

مقایسه کارایی نظام ملی نوآوری در ایران و کشورهای هدف در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله

علی محمدی*، فیروزه ستوده**

چکیده

در این پژوهش نظام ملی نوآوری ایران و کشورهای هدف در سند چشم‌انداز مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. به این منظور از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته شده است. جهت محاسبه کارایی کشورهای متغیرهای نهادی و قانونی، سرمایه‌های انسانی، زیرساخت‌ها، میزان توسعه بازار و کسب‌وکار به‌عنوان ورودی مدل و تولید، نشر و جذب دانش و تجاری‌سازی آن در قالب کالا و خدمات به‌عنوان خروجی مدنظر قرار گرفته‌اند. نتایج تحلیل نشان می‌دهد ایران میان ۲۰ کشور منطقه در رتبه ۱۴ قرار دارد. به‌علاوه در کشور ایران به رغم برخورداری از سرمایه ارزشمند انسانی، کارایی این عامل پایین است. همچنین نتایج تحلیل حساسیت مدل حاکی از اهمیت بالای خروجی‌های خلاقانه و تجاری‌سازی ایده‌ها بوده است. در نهایت نیز با توجه به امتیازهای کارایی ایران در عوامل مختلف و تعیین نقاط قوت و ضعف کشور، پیشنهادهایی جهت سیاست‌گذاری در نظام ملی نوآوری مطرح شده است. شایان ذکر است که وضعیت کارایی نظام ملی نوآوری ایران و کشورهای منطقه برای نخستین بار است که مورد تحلیل قرار می‌گیرند.

کلیدواژه‌ها: نظام ملی نوآوری؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ کارایی.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۱۵

* دانشیار، دانشگاه شیراز.

** دانشجوی دکتری، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول).

۱. مقدمه

در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران بر آرمان دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در منطقه تأکید شده است. در این سند آمده است، کشور در سال ۱۴۰۴ بایستی برخوردار از دانش پیشرفته در زمینه تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی باشد. همچنان که مشاهده می‌شود یکی از اهداف اصلی کشور در سند چشم‌انداز بیست‌ساله افزایش قابلیت تولید فناوری، توانمندسازی منابع انسانی و ارتقای تولید ملی است. بدون شک دستیابی به این اهداف ارزشمند با برقراری یک نظام ملی نوآوری کارآمد امکان‌پذیر خواهد بود. نظام ملی نوآوری، مجموعه‌ای از سازمان‌ها و نهادهایی است که در توسعه و انتشار فناوری‌های نو مشارکت می‌کنند و چارچوبی را فراهم می‌آورد که دولت‌ها از طریق آن، سیاست‌های خود را برای تأثیرگذاری بر فرایند نوآوری تدوین و پیاده‌سازی می‌کنند [۱۰].

بنابراین، عملکرد نوآورانه یک اقتصاد، نه تنها به چگونگی عملکرد این نهادها به شکل منفرد (مانند بنگاه‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌ها) بستگی دارد، بلکه به چگونگی تعامل آن‌ها با یکدیگر به عنوان اجزای یک سیستم کلی برای خلق و بهره‌برداری از دانش و تأثیر متقابل آن‌ها با عرف‌های اجتماعی (مانند ارزش‌ها، هنجارها و چارچوب‌های حقوقی و قانونی) وابسته است [۱۴].

با این تعریف، سیاست‌گذاری پژوهش، تولید علم، نوآوری، فناوری و کارآفرینی در چارچوب سیاست‌گذاری نظام ملی نوآوری یک کشور قرار می‌گیرد. از این‌رو کارایی نظام ملی نوآوری می‌تواند عاملی مهم در دستیابی به توسعه همه‌جانبه و ایجاد مزیت رقابتی پایدار محسوب شود. بر اساس یافته‌های پژوهش‌های پیشین عدم پیوند نتایج سیستم ملی نوآوری با اهداف چشم‌انداز ملی، ضعف در کارکردهای انتشار فناوری و تجاری‌سازی در نظام ملی نوآوری و تمرکز بر سیاست تولید جایگزین واردات به جای سیاست تولید برای صادرات حاکی از ناکارآمدی نظام ملی نوآوری در ایران است [۳]. از این‌رو پی بردن به جایگاه کارایی نظام ملی نوآوری ایران و فاصله آن با سایر کشورهای منطقه می‌تواند گامی مناسب جهت بازبینی سیاست‌های موجود در این عرصه تلقی گردد.

در این مقاله تلاش شده تا کارایی نظام ملی نوآوری در ایران با ۲۰ کشور منطقه سند چشم‌انداز مقایسه گردد. بدین منظور داده‌های موردنیاز از آخرین گزارش شاخص نوآوری جهانی^۱ (۲۰۱۳) گردآوری شده است. این گزارش که با همکاری سازمان ملل، دانشگاه‌ها و سازمان جهانی مالکیت فکری منتشر می‌شود به بررسی و رتبه‌بندی نظام ملی نوآوری در کشورها می‌پردازد. در ادامه نیز

1. GI: Global Innovation Index

به منظور بررسی کارایی نظام ملی نوآوری در کشورها از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها بهره گرفته شده است.

۲. مبانی و چارچوب نظری تحقیق

کارایی نظام ملی نوآوری در پژوهش‌های متعددی مورد بررسی قرار گرفته است. در یکی از این پژوهش‌ها گان و چن (۲۰۱۲) به مدل‌سازی ظرفیت‌های نسبی نظام‌های ملی نوآوری پرداخته‌اند. در این مقاله که با روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و رویکرد BCC بر روی ۲۲ کشور عضو OECD صورت گرفته است، کارایی فعالیت‌های بالادستی R&D (شامل تحقیق و توسعه) و کارایی فعالیت‌های پایین‌دستی شامل تجاری‌سازی به‌طور جداگانه بررسی شده‌اند. نتایج بیانگر آن بود که کارایی کلی یک نظام ملی نوآوری بیشتر تحت تأثیر فعالیت‌های پایین‌دستی و تجاری‌سازی است. در نتیجه سیاست‌گذاری در این کشورها باید بیشتر حول مسائل مربوط به تجاری‌سازی نوآوری صورت پذیرد [۱۱].

عباسی، حاجی حسینی و هائوکا (۲۰۱۰) در مقاله‌ای دیگر به بررسی شاخص‌های مجازی کارایی نظام ملی نوآوری با بهره‌گیری از تکنیک DEA و رویکرد BCC پرداختند. در این مقاله تعداد دانشمندان فعال در R&D، هزینه‌های آموزش و هزینه‌های R&D به‌عنوان ورودی و تعداد اختراع ثبت شده، درآمدهای ناشی از حق تألیف و حق امتیاز و صادرات ماشین‌آلات و محصولات با فناوری بالا به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده‌اند.

یافته‌های تحقیق گویای آن بود که چین، هنگ کنگ، اسرائیل، ژاپن، کره جنوبی، انگلستان و تایلند کاملاً کارا و قزاقستان، هلند و آمریکا ناکارا هستند [۵].

سو (۲۰۱۱)، با استفاده از تکنیک DEA و با هر دو رویکرد BCC و CCR به مقایسه نظام ملی نوآوری ۳۳ کشور پرداخته است. در این پژوهش سرمایه‌های انسانی، محرک‌های نوآوری و کارآفرینی به‌عنوان ورودی و کاربری‌های نوآورانه و دارایی‌های ناملموس به‌عنوان خروجی انتخاب شده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد دانمارک، آلمان، ایرلند، لوکزامبورگ، مالتا و سوییس دارای نظام ملی نوآوری کارا هستند [۱۱].

چن و یانگ (۲۰۱۱) در پژوهشی تحت عنوان "مقایسه بین‌المللی کارایی R&D در خروجی‌های نوآورانه چندگانه: نقش نظام ملی نوآوری" ۲۴ کشور را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. نتایج این تحقیق که با روش DEA و رویکرد CCR صورت گرفته است نشان می‌دهد مجارستان، اسرائیل، انگلستان و آمریکا کاملاً کارا و سایر کشورها ناکارا هستند [۹].

سای (۲۰۱۱) در مقاله خود به بررسی کارایی ۲۲ کشور شامل آفریقا، آسیا و اقیانوسیه، اروپای شرقی، اروپای غربی، آمریکا و آمریکای لاتین پرداخته است. در این تحقیق هزینه‌های R&D و تعداد کارکنان این بخش به‌عنوان ورودی و مقالات و اختراعات ثبت شده و صادرات کالا و خدمات فناورانه به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده‌اند. یافته‌های این پژوهش که با استفاده از تکنیک DEA و رویکرد CCR خروجی محور صورت گرفته نشان می‌دهد هلند و سوئد تنها کشورهای کارا در میان سایر کشورها بوده‌اند [۷].

ماتتی و آلدیا (۲۰۱۰) در پژوهشی به رتبه‌بندی نظام‌های ملی نوآوری کشورهای عضو اتحادیه اروپا بر اساس کارایی فنی پرداخته‌اند. نتایج این مقاله که با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و بر اساس گزارش امتیاز نوآوری کشورهای عضو اتحادیه اروپا (IUS) صورت گرفته است حاکی از آن است که آلمان، انگلستان و ایرلند بیشترین کارایی را در نظام ملی نوآوری کسب نموده‌اند [۱۳].

وانگ لیمپارات (۲۰۱۰) در مقاله‌ای تحت عنوان "شاخص نوآوری و ظرفیت نوآوری کشورها" وضعیت نوآوری در کشور تایلند را بررسی نموده است. در این مقاله پنج سطح از ظرفیت نوآوری شامل: ظرفیت نوآوری سازمانی، ظرفیت نوآوری فرایندی، ظرفیت نوآوری خدماتی، ظرفیت نوآوری محصول و ظرفیت نوآوری بازاریابی مدنظر قرار گرفته‌اند. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که امتیاز نوآوری در این کشور ۲/۳ از ۴ بوده و به‌عبارت دیگر این کشور تنها از ۵/۵٪ از ظرفیت‌های خود برای نوآوری استفاده نموده است [۱۶].

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در اکثر تحقیقات پیشین سرمایه‌های انسانی و تحقیق و توسعه به‌عنوان متغیرهای ورودی و تولید دانش و محصولات خلاقانه به‌عنوان خروجی انتخاب شده‌اند. از این‌رو در پژوهش حاضر نیز از این متغیرها بهره گرفته شده است، به‌علاوه شاخص‌های دیگری نیز به مدل افزوده شده‌اند که در ادامه معرفی خواهند شد.

۳. روش شناسی تحقیق

در این پژوهش به منظور بررسی وضعیت ایران در کارایی نظام ملی نوآوری و مقایسه آن با کشورهای سند چشم‌انداز از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای (DMU) است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. فارل در سال ۱۹۵۷، با استفاده از روشی همانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه‌گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نام گرفت [۴].

در این روش منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به وسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود ایجاد می‌گردد. برای تعیین این نقاط می‌توان از دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه‌ریزی خطی پس از یک سری بهینه‌سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم‌گیرنده مورد نظر روی مرز کارایی قرار گرفته است و یا خارج آن قرار دارد؟ بدین وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند [۲].

استفاده از الگوی DEA، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی: ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو است که در زیر به تشریح هر یک پرداخته می‌شود؛

ماهیت الگوی تحقیق

- ماهیت ورودی محور: کاهش نهاده‌ها بدون کاهش در ستانده‌ها تا رسیدن به مرز کارایی
- ماهیت خروجی محور: افزایش ستانده‌ها بدون افزایش در داده‌ها تا رسیدن به مرز کارایی

بازدهی نسبت به مقیاس. بازده به مقیاس بیانگر پیوند میان تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم است.

- بازده به مقیاس ثابت: یعنی هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها را تولید می‌کند. الگوی CCR بازده به مقیاس واحدها را ثابت فرض می‌کند. بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ باهم مقایسه می‌شوند.

- بازده به مقیاس متغیر: یعنی هر مضربی از ورودی‌ها، می‌تواند همان مضرب از خروجی‌ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را در خروجی‌ها تولید کند. الگوی BCC بازده به مقیاس را متغیر فرض می‌کند [۶].

محاسبه کارایی بر اساس معیار متغیر BCC شامل کارایی مقیاس نخواهد بود، اما اگر این کارایی بر اساس معیار ثابت CCR محاسبه شود، علاوه بر کارایی فنی، دربردارنده کارایی مقیاس نیز خواهد بود. به عبارت دیگر ایجاد تمایز میان واحدهای تصمیم‌گیرنده در مدل‌های CCR بسیار بهتر از BCC صورت می‌گیرد و به همین دلیل تعداد واحدهای کارا در مدل CCR بسیار کمتر از BCC است [۱]. از این رو در مطالعه حاضر مدل CCR خروجی محور مدنظر قرار گرفته است. در صورتی که هدف بررسی کارایی n واحد تصمیم‌گیرنده (DMU^۱) که هر کدام دارای m ورودی و s خروجی است باشد، کارایی واحد j دم به صورت زیر محاسبه می‌شود [۸].

مدل CCR خروجی محور

$$\begin{aligned}
 &MAX \theta = \sum_{r=1}^s U_r Y_{r0} \\
 &St: \\
 &\frac{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}}{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}} \ll \frac{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}}{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}} \quad (i=1,2, \dots, m) \\
 &\quad \quad \quad (j=1,2, \dots, n) \\
 &\frac{V_1, V_2, \dots, V_m \gg 0}{U_1, U_2, \dots, U_s \gg 0} \quad (r=1, 2, \dots, s)
 \end{aligned}$$

در این پژوهش به منظور محاسبه کارایی نوآوری، ۵ ورودی و ۲ خروجی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که اطلاعات مربوط به هریک از آن‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. شاخص‌های کارایی نوآوری

ورودی / خروجی	عنوان	نام اختصاری	شاخص‌ها	تحقیقات پیشین	
ورودی‌ها	ورودی‌های نهادی ^۱	INS	محیط قانونی محیط سیاسی محیط تجاری	رضوی و اکبری (۱۳۹۰)	
	سرمایه انسانی و پژوهش ^۲	HUM	آموزش تحصیلات دانشگاهی تحقیق و توسعه	گان و چن (۲۰۱۲) عباسی و همکاران (۲۰۱۰) چن و یانگ (۲۰۱۱)	
	زیرساخت‌ها	INF	فناوری اطلاعات زیرساخت‌های عمومی پایداری زیست‌محیطی	رضوی و اکبری (۱۳۹۰)	
	میزان توسعه بازار ^۴	MS	تأمین مالی طرح‌ها دریافت اعتبار سرمایه‌گذاری تجارت و رقابت	رضوی و اکبری (۱۳۹۰) پن و هانگ (۲۰۱۰)	
	میزان توسعه کسب‌وکار ^۵	BS	کارکنان فعال در بخش‌های دانش‌بنیان پیوندهای نوآورانه جذب دانش	رضوی و اکبری (۱۳۹۰) گان و چن (۲۰۱۲) عباسی و همکاران (۲۰۱۰)	
	خروجی‌ها	دانش و فناوری ^۶	K&T	خلق دانش اثرگذاری دانش انتشار دانش	گان و چن (۲۰۱۲) چن و یانگ (۲۰۱۱)
		فعالیت‌های خلاقانه ^۷	CO	دارایی‌های ناملموس کالا و خدمات خلاقانه خلاقیت در فضای مجازی	عباسی و همکاران (۲۰۱۰) گان و چن (۲۰۱۲) چن و یانگ (۲۰۱۱)

به‌منظور گردآوری داده‌های موردنیاز جهت مقایسه کارایی نظام ملی نوآوری کشورها از گزارش شاخص نوآوری جهانی در سال ۲۰۱۳ استفاده شده است. در این گزارش هر ساله ۱۴۲ کشور جهان بر

1. Institutional
2. Human Capital And R&D
3. Infrastructures
4. Market Sophistication
5. Business Sophistication
6. knowledge & technology output
7. Creative Output

اساس طیف گسترده‌ای از شاخص‌های نوآوری رتبه‌بندی می‌شوند. با توجه به هدف پژوهش از این میان ۲۰ کشور که به‌عنوان کشورهای منطقه در سند چشم‌انداز به آن‌ها اشاره شده است مدنظر قرار گرفته‌اند.

۴. تحلیل یافته‌ها

در این بخش ابتدا امتیاز کشورهای مختلف در برخورداری از ورودی‌ها و خروجی‌ها از گزارش شاخص نوآوری جهانی (۲۰۱۳) استخراج و با امتیازهای ایران مقایسه شده است.

جدول ۲. مقایسه وضعیت ایران با سایر کشورها در هریک از شاخص‌ها

INS	HUM	INF	MS	BS	K & T	CO	
۷۵/۶	۵۰	۴۹/۷	۵۳/۵	۵۹/۶	۴۴/۷	۴۸/۵	Max
۳۷/۳	۱۹/۷	۱۶/۹	۳۱/۶	۱۱/۱	۶/۲	۶/۱	Min
۵۸	۳۲/۵	۳۲/۱۳	۴۶/۱۸	۳۰/۱۵	۲۴/۱۹	۳۱/۹۷	Average
۴۲/۸	۳۵	۲۹/۴	۳۱/۶	۲۳/۲	۲۰/۹	۲۳/۵	Iran

زیرساخت‌ها و خلق دانش نسبت به کشورهای منطقه در وضعیت مطلوبی بسر می‌برد زیرا در تمامی این موارد امتیازهای ایران نزدیک به میانگین و حتی در مورد سرمایه‌های انسانی بیش از میانگین منطقه است. اما فاصله قابل توجه امتیازهای ایران در تولید کالا و خدمات فناورانه، توسعه بازارها و کسب‌وکار و همچنین عوامل نهادی و قانونی حاکی از نقاط ضعف کشور در این موارد نسبت به سایر کشورهای منطقه است.

در گام بعد به محاسبه کارایی نوآوری در بین کشورهای منتخب پرداخته شده و نتایج آن در جدول شماره (۳) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود ایران در زمره واحدهای ناکارا و در رتبه ۱۵ کشورهای منطقه سند چشم‌انداز قرار گرفته است. امتیازهای کارایی با روش CCR نشان می‌دهد کشورهای قطر، کویت، ترکیه، عربستان، تاجیکستان، ارمنستان و یمن کاراترین و عمان و قرقیزستان ناکاراترین کشورهای منطقه می‌باشند.

موضوع شناسایی کشورهای مرجع، از موارد پیشرفته‌ای است که مخصوص رویکرد DEA است. در این رویکرد، بر اساس خط پوششی کارایی و نزدیکی به این خط، یک یا چند کشور کاملاً کارا، به‌عنوان مرجع برای سایر کشورها معرفی می‌گردند، با این رویکرد در صورتی کشور می‌تواند کارایی خود را به حداکثر برساند که نحوه کارکرد خود را در شاخص‌های مختلف به کشور مرجع نزدیک

گرداند. اغلب کشورهای مرجع از نظر ساختاری شباهت بسیاری به کشورهای مربوطه دارند. برای مثال کشورهای قطر، عربستان و کویت برای ایران مرجع محسوب می‌شوند [۱].

جدول ۳. امتیاز کارایی و تحلیل حساسیت

رتبه	کشور	امتیاز کارایی	کشور مرجع	امتیاز کارایی بدون در نظر گرفتن شاخص:								
				CO	K&T	BS	MS	INF	HUM	INS		
۱	قطر	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	کویت	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	ترکیه	۱	۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	اردن	۱	۴	۱	۱	۰/۹۵۸	۰/۹۱۶	۱	۱	۱	۱	۱
۵	عربستان	۱	۷	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۹۸۸	۱	۱	۱
۶	تاجیکستان	۱	۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۷۲۸	۱
۷	ارمنستان	۱	۷	۱	۱	۱	۰/۹۹۹	۱	۱	۱	۱	۰/۷۰۲
۸	یمن	۱	۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۷۱۲	۰/۵۸۰
۹	امارات	۰/۹۸۳	۱	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۹۸۳	۰/۲۵۷
۱۰	گرجستان	۰/۹۸۱	۷، ۲، ۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۹۸۱	۰/۶۲۵
۱۱	آذربایجان	۰/۹۶۰	۳، ۷، ۱	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۹۶۰	۰/۳۴۸
۱۲	لبنان	۰/۸۸۸	۷، ۶، ۴	۰/۸۶۷	۰/۸۸۸	۰/۸۴۰	۰/۸۸۸	۰/۸۶۷	۰/۸۶۷	۰/۸۶۷	۰/۸۸۸	۰/۴۳۸
۱۳	مصر	۰/۸۷۶	۵، ۲، ۱	۰/۸۲۹	۰/۸۷۶	۰/۸۷۶	۰/۸۷۶	۰/۸۲۹	۰/۸۲۹	۰/۸۲۹	۰/۸۷۶	۰/۵۴۱
۱۴	ایران	۰/۸۵۷	۵، ۲، ۱	۰/۸۴۴	۰/۸۵۷	۰/۸۵۷	۰/۸۵۷	۰/۸۴۴	۰/۸۴۴	۰/۸۴۴	۰/۸۵۷	۰/۶۷۱
۱۵	بحرین	۰/۸۱۸	۲، ۱	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸	۰/۶۱۰
۱۶	ازبکستان	۰/۷۸۸	۶، ۲	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸	۰/۷۸۸
۱۷	سوریه	۰/۷۵۴	۵، ۷، ۳، ۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۴	۰/۷۴۷	۰/۷۵۴	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۴	۰/۱۸۹
۱۸	قزاقستان	۰/۷۱۹	۷، ۲، ۱	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۷۱۹	۰/۵۱۰
۱۹	عمان	۰/۶۶۴	۴، ۲، ۱	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	۰/۴۶۲
۲۰	قرقیزستان	۰/۶۶۲	۶، ۷	۰/۶۲۸	۰/۶۶۲	۰/۶۶۲	۰/۶۶۲	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۶۲	۰/۴۸۶

شاید مهم‌ترین تحلیل‌هایی که از رویکرد DEA می‌شود، کاربرد حساسیت محور این نرم‌افزار باشد، به گونه‌ای که با حذف هر شاخص و محاسبه کارایی جدید می‌توان نتیجه گرفت، هر کشور به کدام شاخص حساسیت بیشتری داشته است. در جدول (۳)، این تحلیل به تفکیک انجام شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود حساسیت کارایی کشورها نسبت به خروجی‌های مدل بسیار بیشتر از ورودی‌هاست. زیرا با حذف ورودی‌های مختلف امتیاز کارایی کشورها تغییرات فاحشی نداشته است اما با حذف خروجی‌ها میزان کارایی کشورها به شدت تغییر یافته است.

بررسی حساسیت متغیرهای نهادی (INS) حاکی از آن است که کشورهای عربستان، لبنان، ایران و مصر حساسیت اندکی نسبت به این متغیر داشته و سایر کشورها نیز نسبت به آن بی تفاوت هستند. البته اهمیت این متغیر برای کشور عربستان بیش از سایرین است؛ زیرا با حذف این متغیر از زمره کشورهای کارا خارج گردیده است.

در شاخص سرمایه‌های انسانی و تحقیقاتی (HUM) کشورهای گرجستان، آذربایجان و بحرین حساسیت اندکی از خود نشان می‌دهند و سایر کشورها نیز کاملاً بی تفاوت هستند. این امر بیانگر آن است که در اکثر کشورها سرمایه‌های انسانی و نیروی متخصص به میزان کافی تربیت شده‌اند و علت ناکارایی برخی کشورها را از جمله ایران باید در عوامل دیگری که در ادامه مطرح می‌شوند جست. حساسیت کارایی نسبت به شاخص زیرساخت‌ها (INF) در کشورهایی همچون اردن، لبنان، ازبکستان، قرقیزستان و عمان قابل توجه بوده است. بنابراین در چنین کشورهایی با بهبود زیرساخت‌ها می‌توان به افزایش کارایی نظام ملی نوآوری کشورها کمک نمود. بررسی حساسیت کارایی، نسبت به شاخص توسعه بازارها (MS) نشان می‌دهد که این شاخص در کشورهای امارات، ایران، قزاقستان و عمان از حساسیت بالایی برخوردار است. از این رو می‌توان انتظار داشت با فراهم آوردن تسهیلات بیشتر، امکانات سرمایه‌گذاری و کمک به تجاری‌سازی طرح‌های نوآورانه، کارایی این کشورها نیز به میزان قابل توجهی بهبود یابد. حساسیت کارایی نسبت به شاخص توسعه کسب و کار (BS) در اکثر کشورها قابل چشم‌پوشی است و به جز یمن، آذربایجان و سوریه سایر کشورها حساسیت خاصی نسبت به این شاخص نشان نداده‌اند. به رغم حساسیت اندک کارایی نوآوری کشورها به شاخص‌های فوق که همگی ورودی‌های مدل را تشکیل می‌دهند، متغیر دانش و فناوری (K&T) در اکثر کشورها از جمله تاجیکستان، گرجستان، ایران و ازبکستان دارای حساسیت بسیار بالایی است. این امر بیانگر آن است که در کشورهایی همچون ایران خلق، انتشار و جذب دانش تأثیر معناداری بر کارایی نظام ملی نوآوری خواهند داشت. در نهایت مهم‌ترین متغیری که اکثریت کشورها نسبت به آن حساسیت بالایی را از خود نشان می‌دهند خروجی‌های خلاقانه (CO) است. کشورهای کارایی همچون قطر، ترکیه، عربستان، ارمنستان و یمن با حذف این شاخص در زمره کشورهای ناکارا قرار گرفته‌اند. کارایی نظام ملی نوآوری ایران نیز با حذف این شاخص از ۸۵٪ به ۶۴٪ تنزل پیدا می‌کند. همچنین کشورهای امارات و سوریه با بیش از ۷۴٪ کاهش در امتیاز کارایی بیشترین حساسیت را به این شاخص داشته‌اند. چنین تغییرات فاحشی بیانگر اهمیت نقش خروجی‌های خلاقانه در کارایی نوآوری است. به بیان دیگر کشورهای این منطقه با سرمایه‌گذاری بیشتر تجاری‌سازی ایده‌ها، صادرات آن‌ها و ثبت و ارزش‌گذاری دارایی‌های ناملموس رشد قابل توجهی در کارایی نوآوری را تجربه خواهند نمود.

محاسبه کارایی ورودی‌ها و خروجی‌ها. در قسمت بعد به بررسی کارایی هریک از ورودی‌ها و خروجی‌های تحقیق پرداخته شده است. به این صورت که برای محاسبه کارایی یکی از ورودی‌ها، آن ورودی را حفظ و سایر ورودی‌ها حذف می‌شوند. این فرایند در مورد خروجی‌ها نیز تکرار می‌پذیرد. در نهایت می‌توان ورودی‌ها و خروجی‌های کارا و ناکارا را از یکدیگر متمایز نمود [۱۵]. این تحلیل اطلاعات مناسبی را جهت سیاست‌گذاری و تصمیم‌سازی مسئولین در جهت تقویت نقاط قوت و برطرف‌سازی نقاط ضعف فراهم می‌آورد.

جدول ۴. محاسبه کارایی هریک از ورودی‌ها و خروجی‌ها

کشور	امتیاز کارایی شاخص:						
	CO	K&T	BS	MS	INF	HUM	INS
سوریه	۰/۷۵۴	۰/۱۸۹	۰/۶۸	۰/۶	۰/۶۲۳	۰/۴۴۶	۰/۵۷۹
ازبکستان	۰/۱۹۴	۰/۷۸۹	۰/۶۱۳	۰/۶۷۴	۰/۶۸۹	۰/۵۴۱	۰/۶۸۲
عمان	۰/۶۴۷	۰/۴۶۳	۰/۵۳۷	۰/۶۵۳	۰/۴۷۵	۰/۵۷۹	۰/۴۶
امارات	۰/۹۸۴	۰/۲۵۸	۰/۶۳۴	۰/۹۸۴	۰/۵۹۱	۰/۶۲۶	۰/۷۶۱
قرقیزستان	۰/۶۰۲	۰/۴۸۷	۰/۵۳۶	۰/۴۶۶	۰/۶۱۴	۰/۵۸۰	۰/۵۳۳
قزاقستان	۰/۷۲۰	۰/۵۱	۰/۶۱۳	۰/۷۱۲	۰/۴۹۲	۰/۶۴۵	۰/۵۶۸
یمن	۱	۰/۵۸۰	۱	۰/۵۴۷	۰/۶۴۳	۰/۶۴۷	۰/۵۹
بحرین	۰/۶۹۷	۰/۶۱۰	۰/۵۰۲	۰/۷۰۱	۰/۵۱۵	۰/۸۱۹	۰/۵۴۶
آذربایجان	۰/۹۶۸	۰/۳۴۹	۰/۸۵۴	۰/۶۵۲	۰/۷۹	۰/۸۳۳	۰/۷۳۷
لبنان	۰/۸۸۸	۰/۴۳۸	۰/۶۱۲	۰/۷۸۵	۰/۷۲۲	۰/۷۶۸	۰/۷۸۲
مصر	۰/۸۴۱	۰/۵۴۱	۰/۶۴۹	۰/۸۲۹	۰/۵۱۷	۰/۷۱۱	۰/۷۶۹
ایران	۰/۷۹۲	۰/۶۷۲	۰/۶۴۹	۰/۸۴۴	۰/۵۵۸	۰/۵۲۰	۰/۷۱۳
گرجستان	۰/۸۹۵	۰/۶۲۵	۰/۷۳۰	۰/۶۵۴	۰/۶۹۷	۰/۹۸۱	۰/۵۹۴
قطر	۱	۰/۴۳۲	۰/۷۶۲	۱	۰/۶۵۱	۱	۰/۷۹۶
اردن	۱	۰/۶۵۰	۰/۶۸۰	۰/۸۹۹	۰/۹۳۹	۰/۷۸۷	۰/۷۵
عربستان	۱	۰/۵۳۷	۰/۸۱۷	۰/۹۱۱	۰/۷۳۳	۰/۸۲۷	۱
ارمنستان	۱	۰/۷۰۳	۰/۸۸۹	۰/۸۸۲	۱	۰/۹۵	۰/۷۸۶
ترکیه	۱	۰/۷۳۱	۰/۹۳۷	۰/۸۸۱	۰/۸۰۵	۰/۹۵۶	۰/۸۶
تاجیکستان	۰/۷۲۹	۱	۰/۹۵۹	۰/۷۷۴	۱	۱	۰/۹۲۷
کویت	۱	۱	۱	۱	۰/۸۵۷	۱	۰/۸۵۴

همان‌طور که در جدول (۴) ملاحظه می‌گردد کشورهای کارا نظیر قطر، عربستان، کویت، تاجیکستان و ارمنستان در اکثر شاخص‌های خود دارای کارایی کامل هستند. به‌علاوه کمترین امتیاز کارایی در اکثر کشورها مربوط به شاخص خلق دانش و فناوری (K&T) است. سوریه، عمان، امارات، آذربایجان و قطر ناکارترین کشورها در شاخص خلق دانش و فناوری هستند. به‌عبارت دیگر در این کشورها با توجه به زیرساخت‌ها، عوامل نهادی، عوامل انسانی و توسعه بازارها و کسب‌وکارها، می‌توان مقادیر بسیار بیشتری از دانش و فناوری را نسبت به وضع موجود خلق نمود.

کارایی شاخص‌ها در ایران نیز بین ۸۴٪ تا ۵۲٪ نوسان می‌نماید. بیشترین کارایی مربوط به توسعه بازارها بوده و کمترین کارایی به عوامل انسانی تعلق دارد. پس از عامل انسانی زیرساخت‌های کشور نیز کارایی متوسط ۵۵ درصدی را نشان می‌دهند. امتیاز کارایی در سایر شاخص‌ها نیز حاکی از آن است که این کشور در هیچ‌یک از عوامل توانسته کارایی بیش از ۹۰٪ ایجاد کرده و به مرز کارایی نزدیک گردد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در جهت تحقق اهداف متعالی سند چشم‌انداز بیست‌ساله کشور که همانا قرار گرفتن در جایگاه نخست اقتصادی، علمی و فناوری در منطقه است؛ بهبود وضعیت نظام ملی نوآوری یک ضرورت به شمار می‌رود. به همین سبب در پژوهش حاضر کارایی نظام ملی نوآوری در ایران و ۲۰ کشور منطقه در سند چشم‌انداز با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

مقایسه میزان برخورداری ایران از هریک از ورودی‌ها و خروجی‌ها در مقایسه با ۲۰ کشور منطقه نشان می‌دهد نیروی انسانی متخصص و آموزش‌دیده، زیرساخت‌های عمومی و خلق دانش نقاط قوت ایران نسبت به سایر کشورها هستند. اما کشور به لحاظ تجاری‌سازی ایده‌ها و تولید کالای خلاقانه، میزان توسعه بازارها و تأمین مالی طرح‌ها، شرایط قانونی و نهادی و میزان توسعه کسب‌وکار دارای ضعف است. نتایج پژوهش منطقی و همکاران (۱۳۸۸) نیز حاکی از آن بود که ضعف در نهادهای تخصصی، مالکیت فکری، کمبود نهاد سرمایه‌گذاری و ضعف در کارگروهی مهم‌ترین عوامل ناکارآمدی نظام ملی نوآوری در ایران هستند [۳]. از این‌رو پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاری در این بخش با تأکید بر تقویت نقاط قوت و همچنین بهبود نقاط ضعف صورت پذیرد.

نتایج تحلیل‌ها حاکی از آن است که کارایی نظام ملی نوآوری در ایران ۸۵٪ بوده و در بین ۲۰ کشور منطقه در جایگاه چهاردهم قرار گرفته است. کشورهای قطر، کویت، ارمنستان، تاجیکستان، اردن، ترکیه و عربستان دارای کارترین و عمان و قرقیزستان دارای ناکارترین نظام‌های ملی نوآوری

در منطقه هستند. به علاوه از آنجا که کشورهای قطر، عربستان و کویت به عنوان کشورهای مرجع برای ایران معرفی شده‌اند، انجام مطالعات تطبیقی نظام ملی نوآوری در این کشورها و ایران می‌تواند به سیاست‌گذاری‌های مناسب جهت بهبود جایگاه ایران در منطقه کمک نماید.

نتایج تحلیل حساسیت مدل نشان می‌دهد اکثر کشورها به خروجی‌های نوآوری که همان خلق دانش، فناوری و تولید کالا و خدمات خلاقانه است، حساسیت بالایی دارند. خصوصاً در مورد ایران بیشترین حساسیت در تولید کالا و خدمات خلاقانه دیده می‌شود. بنابراین مهم‌ترین مسئله در بهبود نظام نوآوری تجاری‌سازی ایده‌ها و تولید کالا و خدمات است.

محاسبه کارایی هریک از ورودی‌ها و خروجی‌ها نیز بیانگر آن است که عوامل انسانی و فرایندهای تحقیق و توسعه در ایران نسبت به کشورهای منطقه از کارایی بسیار پایین (۵۰٪) برخوردار است. از این رو به نظر می‌رسد نیروهای متخصص و آموزش دیده در کشور نتوانسته‌اند به‌طور متناسبی دانش، فناوری و محصولات خلاقانه تولید نمایند. بنابراین ظرفیت‌های استفاده نشده زیادی در این بخش وجود دارد که باید در جهت استفاده کارا تر از آن‌ها برنامه‌ریزی‌های بیشتری صورت پذیرد.

منابع

۱. صباغ کرمانی، مجید، یآوری، کاظم، باسحا، مهدی (۱۳۸۸). بررسی کارایی کشورهای اسلامی در بخش بهداشت و آموزش با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال نهم، شماره ۴.
۲. معین‌الدینی، پرستو، هاشمی، سیما (۱۳۸۲). ارزیابی واحدهای اجرایی گمرک ایران با کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها، نشریه مدیر ساز، شماره ۱۴.
۳. منطقی، منوچهر. حسنی، علی. بوشهری، علیرضا (۱۳۸۸). شناسایی چالش‌های سیاست‌گذاری در نظام ملی نوآوری ایران، سیاست علم و فناوری، سال دوم، شماره ۳.
۴. مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳). مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
5. Abbasi F., Hajihoseini H., Haukka S. (2011). Use of Virtual Index for Measuring Efficiency of Innovation Systems: A Cross-Country Study. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 9(3), 195–212.
6. Banker, R.D., Thrall, R.M. (1992). Estimation of returns to scale using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research* 62, 74–84
7. Cai Y. (2011). Factors Affecting the Efficiency of the BRICS' National Innovation Systems: A Comparative Study Based on DEA and Panel Data Analysis, Economics (open e-Journal), *Economics Discussion Papers*, No. 52.
8. Charnes , A., W. Cooper, & E., Rhodes (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429–444.
9. Chen C.P., Hu J.L., Yang C.H. (2011). An International Comparison of R&D Efficiency of Multiple Innovative Outputs: The Role of the National Innovation System. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 13(3), 341–360.
10. Freeman, C. and L. Soete, (1997). *The Economics of Industrial Innovation and the strategy of the firm*, Innovation 3rd edition, London: Continuum.
11. Guan J., Chen K. (2012). Modeling the Relative Efficiency of National Innovation Systems. *Research Policy*, 41(1), 102–115.
12. Hsu Y. (2011). Cross National Comparison of Innovation Efficiency and Policy Application. *African Journal of Business Management*, 5(4).
13. Matei, Monica Mihaela and Aldea, Anamaria. (2012). Ranking National Innovation Systems according to their technical efficiency, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 62 , 968 – 974.
14. Niosi, j. saviotti , p.p. bellon, b.and crow, m. (1993). National systems of innovation: in search of a workable concept. *Technology in society* 15, 207_227.

15. Lee, Hak-Yeon. Park, Yong-Tae. (2005). An International Comparison of R&D Efficiency:DEA Approach. *Asian Journal of Technology Innovation* 13(2), 207_222.
16. Wonglimpiyarat, Jarunee, (2010). Innovation index and the innovative capacity of nations. *Futures* 42, 247–253.