نشریه علمی
مدیریت نوآوری
سال هشتم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸
صفحه ۷۶-۴۹

مدیریت نوآوری

سنجش کارایی نوآوری شرکت‌های چهار صنعت پیشرفته منتخب ایران، با استفاده از مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها

امیرعلی کریمی[1*]، علی ملکی[2]، اسماعیل عبدی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۴

چکیده

بحث سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و داده در زمینه نوآوری، روزبه‌روز اهمیت بیشتری می‌یابد؛ یکی از مهم‌ترین روش‌های سنجش نوآوری، سنجش کارایی آن است. با وجود سنجش کارایی نوآوری، چه در سطح کلان، ملی و یا خرد و شرکت‌ها، تا کنون مدلی که بتوان با استفاده از آن پیشنهادهایی برای بهبود شاخص‌های ورودی و خروجی ارائه نمود، به کار گرفته نشده است. در پژوهش حاضر ابتدا بر مبنای ادبیات موضوع و داده‌های موجود، شاخص‌های ورودی و خروجی مورد نیاز برای محاسبه کارایی نوآوری مشخص شدند، سپس بر مبنای داده‌های جمع‌آوری‌شده در اولین پیمایش نوآوری ایران، کارایی نوآوری شرکت‌های چهار صنعت پیشرفته فناوری نانو، زیست‌فناوری، تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی و هوافضا، با استفاده از مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها، بررسی گردید؛ علاوه براین نقش و اهمیت اندازه شرکت‌ها در کارایی آن‌ها تحلیل گردید. نتایج نشان داد که ٪۲۳,۷۲ از شرکت‌های فناوری نانو، ٪۲۰ از شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، ٪۱۸,۳۳ از شرکت‌های حوزه زیست‌فناوری و ٪۱۸,۱۸ از شرکت‌های صنعت هوافضا کارا شده‌اند. علاوه بر نوع صنعت، اندازه آن‌ها نیز تأثیر جدی در کارا بودن یا نبودن شرکت‌ها داشته است. در صنایع فناوری نانو و هوافضا درصد کمتری از شرکت‌های بزرگ‌تر کارا هستند؛ حال‌آنکه در صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، درصد شرکت‌های کارای با اندازه بین ۱۰ تا ۵۰ نفر بیشتر از شرکت‌های کمتر از ۱۰ نفر و همچنین بیشتر از ۵۰ نفر است. در صنعت زیست‌فناوری با روندی کاملا متفاوت هر چه اندازه شرکت‌ها بزرگ‌تر می‌شود، درصد کارایی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: کارایی نوآوری، مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها، فناوری نانو، زیست‌فناوری، محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، هوافضا، اندازه شرکت.

۱*-پژوهشگر، پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران./ **نویسنده مسئول مکاتبات a.karimi@sharif.edu**
۲-عضو هیئت‌علمی پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.
۳-پژوهشگر، پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

۱- مقدمه

امروزه نوآوری به‌عنوان موتور محرک اقتصاد توسعه‌یافته مبتنی بر دانش و فناوری، شرط بقا در بازار جهانی و لازمه تعامل مقتدرانه با سایر کشورها شناخته می‌شود. بنگاه‌ها نوآوری‌های خود را در انزوا انجام نمی‌دهند، بلکه نوآوری و توسعه فناوری، نتیجه مجموعه پیچیده‌ای از روابط بین شبکه‌ای بین سازمان‌ها و نهادها در بخش‌های عمومی و خصوصی است که فعالیت و تعامل آن‌ها باعث نوآوری در قالب نظام‌های نوآوری می‌گردد (دانش‌کهن‌وهمکاران، ۱۳۹۴). یکی از مهم‌ترین مواردی که در مورد نوآوری همواره موردتوجه سیاست‌گذاران قرار دارد، سنجش وضعیت نوآوری در کشورها است. سنجش نوآوری غالباً از طریق اندازه‌گیری کارایی نوآوری انجام می‌گیرد، به این صورت که با توجه به ورودی‌ها و منابع صرف شده در جهت ایجاد و توسعه نوآوری، میزان خروجی‌های به‌دست‌آمده از این ورودی‌ها موردتوجه قرار می‌گیرد. با توجه به نتیجه‌ای که از یافتن کارایی نوآوری صورت می‌گیرد، سیاست‌گذاران جهت بهبود و اصلاح ورودی‌ها و خروجی‌های نوآوری برنامه‌ریزی می‌نمایند. در فرآیند ارتقا دادن کارایی نوآوری، ابتدا باید مشخص شود که چگونه کارایی نوآوری ارزیابی شود زیرا اگر کارایی نوآوری قابل‌اندازه‌گیری نباشد، نه می‌توان علت کارایی پایین منابع نوآوری را متوجه شد و نه می‌توان اهداف بالاتری برای نوآوری معین نمود (Feng et al., 2013). بحث سنجش کارایی نوآوری، در ادبیات سیاست‌گذاری نوآوری بحث جدیدی نیست؛ بااین‌حال بیشتر مطالعات انجام‌شده در سطح کلان انجام‌گرفته و کارایی شرکت‌های حوزه‌ها و بخش‌های مختلف صنعتی یک کشور کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. علاوه بر این، مدل‌های مختلفی در ادبیات وجود دارد که به‌وسیله آن‌ها کارایی نوآوری شرکت‌ها یا کشورها مورد سنجش قرار گرفته است ولی تاکنون مدلی که با به‌کارگیری آن بتوان هم‌زمان هم کارایی را سنجید و هم برای افزایش کارایی شرکت‌ها پیشنهاد بهبود ارائه نمود، استفاده‌نشده است. علاوه بر این در ایران همواره یکی از مهم‌ترین مشکلات و مسائل برای سنجش کارایی نوآوری در سطح شرکت‌ها، در اختیار داشتن داده مناسب بوده است. تا پیش از سال ۹۵، در مورد وضعیت نوآوری شرکت‌ها در ایران داده مناسبی وجود نداشت، اما در این سال، اولین پیمایش نوآوری ایران به همت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و با مشارکت نهادهای مختلفی ازجمله پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف که از مراحل آغازین طرح با معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری همکاری می‌نمود، برگزار گردید. نتایج حاصل از این پیمایش، داده‌های بسیار مناسبی پیرامون وضعیت نوآوری در بنگاه‌های ایرانی در اختیار سیاست‌گذاران قرار داد.

در مقاله حاضر بر پایه نتایج حاصل از این پیمایش و با استفاده از مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها،

کارایی نوآوری شرکت‌های چهار صنعت منتخب پیشرفته، یعنی فناوری نانو، زیست‌فناوری، تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی و هوافضا به‌صورت کلی و همچنین با توجه به‌اندازه آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-پیشینه پژوهش

سنجش نوآوری، تمام سه مرحله نوآوری شامل ورودی، عملکرد و خروجی را تحت پوشش قرار می‌دهد و می‌توان گفت جنبه‌های اقتصاد متکی بر دانش را تجزیه‌وتحلیل می‌نماید شامل هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه، همکاری شرکای مشتاق نوآوری تا به ثمر نشستن محصولات و فرایندهای نوآورانه و موانع فرایندهای نوآوری. فواید سنجش نوآوری را می‌توان این‌گونه برشمرد:

- می‌توان عناصر فرایند نوآوری را شناسایی کرد.
- با نقاط قوت و ضعف سیستم ملی نوآوری آشنا شد.
- از محیط علم و فنّاوری تصویر شفاف‌تری یافت.
- می‌توان از اثربخشی سیاست‌های توسعه و لزوم انجام اصلاحات موردنیاز آگاهی یافت.
- برای توسعه فنّاوری و حمایت از نوآوری سیاست‌های مناسبی تهیه کرد.
- عملکرد نوآورانه کشور را با انجام مطالعات تطبیقی با دیگر کشورها مقایسه نمود (Arundel, 2001).

دلیل اصلی دولت‌ها برای سنجش نوآوری این است که آن‌ها می‌خواهند سیاست‌های خود را گسترش دهند و اقداماتی اتخاذ نمایند تا فعالیت‌های نوآورانه را تسریع نمایند. دخالت‌های دولتی در فعالیت‌های نوآورانه به این دلیل اهمیت دارند که بسیاری از ابزارهای فرایند نوآوری یا مانند تحصیلات و زیرساخت‌ها دولتی هستند یا مانند وضع قوانین و مقررات سیاسی هستند؛ لذا دولت نیاز دارد تا دخالت‌های سیاستی خود را با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری ارزیابی کرده و توسعه دهد (Earl, 2006).

قبلاً سنجش نوآوری به‌وسیله مؤسسات دولتی، علمی و دانشگاهی و یا مراکز آمار سنجی انجام می‌شد که با توجه به یکسان نبودن شیوه سنجش، نتایج به‌سادگی باهم قابل‌مقایسه نبودند (طباطباییان و پاکزادبناب, ۱۳۸۵). نگاهی مختصر به سابقه جمع‌آوری داده‌های نوآوری، نشان می‌دهد که اولین تلاش‌های در این خصوص، به سال ۱۹۶۰ و جمع‌آوری داده‌های مربوط به تحقیق‌وتوسعه بازمی‌گردد. این مورد، منجر به ایجاد اولین راهنمای فراسکاتی در سال ۱۹۶۲ شد (دفترچه راهنما ۲۰۰۲). به‌هرحال این مورد، از لحاظ ارتباط با جمع‌آوری و تفسیر داده‌های نوآوری، از راهنمای اسلو بسیار جوان‌تر است (مربوط به سال

۱۹۹۲ است) و بنابراین دستورالعمل‌های منسجم برای داده‌های نوآوری تنها از سال ۱۹۹۰ موجود بوده است (Adam, 2014).

امروزه می‌توان شاهد انفجار اسکوربردهای نوآوری و پیمایش‌هایی بود که در پی مقایسه نتایج نوآوری‌ها به گسترده‌ترین صورت هستند. می‌توان این تلاش‌ها را به دودسته اسکوربردهای نوآوری و پیمایش‌های نوآوری که به‌طور ویژه با مقوله نوآوری در ارتباط هستند و یا مواردی که با عناوین گسترده‌تری مانند رقابت‌پذیری در ارتباط‌اند ولی به‌صورت جزئی خود را متعلق به نوآوری می‌دانند تقسیم نمود (مانند اسکوربرد نوآوری اتحادیه اروپا و شاخص جهانی نوآوری). در حقیقت می‌توان این موارد را همچون اسکوربردها یا گزارش‌های نوآوری در حالتی وسیع‌تر نیز لحاظ نمود (مانند گزارش رقابت‌پذیری نوآوری اتحادیه، شاخص جهانی رقابت‌پذیری و کتاب سالانه رقابت‌پذیری) برخی از اسکوربردها شاخص‌های محدودی دارند درحالی‌که بعضی دیگر مانند نوآوری جهانی شاخص‌های فراوانی را برشمرده‌اند و برخی دیگر مانند اسکوربرد نوآوری اتحادیه اروپا ۲۴ شاخص را موردمحاسبه قرار داده‌اند. علاوه بر این بسیاری از این اسکوربردها شاخص‌های مرکبی تشکیل می‌دهند که پایه‌هایی برای رتبه‌بندی کشوری فراهم می‌آورند. اسکوربردها را می‌توان برای پایش و ارزیابی ابعاد و عملکرد عمومی کشورها و همین‌طور ارزیابی عملکرد نوآورانه کشورها در ارتباط با دیگر کشورها به کار برد (Adam, 2014).

۲-۱- سنجش کارایی نوآوری در سطح کلان (کشورها)

چارچوب‌های مختلف نظام نوآوری اعم از ملی، منطقه‌ای، بخشی و فناورانه، به‌طور گسترده به‌عنوان یک ابزار تحلیلی برای بررسی و تأثیرگذاری بر سرعت و جهت نوآوری مورد استفاده قرار گرفته و مقالات علمی فراوانی پیرامون آن نوشته شده است (رحیمی‌راد و همکاران، ۱۳۹۶). گان و چن (۲۰۱۲) مدل‌سازی ظرفیت‌های نسبی نظام ملی نوآوری را بررسی نموده‌اند و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و رویکردVRS، ۲۲کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را بررسی نموده‌اند. آن‌ها نظام ملی نوآوری را تجزیه‌وتحلیل و به دو مرحله تجزیه کردند که یکی فرایند بالادستی تولید دانش و دیگری فرایند پایین‌دستی تجاری‌سازی دانش بود. ورودی‌هایی که برای مرحله اول یا تولید دانش در نظر گرفته‌شدند عبارت‌اند از: تعداد دانشمندان و مهندسان تمام‌وقت، مخارج افزایشی تحقیق‌وتوسعه جهت تأمین مالی فعالیت‌های نوآورانه و دانش انباشته از قبل که سبب تولید دانش می‌شود. خروجی مرحله اول نیز تعداد مقالات علمی بین‌المللی در نظر گرفته شده است. در گام دوم یا تجاری‌سازی دانش، ورودی‌ها شامل این موارد می‌شدند: دانش انباشته از قبل که در تجاری‌سازی پایین‌دستی دانش مشارکت

می‌نماید و تعداد نیروی کار تمام‌وقت مورد استفاده برای فعالیت‌هایی غیر از تحقیق‌وتوسعه. خروجی این مرحله نیز عبارت است از: ارزش‌افزوده صنایع و صادرات محصولات جدید در صنایع پیشرفته. در این مقاله از تعداد اختراع‌های ثبت‌شده در دفتر ثبت اختراعات و علائم تجاری آمریکا به‌عنوان محصولات میانی پیونددهنده دو مرحله نوآوری نام‌برده شده است. نتایج نشان داد که کشورهای ایرلند، مکزیک و نیوزلند کارا شده‌اند و کارایی کلی نظام ملی نوآوری اکثراً تحت تأثیر فعالیت‌های پایین‌دستی و تجاری‌سازی است. پس سیاست‌گذاری این کشورها باید پیرامون مسائل تجاری‌سازی صورت گیرد (Guan & Chen, 2012).

در پژوهشی دیگر عباسی و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی کارایی نوآوری در چند کشور منتخب پرداختند. در این مقاله تعداد دانشمندان فعال در تحقیق‌وتوسعه، هزینه‌های آموزش و هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه به‌عنوان ورودی و تعداد اختراع ثبت‌شده، درآمدهای ناشی از حق تألیف و حق امتیاز و صادرات ماشین‌آلات و محصولات با فناوری بالا به‌عنوان خروجی مدنظر قرار گرفته‌اند. نتایج نشان داد که چین، هنگ‌کنگ، اسرائیل، ژاپن، کره جنوبی، انگلستان و تایلند کاملاً کارا و قزاقستان، هلند و آمریکا ناکارا هستند (Abbasi et al., 2011).

از طرف دیگر سو (۲۰۱۱) با استفاده از مدل DEA و با دو رویکرد VRS و CRS نظام‌های ملی نوآوری ۳۳ کشور را مقایسه نموده است. در پژوهش او، سرمایه‌های انسانی، محرک‌های نوآوری و کارآفرینی به‌عنوان ورودی و کاربری‌های نوآورانه و دارایی‌های ناملموس به‌عنوان خروجی در نظر گرفته‌شده‌اند. نتایج نشان‌دهنده این است که کشورهای دانمارک، آلمان، ایرلند، لوکزامبورگ، مالت و سوئیس نظام ملی نوآوری کارا دارند (Hsu, 2011).

سای(۲۰۱۱) کارایی ۲۲ کشور در آفریقا، آسیا و اقیانوسیه، اروپای شرقی، اروپای غربی، آمریکا و آمریکای لاتین را بررسی نموده که در این پژوهش، هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه و تعداد کارکنان به‌عنوان ورودی و مقالات و اختراعات ثبت‌شده و صادرات کالا و خدمات فناورانه، خروجی نام‌گرفته‌اند. نتایج این پژوهش که با استفاده از تکنیک DEA و رویکرد CCR خروجی محور انجام شد، هلند و سوئد را تنها کشورهای کارا معرفی نمود (Cai, 2011).

افضل(۲۰۱۴) بیان نمود که این مسئله برای سیاست‌گذاران ضروری است که به ارزیابی نظام ملی نوآوری کشورشان از لحاظ ترکیب ورودی‌ها و خروجی‌ها بپردازند و موقعیت کارایی به‌دست‌آمده را با دیگر کشورها بسنجند. ورودی‌های این نظام عبارت بودند از: ساختار جمعیتی (شامل درصد جمعیت بین ۱۵ تا ۶۵ سال به‌عنوان نیروی کار)، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (شامل تعداد استفاده‌کنندگان از کامپیوتر به ازای هر ۱۰۰ نفر)، ساختار اقتصادی (شامل اعتبارات داخلی تأمین‌شده توسط بخش بانکی

(به‌عنوان درصدی GDP))، تحقیق‌وتوسعه (شامل هزینه‌کرد بر روی تحقیق‌وتوسعه (به‌عنوان درصدی از GDP))، تحصیلات (شامل ثبت‌نام ناخالص در مقطع متوسطه)، شرایط بازار (شامل هزینه فرایند راه‌اندازی یک استارتاپ)، حکمرانی (شامل کیفیت قانون‌گذاری)، آزاد بودن تجارت، موقوفات (به‌عنوان درصدی ازGDP). شاخص خروجی نیز عبارت بود از تولید دانش دارای ارزش اقتصادی (شامل درصد صادرات محصولات پیشرفته به‌عنوان درصدی از کل صادرات). برای ارزیابی جایگاه هر کشور همان‌طور که بیان شد از روش DEA بوت استرپ استفاده شد و نتایج نشان داد که کشورهای کارا در حالتCRS عبارت بودند از استرالیا، چین، ژاپن، کره، فیلیپین، سنگاپور، تایوان، دانمارک و سوئیس. با استفاده از مدل رگرسیون توبیت، علل ناکارآمدی کشورهای نمونه مشخص شد. با استفاده از مدل رگرسیون توبیت نشان داده شد که کارایی نوآوری CRS از سه طریق افزایش می‌یابد که عبارت‌اند از نرخ ثبت‌نام در دوره متوسطه، نیروی کار (با سن ۱۵-۶۵ سال) به‌عنوان درصدی از جمعیت و افزایش اعتبار داخلی توسط بخش کسب‌وکار به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی. اقدامات سیاستی باید در جهت افزایش کارایی نظام ملی نوآوری در شرایط تحول اقتصاد دانشی حرکت کنند. اگر منابع نوآوری در حال استفاده باشند، سرمایه‌گذاری اضافی در عوامل ورودی ممکن است پیشرفت اقتصادی کارا را مختل نماید. مهم‌ترین مواردی که در این پژوهش بررسی شدند، عبارت بودند از نشان دادن چشم‌اندازی از وضعیت نظام ملی نوآوری، استفاده از داده‌های آماری در جهت سیاست‌گذاری، یافتن کارایی نوآوری با استفاده از مدل‌های DEA یعنی CRS و VRS (Afzal, 2014).

دیزمیدیت و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله دیگری، کارایی نوآوری بخشی کشورهایی را که جدیداً به عضویت اتحادیه اروپا درآمده‌اند، با استفاده از روش DEA غیرپارامتریک ارزیابی نمودند. ورودی‌های نظام نوآوری در این پژوهش عبارت بودند از: مجموع هزینه‌های انجام‌شده در داخل بر روی تحقیق‌وتوسعه، میزان منابع انسانی در علم و فناوری و تعداد نیروی انسانی به کار گرفته‌شده در بخش‌های با فناوری بالا و دانش‌بنیان. خروجی آن نیز تعداد اختراعات به ازای ساکنان بوده است. در این پژوهش ناکاراترین مناطق مرکز و شرق اروپا از لحاظ فناوری مشخص شدند. نهادهای دولتی در این مناطق باید وادار به انجام دادن سطوح بالاتری از نوآوری گردند تا از ظرفیت محلی برای ساختن ارزش بیشتر در اقتصاد با استفاده از منابع موجود که تاکنون به آن دست نیافتند استفاده نمایند. در نتیجه، این تحقیق تفاوت بین کارایی نظام بخشی نوآوری در مرکز و شرق اروپا را از دیدگاه تأثیر منابع نوآورانه بر اقتصاد نشان داد. از بین ۴۰ منطقه که مورد بررسی قرار گرفتند، ۷ منطقه کارا شدند که تنها یکی از این ۷ مورد پایتخت اسلواکی، براتیسلاوا بود. دیگر پایتخت‌ها باوجود ورودی نوآوری زیاد نتوانسته بودند کارا شوند، بنابراین

براتیسلاوا می‌تواند به‌عنوان الگویی برای دیگر مناطق معرفی شود زیرا بیشترین نتیجه را از منابع موجود نوآوری به دست آورده است. میانگین کارایی ۰٫۸۱۸ نشان می‌دهد که با ارتقا عملکرد منطقه‌ای این امکان وجود دارد که سرانه تولید ناخالص داخلی به میزان ۱۸ درصد بدون ایجاد تغییر در منابع افزایش یابد. هم‌چنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کشورهای بالتیک ناکاراترین کشورها بودند که استونی از همه پایین‌تر قرار گرفته بود. کشورهای بالتیک با توجه به این سطح از سرمایه انسانی، تحصیلات عالیه و مشاغل در علم و فناوری می‌توانند به سطوح بالاتری از تولید ناخالص داخلی دست یابند. از طرف دیگر بررسی‌ها نشان داد که کشورهای حوزه بالتیک باید نیروی انسانی خود را مجبور به تولید و تجاری‌سازی محصولات بیشتری در اقتصاد نمایند. اصلی‌ترین محدودیت این پژوهش این است که در صورت انتخاب شاخص‌های ورودی و خروجی متفاوت، امکان تفاوت نتایج وجود دارد (Dzemydaitė et al., 2016).

چنگ[1] و همکاران (۲۰۱۶) بر پایه پنل اطلاعات از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ کارایی دینامیک ۲۷ مرکز استان چین را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به دست آورده‌اند. در این مقاله شاخص‌های ورودی عبارتند از: ورود سرمایه، کارکنان با عناوین شغلی پیشرفته و متوسط، تعداد مشارکت‌کنندگان در فعالیت‌های فنی، هزینه‌کرد داخلی بر روی فعالیت‌های فنی، هزینه‌کرد داخلی بر روی تحقیق‌وتوسعه و تعداد شرکت‌ها. شاخص‌های خروجی نیز عبارتند از: درآمدهای فنی، سود شبکه‌ای و کل ارزش خروجی صنعتی. نتایج نشان داد که کارایی عملیاتی مناطق توسعه چین در سطح ایده‌آل بود ولی در مناطق مختلف توسعه نامتوازن وجود داشت. مناطق توسعه کارایی نوآوری بالاتری داشتند درحالی‌که فعالیت‌های نوآورانه به ارتقا بیشتری نیاز داشتند. دیگر نتایجی که از این تحقیق به دست آمدند عبارت بودند از: کارایی عملیاتی هر ۲۷ منطقه توسعه مرکز استان در یک سطح معقول بود ولی نابرابری قابل‌توجهی بین کارایی عملیاتی در مناطق مختلف وجود داشت. نواحی غربی و شرقی کارایی جامع کمتری دارند ولی مناطق توسعه در ناحیه غربی بازده نسبت به مقیاس بهتری نسبت به همتایان شرقی و مرکزی خود داشتند. از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴، مناطق توسعه‌ای که در ۲۷ مراکز استانی وجود داشتند کارایی نوآوری خوبی داشتند و ۲۱ مورد از آن‌ها دارای بهره‌وری کل عوامل تولید بالاتر از یک بودند که نشان می‌داد تمام مناطق توسعه با انجام تلاش بسیار زیاد برای تسهیل پیشرفت‌های فنی توانسته‌اند به راهبردهای ملی پیشرفت بر پایه نوآوری و ساختن کشور نوآوری محور پاسخ مثبت دهند. کارایی نوآوری مجموعاً از کارایی عملیاتی عملکرد بهتری داشته است. در نهایت نویسندگان چند پیشنهاد سیاستی برای بهبود وضعیت کارایی نوآوری و کارایی عملیاتی مطرح نمودند که عبارت‌اند از: تمام سطوح دولت باید به وضع مقررات، کنترل، هدایت و بهینه‌سازی ساختار مناطق توسعه اقدام نمایند تا از این طریق عدم توازن

مابین ورودی‌ها و خروجی‌ها رفع شود و کارایی عملیاتی و کارایی نوآوری توسعه مناطق بهبود یابد. در این مدت هر شهر و استانی باید با توجه به شرایط ویژه خود اقدام به هدف‌گذاری سیاستی خاص خود نماید. جدا از نیاز دائمی به ارتقا فنی، شرکت‌های موجود در مناطق توسعه چین باید توانایی خود در مدیریت تحقیق‌وتوسعه را افزایش دهند. مهم‌ترین کاری که بیشتر مناطق توسعه باید انجام دهند ارتقا کارایی عملیاتی و سپس ارتقا کارایی نوآوری است (Junwen, 2016).

۲-۲- سنجش کارایی نوآوری در سطح خرد (شرکت‌ها)

ژو و همکاران (۲۰۱۵) باهدف ارتقا دادن کارایی نوآوری صنایع تولیدی تجهیزات، تمامی داده‌های مربوط به کارایی نوآوری و تأثیرات داده‌های نمونه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و متد آنالیز شاخص مالمکوییست، بعضی از صنایع تولید تجهیزات را در چندین سال، در استان هیلونگژیانگ چین مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. شاخص‌هایی که به‌عنوان ورودی در این نظام در نظر گرفته شده بودند شامل تعداد کارمندان بخش تحقیق‌وتوسعه، هزینه تحقیق‌وتوسعه، هزینه کل فروش و هزینه تحول فنی و شاخص‌های خروجی شامل درآمد فروش کالای جدید، تعداد درخواست‌های ثبت اختراع و مجموع درآمد حاصل از فروش بودند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تمام ویژگی‌هایی که سبب بهبود کارایی نوآوری در صنعت تولید تجهیزات استان هیلونگژیانگ می‌شوند، نشان‌دهنده تمامی عواملی است که سبب ارتقا و پیشرفت نوآوری در آن می‌گردند. از طرفی کارایی نوآوری در سطح این صنعت در این استان پایین است. قدرت نوآورانه شرکت‌ها مؤثر نیست و نیازمند تقویت شدن است. هم‌چنین برای بهبود سطح نوآوری در صنعت تولید تجهیزات چین باید سیاست‌های نوآورانه، حقوق مالکیت فکری شرکت‌ها، جذب مؤثر نیروی انسانی و ایجاد یک پلتفرم همکاری نوآوری بین مدارس و شرکت‌ها در دست اقدام قرار گیرد (Xu & Qi, 2015).

علاوه بر این راویلا (۲۰۰۳)، ۱۱۸ شرکت اسپانیایی را مورد بررسی قرارداد که بر مبنای آن کارایی با توجه به‌اندازه و سطح دانش شرکت‌ها متفاوت بود. وی شاخص‌های درآمد شرکت، تعداد کارمندان و هزینه تحقیق‌وتوسعه را به‌عنوان ورودی و شاخص‌های درآمد کل، کارمندان جدید و اختراعات را به‌عنوان خروجی انتخاب کرده بود. وی در این پژوهش از روش تحلیل پوششی داده‌ها ورودی محور بهره گرفته بود (Revilla, 2003).

دیاز بلاتیرو و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و با رویکرد ورودی محور، ۱۱۸ شرکت اسپانیایی را که بر پایه چوب فعالیت می‌کردند در بازه سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۸ بررسی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیقات نشان داد که میانگین ناکارایی بین ٪۲۶-٪۳۰ است. این

محققان شاخص‌های تعداد محققان، وجوه سهامداران، هزینه در زمینه تحقیق‌وتوسعه و همکاری برای تحقیق‌وتوسعه را به‌عنوان ورودی و شاخص‌های فروش، سود پیش از مالیات، اختراعات، نوآوری محصول و نوآوری فرایند را به‌عنوان خروجی در نظر گرفتند (Diaz-Balteiro et al., 2006).

کروز کازارس (۲۰۱۳) میزان تحقیق‌وتوسعه و کارمندان باتجربه را به‌عنوان ورودی و تعداد محصولات نوآورانه و تعداد پتنت‌ها را به‌عنوان خروجی نوآوری انتخاب نمودند. وی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بوت استرپ، به بررسی عملکرد نوآورانه شرکت‌های تولیدی اسپانیایی در بازه سال‌های ۹۲-۲۰۰۵ پرداخته است (Cruz-Cázares, 2013).

جدول (۱) جمع‌بندی موارد بیان شده در این بخش است.

۳-مدل پژوهش

براساس ادبیات پژوهش، شاخص‌های مختلفی به‌عنوان ورودی و خروجی در نظر گرفته‌شدند و نویسندگان بسته به فعالیت خود، موارد گوناگونی را به‌عنوان ورودی و خروجی در نظر گرفتند. در پژوهش حاضر با توجه به ادبیات موضوع و پژوهش‌های پیشین و همچنین اطلاعات موجود در پایگاه داده نخستین پیمایش نوآوری ایران، شاخص‌های تعداد کارمندان دارای تحصیلات عالی و هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه به‌عنوان ورودی و چهار شاخص تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصول، تعداد عرضه محصولات جدید، درآمد شرکت از محصول/محصولات جدید برای شرکت و درآمد شرکت از محصول/محصولات جدید برای بازار به‌عنوان خروجی در نظر گرفته شده است. داده‌های این ورودی‌ها و خروجی‌ها در شکل (۱) مدل بررسی کارایی در شرکت‌های چهار صنعت پیشرفته ایران را نمایش می‌دهد.

علاوه بر این باید عنوان داشت که یکی از مهم‌ترین مواردی که در مقالات مربوط به سنجش نوآوری در سطح شرکت‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد، اندازه شرکت است. اندازه شرکت به معنای تعداد کارمندان است. در پژوهش حاضر شرکت‌ها در سه اندازه کمتر از ۱۰ نفر، بین ۱۰ تا ۵۰ نفر و بزرگ‌تر از ۵۰ نفر در نظر گرفته‌شده‌اند. اندازه شرکت، میزان دسترسی به منابع مالی و اقتصاد مقیاس را نمایش می‌دهد. به‌هرحال مطالعات مربوط به نوآوری، شواهد مختلفی پیرامون نقش دقیق اندازه شرکت‌ها و تمایل آن‌ها به نوآوری را نشان داده است. برخی از محققان معتقدند که نوآوری بیشتر در شرکت‌های کوچک اتفاق می‌افتد حال‌آنکه برخی دیگر معتقدند شرکت‌های بزرگ به سبب آنکه در مرحله بلوغ چرخه عمر یک صنعت هستند، به دلیل مزیت‌هایی که بر شرکت‌های کوچک‌تر دارند (مانند سرمایه) بیشتر دست به

جدول (۱): خلاصه‌ای از پیشینه پژوهش

نویسندگان	سطح تحلیل	ورودی‌ها	خروجی‌ها	مدل تحلیل پوششی داده‌های به‌کاررفته
گان و همکار	کشوری	مرحله اول: تعداد دانشمندان و مهندسان تمام‌وقت، مخارج افزایشی تحقیق‌وتوسعه جهت تأمین مالی فعالیت‌های نوآورانه و دانش انباشته مرحله دوم: دانش انباشته از قبل، تعداد نیروی کار تمام‌وقت مورد استفاده برای فعالیت‌هایی غیر از تحقیق‌وتوسعه	مرحله اول: تعداد مقالات علمی بین‌المللی مرحله دوم: ارزش‌افزوده صنایع و صادرات محصولات جدید در صنایع پیشرفته	VRS
عباسی و همکاران	کشوری	تعداد دانشمندان فعال در تحقیق‌وتوسعه، هزینه‌های آموزش و هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه	تعداد اختراع ثبت‌شده، درآمدهای ناشی از حق تألیف و حق امتیاز و محصولات با فناوری بالا	VRS
سو همکاران	کشوری	سرمایه‌های انسانی، محرک‌های نوآوری و کارآفرینی	کاربری‌های نوآورانه و دارایی‌های ناملموس	CRS و VRS
سای و همکاران	کشوری	پژوهش، هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه و تعداد کارکنان	مقالات و اختراعات ثبت‌شده و صادرات کالا و خدمات فناورانه	خروجی محور
افضل	کشوری	ساختار جمعیتی، زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، ساختار اقتصادی، هزینه کرد بر روی تحقیق‌وتوسعه تحصیلات، شرایط بازار، حکمرانی، آزاد بودن تجارت	تولید دانش دارای ارزش اقتصادی (شامل درصد صادرات محصولات پیشرفته به‌عنوان درصدی از کل صادرات).	بوت استرپ
ژو و همکاران	شرکت‌ها	تعداد کارمندان بخش تحقیق‌وتوسعه، هزینه‌کرد روی تحقیق‌وتوسعه، هزینه کل فروش و هزینه تحول فنی	درآمد فروش کالای جدید، تعداد درخواست‌های ثبت اختراع و مجموع درآمد حاصل از فروش	روش تحلیل پوششی داده‌ها و متد آنالیز شاخص مالمکوییست
راویلا	شرکت‌ها	درآمد شرکت، تعداد کارمندان و هزینه تحقیق‌وتوسعه	شاخص‌های درآمد کل، کارمندان جدید و اختراعات	تحلیل پوششی داده‌های ورودی محور
دیاز بلاتیرو و همکاران	شرکت‌ها	تعداد محققان، وجوه سهامداران، هزینه‌بر روی تحقیق‌وتوسعه و همکاری برای تحقیق‌وتوسعه	فروش، سود پیش از مالیات، اختراعات، نوآوری محصول و نوآوری فرایند	تحلیل پوششی داده‌های ورودی‌محور
کروز و همکاران	شرکت‌ها	میزان تحقیق‌وتوسعه و کارمندان باتجربه	تعداد محصولات نوآورانه و تعداد پتنت‌ها	تحلیل پوششی داده‌ها بوت استرپ

شکل (۱): مدل بررسی کارایی نوآوری در شرکت‌های چهار صنعت پیشرفته ایران

نوآوری می‌زنند (Tavassoli, 2015).

با توجه به موارد بیان‌شده، در پژوهش حاضر علاوه بر بررسی تفاوت بین کارایی شرکت‌ها با توجه به نوع صنعت آن‌ها، تأثیر رابطه بین اندازه شرکت‌ها در صنایع مختلف با میزان کارایی آن‌ها نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۴- روش پژوهش

در پژوهش حاضر برای به دست آوردن داده‌های موردنیاز، از اطلاعات اولین طرح پیمایش نوآوری ایران بهره برده شده است؛ بنابراین باید عنوان داشت که روش پژوهش در این مقاله، پیمایشی- تحلیلی است. ابزار و روش جمع‌آوری داده‌ها نیز پرسشنامه است که هم از طریق مراجعه حضوری و میدانی و هم از طریق پایگاه و پست الکترونیکی نسبت به تکمیل آن توسط شرکت‌ها اقدام گردیده است. جامعه آماری شامل ۲۳۸ شرکت در چهار صنعت پیشرفته فناوری نانو، زیست‌فناوری، تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی و هوافضا بوده است. روش تحلیل داده‌ها نیز، مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها است که از طریق آن هم کارا و ناکارا بودن شرکت‌ها و هم پیشنهاد بهبود برای افزایش کارایی آن‌ها ارائه گردیده است. پرسشنامه این پژوهش بر اساس پرسشنامه نوآوری اتحادیه اروپا که سالیان متمادی توسط این اتحادیه اجراشده است، طراحی گردیده و سؤالات آن کاملاً استاندارد است. اطلاعات

ورودی به‌صورت تفکیک‌شده توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری جمع‌بندی و وارد پایگاه داده‌شده و فایل اکسل آن در اختیار پژوهشگران علاقه‌مند قرار گرفته است.

۴-۱- مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها

ایده اصلی که در پس مدل تحلیلی پوششی داده‌ها قرار دارد، فراهم کردن نوعی روش است که به‌موجب آن مجموعه‌ای از واحدهای قابل‌مقایسه، واحدهایی که بهترین عملکرد را داشته‌اند، شناسایی گردند و مرز کارایی را شکل دهند. هم‌چنین این متدولوژی افراد را قادر می‌کند تا سطح کارایی واحدهای غیر مرزی را مشخص کنند و الگوهایی را که در برابر واحدهای ناکارا قرار دارند شناسایی و مقایسه نمایند. از زمان ظهور DEA در سال ۱۹۷۸ یک رشد تأثیرگذار در توسعه مبانی نظری و کاربردهای آن در شرایط عملی به وجود آمده است (Cook, 2009).

چارنز[۲] و همکاران بیان کردند که باید به هر واحد تصمیم‌گیری اجازه داد تا مجموعه‌ای از اوزان را انتخاب کند که آن را در مطلوب‌ترین وضع خود قرار می‌دهد. علت انتخاب مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی نوآوری در این پژوهش، برتری آن بر دیگر مدل‌ها از جهت موارد ذیل بوده است:

- مرکز بر هریک از مشاهدات در مقابل میانگین جامعه.
- سازگاری با متغیرهای برون‌زا.
- این مدل توانایی دارد تا چندین ورودی و خروجی را پوشش دهد.
- نیازی به اطلاعات وزن ابتدایی ندارد.
- به‌جای تخمین‌های آماری بر مشاهدات فردی تأکید دارد.
- یک ابزار تصمیم‌گیری پویا برای نمایان کردن امکان ارتقا نسبی کارایی‌های نسبی است.
- این مدل از رویکرد تعیین معیار برای اندازه‌گیری کارایی واحدها نسبت به یکدیگر در گروه متشکل از آن‌ها استفاده می‌کند.
- این مدل می‌تواند واحدهای تصمیم‌گیری کارا و ناکارا در یک گروه مشخص کند

نتایج حاصل از تحلیل پوششی داده‌ها به سیاست‌گذاران اجازه می‌دهد تا سیاست‌هایی را توسعه دهند که به واحدهای ناکارا کمک می‌کند تا عملکرد خود را بهبود دهند (مهرگان، ۱۳۹۱ و Mogha, 2015) و از زمانی که روش تحلیل پوششی داده‌ها معرفی شد، پژوهشگرانی از رشته‌های علمی مختلف بیان کردند که این روش برای مدل کردن فرایندهای عملیاتی برای ارزیابی عملکردی واحدهای مختلف روشی مناسب است که استفاده از آن بسیار راحت می‌باشد. ازآنجاکه تحلیل پوششی داده‌ها به فروض بسیار کمی نیاز

دارد، این امکان را به وجود آورده است که در مواردی که در دیگر روش‌ها به خاطر ماهیت پیچیده و غالباً ناشناخته و داشتن ارتباطات بین ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه امکان حل وجود ندارد، این روش راه‌حل ارائه نماید (Cook, 2009).

در مدل ورودی محور تحلیل پوششی داده‌ها، میزان خروجی‌ها ثابت در نظر گرفته می‌شود و به‌طور متناسب و در صورت وجود امکان، ورودی‌ها را کاهش می‌دهند؛ اما در مدل خروجی محور ورودی را حفظ می‌نمایند و خروجی را به‌صورت متناسب افزایش می‌دهند. مدل جمعی، هم‌زمان کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها را مدنظر قرار می‌دهد. با استفاده از کارایی به‌دست‌آمده از مدل جمعی، می‌توان به سطوح مرزی متفاوت و معیار عملکردی مناسب‌تر برای واحدهای تصمیم‌گیرنده پرداخت (میر غفوری و همکاران، ۱۳۹۰). شکل کلی مدل جمعی که از انواع مدل‌های برنامه‌ریزی خطی است به صورت زیر است (مهرگان، ۱۳۹۱).

$$\text{Min } Z_0 = \sum_{r=1}^{s} s_r^{+} - \sum_{i=1}^{m} s_i^{-} \qquad (۱)$$

St:

$$\text{Min } Z_0 = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_j - s_i^{-+} = y_{r_0} \qquad (r=1,2,..,s) \qquad (۲)$$

$$\text{Min } Z_0 = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_j + s_i^{-} = \dot{x}_0 \qquad (i=1,2,..,m) \qquad (۳)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad (j=1,2,..,n) \qquad (۴)$$

$$\lambda_j, s_i^{-}, s_r^{+} \geq 0$$

در مدل اولیه جمعی که فرم پوششی نیز نامیده می‌شود، $s_r^+ s_r^+$ متغیرهای کمکی مربوط به محدودیت r ام خروجی و $s_r^- s_r^-$ متغیر کمکی مربوط به محدودیت i ام ورودی را نشان می‌دهد. زمانی که مقدار ۰ = $Z_0^* Z_0^*$ شود و یا به‌بیان‌دیگر مقدار تمام متغیرهای کمکی در جواب بهینه صفر گردد آنگاه واحد تحت بررسی کاراست. ولی زمانی که متغیرهای کمکی صفر نشوند واحد تصمیم‌گیری ناکاراست. درواقع متغیرهای کمکی بیانگر منابع یا میزان ناکارایی در ورودی‌ها و خروجی‌های متناظر با محدودیت‌ها می‌باشند (مهرگان، ۱۳۹۱). استفاده از مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها در این پژوهش سبب می‌شود تا علاوه بر مشخص شدن کارا بودن یا نبودن شرکت‌های هر صنعت (بخش)، پیشنهادهای مدل برای کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها به‌منظور کارا شدن شرکت‌ها ناکارا نیز مشخص گردد.

۴-۲- گردآوری داده‌ها و روش نرمال‌سازی

همان‌طور که بیان شد، داده‌های این پژوهش از نتایج پرسشنامه‌های طرح ملی پیمایش نوآوری ایران که

توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تهیه‌شده، گردآوری‌شده است. داده‌های استخراج‌شده با توجه به اینکه از لحاظ ماهیت متفاوت هستند، باید نرمال‌سازی گردند تا امکان استفاده از آن‌ها در مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها به وجود آید. لذا در این پژوهش از روش نرمال‌سازی مقیاس کوچک و بزرگ استفاده شد که فرمول آن به‌صورت زیر است:

$$X_{norm} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (۵)$$

۵- تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

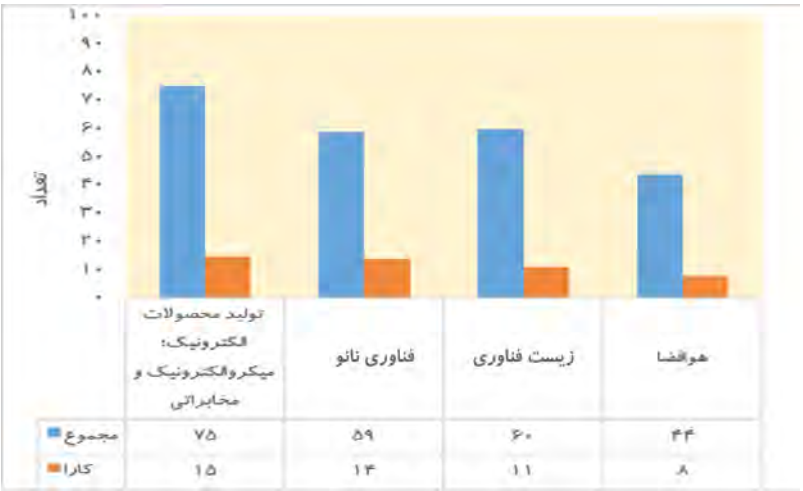
یکی از خصوصیات مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، به وجود آوردن فضای محدبی است که همه واحدهای مورد ارزیابی را در برمی‌گیرد. به همین دلیل به این مدل‌ها، مدل‌های پوششی گفته می‌شود. در این مدل‌ها همچون مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها، آن دسته از واحدهای تصمیم‌گیری که بر روی حد نهایی فضای محدب قرار گرفته‌اند و مرز این فضا را تشکیل می‌دهند و واحدهایی که درون این فضا قرار گرفته‌اند کارا می‌باشند (میر غفوری، شفیعی رود پشتی و ندافی، ۱۳۹۰).

در پژوهش حاضر مجموعاً کارایی نوآوری ۲۳۸ شرکت در چهار صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، فناوری نانو، زیست‌فناوری و هوافضا مورد بررسی قرار گرفت. جدول (۲) تعداد شرکت‌ها با توجه به‌اندازه آن‌ها را نمایش می‌دهد.

برای یافتن کارا بودن یا نبودن شرکت‌ها، از روش جمعی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده گردیده است. محاسبات مربوط به کارایی و حل مدل‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار گمز[۳] صورت گرفته است. نحوه شناسایی کارا بودن یک واحد با استفاده از خروجی نرم‌افزار بدین ترتیب است که درصورتی‌که هیچ‌یک از ورودی‌ها یا خروجی‌ها پیشنهادی برای بهبود دریافت نکنند، آنگاه می‌توان گفت که واحد مدنظر کارا است. به‌عبارت دیگر واحدی کارا است که متغیرهای کمکی آن صفر باشد. چنین واحدی از کارایی قوی

جدول (۲): تعداد شرکت‌های موردمطالعه در ۴ صنعت منتخب

صنعت	کمتر از ۱۰ نفر	بین ۱۰ تا ۵۰ نفر	بزرگ‌تر از ۵۰ نفر	مجموع
تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی	۱۱	۴۸	۱۶	۷۵
فناوری نانو	۱۸	۳۴	۷	۵۹
زیست‌فناوری	۲۹	۲۸	۳	۶۰
هوافضا	۱۸	۱۶	۱۰	۴۴



شکل (۲): تعداد شرکت‌های کارا در هریک از چهار صنعت پیشرفته منتخب

برخوردار است و به‌عنوان واحد مرجع از آن می‌توان استفاده نمود. شکل (۲) تعداد شرکت‌های کارا در هر یک از صنایع مورد بررسی را نشان می‌دهد.

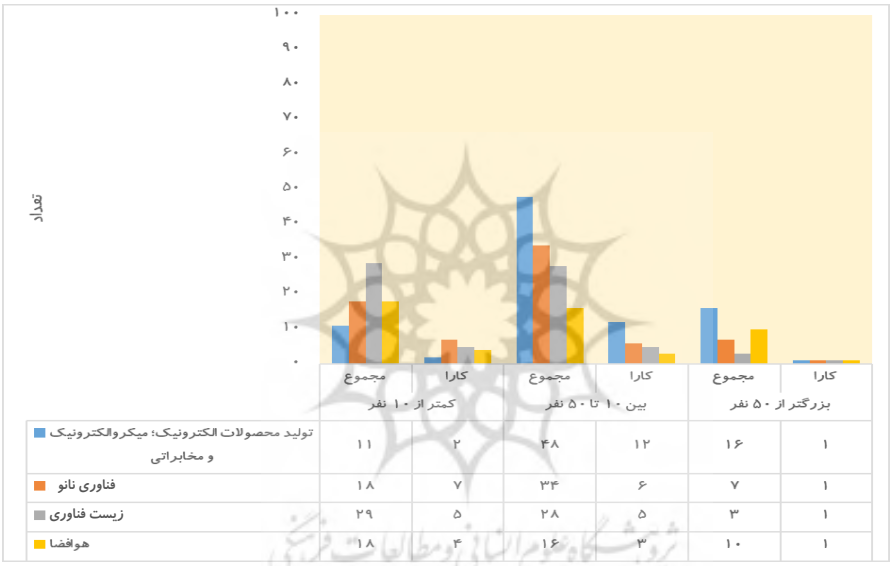
براساس شکل(۲) و با تقسیم تعداد شرکت‌های کارا بر کل شرکت‌های هر صنعت مشخص می‌گردد که ٪۲۳,۷۲ از شرکت‌های فناوری نانو، ٪۲۰ از شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، ٪۱۸,۳۳ از شرکت‌های حوزه زیست‌فناوری و ٪۱۸,۱۸ از شرکت‌های صنعت هوافضا کارا شده‌اند. همان‌طور که بیان شد در روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی نسبی به دست می‌آید به این صورت که در این روش، با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، مرزی متشکل از شرکت‌هایی با بهترین کارایی نسبی به دست می‌آید و این مرز، معیاری برای ارزیابی عملکرد و تدوین راهکارهایی به‌منظور بهبود عملکرد دیگر شرکت‌ها در نظر گرفته می‌شود.

نتایج مذکور نشان می‌دهند شرکت‌های چهار صنعت پیشرفته ایران از لحاظ کارایی نوآوری وضعیت چندان مناسبی ندارند بااین‌حال شرکت‌های صنعت فناوری نانو وضعیت بهتری نسبت به سه حوزه دیگر از حیث کارایی نوآوری داشته‌اند؛ هرچند اختلاف بین درصد شرکت‌های کارا چندان زیاد نیست. شکل (۳)، بر اساس اندازه شرکت، تعداد شرکت‌های کارا را نمایش می‌دهد و جدول (۳)، درصد شرکت‌های کارا به‌کل شرکت‌ها در هر گروه اندازه‌ای را نمایش می‌دهند.

طبق جدول (۳) مطالعه شرکت‌ها نشان می‌دهد که براساس اندازه، درصد شرکت‌های کارا در صنایع مختلف متفاوت است. در دو صنعت فناوری نانو و هوافضا روند مشابهی مشاهده می‌شود به این نحو که هر چه اندازه شرکت‌ها بزرگ‌تر می‌شود، درصد (نسبت) کمتری از آنان کارا هستند. حال‌آنکه در صنعت

جدول (۳): درصد شرکت‌های کارا به تفکیک اندازه در هریک از چهار صنعت پیشرفته منتخب

صنعت	کمتر از ۱۰ نفر	بین ۱۰ تا ۵۰ نفر	بزرگ‌تر از ۵۰ نفر
تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی	۱۸,۱۸٪	۲۵٪	۶,۲۵٪
فناوری نانو	۳۸,۸۹٪	۱۷,۶۵٪	۱۴,۲۹٪
زیست‌فناوری	۱۷,۲۴٪	۱۷,۸۶٪	۳۳,۳۳٪
هوافضا	۲۲,۲۲٪	۱۸,۷۵٪	۵,۵۶٪



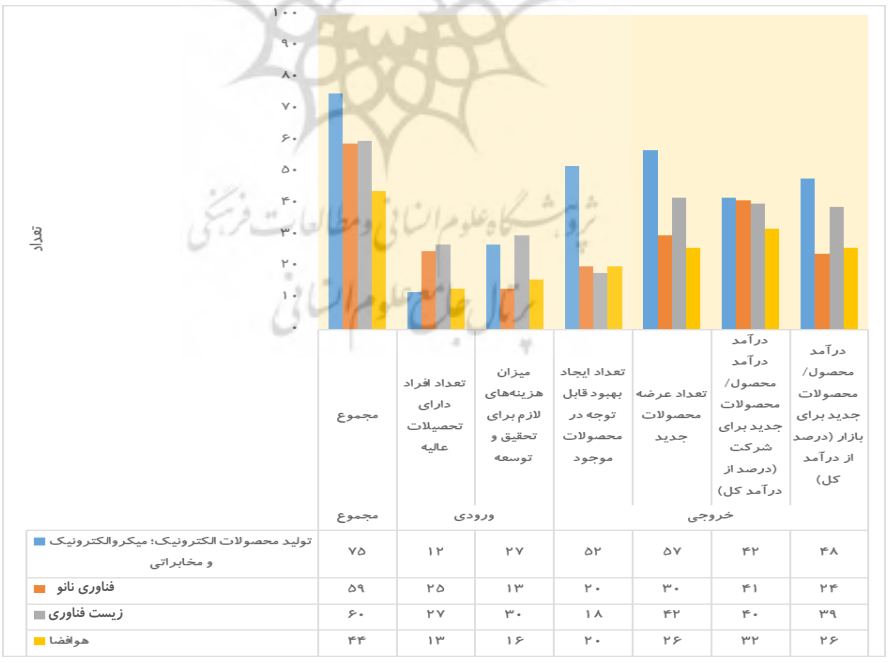
شکل (۳): تعداد شرکت‌های کارا به تفکیک اندازه در هریک از چهار صنعت پیشرفته منتخب

تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، درصد شرکت‌های کارای با اندازه بین ۱۰ تا ۵۰ نفر بیشتر از شرکت‌های با اندازه کمتر از ۱۰ نفر و شرکت‌های با اندازه بیشتر از ۵۰ نفر است. در صنعت زیست‌فناوری روندی کاملاً مخالف روند فناوری نانو و هوافضا دیده می‌شود به‌این‌ترتیب که هر چه گروه اندازه‌ای شرکت‌ها بزرگ‌تر می‌شود، درصد کارایی شرکت‌ها نیز افزایش می‌یابد.

باید توجه داشت که مدل جمعی عددی، کارایی را به دست نمی‌آورد و فقط تشخیص می‌دهد که واحد تحت ارزیابی کارا هست یا خیر. نحوه‌ی حرکت در مدل جمعی برای رسیدن به مرز کارایی به‌صورت غیرشعاعی و در راستای کاهش مؤلفه‌های ورودی و افزایش مؤلفه‌های خروجی است. همان‌طور که بیان شد، در ادبیات

موضوع، بین محققان مختلف پیرامون نوآور بودن شرکت‌ها با توجه به‌اندازه آن‌ها اختلاف‌نظر وجود دارد. بااین‌حال نتایج به‌دست‌آمده در مورد کارایی نوآوری در این پژوهش نشان می‌دهد که کارایی نوآوری صرفاً به‌اندازه شرکت مربوط نمی‌شود بلکه نوع صنعت نیز تأثیر جدی بر میزان کارایی شرکت‌ها با اندازه مشابه داشته است. حال‌آنکه اگر نوع صنعت اهمیت نداشت، باید روند مشابهی در هریک از چهار صنعت منتخب مشاهده می‌شد (مثلاً با افزایش اندازه شرکت‌ها کارایی آن‌ها بیشتر می‌شد)، ولی چنین نتیجه‌ای به دست نیامده و روندهای مختلفی در صنایع مختلف به‌دست‌آمده است.

در ادامه با استفاده از شکل (۴)، به تفکیک صنعت و شاخص‌های ورودی و خروجی، تعداد شرکت‌هایی که پیشنهاد بهبود دریافت کرده‌اند مشخص شد. علاوه بر این در جدول (۴) درصد شرکت‌هایی که در هر یک از صنایع پیشرفته منتخب، پیشنهاد بهبود برای دستیابی به مرز کارایی دریافت نمودند نمایش داده شده است. جدول (۴) نشان می‌دهد که تعداد شرکت‌های بیشتری در شاخص خروجی پیشنهاد افزایش داشته‌اند تا اینکه در شاخص‌های ورودی پیشنهاد کاهش دریافت نمایند. این موضوع در حوزه‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی و هوافضا کاملاً مشاهده شد زیرا درصد دریافت پیشنهاد افزایش شرکت‌ها در هریک از شاخص‌های خروجی بیشتر از پیشنهاد کاهش برای هر یک از شاخص‌های ورودی



	مجموع	ورودی		خروجی			
	مجموع	تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه	میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق و توسعه	تعداد ایجاد بهبود قابل توجه در محصولات موجود	تعداد عرضه محصولات جدید	درآمد درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)	درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)
تولید محصولات الکترونیک؛ میکروالکترونیک و مخابراتی	۷۵	۱۲	۲۷	۵۲	۵۷	۴۲	۴۸
فناوری نانو	۵۹	۲۵	۱۳	۲۰	۳۰	۴۱	۲۴
زیست فناوری	۶۰	۲۷	۳۰	۱۸	۴۲	۴۰	۳۹
هوافضا	۴۴	۱۳	۱۶	۲۰	۲۶	۳۲	۲۶

شکل (۴): تعداد شرکت‌های دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی

جدول (۴): درصد شرکت‌های دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی

صنعت	ورودی		خروجی			
	تعداد افراد دارای تحصیلات عالی	میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه	تعداد ایجاد بهبود قابل توجه در محصولات موجود	تعداد عرضه محصولات جدید	درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)	درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)
تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی	۱۶,۰۰٪	۳۶,۰۰٪	۶۹,۳۳٪	۷۶,۰۰٪	۵۶,۰۰٪	۶۴,۰۰٪
فناوری نانو	۴۲,۳۷٪	۲۲,۰۳٪	۳۳,۸۹٪	۵۰,۸۵٪	۶۹,۴۹٪	۴۰,۶۸٪
زیست‌فناوری	۴۵,۰۰٪	۵۰,۰۰٪	۳۰,۰۰٪	۷۰,۰۰٪	۶۶,۶۷٪	۶۵,۰۰٪
هوافضا	۲۹,۵۵٪	۳۶,۳۶٪	۴۵,۴۵٪	۵۹,۰۹٪	۷۲,۷۳٪	۵۹,۰۹٪

است. همچنین، اگر بیشترین و کمترین پیشنهاد تغییر در هریک از شاخص‌ها بین صنایع منتخب باهم مقایسه گردد مشاهده می‌شود که در شاخص تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه، ٪۴۵ از شرکت‌هایی زیست‌فناوری پیشنهاد کاهش دریافت نموده‌اند حال‌آنکه این مقدار برای شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی تنها ٪۱۶ است. علاوه بر این در دیگر شاخص ورودی، یعنی میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه ٪۵۰ از شرکت‌های صنعت زیست‌فناوری پیشنهاد کاهش دریافت نموده‌اند درحالی‌که حوزه فناوری نانو ٪۲۲,۰۳ از شرکت‌ها پیشنهاد کاهش دریافت نموده‌اند. در شاخص تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود ٪۶۹,۷۳ از شرکت‌های حوزه تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی پیشنهاد افزایش دریافت نموده‌اند حال‌آنکه این مقدار برای شرکت‌های زیست‌فناوری تنها ٪۳۰ است. در شاخص تعداد عرضه محصولات جدید نیز مجدداً شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی بیشترین نسبت پیشنهاد بهبود را دریافت کرده‌اند (٪۷۶) و شرکت‌های صنعت فناوری نانو با ٪۵۰,۸۵ قرار دارد. در شاخص درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل) شرکت‌های حوزه هوافضا بیشترین درصد پیشنهاد افزایش را داشته‌اند درحالی‌که شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی با ٪۵۶ کمترین پیشنهاد بهبود را دریافت نموده‌اند. در شاخص درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)، ٪۶۵ از شرکت‌های زیست‌فناوری و ٪۴۰,۶۸ از شرکت‌های فناوری نانو پیشنهاد

افزایش دریافت نموده‌اند و بدین ترتیب بیشترین و کمترین پیشنهاد بهبود را به خود اختصاص داده‌اند.
نکات به‌دست‌آمده از این نتایج به‌خوبی نشان‌دهنده آن است که شرکت‌های صنایع مختلف برای دستیابی به کارایی، نیازمند سیاست‌گذاری‌های نوآوری متفاوتی هستند و باید مقتضیات لازم هر صنعت در نظر گرفته شود. این موضوع بیشتر در شاخص‌های ورودی باید مدنظر قرار گیرد؛ زیرا با توجه به ماهیت متفاوت هر صنعت، تعداد نیروی انسانی و هزینه لازم برای تحقیق‌وتوسعه آن‌ها با مهم متفاوت است. این در حالی است که وضعیت شاخص‌های خروجی خصوصاً شاخص‌های مرتبط با درآمد شرکت‌ها، باید به‌صورت جدی‌تری بهبود یابد؛ سیاست‌هایی همچون تحریک تقاضا و انجام خریدهای دولتی هدفمند از صنایع پیشرفته کشور، می‌تواند به‌صورت جدی سبب بهبود درآمد شرکت‌ها و به‌تبع آن کارا شدن واحدهای تولید شود. حال با استفاده از جداول ذیل به تفکیک حوزه و اندازه به بررسی پیشنهادهای ارائه‌شده برای کارا شدن شرکت‌ها پرداخته می‌شود.

براساس جدول (۵) در هر سه گروه اندازه‌ای، درصد شرکت‌هایی که برای هریک از خروجی‌ها پیشنهاد بهبود دریافت نموده‌اند، بیشتر از شرکت‌هایی است که برای ورودی‌ها پیشنهاد بهبود دریافت کرده‌اند. علاوه بر این می‌توان مشاهده نمود در شاخص‌های تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه، میزان هزینه‌های انجام‌شده برای تحقیق‌وتوسعه، درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل) و درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)، شرکت‌های با اندازه بیشتر از ۵۰ نفر بیشترین پیشنهاد بهبود را دریافت نموده‌اند. در شاخص تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات جدید و تعداد عرضه محصولات جدید شرکت‌های با اندازه کمتر از ۱۰ نفر بیشترین پیشنهاد بهبود را دریافت نموده‌اند. این موضوع به‌خوبی نشان‌دهنده آن است که اندازه شرکت‌ها همچون نوع صنعت و حوزه فعالیت آن‌ها در مواردی که سبب ناکارایی آنان شده، مؤثر است. حال در جدول(۶)، تعداد و درصد شرکت‌های فناوری نانو دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول (۶) نشان می‌دهد که ٪۸۵,۷۱ از شرکت‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۵۰ نفر در شاخص تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه پیشنهاد کاهش دریافت نموده‌اند و از این حیث بیشتر از شرکت‌های دودسته اندازه‌ای دیگر پیشنهاد گرفته‌اند. علاوه بر این در شاخص‌های میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه، تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود، تعداد عرضه محصولات جدید و درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)، بیشترین درصد شرکت‌هایی که پیشنهاد بهبود دریافت نموده‌اند متعلق به شرکت‌های با اندازه ۱۰ تا ۵۰ نفر است. در شاخص درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل) بیشترین درصد مربوط به شرکت‌های با اندازه کمتر از ۱۰ نفر است. در جدول(۷) تعداد و درصد شرکت‌های زیست‌فناوری دریافت‌کننده پیشنهاد

جدول ۵: تعداد و درصد شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی

صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی		کمتر از ۱۰ نفر			بین ۱۰ تا ۵۰ نفر			بزرگ‌تر از ۵۰ نفر		
		تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد
ورودی	تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه	۱۱	۰	۰	۴۸	۵	۱۰,۴۲	۱۶	۷	۴۳,۵۷
	میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه	۱۱	۴	۳۶,۳۶	۴۸	۱۶	۳۳,۳۳	۱۶	۷	۴۳,۵۷
خروجی	تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود	۱۱	۸	۷۲,۳۷	۴۸	۳۳	۶۸,۷۵	۱۶	۱۱	۶۸,۷۵
	تعداد عرضه محصولات جدید	۱۱	۹	۸۱,۸۲	۴۸	۳۵	۷۲,۹۲	۱۶	۱۳	۸۱,۲۵
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)	۱۱	۷	۶۳,۶۴	۴۸	۲۴	۵۰	۱۶	۱۱	۶۸,۷۵
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)	۱۱	۸	۷۲,۷۳	۴۸	۲۸	۵۸,۳۳	۱۶	۱۲	۷۵

جدول (۶): تعداد و درصد شرکت‌های فناوری نانو دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی

فناوری نانو		کمتر از ۱۰ نفر			بین ۱۰ تا ۵۰ نفر			بزرگ‌تر از ۵۰ نفر		
		تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد
ورودی	تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه	۱۸	۷	۳۸,۸۹	۳۴	۱۲	۳۵,۲۹	۷	۶	۸۵,۷۱
	میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه	۱۸	۳	۱۶,۶۷	۳۴	۹	۲۶,۴۷	۷	۱	۱۴,۲۹
خروجی	تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود	۱۸	۶	۳۳,۳۳	۳۴	۱۴	۴۱,۱۸	۷	۰	۰,۰۰
	تعداد عرضه محصولات جدید	۱۸	۶	۳۳,۳۳	۳۴	۲۲	۶۴,۷۱	۷	۲	۲۸,۵۷
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)	۱۸	۱۱	۶۱,۱۱	۳۴	۲۵	۷۳,۵۳	۷	۵	۷۱,۴۳
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)	۱۸	۹	۵۰,۰۰	۳۴	۱۳	۳۸,۲۴	۷	۲	۲۸,۵۷

جدول (۷): تعداد و درصد شرکت‌های زیست‌فناوری دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی

زیست‌فناوری		کمتر از ۱۰ نفر			بین ۱۰ تا ۵۰ نفر			بزرگ‌تر از ۵۰ نفر		
		تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد
ورودی	تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه	۲۹	۱۲	۴۱,۳۸	۲۸	۱۳	۴۶,۴۳	۳	۲	۶۶,۶۷
	میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه	۲۹	۱۲	۴۱,۳۸	۲۸	۱۷	۶۰,۷۱	۳	۱	۳۳,۳۳
خروجی	تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود	۲۹	۱۰	۳۴,۴۸	۲۸	۷	۲۵	۳	۱	۳۳,۳۳
	تعداد عرضه محصولات جدید	۲۹	۲۲	۷۵,۸۶	۲۸	۱۸	۶۴,۲۹	۳	۲	۶۶,۶۷
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)	۲۹	۱۷	۵۸,۶۲	۲۸	۲۲	۷۸,۵۷	۳	۱	۳۳,۳۳
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)	۲۹	۱۶	۵۵,۱۷	۲۸	۲۱	۷۵	۳	۲	۶۶,۶۷

بهبود برای دستیابی به کارایی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول (۷) نشان می‌دهد در صنعت زیست‌فناوری، در شاخص تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه شرکت‌های بزرگ‌تر از ۵۰ نفر بیشترین میزان پیشنهاد بهبود را دریافت نموده‌اند. در شاخص‌های میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه، درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل) و درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل) شرکت‌های با اندازه بین ۱۰ تا ۵۰ نفر بیشترین پیشنهاد را دریافت نموده‌اند. در دو شاخص تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود و تعداد عرضه محصولات جدید نیز شرکت‌های با اندازه کوچک‌تر از ۱۰ بیشترین پیشنهاد افزایش را دریافت نموده‌اند. جدول (۸)، تعداد و درصد شرکت‌های هوافضا دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول (۸) نشان می‌دهد در شاخص تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه، تعداد عرضه محصولات جدید و درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل) شرکت‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۵۰ نفر بیشترین پیشنهاد تغییر را دریافت نموده‌اند. در شاخص میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه و درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)، شرکت‌های با اندازه ۱۰ تا ۵۰ نفر بیشترین درصد دریافت پیشنهاد بهبود را داشته‌اند. در شاخص خروجی تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود نیز شرکت‌های با اندازه کمتر از ۱۰ نفر بیشترین درصد را به خود اختصاص داده است. مشاهده وضعیت کارایی شرکت‌ها و تغییرات لازمی که آن‌ها باید در ورودی‌ها و خروجی‌ها خود اعمال نمایند به‌خوبی نشان‌دهنده آن است که اندازه و نوع صنعت شرکت نقش قابل‌توجهی در کارا شدن آن و همچنین دریافت پیشنهاد بهبود داشته است، بدین ترتیب باید هم‌اندازه و هم نوع صنعت شرکت‌ها برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری نوآوری موردتوجه قرار گیرد.

۶- جمع‌بندی

در این پژوهش، کارایی نوآوری چهار صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، فناوری نانو، زیست‌فناوری و هوافضا با استفاده از داده‌های نخستین پیمایش نوآوری ایران و به‌کارگیری مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. در این مقاله برای اولین بار از روش جمعی تحلیل پوششی داده‌ها برای بررسی کارایی شرکت‌های چهار صنعت منتخب کشور استفاده‌شده است. پیش‌ازاین در ادبیات بین‌المللی از مدل‌های دیگر تحلیل پوششی داده‌ها استفاده‌شده

جدول (۸): تعداد و درصد شرکت‌های هوافضا دریافت‌کننده پیشنهاد بهبود برای دستیابی به کارایی

هوافضا		کمتر از ۱۰ نفر			بین ۱۰ تا ۵۰ نفر			بزرگ‌تر از ۵۰ نفر		
		تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد	تعداد کل شرکت‌ها	شرکت‌های دریافت کننده پیشنهاد بهبود	درصد
ورودی	تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه	۱۸	۰	۰	۱۶	۶	۳۷,۵۰	۱۰	۷	۷۰
	میزان هزینه‌های لازم برای تحقیق‌وتوسعه	۱۸	۲	۱۱,۱۱	۱۶	۹	۵۶,۲۵	۱۰	۵	۵۰
خروجی	تعداد ایجاد بهبود قابل‌توجه در محصولات موجود	۱۸	۸	۴۴,۴۴	۱۶	۷	۴۳,۷۵	۱۰	۵	۵۰
	تعداد عرضه محصولات جدید	۱۸	۱۰	۵۵,۵۶	۱۶	۹	۵۶,۲۵	۱۰	۷	۷۰
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای شرکت (درصد از درآمد کل)	۱۸	۱۳	۷۲,۲۲	۱۶	۱۰	۶۲,۵	۱۰	۹	۹۰
	درآمد محصول/ محصولات جدید برای بازار (درصد از درآمد کل)	۱۸	۱۱	۶۱,۱۱	۱۶	۱۰	۶۲,۵	۱۰	۵	۵۰

است؛ بااین‌حال تاکنون از روش جمعی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده‌نگردیده است. ویژگی بارز این روش این است که در واحدهای ناکارا برای هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها در صورت نیاز پیشنهاد بهبود ارائه می‌کند تا به کارایی دست یابند. درواقع پیشنهادها توسط خود مدل ارائه شده است به این نحو که کد مدل ابتدا در نرم‌افزار گمز واردشده و سپس ورودی‌ها و خروجی‌ها پس از نرمال کردن داده‌ها وارد آن شده‌اند. در نهایت مدل به‌عنوان خروجی نهایی پیشنهادهای خود را در مورد هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها ارائه می‌کند. درصورتی‌که واحدی در هیچ‌کدام از ورودی‌ها و خروجی‌های خود پیشنهاد بهبود دریافت نکند، آنگاه باید عنوان داشت که آن واحد کارا شده است. علاوه بر این نوآوری دیگر این پژوهش، استفاده از داده‌های پیمایش نوآوری در ایران برای اولین بار و تحلیل داده‌ها به‌منظور سنجش کارایی نوآوری شرکت‌ها است که نخستین بار برای ایران انجام می‌پذیرد.

مشاهده نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که نسبت قابل‌توجهی از شرکت‌های صنایع پیشرفته کشور از حیث نوآوری کارا نیستند. بیشترین نرخ کارایی مربوط به شرکت‌های صنعت فناوری نانو با ٪۲۳,۲۷ است. حال‌آنکه ٪۲۰ از شرکت‌های تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، ٪۱۸,۳۳ از شرکت‌های حوزه زیست‌فناوری و٪۱۸,۱۸ از شرکت‌های صنعت هوافضا کارا شده‌اند. همچنین علاوه بر نوع صنعت شرکت‌ها، اندازه آن‌ها نیز تأثیر جدی در کارا بودن یا کارا نبودن شرکت‌ها داشته است بدین ترتیب که در صنایع فناوری نانو و هوافضا هر چه اندازه شرکت‌ها بزرگ‌تر می‌شود، درصد (نسبت) کمتری از آنان کارا هستند. حال‌آنکه در صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی، درصد شرکت‌های کارای با اندازه بین ۱۰ تا ۵۰ نفر بیشتر از شرکت‌های با اندازه کمتر از ۱۰ نفر و شرکت‌های با اندازه بیشتر از ۵۰ نفر است. در صنعت زیست‌فناوری نیز روندی کاملاً متفاوت با روند فناوری نانو و هوافضا دیده می‌شود به‌این‌ترتیب که هر چه اندازه شرکت‌ها بزرگ‌تر می‌شود، درصد کارایی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد.

نکته قابل‌توجه دیگری که می‌توان بدان اشاره نمود این است که در هر یک از چهار صنعت منتخب، درصد شرکت‌های با اندازه ۱۰ تا ۵۰ نفر، در شاخص‌های بیشتری به‌عنوان دریافت‌کننده بیشترین درصد پیشنهاد بهبود شناخته‌شده‌اند. همچنین تنها در دو صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی و هوافضا و در شاخص تعداد افراد دارای تحصیلات عالیه نیاز به کاهش احساس نشده و وضعیت تمام شرکت‌ها بهینه بوده است.

علاوه بر این در دو صنعت تولید محصولات الکترونیک، میکروالکترونیک و مخابراتی و هوافضا، درصد شرکت‌هایی که در هر یک از شاخص‌های خروجی پیشنهاد بهبود دریافت نموده بودند، بیشتر از

شرکت‌هایی است که در شاخص‌های ورودی پیشنهاد بهبود دریافت کردند.

روی‌هم‌رفته می‌توان نتایج حاصل از این پژوهش را این‌گونه جمع‌بندی نمود که نرخ کارایی نوآوری شرکت‌های چهار صنعت پیشرفته کشور نسبتاً پایین است و افزون بر آن اندازه و نوع صنعت تأثیر جدی بر میزان کارایی شرکت‌ها و پیشنهادهای دریافت شده آن‌ها برای بهبود کارایی داشته است. این موضوع نشان‌دهنده آن است که برای سیاست‌گذاری نوآوری صنایع مختلف باید تفاوت قائل شد زیرا شرکت‌های هریک از صنایع برای رسیدن به کارایی در نوآوری نیازمند ملزومات و ابزارهای خاصی هستند. بااین‌حال به نظر می‌رسد در بحث خروجی‌های نوآوری درصد قابل‌توجهی از شرکت‌ها نیاز به سیاست‌گذاری مؤثر دارند تا بتوانند ضمن ارائه محصولات جدید برای شرکت خود و بازار، درصد درآمد خود از نوآوری را افزایش دهند.

۷-تقدیر و تشکر

در اینجا لازم است تا از معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری به دلیل در اختیار گذاشتن بانک اطلاعاتی نتایج حاصل از پیمایش نوآوری برای تحقیقات محققان، تقدیر و تشکر نماییم.

۸- مراجع

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 & Sustainable Development,* 9(3)**,** pp. 195-212.

Adam, F. 2014. *Measuring national innovation performance: the Innovation Union Scoreboard revisited*, Springer.

Afzal, M. N. I. 2014. An empirical investigation of the National Innovation System (NIS) using Data Envelopment Analysis (DEA) and the TOBIT model. *International Review of Applied Economics,* 28(4)**,** pp. 507-523.

Arundel, A. Innovation scoreboards: Promises, pitfalls and policy applications. Conference of Innovation and Enterprise Creation: Statistics and Indicators, 2001.

Cai, Y. 2011. Factors affecting the efficiency of the BRICSs' national innovation systems: A comparative study based on DEA and Panel Data Analysis. *Economics Discussion paper*.

Cook, W. D. & Seiford, L. M. 2009. Data envelopment analysis (DEA)–Thirty years on. *European journal of operational research,* 192(1), pp. 1-17.

Cruz-cazares, C., Bayona-Saez, C. & Garcia-Marco, T. 2013. You can't manage right what you can't measure well: Technological innovation efficiency. *Research Policy,* 42(6-7)**,** pp. 1239-1250

Diaz-Balteiro, L., Herruzo, A. C., Martinez, M. & Gonzalez-Pachon, J. 2006. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry. *Forest Policy and Economics,* 8(7)**,** pp. 762-773.

Dzemydaite, G., Dzemyda, I. & Galiniene, B. 2016. The efficiency of regional innovation systems in new member states of the European Union: a nonparametric DEA approach. *Economics and business,* 28(1)**,** pp. 83-89.

EARL, L. 2006. *National innovation, indicators and policy,* Edward Elgar Publishing.

Feng, F., Wang, B., Zou, Y. & Du, Y. 2013. A New Internet DEA Structure: Measurementof Chinese R&D Innovation Efficiency in High Technology Industry. *International Journal of Business and Management,* 8(21)**,** p. 32.

Guan, J. & Chen, K. 2012. Modeling the relative efficiency of national innovation systems. *Research policy,* 41(1)**,** pp. 102-115.

Hsu, Y. 2011. Cross national comparison of innovation efficiency and policy application. *African Journal of Business Management,* 5(4)**,** pp. 1378-1387.

Junwen 2016. A Research on the Evaluation of the Operating Efficiency and Innovation Efficiency of China's Development Zones Based on Panel Data .*Canadian Social Science,* 12, pp. 13-19.

Mogha, S. K., Yadav, S. P. & Singh, S. 2015. Slack based measure of efficiencies of public sector hospitals in Uttarakhand (India). *Benchmarking: An International Journal,* 22(7), pp. 1229-1246.

Revilla, E., Sarkis, J. & Modrego, A. 2003. Evaluating performance of public–private research collaborations: A DEA analysis. *Journal of the Operational Research Society,* 54(2)**,** pp. 165-174.

Xu, X. & QI, L. 2015. Evaluation Research of Innovation Efficiency of the Equipment Manufacturing Industry Based On Super Efficiency DEA and Malmquist Index. *International Journal of Hybrid Information Technology,* 8(4), pp. 27-34.

دانش کهن، ح. الیاسی، م. پیله‌وری، ن. و طباطبایی بافقی، س. م.، ۱۳۹۴. بررسی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت نوآوری در صنعت پهپاد ایران .مدیریت نوآوری (۴)۴، صص. ۱۰۷-۱۳۰.

رحیمی راد، ز. یحیی زاده فر، م. میرعمادی، ط. و مدهوشی، م.، ۱۳۹۶. تحلیل نظام نوآوری فناورانه سیستم‌های خورشیدی فتوولتاییک در ایران. مدیریت نوآوری، (۴)۶، صص ۱-۲۸.

پاکزادبناب، ب. طباطباییان، س.ح.، ۱۳۸۵. بررسی سیستم‌های سنجش نوآوری و ارائه چارچوبی برای سنجش نوآوری در ایران. پژوهش‌های مدیریت در ایران، (۱)۱۰، صص. ۱۶۱-۱۹۰.

مهرگان، م.، ۱۳۹۱. تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها .نشر کتاب دانشگاه، صص. ۹۹-۱۲۰
میرغفوری، س.ح. شفیعی‌رودپشتی، م. ندافی، غ.، ۱۳۹۰. مقایسه و رتبه‌بندی عملکرد مالی شرکت‌های مخابرات استانی با رویکرد مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها و روش کارایی متقاطع. فرآیند مدیریت و توسعه، (۲)۲۴، صص.۱۰۳-۱۲۸.

1. Cheng
2. Charnes
3. GAMS

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی