

## توسعه یک مدل تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی عملکرد تولید به همراه یک مطالعه موردی

دکتر مقصود امیری<sup>۱</sup>  
دکتر جمشید صالحی صدقیانی<sup>۲</sup>  
سید مصطفی میرهدایتیان<sup>۳</sup>  
احسان مؤمنی<sup>۴</sup>

### چکیده

دردنیای رقابتی امروز، سازمان‌ها دائماً در حال بررسی، ارزیابی و بازنگری عملکرد خود و رقیبان خود می‌باشند. با درک اجزای تشکیل دهنده عملکرد شرکت‌ها و شناسایی ناکارآمدی‌های یک سیستم، سازمان می‌تواند جایگاه خود را در بازار ارتقاء دهد.

تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان رویکردی پذیرفته شده برای مقایسه و ارزیابی عملکرد کاربردهای گسترده‌ای یافته است. در این تحقیق از تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد ماهانه واحد تولیدی یک شرکت تولید کننده قطعات خودرو استفاده می‌شود. آنچه در این تحقیق

۱- عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی

۲- عضو هیات علمی دانشگاه علامه طباطبایی

۳- کارشناس ارشد مهندس صنایع

۴- کارشناس ارشد مهندس صنایع

حائز اهمیت است، استفاده از اوزان مشترک برای جلوگیری از تکرار در حل مدل، در صورت تغییر در داده‌ها می‌باشد. در این تحقیق ابتدا از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان یک مدل پایه برای بدست آوردن مقادیر کارایی ماهیانه استفاده شده و سپس با استفاده از اوزان مشترک، مقادیر کارایی با توجه به اطلاعات گذشته و فعلی تولید محاسبه می‌گردد. سپس برای تشخیص و تعیین ماه‌های خوب و بد از نظر کارایی از نمودارهای کنترلی استفاده خواهد شد. در پایان نیز از نظر متخصصان مربوطه برای بررسی صحت نتایج بدست آمده استفاده می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد شرکتها، اوزان مشترک، نمودارهای کنترلی.

### مقدمه:

در طی دهه اخیر پیشرفت‌های فناورانه و افزایش قدرت خرید مردم رشد زیادی را در اقتصاد جهانی ایجاد کرده و محصولات و خدمات ارائه شده به مردم توجه زیادی را به خود جلب کرده است. تقاضای مشتریان شرکتها را ملزم می‌کند تا تولید خود را با هزینه کم، زمان تحویل کوتاه، کیفیت و تنوع بالا انجام دهند. در واقعیت دستیابی به این حالت تولید کار آسانی نیست و تولید کننده را ملزم به زمان بندی تولید انعطاف پذیر، موجودی مواد کافی، فرایندهای تولید قوی و تجهیزات سازگار می‌نماید تا بتواند محصولات متنوعی را تولید کند. بنابراین به طور اساسی، یک سازمان باید نسبت به سیستم های تولیدی خود اطلاعات و آگاهی مناسبی داشته باشد و بتواند عملکرد خود را مورد ارزیابی قرار دهد. تحلیل پوششی داده‌ها ابزاری کارا در چنین مواردی است. تحلیل پوششی داده‌ها ورودیها و خروجی های مختلفی را از نهاد یا واحد عملیاتی تحت بررسی در نظر گرفته و تجزیه و تحلیل و ارزیابی را به مقادیر کمتری کاهش می‌دهد تا تصمیم‌گیری ساده تر شود. در این تحقیق برای ارزیابی عملکرد یک واحد تولیدی از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده و مدلی ریاضی برای اندازه‌گیری عملکرد توسعه یافته است. در این تحقیق واحدهای تصمیم‌گیری، هریک از ماه‌ها هستند و هدف از بکارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی عملکرد هریک از ماه‌ها می‌باشد.

مساله اساسی در استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی، زمان محاسباتی زیاد برای بدست آوردن مقادیر کارایی واحدها، در صورت تغییر در مجموعه داده‌های مربوط به واحدهای تصمیم‌گیری است. مشکل دیگر این است که پس از حل مدل، ممکن است مقادیر اوزان بدست آمده برای برخی از متغیرها برابر صفر گردد. در این تحقیق، برای مواجهه با این مشکلات از اوزان مشترک استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا مقادیر کارایی و اوزان متغیرها با استفاده از مدل ورودی محور چارنر، کوپر و رودز [۳] محاسبه شده و سپس با در دست داشتن این اوزان مقادیر کارایی هریک از ماه‌ها با توجه به ۲ مجموعه داده‌های گذشته و فعلی تولید بدست آمده است.

مراحل انجام این تحقیق به شرح زیر می‌باشند. در بخش ۲ مروری بر پیشینه رویکرد تحلیل پوششی داده ها و برخی تحقیقات انجام شده در زمینه ارزیابی عملکرد شرکتها با استفاده از تکنیک های مختلف انجام شده است. در بخش ۳ روش‌شناسی مدل طراحی شده تشریح و داده‌های لازم برای توسعه مدل ارائه می‌شود. در بخش ۴ نتایج بدست آمده از مدل با توجه به ۲ مجموعه داده های گذشته و فعلی تولید با یکدیگر مقایسه و تجزیه و تحلیل می‌شوند و در پایان نتایج بدست آمده از مدل با نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل نظرات متخصصان مقایسه می‌گردد. بخش ۵ شامل نتیجه گیری از مباحث فوق می‌باشد.

### مروری بر مبانی نظری و پیشینه تحلیل پوششی داده‌ها

در این بخش مرور کوتاهی بر روش تحلیل پوششی داده‌ها و پیشینه آن در تحقیقات مشابه ارائه می‌گردد.

#### تحلیل پوششی داده‌ها

مدل برنامه ریزی ریاضی که با نام تحلیل پوششی داده ها شناخته شده است، کاربردی از برنامه ریزی خطی برای اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیری نسبتاً مشابه است. مثلاً برای تعیین کاراترین انبار از بین یکسری انبارها یا انتخاب بهترین بیمارستان در میان بیمارستانهای یک منطقه بکار می‌رود. در این مدل عملکرد هر واحد وابسته به عملکرد تمامی واحدهای آن سیستم می‌باشد. تحلیل پوششی داده ها یک مرز فرضی برای داده ها ایجاد کرده و سپس اندازه کارایی ها نسبت به این سطح یا مرز محاسبه می‌شود. چارنز، کوپر و رودز، نخستین مدل تحلیل پوششی داده ها را ارائه نمودند [۳] که می‌توانست انواع مختلفی از ورودی و خروجی ها که حتی ارتباط زیادی با هم ندارند را در نظر بگیرد و از اینرو یک مدل انعطاف پذیر قلمداد می‌گردد. کوپر، سیفون و تن [۴] رویکرد تحلیل پوششی داده ها را برای مدلسازی فرایندهای عملیاتی توسعه دادند تا به ارزیابی عملکرد واحدهای مختلف بپردازند. تحلیل پوششی داده ها بر خلاف سایر روشها می‌تواند ارتباط میان نهادهای مختلف را در نظر بگیرد. با توجه به دلایل ذکر شده تحلیل پوششی داده ها روشی با کاربردهای مختلف در دنیای واقعی در نظر گرفته شده است.

#### ارزیابی عملکرد

تحقیقات بسیاری در زمینه ارزیابی عملکرد سیستم‌های مختلف انجام شده است. تاشکن و گولچ عملکرد سیستم های تولیدی را با استفاده از ۲ روش تحلیل سلسله مراتبی فازی و سیستم بازخوردی مورد ارزیابی قرار دادند و در پایان مشخص شد که روش تحلیل سلسله مراتبی فازی برای این کار مناسب تر است [۷]. کاپورالتی، دولا و ومر مدلی مشابه با رویکرد تحلیل پوششی داده ها را برای ارزیابی عملکرد ارائه نمودند [۲]. دابرسی، جانسون، کاسل و کلوز [۶] نقش ارزیابی عملکرد و سیستم‌های کنترلی در شرکتها را مورد بررسی قرار دادند. برنی و داراب با استفاده از تکنیکهای کنترل کیفیت آماری عملکرد نیروی انسانی شاغل در یک واحد خدماتی را

مورد ارزیابی قرار دادند [۱]. چان و یونگ [۵] از کاربرد مجموعه های فازی برای ارزیابی عملکرد فرایند استفاده نمودند. ساتا نیز در تحقیق خود عملکرد ۳ شرکت اقتصادی کوچک را در تانزانیا مورد ارزیابی قرار داد [۸].

همان طور که گفته شد، مشکل اساسی در استفاده از مدل تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی عملکرد، زمان محاسباتی بالا برای بدست آوردن مقادیر کارایی در صورت تغییر در مجموعه داده ها است. برای حل این مشکل می توان از اوزان مشترک استفاده نمود. هدف از این تحقیق، ارائه یک مدل تحلیل پوششی داده ها با در نظر گرفتن اوزان مشترک برای ارزیابی عملکرد ماهیانه یک واحد تولیدی می باشد که از این مدل برای تشخیص ماههایی که دارای کارایی بالایی هستند، نسبت به ماههایی که کارایی متوسط یا ضعیف دارند، استفاده می شود.

### روش شناسی

در ادامه مقاله گام های اجرای برای طراحی مدل ارزیابی عملکرد در واحد تولیدی مورد نظر ارائه شده اند.

### انتخاب متغیرها

برای تعیین متغیرهای ارزیابی عملکرد واحد تولیدی مورد بررسی، اجزاء مختلف در برگزیده کارایی در نظر گرفته می شود. بنابراین متغیرها باید عملکرد واحد تولیدی را توصیف و در برگزیده اجزاء، ورودیها و خروجیهای باشند که واحد تولیدی برای عملیات به آن نیاز دارد. واحد تولیدی مورد بررسی در این تحقیق، یکی از شرکتهای تولیدی قطعات خودرو است که محصولات متنوعی را تولید می کند. مدیریت کارخانه با توجه به سطح گسترده محصولات و نیازمندی به مواد اولیه زیاد، به بازنگری سطح کارایی و ارزیابی عملکرد به صورت ماهیانه می پردازد. گزارشهای ماهیانه مدیریت شامل شاخصهای عملکرد برای کلیه بخشهای واحد تولیدی است که هر گزارش شامل نمودارها، شکلها و جداول متعدد می باشد. برای جلوگیری از اثرات منفی بر مدل، همه شاخصهای عملکرد در نظر گرفته نمی شود. شاخصهایی که مربوط به عملیات تولید مورد نظر می باشند و شاخصهایی که قواعد و مقررات آن صنعت تولیدی مشخص می کند، برای مدل انتخاب می شوند. شایان ذکر است که قواعد و مقررات صنعتی همان شاخصهای کیفی می باشند که در آن صنعت وجود داشته و باید توسط قسمت تولید و کنترل کیفیت و ... رعایت شود. در ابتدا ۱۴ متغیر (شامل ۶ خروجی و ۸ ورودی) در نظر گرفته شد و پس از بررسی، متغیرهای مورد نظر مشخص گردید که برخی از این متغیرها به یکدیگر وابسته می باشند. بنابراین از بین ۱۴ متغیر فوق تنها ۹ متغیر (۴ خروجی و ۵ ورودی) برای استفاده در مدل انتخاب گردید. متغیرهای خروجی شامل تعداد دسته های تولیدی، مقادیر واقعی تولید شده، در صد استاندارد تولید و درصد تحویل به موقع محصولات می باشد. متغیرهای ورودی نیز شامل تعداد ساعات کاری، تعداد دوباره کاری، تعداد محصولات معیوب پذیرفته شده (استثنا)، درصد اقلامی که مجدداً نمونه گیری شده اند و درصد مواد اولیه سالم می باشد.

سپس با در دست داشتن این متغیرها داده های مربوط به بازه زمانی مرداد ۸۲ تا تیر ۸۵ (در مجموع ۳ سال) جمع آوری و به عنوان مجموعه داده های گذشته تولید در نظر گرفته شده است. به طور مشابه همین کار برای بازه زمانی مرداد ۸۵ تا تیر ۸۶ به عنوان مجموعه داده های فعلی تولید انجام شده است. این کار برای تصدیق نتایج بدست آمده از داده های گذشته انجام شده است. جداول ۱ و ۲ به ترتیب نشان دهنده این دو مجموعه داده ها می باشند.

جدول ۱ - داده های جمع آوری شده مربوط به مجموعه داده های گذشته تولید

واحد تصمیم گیری	تعداد بسته تولیدی	تعداد ارقام واقعی (به هزار)	درصد استاندارد	درصد تحويل به موقع	تعداد ساعات کاری	تعداد دوباره کاری	استثنا	درصد نمونه گیری مجدد	درصد مواد سالم
مرداد ۸۲	۷۵	۵/۹	۸۱	-/۹۵	۱۴۳	۲	۱۰	-/۸۶	۹۸/۵۰
شهریور ۸۲	۶۴	۶	۸۸	-/۹۰	۱۳۴	۴	۱۵	۲/۴۶	۹۸/۴۰
مهر ۸۲	۶۱	۶/۹	۸۲	-/۹۱	۱۶۶	۲	۹	۱/۱۰	۹۸/۳۰
آبان ۸۲	۶۹	۶/۶	۸۳	-/۹۵	۱۷۹	۴	۲۲	۲/۷۵	۹۹/۵۰
آذر ۸۲	۸۳	۸/۲	۷۷	-/۹۱	۱۸۰	۸	۱۴	۲/۷۵	۹۸/۲۰
دی ۸۲	۵۳	۵/۳	۹۰	-/۹۶	۱۲۸	۶	۸	۱/۵۶	۹۸/۵۰
بهمن ۸۲	۶۶	۷/۱	۹۲	-/۹۹	۱۶۵	۵	۸	۳/۳۳	۹۸/۸۰
اسفند ۸۲	۷۲	۸	۹۸	-/۹۱	۱۶۹	۵	۱۳	۲/۲۸	۹۸/۶۰
فروردین ۸۳	۷۱	۷/۱	۸۶	-/۹۸	۱۴۵	۴	۱۱	۳/۳۳	۹۸/۳۰
اردیبهشت ۸۳	۷۳	۷/۴	۹۶	-/۹۹	۱۵۸	۲	۱۶	۳/۰۰	۹۸/۸۰
خرداد ۸۳	۶۷	۶/۲	۹۱	-/۹۷	۱۶۰	۳	۱۳	۲/۱۲	۹۸/۴۰
تیر ۸۳	۳۶	۳/۹	۹۱	-/۹۷	۹۷	۱	۱۶	۱/۰۴	۹۹/۱۰
مرداد ۸۳	۷۶	۷/۲	۱۰۰	-/۹۸	۱۳۷	۰	۲	۱/۳۵	۹۸/۸۰
شهریور ۸۳	۶۶	۷/۵	۹۹	-/۹۸	۱۳۸	۵	۱۲	۱/۸۴	۹۸/۷۰
مهر ۸۳	۷۳	۸/۳	۹۹	-/۹۹	۱۵۵	۰	۱۳	-/۸۸	۹۹/۱۰
آبان ۸۳	۷۷	۸/۲	۱۰۳	-/۹۸	۱۵۴	۵	۷	۲/۵۹	۹۹/۱۰
آذر ۸۳	۶۸	۷/۶	۹۸	-/۹۵	۱۴۱	۳	۱۷	۲/۱۵	۹۸/۸۰
دی ۸۳	۵۷	۶/۱	۹۶	-/۹۹	۱۲۲	۴	۱۵	۱/۴۷	۹۸/۷۰
بهمن ۸۳	۸۳	۶/۶	۹۰	-/۹۵	۱۳۷	۱	۱۳	۳/۰۹	۹۸/۵۰
اسفند ۸۳	۷۵	۷/۵	۱۰۱	-/۹۸	۱۳۴	۲	۱۹	-/۵۳	۹۸/۴۰
فروردین ۸۴	۶۵	۶/۸	۹۴	-/۹۹	۱۴۷	۲	۱۷	۱/۰۸	۹۸/۹۰
اردیبهشت ۸۴	۶۵	۶/۷	۹۶	-/۹۷	۱۴۷	۵	۱۶	۱/۴۶	۹۹/۰۳
خرداد ۸۴	۷۶	۷/۲	۱۰۰	-/۹۵	۱۴۷	۹	۱۱	۱/۰	۹۸/۶
تیر ۸۴	۴۸	۴/۴	۱۰۱	-/۹۶	۱۰۴	۵	۹	۱/۷۸	۹۸/۸
مرداد ۸۴	۸۳	۸/۱	۱۰۲	-/۹۵	۱۵۸	۳	۱۴	-/۸۷	۹۸
شهریور ۸۴	۷۲	۸	۹۹	-/۹۹	۱۵۸	۷	۸	۱/۱۶	۹۸/۵
مهر ۸۴	۷۴	۸/۶	۹۱	-/۹۸	۱۶۱	۶	۱۳	۱/۲۵	۹۸/۹
آبان ۸۴	۷۶	۷/۱	۸۶	-/۸	۱۴۷	۱۰	۱۹	۱/۲۴	۹۸/۱
آذر ۸۴	۶۸	۸/۲	۹۵	-/۹۹	۱۴۷	۱۱	۵	۱/۶۹	۹۹/۰
دی ۸۴	۵۸	۶/۵	۹۶	-/۹۷	۱۴۰	۱	۱۶	۰/۲	۹۹/۱
بهمن ۸۴	۷۳	۷/۶	۹۵	-/۹۹	۱۴۷	۱۲	۱۱	۱/۲۳	۹۹/۶
اسفند ۸۴	۸۷	۹/۵	۹۷	-/۹۸	۱۷۷	۹	۱۵	-/۶۲	۹۹/۵۹
فروردین ۸۵	۷۳	۷/۶	۹۲	-/۹۹	۱۵۲	۱۰	۱۵	-/۶۵	۹۸/۸
اردیبهشت ۸۵	۷۵	۸/۱	۸۷	-/۹۸	۱۶۴	۲	۱۳	۲/۹۲	۹۹/۲
خرداد ۸۵	۷۴	۸/۱	۱۰۰	-/۹۹	۱۵۴	۱	۱۲	۱/۶۵	۹۹/۰
تیر ۸۵	۲۷	۴/۷	۹۹	-/۹۹	۸۹	۲	۹	-/۰	۹۹/۲

جدول ۲- داده های جمع آوری شده در ارتباط با مجموعه داده های فعلی تولید

واحد تصمیم‌گیری	تعداد بسته تولیدی	تعداد اقلام واقعی (به هزار)	درصد استاندارد	درصد تحویل به موقع	تعداد ساعات کاری	تعداد دوباره کاری	استثنا	درصد نمونه‌گیری مجدد	درصد اولیه سالم
مرداد ۸۵	۹۱	۷/۸	۸۷	-/۹۹	۱۷۰	۳	۱۲	۳/۱۲	۹۹/۳
شهریور ۸۵	۷۵	۷/۸	۹۴	-/۹۷	۱۴۷	۱	۱۷	-/۶۵	۹۹
مهر ۸۵	۷۹	۹/۳	۸۹	-/۹۵	۱۷۰	۴	۱۶	-/۴۱	۹۸/۹
آبان ۸۵	۷۸	۷/۹	۹۵	-/۹۹	۱۵۴	۳	۱۶	-/۱۳	۹۸/۹
آذر ۸۵	۸۲	۸/۹	۹۲	-/۹۸	۱۶۹	۴	۸	-/۶۵	۹۸/۶
دی ۸۵	۶۰	۷/۴	۹۲	۱/۰۰	۱۲۹	۸	۶	۲/۸۶	۹۹/۳
بهمن ۸۵	۸۹	۹/۹	۹۷	۱/۰۰	۱۶۴	۳	۸	-/۸۵	۹۹/۲
اسفند ۸۵	۸۷	۱۱/۱	۱۰۰	۱/۰۰	۲۰۰	۲	۱۶	-/۵۴	۹۸/۶
فروردین ۸۶	۷۱	۹/۲	۱۰۰	-/۹۶	۱۶۶	۱	۱۳	-/۱۳	۹۹/۲
اردیبهشت ۸۶	۸۵	۹/۶	۹۷	-/۹۶	۱۸۸	۳	۱۴	۳/۹۸	۹۸/۶
خرداد ۸۶	۸۲	۸/۷	۱۰۰	-/۹۷	۱۷۲	۱	۸	-/۹۸	۹۸/۲
تیر ۸۶	۴۶	۴/۶	۱۰۰	-/۹۳	۹۸	۰	۱۳	-/۸۹	۹۸/۲

### ۲-۳- توسعه مدل تحلیل پوششی داده ها :

مدل اصلی تحلیل پوششی داده ها در مقاله‌ای با عنوان اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری توسط کوپر و چارنر در سال ۱۹۷۸ ارائه گردید [۳]. این مدل اولیه یک مدل ورودی محور با نرخ بازده ثابت می‌باشد. در سایر تحقیقات نیز با استفاده از مدل اصلی، مدل‌هایی برای هزینه‌یابی، تخصیص و... ارائه گردید. در این مقاله نیز با استفاده از مقادیر ورودی و خروجی مربوط به تولید ماهیانه، کارایی هر ماه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در اینجا واحد تصمیم‌گیری، هر یک از ماه‌ها می‌باشد. برای ارزیابی کارایی ماهیانه از ۲ مجموعه داده‌های تولیدی استفاده شده است. یکی مربوط به داده‌های گذشته تولید (۳۶ ماه گذشته) و دیگری مربوط به داده‌های فعلی تولید (۱۲ ماه اخیر) و در پایان توانایی مدل در تعیین کارایی ماه‌ها با استفاده از نظر متخصصان ارزیابی شده است. شکل کلی مدل اولیه تحلیل پوششی داده‌ها بصورت زیر می‌باشد.

$$\text{MAX} \quad \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{i0}}$$

$$\text{subject to:} \quad \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i X_{ij}} \leq 1$$

$$U_r, V_i \geq 0; \quad r=1, \dots, s; \quad i=1$$

در اینجا  $X_{ij}$  و  $Y_{rj}$  خروجی‌ها و ورودی‌های ماه  $j$ ام (واحد تصمیم‌گیری  $j$ ام) و همگی دارای مقادیر مثبت می‌باشند.  $U_r$  و  $V_i$  وزن این خروجی‌ها و ورودی‌ها هستند که به عنوان جواب مسأله در نظر گرفته می‌شوند. انتظار بر این است که اوزان به نحوی تعیین شوند که واحد تصمیم‌گیری دارای بیشترین کارایی ممکن گردد. در برخی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای

ورودی‌ها و خروجی‌ها محدودی تعیین می‌شود. لیکن در مدل ارائه شده برای این تحقیق، ورودی‌ها و خروجی‌ها فاقد محدودیت می‌باشند. ۲ متغیر تعیین کننده که باید برای آنها حدود بالا و پایین تعیین شود، هزینه‌های عملیاتی و تجهیزات لازم برای انجام عملیات می‌باشد که به علت نبود گزارشات کافی، از ارائه آنها در مدل خودداری شده است. از آنجا که داده‌ها به تقاضای فروش وابسته می‌باشند، بنابراین بهتر است از مدل ورودی محور (مدل چارنرکوپر) استفاده شود. برای حل مدل نیز از نرم‌افزار تحلیل پوششی داده ها [۳] استفاده شده است. در ابتدا کارایی ماهیانه برای مجموعه داده‌های گذشته تولید بدست آمده است. مقادیر کارایی و اوزان بدست آمده در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است.

جدول ۳. مقادیر کارایی با توجه به مجموعه داده‌های گذشته تولید

واحد تصمیم‌گیری	مقدار کارایی	واحد تصمیم‌گیری	مقدار کارایی	واحد تصمیم‌گیری	مقدار کارایی
مرداد ۸۲	۱/۰۰۰	مرداد ۸۳	۱/۰۰۰	مرداد ۸۴	۱/۰۰۰
شهریور ۸۲	۰/۹۱۸	شهریور ۸۳	۰/۹۹۵	شهریور ۸۴	۱/۰۰۰
مهر ۸۲	۰/۹۲۶	مهر ۸۳	۱/۰۰۰	مهر ۸۴	۰/۹۹۰
آبان ۸۲	۰/۹۵۱	آبان ۸۳	۱/۰۰۰	آبان ۸۴	۰/۹۲۷
آذر ۸۲	۰/۹۶۵	آذر ۸۳	۰/۹۷۳	آذر ۸۴	۱/۰۰۰
دی ۸۲	۰/۹۶۴	دی ۸۳	۱/۰۰۰	دی ۸۴	۱/۰۰۰
بهمن ۸۲	۰/۹۹۹	بهمن ۸۳	۱/۰۰۰	بهمن ۸۴	۰/۹۹۴
اسفند ۸۲	۰/۹۶۴	اسفند ۸۳	۱/۰۰۰	اسفند ۸۴	۱/۰۰۰
فروردین ۸۳	۰/۹۹۷	فروردین ۸۴	۰/۹۹۳	فروردین ۸۵	۱/۰۰۰
اردیبهشت ۸۳	۰/۹۹۹	اردیبهشت ۸۴	۰/۹۷۴	اردیبهشت ۸۵	۰/۹۸۹
خرداد ۸۳	۰/۹۸۱	خرداد ۸۴	۰/۹۸۴	خرداد ۸۵	۱/۰۰۰
تیر ۸۳	۱/۰۰۰	تیر ۸۴	۱/۰۰۰	تیر ۸۵	۱/۰۰۰

جدول ۴- اوزان تکی بدست آمده با توجه به مجموعه داده‌های گذشته تولید

واحد تصمیم‌گیری	تعداد بسته تولیدی	تعداد اقلام واقعی (به هزار)	درصد استاندارد	درصد تحویل به موقع	تعداد ساعات کاری	تعداد دوباره کاری	استثنا	درصد نمونه‌گیری مجدد	درصد موافق اولیة سالم
مرداد ۸۲	۰/۹۶۲	۰/۰۲۰	۰/۰۲۵	۰/۰۳۰	۰/۲۳۴	۰/۰۲۶	۰/۲۰۷	۰/۴۰۱	۰/۰۳۱
شهریور ۸۲	۰/۰۵۶	۰/۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۲	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۹۴۸
مهر ۸۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰	۰/۹۸۹
آبان ۸۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۳۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹۹
آذر ۸۲	۰/۹۶۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۲	۰/۱۰۲	۰/۰۰۰	۰/۸۶۶
دی ۸۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۵۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰	۰/۹۶۱
بهمن ۸۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰	۰/۹۸۷
اسفند ۸۲	۰/۰۰۰	۰/۲۴۰	۰/۷۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۹۹۹
فروردین ۸۳	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۳۸	۰/۰۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۹۵۱
اردیبهشت ۸۳	۰/۰۴۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۵۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
خرداد ۸۳	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۵۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹۹
تیر ۸۳	۰/۱۷	۰/۰۱۷	۰/۹۲۸	۰/۰۴۱	۰/۷۴۹	۰/۱۶۶	۰/۰۲۱	۰/۰۳۳	۰/۰۴۳
مرداد ۸۳	۰/۵۶۱	۰/۱۷۲	۰/۰۶۸	۰/۰۶۹	۰/۸۹۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۷۰
شهریور ۸۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۱۵۸	۰/۷۵۴	۰/۰۹۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۹۰۴
مهر ۸۳	۰/۶۳۴	۰/۱۱۷	۰/۱۲۸	۰/۱۳۴	۰/۵۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۲۵۹	۰/۱۳۳
آبان ۸۳	۰/۰۰۲	۰/۹۹۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۳۱	۰/۱۳۳	۰/۰۰۲	۰/۸۴۴
آذر ۸۳	۰/۰۰۰	۰/۷۵۸	۰/۲۱۶	۰/۰۰۰	۰/۵۷۴	۰/۰۰۸	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰	۰/۲۷۸
دی ۸۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۱۷	۰/۹۷۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۹۹۱
بهمن ۸۳	۰/۸۲۲	۰/۰۴۹	۰/۰۶۲	۰/۰۶۸	۰/۸۴۰	۰/۰۰۶	۰/۰۴۲	۰/۰۴۳	۰/۰۷۰
اسفند ۸۳	۰/۸۴۹	۰/۰۲۹	۰/۰۵۳	۰/۰۵۳	۰/۸۶۸	۰/۰۰۹	۰/۰۴۳	۰/۰۲۷	۰/۰۵۴
فروردین ۸۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹۳
اردیبهشت ۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۸۵	۰/۸۸۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۹۶
خرداد ۸۴	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰	۰/۷۸۰	۰/۱۸۲	۰/۶۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۹۱۳
تیر ۸۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۷۷۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵
مرداد ۸۴	۰/۹۵۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۷۵	۰/۰۱۶	۰/۰۸۶	۰/۲۵۶	۰/۳۶۹	۰/۲۹۴
شهریور ۸۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۴۴۵	۰/۴۴۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱۲	۰/۹۶۵
مهر ۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱۵	۰/۰۰۰	۰/۸۷۵	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۲۰
آبان ۸۴	۰/۵۶۵	۰/۳۶۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۶۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۴۸
آذر ۸۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۹۸۴	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۹۵۸
دی ۸۴	۰/۲۰۵	۰/۲۱۰	۰/۲۸۶	۰/۲۹۹	۰/۲۳۹	۰/۱۴۷	۰/۲۳	۰/۰۸۵	۰/۳۰۸
بهمن ۸۴	۰/۰۶۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۳۱	۰/۰۵۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۹۶۴
اسفند ۸۴	۰/۹۳۱	۰/۰۲۴	۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۶۰۰	۰/۰۱۸	۰/۱۹۲	۰/۱۶۷	۰/۰۲۳
فروردین ۸۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۹۷۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۹۸۲
اردیبهشت ۸۵	۰/۰۹۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۹۲۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰	۰/۹۹۰
خرداد ۸۵	۰/۰۶۲	۰/۰۰۲	۰/۱۸۳	۰/۷۵۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۹۸۹
تیر ۸۵	۰/۶۱۸	۰/۰۷۷	۰/۱۵۰	۰/۱۵۵	۰/۷۵۵	۰/۰۲۶	۰/۰۶۴	۰/۰۰۰	۰/۱۵۵

همان‌طور که از جدول مشخص است میزان اوزان برخی ورودی‌ها برای برخی ماه‌ها برابر صفر شده است و این بدین معنی است که این ورودی‌ها برای آن ماه حائز هیچ گونه اهمیتی نیستند. برای جلوگیری از این کار، در این تحقیق از اوزان مشترک به جای اوزان تکی استفاده نمودیم. بدین صورت که از مقادیر اوزان تکی هر یک از متغیرهای ورودی و خروجی میانگین گرفته و سپس از آن در محاسبه کارایی ماه‌ها استفاده می‌شود. هدف از این کار جلوگیری از صفر شدن اوزان متغیرها می‌باشد. اوزان مشترک در جدول ۵ نشان داده شده است.



جدول ۵- اوزان مشترک برای متغیرهای ورودی و خروجی

متغیر	وزن ادغامی
تعداد بسته تولیدی	۰/۲۳۹
تعداد اقلامی واقعی (به هزار)	۰/۰۹۴
درصد استاندارد	۰/۱۲۱
درصد تحویل به موقع	۰/۵۲۵
تعداد ساعات کاری	۰/۲۰۹
تعداد دوباره کاری	۰/۰۱۵
استثنا	۰/۰۴۱
درصد نمونه گیری مجدد	۰/۰۴۰
درصد مواد اولیه سالم	۰/۶۶۷

در مرحله بعد از این اوزان برای محاسبه کارایی ماهیانه با توجه به مجموعه داده‌های گذشته و فعلی تولید استفاده. جدول ۶ نشان دهنده مقادیر کارایی ماهیانه در ۳۶ ماه گذشته تولید و جدول ۷ نشان دهنده مقادیر کارایی ماهیانه در ۱۲ ماه فعلی می‌باشد.

جدول ۶- مقادیر کارایی بدست آمده با استفاده از اوزان ادغامی برای مجموعه داده‌های گذشته تولید

واحد تصمیم‌گیری	مقدار کارایی
مرداد ۸۲	۰/۳۰۰
شهریور ۸۲	۰/۲۸۶
مهر ۸۲	۰/۲۵۵
آبان ۸۲	۰/۲۶۴
آذر ۸۲	۰/۲۹۳
دی ۸۲	۰/۲۶۳
بهمن ۸۲	۰/۲۷۹
اسفند ۸۲	۰/۲۹۸
فروردین ۸۳	۰/۲۹۶
اردیبهشت ۸۳	۰/۳۰۴
خرداد ۸۳	۰/۲۸۲
تیر ۸۳	۰/۲۳۶
مرداد ۸۳	۰/۲۳۲
شهریور ۸۳	۰/۳۰۴
مهر ۸۳	۰/۳۱۰
آبان ۸۳	۰/۳۳۶
آذر ۸۳	۰/۳۰۵
دی ۸۳	۰/۲۸۶
بهمن ۸۳	۰/۳۳۶
اسفند ۸۳	۰/۳۳۲
فروردین ۸۴	۰/۲۸۸
اردیبهشت ۸۴	۰/۲۹۰
خرداد ۸۴	۰/۳۲۴
تیر ۸۴	۰/۲۷۹
مرداد ۸۴	۰/۳۳۸
شهریور ۸۴	۰/۳۰۷
مهر ۸۴	۰/۲۹۹
آبان ۸۴	۰/۳۰۳
آذر ۸۴	۰/۲۹۹
دی ۸۴	۰/۲۷۷
بهمن ۸۴	۰/۳۰۹
اسفند ۸۴	۰/۳۲۸
فروردین ۸۵	۰/۳۰۲
اردیبهشت ۸۵	۰/۲۹۴
خرداد ۸۵	۰/۳۱۵
تیر ۸۵	۰/۲۲۸

جدول ۷ مقادیر کارایی بدست آمده با استفاده از اوزان ادغامی برای مجموعه داده‌های فعلی تولید

مقدار کارایی	واحد تصمیم‌گیری
۰/۳۲۸	مرداد ۸۵
۰/۳۱۳	شهریور ۸۵
۰/۳۰۴	مهر ۸۵
۰/۳۱۸	آبان ۸۵
۰/۳۱۶	آذر ۸۵
۰/۲۸۵	دی ۸۵
۰/۳۴۲	بهمن ۸۵
۰/۳۱۸	اسفند ۸۵
۰/۳۰۰	فروردین ۸۶
۰/۳۱۶	اردیبهشت ۸۶
۰/۳۲۵	خرداد ۸۶
۰/۲۷۸	تیر ۸۶

علت استفاده از ۲ مجموعه داده‌های گذشته و فعلی بدین شرح است که استفاده از داده‌های گذشته تولید برای رسیدن به شرایط پایدار (ثابت) پس از یک سری نوسانات اولیه در فرآیند تولید می‌باشد. در واقع می‌خواهیم روند کارایی ماهیانه به روند ثابتی برسد تا بتوانیم ماه‌های ضعیف و قوی از نظر کارایی را مشخص نماییم. در مرحله بعدی از مجموعه داده‌های فعلی تولید استفاده شده است تا نتایج بدست آمده تأیید گردد.

### نتایج و تحلیل‌ها:

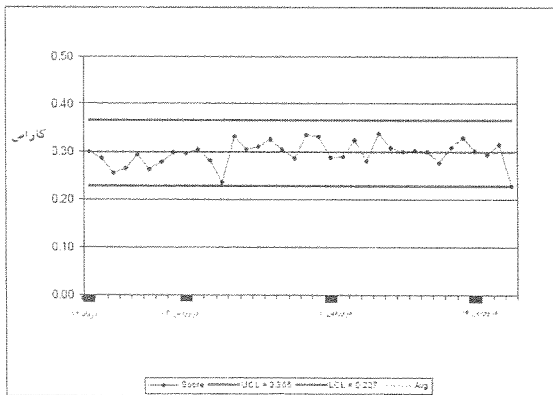
بر اساس یافته‌های حاصل از تحقیق در این قسمت شرح و تحلیلی بر نتایج دو مجموعه داده‌های تحقیق ارائه شده است.

### مجموعه داده‌های گذشته تولید:

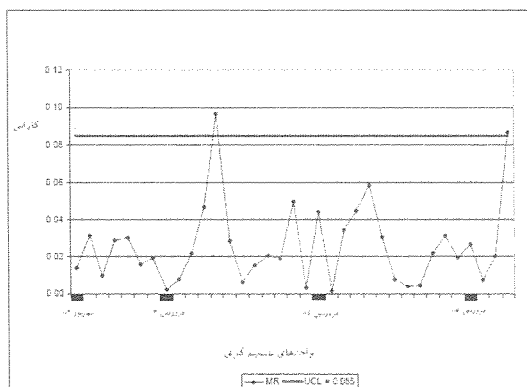
همان‌طور که چارنرکوپر اولین بار در سال ۱۹۷۸ اشاره نمودند، کارایی یک واحد تصمیم‌گیری با حداکثر نمودن نسبت مجموع خروجی‌ها به ورودی‌ها و با توجه به این که نسبت فوق برای واحدها باید کمتر یا مساوی ۱ باشد، بدست می‌آید. در این تحقیق نیز در اولین تکرار برای بدست آوردن اوزان اولیه از این مدل استفاده شده است. بعد از تکرار اول، مقادیر کارایی بدست آمده برای واحدها (ماه‌ها) بسیار مناسب جلوه می‌کنند. از ۳۶ ماه مورد بررسی، ۱۷ ماه دارای کارایی ۱ بوده و کمترین کارایی مربوط به ماه شهریور ۸۲ با کارایی ۰/۹۱۸ می‌باشد (به جدول ۳ رجوع شود). بعد از تکرار دوم (استفاده از اوزان مشترک برای تعیین کارایی ماه‌ها با توجه به داده‌های

گذشته تولید) مقادیر کارایی به نظر نامناسب می‌آید. از این ۳۶ ماه هیچ ماهی دارای کارایی ۱ نمی‌باشد. بالاترین کارایی مربوط به مرداد ۸۴ (۰/۳۳۸) و کمترین کارایی مربوط به تیر ۸۵ (۰/۲۲۸) می‌باشد (جدول ۶). لیکن باید توجه داشت که مقادیر کارایی در تکرار دوم با استفاده از اوزان مشترک بدست آمده است، در صورتی که در تکرار اول از اوزان تکی استفاده شده است. اوزان مشترک، میانگین اوزان مربوط به هر یک از متغیرها با توجه به مجموعه داده‌های گذشته می‌باشد. با نگاهی دقیق‌تر به مقادیر اوزان تکی در جدول ۴ می‌توان دریافت که برخی از متغیرها دارای وزن صفر می‌باشند. برای نمونه، متغیرهای تعداد واحد واقعی تولیدی و درصد استاندارد تولید در ماه‌های شهریور ۸۲ و بهمن ۸۲ دارای وزن صفر می‌باشد. سوالی که به ذهن می‌رسد این است که چگونه بدون در نظر گرفتن این متغیرها، می‌توان کارایی ماه مورد نظر را بدست آورد؟ در تکرار اول هدف صرفاً بدست آوردن بهترین مقدار کارایی برای هر ماه با توجه به اوزان تخصیص یافته به متغیرهای آن ماه است. با بررسی اوزان مشترک در جدول ۵ مشخص می‌گردد که تمامی مقادیر از صفر بزرگتر هستند. بنابراین مقادیر کارایی بدست آمده با استفاده از اوزان مشترک قطعاً بهترین مقدار نمی‌باشند.

در مرحله بعد مقادیر کارایی در ماه‌ها با استفاده از نمودارهای کنترلی مورد ارزیابی قرار گرفته است.



نمودار ۱ - نمودار کنترلی تکی - مجموعه داده‌های گذشته تولید



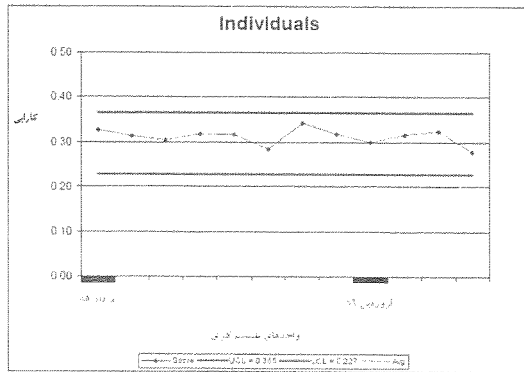
نمودار ۲- نمودار دامنه متحرک برای مجموعه داده های گذشته تولید

نمودارهای ۲ و ۱ به ترتیب نشان دهنده نمودارهای کنترلی تکی و دامنه متحرک می‌باشند. با توجه به نمودار ۱ حد پایین نمودار برابر  $0/227$  و حد بالای آن برابر  $0/365$  می‌باشد. این نمودار نشان دهنده یک روند ثابت در میزان کارایی ماه به ماه می‌باشد. اما نمودار دامنه متحرک تفاوت‌های بیشتری را در امتیازهای کارایی نشان می‌دهد. میانگین دامنه مربوط به امتیاز کارایی با توجه به داده‌های گذشته  $0/026$  بود (یعنی میانگین انحراف از میانگین برابر  $0/026$  بود). ۲ ماه مرداد ۸۳ و تیر ۸۵ از حدود کنترل نمودار خارج بودند. برای بررسی این موضوع که آیا اتفاق خاصی سبب این تغییرات در ماه‌های فوق گشته است، از نظر متخصصان استفاده شد و مشخص شد که هیچ دلیل خاصی برای این امر وجود نداشت.

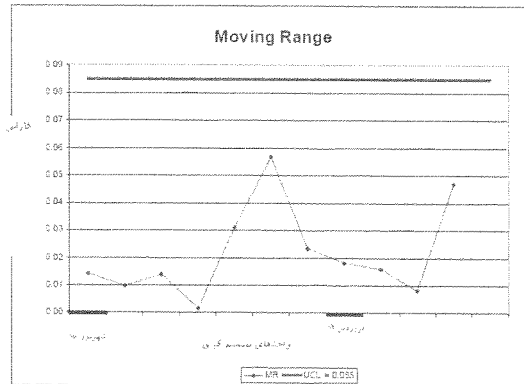
### مجموعه داده‌های فعلی تولید:

در تکرار سوم از اوزان مشترک برای محاسبه کارایی ماهیانه با توجه به مجموعه داده‌های فعلی تولید استفاده گردید. مقادیر کارایی ماهیانه در جدول ۷ ارائه شد. حال امتیازهای کارایی بدست آمده از داده‌های گذشته تولید و داده‌های فعلی تولید با یکدیگر مقایسه می‌شود. میانگین امتیاز کارایی بدست آمده از مجموعه داده‌های فعلی تولید  $0/31$  با انحراف  $0/02$  می‌باشد در حالی که میانگین امتیاز کارایی بدست آمده از مجموعه داده‌های گذشته تولید برابر  $0/30$  با انحراف  $0/03$  می‌باشد.

همانند تکرار دوم، در اینجا نیز از نمودارهای کنترلی استفاده شده است. نمودارهای ۳ و ۴ به ترتیب نشان دهنده نمودارهای کنترلی تکی و دامنه متحرک می‌باشند. نمودار ۳ نشان دهنده وجود یک روند ثابت در مقادیر کارایی ماهیانه می‌باشد و نمودار ۴ نشان دهنده وجود برخی ماه‌های متفاوت از نظر کارایی می‌باشد.



نمودار ۳- نمودار کنترلی تکی - مجموعه داده های فعلی تولید



نمودار ۴- نمودار دامنه متحرک- مجموعه داده های فعلی تولید

با توجه به این نمودارها، ماه‌های مرداد و بهمن ۸۲/ مرداد و اسفند ۸۴/ مرداد و بهمن ۸۵ دارای کارایی بالاتری می‌باشند. بدترین ماه‌ها از نظر کارایی نیز تیر ۸۳، تیر ۸۵ و تیر ۸۶ و دی ۸۵ می‌باشند. در مجموع، با توجه به مدل فوق، بهترین ماه از نظر کارایی ماه مرداد و ماه تیر بدترین ماه از نظر کارایی می‌باشد.

### تصدیق مدل با استفاده از تحلیل متخصصین:

برای ارزیابی ماه‌های ضعیف و قوی از نظر کارایی، از نظر افراد متخصص شرکت استفاده شد. در این بررسی از یک متخصص بخش تضمین کیفیت و یک متخصص بخش تولید استفاده شد. گزارشات ماهیانه مربوط به ماه‌های بهمن ۸۳ و تیر ۸۳ به متخصصان ارائه شد. در ضمن متخصصان از نتایج کارایی بدست آمده توسط مدل تحلیل پوششی داده‌ها مطلع نبودند. وظیفه متخصصان مشخص نمودن کارایی ماه‌ها با توجه به گزارشات در دسترس و اطلاعات مربوط به

تخصص خود بود. در پایان تحلیل گزارشات تولید توسط متخصصان نتایج بدست آمده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد تأیید قرار نگرفت. از نظر متخصصین تضمین کیفیت ماه تیر ۸۳ دارای کارایی قوی و ماه بهمن ۸۳ دارای کارایی ضعیف قلمداد گردید و از نظر متخصص تولید هر دو ماه فوق دارای کارایی قوی ارزیابی شد. اما همان طور که به خاطر دارید در مدل ارائه شده ماه تیر ۸۳ دارای کارایی قوی و ماه بهمن ۸۳ دارای کارایی ضعیف قلمداد شده است.

این موضوع که نتایج بدست آمده از مدل با ارزیابی متخصصان دارای تناقض می‌باشد، چندان عجیب نیست. با توجه به اینکه گزارشات ماهیانه شامل صدها صفحه از انواع جداول و نمودارهای مختلف در مورد وضعیت کارایی ماه مربوطه می‌باشد، نمی‌توان انتظار داشت هر یک از این ۲ نفر در بررسی‌های خود به یک نتیجه واحد برسند. هر یک از این متخصصان در بررسی‌های خود از چندین معیار استفاده نمودند اما زمان تصمیم‌گیری نهایی معیار مربوط به تخصص خود را در اولویت قرار می‌دادند. پس از اعلام نظرات متخصصین، نتایج بدست آمده از مدل به آنها ارائه گردید. پس از مطالعه نتایج، متخصصان ماه تیر را یک ماه سبک از نظر حجم عملیات اعلام نمودند، چون در این ماه به میزان ۲ هفته فرآیند تولید متوقف بود (به خاطر عملیات تعمیرات نگهداری سالیانه) و ماه‌های بهمن و اسفند به علت وجود اضافه کاری برای تحویل به موقع (با توجه به تعطیلات نوروز) به عنوان ماه سنگین کاری شناخته شد.

### نتیجه‌گیری:

در این مقاله پس از ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌ها و نمودارهای کنترلی، وجود تفاوت در کارایی ماه‌ها مشخص گردید. در اینجا هدف از مدل تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابی کارایی هر یک از ماه‌ها (که به عنوان واحد تصمیم‌گیری در نظر گرفته شد) و تعیین ماه‌های قوی و ضعیف از نظر کارایی بود. نحوه کار بدین صورت بود که در تکرار اول با استفاده از مدل اصلی تحلیل پوششی داده‌ها (ورودی محور) مقادیر اوزان مربوط به هر یک از متغیرها مشخص گردید. اما چون مقادیر اوزان برای متغیرها در برخی از ماه‌ها برابر صفر بود، با میانگین‌گیری از اوزان تکی، اوزان مشترک محاسبه شدند و در تکرار دوم و سوم به ترتیب با توجه به مجموعه داده‌های گذشته و فعلی تولید، از این اوزان برای تعیین مقادیر کارایی ماهیانه استفاده شد. پس از بدست آوردن مقادیر کارایی ماهیانه، از نمودارهای کنترلی و تحلیل آماری برای تشخیص ماه‌های قوی و ضعیف از نظر کارایی استفاده شد و در پایان از نظر متخصصان برای تأیید مدل استفاده شد. بحثی که در این تحقیق مورد توجه واقع نشد، وارد نمودن برخی متغیرهای کران‌دار، نظیر هزینه‌های عملیاتی و تجهیزات لازم برای انجام عملیات تولید، به مدل بود. علت این امر وجود نداشتن گزارشات کافی در مورد این ۲ عامل بود. در نظر گرفتن این ۲ عامل می‌تواند نقش مهمی را در تعیین کارایی ایفا نماید. تحقیقات آتی می‌تواند به بررسی این موضوع بپردازد.

### منابع و ماخذ

- 1- Burney, F.A. Darrab, I.A. (1998). *performance evaluation using statistical quality control techniques*. *Work study*, Vol. 46, pp:200-212.
- 2- Caporaletti, L.E. DulaÂ, J.H. Womer, N.K. (1999). *Performance evaluation based on multiple attributes with nonparametric frontiers*, *Omega*, Vol. 27, pp:637-645.
- 3- Charnes, A. Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision making units*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp: 429-444.
- 4- Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Tone K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver Software and References*, New York: Springer Science+Business Media, Inc.
- 5- Donald, C.K. Chan, K.L. Yung. (2002). *an application of fuzzy sets to process performance evaluation*, *Integrated manufacturing systems*, Vol. 13, pp:237-246.
- 6- Duberley, J. Johnson, P. Cassell, C. Close, P. (2000). *The role of performance evaluation and control systems*, *Operation and Production management*, Vol. 20, pp:427-440.
- 7- Golec, A. Taskin, H. (2007). *Novel methodologies and a comparative study for manufacturing systems performance evaluations*, *Information Sciences*, Vol.177, pp: 5253–5274.
- 8- Satta, T.A. (2006). *Performance evaluation of three small firms' financing schemes in Tanzania*, *Journal of Accounting & Organizational Change*, Vol. 2, pp:164-180.