

ارزیابی تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران کاربردی از راهکار تحلیل ممیزی

محمد علی فیض پور

استادیار دانشگاه یزد

feizpour@yazd.ac.ir

معصومه اله یاری

کارشناس ارشد دانشگاه یزد (نویسنده مسئول)

Allahyari_masoomeh@yahoo.com

علیرضا ناصر صدر آبادی

استادیار دانشگاه یزد

alireza_naser@yazd.ac.ir

در ادبیات اقتصادی و مدیریتی معیارهای متعددی برای تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها و نیز صنایع تولیدی ارائه شده است. در این میان، شدت R&D به‌عنوان معیار نسبی پذیرفته شده برای بیان سطح تکنولوژی به کار می‌رود، اما شواهد موجود نشان می‌دهد که این معیار در مورد صنایع تولیدی ایران که R&D سهم بسیار اندکی در داده‌های آنها دارد، از قابلیت و کارایی چندانی برخوردار نیست. بر این اساس، این مقاله می‌کوشد تا با ارائه شاخصی متفاوت سطح تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران را تعیین نماید. این شاخص با تلفیق دو معیار سهم انرژی‌های پاک از کل مصرف انرژی بنگاه و نیز فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه آن تعریف شده است. برای تبیین انرژی پاک مصرفی توسط بنگاه از سهم انرژی مصرفی برق و گاز از کل انرژی استفاده گردیده و اندازه بهینه صنعت نیز با روش کومانور-ویلسون و معیار ارزش تولیدات سنجیده شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد استفاده از شاخص معرفی شده طبقه‌بندی بنگاه‌های تولیدی، ایران را در سطوح مختلف تکنولوژی به‌طور واقعی‌تری به تصویر کشیده است.

طبقه‌بندی JEL : Q16, O3, L60.

واژه‌های کلیدی: اندازه بهینه، انرژی‌های پاک، سطح تکنولوژی، صنایع تولیدی ایران، R&D.



۱. مقدمه

در میان عوامل و شرایط متفاوت مؤثر بر تولید، تکنولوژی از جمله عواملی است که در مطالعات تجربی کم‌تر مورد توجه واقع شده و این در حالی است که امروزه تکنولوژی و سطح به‌کارگیری آن در صنایع تولیدی از جمله عوامل مهم در رسیدن به تولید بهینه به‌شمار می‌آید. اگرچه عوامل بسیار مهم دیگری نیز در موفقیت تولید کنندگان تأثیرگذار می‌باشد، اما مطالعات موجود نشان داده است که سطح تکنولوژی مورد استفاده در صنایع تولیدی نقش به‌سزایی در نحوه تولید و میزان تولید آنها داشته است. به عبارتی دیگر، به‌کارگیری تکنولوژی در مسیر تولید، موجب افزایش اندازه بنگاه‌ها شده و بدین ترتیب میزان تولید آنها افزایش می‌یابد. با این وجود، آنچه در این زمینه بسیار پراهمیت تلقی می‌گردد، نحوه تعیین سطوح مختلف تکنولوژی در بنگاه‌ها و صنایع تولیدی است و این نیز بدان دلیل است که روش‌ها و معیارهای مختلفی جهت تعیین سطح تکنولوژی در ادبیات این حوزه ارائه شده است. معیارهای شدت R&D، سطوح مهارتی و سطوح آموزشی کارکنان برای تعیین میزان تکنولوژی در سطح بنگاه‌ها و هم‌چنین معیارهای معرفی شده توسط UNIDO^۱ و OECD^۲ در سطح صنعت از جمله این معیارها است. با این وجود شواهد موجود نشان‌دهنده آن است که معیارهای مذکور با ویژگی‌های صنایع تولیدی ایران سنخیت چندانی نداشته و در نتیجه چنین تقسیم‌بندی‌هایی نمی‌تواند تصویری واقعی از سطوح تکنولوژی بنگاه و صنعت را برای صنایع تولیدی ایران ارائه نماید. بر این اساس این مقاله کوشیده است تا با ارائه معیارها و در نتیجه شاخصی برای تعیین سطح تکنولوژی بازتعریفی از سطوح تکنولوژی در این دو سطح ارائه نموده و در این راستا مطالب این مقاله در هفت بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه، در بخش دوم تعاریف

1. United Nations Industrial Development Organization

2. Organization of Economic Cooperation and Development

تکنولوژی و روش‌های تعیین آن ارائه شده است. در بخش سوم متغیرهای به کار گرفته شده در این پژوهش معرفی گردیده و بخش چهارم شامل داده‌ها و توصیف آنها است. در بخش پنجم روش تحقیق به کار گرفته شده در این مطالعه معرفی شده و بخش ششم به بیان یافته‌های این پژوهش پرداخته است. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و ارائه سیاست‌های پیشنهادی موضوع بخش پایانی است.

۲. تکنولوژی و روش‌های تعیین آن

از آن جایی که در حوزه ادبیات اقتصادی واژه تکنولوژی دارای مفهوم گسترده‌ای است، تعاریف متعددی برای آن ارائه شده است. در میان این تعاریف، شاید بتوان تعریف پورتر (۱۹۹۸) را تعریفی کامل‌تر تلقی نمود. وی تکنولوژی را مجموعه‌ای از دانش، محصولات، فرآیندها، ابزارها، روش‌ها، ساختارها و سیستم‌هایی می‌داند که در ایجاد ارزش افزوده در یک سیستم به کار گرفته می‌شود. هم‌چنین از نظر UNIDO تکنولوژی، دانش و مهارت لازم برای تولید کالا و خدماتی است که حاصل قدرت تفکر و شناخت انسان و ترکیب قوانین موجود در طبیعت است (فیض‌پور و رضایی، ۱۳۹۱). با توجه به اطللس تکنولوژی، تکنولوژی عامل تبدیل‌کننده منابع طبیعی، زمین، سرمایه و نیروی انسانی به کالاهای ساخته شده می‌باشد، بنابراین تکنولوژی، ترکیب پیچیده‌ای از چهار عنصر سخت‌افزار و ماشین‌آلات، دانش فنی یا ابزار اطلاعات، توانایی‌های انسانی تکنولوژی و سازماندهی و مدیریت تعریف شده است (رحمانی و علیزاده، ۱۳۸۶). علاوه بر تعاریف متعدد، طبقه‌بندی بنگاه‌ها و صنایع تولیدی برحسب سطح تکنولوژی نیز در ادبیات این حوزه به روش‌های مختلفی انجام شده است که شاخص‌های شدت R&D، سطوح مهارتی و آموزشی و هم‌چنین معیارهای ارائه شده توسط UNIDO و OECD را می‌توان از مهم‌ترین آنها تلقی نمود. از آن‌جا که هدف اصلی این مقاله مطالعه تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها می‌باشد، با صرف نظر از طبقه‌بندی صنایع تولیدی به

سطوح مختلف تکنولوژی، به بررسی و ارزیابی روش‌های شدت R&D، سطوح مهارتی و آموزشی پرداخته خواهد شد.

شدت R&D شاخصی است که در بسیاری از مطالعات خارجی به‌عنوان معیاری مناسب برای طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی به کار گرفته شده است. این در حالی است که شدت R&D به دو روش مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌گردد، به این صورت که روش مستقیم از نسبت مخارج R&D به ارزش تولید، ارزش افزوده و یا میزان فروش به‌دست می‌آید و روش غیرمستقیم آن از طریق ماتریس جریان تکنولوژی و روش معکوس لئونتیف محاسبه می‌شود (هاتزیچ‌رونوگلو، ۱۹۹۷). در این پژوهش روش مستقیم شدت R&D مورد مطالعه قرار گرفته است و بر این اساس، بنگاه‌هایی که سهم R&D آنها کم‌تر از یک درصد، یک تا چهار درصد و بیش از چهار درصد باشد، به ترتیب در سطوح تکنولوژی پایین (LT)^۱، متوسط (MT)^۲ و بالا (HT)^۳ طبقه‌بندی خواهند شد (فیض‌پور و رضایی، ۱۳۹۱).

سطوح مهارتی کارکنان: یکی از شاخص‌های مناسب برای طبقه‌بندی بنگاه‌های تولیدی بر حسب سطح تکنولوژی می‌باشد. سطح مهارت کارکنان یا کیفیت نیروی انسانی از نسبت تعداد مهندسين و تکنسین‌ها به تعداد کل شاغلان یک بنگاه به‌دست می‌آید. براین اساس و در این مطالعه، در صورتی که بنگاه‌ها دارای سطح مهارت کمتر از ۱۵ درصد، ۱۵ تا ۲۰ درصد و بیش‌تر از ۲۰ درصد باشند به ترتیب با سطوح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا شناخته شده‌اند (فیض‌پور و دیگران، ۱۳۹۱).

سطوح آموزشی کارکنان تولیدی: از دیگر معیارهای مناسب جهت بررسی سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌باشد. در گزارش OECD (۲۰۱۳)

1 . Low Technology

2 . Medium Technology

3 . High Technology

تعریف دیگری از مهارت و یا اندازه‌گیری آن بر اساس ۹۷ ISCED ارائه شده است که سطح مهارت را به سه دسته پایین (تحصیلات کم‌تر از متوسطه یا دبیرستان)، متوسط (دارای آموزش متوسطه) و بالا (آموزش عالی) تقسیم نموده است. هم‌چنین، در گزارش UNIDO (۲۰۱۳) از سطح آموزش به‌عنوان معیاری جهت طبقه‌بندی صنایع و بنگاه‌های تولیدی به سطوح مختلف تکنولوژی استفاده شده است. در این مطالعه شاخص سطوح آموزشی از نسبت تعداد کارکنان دارای تحصیلات عالی به تعداد کل کارکنان تولیدی تعریف و محاسبه گردیده است و نحوه طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی با استفاده از این معیار، همانند معیار سطوح مهارتی می‌باشد.

با توجه به مطالب ذکر شده، برای تعیین سطح تکنولوژی در سطوح بنگاه و صنعت، معیار و روش واحدی وجود نداشته و معیارها و روش‌های مذکور متناسب با سطح توسعه اقتصادی و بخش مورد نظر از یکدیگر متمایز است. این در حالی است که در عمده مطالعات انجام شده در ایران از معیارهای معرفی شده در سایر کشورها با ویژگی‌های مختص خود استفاده گردیده و به نظر می‌رسد این معیارها نتواند سطح تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران را به‌خوبی تبیین نماید. موضوعی که این مطالعه بر اساس آن و در راستای بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران طراحی شده است.

۳. معرفی متغیرهای پژوهش

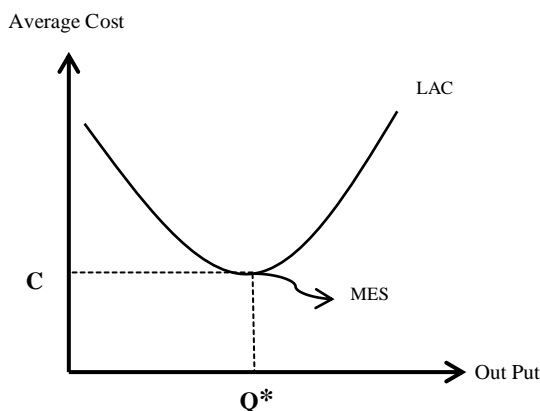
از آن‌جا که هدف اصلی این مقاله ارائه شاخصی جدید جهت بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران می‌باشد، متغیرهای سطوح مهارتی کارکنان، فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه و سهم انرژی‌های پاک (برق و گاز و یا برق) از کل مصرف انرژی بنگاه در این

پژوهش مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این بخش به توضیح متغیرهای فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه و انرژی‌های پاک پرداخته خواهد شد.

فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه: اندازه بهینه تولید (MES)^۱ از جمله مباحث پراهمیت در حوزه ادبیات اقتصادی بوده و طبق مبانی تئوریک تولید در اندازه بهینه یکی از مهم‌ترین اهداف تولیدکنندگان تلقی می‌گردد. تعاریف متعددی در این زمینه توسط محققین صورت گرفته است، به‌عنوان مثال صرفه‌های ناشی از مقیاس رابطه میان اندازه بنگاه و هزینه‌های تولید آن می‌باشد، این رابطه به‌گونه‌ای است که تولید در حداقل منحنی هزینه متوسط انجام می‌گیرد (استیگر، ۱۹۵۸). بدین ترتیب و مطابق شکل شماره ۱ صرفه‌های ناشی از مقیاس که در قسمت نزولی منحنی هزینه متوسط بلندمدت (LAC)^۲ وجود دارد را می‌توان یکی از ویژگی‌های تولید در اندازه بهینه دانست. در شکل مذکور اندازه بهینه تولید در حداقل LAC می‌باشد و اگر بنگاه در هر میزانی کم‌تر از Q^* تولید نماید با ظرفیت‌های رها شده مواجه خواهد شد (داودی، ۱۳۸۹). اما از آن‌جا که انتظار می‌رود هرچه بنگاه‌ها دارای سطح تکنولوژی بالاتری باشند در فواصل نزدیک‌تری به اندازه بهینه فعالیت نموده و در نتیجه با ظرفیت‌های رها شده کم‌تری مواجه شوند، از این‌رو فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه به‌عنوان یکی از متغیرها جهت بازتعریف سطح تکنولوژی در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است.

1 . Minimum Efficient Scales

2 . Long- Run Average Cost



نمودار ۱. منحنی هزینه متوسط بلندمدت

انرژی‌های پاک: حامل‌های انرژی^۱ اصطلاحی است که دربردارنده مفاهیم سوخت، حرارت و توان می‌باشد. در تعریف ارائه شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی، سوخت به هر ماده‌ای که به‌عنوان منبع حرارت یا انرژی قابلیت احتراق داشته باشد اطلاق می‌گردد. حرارت نیز از فرآیند احتراق که طی آن کربن و هیدروژن موجود در ماده سوختی با اکسیژن ترکیب شده و موجب آزاد شدن حرارت می‌شود، به‌دست می‌آید. حامل‌های انرژی یا مستقیماً از منابع طبیعی استخراج می‌شوند (نظیر نفت خام، زغال سنگ و گاز طبیعی که به آن انرژی اولیه گفته می‌شود) و یا از حامل‌های اولیه تولید شده که حامل‌های ثانویه نامیده می‌شوند (نظیر فرآورده‌های نفتی حاصل از نفت خام، کک کوره‌های کک‌سازی حاصل از زغال‌سنگ، کک شو و ...) (OECD, 2005). لازم به یادآوری است که در این پژوهش برق و گاز (طبیعی و مایع) به‌عنوان انرژی پاک در نظر گرفته شده و انتظار بر آن است تا بنگاه‌هایی با سطح تکنولوژی بالاتر از انرژی پاک بیش‌تری استفاده نمایند. بر این اساس، سهم انرژی‌های پاک از

1. Energy Commodities

کل مصرف انرژی بنگاه از دیگر متغیرهایی است که جهت بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

۴. داده‌ها، روش جمع‌آوری و توصیف آن

در این مقاله برای مطالعه و بررسی سطح تکنولوژی بنگاه از داده‌های جمع‌آوری شده توسط مرکز آمار ایران در سطح کدهای چهار رقمی^۱ ISIC و در مقاطع زمانی سال‌های اول برنامه دوم، سوم و چهارم توسعه (۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴) استفاده شده است.^۲ برای سال ۱۳۷۴ حدود ۱۱۰۲۵ بنگاه از نظر شدت R&D، سطوح مهارتی، سطوح آموزشی، سهم انرژی‌های پاک از کل مصرف انرژی بنگاه و فاصله تولید از اندازه بهینه مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. این تعداد برای سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ به ترتیب ۱۰۰۲۷ و ۱۵۰۵۸ بنگاه است. بر این اساس، وضعیت سطوح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران در هریک از سال‌های مورد مطالعه با استفاده از سه معیار شدت R&D، سطوح مهارتی و سطوح آموزشی کارکنان تولیدی در جدول ۱ و نمودار شماره ۱ قابل مشاهده می‌باشد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود درصد بسیار بالایی از بنگاه‌های تولیدی در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ با استفاده از سه شاخص شدت R&D، سطوح مهارتی و آموزشی کارکنان دارای سطح تکنولوژی پایین بوده و تنها درصد اندکی از آنها دارای سطوح تکنولوژی متوسط و بالا می‌باشند. این در حالی است که با استفاده از شاخص شدت R&D بیش از ۹۵ درصد بنگاه‌ها در سطح تکنولوژی پایین تمرکز یافته و از این

1. International Standard Industrial Classification

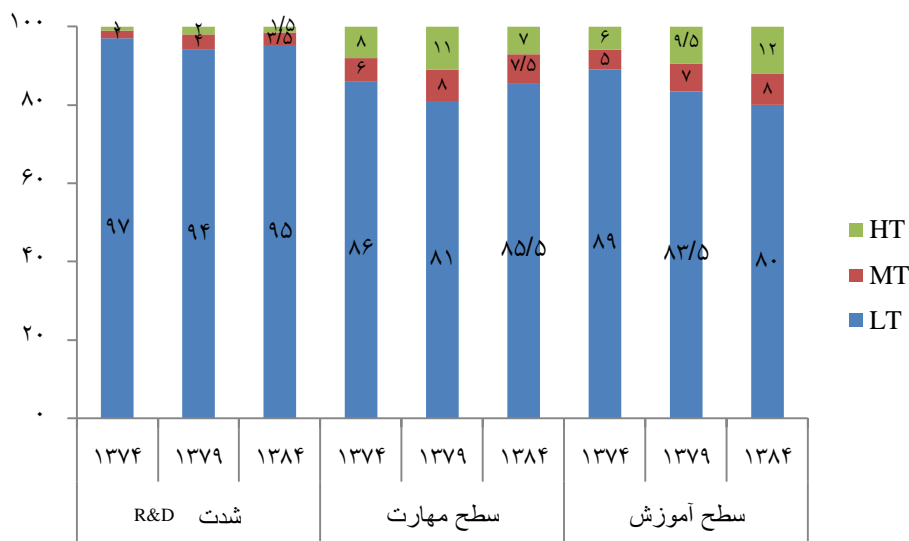
۲. این مقاله با هدف بررسی سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران تدوین یافته است، ضمن این که تکنولوژی، متغیری است که برای نشان دادن تأثیر خود نیاز به زمان داشته و با گذشت زمان می‌توان تأثیر تکنولوژی را مورد بررسی قرار داد. بنابراین سال‌های اول هر یک از برنامه‌های چهار ساله دوم، سوم و چهارم مورد بررسی قرار گرفته تا فرصت کافی برای تأثیرگذاری تکنولوژی بر روی اندازه بهینه بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران وجود داشته باشد.

رو به نظر می‌رسد این شاخص نتواند سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران را به خوبی منعکس نماید. با توجه به نتایج جدول ۲ و سطح معنی‌داری آن، تفاوت معنی‌داری میان میانگین سه سطح تکنولوژی ۱، ۲ و ۳ (که به ترتیب بیانگر سطح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا می‌باشند) وجود دارد و هم‌چنین مطابق نتایج جدول ۳ و سطح معنی‌داری، میانگین هر سطح تکنولوژی تفاوت معنی‌داری با میانگین دو سطح دیگر دارد. بدین ترتیب، فرضیه صفر مبنی بر برابری میانگین سطوح مختلف تکنولوژی پذیرفته نشده است و از این رو می‌توان گفت معیار شدت R&D برای تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها مناسب می‌باشد. اما از آنجایی که بیش از ۹۵ درصد بنگاه‌های تولیدی ایران توسط این شاخص در سطح تکنولوژی پایین قرار می‌گیرند، شاخص مذکور نمی‌تواند سطح تکنولوژی بنگاه‌های ایران را به خوبی به تصویر بکشد. این موضوع برای شاخص‌های سطوح مهارتی و آموزشی کارکنان تولیدی نیز که بیش از ۸۰ درصد بنگاه‌ها را در سطح تکنولوژی پایین طبقه‌بندی نموده‌اند، مصداق داشته است. با چنین نگرشی، این مقاله کوشیده است با تلفیق دو معیار فاصله تا اندازه بهینه و شدت استفاده از انرژی‌های پاک بازتعریفی از سطح تکنولوژی در سطح بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران ارائه نماید.

جدول ۱. نتایج تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌های فعال در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴

شاخص تکنولوژی	روش شدت R&D			روش سطح مهارت کارکنان تولیدی			روش سطح آموزش کارکنان تولیدی			سال			
	جمع	HT	MT	جمع	HT	MT	جمع	HT	MT				
	۱۰۰	۱	۲	۹۷	۱۰۰	۸	۶	۸۶	۱۰۰	۶	۵	۸۹	۱۳۷۴
	۱۰۰	۲	۴	۹۴	۱۰۰	۱۱	۸	۸۱	۱۰۰	۹/۵	۷	۸۳/۵	۱۳۷۹
	۱۰۰	۱/۵	۳/۵	۹۵	۱۰۰	۷	۷/۵	۸۵/۵	۱۰۰	۱۲	۸	۸۰	۱۳۸۴

مأخذ: نتایج تحقیق.



نمودار ۱. نتایج تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌های فعال در سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴

جدول ۲. آزمون برابری میانگین سطوح مختلف تکنولوژی (معیار شدت R&D)

سطح معنی‌داری	آماره F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	سطح
۰/۰۰۰	۳۲۲۶/۸۳۷	۷۵۲۲/۳۲	۲	۱۵۰۴۴/۶۴	بین‌گروهی
		۲۳۳۱	۱۱۰۲۲	۲۵۶۹۴/۲۰۲	درون‌گروهی
			۱۱۰۲۴	۴۰۷۳۸/۸۴۲	کل

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۳. نتایج آزمون مقایسه میانگین میان سه سطح تکنولوژی

سطح تکنولوژی (I)	سطح تکنولوژی (J)	میانگین انحراف (I-J)	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری	سطح اطمینان ۹۵ درصد	
					کران بالا	کران پایین
۱	۲	-۱/۹۴۴۹۳*	۰/۰۹۶۹۳	۰/۰۰۰	-۲/۱۷۲۱	-۱/۷۱۷۷
	۳	-۱۲/۷۵۶۸۵*	۰/۱۶۳۴۳	۰/۰۰۰	-۱۳/۱۳۹۹	-۱۲/۳۷۳۸
۲	۱	۱/۹۴۴۹۳*	۰/۰۹۶۹۳	۰/۰۰۰	۱/۷۱۷۷	۲/۱۷۲۱
	۳	-۱۰/۸۱۱۹۲*	۰/۱۸۸۸۶	۰/۰۰۰	-۱۱/۲۵۴۶	-۱۰/۳۶۹۲
۳	۱	۱۲/۷۵۶۸۵*	۰/۱۶۳۴۳	۰/۰۰۰	۱۲/۳۷۳۸	۱۳/۱۳۹۹
	۲	۱۰/۸۱۱۹۲*	۰/۱۸۸۸۶	۰/۰۰۰	۱۰/۳۶۹۲	۱۱/۲۵۴۶

مأخذ: نتایج تحقیق.

۵. روش تحقیق

اگرچه معیار شدت R&D در مطالعات متعددی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها جهت تعیین سطح تکنولوژی بنگاه قلمداد شده، اما با توجه به شرایط اقتصاد ایران به نظر می‌رسد این معیار در مورد بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران به‌تنهایی نمی‌تواند طبقه‌بندی مناسبی از سطح

تکنولوژی ارائه نماید. از این رو، در این مقاله سعی بر این است که با تعریف شاخصی مناسب، طبقه‌بندی بهتری از سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران ارائه شود و برای رسیدن به این هدف از روش تحلیل ممیزی استفاده شده است.

تحلیل ممیزی^۱ (تشخیصی) برای طبقه‌بندی نمونه‌ها بر اساس مقادیر (کدهای) یک متغیر اسمی دو یا چند وجهی به کار می‌رود. در واقع در مواردی که متغیر وابسته اسمی و متغیرهای مستقل کمی باشند، به منظور پیش‌بینی تغییرات متغیر وابسته از روی متغیرهای مستقل، از تحلیل ممیزی (تشخیص) استفاده می‌شود. تحلیل ممیزی روشی است که متغیرهای مستقل را برای ایجاد یک متغیر جدید ترکیب می‌کند که هر یک از نمونه‌ها (موارد) برای آن مقداری به دست می‌آورند. این متغیر جدید که تابع تشخیص یا ممیزی نامیده می‌شود، به گونه‌ای محاسبه می‌شود که پاسخگویان را بر حسب مقداری که به دست می‌آورند، در طبقات مختلف متغیر وابسته (ملاک) تفکیک کند. بنابراین تحلیل ممیزی یا تشخیص در صدد است تا ترکیب‌های خطی بین متغیرهای مستقل را که قادرند به بهترین نحو گروه‌های پاسخگویان را از هم جدا کنند، شناسایی کند. این ترکیب‌های خطی توابع تشخیصی یا ممیزی نام دارند. از این رو می‌توان گفت که تحلیل ممیزی شبیه رگرسیون چند متغیره است، با این تفاوت که در رگرسیون خطی متغیر وابسته (Y) در سطح فاصله‌ای یا نسبی است. اما در تحلیل ممیزی مقیاس متغیر وابسته اسمی دو یا چند وجهی می‌باشد (حبیب‌پور و صفری، ۱۳۸۸).

در این مقاله به منظور بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران از تلفیق دو معیار سهم انرژی‌های پاک از کل مصرف انرژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه به عنوان متغیرهای مستقل (کمی) و همچنین شاخص سطوح مهارتی کارکنان تولیدی به عنوان متغیر

وابسته (کیفی) برای تابع ممیزی (تشخیص) استفاده شده است. لازم به ذکر است که متغیر انرژی‌های پاک نیز با دو رویکرد مجموع ارزش انرژی‌های برق و گاز و نیز صرفاً ارزش انرژی برق محاسبه گردیده و فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه به روش کومانور- ویلسون و معیار ارزش تولیدات محاسبه شده است. برای محاسبه اندازه بهینه به روش کومانور- ویلسون ابتدا کلیه بنگاه‌های موجود در صنعت را برحسب ارزش تولید از صعودی به نزولی مرتب و مجموع این ارزش را (فراوانی تجمعی) محاسبه نموده و در نهایت میانگین اندازه نیمه بزرگ‌تر بنگاه‌ها بیانگر میزان MES است. این روند را می‌توان با فرمول (۱) نشان داد (فیض‌پور و دیگران، ۱۳۸۸). در این فرمول $F(n)$ فراوانی تجمعی ارزش تولید بنگاه‌ها را نشان داده و بنگاه‌هایی را که فراوانی تجمعی آن‌ها بالاتر از $F(n)/2$ است را m می‌نامیم. در صورتی که پس از محاسبه اندازه بهینه (MES)، مقدار تولید هر بنگاه از آن کم شود فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه به دست خواهد آمد.

$$MES = \frac{F(n)/2}{m} \quad (1)$$

علاوه بر آن در تحلیل نهایی به دلیل همبستگی شدید بین سطوح مهارتی و آموزشی کارکنان تولیدی از یک سو و وجود شاخص سطوح مهارتی به عنوان متغیر وابسته در تحلیل ممیزی از سوی دیگر، از کاربرد متغیر سطوح آموزشی به عنوان متغیر مستقل و ایجاد تابع ممیزی سه متغیره امتناع گردیده و تابع ممیزی دو متغیره مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. بنابراین الگوهای مورد استفاده در تحلیل ممیزی به صورت فرمول‌های ۱ و ۲ می‌باشد که در

قسمت بعدی مورد ارزیابی و بررسی قرار خواهند گرفت.^۱ لازم به ذکر است در رابطه‌های ۱ و ۲، Y متغیر وابسته است که نشان‌دهنده سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی می‌باشد. هم‌چنین، E و E&G، Dis متغیرهای مستقل بوده که به ترتیب بیانگر فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه، سهم انرژی‌های برق و گاز از کل مصرف انرژی بنگاه و سهم انرژی برق از کل انرژی مصرفی بنگاه می‌باشند.

$$Y = C + \beta_1 \text{Dis} + \beta_2 \text{E\&G} \quad (۲)$$

$$Y = C + \beta_1 \text{Dis} + \beta_2 \text{E} \quad (۳)$$

۶. یافته‌های تحقیق

در این قسمت نتایج حاصل از تحلیل ممیزی مربوط به متغیرهای سهم انرژی‌های برق و گاز از کل مصرف انرژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه برای سال ۱۳۷۴ به طور کامل مورد بحث و بررسی قرار گرفته و سپس به بررسی و مقایسه طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی با معیارهای شدت R&D و تلفیق دو معیار سهم انرژی‌های پاک از کل مصرف انرژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه برای سه سال ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ پرداخته شده است.

۱. لازم به ذکر است که تلفیق دو متغیر شدت R&D و فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه در تحلیل ممیزی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل از آن همانند نتایج شاخص شدت R&D در طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی بوده است. از این رو، از بررسی و تحلیل نتایج حاصل از تابع ممیزی مذکور در این مقاله صرف‌نظر شده است.

۶-۱. سهم انرژی‌های برق و گاز از کل مصرف انرژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه

نتایج حاصل از تابع ممیزی دو متغیر سهم انرژی‌های برق و گاز از کل مصرف انرژی بنگاه و فاصله تولید از اندازه بهینه در جدول‌های شماره ۴ تا ۹ ارائه شده است. چنانچه در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بر اساس مقدار آماره، آزمون فرض صفر مبنی بر برابری میانگین متغیرها در سطوح مختلف تکنولوژی پذیرفته نشده و در نتیجه متغیرهای مورد بررسی در سطوح مختلف تکنولوژی دارای میانگین‌های متفاوتی می‌باشند. بدین ترتیب می‌توان دو متغیر فاصله تولید از اندازه بهینه و انرژی‌های پاک (برق و گاز) را جهت انجام تحلیل ممیزی مناسب تلقی نمود.

جدول ۴. آزمون برابری میانگین

	لانداى ويلكس	آماره F	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	سطح معنی داری
Dis	۰/۹۹۴	۲۹/۹۸۶	۲	۱۰۶۸۳	۰/۰۰۰
E&G	۰/۹۹۳	۳۹/۳۷	۲	۱۰۶۸۳	۰/۰۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق.

نتایج موجود در جدول ۵ نشان‌دهنده ضرایب متغیرهای مستقل تابع ممیزی جهت تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها می‌باشد. توابع ممیزی حاصل از این جدول را می‌توان به صورت فرمول‌های ۴ و ۵ نشان داد.

$$Y = -2.774 - 4.235 \times 10^{-6} \text{ Dis} + 0.319 \text{ E\&G} \quad (۴)$$

$$Y = -2.112 + 5.268 \times 10^{-6} \text{ Dis} + 0.029 \text{ E\&G} \quad (۵)$$

جدول ۵. ضرایب تابع تشخیص (ممیزی) کانونی

	تابع	
	۱	۲
Dis	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
E & G	۰/۰۳۱	۰/۰۲۹
(Constant)	- ۲/۷۷۴	- ۲/۱۱۲

مأخذ: نتایج تحقیق.

با استفاده از متغیر مقدار ویژه که حاصل نسبت مجموع مجذورات بین گروهی به مجموع مجذورات درون گروهی و مقدار آن بین صفر و یک است مشخص خواهد شد کدام یک از توابع ممیزی برای طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی مناسب‌تر خواهند بود. مقدار ویژه هر چه به عدد یک نزدیک‌تر باشد قدرت تبیین بالاتری خواهد داشت. نتایج موجود در جدول ۶ حاکی از آن است که مقدار ویژه مربوط به تابع اول ۰/۰۱۲ است که نسبت به تابع دوم به عدد یک نزدیک‌تر بوده و نشان‌دهنده قدرت تبیین بالاتر است. بنابراین، برای تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها با استفاده از متغیرهای انرژی پاک (برق و گاز) و فاصله تولید از اندازه بهینه تابع ممیزی معرفی شده در فرمول ۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۶. جدول مقادیر ویژه

تابع	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی	همبستگی کانونی
۱	۰/۰۱۳ ^a	۹۸/۲	۹۸/۲	۰/۱۰۹
۲	۰/۰۰۰ ^a	۱/۸	۱۰۰	۰/۰۱۵

مأخذ: نتایج تحقیق.

آزمون لانداى ويلكس از ديگر روش‌هاى انتخاب توابع ممیزی جهت تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها می‌باشد. لازم به ذکر است که لانداى ويلكس نسبتی از واریانس کل در نمونه‌هاى تشخیصی بوده که بر اساس تفاوت بین گروه‌ها قابل تبیین نبوده و مقدار این آماره بین صفر و یک است. هر چه مقدار این میزان به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده تفاوت میانگین سه گروه با هم است و مقادیر نزدیک به یک دلالت بر برابری میانگین گروه‌ها دارد. از این رو، با توجه به معیار لانداى ويلكس در جدول ۷ تابع ممیزی اول مناسب‌تر می‌باشد. هم‌چنین، می‌توان این آزمون را با استفاده از آماره کای - اسکوئر تفسیر نمود، به این صورت که اگر میزان sig کمتر از ۰/۱ باشد میانگین گروه‌ها متفاوت خواهد بود. بر این اساس و با توجه به مقدار sig در این جدول میانگین گروه‌ها در تابع اول متفاوت و در تابع دومى برابر است. از این رو، از تابع ممیزی اول برای بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌ها استفاده خواهد شد.

جدول ۷. آزمون لانداى ويلكس

سطح معنی‌داری	درجه آزادی	کای-اسکوئر	لانداى ويلكس	آزمون توابع
۰/۰۰۰	۴	۱۲۹/۶۷	۰/۹۸۸	۱
۰/۱۲۸	۱	۲/۳۲۱	۱	۲

مأخذ: نتایج تحقیق.

چنانچه در جدول ۸ ملاحظه می‌گردد، نحوه تعیین سطح تکنولوژی بنگاه با استفاده از ضرایب و در نهایت توابع مخصوص به هر یک از سطوح تکنولوژی نشان داده شده است. لازم به یادآوری است که کد یک، دو و سه به ترتیب بیانگر سطوح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا بوده و توابع مربوط به هر یک از سطوح در فرمول‌های ۵، ۶ و ۷ ارائه شده است. روش تعیین

سطح تکنولوژی یک بنگاه توسط سه تابع مذکور چنین است که ابتدا اطلاعات مورد نظر یک بنگاه را در هر سه تابع قرار داده و سه احتمال به دست خواهد آمد. احتمال هر تابع که بالاتر باشد بنگاه در آن سطح تکنولوژی قرار خواهد گرفت و بدین ترتیب سطح تکنولوژی بنگاه مشخص می‌گردد. به عنوان مثال، در صورتی که نتایج اطلاعات یک بنگاه برای سه تابع مذکور ۱/۴۳، ۱/۲۱ و ۱/۲۶ باشد از آنجا که احتمال تابع شماره یک که همان LT است از سایر توابع بالاتر بوده، بنابراین، بنگاه مذکور در سطح تکنولوژی پایین طبقه‌بندی خواهد شد.

$$Y_1 = -7.055 - 4.387 \times 10^{-7} \text{ Dis} + 0.145 \text{ E\&G} \quad (۶)$$

$$Y_2 = -7.997 - 1.427 \times 10^{-6} \text{ Dis} + 0.156 \text{ E\&G} \quad (۷)$$

$$Y_3 = -7.957 - 2.025 \times 10^{-6} \text{ Dis} + 0.155 \text{ E\&G} \quad (۸)$$

جدول ۸. ضرایب توابع سطوح مختلف تکنولوژی

	سطوح تکنولوژی بر حسب شاخص سطح مهارت		
	۱	۲	۳
Dis	$-۴/۳۸۷ \times 10^{-۷}$	$-۱/۴۲۷ \times 10^{-۶}$	$-۲/۰۲۵ \times 10^{-۶}$
E&G	۰/۱۴۵	۰/۱۵۶	۰/۱۵۵
(Constant)	-۷/۰۵۵	-۷/۹۹۷	-۷/۹۵۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

همان گونه که در جدول ۹ مشاهده می‌شود، با تلفیق دو متغیر انرژی برق و گاز و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه ۳۶/۲، ۵۶/۴ و ۱۴/۵ درصد از بنگاه‌ها به درستی در سطوح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا پیش‌بینی شده‌اند. از آنجا که نتایج طبقه‌بندی جدول ۹ مطابق

انتظار بوده و درصد بالایی از بنگاه‌ها در دو سطح تکنولوژی پایین و متوسط تمرکز یافته‌اند، بنابراین می‌توان تلفیق دو متغیر سهم انرژی برق و گاز از کل مصرف انرژی بنگاه و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه را شاخصی مناسب جهت بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران دانست.

جدول ۹. نتایج طبقه‌بندی بنگاه‌ها در سال ۱۳۷۴ به سطوح مختلف تکنولوژی
با استفاده از تلفیق متغیرهای انرژی پاک (برق و گاز) و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه

کل	پیش‌بینی عضویت در سطوح مختلف تکنولوژی			شاخص سطح مهارت
	۱	۲	۳	
۹۲۰۳	۳۳۳۲	۵۰۱۱	۸۶۰	۱
۶۵۶	۱۸۷	۳۷۰	۹۹	۲ تعداد
۸۲۷	۲۵۶	۴۵۱	۱۲۰	۳
طبقه‌بندی اصلی				
۱۰۰	۳۶/۲	۵۴/۴	۹/۳	۱
۱۰۰	۲۸/۵	۵۶/۴	۱۵/۱	۲ درصد
۱۰۰	۳۱	۵۴/۵	۱۴/۵	۳

مأخذ: نتایج تحقیق.

۲-۶. سهم انرژی برق از کل مصرف انرژی و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه

در این قسمت برای تعریف و محاسبه انرژی پاک از رویکرد دیگری به صورت ارزش انرژی برق استفاده شده است. تابع ممیزی معرفی شده در فرمول ۹ حاصل ترکیبی از سهم انرژی برق از کل مصرف انرژی بنگاه و فاصله تولید از اندازه بهینه بوده که نتایج حاصل از آن نیز در جدول ۸ قابل مشاهده می‌باشد.

$$Y = 1.954 + 4.88 \times 10^{-6} \text{ Dis} + 0.025 E \quad (9)$$

با توجه به نتایج جدول ۱۰ که ۴۵/۴، ۵۱/۷ و ۱۲/۲ درصد از بنگاه‌ها به درستی در سطوح تکنولوژی پایین، متوسط و بالا قرار گرفته‌اند، در واقع این تابع نسبت به تابع ممیزی بررسی شده در قسمت قبل درصد خطای کم‌تری در پیش‌بینی طبقه‌بندی بنگاه‌ها در سطوح مختلف تکنولوژی داشته است. به عبارتی، در این جدول طبقه‌بندی واقعی‌تری از بنگاه‌ها در سطوح مختلف تکنولوژی به تصویر کشیده شده است. بنابراین، نتایج حاصل از تابع ممیزی تلفیق سهم انرژی برق از کل مصرف انرژی بنگاه و فاصله تولید از اندازه بهینه از اعتبار بالاتری برخوردار بوده و در نهایت می‌توان ترکیب دو متغیر مذکور را معیار مناسبی جهت بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران تلقی نمود.

جدول ۱۰. نتایج طبقه‌بندی بنگاه‌ها در سال ۱۳۷۴

به سطوح مختلف تکنولوژی با استفاده از تلفیق متغیرهای انرژی پاک (برق) و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه

شخص سطح مهارت	پیش‌بینی عضویت در سطوح مختلف تکنولوژی			کل
	۱	۲	۳	
۱	۴۱۷۵	۴۳۸۹	۶۳۹	۹۲۰۳
تعداد ۲	۲۲۷	۳۳۹	۹۰	۶۵۶
۳	۳۱۱	۴۱۵	۱۰۱	۸۲۷
طبقه‌بندی اصلی				
۱	۴۵/۴	۴۷/۷	۶/۹	۱۰۰
نرخ ۲	۳۴/۶	۵۱/۷	۱۳/۷	۱۰۰
۳	۳۷/۶	۵۰/۲	۱۲/۲	۱۰۰

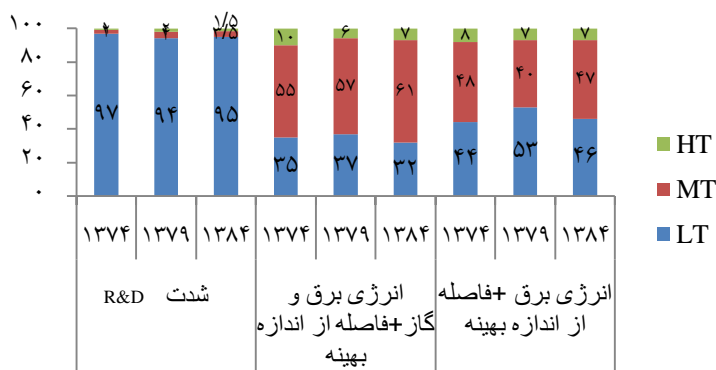
مأخذ: نتایج تحقیق.

چنانچه مشاهده شد نتایج حاصل از توابع ممیزی سهم انرژی‌های برق و گاز و نیز صرفاً سهم انرژی برق از کل مصرف انرژی بنگاه جهت تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌ها نتایجی مطابق انتظار داشته‌اند و نسبت به شاخص‌های شدت R&D، سطوح مهارتی و آموزشی کارکنان طبقه‌بندی بهتری از سطوح تکنولوژی بنگاه‌ها را به تصویر کشیده است. لازم به یادآوری است که اگرچه نتایج حاصل از هر دو رویکرد تعریف و محاسبه انرژی پاک مطابق انتظار بوده، اما تابع ممیزی حاصل از تلفیق متغیرهای سهم انرژی برق از کل مصرف انرژی بنگاه و فاصله تولید از اندازه بهینه از دقت و اعتبار بالاتری برخوردار بوده است. از این رو، برای تعیین سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران استفاده از دو متغیر مذکور معیار مناسب‌تری تلقی می‌گردد. در ادامه طبقه‌بندی بنگاه‌ها به سطوح مختلف تکنولوژی با استفاده از معیارهای بررسی شده طی سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ به صورت خلاصه در جدول ۱۱ و نمودار ۲ ارائه شده است.

جدول ۱۱. نتایج طبقه‌بندی بنگاه‌های تولیدی ایران با استفاده از معیارهای شدت R&D و تلفیق انرژی پاک و فاصله تولید بنگاه‌ها از اندازه بهینه برای سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۴

سال و سطوح تکنولوژی	شاخص تکنولوژی		
	انرژی برق + فاصله از اندازه بهینه	انرژی برق و گاز + فاصله از اندازه بهینه	شدت R&D
۱۳۷۴	۴۴	۳۵	۹۷
	۴۸	۵۵	۲
	۸	۱۰	۱
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۷۹	۵۳	۳۷	۹۴
	۴۰	۵۷	۴
	۷	۶	۲
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۸۴	۴۶	۳۲	۹۵
	۴۷	۶۱	۳/۵
	۷	۷	۱/۵
	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق.



نمودار ۲. بازتعریف سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی ایران فعال طی سال‌های ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴

۷. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و سیاست‌های پیشنهادی

اگرچه تکنولوژی و نحوه تعریف آن از دیرباز موضوع مورد مطالعه بسیاری از محققان بوده، اما آنچه در این زمینه بسیار حائز اهمیت است آن‌که تکنولوژی در هر محیطی طبق شرایط اقتصادی و میزان توسعه‌یافتگی آن تعریف و به کار گرفته می‌شود. با این وجود و همانند اکثر کشورهای توسعه یافته، در مطالعات متعددی که در کشورهای در حال توسعه نیز صورت گرفته است از شدت R&D برای سنجش سطح تکنولوژی بنگاه استفاده گردیده و این در حالی است که این شاخص طبقه‌بندی مناسبی از سطح تکنولوژی بنگاه‌های تولیدی منعکس نمی‌نماید. در ایران نیز این شاخص به دلیل میزان اندک مخارج R&D در بنگاه‌های تولیدی تصویر روشنی از سطح تکنولوژی ارائه ننموده و از این رو این مقاله کوشیده است تا با تلفیق متغیرهای شدت مصرف انرژی‌های پاک و فاصله تولید بنگاه از اندازه بهینه به عنوان دو معیار اساسی در تمایز سطوح تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی، بازتعریفی از سطح تکنولوژی این بنگاه‌ها ارائه نماید. یافته‌های این پژوهش، همسو با انتظار ترکیب این دو متغیر، طبقه‌بندی واقع‌بینانه‌تری را از سطوح مختلف تکنولوژی بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران ارائه نموده است. از نگاه سیاست‌گذاری و با توجه به نتایج مذکور می‌توان حمایت‌های دولتی را در راستای ارتقا سهم انرژی پاک از کل انرژی مصرفی بنگاه‌ها افزایش داد. هم‌چنین به منظور تشویق بنگاه‌های تولیدی به مصرف بیش‌تر انرژی پاک، برای بنگاه‌هایی با سهم مصرف انرژی پاک بالاتر تسهیلات بیشتری در نظر گرفته شود.

منابع

- حبیب‌پور گنابلی، کرم و رضا صفری شالی (۱۳۸۸)، *راهنمای جامع کاربرد SPSS در تحقیقات پیمایشی (تحلیل داده‌های کمی)*، تهران: انتشارات متفکران، تهران، چاپ ۲.
- داودی، پرویز (۱۳۸۹)، *اقتصاد خرد (۱)*، تهران: دانایی توانایی.
- رحمانی، کمال‌الدین و حسین علیزاده (۱۳۸۶)، *سنجش سطح تکنولوژی صنایع کشور بر اساس مدل ESCAP و ارائه راهکارهای توسعه تکنولوژی*، علوم مدیریت، شماره ۳، صص ۲۳۷-۲۰۵.
- فیض‌پور، محمدعلی؛ دهقان‌پور، محمدرضا و قدرت‌اله طلایی (۱۳۹۱)، *تمایزات منطقه‌ای و سطوح تکنولوژی تولیدات صنعتی ایران*، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۴، صص ۱۴۶-۱۲۹.
- فیض‌پور، محمدعلی و نسیم باغبان فردوس و آسیه قربانی (۱۳۸۸)، *تعیین اندازه بهینه بنگاه در صنایع مواد غذایی و آشامیدنی ایران طی برنامه سوم توسعه*، مجله علمی-پژوهشی دانش و فناوری، صص ۳۰-۱.
- فیض‌پور، محمدعلی؛ نوحینی و عباس رضایی، (۱۳۹۱)، *سطح تکنولوژی و احتمال خروج بنگاه‌های جدیدالورود صنایع تولیدی ایران با استفاده از مدل مخاطره کاکس*، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۳، صص ۱۳۲-۱۰۷.
- Hatzichronoglou, Thomas (1997), "Revision of the High- Technology Sector and Product Classification", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, Vol. 2, PP. 1-25.
- OECD (2005), *Energy Statistics Manual*. International Energy Agency, PP. 1-195.
- OECD (2013) "OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013", *Innovation for Growth OECD Publishing*, PP. 1-275.
- Stigler, George J. (1958) "The Economies of Scale", *Journal of Law and Economics*, Vol. 1, PP. 54-71.
- UNIDO (2013) "Sustaining Employment Growth: The Role of Manufacturing and Structural Change", *Industrial Development Organization*, PP. 1-246.