اندازه‌گیری کارایی صنایع تولیدی ایران با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و با تأکید بر ستاده‌های نامطلوب (آلاینده‌های زیست محیطی)

زهرا نصراللهی[1]
استادیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد
زهرا صادقی آرانی[2]
دانشجوی دکتری مدیریت دانشگاه تهران
مرضیه غفاری گولک[3]
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۰۴
تاریخ تأیید: ۹۰/۰۷/۱۱

چکیده

اندازه‌گیری کارایی یکی از مهم‌ترین روش‌های ارزیابی عملکرد سازمان‌ها به شمار می‌رود، در این حوزه استفاده از تکنیک‌های ناپارامتریک به خصوص تحلیل پوششی داده‌ها از استقبال بیشتری برخوردار بوده است. با این وجود، در بسیاری از مدل‌های مورد استفاده تنها بر خروجی‌های مطلوب تکیه و خروجی‌های نامطلوب حاصل از تولید نادیده گرفته شده است. در این پژوهش در اندازه‌گیری کارایی نسبی صنایع تولیدی ایران طی برنامه سوم و دو سال اول برنامه چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۷۹-۱۳۸۵ آلاینده‌های زیست محیطی به عنوان خروجی نامطلوب در نظر گرفته شده است. ورودی‌های این مدل نیروی کار، انرژی و مواد اولیه است. ارزش افزوده صنعت خروجی مطلوب و میزان SO_2، میزان CO_2 و میزان SPM خروجی‌های نامطلوب مدل را تشکیل می‌دهد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در تمامی سال‌های مورد بررسی تنها صنعت ۳۲ (تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی) کارا بوده است. همچنین در تمام سال‌های برنامه و از میان ۲۱ صنعت مورد بررسی همواره بیش از هفده صنعت ناکارا بوده است. به عبارت دیگر در این سال‌ها تنها بیست درصد از واحدها کارا بوده و از منابع خود به درستی استفاده نموده‌اند.

واژگان کلیدی: کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، صنایع تولیدی ایران، داده‌های نامطلوب، آلاینده‌های زیست محیطی
طبقه‌بندی موضوعی: C14, O14, Q51

مقدمه

امروزه دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار از جمله اهداف استراتژیک کلیهٔ کشورهای جهان محسوب می‌شود. رشد و توسعه سریع اقتصادی، معمولاً اثرات زیانبار بسیاری بر محیط زیست (به علت استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی و انتشار حجم بیشتری از آلاینده‌ها) بر جای می‌گذارد. با رشد تولید و افزایش اندازه جمعیت، تقاضا برای مصرف کالاها افزایش می‌یابد. تولید بیشتر با افزایش تخریب محیط زیست همراه بوده و پسماندها و آلودگی بیشتری را به محیط زیست وارد می‌کند.

1. Email: nasrolaz@yahoo.com
2. Email: sadeqi_z_a@yahoo.com
3. Email: ghafari_marzieh@yahoo.com

بر اساس قوانین ترمودینامیک، زمین سیستم بسته‌ای از مواد است که استفاده از منابع طبیعی موجب افزایش آنتروپی مواد شده و استفاده مفید از مواد را غیرممکن می‌سازد. بر این اساس با بالا رفتن آنتروپی مواد علاوه بر اینکه انسان از خدماتی که محیط زیست ارائه می‌دهد، محروم می‌ماند، خود محیط زیست نیز متحمل آسیب‌های فراوانی می‌شود (Perman et al, 1999: 19).

رابطه توسعه اقتصادی و تخریب محیط زیست را می‌توان به سه مرحله (اقتصاد مبتنی بر کشاورزی، اقتصاد مبتنی بر صنعت و اقتصاد مبتنی بر خدمات) تقسیم نمود. در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، مقیاس افزایشی فعالیت اقتصادی همچنین تغییرات ساختاری از فعالیت‌های کشاورزی به سمت فعالیت‌های صنعتی، آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کند.

به طور کلی اقتصاددانان مکانیسم‌های زیست‌محیطی را در قالب سه اثر مقیاس، اثر ساختاری و اثر تکنیکی تحلیل می‌کنند. اولاً، رشد یک اثر مقیاس[1] بر محیط زیست اعمال می‌نماید، به طوری که مقیاس بزرگ‌تری از فعالیت اقتصادی منجر به مصرف مقدار بیشتری از انرژی و در نتیجه باعث افزایش تخریب محیط زیست می‌شود. ثانیاً، رشد اقتصادی می‌تواند اثر مثبتی بر محیط زیست داشته باشد از طریق اثر ترکیب[2]: هنگامی که یک کشور رشد و توسعه می‌یابد، ساختار اقتصاد از اقتصادی مبنی بر صنعت به اقتصادی مبنی بر اطلاعات و خدمات و بنابراین سهم افزایشی فعالیت‌های پاک‌تر در GDP آن کشور تغییر می‌یابد. سرانجام با ثروتمندتر شدن کشورها آگاهی زیست‌محیطی افزایش می‌یابد و تقاضا برای قوانین زیست محیطی زیاد می‌شود. این امر در نهایت منجر به جایگزینی تکنولوژی‌های منسوخ و آلوده با تکنولوژی‌های پاک‌تر و بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود. این اثر به اثر فنی[3] رشد مشهور است. اثر منفی مقیاس بر محیط زیست در مراحل ابتدایی رشد کشورها برجسته است اما در نهایت تأثیر مثبت اثرات ترکیب و فنی مهم‌تر از اثر مقیاس خواهد بود (Aslanidis, 2009: 5).

مسئله تخریب محیط زیست در کشورهای در حال توسعه شکل حادتری دارد زیرا در این کشورها که با تلاش مضاعف درصدد جبران عقب ماندگی‌های خود در زمینه رشد و توسعه می‌باشند، دستیابی به رشد و توسعه در مقابل حفاظت از محیط زیست در اولویت قرار دارد. در این کشورها به دلیل قرار داشتن در مراحل اولیه رشد اقتصادی، پایین‌بودن سطح آگاهی نسبت به مشکلات زیست‌محیطی، عدم دسترسی به تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست و ... توجه چندانی به کیفیت محیط زیست وجود ندارد.

همچنین در این کشورها اقتصاد زیرزمینی که اثرات غیرقابل انکاری بر آلودگی‌های زیست محیطی دارد، بسیار گسترده می‌باشد (Baksi & Bose, 2008: 2)، این در حالی است که بر طبق فرضیه پناهگاه آلودگی، کشورهای پیشرفته به عنوان یکی از راهکارهای مقابله با آلودگی‌های زیست محیطی، از تولید کالاهای با

1. scale effect
2. composition effect
3. induced technique effect

آلودگی‌های زیاد زیست محیطی خودداری نموده و به این ترتیب تولید این کالاها در کشورهای در حال رشد صورت می‌گیرد. مجموعهٔ این عوامل می‌تواند شدت تخریب محیط زیست در کشورهای در حال رشد را افزایش داده و توسعه پایدار در این کشورها را با مشکلات جدی مواجه نماید. بنابراین کشورهای در مسیر رشد کشورهای در حال توسعه ایجاد آلودگی هوا، آب و خاک به عنوان یک محصول فرعی، غیرقابل اجتناب بوده و توسعه صنعتی از یک سو با ایجاد محصولات شیمیایی مضر و ضایعات صنعتی شامل فلزات سنگین و از سوی دیگر با افزایش مصرف انرژی (سوخت‌های فسیلی) و به تبع آن انتشار گازهای آلاینده جوی باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. بنابراین استفاده از راهکارهایی جهت کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی می‌تواند منجر به کاهش آلایندگی ناشی از مصارف این سوخت‌ها شود. افزایش کارآیی صنایع تولیدی یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی و در نتیجه کاهش آلاینده‌های زیست محیطی می‌باشد.

با توجه به اهمیت توسعه پایدار و مخاطرات جدی زیست محیطی در صورت عدم توجه به آثار خارجی منفی ناشی از فعالیت واحدهای اقتصادی است که در این مقاله سعی شده است در بررسی عملکرد واحدی‌های اقتصادی، آلایندگی ناشی از فعالیت‌های تولیدی به عنوان عاملی منفی در فرآیند اندازه‌گیری کارایی واحدهای اقتصادی لحاظ شود.

به منظور بررسی عملکرد یک مؤسسه تولیدی روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها محاسبه کارایی باشد که به نحوه استفاده از عوامل تولید در جهت تولید محصول مربوط می‌شود. در اکثر مطالعات انجام شده برای سنجش کارایی سازمان‌ها و صنایع، به نهاده‌ها و ستاده‌های مشهود توجه شده و از ستاده‌های نامشهودی مانند آلاینده‌های زیست محیطی، خدمات اجتماعی و ... غفلت گردیده است. از این رو در این مقاله، کارایی صنایع تولیدی ایران به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها و با لحاظ نمودن ستاده‌ها و نهاده‌های مشهود و یک ستادهٔ نامشهود و نامطلوب محاسبه شده است. به عبارت دیگر، کارایی این صنایع در استفاده بهینه از منابع اصلی تولید شامل نیروی انسانی، انرژی و مواد اولیه در تولید ارزش افزوده بیشتر و آلودگی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

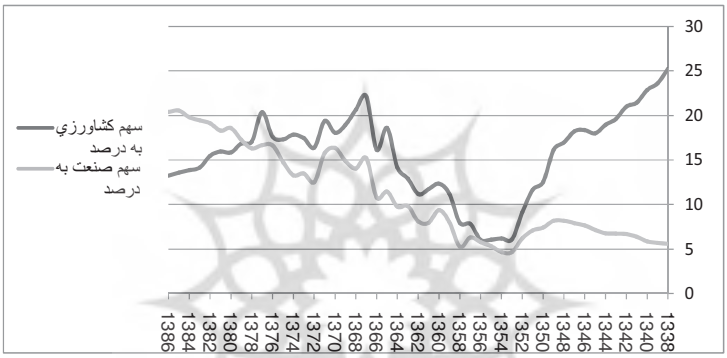
سازماندهی مقاله به صورت زیر است: ابتدا وضعیت مصرف انرژی در صنایع تولیدی ایران ارائه شده، در بخش دوم مبانی نظری روش تحلیل پوشش داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. بخش چهارم مقاله پیشینه تحقیق مطرح شده و بخش پنجم به روش تحقیق و داده‌های آماری اختصاص یافته است و در نهایت نیز برآوردهای مدل و تحلیل نتایج ارائه شده است.

۱- بررسی وضعیت صنایع تولیدی ایران از نظر میزان ارزش افزوده و نشر آلاینده‌های هوا

تجربه کشورهای توسعه‌یافته در زمینه تخریب محیط زیست و نیز مقیاس فزاینده فعالیت‌های اقتصادی در مراحل اولیه توسعه و ساختار در حال تغییر از فعالیت‌های کشاورزی به فعالیت‌های صنعتی موجب توجه ویژه به بخش‌های آلوده‌کننده محیط زیست در کشورهای در حال توسعه شده است.

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر کارایی صنایع تولیدی ایران با تأکید بر ستاده‌های نـامطلوب (آلاینده‌های زیست محیطی) مورد ارزیابی قـرار گرفتـه اسـت ابتـدا نگـاهی بـه تغییـر سـاختاری از کشاورزی به صنعت خواهیم داشت. از مقایسه سهم بخش صنعت و کشاورزی در درآمد ملی چنـین بر می‌آید که سهم بخش کشاورزی در درآمد ملی از حدود ۲۵ درصد در سـال ۱۳۳۸ بـه حـدود ۱۳ درصد در سال ۱۳۸۶ کاهش یافته است در حالی که سهم بخش صـنعت در درآمـد ملـی از حـدود ۶ درصد در سال ۱۳۳۸ به حدود ۲۰ درصد در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته اسـت. رونـد تغییـرات سـهم بخش صنعت و بخش کشاورزی در درآمد ملی در نمودار ۲ آمده است.

نمودار (۲)- سهم بخش صنعت و بخش کشاورزی در درآمد ملی در دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۶



منبع: آمارهای منتشره از طرف بانک مرکزی

روند صعودی سهم بخش صنعت در درآمد ملـی (نمـودار ۲) نـشان از اهمیـت ایـن بخـش در رونـد توسعه ایران در سال‌های اخیر دارد. بنابراین انتظار می‌رود که میزان مصرف انرژی (سوخت‌هـای فـسیلی) و نیز نشر آلاینده‌های هوا نیز روندی صعودی را طی نموده باشد. از آنجا که در مطالعه حاضر، آلـودگی هـوا در صنایع تولیدی ایران مورد توجه بوده است لذا در ابتدا نگاهی به میـزان ارزش افـزوده ایجـاد شـده و نیـز نشر آلاینده‌های هوا در صنایع تولیدی ایران به تفکیک کدهای دو رقمی خواهیم داشت.

منظور از آلاینده‌های هوا در این مطالعه انتشار CO_2، SPM (ذرات معلق [۱]) و SO_2 (دی اکسید گوگرد [۲]) ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی (نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید، بنزین، گـاز طبیعـی و گـاز مـایع)

۱. به هر ماده به جـز آب خـالص کـه بـه صـورت مـایع یـا جامـد در اتمـسفر تحـت شـرایط نرمـال در انـدازه میکروسـکوپی یـا زیرمیکروسکوپی اما بزرگ‌تر از ابعاد مولکولی باشد، ذرات معلق می‌گویند. این‌گونه ذرات معمولاً باعث تیـره رنـگ شـدن هـوای شهر شده و هرچه مقدار این ذرات بیشتر باشد هوای شهر آلوده‌تر به نظر می‌رسد. منـابع مـصنوعی ذرات معلـق در منـاطق شـهری شامل صنایع مختلف از قبیل سیمان، ذغال سنگ، ذوب آهن، کارخانجات گچ‌پزی و کارگاه‌های بزرگ تراشکاری می‌باشد.

۲. برخی از سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ و مواد نفتی سنگین (نفت کوره و گازوییـل) حـاوی مقـادیر زیـادی گوگرد می‌باشند که این گوگرد در اثر احتراق به شکل گاز دی‌اکسیدگوگرد در فضا پخش می‌شود.

در صنایع تولیدی ایران است. بنابراین میانگین انتشار گازهای CO_2 (دی اکسید کربن)، SPM (ذرات معلق) و SO_2 (دی اکسید گوگرد) و به تفکیک ۲۱[1] صنعت تولیدی ایران (در سطح کدهای دو رقمی) و نیز متوسط ارزش افزوده هر صنعت در دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۹) در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین در هر ستون بزرگ‌ترین مقدار (رتبه ۱ تا ۳) به صورت پررنگ مشخص شده است.

جدول (۱): میانگین انتشار سه نوع از گازهای آلاینده بخش صنعت یعنی **CO_2**، **SPM** و **SO_2** به تفکیک صنایع و متوسط ارزش افزوده هر صنعت در دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۹)

کد	صنعت	ارزش افزوده (میلیارد ریال)	SO_2 (تن)	SPM (تن)	CO_2 (تن)
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۳۷۴۸.۹۲	۱۴۱۸۶.۷۳	۱۲۳۵.۹۷	۳۷۱۹۳۱۳.۹۲
۱۷	تولید منسوجات	۲۵۱۳.۵۴	۲۹۸۵.۴۳	۲۹۳.۲۲	۷۹۰۵۰۶.۴۱
۱۸	تولید پوشاک -عمل آوردن و رنگ کردن پوست -خزدار	۹۵.۷۸	۴۷.۲۹	۶.۳۱	۲۲۳۲۵.۹۳
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و یراق و تولید کفش	۳۵۰.۳۶	۱۹۹.۱۲	۲۰.۰۸	۴۳۷۶۰.۳۹
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه - غیر از مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	۱۶۶.۹۷	۴۷۶.۹۵	۴۸.۰۷	۱۲۶۸۷۳.۷۶
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۶۱۸.۳۵	۸۴۰.۸۱	۱۰۰.۴۵	۳۵۷۵۴۱.۶۳
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۳۹۳.۴۸	۳۸.۶۴	۷.۸۹	۳۱۶۴۰.۱۹
۲۳	صنایع تولید ذغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۱۲۰۲.۳۲	۵۱۸۳.۱۲	۷۹۱.۱۸	۴۲۸۰۸۲۹.۰۰
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیائی	۴۷۰۰.۹۹	۲۸۳۳.۵۷	۶۸۶.۷۸	۳۸۵۸۳۴۶.۳۸
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱۰۵۶.۳۷	۷۲۴.۷۴	۸۹.۵۱	۳۰۱۲۵۶.۹۶
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	۳۱۶۹.۸۹	۴۹۶۸۲.۸۷	۳۸۵۳.۵۷	۱۲۸۴۲۵۲۵.۱۵
۲۷	تولید فلزات اساسی	۳۶۰۶.۴۳	۲۹۲۸.۵۸	۸۳۰.۸۳	۴۸۹۷۹۷۴.۱۵
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین آلات و تجهیزات	۱۴۳۵.۳۵	۱۰۲۰.۰۵	۱۲۶.۱۹	۳۷۳۹۱۷.۵۳
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۴۰۵.۸۷	۹۵۲.۹۲	۱۳۲.۱۵	۴۳۹۳۷۰.۴۴
۳۰	تولید ماشین آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۱۲۸.۲۷	۷.۲۷	۱.۱۷	۳۸۵۴.۷۲
۳۱	تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۳۲۱.۷۴	۳۹۶.۰۹	۵۱.۹۰	۱۵۹۷۹۶.۶۶
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۵۳۱.۶۰	۳۰.۵۷	۴.۸۷	۱۵۱۱۲.۸۰
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۲۰۶.۹۱	۱۱۴.۴۸	۱۳.۱۰	۳۶۰۳۹.۹۷
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۷۰۷۸.۱۲	۹۳۵.۵۲	۱۲۵.۵۰	۳۸۱۵۶۴.۷۰
۳۵	تولید سایر وسایل حمل ونقل	۱۱۰۸.۴۵	۱۷۸.۵۲	۲۳.۱۲	۶۴۹۹۱.۷۵
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۵۴.۷۷	۲۴۱.۱۸	۲۸.۸۲	۷۹۶۰۷.۷۹

منبع: یافته‌های تحقیق

۱. لازم به توضیح است که صنعت ۳۷ (صنعت بازیافت) به دلیل کامل نبودن داده‌های مورد نیاز از بررسی حذف شده است.

با توجه به جدول ۱ صنایع تولیدی ۳۴ (تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر)، ۲۴ (صنایع تولید مواد و محصولات شیمیائی) و ۱۵ (صنایع مواد غذایی و آشامیدنی) از نظر میانگین ارزش افزوده به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

از نظر میانگین انتشار CO2 صنایع تولیدی ۲۶ (تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی)، ۲۷(تولید فلزات اساسی) و ۲۳ (صنایع تولید ذغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای) به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

از نظر میانگین انتشار SPM صنایع تولیدی ۲۶ (تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی)، ۱۵(صنایع مواد غذایی و آشامیدنی) و ۲۷ (تولید فلزات اساسی) به ترتیب آلوده‌ترین صنایع بوده‌اند.

همچنین از نظر میانگین انتشار SO2 صنایع تولیدی ۲۶ (تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی)، ۲۷ (تولید فلزات اساسی) و ۲۳ (صنایع تولید ذغال کک - پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای) به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند.

۲- مبانی نظری تحقیق

۲-۱- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

از بعد اقتصادی کاربرد کمترین نهاده به منظور دستیابی به بیشترین ستاده، بهره‌وری فرآیند تولید تلقی می‌شود و از دید مهندسی، تولید با کمترین ضایعات و با کیفیت بالا، تولید مطلوب به حساب می‌آید.

بخش قابل توجهی از مبانی نظری اقتصاد به فرایند و قانونمندی حاکم بر تبدیل داده به ستانده باز می‌گردد. بدین معنا که نتایج فعالیت‌های اقتصادی به صورت خاص و رشد اقتصادی به معنای عام در واقع ستانده به کارگیری داده‌های اقتصادی (در قالب عوامل تولید) می‌باشند. که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مواد اولیه و انرژی، نیروی کار، سرمایه ... اشاره نمود.

آنچه که در مبانی اقتصاد محیط زیست و بحث توسعه پایدار مطرح می‌شود آن است که این فرایند (تبدیل داده‌ها به ستانده) با کمترین پسماند و بیشترین پایداری منابع صورت گیرد (فطرس و نسرین دوست، ۱۳۸۸: ۴۴).

بهره‌وری و اندازه‌گیری آن به دلیل اهمیتشان در ارزیابی عملکرد سازمان از مفاهیمی بوده که همواره مورد توجه محققان قرار داشته‌اند. از بهره‌وری به عنوان یکی از ابزارهای مهم دستیابی به مزیت رقابتی در داخل و یا حتی در بازارهای بین‌المللی یاد شده است (مولایی، ۱۳۸۴: ۱۵۷). از مفهوم بهره‌وری در دوره‌ها و حوزه‌های متفاوت علمی تعاریف گوناگونی ارائه شده است. مرکز بهره‌وری ژاپن[1] (JPC)، دراطلاعیه تشکیل این مرکز در سال ۱۹۵۵ بهره‌وری را این گونه تعریف نموده است: «حداکثر استفاده از

1. Japan Productivity Center

منابع فیزیکی، نیروی انسانی و سایر عوامل به روش‌های علمی به طوری که بهبود بهره‌وری به کاهش هزینه‌های تولید، گسترش بازارها، افزایش اشتغال و بالا رفتن سطح زندگی همه آحاد ملت منجر شود» (خاکی، ۱۳۸۳: ۱۰۶-۱۰۷).

همزمان با تعریف بهره‌وری روش‌های متعددی نیز برای اندازه‌گیری آن ارائه شده است. روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری از منظر آماری به سه دستهٔ تجزیه و تحلیل نرخ[1]، روش‌های پارامتریک[2] و روش‌های ناپارامتریک[3] تقسیم می‌شوند. اندازه‌گیری بهره‌وری بر اساس تجزیه و تحلیل نرخ معمولاً بیش از دو روش دیگر به کار گرفته شده است. در این تکنیک، اندازه‌گیری بهره‌وری یک سازمان بر اساس یک ستاده و یک نهاده در دورهٔ زمانی مشخص، صورت می‌گیرد. اگر چه استفاده و تفسیر این روش آسان است اما بکارگیری ستاده و نهادهٔ واحد برای ارزیابی بهره‌وری یک سازمان از معایب اساسی آن به شمار می‌رود چرا که اغلب سازمان‌ها از ستاده‌ها و نهاده‌های متنوعی برخوردارند (Düzakın & Düzakın, 2007: 1413). در مقابل روش تجزیه و تحلیل نرخ، دو روش پارامتریک و ناپارامتریک قرار دارد. روش پارامتریک به روشی اطلاق می‌شود که در آن ابتدا برای تابع تولید شکل خاصی در نظر گرفته شود، پس از آن با یکی از روش‌های برآورد توابع که در آمار و اقتصادسنجی مرسوم‌اند، ضرایب مجهول (پارامترهای) این تابع برآورد می‌شود که مهم‌ترین این روش‌ها عبارتند از: تابع تولید مرزی قطعی[4]؛ تابع تولید مرزی قطعی آماری[5]؛ تابع تولید مرزی تصادفی[6]؛ تابع سود[7]. در روش ناپارامتریک با استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی به ارزیابی کارایی بنگاه‌ها پرداخته می‌شود. برخلاف روش پارامتریک، در این روش نیازی به برآورد تابع تولید نمی‌باشد و علاوه بر این چنانچه بنگاه مورد نظر دارای چندین خروجی متفاوت باشد این روش در ارزیابی کارایی با مشکل مواجه نخواهند شد. به‌رغم قوت تئوریک روش‌های پارامتریک، وجود محدودیت‌ها و مشکلات بکارگیری این روش‌ها، محققین را بر آن داشته تا از روش‌های ناپارامتریک استفاده نمایند (Caves, et al, 1982: 75).

روش‌های ناپارامتریک برای اولین بار در سال ۱۹۵۷ با تعریف فارل از کارایی با درنظر گرفتن مفهوم فیزیکی آن، برای اندازه‌گیری یک واحد تولیدی آغاز شد (Farrell, 1957: 254). مطالعهٔ او بعدها زیربنای روش تحلیل پوششی داده‌ها، قرار گرفت. فارل مدل خود را برای تخمین کارایی بخش کشاورزی آمریکا نسبت به سایر کشورها به صورت زیر ارائه داد:

مجموع موزون ورودی‌ها / مجموع موزون خروجی‌ها = کارایی

---

1. Ratio Analysis
2. Parametric Method
3. Nonparametric Method
4. Deterministic Frontier Production Function Method
5. Deterministic Stochastical Frontier Production Function Method
6. Stochastical Frontier Production Function Method
7. Profit Function Method

که به صورت تعمیم‌یافته برای بررسی کارایی n واحد که هرکدام دارای m ورودی و s خروجی است کارایی واحد jام (j=1, 2, … , n)، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{کارایی} = \sum_{r=1}^{s} UrYrj \Big/ \sum_{i=1}^{m} ViXij$$

Xij: میزان ورودی iام برای واحد jام (i=1, 2, … , m)؛

Yrj: میزان خروجی rام برای واحد jام (j=1, 2, … , s)؛

Ur: وزن داده شده به خروجی rام؛

Vi: وزن داده شده به ورودی iام.

نکتهٔ مهم و قابل اتکاء در این مدل استفاده از میانگین موزون می‌باشد. اما در این مدل دو نکته را باید مد نظر قرار داد. نکتهٔ اول آنکه محاسبهٔ کارایی در مدل فوق به دلیل تفاوت در وزن‌هایی که هر واحد به خروجی‌ها و ورودی‌هایش می‌دهد مشکل است و دوم آنکه به دلیل اختیاری بودن مقدار این وزن‌ها، ممکن است واحدها برای حداکثر کردن کارایی خود وزن‌های بیشتر را به خروجی‌های بیشتر و وزن‌های کمتر را به خروجی‌های کمتر اختصاص دهند و به این ترتیب مقایسه واحدها، از قابلیت اطمینان کمتری برخوردار شود. چارنز، کوپر و رودز[1] به این مسئله پی برده و مدل CCR را برای رفع آن پیشنهاد کردند. این مدل توانایی اندازه‌گیری کارایی با چند ورودی و چند خروجی را داشته و تحلیل پوششی داده‌ها[2] (DEA) نام گرفت.

در این مدل n واحد تصمیم‌گیرنده[3] (DMU) مفروض است. منظور از DMU واحد سازمانی یا یک سازمان مجزا است که توسط فردی به نام رئیس یا مدیر یا مسئول اداره می‌شود به شرط آنکه این سازمان دارای فرآیند سیستمی باشد یعنی تعدادی عوامل تولید به کار گرفته شوند تا تعدادی محصول به دست آیند. این واحدها ورودی‌های $X_{10}, X_{20}, \ldots, X_{M0}$ را برای تولید خروجی‌های $Y_{10}, Y_{20}, \ldots, Y_{S0}$ به کار می‌گیرند. در این مدل وزن‌های اختصاص داده شده به خروجی‌ها $(u_1, u_2, \ldots, u_s)$ و همچنین وزن‌های ورودی‌ها $(v_1, v_2, \ldots, v_m)$ باید طوری انتخاب شوند که تابع زیر حداکثر و محدودیت‌های آن برقرار باشد.

$$Max\, Z_0 = \sum_{r=1}^{s} UrYr0 \Big/ \sum_{i=1}^{m} ViXi0$$

St:

$$\sum_{r=1}^{s} UrYrj \Big/ \sum_{i=1}^{m} ViXij \le 1$$

Ur, Vi≥ 0 , (j=1, 2, … , n)

مدل برنامه‌ریزی کسری فوق با فرض $\sum_{i=1}^{m} ViXi0=1$ به برنامه‌ریزی خطی تبدیل می‌شود.

1. Chandra, Cooper, Rohdes
2. Data Envelopment Analysis
3. Decision Making Units

بعدها این روش توسط بنکر[1]، چارنز و کوپر در سال ۱۹۸۴ توسعه داده شد که بـه مـدل BCC معروف شده است. این مدل برای اندازه‌گیری و تعیین کارایی واحدها و همچنـین اصـلاح و تعـدیل ورودی‌ها و خروجی‌ها برای بالا بردن میزان کارایی با در نظر گرفتن بازده متغیر نسبت بـه مقیـاس[2] (VRS) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مدل‌های CCR و BCC حداکثر کارایی یک اسـت. در ایـن حالـت واحـدهای ناکـارا قابـل رتبه‌بندی‌اند ولی چنـین امکـانی بـرای واحـدهای کـارا وجـود نـدارد. مـدل پیـشنهادی اندرسـون – پیرسون[3] (AP) با فرض کارایی بیشتر از یک، امکان رتبه‌بندی واحدهای کارا را نیز فراهم می‌کند.

طبق تعـاریف ارائـه شـده تحلیـل پوشـشی داده‌هـا عبـارت اسـت از یـک مـدل برنامـه‌ریـزی ناپارامتریک ریاضی برای داده‌های مشاهده شده که روشی برای تخمین مرزهای کارایی را مانند تابع تولید فراهم می‌کند که پایه اقتصاد مدرن است.

۲-۲- محصولات نامطلوب در تحلیل پوششی داده‌ها

در روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) از روش برنامه‌ریزی خطی برای ارزیابی کـارایی و عدم کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری هم‌درجه[4] (DMUs) که نهاده‌هـا و محـصولات متعـددی تولید می‌کنند استفاده می‌شود. هنگامی که DEA مرز کارایی را مشخص مـی‌کنـد، DEA عملکـرد واحدهای تصمیم‌گیری ناکارا را با افزایش سطح تولید جاری یا کاهش سطوح نهـاده‌هـای جـاری بهبود مـی‌بخـشد. امـا در حـالتی کـه در فرآینـد تولیـد عـلاوه بـر محـصولات مطلـوب (خـوب)، محصولات نامطلوب (بد) هم تولید شود و به عبارت دیگر اگر فرآیند تولیـد ناکـارا باشـد، بـرای بهبود کارایی باید آلاینده‌های نامطلوب کاهش یابد یعنی به هنگام ارزیـابی عملکـرد تولیـد بایـد محصولات مطلوب و نامطلوب به شیوه‌ای متفاوت مورد توجه قرار گیرد. اما در مـدل اسـتاندارد DEA کاهش در محصولات مجاز نبوده و فقط نهاده‌ها را می‌توان کـاهش داد (و بـه طـور مـشابه افزایش در نهاده‌ها مجاز نبوده و تنها می‌توان محصولات را افزایش داد). در صورتی که در مورد محصولات نامطلوب نیز مثل نهاده‌ها رفتار شود، مدل DEA مورد نظر به درسـتی مـنعکس‌کننـدهٔ فرآیند تولید نمی‌باشد.

در مطالعه‌ای نشان داده شد که می‌توان از مدل اسـتاندارد DEA بـرای بهبـود عملکـرد از طریق افزایش خروجی‌های مطلوب و کاهش خروجی‌های نامطلوب استفاده نمـود. ایـن روش همچنین می‌تواند در موقعیت‌هایی استفاده شود که برای بهبود عملکرد نیاز به افزایش برخی از

1. Banker
2. Variable Return on Scale
3. Anderson & Peterson
4. Peer Decision Making Units

ورودی‌ها می‌باشد. ویژگی خطی بودن و تحدب[1] DEA نیز در این رویکرد حفظ شده است (Seiford & Zhu, 2002: 17). در این قسمت مدل مورد استفاده در این مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

فرض می‌شود که یک مدل DEA را می‌توان به صورت ماتریسی با s+m ردیف و n ستون بیان نمود:

$$P = \begin{bmatrix} Y \\ -X \end{bmatrix} = [P_1, ..., P_n]$$

هر ستون به یکی از DMUها اشاره دارد. jامین ستون از یک بردار نهاده x_j (Iامین مؤلفهٔ آن یعنی x_{ij} میزان نهاده i استفاده شده توسط DMUj بوده) و یک بردار ستاده y_j (rامین مؤلفهٔ آن یعنی y_{rj} میزان ستاده r ایجاد شده توسط DMUj می‌باشد) تشکیل شده است.

در این صورت می‌توان کارایی BCC را با محاسبه مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر به دست آورد:

$$\begin{aligned} &\max \quad \eta \\ &s.t. \ \sum_{j=1}^{n} z_j x_j + s^- = x_0, \\ &\sum_{j=1}^{n} z_j y_j - s^+ = \eta y_0, \\ &\sum_{j=1}^{n} z_j = 1, \\ &z_j \geq 0, \quad j = 1, ..., n, \end{aligned} \qquad (۱)$$

منظور از x_0 و y_0 بردارهای نهاده و ستادهٔ DMU_0 مورد بررسی است.

به فرض بردار نهاده با بردار m ردیفی u و بردار ستانده با بردار s ردیفی v جایگزین شده است یعنی:

$$\bar{x}_j = x_j + u, \quad \bar{y}_j = y_j + v \quad (j = 1,2,...,n)$$

یک مدل DEA با فرض وجود فاکتورهای نامطلوب به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\begin{bmatrix} Y \\ -X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^g \\ Y^b \\ -X \end{bmatrix} \qquad (۲)$$

منظور از y^g ستاده‌های مطلوب (خوب) و y^b ستاده‌های نامطلوب (بد) می‌باشد. واضح است که برای بهبود عملکرد باید y^g افزایش و y^b کاهش یابد. اما در مدل استاندارد BCC، فرض شده که برای بهبود عملکرد باید y^g و y^b افزایش یابند. فاره[2] (۱۹۸۹) به منظور افزایش ستاده‌های مطلوب و کاهش ستاده‌های نامطلوب مدل (۱) را به صورت مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی زیر اصلاح نمودند:

1. Linearity and Convexity
2. Fare

$$
\begin{aligned}
&\max \quad \Gamma \\
&s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} z_j x_j + s^- = x_0, \\
&\sum_{j=1}^{n} z_j y_j^g - s^+ = \Gamma y_0^g, \\
&\sum_{j=1}^{n} z_j y_j^b - s^+ = \frac{1}{\Gamma} y_0^b \\
&\sum_{j=1}^{n} z_j = 1, \\
&z_j \geq 0, \quad j = 1,..., \quad n,
\end{aligned}
\tag{۳}
$$

برای حفظ ویژگی خطی بودن و تحدب، مدل DEA می‌توان مدلی را به عنوان جایگزین مدل (۳) بیان نمود:

ابتدا هریک از ستاده‌های نامطلوب را در ۱- ضرب کرده و سپس یک بردار انتقال مناسب[1] w تعیین می‌شود که تمام ستاده‌های منفی نامطوب را مثبت نماید.

مدل (۲) به صورت زیر در می‌آید:

$$
\begin{bmatrix} Y \\ -X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^g \\ \bar{Y}^b \\ -X \end{bmatrix} \tag{۴}
$$

که j امین ستون ستاده بد (انتقالی) به صورت $\bar{y}_j^b = -y_j^b + w > 0$ می‌باشد. بنابراین مدل (۱) به صورت برنامه‌ریزی خطی بیان می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&\max \quad h \\
&s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} z_j y_j^g \geq h y_0^g, \\
&\sum_{j=1}^{n} z_j \bar{y}_j^b \geq h \bar{y}_0^b, \\
&\sum_{j=1}^{n} z_j x_j \leq x_0 \\
&\sum_{j=1}^{n} z_j = 1, \\
&z_j \geq 0, \quad j = 1,..., n,
\end{aligned}
\tag{۵}
$$

1. Proper Translation Vector

مدل (۵) همانند مدل DEA غیرخطی (۳) ستاده‌های مطلوب را توسعه داده و ستاده‌های نامطلوب را کاهش می‌دهد.

در واقع پنج امکان برای رسیدگی به وضعیت ستاده‌های نامطلوب در چارچوب DEA-BCC وجود دارد. اولین امکان این است که به سادگی ستاده‌های نامطلوب نادیده گرفته شود. دوم اینکه ستاده‌های نامطلوب در مدل DEA غیرخطی (۳) بررسی شود. سوم اینکه ستاده‌های نامطلوب به عنوان ستاده در نظر گرفته شده و معیار فاصله[1] را برای محدود نمودن گسترش ستاده‌های نامطلوب تنظیم نماید (مدل جایگزینی ضعیف در فار و دیگران، ۱۹۸۹). چهارم اینکه ستاده‌های نامطلوب مانند نهاده در نظر گرفته شود، به هر صورت این عمل فرآیند تولید را به خوبی منعکس نمی‌کند. پنجم اینکه یک تبدیل کاهشی یکنواخت[2] را برای ستاده‌های نامطلوب در نظر گرفته و سپس متغیرهای تعدیل‌شده به عنوان ستاده مورد استفاده قرار گیرد. در این مطالعه از یک تبدیل کاهشی یکنواخت خطی استفاده شده است. از آنجا که استفاده از تبدیل خطی موجب حفظ تحدب روابط می‌شود، انتخاب مناسبی برای یک مدل DEA می‌باشد.

۳- مطالعات انجام شده

در این قسمت بخشی از مطالعات انجام شده در حوزه تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ملک (۱۳۷۸) در مطالعه‌ای با هدف بررسی مدیریت سیستماتیک بهره‌وری در کارخانه‌های تخته خرده چوب، به مقایسهٔ برخی از شاخص‌های بهره‌وری در شش واحد تولیدی نئوپان در کشور می‌پردازد. در این تحقیق متغیرهایی مانند تکنولوژی، ساختار و منابع انسانی، مواد اولیه و انرژی، ضایعات و توقفات خط تولید و شاخصه‌های بهره‌وری در واحدهای مورد بررسی، تجزیه و تحلیل شده است. نتایج این تحقی نشان می‌دهد که بین بهره‌وری و سودآوری سازمان رابطهٔ معنی‌داری وجود دارد. علاوه بر این، نتایج حاکی از آن بوده است که هزینهٔ بالای مواد اولیه‌و مسائل نیروی انسانی باعث کاهش بهره‌وری این سازمان‌ها بوده است.

پناهنده (۱۳۸۰) در تحقیق دیگری به بررسی تأثیر مدیریت کیفیت جامع بر بهره‌وری در کارخانه نئوپان خلخال می‌پردازد. وی در این تحقیق ضمن بررسی روش اندازه‌گیری بهره‌وری، منافع انجام این قبیل مطالعات و نیز ارتباط آن با کیفیت را مورد بررسی قرار داده است. در ادامه این تحقیق، به اولویت‌بندی هر یک از عناصر پرداخته و سپس با استفاده از آزمون فریدمن میزان تأثیر آن‌ها بر بهره‌وری مورد بررسی قرار گرفته است.

---

1. Distance Measurement
2. Monotone Decreasing Transformation

شرری (۱۳۸۱) طی مطالعه‌ای به اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل تولید در کارخانه چوکا پرداخته است. به این منظور در این تحقیق بهره‌وری جزء و بهره‌وری کل عوامل تولید را برای یک دوره ده ساله با استفاده از روش شاخص، محاسبه گردیده است. علاوه بر این، در این پژوهش وی با استفاده از ضرایب همبستگی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی مؤثر، رابطه بین عوامل تولید و انواع بهره‌وری در این کارخانه را مورد بررسی قرار داده است.

فریور (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای به بررسی ناکارایی تکنیکی در زیر بخش‌های عمده صنعت ایران پرداخته است. در این مطالعه با استفاده از آمار و اطلاعات کارگاه‌های صنعتی دارای ده نفر کارکن و بیشتر طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸، توابع تولید مرزی تصادفی برای بخش صنعت و شش زیربخش عمده آن برآورد شده و با استفاده از این توابع، میزان ناکارایی تکنیکی در هر یک از این زیربخش‌ها محاسبه شده است، به این ترتیب تصویری مقایسه‌ای از کارایی تکنیکی صنایع به دست می‌آید. همچنین در این مطالعه، کارایی تکنیکی در زمان، متغیر فرض شده که در نتیجه روند تغییرات زمانی ناکارایی بخش صنعت و زیربخش‌های آن در طی دوره زمانی مورد نظر نیز مورد بررسی قرار گرفته است. با گروه‌بندی صنایع در قالب کدهای دو رقمی و براورد متوسط کارایی در هر یک از زیربخش‌های عمده صنعت مشخص شد که صنایع شیمیایی و نفت و پلاستیک (کد ۳۵) و صنایع محصولات غذایی و آشامیدنی و دخانیات (کد ۳۱) دارای بیشترین کارایی تکنیکی و صنایع نساجی و پوشاک چرم (کد ۳۲) و صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و ابزار (کد ۳۸) دارای کمترین کارایی تکنیکی هستند. در محاسبه کارایی هر یک از زیربخش‌های صنعت با استفاده از تخمین تابع تولید مرزی مخصوص به همان زیربخش از صنعت، نتایج مبین این است که صنایع تولید چوب و کاغذ (کدهای ۳۳ و ۳۴) دارای بیشترین میزان کارایی تکنیکی و صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و ابزار (کد ۳۸) دارای کمترین میزان کارایی تکنیکی می‌باشند.

بررسی روند تغییرات زمانی کارایی متوسط در هر یک از زیربخش‌های عمده صنعت طی دوره زمانی مذکور نیز نشان می‌دهد که در سه گروه صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و ابزار (کد ۳۸)، صنایع نساجی پوشاک و چرم (کد ۳۲) و صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات (کد۳۱) روند زمانی تغییرات کارایی معنی‌دار و از لحاظ جهت تأثیرگذاری، منفی برآورد شده‌اند. بدین معنی که طی دوره مذکور متوسط کارایی تکنیکی در این زیر بخش‌ها با روندی کاهشی همراه بوده است. روند تغییرات زمانی متوسط کارایی تکنیکی در سه گروه دیگر از لحاظ آماری بی‌معنی است. بدین مفهوم که طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸ میزان متوسط کارایی تکنیکی در این گروه‌ها از لحاظ آماری ثابت بوده است. بدین ترتیب می‌توان گفت که روند کاهشی کارایی کل صنعت نتیجه افت کارایی در این سه زیر بخش می‌باشد.

مولایی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای به بررسی و مقایسه بهره‌وری گروه‌های مختلف صنعتی کوچک و بزرگ ایران پرداخته است. در این مطالعه بهره‌وری کل، متوسط و نهایی فعالیت‌های مختلف صنعتی کوچک و بزرگ ایران که بر حسب طبقه‌بندی بین‌المللی به ۹ گروه صنعتی تقسیم شده‌اند، طی دوره زمانی ۱۳۶۶-۱۳۸۰ محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفته است. برای مطالعه و محاسبه بهره‌وری کل و نهایی صنایع مختلف از تابع کاپ - داگلاس و برای محاسبه بهره‌وری متوسط، از میانگین نسبت ارزش افزوده به عامل تولید کار و سرمایه طی دوره زمانی مورد بررسی استفاده شده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که بهره‌وری کل، متوسط و نهایی کل صنایع کوچک کمتر از کل صنایع بزرگ است اما برخی از گروه‌های صنعتی کوچک نسبت به صنایع بزرگ دارای بهره‌وری بیشتری است.

علیرضایی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای به محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل به کمک مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. این مقاله روشی را با تلفیق مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، و شاخص رشد بهره‌وری تورنکوئیست ارائه می‌دهد که علاوه بر محاسبه رشد TFP میزان تأثیر تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی را در رشد مربوطه، در طول زمان و با وجود تنها یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) محاسبه می‌نماید. این مقاله همچنین، به منظور بررسی دقیق تر موارد شرح داده شده، در یک مطالعه موردی در صنعت برق، به بررسی رشد TFP و عوامل مؤثر در رشد آن در طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ می‌پردازد.

برای این منظور تغییرات کارایی و تغییر در تکنولوژی در رشد TFP محاسبه و تحلیل شد. نتایج تحلیل نشان می‌دهد که عمده تغییرات در TFP صنعت برق در سال‌های اخیر به سبب تغییرات کارایی بوده و تغییرات تکنولوژی سهم کمتری نسبت به تغییرات کارایی در رشد TFP داشته است.

در پژوهشی به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها عملکرد و بهره‌وری صنعت ایران طی سال‌های ۱۳۵۹-۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش از نهاده‌های نیروی کار، جبران خدمات، حامل‌های انرژی، سرمایه‌گذاری و ارزش داده‌ها و خروجی‌های ارزش تولیدات، ارزش افزوده، ارزش ستاده‌ها و صادرات استفاده شده و واحدهای تصمیم‌گیرنده در این تحقیق را سال‌های تحت بررسی تشکیل داده است. کارایی این واحدها از طریق مدل جمعی تحلیل پوششی داده‌ها و با فرض بازده ثابت به مقیاس اندازه‌گیری شده است. نتیجهٔ به دست آمده نشان می‌دهد که ۸ واحد (سال) از ۲۱ واحد یعنی ۳۸ درصد آن‌ها ناکارا بودند که اکثر سال‌های ناکارا سال‌های متقارن با جنگ تحمیلی بوده‌اند (مهرگان و رحمانی، ۱۳۸۲: ۱-۳۰).

در مطالعه‌ای به منظور ارزیابی کارایی ۲۹ شرکت نساجی در کانادا از مدل CCR استفاده شد. نهاده‌های این مدل تعداد نیروی کار، میانگین سرمایه‌گذاری ده سال گذشتهٔ بنگاه‌ها و ستادهٔ آن ارزش فروش سالانه بوده است (Chandra, 1998: 129-141).

در پژوهش دیگری که به منظور اندازه‌گیری کارایی سه صنعت اساسی نساجی، شیمی و متالوژی در چین طی سال‌های ۱۹۶۶-۱۹۸۵ انجام گرفته از دو روش DEA و مدل مالم‌کوئیست رادیال و غیررادیال استفاده شده است. در این تحقیق از نیروی انسانی و سرمایه به عنوان نهاده و از تولید ناخالص سالانه به عنوان ستادهٔ مدل استفاده شده است (Chen, 2003: 27-35).

در تحقیق دیگری به منظور ارزیابی پانصد شرکت تولیدی در ترکیه انجام گرفته، از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مدل CCR استفاده شده است. نهاده‌های این مدل دارایی‌های خالص، سهام صاحبان سهام و بدهی‌ها و ستادهٔ آن سود شرکت بوده است. در این پژوهش علاوه بر ارزیابی کارایی این واحدها به بررسی این موضوع نیز پرداخته شده که نهاده‌های وابسته به هم، نتایج مشابهی را به دنبال دارد که به‌رغم حذف برخی از این نهاده‌ها در نتایج نهایی تغییری به وجود نمی‌آید (Düzakın et al, 2007: 1412-1432).

در مطالعه‌ای برای اندازه‌گیری تغییرات کارایی و بهره‌وری در صنایع فرآوری گوشت کشور هندوستان طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۳ از دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها و بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) استفاده شده و داده‌های این مدل را عوامل تولید شامل نیروی کار، انرژی، سرمایه و مواد خام، و ستادهٔ آن را ارزش ستاده‌ها تشکیل داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با فرض بازده ثابت به مقیاس، میانگین کارایی فنی ۰/۵۷ و با فرض بازده متغیر به مقیاس ۰/۹۵ می‌باشد (Jabir, 2007: 637-648).

در مطالعهٔ دیگری به منظور مطالعه اثر تغییرات سیاسی بر کارایی صنایع کالاهای مصرفی شامل صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، تنباکو و صنایع نساجی و پوشاک در کشور اکراین، از دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها و بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) استفاده شده است. مواد خام، هزینهٔ استهلاک، کل دارایی‌ها، نیروی کار و سایر پرداختنی‌ها به عنوان نهاده و فروش، سود خالص و سایر دریافتنی‌ها به‌عنوان ستاده‌های این مطالعه در نظر گرفته شده است. نتایج این تحقیق نشان دهندهٔ ناکارایی اکثر کارگاه‌های تولیدی در صنایع غذایی و نساجی این کشور است (Goncharuk, 2007: 324-340).

در ادامه به برخی از مطالعاتی اشاره می‌شود که در آن‌ها آلاینده‌های زیست محیطی به عنوان خروجی نامطلوب در مدل وارد شده است.

در مطالعه‌ای از یک مدل DEA برای محاسبه یک شاخص مالمکوئیست تجمعی نهاده محور، برای اندازه‌گیری اثرات کنترل SO_2 بر تغییر کارایی نیروگاه‌های برق زغال‌سوز در دههٔ ۱۹۸۰ در آمریکا استفاده شد. در این مطالعه به پیروی از فار و دیگران (۱۹۸۹) نرخ جابجایی ضعیفی برای تولیدات نامطلوب فرض شده و مدل DEA برای در برداشتن یک نهاده نامطلوب مثل حجم گوگرد

در سوخت توسعه یافته است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که بهره‌وری از سال ۱۹۸۵ تا هر کدام از سه سال هدف اولیه، کاهش یافته اما در دوره ۱۹۸۵-۱۹۸۹ رشد داشته است و ۱۸/۵ درصد از تولید نیروگاه‌ها و ۲۷ درصد از تولید خالص در ناحیه بازگشت کاهشی از مجموعه تولیدی قرار دارد (Klein &Yaisawarng, 1994: 447-460).

در مطالعه‌ای به توسعه و اجرای یک معیار عملکرد کاربردی در یک مجموعه تولید چندگانه پرداخته شده که در فرآیند تولید هم کالای مطلوب و هم کالای نامطلوب تولید می‌شود به شکلی که کالای نامطلوب به آسانی قابل مشاهده نمی‌باشد. برای این منظور از اطلاعات ۳۰ کارخانه کاغذسازی استفاده کرده‌اند که در آن خمیر کاغذ، سرمایه، نیروی کار و انرژی به عنوان ورودی، کاغذ به عنوان خروجی مطلوب و تقاضای بیولوژیکی اکسیژن، ذرات جامد معلق، اکسیدهای گوگرد و ذرات ریز به عنوان خروجی‌های نامطلوب در نظر گرفته شده است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که رتبه‌بندی عملکرد نسبت به در نظر گرفتن یا در نظر نگرفتن خروجی‌های نامطلوب بسیار حساس است (Fare et al, 2001: 381-409).

در مطالعه‌ای به منظور اندازه‌گیری بهره‌وری، از اطلاعات بخش صنعت در سطح کشور هند و در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۳ استفاده شده است. در این رویکرد از شاخص بهره‌وری لین برگر [1] استفاده شده است که دوگان (همزاد) تابع سود بوده و نیازی به انتخاب جهت‌یابی داده - ستانده [2] ندارد. در این مطالعه موجودی سرمایه و نیروی کار در صنایع تولیدی به عنوان ورودی، SO_2، NO_2 و SPM به عنوان خروجی‌های نامطلوب (بر حسب تن)، و تولید ناخالص هر ایالت به عنوان خروجی بازار در نظر گرفته شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که به طور کلی بهره‌وری‌های زیست‌محیطی در هند در طول زمان کاهش یافته، و اثر رشد درآمد بر کیفیت محیط زیست منفی بوده است و منحنی کوزنتس وجود رابطهٔ بین بهره‌وری محیط زیست و درآمد را تأیید می‌کند (Managi & Jena, 2008:432-440).

در مطالعه‌ای کارایی اکولوژیکی در سطح ۱۰۳ استان ایتالیا، در سال ۲۰۰۳ به کمک مدل DEA مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه تعداد کارکنان به عنوان ورودی، تولید ناخالص داخلی به عنوان خروجی مطلوب و غلظت NO_2 و غلظت PM10 در هوا و نیز غلظت نیترات در آب به عنوان خروجی‌های نامطلوب (زیست محیطی) در نظر گرفته شده است. در این مطالعه استان‌ها براساس موقعیت جغرافیایی به چهار گروه دسته‌بندی شده‌اند. کاربرد مدل DEA زیست محیطی در این چهار گروه استان حاکی از آن است که فقط در تعداد محدودی از استان‌ها رتبه‌های کارایی زیست محیطی خیلی پایینی مشاهده می‌شود. به این معنی که مسائل زیست‌محیطی در بین استان‌های ایتالیا قابل توجه بوده است (Nissi & Rapposelli, 2005: 171-174).

1. The Luenberger Productivity Index
2. The Choice of an Input - Output Orientation

۴- روش تحقیق و داده‌های آماری

اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش، به صورت سری زمانی طی برنامهٔ سوم توسعه طی برنامه سوم و دو سال اول برنامه چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران ۱۳۷۹-۱۳۸۵ از گزارشات و نتایج سرشماری از کارگاه‌های تولیدی ایران که همه ساله مرکز آمار کشور منتشر می‌کند گردآوری شده است[۱]. این کارگاه‌ها، بر اساس فعالیت‌های اقتصادی و بر حسب طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (ISIC) به ۲۲ گروه صنعتی تقسیم‌بندی و مورد مطالعه قرار گرفته است. اما در خصوص آمار و اطلاعات مربوط به آلاینده‌های زیست محیطی، با توجه به این‌که آمار مربوط به انتشار آلاینده‌های هوا به تفکیک کدهای صنعتی موجود نمی‌باشد، به کمک ضرایب انتشار آلاینده‌های هوای ناشی از بخش صنعت[۲] که توسط وزارت نیرو تهیه شده است، و همچنین مقدار سوخت فسیلی مصرف‌شده در صنایع، میزان انتشار این آلاینده‌ها برای صنایع تولیدی ایران و به تفکیک کدهای دو رقمی محاسبه شده است. به عنوان نمونه برای محاسبه میزان انتشار SO_2 در صنعت ۱۵ و در سال ۱۳۷۹، به کمک ضرایب مربوطه میزان SO_2 منتشره از هریک از سوخت‌های فسیلی (نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید، بنزین، گاز طبیعی و گاز مایع) را محاسبه کرده و مجموع این رقم را به عنوان کل SO_2 منتشره از صنعت ۱۵ در سال ۱۳۷۹ در نظر می‌گیریم و به همین ترتیب برای تمام صنایع و در دوره مورد بررسی میزان انتشار هر سه نوع آلاینده محاسبه شد. سایر اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش نیز از سالنامه‌های آماری، ترازنامه انرژی و سایت مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است.

۵- واحدهای تصمیم‌گیری، نهاده‌ها و ستاده‌های مدل

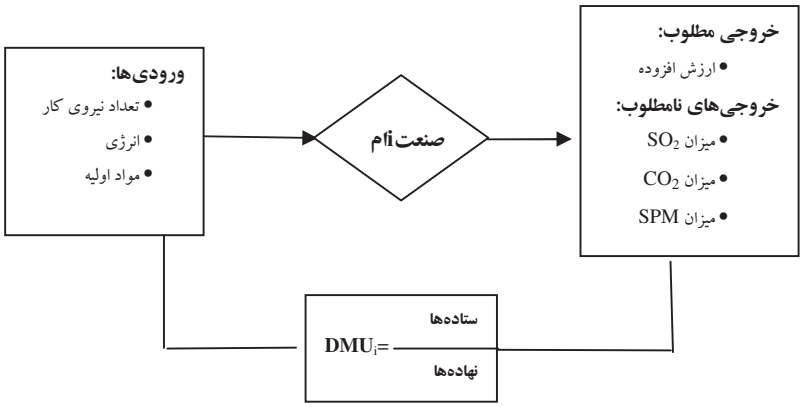
در این پژوهش کارایی نسبی هر یک از بخش‌های صنایع تولیدی در سطح کدهای ۲ رقمی ISIC در سال مورد بررسی محاسبه شده است. بر اساس مطالعات انجام شده در زمینهٔ اندازه‌گیری بهره‌وری و کارایی که به برخی از آن‌ها اشاره شد و با توجه به اطلاعات در دسترس، نهاده‌های این پژوهش شامل تعداد کارکنان، مواد اولیه و انرژی است. همچنین، این مدل دارای دو نوع ستاده مطلوب و نامطلوب بوده است. ستاده مطلوب آن ارزش افزوده صنعت مورد نظر بوده و از میزان SO_2، میزان CO_2 و میزان SPM نیز به عنوان خروجی‌های نامطلوب حاصل از تولیدات صنعتی استفاده شده است (شکل ۲).

---

۱. لازم به توضیح است که این اطلاعات از مرکز آمار ایران به صورت خام خریداری شده و با استفاده از فرم‌های موجود (پرسش‌نامه‌های مورد استفاده در طرح آمارگیری)، متغیرهای مورد نیاز محاسبه شده است.

۲. با توجه به اینکه ضرایب انتشار آلاینده‌های هوا به تفکیک زیرگروه‌های صنعتی در ایران موجود نمی‌باشد از ضرایب انتشار بخش صنعت برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌ها در سطح کدهای دو رقمی استفاده شده است.

شکل (۲): مدل مورد استفاده و ورودی و خروجی‌های مدل برای اندازه‌گیری کارایی صنایع تولیدی



برای تعیین نهاده‌ها تلاش گردیده تا تمامی عوامل تولید، در اندازه‌گیری کارایی کارگاه دخیل باشند.

به منظور اندازه‌گیری کارایی هر یک از بخش‌های صنایع تولیدی کشور از روش تحلیل پوششی داده‌ها مدل CCR استفاده شده است. این مدل در پژوهش‌های مشابه فراوانی به عنوان مدلی برای تعیین کارایی به کار گرفته شده است[1]. علاوه بر این، از مدل اندرسون و پیترسون نیز به دلیل تواناییش در رتبه‌بندی واحدهای کارا استفاده گردیده است. از آنجایی که تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی واحدهای تحت بررسی را می‌سنجد و در این پژوهش کارایی نسبی فعالیت‌های صنعتی در یک سال واحد محاسبه می‌شود نیازی به تعدیل قیمت‌ها نمی‌باشد.

۶- برآورد مدل با استفاده از داده‌های برنامهٔ سوم و دو سال اول برنامه چهارم توسعه ج.ا.ا (۱۳۸۵-۱۳۷۹)

نتایج حاصل از محاسبهٔ کارایی هر یک از این صنایع تولیدی کشور به دو روش CCR و اندرسون و پیترسون (A&P) و به تفکیک سال‌های مورد بررسی در جدول (۲) آورده شده است. نتایج مربوط به تعداد، درصد و میانگین کارایی هر یک از صنایع تولیدی به تفکیک سال نیز در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در برنامهٔ سوم توسعه، تنها صنعتی که در تمامی این دوره کارا بوده صنعت ۳۲ (تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی) بوده است. این دو صنعت در مقایسه با دیگر صنایع تولیدی کشور با کمترین ورودی، بیشترین ارزش افزوده و کمترین آلایندگی را ایجاد نموده‌اند. صنعت ۳۰ (تولید ماشین آلات اداری و حسابگر و محاسباتی)، در تمامی سال‌های برنامه به استثنای سال ۱۳۸۰، صنعت ۲۲ (انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده) در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ و صنعت ۲۴ (صنایع تولید مواد و محصولات شیمیائی) در سال ۱۳۸۱ نیز از صنایع کارای این دوره بوده‌اند.

1. Vahid and Sowlati, 2007; Salehi Rad and Sowlati, 2005

در این برنامه صنعت ۱۸ (تولید پوشاک - عمل آوردن و رنگ کردن پوست - خزدار) در تمامی چهار سال اول برنامه در بدترین وضعیت کارایی در مقاسیه با دیگر صنایع تولیدی کشور داشته است که این وضعیت در سال پایانی برنامه بهبود یافته اما همچنان این صنعت ناکارا باقی مانده است.

در تمام سال‌های برنامه سوم توسعه و از میان ۲۱ صنعت مورد بررسی همواره بیش از ۱۷ صنعت ناکارا بوده است. به عبارت دیگر در این سال‌ها تنها ۲۰ درصد از واحدها کارا بوده و از منابع خود به درستی استفاده نموده‌اند. نمودارهای ۱ و ۲ نیز روند تغییرات کارایی صنایع تولیدی ایران را طی برنامه سوم توسعه نشان می‌دهند.

جدول (۲): کارایی هر یک از صنایع تولیدی ایران به دو روش **CCR** و اندرسون و پیترسون (**A&P**) و به تفکیک سال‌های مورد بررسی

کد صنعت	۱۳۷۹			۱۳۸۰			۱۳۸۱			۱۳۸۲		
	CCR	A&P	رتبه	CCR	A&P	رتبه	CCR	A&P	رتبه	CCR	A&P	رتبه
۱۵	۰.۵۲۲	۰.۵۲۲	۱۲	۰.۵۴۹	۰.۵۴۹	۱۱	۰.۵۲	۰.۵۲	۱۳	۰.۳۸۳	۰.۳۸۳	۱۴
۱۷	۰.۳۸۳	۰.۳۸۳	۱۷	۰.۴۲۷	۰.۴۲۷	۱۵	۰.۵۷۴	۰.۵۷۴	۱۱	۰.۴۴۳	۰.۴۴۳	۱۳
۱۸	۰.۱۸۱	۰.۱۸۱	۲۱	۰.۲۱۴	۰.۲۱۴	۲۱	۰.۲۸۳	۰.۲۸۳	۲۱	۰.۲۴۴	۰.۲۴۴	۲۱
۱۹	۰.۴۷۴	۰.۴۷۴	۱۳	۰.۵۵	۰.۵۵	۱۰	۰.۶۵۶	۰.۶۵۶	۹	۰.۵۵۳	۰.۵۵۳	۱۰
۲۰	۰.۴۱۱	۰.۴۱۱	۱۶	۰.۳۶۷	۰.۳۶۷	۱۸	۰.۳۹۱	۰.۳۹۱	۱۸	۰.۳۴	۰.۳۴	۱۷
۲۱	۰.۸۷۹	۰.۸۷۹	۴	۰.۵۹	۰.۵۹	۹	۰.۵۴۶	۰.۵۴۶	۱۲	۰.۶۲۷	۰.۶۲۷	۶
۲۲	۰.۵۳۳	۰.۵۳۳	۱۱	۰.۶۹۹	۰.۶۹۹	۶	۱	۱	۱	۱	۱.۳۹	۲
۲۳	۰.۷۱۵	۰.۷۱۵	۷	۰.۵۳۲	۰.۵۳۲	۱۲	۰.۵۰۸	۰.۵۰۸	۱۴	۰.۷	۰.۷	۴
۲۴	۰.۹۹۴	۰.۹۹۴	۳	۰.۹۳۱	۰.۹۳۱	۳	۱	۱	۲	۰.۸۳	۰.۸۳	۳
۲۵	۰.۳۳۸	۰.۳۳۸	۱۹	۰.۳۳۸	۰.۳۳۸	۱۹	۰.۴۶۷	۰.۴۶۷	۱۶	۰.۳۷۸	۰.۳۷۸	۱۵
۲۶	۰.۴۲۵	۰.۴۲۵	۱۴	۰.۴۰۹	۰.۴۰۹	۱۶	۰.۴۱۲	۰.۴۱۲	۱۷	۰.۳۵	۰.۳۵	۱۶
۲۷	۰.۶۵۵	۰.۶۵۵	۸	۰.۶۷۱	۰.۶۷۱	۸	۰.۷۴۸	۰.۷۴۸	۷	۰.۶۱۶	۰.۶۱۶	۷
۲۸	۰.۴۱۲	۰.۴۱۲	۱۵	۰.۴۸۶	۰.۴۸۶	۱۳	۰.۴۸۸	۰.۴۸۸	۱۵	۰.۳۲۴	۰.۳۲۴	۱۸
۲۹	۰.۵۹۳	۰.۵۹۳	۹	۰.۴۷۸	۰.۴۷۸	۱۴	۰.۵۸۲	۰.۵۸۲	۱۰	۰.۴۵۵	۰.۴۵۵	۱۲
۳۰	۱	۱	۱	۱	۱.۹۸۱	۱	۱	۱	۳	۰.۵۹۲	۰.۵۹۲	۹
۳۱	۰.۵۷۷	۰.۵۷۷	۱۰	۰.۶۹۵	۰.۶۹۵	۷	۰.۷۱۳	۰.۷۱۳	۸	۰.۵۱۵	۰.۵۱۵	۱۱
۳۲	۱	۱	۲	۱	۱.۰۲۷	۲	۱	۱	۴	۱	۲.۲۳۲	۱
۳۳	۰.۳۶	۰.۳۶	۱۸	۰.۲۸۵	۰.۲۸۵	۲۰	۰.۳۶۵	۰.۳۶۵	۲۰	۰.۲۸۵	۰.۲۸۵	۲۰
۳۴	۰.۷۷۹	۰.۷۷۹	۵	۰.۸۹۵	۰.۸۹۵	۴	۰.۹۲۱	۰.۹۲۱	۶	۰.۶۰۵	۰.۶۰۵	۸
۳۵	۰.۷۴۹	۰.۷۴۹	۶	۰.۸۸۹	۰.۸۸۹	۵	۰.۹۸۶	۰.۹۸۶	۵	۰.۶۳۹	۰.۶۳۹	۵
۳۶	۰.۲۹۹	۰.۲۹۹	۲۰	۰.۳۸۲	۰.۳۸۲	۱۷	۰.۳۷۵	۰.۳۷۵	۱۹	۰.۳۱۳	۰.۳۱۳	۱۹

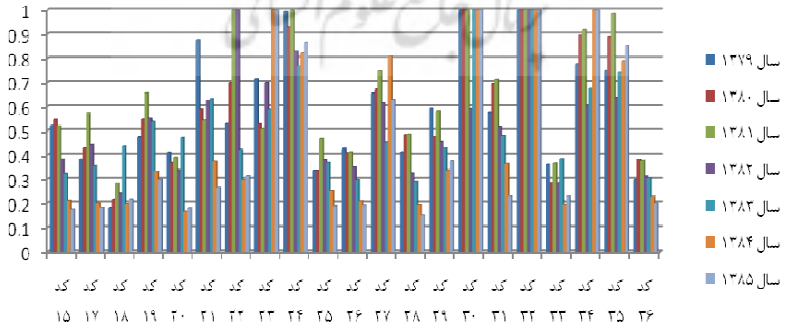
ادامه جدول (۲): کارایی هر یک از صنایع تولیدی ایران به دو روش **CCR** و اندرسون و پیترسون (**A&P**) و به تفکیک سال مورد بررسی

کد صنعت	۱۳۸۳			۱۳۸۴			۱۳۸۵		
	CCR	A&P	رتبه	CCR	A&P	رتبه	CCR	A&P	رتبه
۱۵	۰.۳۲۳	۰.۳۲۳	۱۸	۰.۲۱۰	۰.۲۱۰	۱۵	۰.۱۷۵	۰.۱۷۵	۲۰
۱۷	۰.۳۵۵	۰.۳۵۵	۱۷	۰.۲۰۰	۰.۲۰۰	۱۷	۰.۱۸۲	۰.۱۸۲	۱۸
۱۸	۰.۴۳۷	۰.۴۳۷	۱۲	۰.۱۹۷	۰.۱۹۷	۱۸	۰.۲۱۵	۰.۲۱۵	۱۴
۱۹	۰.۵۴۱	۰.۵۴۱	۸	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳	۱۱	۰.۲۹۹	۰.۲۹۹	۱۰
۲۰	۰.۴۷۱	۰.۴۷۱	۱۰	۰.۱۶۷	۰.۱۶۷	۲۱	۰.۱۸۰	۰.۱۸۰	۱۹
۲۱	۰.۶۳۴	۰.۶۳۴	۶	۰.۳۷۲	۰.۳۷۲	۸	۰.۲۶۵	۰.۲۶۵	۱۱
۲۲	۰.۴۲۱	۰.۴۲۱	۱۴	۰.۲۹۸	۰.۲۹۸	۱۲	۰.۳۱۴	۰.۳۱۴	۹
۲۳	۰.۵۸۹	۰.۵۸۹	۷	۱	۱.۴۳۴	۳	۱	۱.۷۲۷	۲
۲۴	۰.۷۷	۰.۷۷	۳	۰.۸۲۴	۰.۸۲۴	۵	۰.۸۶۹	۰.۸۶۹	۵
۲۵	۰.۳۶۷	۰.۳۶۷	۱۶	۰.۲۵۴	۰.۲۵۴	۱۳	۰.۱۹۰	۰.۱۹۰	۱۷
۲۶	۰.۲۹۸	۰.۲۹۸	۲۰	۰.۲۰۸	۰.۲۰۸	۱۶	۰.۱۹۲	۰.۱۹۲	۱۶
۲۷	۰.۴۵۳	۰.۴۵۳	۱۱	۰.۸۱۰	۰.۸۱۰	۶	۰.۶۳۱	۰.۶۳۱	۷
۲۸	۰.۲۹۱	۰.۲۹۱	۲۱	۰.۱۹۳	۰.۱۹۳	۲۰	۰.۱۵۲	۰.۱۵۲	۲۱
۲۹	۰.۴۲۹	۰.۴۲۹	۱۳	۰.۳۳۹	۰.۳۳۹	۱۰	۰.۳۷۴	۰.۳۷۴	۸
۳۰	۱	۱	۱	۱	۵.۰۵۰	۱	۱	۶.۵۷۷	۱
۳۱	۰.۴۸۳	۰.۴۸۳	۹	۰.۳۶۳	۰.۳۶۳	۹	۰.۲۳۲	۰.۲۳۲	۱۳
۳۲	۱	۱	۲	۱	۱.۶۰۱	۲	۱	۱.۳۸۱	۴
۳۳	۰.۳۸۵	۰.۳۸۵	۱۵	۰.۱۹۴	۰.۱۹۴	۱۹	۰.۲۳۳	۰.۲۳۳	۱۲
۳۴	۰.۶۷۷	۰.۶۷۷	۵	۱	۱.۲۰۷	۴	۱	۱.۵۰۶	۳
۳۵	۰.۷۴۲	۰.۷۴۲	۴	۰.۷۹۱	۰.۷۹۱	۷	۰.۸۵۲	۰.۸۵۲	۶
۳۶	۰.۳۰۵	۰.۳۰۵	۱۹	۰.۲۲۸	۰.۲۲۸	۱۴	۰.۲۰۰	۰.۲۰۰	۱۵

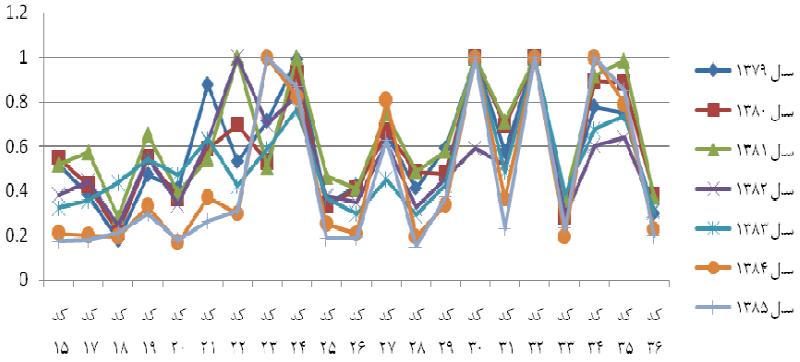
جدول (۳): تعداد واحدهای تولیدی کارا و ناکارا در ایران به تفکیک سال

سال	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵
تعداد واحدهای کارا	۲	۲	۴	۲	۲	۴	۴
تعداد واحدهای ناکارا	۱۹	۱۹	۱۷	۱۹	۱۹	۱۷	۱۷
کل واحدهای مورد بررسی	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱	۲۱

نمودار (۱)- روند تغییرات کارایی صنایع تولیدی ایران را طی برنامه سوم توسعه



نمودار (۲)- روند تغییرات کارایی صنایع تولیدی ایران را طی برنامه سوم توسعه



نتیجه‌گیری

اگر چه در سال‌های اخیر در مطالعات متعدد از روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها، برای اندازه‌گیری کارایی استفاده شده است اما در این مطالعات در محاسبهٔ کارایی، مشکلات زیست محیطی که از ایجاد همزمان محصولات نامطلوب به هنگام تولید محصولات مطلوب ناشی می‌شود، چشم‌پوشی شده است. با توجه به طرح مباحث توسعه پایدار در دهه‌های اخیر، این امر علاوه بر اینکه چشم انداز صحیحی از کارایی واحدهایی اقتصادی ارائه نمی‌دهد، باعث مغفول ماندن مباحث زیست محیطی در فرآیند تولید واحدهای اقتصادی می‌شود. در سال‌های اخیر، اصطلاح «عملکرد زیست محیطی» مورد حمایت جهانی بوده و توسط سیاست‌گذاران و تحلیل‌گران سیاست‌های زیست‌محیطی مورد توجه قرار گرفته است. حتی در سطح بنگاه به تدریج به عنوان یکی از اجزای اصلی «پایداری تجاری»[1] شناخته شده است (Tyteca, 1996: 283); (Labuschagne et al., 2005: 39). در این راستا در مقاله حاضر برای اولین بار در مطالعات صورت گرفته در این حوزه، به منظور محاسبه کارایی واحدهای اقتصادی، علاوه بر محاسبه ستاده‌های مطلوب، ستاده‌های نامطلوب نیز مورد استفاده قرار گرفته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که برخی از صنایع بزرگ و با ارزش افزوده بالا مانند صنایع مواد آشامیدنی و غذایی، صنایع نساجی و صنایع تولیدی محصولات کانی غیرفلزی به دلیل آلاینده بودن جزء واحدهای کارا به شمار نمی‌روند.

با توجه به اینکه در مطالعات انجام شده در زمینه رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و حجم آلودگی در صنایع، رابطه‌ای مثبت میان مصرف انرژی و نشر آلاینده‌های زیست‌محیطی وجود دارد (Cole, Elliott & Shimamoto, 2004: 9)؛ بنابراین دور از انتظار نیست که صنایع با حجم

1. Business Sustainability

فعالیت‌های صنعتی بالاتر (ارزش افزوده بیشتر)[1] از نظر میزان آلایندگی نیز در رتبه‌های اول قرار داشته باشند. از طرف دیگر انتظار می‌رود که صنایعی با حجم فعالیت‌های صنعتی بالاتر از ماشین‌آلات و تجهیزات بیشتری نیز استفاده نمایند و هر چه شدت فرسودگی این ماشین‌آلات و تجهیزات بیشتر باشد، درجه انرژی‌بری بالاتر و در نتیجه آلودگی بیشتری را به دنبال خواهد داشت (Cole, Elliott & Shimamoto, 2004: 9); (Ray & Mukherjee, 2007: 18).

از این رو توصیه می‌شود که سیاست‌گذاری‌های جدی و مناسبی در خصوص جایگزینی سوخت‌های پاک با انرژی‌های فسیلی انجام گیرد. همچنین باید مدیران کارگاه‌ها و کارخانه‌ها ملزم به استفاده از استانداردهای زیست محیطی مناسب شوند و ماشین‌آلات فرسوده نیز از رده خارج شده و با ماشین‌آلات جدید با تکنولوژی‌های برتر جایگزین شوند.

با توجه به اهمیت صنایع تولیدی در شرایط کنونی ایران به عنوان کشوری در حال توسعه می‌توان با انجام فعالیت‌های کارشناسانه و برنامه‌ریزی‌های مناسب در راستای افزایش کارایی صنایع تولیدی ایران، مسیر نیل به توسعه پایدار یعنی توسعه صنعتی همراه و همگام با حفظ محیط زیست را هموار نمود.

همان طور که اشاره شد، کشورهای در حال توسعه به دلیل پایین بودن آگاهی نسبت به مشکلات زیست محیطی، توجه چندانی به اهمیت محیط زیست ندارد. اما با عنایت به اهمیت حفاظت از محیط زیست چه از بعد اقتصادی (ضرورت توسعه پایدار) و چه از بعد ارزشی (تأکید بر عدالت بین نسلی)، دولت‌ها نه تنها باید ابزارهای قانونی حفاظت از محیط زیست، را مد نظر قرار دهند بلکه باید ابزارهای غیررسمی موجود در زمینه کاهش آلودگی مورد توجه قرار گیرد.

ابزارهای قانونی حفاظت از محیط زیست، یعنی ابزارهایی که توسط قانون‌گذار یا دولت به منظور حفاظت از محیط زیست مورد استفاده قرار می‌گیرد، شامل الزام بنگاه‌های اقتصادی به اتخاذ تصمیماتی در جهت کاهش آلودگی می‌باشد. برای مثال کاربرد تکنولوژی استاندارد، عوارض انتشار آلودگی[2] یا تغییر مکان[3]، ایجاد مشوق‌های مالی جهت کاهش آلودگی، دخالت و سرمایه‌گذاری دولت در حوزه‌هایی که منجر به کاهش آلودگی می‌شود، از آن جمله‌اند.

سرمایه‌گذاری دولت در عرصه کاهش آلودگی به دلیل بازدهی صعودی نسبت به مقیاس باصرفه می‌باشد و می‌تواند به حداقل شدن تلاش‌های نظارتی در حوزه‌های مربوط به انتشار آلودگی کمک نماید.

---

۱. انتظار می‌رود یک رابطه مثبت بین کل محصول یک بنگاه و انتشار آلودگی وجود داشته باشد. از این رو در این مطالعه ارزش افزوده هر صنعت به عنوان معیاری برای حجم فعالیت‌های صنعتی در نظر گرفته شده است.

2. Emission fee
3. Relocation

منابع

الف- فارسی

۱. ابطحی، سید حسن؛ کاظمی، بابک؛ ***بهره‌وری، مؤسسهٔ مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی***، انتشارات مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ پنجم، ۱۳۸۲.

۲. آذر، عادل؛ مؤتمنی، علی‌رضا؛ **طراحی مدل پویای بهره‌وری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها**، مدرس، ۱۳۸۲، شماره ۳ پیاپی ۷.

۳. بختیاری، صادق؛ **تحلیلی مقایسه‌ای از توسعه صنعتی استان‌های مختلف کشور**، فصل‌نامه پژوهش‌نامه بازرگانی، ۱۳۸۱، شماره۶ پیاپی ۲۲.

۴. برهانی، حمید؛ **سنجش کارایی در بانک های تجاری ایران و ارتباط آن با ابعاد سازمانی**، نهمین سمینار بانکداری اسلامی، ۱۳۷۷.

۵. پناهنده، غلام؛ **بررسی اثرات مدیریت کیفیت جامع بر بهره‌وری در کارخانه نئوپان خلخال**، .پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۸۰.

۶. خاکی، غلام‌رضا؛ ***مدیریت بهره‌وری (تجزیه و تحلیل آن در سازمان)***، انتشارات کوهسار، چاپ چهارم،۱۳۸۳.

۷. دفتر برنامه‌ریزی انرژی، ***ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳***، وزارت نیرو، تهران.

۸. رئیس دانا، فریبرز؛ بهاری جوان، معصومه؛ آذری محبی، رضا؛ «**رتبه‌بندی صنایع کشور با توجه به ظرفیت تجارت خارجی هر صنعت**»، فصل‌نامه پژوهش‌نامه اقتصادی، ۱۳۸۲، شماره۹.

۹. **شرری، معراج؛ بررسی تأثیر عوامل تولید بر روی بهره‌وری در صنایع چوب و کاغذ ایران (چوکا) با تأکید بر تولید خمیر و کاغذ**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس،۱۳۸۱.

۱۰. علیرضایی، محمدرضا؛ افشاریان، محسن؛ آنالوئی، بیتا؛ «**محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل به کمک مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها؛ با یک مطالعه موردی در صنعت برق**»، تحقیقات اقتصادی، ۱۳۸۶، شماره ۷۸.

۱۱. فطرس، محمدحسن؛ نسرین‌دوست، میثم؛ «**بررسی رابطهٔ آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران (۸۳-۱۳۵۹)**»، فصل‌نامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۳۸۸، شماره ۲۱.

۱۲. **فریور، لیلا؛ بررسی ناکارایی تکنیکی در زیر بخش‌های عمده صنعت ایران (مطالعه با استفاده از داده‌های تابلویی)**، پژوهش‌نامه بازرگانی، ۱۳۸۲، شماره ۲۶.

۱۳. **ملک، اشکان؛ مدیریت سیستماتیک بهره‌وری در کارخانجات تخته خرده چوب**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۳۷۸.

۱۴. مولایی، محمد؛ «**بررسی و مقایسهٔ گروه‌های مختلف صنعتی کوچک و بزرگ ایران**»، پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۳۸۴، سال هفتم، شماره ۲۲.

۱۵. مهرگان، محمدرضا؛ رحمانی، محمد؛ «**ارزیابی عملکرد و تجزیه و تحلیل بهره وری صنعت ایران طی سال های ۱۳۵۹-۱۳۷۹ رویکرد تحلیل پوششی داده ها**»، فصل‌نامهٔ مدیریت صنعتی، ۱۳۸۲، شماره ۳.

۱۶. مهرگان، محمدرضا؛ ***مدل های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان ها DEA***، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۱۳۸۳.

ب-لاتین

17. Aslanidis, N; (2009). "**Environmental Kuznets Curves for Carbon Emissions: A Critical Survey**", Department of Communication, Working Paper No 51.
18. Baksi, S., Bose, P; (2008), **Environmental policy in the presence of an informal sector**, Working Paper.
19. Chandra, P; Cooper, W.W; Shangling, L; Rahman, A; (1998), "**Using DEA to evaluate 29 Canadian textile companies considering returns to scale**", International Journal of Production Economics, 54, 129–141.
20. Chen, Y.A; (2003). "**Non-radial Malmquist productivity index with an illustrative application to Chinese major industries**", International Journal of Production Economics 83, 27–35.
21. Düzakın, E. & Düzakın, H; (2007), "**Measuring the performance of manufacturing firms with super slacks based model of data envelopment analysis: An application of 500 major industrial enterprises in Turkey**", European Journal of Operational Research, 182, 1412–1432.
22. fare, R; Grosskopf, S; Lovell, C.A.K; Pasurka, C; (1989), "**Multilateral productivity comparisons when some outputsare undesirable: a nonparametric approach**", The Review of Economics and Statistics, 71, 90–98
23. fare, R; (2001), "**Accounting for Air Pollution Emissions in Measures of State Manufacturing Productivity Growth**", Journal of Regional Science, Vol.4., No,3, 2001, pp.381-409.
24. Farrell, M. J; (1957), "**The Measurement of Productive Efficiency**", Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Vol. 120, No. 3, pp. 253-290.
25. Goncharuk, A.G; (2007), "**Impact of political changes on industrial efficiency: a case of Ukraine**", Journal of Economic Studies, 34(4), 324-340.
26. Jabir, A; (2007), "**Productivity and Efficiency in Indian Meat Processing Industry: A DEA Approach**", Indian Journal of Agricultural Economics. Avealebil, 62(4), 637-648.
27. Labuschagne, C; Brent, A.C; Claasen, S.J; (2005), "**Environmental and social impact considerations for sustainable project life cycle management in the process industry**", Corporate Social Responsibility and Environmental Management, Vol. 12 No.1, pp.38-54.
28. Managi, S; and Jena, P. R; (2008), "**Environmental Productivity and Kuznets Curve in India**", Ecological Economics, 65, 432-440.
29. _____ ; "**Environmental Productivity and Kuznets Curve in India**", Ecological Economics, 65, 432-440.
30. Nissi E*;* Rapposelli A; (2005), ***Assessing ecological efficiency via Data Envelopment*. *Analysis***, Atti Convegno Intermedio SIS 2005, 171-174.
31. Panayotou, T; (2003), ***Economic Growth and the Environment***, chapter 2.
32. Rouse P.; Putterill M.; Ryan D; (1997), "**Towards a General Managerial Framework for Performance Measurement: A Comprehensive Highway Maintenance Application**", Journal of Productivity Analysis, 8(2), 127-149.
33. Seiford, L.M; and Zhu, J; (2002), "**Modeling undesirable factors in efficiency evaluation**", European Journal ofOperational Research 142, 16–20.
34. Tyteca, D; (1996), "**On the measurement of the environmental performance of firms: a literature review and productive efficiency perspective**", Journal of Environmental Management 46, 281–308.
35. Yaisawarng, S; Klein, J.D; (1994), "**The effects of sulfur dioxide controls on productivity change in the US electric power industry**", The Review of Economics and Statistics 76, 447–460.