

تأثیر فناوری بر تر در بهبود مصرف انرژی (شواهدی از بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران طی برنامه سوم توسعه)

محمد علی فیض پور^۱، محمدرضا دهقانپور^{۲*}، علی اکبر پروا^۳

دانشگاه یزد، m.a.feizpour@yazduni.ac.ir

مؤسسه آموزش عالی جواد یزد، m.r.dehghanpur@gmail.com

دانشگاه یزد، aliparva_14@yahoo.com

چکیده

هدفمند کردن یارانه‌ها اگرچه می‌تواند به انحاء مختلف به بخش‌های مختلف اقتصادی تأثیرگذار باشد، اما بی‌شک یکی از عمده‌ترین تأثیر هدفمند کردن یارانه‌ها تأثیری است که بر بخش صنعت خواهد گذاشت. این خود هنگامی که با مهمترین متغیر زمینه‌ساز توانایی رقابت بخش صنعت در ایران، یعنی ارزان بودن انرژی در نظر گرفته شود موضوعیتی دوچندان می‌یابد. چه آنکه هدفمند کردن یارانه‌ها، انرژی مصرفی بخش صنعت را مورد هدف قرار می‌دهد. آنگاه به سادگی با از دست رفتن این عنصر رقابتی بخش صنعت نیز تا حد زیادی توانایی رقابت خویش را از دست خواهد داد. علاوه بر این، محدودیت‌های ذخایر و پایان‌پذیر بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این منابع، دلایل قابل توجهی است که ضرورت صرفه‌جویی انرژی در جوامع بشری را یادآور می‌شود. در طرف دیگر ادبیات موجود نشان می‌دهد که بکارگیری فناوری برتر در تولید صنعتی می‌تواند تأثیری زیادی در بهبود مصرف انرژی بنگاه‌های اقتصادی داشته باشد. با توجه به اینکه حدود یک‌چهارم منابع انرژی کشور در بخش صنعت به مصرف می‌رسد بر این اساس پژوهش حاضر تأثیر فناوری برتر بر کاهش مصرف انرژی بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران طی برنامه سوم توسعه (۸۳-۱۳۷۹) را به ازاء هر واحد تولید بررسی می‌نماید. برای دستیابی به این هدف بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران، مطابق طبقه‌بندی OECD و بر حسب شدت R&D، به سه گروه صنایع با فناوری برتر، متوسط، پایین تقسیم می‌شوند و شدت مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید و ارزش افزوده در هر یک از این گروه‌ها با یکدیگر مقایسه می‌شوند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی در صنایع تولیدی با فناوری برتر کمتر از سایر سطوح فناوری است و هر چه در صنایع میزان استفاده از فناوری برتر در فرآیند تولید افزایش یابد، کاهش میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید را به همراه دارد. با چنین رویکردی با هدفمند کردن یارانه‌های انرژی در بخش صنعت تنها آن دسته از صنایعی می‌توانند کمتر تحت تأثیر قرار گیرند که از فناوری برتر در امر تولید استفاده نموده و در نتیجه از شدت انرژی کمتری برخوردار باشند.

واژه‌های کلیدی: صنایع با فناوری برتر، هدفمند کردن یارانه‌ها، شدت مصرف انرژی، بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران

۱- استادیار اقتصاد و عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد

۲ و * - کارشناس ارشد اقتصاد، مدرس مؤسسه آموزش عالی جواد یزد

۳- دانشجوی اقتصاد صنعتی، دانشگاه یزد

۱- مقدمه

انرژی در دنیای امروز، نقش حیاتی و انکارناپذیری داشته و در پیشرفت و توسعه پایدار جهانی بسیار تأثیرگذار است. از ابتدای دهه هفتاد میلادی با تحریم نفتی و افزایش جهانی قیمت نفت، دنیا به اهمیت بیش از پیش انرژی پی برده و در جهت افزایش بهره‌وری و کاهش شدت مصرف انرژی تلاش کرده است، اما متأسفانه این افزایش قیمت در کشور ما (بسیار کمتر از قیمت جهانی) تأثیری معکوس داشته و باعث رشد مصرف شده به گونه‌ای که در حال حاضر شدت مصرف انرژی در ایران ۳ برابر استاندارد جهانی است [۱]. مصرف انرژی به خودی خود چیز بدی نیست به شرط این که باعث توسعه و پیشرفت شود [۲]. اما متأسفانه در سال‌های اخیر رشد مصرف انرژی در کشور ما حدود ۱۰ درصد بوده در حالی که رشد تولید ناخالص ملی بین ۵ تا ۶ درصد محاسبه شده است. با ادامه روند فعلی در آینده‌ای نزدیک از یک صادرکننده بزرگ انرژی به یک واردکننده تبدیل شده و در تأمین انرژی داخلی نیز دچار مشکل خواهیم شد [۳]. این موضوع باعث گردیده تا موضوع طرح هدفمند کردن یارانه‌ها و حامل‌های انرژی به منظور استفاده صحیح از این منابع تجدیدناپذیر در چند سال اخیر از جایگاه ویژه‌ای برخوردار گردد. هدفمند کردن یارانه‌ها اگرچه می‌تواند به انحاء مختلف به بخش‌های مختلف اقتصادی تأثیرگذار باشد، اما بی‌شک یکی از عمده‌ترین تأثیر هدفمند کردن یارانه‌ها تأثیری است که بر بخش صنعت خواهد گذاشت. این خود هنگامی که با مهمترین متغیر زمینه‌ساز توانایی رقابت بخش صنعت در ایران، یعنی ارزان بودن انرژی در نظر گرفته شود موضوعیتی دوچندان می‌یابد. چه آنکه هدفمند کردن یارانه‌ها، انرژی مصرفی بخش صنعت را مورد هدف قرار می‌دهد. آنگاه به سادگی با از دست رفتن این عنصر رقابتی بخش صنعت نیز تا حد زیادی توانایی رقابت خویش را از دست خواهد داد. علاوه بر موارد فوق و همان‌گونه که جدول شماره (۱) نشان می‌دهد بخش صنعت به تنهایی حدود یک چهارم منابع انرژی کشور را مصرف می‌کند و پس از مصارف خانگی، عمومی و تجاری و حمل و نقل در جایگاه پر مصرف‌ترین بخش اقتصادی از نظر انرژی قرار گرفته است. جدول مذکور علاوه بر مصرف کلی انرژی، مصرف انرژی بخش‌های مختلف اقتصادی را به تفکیک حامل‌های انرژی در سال ۱۳۸۵ نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود سهم بخش صنعت از کل مصرف گاز طبیعی و برق نسبت به بخش حمل و نقل نیز بیشتر است و بر این اساس در جایگاه دومین مصرف‌کننده این حامل‌های انرژی پس از بخش خانگی، عمومی و تجاری قرار گرفته است. با توجه به این موضوع، صرفه‌جویی و راه‌های کاهش مصرف انرژی به منظور تولیدات صنعتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

جدول شماره ۱: مصرف انرژی بخش‌های مختلف به تفکیک حامل‌های انرژی: ۱۳۸۵ (میلیون بشکه معادل نفت خام)

نام بخش	فراورده‌های نفتی		گاز طبیعی		زغال سنگ		بیوماس جامد		برق		کل مصرف انرژی	
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد
خانگی، عمومی و تجاری	۹۰.۲	۲۰.۵	۲۸۹	۶۶.۰	۰.۰۷	۶.۵	۵.۶	۱۰۰.۰	۵۰.۱	۵۴.۹	۴۳۴.۱	۴۴.۶
صنعت	۶۵	۱۴.۸	۱۴۰.۹	۳۲.۲	۱	۹۳.۵	-	-	۳۰.۶	۳۳.۶	۲۳۷.۵	۲۴.۴
حمل و نقل	۲۵۸.۵	۵۸.۸	۶.۶	۱.۵	-	-	-	-	۰.۱	۰.۱	۲۶۵.۲	۲۷.۲
کشاورزی	۲۶.۱	۵.۹	۱.۱	۰.۳	-	-	-	-	۱۰.۴	۱۱.۴	۳۷.۶	۳.۹
جمع کل	۴۳۹.۸	۱۰۰	۴۳۷.۶	۱۰۰	۱.۰۷	۱۰۰	۵.۶	۱۰۰	۹۱.۲	۱۰۰	۹۷۴.۴	۱۰۰

منبع: !!!!!!! @ECCM

برای کاهش میزان مصرف انرژی راهکارهای متعددی ارائه شده است. به عنوان مثال، با بهره‌گیری از راهکارهای مدیریت مصرف علاوه بر کاهش هدر رفتن منابع ملی و حفظ ذخایر کشور، باعث رونق اقتصادی، افزایش اشتغال، حفظ نقش مهم کشور در بازارهای صادرات انرژی و افزایش قدرت ملی شده و البته آلودگی محیط زیست نیز به شدت کاهش خواهد یافت، مقوله‌ای



که کمتر به آن توجه شده است. از سوی دیگر ادبیات موجود بیان می‌دارد که یکی از راه‌های کاهش مصرف انرژی، استفاده از تکنولوژی و فناوری برتر در امر تولید است. در حال حاضر نیز ارتقاء سطح کیفی محصولات تولیدی در صنایع مختلف و در کنار آن کاهش مصرف انرژی، هدف اصلی هر واحد صنعتی می‌باشد و مدیران صنایع نیز به این مهم واقف بوده و تمام سعی خود را در جهت نیل به این هدف متمرکز نموده‌اند [۵]. بر این اساس، این مطالعه در نظر دارد تا میزان مصرف انرژی در صناعی که از فناوری برتر در امر تولید خود استفاده می‌کنند را در مقایسه با سایر صنایع (صنایع با فناوری متوسط و پایین) که از این سطح تکنولوژی برخوردار نیستند، مقایسه نماید و به این سؤال پاسخ گوید که آیا ارتقای سطح تکنولوژی می‌تواند بنگاه‌های صنعتی را به سمت بهینه‌سازی مصرف انرژی هدایت کند یا خیر؟ این مقاله از چهار بخش تشکیل شده است. پس از بیان اهمیت موضوع، انواع سطوح مختلف تکنولوژی در بخش دوم این مقاله مورد اشاره قرار می‌گیرد. شدت مصرف انرژی و تأثیر فناوری بر آن موضوعی است که در بخش سوم مقاله به آن پرداخته شده است. در نهایت جمع‌بندی و نتیجه‌گیری بخش پایانی این مطالعه را تشکیل می‌دهد.

۲- تعریف تکنولوژی و تعیین سطح آن در بنگاه‌های صنعتی

برای تکنولوژی با توجه به رویکردهای متفاوت، تعریف‌های گوناگونی ارائه شده است. طارق خلیل^۱ با رویکرد مدیریتی تکنولوژی را به صورت "فرآیند ترکیب نظام‌مند ابزار، دانش فنی و اطاعات لازم برای بکارگیری ابزار و نیز مهارت‌های انسانی مورد نیاز برای استفاده از دانش و ابزار" تعریف می‌کند [۶]. از دیدگاه اقتصاددانان تکنولوژی دانشی است که در امر تولید، تجاری‌سازی و توزیع کالا و خدمات به کار می‌رود و وسیله‌ای است جهت ارتقای توانایی‌های فیزیکی و فکری انسان و ابزاری برای تبدیل منابع ساده به منابع و کالاهای پیچیده می‌باشد. لغت‌نامه وبستر تکنولوژی را "دانش عملی یا کاربردی" تعبیر کرده است (وبستر، ۱۹۸۱)^۲. در ادامه برخی از تعاریف متداول در زمینه تکنولوژی به صورت فهرست‌وار ارائه می‌شود [۷]:

مجموعه‌ای از علوم و فنون برای نیل به یک محصول تولیدی یا خدماتی،
ارتباط شعور انسانی با ابزار و آگاهی در کاربرد و کنترل آن،
مهارت، دانش و روش ساختن و بکار گرفتن و انجام دادن چیزها،
ابزاری برای تبدیل منابع طبیعی به کالاهای قابل استفاده،

از یک سو مجموعه‌ای از ماشین‌آلات و ابزار است و از سوی دیگر مجموعه‌ای از فرآیندها، روش‌ها و دانش ساخت، نصب و راه‌اندازی، بهره‌گیری، نگهداری، تعمیر، اصلاح و خلق و مدیریت ماشین‌آلات و ابزار فنی است. بنابراین تکنولوژی عین صنعت نیست بلکه پایه و قاعده صنعت است، صنعتی که بدون اهتمام کافی به کسب و جذب تکنولوژی مربوطه ایجاد شود، بی پایه و قاعده خواهد بود و نمی‌تواند به حیات تکامل بخش ادامه دهد.

با توجه به مجموعه تعاریف فوق، معیارهای متعددی نیز برای تعیین سطح تکنولوژی در بخش صنعت ارائه شده است. در این مطالعه از معیار سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) استفاده شده است. بر اساس این معیار، صنایع بر حسب شدت R&D به سه دسته تقسیم می‌شوند. چنانچه نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به کل داده‌های آن صنعت بیشتر از چهار درصد باشد به عنوان صنعت با فناوری برتر شناخته می‌شود. در صورتی که این نسبت بین یک و چهار درصد باشد در گروه صنایع با فناوری متوسط و کمتر از یک درصد آن صنعت را در گروه صنایع با فناوری پایین قرار می‌دهد.^۳ با توجه به اینکه این مطالعه رفتار بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران را در سال‌های ابتدایی برنامه‌های توسعه (۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴) در مصرف انرژی مورد بررسی قرار می‌دهد، لذا سطح تکنولوژی نیز در سطح بنگاه تعیین می‌شود و این موضوع این مطالعه را از سایر مطالعات در این حوزه متمایز می‌کند. چه آنکه مطالعات دیگر به دلیل عدم دسترسی به داده‌های مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه،

^۱!Khalil, (2000).

^۲!Webster, (1981).

^۳ علاقه‌مندان جهت مطالعه بیشتر به دهقانپور، ۱۳۸۸ مراجعه نمایند [۸].

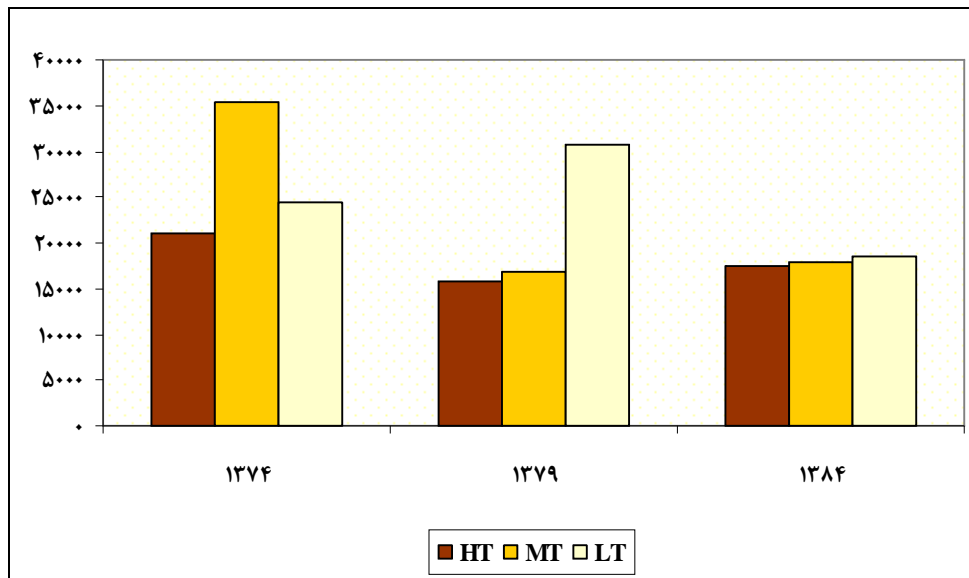
سطح تکنولوژی را در سطح صنعت (و نه بنگاه) تعیین نموده‌اند. اما، در دنیای واقعی بنگاه‌هایی وجود دارند که در گروه صنایع با فناوری پایین مشغول به فعالیت می‌باشند اما از تکنولوژی با فناوری برتر در امر تولید خود استفاده می‌کنند. بر این اساس، این مطالعه با استفاده از داده‌های مربوط به بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران که از طریق سرشماری مرکز آمار ایران جمع‌آوری گردیده است به تعیین سطح تکنولوژی آنها در مقاطع زمانی ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ می‌پردازد.

۳- شدت مصرف انرژی در صنایع با سطوح مختلف تکنولوژی

یکی از مهمترین شاخص‌های ارائه شده در بخش انرژی، شدت مصرف انرژی است که از تقسیم کل مصرف انرژی به مقدار تولید بدست می‌آید. این نسبت نشان می‌دهد برای یک میزان مشخص تولید، چه میزان انرژی مصرف شده است و طبیعی است که هرچه این شاخص کوچکتر باشد، نشان‌دهنده آن است که با صرف انرژی کمتری می‌توان تولید نمود. جدول شماره (۲) شدت مصرف انرژی را در بنگاه‌های صنایع تولیدی ایران در سطوح مختلف تکنولوژی و در مقاطع زمانی ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ نشان می‌دهد. این جدول همچنین شدت مصرف انواع حامل‌های انرژی را نیز در سطوح سه‌گانه تکنولوژی و در مقاطع مورد بررسی در این مطالعه نشان می‌دهد. اعداد در جدول زیر نشان‌دهنده آن است که برای ایجاد یک میلیون ریال تولید به چه میزان (ریال) انرژی لازم است. به عبارتی جدول شماره (۲) نشان می‌دهد که برای تولید یک میلیون ریال محصولات صنعتی در بنگاه‌های با فناوری برتر در سال ۱۳۷۴ حدود ۲۱ هزار ریال انرژی لازم است. این میزان برای صنایع با فناوری متوسط و پایین به ترتیب ۳۵.۲ و ۲۴.۴ هزار ریال است. همان‌گونه که در نمودار شماره (۱) مشاهده می‌شود شدت مصرف انرژی در بنگاه‌هایی که از فناوری برتر در امر تولید خود استفاده نموده‌اند نسبت به سایر صنایع کمتر است. این نتیجه در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ نیز مشاهده می‌شود. در مجموع در طی این سه مقطع، شدت مصرف انرژی برای تولید یک میلیون ریال محصول در بنگاه‌هایی که از فناوری برتر استفاده نموده‌اند در مقایسه با سایر بنگاه‌های با تکنولوژی پایین‌تر کمتر است. همان‌گونه که در جدول شماره (۲) مشاهده می‌شود، این تفاوت تاحدودی در اکثر حامل‌های انرژی نیز مشاهده می‌شود. علاوه بر یافته‌های مذکور، همان‌گونه که مشاهده می‌شود شدت مصرف انرژی در مجموعه بنگاه‌های صنعتی در هر سه سطح تکنولوژی در مقطع زمانی ۱۳۸۴ نسبت به سال ابتدایی مورد بررسی (۱۳۷۴) کمتر می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که در مجموع بخش صنعت در نظر دارد تا شدت مصرف انرژی خود را برای ایجاد یک واحد تولید کاهش دهد.

جدول ۲: شدت مصرف حامل‌های انرژی در صنایع با سطوح مختلف تکنولوژی (بر اساس تولیدات (میلیون ریال)): ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴

۱۳۸۴			۱۳۷۹			۱۳۷۴			انواع حامل‌های انرژی
LT	MT	HT	LT	MT	HT	LT	MT	HT	
۲۴	۲۸	۷۷	۴۱	۳۴	۴۱	۷۷	۷۱	۵۴	نفت سفید
۵۹۲	۱۰۱۱	۹۱۷	۱۰۲۲	۱۱۱۱	۱۰۸۱	۸۹۶	۲۵۸۹	۸۸۰	گازوئیل
۳۶۸۶	۲۸۲۸	۳۰۳۸	۵۹۳۰	۲۹۲۹	۲۰۷۳	۳۳۲۳	۶۲۰۳	۲۰۴۹	گاز طبیعی
۱۶۶	۳۴۶	۱۰۲۳	۲۵۱	۳۶۵	۶۵۲	۳۰۱	۲۱۶	۱۱۵۲	گاز مایع
۱۹۳	۵۱۵	۴۰۹	۳۱۹	۳۹۵	۵۵۰	۴۰۴	۱۴۱۶	۵۵۶	بنزین
۱۳۷۶	۱۰۷۲	۴۰۰	۲۸۵۹	۸۵۵	۴۷۷	۲۱۱۴	۲۲۴	۳۰۲	نفت سیاه و کوره
۷۵	۰	۰	۱۲۳	۲	۱	۱۵۳	۴	۰	زغال سنگ
۲	۱	۲	۴۳	۲	۱	۸	۳	۰	زغال چوب
۲۲۳	۱۴۳	۳۵	۳۴۴	۸۹	۱۰۴	۶۱۲	۷۷۶۶	۱۲۴	سایر مواد سوختی
۱۱۴۷۲	۱۰۰۴۶	۱۰۶۹۰	۱۸۹۰۲	۸۲۹۹	۱۰۰۳۲	۱۵۵۰۳	۱۶۲۵۱	۱۵۰۱۲	برق
۶۹۸	۹۰۴	۸۲۴	۸۶۴	۶۹۵	۷۰۱	۱۰۱۷	۵۵۲	۹۱۱	آب
۱۸۵۰۷	۱۷۸۹۳	۱۷۴۱۶	۳۰۶۹۸	۱۶۷۷۶	۱۵۷۱۱	۲۴۴۱۷	۳۵۲۹۵	۲۱۰۴۱	کل



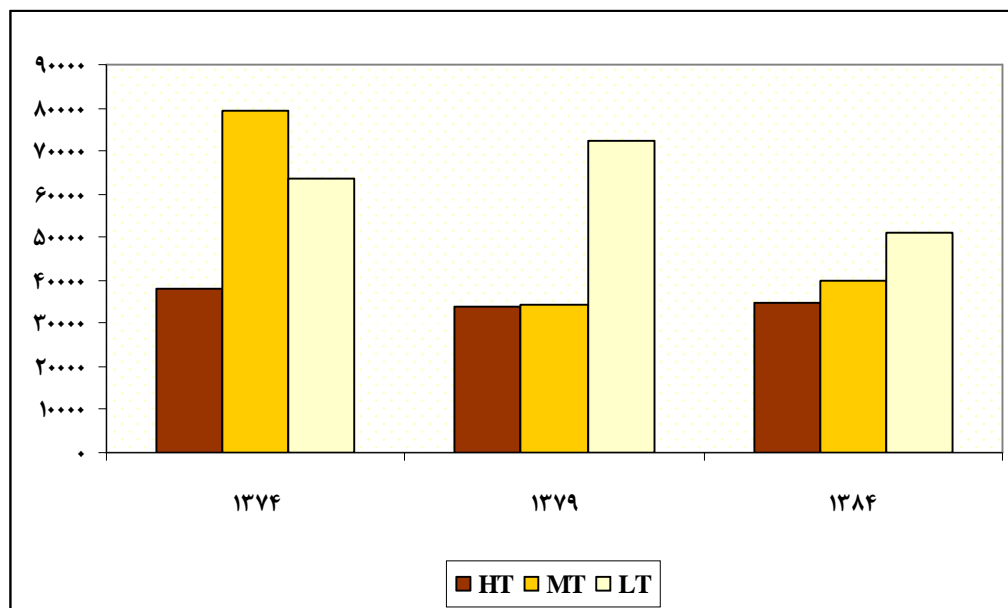
نمودار ۱: شدت مصرف انرژی در صنایع با سطوح مختلف تکنولوژی (برای ایجاد یک میلیون ریال تولید)

در میان متغیرهای اقتصادی که به نوعی بیان‌کننده عملکرد یک بنگاه اقتصادی محسوب می‌شوند، در مقایسه با ارزش‌تولیدات، ارزش‌افزوده از اهمیت بیشتری برخوردار است. بر این اساس، در این مطالعه تعریف دیگری برای شدت مصرف انرژی ارائه می‌گردد، که بر اساس این تعریف، شدت مصرف انرژی به صورت میزان انرژی مصرفی برای ایجاد یک واحد ارزش‌افزوده محاسبه می‌گردد. با توجه به این موضوع، جدول شماره (۳) شدت مصرف انرژی برای ایجاد ارزش‌افزوده در بنگاه‌های صنایع تولیدی با سطوح مختلف تکنولوژی را در سه مقطع زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود بر اساس این معیار نیز شدت مصرف انرژی در سه مقطع مورد بررسی در بنگاه‌هایی که از فناوری برتر در تولید خود استفاده می‌کنند در مقایسه با سایر بنگاه‌ها به مراتب کمتر است. موضوعی که به طور واضح در سطر آخر جدول شماره (۳) قابل مشاهده است. با توجه به ضرایب محاسباتی در سال ۱۳۷۴، مشاهده می‌شود که میزان مصرف انرژی برای ایجاد یک میلیون ریال ارزش‌افزوده در بنگاه‌های با فناوری برتر حدود نصف این میزان در صنایع با سطوح تکنولوژی متوسط و پایین است. هر چند این اختلاف به مرور زمان در حال کاهش است اما با این وجود، این اختلاف در سال ۱۳۸۴ نیز به طور واضح مشهود است. به عبارتی در حالی که ایجاد یک میلیون ریال ارزش‌افزوده در بنگاه‌های با فناوری متوسط و پایین مستلزم مصرف حدود ۳۹.۵ و ۶۰ هزار ریال انرژی است، این میزان در بنگاه‌های با فناوری برتر ۳۵ هزار ریال است. نمودار شماره (۲) تمایزات میان بنگاه‌ها با سطوح مختلف تکنولوژی را بر اساس شدت مصرف انرژی برای تولید یک میلیون ریال ارزش‌افزوده به تصویر کشیده است. علاوه بر موارد مذکور بررسی شدت مصرف انواع حامل‌های انرژی در مقاطع زمانی مورد مطالعه و در سطوح مختلف تکنولوژی نیز تا حدودی مؤید مجموعه یافته‌های فوق است.

جدول ۳: شدت مصرف حامل‌های انرژی در صنایع با سطوح مختلف تکنولوژی (بر اساس ارزش افزوده): ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴

۱۳۸۴			۱۳۷۹			۱۳۷۴			انواع حامل‌های انرژی
LT	MT	HT	LT	MT	HT	LT	MT	HT	
۶۶	۶۵	۱۵۴	۹۷	۸۰	۸۸	۲۰۰	۱۵۹	۹۷	نفت سفید
۱۶۳۲	۲۳۷۴	۱۸۴۳	۲۴۱۳	۲۵۸۳	۲۳۳۷	۲۳۳۶	۵۸۳۳	۱۵۸۲	گازوئیل
۱۰۱۵۸	۶۶۴۳	۶۱۱۰	۱۴۰۰۲	۶۸۱۳	۴۴۸۲	۸۶۹۵	۱۳۹۷۴	۳۶۸۵	گاز طبیعی
۴۵۶	۸۱۲	۲۰۵۸	۵۹۳	۸۴۸	۱۴۱۰	۷۸۴	۴۸۷	۲۰۷۱	گاز مایع
۵۳۳	۱۲۱۰	۸۲۲	۷۵۴	۹۱۹	۱۱۸۹	۱۰۵۵	۳۱۸۹	۱۰۰۰	بنزین
۳۷۹۱	۲۵۱۹	۸۰۴	۶۷۵۱	۱۹۸۹	۱۰۳۲	۵۵۱۶	۵۰۵	۵۴۲	نفت سیاه و کوره
۲۰۶	۰	۰	۲۸۹	۵	۲	۳۹۹	۱۰	۰	زغال سنگ
۶	۲	۵	۱۰۳	۵	۲	۲۱	۶	۱	زغال چوب
۶۱۵	۳۳۵	۷۱	۸۱۳	۲۰۶	۲۲۶	۱۵۹۵	۱۷۴۹۵	۲۲۳	سایر مواد سوختی
۳۱۶۱۲	۲۳۵۹۸	۲۱۴۹۷	۴۴۶۳۷	۱۹۳۰۳	۲۱۶۹۳	۴۰۴۴۶	۳۶۶۱۰	۲۶۹۹۵	برق
۱۹۲۵	۲۱۲۳	۱۶۵۷	۲۰۴۱	۱۶۱۷	۱۵۱۵	۲۶۵۴	۱۲۴۳	۱۶۳۹	آب
۵۰۹۹۹	۳۹۶۸۱	۳۵۰۲۰	۷۲۴۹۳	۳۴۳۶۸	۳۳۹۷۵	۶۳۷۰۱	۷۹۵۱۲	۳۷۸۳۶	کل

منبع: مرکز آمار ایران و محاسبات محقق



نمودار ۲: شدت مصرف انرژی در صنایع با سطوح مختلف تکنولوژی (برای ایجاد یک میلیون ریال ارزش افزوده)

اگرچه به‌وضوح می‌توان از نمودارهای شماره (۱) و (۲) شدت مصرف کمتر انرژی را برای تولید و ایجاد ارزش افزوده در بنگاه‌های با فناوری برتر در مقایسه با سایر سطوح تکنولوژی ملاحظه نمود، اما این مطالعه در نظر دارد تا با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی نیز نشان دهد که با استفاده از فناوری برتر در امر تولید بنگاه‌های صنعتی، شدت مصرف انرژی در امر تولید کاهش می‌یابد. بر این اساس، با استفاده از داده‌های تابلویی و تلفیق بنگاه‌ها در یک ماتریس کلی (Pooling) در صدد

است تا این فرضیه را آزمون نماید که بنگاه‌ها با استفاده از فناوری برتر و سطح بالاتری از تکنولوژی در امر تولید شدت مصرف انرژی آنها کاهش می‌یابد. برای آزمون فرضیه این مطالعه ابتدا تابع کلی مصرف انرژی مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرم کلی تابع مصرف انرژی در بخش صنعت به صورت رابطه شماره (۱) در نظر گرفته می‌شود.

$$C_{it}^E = f(P_{it}, D_{it}, D_{Lt}, T_{it}) \quad !\text{اع}$$

در این رابطه C شدت مصرف انرژی در بخش صنعت، P قیمت انرژی (حامل‌های انرژی)، D_i متغیر مجازی است که نشان‌دهنده نوع صنعت است که در بخش صنعت i از ۱۵ تا ۳۷ (بر اساس طبقه‌بندی ISIC) متغیر است. D_L معرف مکان قرارگیری بنگاه می‌باشد که در ایران L از ۱ تا ۳۰ متغیر است. زیرا در ادبیات این حوزه مکان قرارگیری بنگاه به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر میزان مصرف انرژی بنگاه‌ها معرفی شده است و در نهایت پارامتر T نشان‌دهنده سطح تکنولوژی که همان‌طور که قبلاً نیز ذکر گردید در این مطالعه سطح تکنولوژی بر اساس شدت $R\&D$ تعیین می‌شود. i و t نیز به ترتیب نشان‌دهنده بنگاه و زمان مورد بررسی است. این نکته لازم به ذکر است که از آنجا که هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر استفاده از فناوری برتر در بنگاه‌های صنعتی بر میزان مصرف انرژی برای یک واحد تولید است، لذا فرم کلی تابع شماره (۱) به صورت تابع شماره (۲) بازنویسی می‌شود که در آن منحصراً به بررسی تأثیر سطح تکنولوژی بر میزان مصرف انرژی بنگاه‌های صنایع تولیدی پرداخته می‌شود.

$$C_{it}^E = f(T_{it}) \quad (۲)$$

که در این رابطه i سطح تکنولوژی مورد استفاده توسط بنگاه را نشان می‌دهد که در این مطالعه بین بنگاه‌ها با فناوری برتر، متوسط و پایین متغیر است. رابطه شماره (۲)، با استفاده از روش Pooling و برای حدود ۳۶۲۰۰ بنگاه که در این سه مقطع مورد بررسی قرار گرفته‌اند تخمین زده می‌شود و نتایج این تخمین در جدول شماره (۴) تصویر شده است.

جدول ۴: نتایج حاصل از تخمین رابطه شماره (۲)

	Standardized Coefficients	t	R2	F
C	۰.۰۴۵			
TRR&D	-۰.۰۳۱	-۵.۹۷	۰.۱۵	۳۵.۷۴

همان‌گونه که مشاهده می‌شود از آنجا که از تمامی متغیرهای تأثیرگذار بر میزان مصرف انرژی (فرم کلی رابطه شماره ۱) تنها یک متغیر بررسی می‌شود (رابطه شماره ۲)، لذا قدرت توضیح دهنده مدل پایین است ($R^2 = 0.15$). اما با این وجود آماره بزرگ F نشان‌دهنده معنی‌داری کلی مدل است. در مجموع و بر اساس نتایج ارائه شده در جدول شماره (۴) در مورد ضریب متغیر شدت هزینه‌های تحقیق و توسعه مشاهده می‌شود که با افزایش سطح تکنولوژی و استفاده بیشتر از فناوری برتر در امر تولید شدت مصرف انرژی در بنگاه‌های صنایع تولیدی کاهش می‌یابد. به عبارتی با افزایش یک درصد در شدت هزینه‌های $R\&D$ در بنگاه‌ها و استفاده از فناوری برتر در امر تولید، شدت مصرف انرژی حدود ۰/۰۳ درصد کاهش می‌یابد و به عبارتی استفاده از فناوری برتر در امر تولید بر روی شدت مصرف انرژی تأثیری منفی در از لحاظ آماری تأثیری معنی‌دار دارد ($t = -5.97$).

۴- جمع بندی و نتیجه گیری

برای صنایع کشور به عنوان بخشی که همواره نزدیک به یک چهارم کل انرژی کشور در این بخش مصرف می شود، تأمین انرژی در جهت رشد و توسعه کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. از طرفی تأمین انرژی های رایج نیز به دلیل محدودیت های ناشی از پایان پذیری منابع سوخت و آلاینده های ناشی از افزایش مصرف انرژی صنعتگران و سیاستگذاران را وادار می سازد که به موازات تأمین نیازهای فوق، برای تأمین انرژی مورد نیاز به راه های دیگری از جمله تغییر تکنولوژی تولید و استفاده از تکنولوژی های پیشرفته رجوع کنند. بر این اساس، این مطالعه تأثیر استفاده از فناوری برتر را در بنگاه های صنعتی ایران در مقاطع زمانی ۱۳۷۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ بر میزان مصرف انرژی برای تولید یک واحد کالای صنعتی را بررسی می کند. نتایج این مطالعه نشان می دهد بنگاه هایی که از فناوری برتر در امر تولید خود استفاده نموده اند در مقایسه با سایر بنگاه ها از شدت انرژی کمتری در امر تولید خود برخوردار بوده اند. این نتیجه در هر سه مقطع مورد بررسی در این مطالعه قابل مشاهده است. همچنین با افزایش میزان استفاده از فناوری برتر در امر تولید بنگاه های صنایع تولیدی ایران شدت مصرف انرژی آنها کاهش می یابد. لذا برای ادامه این روند و همچنین برای افزایش میزان استفاده از تکنولوژی های برتر در سطح صنعت پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

- افزایش سرمایه گذاری در تحقیقات و توسعه فناوری های نوین
- ارتقای سطح دانش فنی و تخصصی نیروی انسانی
- ایجاد مراکز تحقیقاتی و مراکز رشد فناوری های نوین

مراجع

- 1- @Khalil TM. (2000). *Management of Technology: The key to Competitiveness and Wealth The Creation*.
- 2- @Erdal, Gulistan. et al. (2008). *The Causality Between Energy Consumption and Economic Growth in Turkey*. Energy Policy, No. 36, PP. 3838-3842.
- 3- @Mehara, Mohsen. (2006). *The Relationship Between Energy Consumption and Economic growth in Iran*. Iranian Economic Review, Vol.10, No.17, PP. 137-148.
- 4- @Webster G. (1981) *Third New International Dictionary, Merriam Webster-Inc, Massachusetts*.
- 5- @UNIDO (2004). *Global Industrial Activity: Industrial Development Report*.