI
	چین	وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش CT
	تایوان	یک منبع وابسته	یک مرکز وابسته داخلی در CE و صادرکننده به CG,PP و گیرنده از CG
محصولات معدنی غیرفلزی	ایران	وابسته	وابسته در بخش MI گیرنده از PP
	چین	وابسته	منبع در بخش EI
	تایوان	یک منبع وابسته	سکتوری متوسط در CE
فلزات اصلی	ایران	یک منبع قوی	منبع در MI و صادر کننده به CG,EI و گیرنده از EI
	چین	یک منبع وابسته به داخل	یک منبع وابسته داخلی در MM و صادرکننده به EI
	تایوان	یک منبع وابسته	یک مرکز وابسته داخلی در ME و صادرکننده به CE
محصولات فکری	ایران	یک منبع قوی	منبع قوی در EI و صادر کننده به CG,MI ,CE ,PP
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ در بخش MM
	تایوان	یک منبع متوسط	یک منبع متوسط داخلی در ME و صادر کننده به CE

ادامه جدول ۲) مقایسهٔ بخش‌های شبکهٔ نوآوری در سه کشور ایران، چین و تایوان

بخش		سطح ملی	سطح خوشه‌ای
تجهیزات و ماشین‌آلات غیرالکتریکی	ایران	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ وابسته در MI و تبادل کننده با EI
	چین	یک منبع وابسته به داخل	یک منبع در MM و صادرکننده به CT,EI ,PP
	تایوان	یک منبع وابسته به داخل	یک مرکز در CE و صادرکننده و گیرنده از ME
تجهیزات و ماشین‌آلات الکتریکی	ایران	وابسته	یک گیرنده از MI,CE در EI
	چین	مرکز وابسته	مرکز در MM
	تایوان	وابسته	وابسته در ME و گیرنده از CE
محصولات الکترونیکی و ارتباطی	ایران	منبع انتقال‌دهنده	یک منبع انتقال‌دهندهٔ در EI و نامرتبط با دیگر خوشه‌ها
	چین	وابسته	گیرنده قوی از MM در EI
	تایوان	وابسته	وابسته در CE و گیرنده از ME
اجزا و مؤلفه‌های الکترونیکی	ایران	وابسته	گیرنده قوی از MI در EI
	چین	مرکز متوسط	مرکز در EI
	تایوان	مرکز متوسط	مرکز متوسط در CE ودهنده به ME
تجهیزات حمل و نقل	ایران	وابسته	یک بخش وابسته در MI وگیرنده از EI
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	یک انتقال‌دهندهٔ در MM
	تایوان	انتقال‌دهندهٔ وابسته	یک انتقال‌دهندهٔ در ME و گیرنده از CE,CG
ابزار دقیق	ایران	وابسته	یک بخش وابسته در EI وگیرنده از MI
	چین	انتقال‌دهندهٔ وابسته	انتقال‌دهندهٔ وابسته در EI و گیرنده از MM
	تایوان	وابسته	یک بخش وابسته در ME وگیرنده از CE

۶- نتیجه‌گیری

در ایران مهم‌ترین بخش‌ها عبارتند از **فلزات اصلی و محصولات فکری** که وضعیت آن‌ها نسبت به همتایان‌شان در چین و تایوان بسیار بهتر است. بخش فلزات اصلی در خوشهٔ MI همراه با محصولات معدنی غیرفلزی، تجهیزات و ماشین‌آلات غیرالکتریکی و تجهیزات حمل‌ونقل قرار دارد. این بخش به خوشه‌های CG, EI فنّاوری صادر می‌کند و بر این اساس نقش چشم‌گیری را در شبکهٔ اشاعهٔ نوآوری ایفا می‌کند. بخش مهم دیگر محصولات فکری است که به همهٔ بخش‌های دیگر به‌جز بخش محصولات نفتی و ذغال سنگی اقتصاد نوآوری صادر می‌کند. بدین‌ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت اقتصاد ایران از لحاظ نوع صنایع تمرکز خوبی بر صنایع مادر و اقلام وابسته به آن دارد. همچنین، با توجه به نقش مؤثر محصولات فکری می‌توان گفت اقتصاد ایران افزون بر صنایع مادر و پایه، نیم‌نگاهی نیز به دیگر صنایع به‌دلیل افزایش قدرت فنی دارد.

۷- قدردانی

این تحقیق از حمایت مالی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور بهره گرفته است که بدین‌وسیله از آن صمیمانه قدردانی می‌شود.

مراجع References

[1] UNCTAD, 2005; “ Science, Technology and Innovation Policy Review, The Islamic Republic of Iran”, Available from: www.unctad.org/en/docs/iteipc 20057_ en.pdf

[2] Solow, R. ,1956; A contribution to the theory of economic growth, Quarterly Journal of Economics,70:65–94.

[3] Aghion, P. and P. Howitt ,1997; Endogenous Growth Theory, Cambridge: The MIT Press.

[4] Nelson, R. ,1995; Recent evolutionary theorizing about economic change, Journal of Economic Literature,33;48–90.

[5] Arthur, B. ,1989; Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events, Economic Journal, 99:116–31.

[6] David, P. ,1992; Heroes, herds, and hysteresis in technological history, Industrial and Corporate Change, 1:129–79.

[7] Freeman, C. ,1987; Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, London:Pinter.

[8] Edquist, C. and L. Hommen ,2008; Small Country Innovation Systems: Globalization, Change and Policy in Asia and Europe, Cheltenham: Edward Elgar.

[9] Nelson, R. ,1993;.National Systems of Innovation: A Comparative Study, Oxford:Oxford University Press.

[10] Pack, H. and L. Westphal ,1986; Industrial strategy and technological change: Theory versus reality, Journal of development Economics, 87:87–128.

[11] Chang ,p, Shih,H., 2005; Comparing patterns of intersectoral innovation diffusion in Taiwan and China: A network analysis. Technovation 25,155–169

[12] Marengo, L., Sterlacchini, A., 1990. Intersectoral technology flows.Methodological aspects and empirical applications. Metroeconomica41, 19–39.

[13] Lundvall, B. ,1992; National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London:Pinter.

[14] Nelson, R. and N. Rosenberg ,1993; Technical innovation and national systems, in R. Nelson (ed.),

[15] Nelson, R. ,1990; Capitalism as an engine of progress, research Policy, 19:193-214.

[16] Leoncini, R., Montresor, S., 2001b. DRUID 2001 Nelson and WinterConference. A comparative analysis of core and extra-core relationshipsin technological systems, Available from http://www.druid.dk/conferences/

[17] Schumpeter, J. ,1939; Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. 2 Vols. N.Y.: McGraw Hill.

[18] Leoncini, R., Maggioni, M.A., Montresor, S., 1996; Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany. Research Policy 25, 415–430.