

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده : مهندسی صنایع و مدیریت

گروه : مدیریت

خود ارزیابی ابعاد کیفیتی محصول بر اساس مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی شبکه ای (Network SBM)

دانشجو : محدثه میرزائی

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر رضا شیخ

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

ماه و سال انتشار : بهمن ۹۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : مهندسی صنایع و مدیریت

گروه : مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد خانم محدثه میرزائی

تحت عنوان: خود ارزیابی ابعاد کیفیتی محصول بر اساس مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی

شبکه ای

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد

مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم با بوسه بردستان پدرم:

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت، مهربانی و....

پدرم راه تمام زندگیست.

پدرم دنجوشی، همیشگیست.

تقدیم به مادر عزیزتر از جانم:

مادم حتی من ز حتی توست، تا حتم و حتی دارم دوست

نگلسار جاودانی مادر است

چشمه سار مهربانی مادر است

و به:

همسرم، اسطوره زندگیم، پناه هستگیم و امید بودنم...

شکر و قدردانی:

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

حال که این پژوهش را به یاری پروردگار متعال به پایان رسانده ام ، بر خود لازم می دانم از زحمات خانواده ام و تمامی عزیزانی که در این مسیر پشتیبانیم کرده اند، تشکر و قدردانی نمایم.

با سپاس فراوان از استاد راهنمای فرهیخته ام جناب آقای « دکتر رضا شیخ » که در مدت انجام این پایان نامه از رهنمودهای علمی و اخلاقی ایشان بهره مند شدم و درگاه خداوند بزرگ را شاکرم که افتخار شاگردی ایشان را نصیبم نمود.

و با تشکر و سپاس فراوان از اساتید محترم دانشکده مدیریت دانشگاه شاهرود ؛ آقایان دکتر بزرگمهر اشرفی، دکتر محمدعلی مولایی، دکتر سید محمد شاهرودی ، دکتر حکمی نسب و دکتر میرلوحی ، که از محضر پرفیض تدریستان ، بهره ها برده ام.

تعهد نامه

اینجانب محدثه میرزائی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته MBA دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه " خود ارزیابی ابعاد کیفیتی محصول بر اساس مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی شبکه ای " به راهنمایی جناب آقای دکتر رضا شیخ متعهد می شوم :

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است .
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

کیفیت خوب یک ویژگی تجملاتی نیست بلکه از دیدگاه تولیدکنندگان و مصرف کنندگان یک نیاز بنیادی است. احراز کیفیت برتر و افزایش قابلیت اطمینان در محصولات تولید شده نیازمند چارچوبی است که به قابلیت‌های سازمان در زمینه‌های تکنولوژی، نیروی انسانی، روش های تولید و یکپارچگی بخشد و همچنین به منظور افزایش بهره‌وری و دستیابی به مزیت رقابتی، سازمان‌ها نیاز دارند توجه خود را به رفع مسائل، مشکلات و نقاط ضعف کیفیت محصولات خود، معطوف نمایند. با توجه به منابع تولیدی محدود، فضای کسب و کار و محیط‌های متفاوت سازمانی، اولین گام در بهبود شرایط سازمان، خودارزیابی کیفی محصولات می باشد. فرآیند خودارزیابی، تشخیص صریح نقاط قوت و زمینه‌هایی که قابل بهبود هستند را برای سازمان ممکن می‌سازد. در فرآیند خودارزیابی، سازمان چگونگی بهبود محصول را طی دوره‌های عملیاتی متوالی در درون خود می‌سنجد.

در پایان نامه حاضر به منظور پاسخگویی به این نیاز در رویکردی جدید برای خود ارزیابی سازمان، تکنیک "اندازه کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی شبکه ای" بکار گرفته می شود و مدل برای اولین بار وارد مباحث کنترل کیفی شده و به منظور خود ارزیابی کیفی محصولات مورد استفاده قرار می گیرد. استفاده از این مدل امکان ارزیابی محصول مورد نظر را با خودش در دوره های زمانی مختلف ایجاد می کند. ویژگی دیگر تکنیک قابلیت ارزیابی کیفی مراحل مختلف تولیدی به طور مجزا می باشد.

به منظور تبیین بیشتر مدل، گام‌های مدلسازی خود ارزیابی کیفی، به صورت مطالعه موردی، برای محصولی از کارخانه سیم و کابل مغان شاهرود، بکار گرفته شده است.

کلمات کلیدی: خودارزیابی کیفی، تحلیل پوششی داده‌ها، مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی شبکه‌ای، کنترل کیفیت

فهرست مطالب

۱.....	۱. فصل اول:
۲.....	۱.۱ مقدمه
۳.....	۱.۲ بیان مسئله
۴.....	۱.۳ اهداف تحقیق
۵.....	۱.۴ سوالات تحقیق
۵.....	۱.۵ کاربردهای تحقیق
۶.....	۱.۶ روش تحقیق
۷.....	۲. فصل دوم:
۸.....	۲.۱ مقدمه
۹.....	۲.۲ تعریف کیفیت
۱۱.....	۲.۳ تعریف کیفیت در استاندارد ایزو
۱۱.....	۲.۴ تاریخچه
۱۳.....	۲.۵ اهمیت روش‌های آماری کنترل کیفیت
۱۳.....	۲.۶ انواع روش‌های آماری کنترل کیفیت
۱۴.....	۲.۷ کنترل فرآیند آماری
۱۵.....	۲.۸ ابزارهای هفت گانه کنترل فرآیند آماری
۱۶.....	۲.۹ نمودارهای کنترل
۱۸.....	۲.۱۰ انواع نمودارهای کنترل

۱۹	۲.۱۰.۱ نمودارهای کنترل متغیرها
۲۰	۲.۱۰.۲ نمودارهای کنترل صفات
۲۰	۲.۱۱ پیشینه تحقیق
۲۵	۳. فصل سوم:
۲۶	۳.۱ مقدمه
۲۶	۳.۲ روش تحلیل پوششی داده ها
۲۸	۳.۳ مشخصه‌های اساسی الگوی DEA
۳۰	۳.۴ مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها :
۳۱	۳.۴.۱ مدل CCR
۳۵	۳.۴.۲ مدل BCC
۳۷	۳.۴.۳ مدل جمعی
۴۰	۳.۴.۴ مدل SBM (اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی)
۴۳	۳.۴.۵ مدل NSBM (اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی شبکه ای)
۴۴	۳.۴.۵.۱ تجمیع (جعبه سیاه)
۴۵	۳.۴.۵.۲ تفکیک
۴۶	۳.۴.۵.۳ تحلیل پوششی داده های شبکه ای
۴۸	۳.۴.۶ مدل DSBM
۵۲	۳.۴.۷ مدل DNSBM
۵۹	۴. فصل چهارم:

۴.۱	مقدمه	۶۰
۴.۲	روش تحقیق	۶۰
۴.۳	مطالعه موردی	۶۱
۴.۳.۱	معرفی شرکت	۶۱
۴.۳.۲	معرفی محصول	۶۶
۴.۴	مدلسازی محصول	۶۶
۴.۴.۱	گام اول : تعیین مراحل تولید ، ورودی‌ها و خروجی‌ها	۶۶
۴.۴.۲	گام دوم: تعیین هدف و نوع ورودی‌ها و خروجی‌ها	۶۹
۴.۴.۳	گام سوم: استخراج اطلاعات از نمودارهای کنترل	۷۰
۴.۴.۴	گام چهارم: بکارگیری مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی شبکه‌ای	۷۹
۴.۴.۵	گام پنجم: نتایج خود ارزیابی کیفی	۸۲
۴.۴.۶	گام ششم : رسم نمودارهای خود ارزیابی ابعاد کیفیتی محصول	۸۵
۵	فصل پنجم:	۸۷
۵.۱	مقدمه	۸۸
۵.۲	نتایج حاصل از تحقیق	۸۸
۵.۳	بحث و تحقیقات آتی	۹۲
۹۳	منابع فارسی:	۹۳
۹۴	منابع لاتین:	۹۴

فهرست اشکال:

- شکل ۱-۲: توزیع فرآیند تحت تاثیر علل خاص و عام..... ۱۷
- شکل ۱-۳: سازمان‌های چند بخشی ۴۳
- شکل ۲-۳: تجمیع بخش‌های سازمان در قالب جعبه سیاه ۴۴
- شکل ۳-۳: تفکیک بخش‌های سازمان ۴۵
- شکل ۴-۳: سازمان در دوره‌های زمانی مختلف ۴۸
- شکل ۵-۳: سازمان چند بخشی در دوره‌های زمانی مختلف ۵۲
- شکل ۱-۴: فرآیند تولید محصول و ورودی‌ها و خروجی‌های کیفی هر مرحله..... ۶۸
- شکل ۲-۴: ورودی‌ها و خروجی‌های مرحله اول تولید..... ۷۳
- شکل ۳-۴: ورودی‌ها و خروجی‌های مرحله دوم تولید..... ۷۶
- شکل ۴-۴: ورودی‌ها و خروجی‌های مرحله سوم تولید..... ۷۸

فهرست جداول:

- جدول ۱-۲: انواع نمودارهای کنترل متغیرها..... ۱۹
- جدول ۲-۲: انواع نمودارهای کنترل متغیرها..... ۲۰
- جدول ۱-۴: طرح کیفی استاندارد مرحله دوم تولید سیم ۶*۲ مفتول..... ۶۷
- جدول ۲-۴: طرح کیفی استاندارد مرحله سوم تولید سیم ۶*۲ مفتول..... ۶۸
- جدول ۳-۴: تعیین هدف و نوع ورودی‌ها و خروجی‌های مرحله اول تولید..... ۶۹
- جدول ۴-۴: تعیین هدف و نوع ورودی‌ها و خروجی‌های مرحله دوم تولید..... ۶۹
- جدول ۵-۴: تعیین هدف و نوع ورودی‌ها و خروجی‌های مرحله سوم تولید..... ۷۰
- جدول ۶-۴: نتایج نمونه‌گیری‌های درصد آنیل در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹..... ۷۱
- جدول ۷-۴: نتایج نمونه‌گیری‌های قطر هادی در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹..... ۷۲
- جدول ۸-۴: نتایج نمونه‌گیری‌های تست مقاومت عایق در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹..... ۷۴

- جدول ۴-۹: نتایج نمونه گیری های قطر خارجی در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹..... ۷۵
- جدول ۴-۱۰: نتایج نمونه گیری های تست قطر خارجی کابل در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹..... ۷۷
- جدول ۴-۱۱: خلاصه اطلاعات ورودی ها و خروجی های دوره های مختلف زمانی..... ۷۹
- جدول ۴-۱۲: نمره کل ارزیابی کیفی محصول و متغیرهای مازاد و کمبود..... ۸۲
- جدول ۴-۱۳: نمرات ارزیابی کیفی بخش های مختلف محصول..... ۸۳
- جدول ۴-۱۴: دوره های زمانی مرجع..... ۸۴

فهرست نمودارها:

- نمودار ۴-۱: نمره کل ارزیابی کیفی محصول برای دوره های زمانی مختلف..... ۸۵
- نمودار ۴-۲: مقایسه نمره ارزیابی کیفی مراحل مختلف تولید محصول..... ۸۵
- نمودار ۴-۳: نمره ارزیابی کیفی مرحله اول تولید محصول برای دوره های زمانی مختلف..... ۸۶
- نمودار ۴-۴: نمره ارزیابی کیفی مرحله دوم تولید محصول برای دوره های زمانی مختلف..... ۸۶
- نمودار ۴-۵: نمره ارزیابی کیفی مرحله سوم تولید محصول برای دوره های زمانی مختلف..... ۸۶

فهرست مدل ها:

- مدل ۳-۱: مدل نسبت CCR..... ۳۲
- مدل ۳-۲: مدل اولیه (مضربی) CCR..... ۳۳
- مدل ۳-۳: مدل ثانویه (پوششی) CCR..... ۳۴
- مدل ۳-۴: مدل مضربی CCR اصلاح شده..... ۳۴
- مدل ۳-۵: مدل پوششی CCR اصلاح شده..... ۳۵
- مدل ۳-۶: مدل مضربی BCC اصلاح شده..... ۳۶
- مدل ۳-۷: مدل پوششی BCC اصلاح شده..... ۳۷
- مدل ۳-۸: مدل اولیه جمعی (فرم پوششی)..... ۳۸
- مدل ۳-۹: ثانویه مدل جمعی (مدل مضربی)..... ۳۸

۳۹	مدل ۳-۱۰: مدل اصلاح شده جمعی.....
۴۱	مدل ۳-۱۱: مدل کسری SBM.....
۴۱	مدل ۳-۱۲: خطی سازی مدل SBM.....
۴۲	مدل ۳-۱۳: مدل جمعی SBM.....
۴۷	مدل ۳-۱۴: مدل جمعی Network SBM.....
۵۱	مدل ۳-۱۵: مدل جمعی Dynamic SBM.....
۵۱	مدل ۳-۱۶: کارایی سازمان در دوره زمانی t.....
۵۶	مدل ۳-۱۷: مدل جمعی Dynamic NetworkSBM.....
۸۱	مدل ۴-۱: مدلسازی ارزیابی کیفی سیم مفتول با مدل NSBM.....
۸۲	مدل ۴-۲: حل مدل ۴-۱ برای دوره اول سال ۱۳۸۹.....

فصل اول:

کلیات تحقیق

۱.۱ مقدمه:

گسترش فعالیت‌های اقتصادی پدیده تازه‌ای نیست؛ اما بدون شک جهانی شدن، مهمترین و بارزترین وجه تمایز اقتصادی امروز و دیروز جهان است. افزایش رقابت در سطح اقتصادی و بین‌المللی، یکی از مهمترین دستاوردهای جهانی شدن اقتصاد است. برای مقابله با این طوفان تحول و دگرگونی‌های عظیم و تسلیم نشدن در برابر این موج تهاجم رقابتی، سازمان‌ها از دیرباز در یک نقطه اشتراک داشته‌اند و آن معطوف داشتن رویکردها و تمرکز تمام تلاش‌ها برای رسیدن به نتایج مطلوب و کسب رضایت مشتریان می‌باشد؛ نتایجی که به ایجاد مزیت رقابتی منجر شود و در شاخص‌های عملکرد سازمان مؤثر و تعیین‌کننده باشد. در تصویری که فضای کسب و کار امروز از سازمان ارائه می‌دهد؛ سازمان مجموعه‌ای از فرآیندهایی است که هدف آن‌ها، کسب رضایت مشتریان و ایجاد ارزش برای ایشان است. مشتریانی که در این عرصه با امکان انتخاب وسیع در میان محصولات متنوع، به دنبال محصولی با ویژگی‌های کیفی مورد نظرشان هستند. این ویژگی‌های کیفی طبق تعاریف یا تصریح شده و آشکار هستند و یا تلویحاً در نیازهای مشتری قابل دستیابی می‌باشند.

تولید یک محصول خوب و با کیفیت و مورد نظر مشتری می‌تواند باعث حضور شفاف‌تر تولیدکننده در بازار شود. اما نکته قابل توجه چگونگی دستیابی به این مهم می‌باشد. گرچه سازمانها، تحت تاثیر فضای رقابت، باید خود را به رقبای محلی و منطقه‌ای نزدیک گردانند اما با توجه به منابع تولیدی محدود، فضای کسب و کار و محیط‌های متفاوت سازمانی و ...، اولین گام در بهبود شرایط سازمان، خود ارزیابی کیفی محصولات می‌باشد. خودارزیابی یک بازنگری جامع، روشمند و منظم از فعالیت‌ها و دستاوردهای یک سازمان در طول زمان است. فرآیند خود ارزیابی، تشخیص صریح نقاط قوت و زمینه‌هایی که قابل بهبود هستند را برای سازمان ممکن می‌سازد. در فرآیند خودارزیابی، سازمان چگونگی بهبود محصول را طی دوره‌های عملیاتی متوالی در درون خود می‌سنجد.

به منظور پاسخگویی به این نیاز در این پایان نامه ، در رویکردی جدید برای خود ارزیابی سازمان ، تکنیک "اندازه کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی شبکه ای " بکار گرفته می شود. بعد از بیان مقدماتی مسئله در فصل اول ، در فصل دوم به مطالعه ادبیات و بررسی پیشینه تحقیق پرداخته می شود. فصل سوم به معرفی تکنیک مورد استفاده اختصاص یافته و در مطالعه موردی فصل چهارم تحقیق، چگونگی بکارگیری این رویکرد در انجام خود ارزیابی کیفی یک محصول شرح داده می شود. در نهایت بعد از جمع بندی مطالب تحقیق ،زمینه های تحقیقات آتی در فصل پنجم معرفی می گردد.

۱.۲ بیان مسئله

آنچه را که نتوان ارزیابی نمود نمی توان به خوبی اداره کرد. وجود یا عدم وجود نظام ارزیابی عملکرد مؤثر و کارآمد با حیات و مرگ سازمان رابطه مستقیم دارد و فقدان آن را به عنوان بیماری سازمانی قلمداد نموده اند. به عنوان یک اصل ، عملکرد هر واحد سازمانی و یا سازمان تا آنجا که میسر است باید اندازه گیری شود. هر سازمانی برای اعمال مدیریت صحیح باید از الگوهای علمی ارزیابی عملکرد بهره گیرد تا بتواند میزان تلاش و نتایج حاصل کارکرد خود را مورد سنجش قرار دهد.

کیفیت از دیر باز در تمامی ابعاد زندگی بشر دارای اهمیت بوده است. اما در فضای کسب و کار به دلیل شتاب فزاینده در توسعه فناوری های نوین و سفارشی شدن تولید کالا و خدمات ، سازمانها بیش از پیش به دنبال شناسایی و بکارگیری فنون کنترل کیفیت متناسب با تقاضا ها و نیازهای مشتریان خود با یکدیگر در رقابت و مسابقه قرار گرفته اند.

داشتن تحلیلی از کیفیت محصول در طول زمان می تواند کمک شایانی به سازمانها در بهبود عملکردشان کند و به یافتن نقاط ضعف و قوتشان در بازه های زمانی تعریف شده و دلایل عملیاتی آنها کمک کند. یکی از ابزارهای کارآمد که این مهم را محقق ساخته تکنیک تحلیل پوششی داده

هاست. تکنیک تحلیل پوششی داده ها علاوه بر سنجش چند DMU^۱ (واحد تصمیم گیرنده)

نسبت به یکدیگر ، می تواند برای خود ارزیابی یک DMU خاص مورد استفاده قرار گیرد .

انجام خود ارزیابی یک DMU شاید به مراتب کاراتر از ارزیابی آن با DMU های دیگر باشد زیرا اگر ارزیابی با دیگر DMU ها، قابلیت رتبه بندی بدست دهد، خودارزیابی موجب تحلیل موقعیت های موجود و قبلی می شود و شرایط رشد و ارتقا را فراهم می آورد.

این تکنیک که در دهه های اخیر معرفی شده و به سرعت رشد و توسعه یافته ، طبق مطالعات انجام شده تا کنون برای خود ارزیابی کیفی محصولات بکار گرفته نشده است. در این پژوهش این تکنیک برای اولین بار در خود ارزیابی کیفی محصولات بکار گرفته می شود. همچنین با بررسی پیشرفت مدل های این تکنیک و با توجه به نیاز مدلسازی ، مدل "اندازه کارایی مبتنی بر متغیر شبکه ای" انتخاب گردیده است.

در این تحقیق اطلاعات نهاده های تولیدی و نمودارهای کنترل کیفیت به عنوان ورودی ها و خروجی های تکنیک مورد استفاده قرار خواهد گرفت و بدین صورت تحولات کیفیتی محصول در طول زمان بررسی شده و می توان توقع رساندن سطح کیفی محصول به بالاترین نمره ارزیابی در میان دوره ها را داشت.

۱.۳ اهداف تحقیق

هدف کاربردی تحقیق: خود ارزیابی ابعاد کیفی محصول در میان دوره های زمانی مختلف

هدف اصلی : تعیین نمره ارزیابی کلی محصول در میان دوره های زمانی

هدف فرعی: تعیین نمره ارزیابی مراحل تولیدی مختلف محصول به طور مجزا

^۱ Decision Making Unit

۱.۴ سوالات تحقیق

۱. نحوه استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها به صورت پویا در مورد داده های زمانی چگونه انجام می پذیرد؟

۲. مدلسازی خود ارزیابی کیفی به وسیله تکنیک اندازه کارایی مبتنی بر متغیر کمکی شبکه ای چگونه انجام می پذیرد؟

۳. چگونه می توان مشخصه های کیفی و پارامترهای نمودارهای کنترلی را به عنوان ورودی و خروجی های مدل استفاده نمود؟

۱.۵ کاربردهای تحقیق

اولین هدف این تحقیق را می توان ، توسعه کاربرد تکنیک اندازه کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی شبکه ای ، در مباحث کنترل کیفی بیان کرد.

این تحقیق می تواند مقدمه ای برای رسم نمودار کنترلی جدیدی باشد که به محصول تولیدی در بازه های زمانی مختلف ، نمره ارزیابی از صفر تا یک می دهد و هدف آن رساندن محصول ، به سطح بهینه فعالیت در سازمان تولیدی مورد نظر با توجه به محدودیت های آن ، باشد. رسیدن به سطح بهینه فعالیت با توجه به ماهیت تکنیک بکار رفته در خود ارزیابی، الگوبرداری از محصول با کیفیت بالاتر در دوره های تولیدی دیگر ، می باشد .

همچنین در این مدلسازی تاثیر فرآیندهای تولیدی ، در نمره خود ارزیابی لحاظ می شود و نهاده های تولیدی موثر روی کیفیت محصول در هر بخش به عنوان ورودی وارد مدل شده و خروجی های مدل مورد مقایسه قرار می گیرد.

۱.۶ روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف تحقیقی کاربردی است. در بخش ادبیات تحقیق و همچنین بخش ابزار پژوهش از روش کتابخانه‌ای استفاده گردیده است و فصل چهارم مربوط به تجزیه و تحلیل داده های مطالعه موردی می باشد. از آنجا که طراحی مدل بر اساس روش کمی است داده های لازم برای فصل چهارم که تعیین حدود کنترلی محصول مورد مطالعه می باشد ، با نمونه برداری کیفی در بازه های زمانی مختلف (سالهای ۸۹-۹۲) انجام می پذیرد. محصول تولید شده در بازه های زمانی چهارماهه مورد تحلیل قرار گرفته است و برای هر دوره چهار ماهه اطلاعات نمونه برداری های هفتگی استخراج شده است. همچنین با عنایت به اینکه پژوهش مبنی بر تحلیل های آماری نمی باشد، نیازی به تعیین جامعه و نمونه آماری به معنای خاص وجود ندارد.

فصل دوم:

ادبیات و پیشینه تحقیق

۲.۱ مقدمه

از زمانی که انسان توانایی ساخت محصولی را پیدا کرد جهت کنترل کیفیت آن نیز به تلاش پرداخت. کنترل کیفیت قدمتی برابر با تولید دارد. ظرافت، هنرمندی و دقت خاصی که در آثار باستانی و تولیدات متعلق به زمانهای نه چندان دور مشاهده می شود حکایت از این تلاش دارد. در اواسط قرن هجدهم ، با شروع انقلاب صنعتی ماشینهای تولیدی کم کم جایگزین ابزار و مهارت فردی گردید. با پیدایش روشهای جدید و پیچیده تولید، توان تولید بیشتر شد و بدین ترتیب نیاز به کنترل کیفیت محصول نهایی نیز ابعاد تازه ای پیدا نمود. (نقندریان؛ ۱۳۷۶) امروزه دیگر وابستگی زندگی روزمره افراد به تولیدات صنعتی و خدماتی سازمانهای مختلف غیر قابل انکار است. همگام با گسترش آگاهیهای مصرف کننده از یکسو و افزایش میزان و تنوع تولیدات و خدمات از سوی دیگر ، مقوله کیفیت پیچیده تر گردیده و وسعت بیشتری پیدا کرده است. مساله کیفیت امروز ابعاد استراتژیک و جهانی به خود گرفته است، به طوریکه در جوامع صنعتی و بازار رقابتی ، کیفیت به عنوان یک ابزار پر قدرت اقتصادی و بازرگانی شناخته شده و از طریق آن پیوسته بازارهای مصرف جدید شناسایی و معرفی می گردند. (طارقیان، بزرگ نیا؛ ۱۳۷۶)

کیفیت خوب یک ویژگی تجملاتی نیست بلکه از دیدگاه تولیدکنندگان و مصرف کنندگان یک نیاز بنیادی است. احراز کیفیت برتر و افزایش قابلیت اطمینان در محصولات تولید شده نیازمند چارچوبی است که به قابلیتهای سازمان در زمینههای تکنولوژی، نیروی انسانی، روش های تولید و یکپارچگی بخشد و همچنین به منظور افزایش بهره وری و دستیابی به مزیت رقابتی ، سازمانها نیاز دارند توجه خود را به رفع مسائل ، مشکلات و نقاط ضعف کیفیت محصولات خود ، معطوف نمایند. شاید بتوان گفت این یکپارچگی بخشیدن به قابلیت های سازمان و شناسایی نقاط ضعف و قوت سازمان ، یا به عبارتی خود ارزیابی سازمان ها یکی از دغدغه های اصلی مدیران می باشد. خود ارزیابی سازمان نیازمند ابزار و روشهایی می باشد. تنوع ابعاد و ماهیت مسائل و موانعی که سازمان با آنها روبروست ،

ایجاب می کند که مدیران سازمانها از ابزارهای مختلفی جهت رفع موانع موجود استفاده نمایند . ابزارهایی که هرچند بکارگیری هر کدام از آنها در نهایت موجب بهبود در سازمان خواهند شد اما رویکرد و کانون توجه شان متفاوت است. سازمانها بایستی با داشتن درک درست از مسائل و مشکلات خود و همچنین از ماهیت و شیوه عملکرد ابزارهای مختلف ارزیابی، به انتخاب و بکارگیری این ابزارها ، دست بزنند.

از این رو در این فصل به شرح ادبیات کنترل کیفیت و نظریه‌ها و ابزارهای موجود در این زمینه پرداخته، سپس با بررسی پیشینه این تحقیق در رابطه با ابزارهای ارزیابی کیفی در تحقیقات روز دنیا، مقدماتی برای فصول بعد فراهم می آوریم.

۲.۲ تعریف کیفیت

کیفیت مفهوم پیچیده و چندگانه‌ای دارد ، در گذشته کیفیت بر اساس استانداردها و مشخصات فنی محصول تعریف می شد، اما امروزه کیفیت ابعاد وسیع تری یافته است. امروزه کیفیت تامین نیازها و انتظارات مصرف کننده را نیز در بر می گیرد. (طارقیان، بزرگ نیا؛ ۱۳۷۶)

برای فهم بهتر واژه کنترل کیفیت ، تعریف جداگانه کلمات کیفیت و کنترل لازم است:

کیفیت یعنی شایستگی جهت استفاده بخصوص و میزانی است که محصول انتظارات مصرف کننده خود را برآورده می سازد و کنترل به معنی اعمال ضوابط و راهنمایی‌ها، در مورد کسی یا چیزی ، جهت اطمینان از کسب نتایج مورد نظر می باشد.

کنترل کیفیت سیستمی است جهت رسیدن به سطح مطلوبی از کیفیت یک محصول یا یک فرآیند تولید و نگهداری آن با برنامه ریزی دقیق، استفاده از ماشین آلات مناسب ، بازرسی مستمر و اقدام اصلاحی هرگاه که لازم باشد. (نقندریان؛ ۱۳۷۶)

علاوه بر تعاریف ذکر شده ، لازم است کیفیت را از دیدگاه صاحبان نظریه های کیفیت و بنیانگذاران این رشته بررسی نماییم.

دکتر ابوالفتح لامعی در کتاب مبانی مدیریت کیفیت ، کیفیت را اینچنین تعریف می کند : «کار درست را انجام دادن ، به نیازها و انتظارات مشتریان پاسخ دادن»

شوهارت^۱ (۱۹۳۱) بیان می کند که کیفیت دو جنبه عینی و ذهنی دارد. عینیت یک شیء واقعی است که شیء را بوجود آورده است و ذهنیت در مورد یک شیء مطلوبیت و ارزش فیزیکی خواص آن است.

مبتکر واژه کنترل جامع کیفیت یعنی فیگن بام^۲ در سال ۱۹۵۱ کیفیت را اینچنین تعریف می کند: کیفیت یعنی توانایی یک محصول در برآوردن هدف مورد نظر که با حداقل هزینه ممکن تولید شده باشد.

پنج نفر از مشهورترین رهبران نظریه های کیفیت که تاثیر اساسی در صنایع امروز جهان داشته اند ادوارد دمینگ^۳ ، فیلیپ کرازبای^۴ ، جوزف جوران^۵ ، تاگوچی^۶ و ایشی کاوا^۷ می باشند.

کیفیت باید بر نیازهای حال و آینده مشتری متمرکز باشد زیرا که مشتری مهمترین بخش یک خط تولید است. این تعریف توسط دکتر دمینگ (۱۹۸۶) بیان شده است.

کیفیت توسط جوزف جوران و گرینا^۱ همان شایستگی جهت استفاده بیان شده است.

^۱ W.A. Shewhart

^۲ A.V. Feigenbaum

^۳ W.A Deming

^۴ P.B. Crosby

^۵ J.M. Juran

^۶ Taguchi

^۷ K. Ishikava

کیفیت مطابقت با نیازهایی است که به صورت مشخصات طراحی محصول بیان می شوند. این تعریف توسط کرازبای (۱۹۷۹) ارائه گردیده است.

تاگوچی (۱۹۸۷) کیفیت را ضرری معرفی می کند که یک محصول از زمانی که به بازار می آید، در جامعه به وجود می آورد، پراکندگی و تغییر پذیری عامل ایجاد این ضرر است.

۲.۳ تعریف کیفیت در استاندارد ایزو

کیفیت رسماً اینگونه تعریف می شود: «تمامی مشخصه‌ها و جنبه‌های یک محصول یا خدمت در رابطه با توانایی آنها جهت برآورده ساختن نیازهای تصریح شده یا تلویحاً بیان شده است.» در رابطه با این تعریف شفاف سازی موارد زیر الزامی است:

- ۱- نیازهای تصریح شده معمولاً در یک قرارداد یا طرح وجود داشته و به وضوح قابل شناسایی هستند.
- ۲- نیازهای تلویحی باید شناسایی شوند چرا که در اغلب موارد خریدار نمی داند که به چه سطحی از کیفیت نیاز دارد یا می تواند آن را بپذیرد.
- ۳- نیازهای معیار مشخص یا نامشخص هستند و اغلب شامل جنبه هایی نظیر قابلیت استفاده^۲، قابلیت اتکا^۳، قابلیت نگهداری^۴، ایمنی، هزینه و محیط زیست می باشند. (ایزو ۸۴۰۲؛ ۱۹۹۴)

۲.۴ تاریخچه

کنترل کیفیت آماری در دهه ۱۹۲۰ توسط والتر شوهارت از آزمایشگاه تلفن بل آمریکا پایه گذاری گردید. وی در سال ۱۹۲۴ برای کنترل متغیرهای محصول اولین تصویر نمودارهای کنترل را ترسیم کرد و به بررسی بیشتر این روش در مطالعات بعدی خود پرداخت و نتیجه تحقیقات خود را در کتابی

^۱ Gryna

^۲ Useability

^۳ Reliability

^۴ Maintainability

تحت عنوان «کنترل اقتصادی کیفیت محصولات ساخته شده» منتشر ساخت. نمودارهای شوهارت آغاز کار کنترل کیفیت آماری در نظر گرفته شده است. پس از آن در همان دهه داج^۱ و رومیگ^۲ هر دو در آزمایشگاههای تلفن بل ، زمینه نمونه گیری برای پذیرش را به عنوان جانشینی برای بازرسی ۱۰۰٪ ارائه دادند. اهمیت و ارزش کنترل کیفیت آماری در ۱۹۲۴ آشکار شد. با این حال مدیران آمریکایی در درک این ارزش موفق نبودند. در سال ۱۹۴۶ ، انجمن امریکایی کنترل کیفیت تشکیل شد. این سازمان با کمک کنفرانسها و نشست های علمی و نشریات ، استفاده از کنترل کیفیت را در تمام گونه های محصولات و خدمات ترویج داد.

در سال ۱۹۵۰ ، ادوارد دمینگ مجموعه ای از سخنرانیها را درباره روشهای آماری برای مهندسان ژاپنی ، از مسئولین کیفیت تا مدیران رده بالا ، ارائه کرد. جوزف جوران ، اولین سفرش را در سال ۱۹۵۴ به ژاپن انجام داد و بر مسئولیت مدیران در نیل به کیفیت ، تاکید بیشتری کرد. با استفاده از این مفاهیم بود که ژاپنیها استانداردهای کیفیت را تدوین نمودند.

در سال ۱۹۶۰ ، اولین دوایر کنترل کیفی به منظور بهبود کیفیت تشکیل شد.

در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ ، مدیران آمریکایی سفرهای زیادی به ژاپن انجام دادند تا این تکنیک ها را فراگیرند اما این سفرها ضروری نبود و آنها می توانستند نوشته های دمینگ و جوران را مطالعه کنند. با این وجود ، انقلاب کیفی در محصولات و خدمات آمریکایی ها شروع شد.

در سال ۱۹۸۰ صنعت خودروسازی تاکید بر کنترل فرآیند آماری را آغاز کرد. تهیه کنندگان و کارپردازان این صنعت ملزم به استفاده از این روشها شدند. سایر صنایع و بخش های دفاعی نیز کنترل فرآیند آماری را به کار بردند. علاوه بر آن مفهوم جدید بهبود کیفیت پیوسته (CQI)^۳ که لازمه آن مدیریت کیفیت جامع (TQM)^۴ بود، آشکار شد. (دیل اچ.بسترفیلد^۱؛ ۱۳۸۲)

^۱ H.F. Dodge

^۲ H.G. Romig

^۳ Continious Quality Improvement

^۴ Total Quality Management

۲.۵ اهمیت روشهای آماری کنترل کیفیت

آمار علم تصمیم گیری درباره یک فرایند یا یک جامعه بر اساس تحلیل اطلاعات موجود در نمونه بدست آمده از آن جامعه است. روشهای آماری نقش اساسی در کنترل کیفیت دارند. با این روشها، نمونه گیری از محصول، ارزیابی و استفاده از اطلاعات بدست آمده از نمونه برای کنترل و اصلاح فرآیند تولید امکان پذیر می گردد. بعلاوه آمار زبانی است که با آن مهندسين طراح، تولید، پرسنل تدارکات، مدیریت و سایر بخش های یک واحد صنعتی می توانند درباره کیفیت محصول گفتگو نمایند. موثرترین راهی که تا کنون برای کنترل کیفیت محصولات پیدا شده است روشهای آماری می باشد. بوسیله روشهای آماری می توان تصویری از وضعیت کل تولید بدست آورد. با توجه به اینکه تغییر پذیری، یک پدیده دائمی و جزء لاینفک همه محصولات است و مشخصه کیفی هر محصول تغییر می کند روشهای آماری موثرترین وسیله بررسی و کنترل این تغییرات است. مادامی که از مواد، افراد، روشها و ماشینها برای تولید استفاده می شود، مشکل تغییر کیفیت وجود خواهد داشت و مادامی که این مشکل وجود داشته باشد، روشهای آماری کنترل کیفیت نیز لازم می شود.

بطور کلی روشهای آماری کنترل کیفیت بیشتر در کنترل کیفیت محصولاتی که بصورت انبوه تولید می شوند موثر می باشند. هر گاه تولید تکراری باشد، چه به صورت جریان پیوسته و ساخت پی در پی محصولات و یا به صورت بهر به بهر، روشهای آماری کنترل کیفیت بیشترین استفاده را پیدا می کنند. (نقندریان؛ ۱۳۷۶)

۲.۶ انواع روشهای آماری کنترل کیفیت

۱- روش های حین تولید (Online Quality control) : این روش ها غالباً بر اساس هفت ابزار قدیمی از طریق کاهش پرکندگی و تغییرات موجب بالا رفتن کیفیت در حال تولید می شوند.

^۱ Dale H. Besterfield

۲- روش های قبل از تولید (Off-line Quality control) : این روش ها غالباً با استفاده از طراحی آزمایشها و توسط دانشمندان ژاپنی از جمله تاگوچی مطرح شده است. در این روش ها عوامل موثر بر کیفیت توسط طرح های فاکتوریل شناسایی می شوند. اقدامات لازم برای تاثیر گذاری روی مشخصه های کیفی محصول در مرحله طرح پیشنهاد می گردد.

ایشی کاوا بر اساس تجربه می گوید: " حدود ۹۵٪ مسائل کیفیت در کارخانه ها می تواند از طریق به کارگیری هفت ابزار قدیمی حل شود" هفت ابزار فوق همان روش های کنترل فرآیند آماری^۱ (SPC) می باشند.

۳- نمونه گیری برای پذیرش : این روش های نمونه گیری صرفاً برای رد یا قبول یک محموله به وجود آمده اند و به طور مستقیم روی بالا بردن کیفیت اثر زیادی ندارند. این روش ها بیشتر از آنکه کنترل کیفیت را مطرح کنند، بازرسی را دنبال می کنند. (گائینی؛ ۱۳۸۹)

۲.۷ کنترل فرآیند آماری

اگر محصول و یا خدمتی بخواهد انتظارات مشتری را برآورده سازد ، باید توسط فرآیندی پایدار تولید شود یعنی فرآیند قادر به تولید محصولات با مشخصه های کیفی باشد که تغییرات کمی اطراف ارزش هدف یا ابعاد اسمی داشته باشند. برای دستیابی به این هدف کنترل فرآیند آماری ، روشی قدرتمند برای کاهش تغییرات فرآیند و دستیابی به قابلیت اطمینان و پایداری فرآیند می باشد، که به طور گسترده ای در صنایع متنوع ، بکار گرفته شده است. (ایون، لیندسی^۲ ۲۰۰۵) کنترل فرآیند آماری دارای ابزارهایی برای درک ، نظارت و بهبود عملکرد فرآیند در طول زمان ، می باشد. (وودال^۳؛ ۲۰۰۰) این ابزارها از طریق کاهش تغییرپذیری در ایجاد ثبات فرآیند و بهبود کارایی ، مفید واقع می گردد. (مونگومری ، وودال؛ ۱۹۹۷)

^۱ Statistical Process Control

^۲ Evans , Lindsay

^۳ Woodall

در حقیقت کنترل فرآیند آماری مجموعه ای از ابزارهای مدیریت فرآیند ، اندازه گیری و کنترل کیفیت خروجی های یک سازمان می باشد. این روش نه تنها استراتژی برای کاهش تغییرات محصول می باشد. بلکه استراتژی کاهش تغییرپذیری فرآیند ، مواد ، انسان، تجهیزات و دیگر منابع تولیدی می باشد. به بیان دیگر می توان این تغییرات را ماهیت وجودی SPC دانست. برای مدیریت فرآیند ، ابتدا باید این تغییرات شناسایی گردند. (اُکلند^۱؛ ۲۰۰۸)

۲.۸ ابزار های هفت گانه کنترل فرآیند آماری

در تمامی مراحل و زمینه های ذکر شده برای رسیدن به کیفیت مورد نظر ، تصمیم گیری رکن اساسی به شمار می آید. تصمیم گیری به معنای شناخت دقیق موضوع ، وضعیت فعلی و روند منطقی آن ، شناخت راههای موجود و ارزیابی هریک و نهایتاً انتخاب راه صحیح و منطقی است. در این فرآیند اطلاعات نقشی اساسی را ایفا می نماید . در اغلب موارد تصمیمات تجاری و حرفه ای بر اساس دلایل ذهنی و حدس و گمان گرفته می شود اما برای تصمیم گیری موثر ، روش منطقی و سریع ، داشتن اطلاعات واقعی و تحلیل مبتنی بر اصول صحیح علمی ضروری است. (حقیقی و همکاران؛ ۱۳۸۰)

کنترل فرآیند آماری از طریق کاهش تغییر پذیری می تواند در جهت بهبود کارایی و ایجاد ثبات قدم بردارد. ابزارهای هفت گانه SPC عبارتند از:

۱- برگه کنترل

۲- نمودار تمرکز نقص ها

۳-هیستوگرام

۴-نمودار پارتو

۵- تحلیل علت و معلول

۶- نمودار پراکندگی

^۱ John S. Oakland

۷- نمودارهای کنترل

این ابزارها به کاهش اشکالات ناشی از تصمیم گیری های ذهنی کمک می کنند. داشتن اطلاعات صحیح و کافی باعث افزایش دقت تصمیم گیری ها می گردد. (مونتگومری؛ ۲۰۰۹)

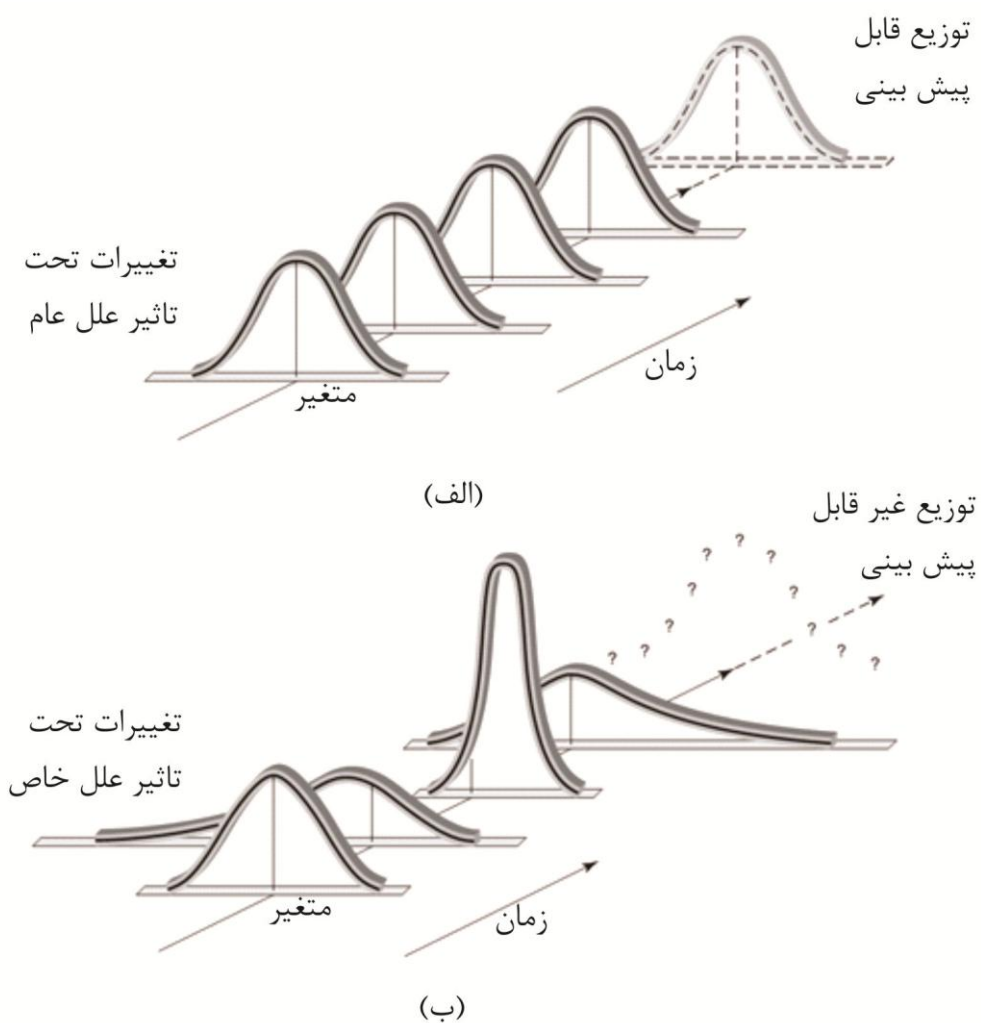
۲.۹ نمودارهای کنترل

نمودارهای کنترل در صنایع مدرن و سازمان های خدماتی به طور گسترده ای به کار گرفته شده است. در سالهای اخیر ، انواع نمودارهای کنترل بر پایه ویژگی های کیفی متفاوت و اهداف کنترلی ، توسعه پیدا کرده است. شوهارت اعتقاد داشت که انحرافات فرآیند شامل تغییرات غیرعادی مربوط به علل تخصیص پذیر و تغییرات عادی مربوط به علل غیر تخصیص پذیر ، می باشد. (ابراهیم زاده، عاده ، رعنائی؛ ۲۰۱۳)

در واقع مفهوم تغییر قانونی طبیعی است که بر حسب آن هیچ دو عنصر طبیعی در یک رشته ی همانند نیستند و یکی از واقعیت های تولید ، این است که تا کنون هیچ دو شیئی دقیقاً مانند هم ساخته نشده اند. تا زمانی که این منابع تغییر به شیوه ای طبیعی یا مورد انتظار ، نوسان می کنند، الگویی پایدار از بسیاری از علل شانسی (علل تصادفی) تغییر موجودند. علل شانسی تغییر اجتناب ناپذیرند. چون این علل متعددند و به تنهایی اهمیتی نسبی کمی دارند، آشکارسازی و شناسایی آنها مشکل است. علل تغییری که اندازه ای بزرگ دارند و به آسانی شناسایی می شوند ، به علل تخصیص پذیر موسوم اند. زمانی که تنها علل شانسی در فرآیند موجود باشد، فرآیند در حالت کنترل آماری فرض می شود. این فرآیند پایدار و قابل پیش بینی است ، اما زمانی که علل تخصیص پذیر تغییر نیز وجود دارد، تغییر بیش از حد خواهد بود و فرآیند خارج از کنترل یا فراتر از تغییرات طبیعی مورد انتظار ، رده بندی می شود. (دیل اچ. بسترفیلد؛ ۱۳۸۲)

اگر تنها انحرافات عادی در فرآیند وجود، منحنی توزیع فرآیند در طول زمان پایدار و قابل پیش بینی می باشد. (شکل ۱-۲، الف). در حالیکه اگر انحرافات بادلیل در فرآیند وجود داشته باشد، منحنی

توزیع فرآیند غیر پایدار و غیر قابل پیش بینی است. (شکل ۱-۲، ب). (اکلند؛ ۲۰۰۸)



شکل ۱-۲: توزیع فرآیند تحت تاثیر علل خاص و عام

۲.۱۰ انواع نمودارهای کنترل

نمودارهای کنترل شامل یک خط مرکزی و خطوط بالا و پایین می باشد. خط مرکزی تخمینی از میانگین سطح فرآیند و خطوط بالا و پایین نشان دهنده حدود تغییرپذیری نرمال می باشد. وقتی فرآیند تحت کنترل است، اکثر مشاهدات (تقریباً ۹۹.۷۳٪) بین خطوط بالا و پایین قرار می گیرند. نمونه های جمع آوری شده از فرآیند به صورتی نقاطی روی نمودارهای کنترل رسم می شوند. اگر هر یک از این نقاط خارج از حدود کنترل قرار بگیرند و یا در صورت وجود الگوهای غیر معمول، این احتمال وجود دارد که علل تخصیص پذیر و خاص این فرآیند را تحت تاثیر قرار داده باشد. (چنگ^۱؛ ۲۰۰۵)

استفاده از نمودارهای کنترل شامل مراحل به شرح زیر می باشد:

- ۱- انتخاب مشخصه های لازم جهت رسم نمودار. در این مرحله توجه به نکات زیر ضروری است :
 - الف - دادن حق تقدم به مشخصه هایی که ایجاد ضایعات می کنند.
 - ب - شناسایی متغیرهای فرآیند و شرایطی که بر مشخصه های محصول نهایی تاثیر می گذارد.
 - ج - تعیین نوع مشخصه ها از نظر وصفی یا کمی .
 - ۲- انتخاب نوع نمودار کنترل (جدول نمودارهای کنترل و خصوصیات آنها)
 - ۳- تعیین خط مرکزی و مبنای محاسبه حدود کنترل
- همانطور که در مورد ج ذکر شده است نمودارهای کنترلی شوهارت بر مبنای نوع متغیر به دو دسته نمودارهای کنترل متغیرها و نمودارهای کنترل صفات تقسیم می گردند. این تقسیم بندی در ادامه شرح داده می شود.

^۱ Cheng

۲.۱۰.۱.۱ نمودارهای کنترل متغیرها

مشخصه کیفی که در یک مقیاس عددی مورد سنجش قرار می گیرد ، متغیر نام دارد. به طور مثال این ویژگی قابل اندازه گیری می تواند ابعادی مانند طول ، عرض و یا حجم و دما باشد. برای هر متغیر کمی که باید کیفیت آن کنترل شود دو پارامتر میانگین و تغییرات (پراکندگی) مورد بررسی قرار میگیرد. انواع نمودارهای کنترل متغیرها در جدول زیر مشخص گردیده است. (مونتگومری؛ ۲۰۰۹)

جدول ۱-۲: انواع نمودارهای کنترل متغیرها

ردیف	نوع نمودار و شرایط آن	خط مرکزی CL	حد بالای کنترل	حد پایین کنترل
۱	\bar{X} (μ و σ معلوم)	μ	$\mu + A\sigma$	$\mu - A\sigma$
۲	R (σ معلوم)	$d_2\sigma$	$D_2\sigma$	$D_1\sigma$
۳	S (σ معلوم)	$C_4\sigma$	$B_6\sigma$	$B_5\sigma$
۴	\bar{X} (σ مجهول و برآورد به کمک \bar{R})	\bar{X}	$\bar{X} + A_2R$	$\bar{X} - A_2R$
۵	\bar{X} (σ مجهول و برآورد به کمک \bar{S})	\bar{X}	$\bar{X} + A_3S$	$\bar{X} - A_3S$
۶	R (σ مجهول)	\bar{R}	$D_4\bar{R}$	$D_3\bar{R}$
۷	S (σ مجهول)	\bar{S}	$B_4\bar{S}$	$B_3\bar{S}$
۸	MR , R	$\overline{MR} = \frac{\sum X_i - X_{i-1} }{m - 1}$	$D_3\overline{MR}$	$D_4\overline{MR}$
۹	MR , X	\bar{X}	$\bar{X} + \frac{3\overline{MR}}{d_2}$	$\bar{X} - \frac{3\overline{MR}}{d_2}$
۱۰	EWMA	\bar{X}	$\bar{X} + AS$	$\bar{X} - A^*S$
۱۱	EWMD	Sd_c^*	D_2^*S	D_1^*S

۲.۱۰.۱.۲ نمودارهای کنترل صفات

بسیاری از ویژگی های کیفی را نمی توان با مقیاس عددی نشان داد. این مشخصه های کیفی معمولاً به دو نوع مطلوب و نا مطلوب (پیروزی و شکست) طبقه بندی می شوند و با اصطلاحات معیوب و غیر معیوب شناسایی می گردند. این نوع مشخصه های کیفی صفات نامیده می شوند. به عنوان مثال تعداد قطعات معیوب و یا نسبت کالاهای غیر استاندارد از این نوع مشخصه ها هستند. توزیع های آماری برنولی، دوجمله ای، پواسون و هندسی برای این نوع مشخصه ها استفاده می گردند. (مونتگومری؛

(۲۰۰۹)

جدول ۲-۲: انواع نمودارهای کنترل متغیرها

ردیف	نوع نمودار و شرایط آن	خط مرکزی CL	حد بالای کنترل	حد پایین کنترل
۱	nP (تعداد کالای معیوب)	$n\bar{p}$	$n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$	$n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
۲	P (نسبت اقلام معیوب)	\bar{p}	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
۳	C (تعداد نقص)	\bar{c}	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$
۴	U (تعداد نقص در هر واحد)	\bar{u}	$\bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	$\bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

۲.۱۱ پیشینه تحقیق

مطالعات انجام شده محقق در رابطه با پیشینه تحقیق حاکی از آن است که هم اکنون تحقیقات کنترل کیفی بیشتر به توسعه و بهبود نمودارهای کنترل موجود می پردازند. از جمله این تحقیقات می توان به موارد زیر اشاره نمود:

نمودارهای کنترلی شوهارت از نوع تک متغیر می باشند ، یکی از زمینه های فعالیت محققین را معرفی نمودارهای چند متغیره ، بخود اختصاص داده است .

اولین نمودار چند متغیره توسط هتلینگ^۱ در سال ۱۹۴۷، طراحی گردید و تا کنون توسط محققین بسیاری ادامه داده شده است به عنوان مثال چيو و کئو^۲ (۲۰۰۸) نمودار کنترل MP را برای متغیرهای پواسن معرفی کردند که از جمع متغیرها استفاده می‌کند. آپاریسی، اپرچت و گارسیا بوستس^۳ (۲۰۱۳) برای کنترل مشخصه‌های کیفی پواسن، نمودار چند متغیره جدید LCP را، بر مبنای رابطه خطی بین متغیرهای پواسن، طراحی کرده‌اند.

همچنین یکی دیگر از موارد توسعه نمودارهای کنترل، معرفی نمودارهای کنترلی است که مستقل از توزیع نرمال داده‌ها باشند. این نمودارها با بکارگیری متدهای آمار ناپارامتریک ترسیم می‌گردند. از جمله این تحقیقات می‌توان به کارهای گیبین، چاکربرتی^۴ در سال ۲۰۰۳، آلبرز و کالبرگ^۵ (۲۰۰۸) و همچنین بلاکریشنان و همکاران^۶ (۲۰۰۹) و آلبرز^۷ (۲۰۱۱) اشاره کرد.

تحقیقات داخلی انجام شده در زمینه کنترل کیفیت:

نیاکی، ملکی و ارشادی (۲۰۱۱) در تحقیقی راه حلی برای مشکلات طراحی اقتصادی و آماری-اقتصادی نمودارهای کنترل MEWMA به وسیله الگوریتم بهینه سازی اجتماع ذرات، پیشنهاد کرده‌اند.

نشاط و محلوجی (۱۳۸۸) در تحقیقی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و همچنین روش ترکیبی تحلیل رگرسیون و ANNS، به کنترل پیش‌بینانه کیفیت در فرآیند اسپری درآینگ پرداخته‌اند.

نظام الدین و معصومی (۱۳۸۸) به وسیله شبکه‌های عصبی-فازی به تقویت روش‌های رایج کنترل فرآیند به وسیله ی طبقه بندی دو الگوی غیر طبیعی در نمودارهای کنترل کیفیت پرداخته‌اند. نتایج

^۱ Hotelling

^۲ Aparisi, Garsia-Bustos & Epprecht

^۳ Aparisi, Bustos & Epprecht

^۴ Gibbons & Chakraborti

^۵ Albers & Kallenberg

^۶ Balakrishnan et al.

^۷ Albers

نهایی به دست آمده در این تحقیق نشان می‌دهد ضریب اطمینان سیستم های کنترل کیفیت به خصوص در زمینه نمودارهای کنترل کیفیت، تا حدود زیادی افزایش یافته است. در ادامه مطالعه پیشینه تحقیق لازم است به نتایج تحقیقات در رابطه با تکنیک بکار رفته در این پایان نامه اشاره نمود.

از زمان معرفی تکنیک تحلیل پوششی داده ها تاکنون ، مدل‌های متفاوت آن معرفی شده است. یکی از مدل‌های جدید این تکنیک " اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM) " توسط تون^۱ (۲۰۰۰) معرفی شده است. اگرچه امکان حل مدل به صورت ورودی گرا و یا خروجی گرا وجود دارد، اما این مدل بر اساس تابع هدف جمعی طراحی شد. یکی دیگر از برتری های این مدل امکان رتبه بندی واحدهای کارا می باشد. به دلیل وجود متغیرهای مازاد و کمبود ، برخی از واحدهای کارایی مدل‌های قدیمی تر CCR و BCC به طور مطلق کارا نبودند و نیاز به رتبه بندی واحدهای کارا توسط دیگر تکنیک ها دیده می شد که در این تکنیک برطرف گردیده است.

البته در همین مدل‌های معرفی شده نیز شاخه های متفاوتی از مطالعات وجود دارد. یکی از این شاخه های مطالعاتی ، رویکرد شبکه ای نسبت به سیستم هایی است که تکنیک DEA در آنها بکار گرفته می شود.

تحلیل پوششی داده های شبکه ای اولین بار در کتابی توسط فار و گراسکوف^۲ معرفی شد. آنها DMU های مدل‌های DEA را جعبه سیاه نامیدند زیرا عملکرد بخش های داخلی این DMU ها در ارزیابی عملکرد نقشی نداشت. مطالعات آنها توسط نویسندگان زیادی ادامه داده شده است. سکستون و لوییس^۳ در سال ۲۰۰۳ در مقاله ای یک مدل شبکه ای دو مرحله ای را پیشنهاد کردند و در سال ۲۰۰۴ مدل خود را به صورت چند مرحله ای ارائه دادند. پریتو و زوفیو^۴ اندازه گیری کارایی شبکه ای

^۱ Tone

^۲Färe and Grosskopf

^۳ Sexton & Lewis

^۴ Prieto & Zofio

را در قالب مدل ورودی-خروجی گرا کوپمن انجام دادند. آنها موفق به بهینه سازی تخصیص ورودی اولیه ، محصول میانی و خروجی نهایی در تکنیک DEA شبکه ای شدند . همچنین برای مطالعه بیشتر می توان به تحقیقات لوگرن و تامبور^۱ (۱۹۹۹) ؛ چن^۲ (۲۰۰۹) و کائو^۳ (۲۰۰۹) اشاره نمود. اما تمامی تحقیقات اشاره شده بر روی مدل های شعاعی تحلیل پوششی داده ها انجام شده است. تون و تسوتسوی^۴ در مقاله ای تحلیل پوششی داده های شبکه ای را برای مدل غیر شعاعی SBM توسعه دادند. این دو محقق ، مدل پویای SBM را نیز در سال ۲۰۱۰ معرفی کردند و در سال ۲۰۱۴ در مقاله ای از ترکیب این دو تحقیق مدل شبکه ای پویا SBM ، را بکار بستند که در این مقاله نوع ارتباطات بین بخش ها و محدودیت های تداوم فعالیت ها به صورت کامل تری معرفی گردیده است. بر اساس مطالعات فراوان در پیشینه تحقیق مشخص گردید تاکنون پژوهشی در خصوص بهره گیری از تکنیک تحلیل پوششی داده ها برای ارزیابی کیفیت محصولات انجام نگرفته است. لذا محقق تصمیم به استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها در حوزه کنترل کیفیت نموده است. همچنین به دلیل تاثیرگذاری مراحل تولیدی محصول بر ابعاد کیفی آن ، تکنیک تحلیل پوششی داده های شبکه ای برای مدلسازی این خود ارزیابی ، انتخاب گردید و با توجه به مطالعه در جدید ترین پیشرفت های علمی تحلیل پوششی داده های شبکه ای، مدل تون و تسوتسوی " اندازه مبتنی بر متغیر کمکی شبکه ای " اساس مدلسازی این خودارزیابی کیفی قرار گرفت.

^۱ Löthgren & Tambour

^۲Chen

^۳Kao

^۴Tone & Tsutsui

فصل سوم

روش شناسی تحقیق

۳.۱ مقدمه

به عنوان یک قاعده ، مصرف کنندگان تحت تاثیر سه عامل اصلی در موقع تصمیم گیری برای خرید هستند: قیمت ، سهولت دسترسی و کیفیت. بنابراین برای رقابت موثر در بازار باید به این عوامل توجه شود. تصمیماتی که مدیران در مورد سطح کیفیت محصولات سازمان خود اخذ می کنند ، تعیین کننده اصلی تقاضا برای محصولات آن سازمان است. برای حفظ ثبات در ابعاد کیفی محصول ، داشتن تحلیلی از وضعیت نهاده های دریافت شده برای تولید و خروجی های کیفی احراز شده ، در طول زمان ، می تواند کمک شایانی به کارشناسان و مدیران سازمانها نماید. تکنیک DEA برای انجام این خود ارزیابی ، ابزاری کارا می باشد. ابزار تحلیل پوششی داده ها یک مدل ارزیابی ناپارامتریک مرزی است که برای اندازه گیری کارایی نسبی و عملکرد یک مجموعه از موجودیتهای قابل مقایسه (که واحدهای تصمیم گیرنده DMU نامیده میشود) در تبدیل ورودیها به خروجی مورد استفاده قرار میگیرد. این روش بدون تعیین فرضی از شکل تابع تولید، و با حل مدلهای بهینه سازی، با استفاده از اطلاعات مربوط به میزان ورودیها و خروجی های واقعی واحدهای تصمیم گیرنده، یک تابع مرزی اطراف عوامل ورودی و خروجی را مطالعه میکند. این مرز شامل بخش های خطی است که نه تنها کارآترین واحدهای کارآی فعلی، بلکه تحلیلی درباره واحدهای ناکارا فراهم میکند و واحدهای ناکارا می توانند با الگوبرداری از واحدهای کارا ، خود را به مرز کارایی نسبی برسانند.

۳.۲ روش تحلیل پوششی داده ها

در ارزیابی کارایی فنی واحدها روش های مختلفی به کار گرفته می شود. به طور کلی دو گروه از روش های عمده برای اندازه گیری کارایی وجود دارد، این دو گروه عبارت از "روشهای پارامتری" و "روشهای غیر پارامتری" است.

روش های پارامتری: در این روش تابع تولید مشخصی با استفاده از روشهای مختلف آماری و اقتصادسنجی تخمین زده شده سپس با بکارگیری این تابع نسبت به تعیین کارایی اقدام می گردد.

روشهای غیر پارامتری: این روش نیازمند تخمین تابع تولید نمی باشد. تحلیل پوششی داده ها روشی غیر پارامتری است که کارایی نسبی واحدها را در مقایسه با یکدیگر ارزیابی می کند. در این تکنیک نیازی به شناخت شکل تابع تولید نیست و محدودیتی در تعداد ورودی ها و خروجی ها نمی باشد.

(مهرگان؛ ۱۳۸۳)

تکنیک های زیادی در نیم قرن اخیر برای تخمین مرز کارا جهت بررسی کارایی واحد تولیدی، مورد استفاده قرار گرفته اند. ولی دو روش عمده برای تخمین کارایی نسبی واحدهای تولیدی شامل روش تابع تولید مرز تصادفی^۱ و تحلیل پوششی داده ها می باشد. روش تحلیل پوششی داده ها به دلیل اینکه اجزاء بهره وری را معین می کند مورد استفاده بیشتری قرار می گیرد. (چارنز، کوپر، لویین و

سیفورد^۲؛ ۱۹۹۴)

روش تحلیل تابع تولید مرز تصادفی رابطه تبعی بین نهاده ها و محصول را در نظر می گیرد و جهت تخمین پارامترهای تابع از تکنیک های آماری استفاده می نماید. در روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده ها از روش برنامه ریزی خطی استفاده می گردد. و هیچ گونه فرض اولیه مبنی بر ارتباط تبعی بین نهاده ها و ستاده ها را در نظر نمی گیرد. (چارنز، کوپر و رودز؛ ۱۹۷۸)

روش تحلیل پوششی داده ها یک روش برنامه ریزی ریاضی، برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیرنده (DMU) است که چندین ورودی و خروجی دارند. اندازه گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار داشته است. در سال ۱۹۷۵ فارل^۳ با استفاده از روشی مانند اندازه گیری کارایی در مباحث مهندسی اقدام به اندازه گیری کارایی برای یک واحد تولیدی نمود. موردی که فارل برای اندازه گیری کارایی مد نظر قرار داده بود شامل

^۱ Stochastic Frontier Approach (Functions)

^۲ Lewin and Seiford

^۳ Farrel

یک ورودی و یک خروجی بود. چارنز^۱ و کوپر^۲ و رودز^۳ دیدگاه فارل را توسعه داده و مدلی را ارائه کردند که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این مدل تحت عنوان تحلیل پوششی داده ها نام گرفت و اولین بار در رساله دکتری ادوارد رودز به راهنمایی کوپر تحت عنوان "ارزیابی پیشرفت تحصیلی مدارس ملی آمریکا" در سال ۱۹۷۶ در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت و در سال ۱۹۷۸ در مقاله ای تحت عنوان "اندازه گیری کارایی واحدهای تصمیم گیرنده" ارائه شد. (چارنز؛ ۱۹۷۸) از آنجا که این مدل توسط چارنز و کوپر و رودز ارائه گردید به مدل CCR که از حرف اول نام سه فرد تشکیل شده است معروف گردید. هدف در این مدل اندازه گیری و مقایسه کارایی نسبی واحد های سازمانی که دارای چندین ورودی و خروجی است، می باشد. (مهرگان؛ ۱۳۸۳)

۳.۳ مشخصه های اساسی الگوی DEA

اولین دلیل تنوع روشهای DEA تفسیر نوع نمایش در مدل برنامه ریزی خطی است. هر مسئله برنامه ریزی خطی یک مسئله وابسته به خود دارد به طوری که جواب بهینه مسئله را می توان از روی جواب بهینه مسئله وابسته به دست آورد. معمولاً مسئله اصلی را مسئله اولیه (پرایمال) و مسئله وابسته را ثانویه یا دوال (دوگان) مینامند. در مسائل تحلیل پوششی داده ها معمولاً مسئله اولیه و دوال آن قابل اجراست زیرا جواب بهینه از هر دو روش اولیه و دوال یکسان است. و انتخاب میان این دو روش بستگی به نوع محاسبات و بهره وری و آسانی تفسیر نتایج دارد.

دومین دلیل تنوع روشهای تحلیل پوششی داده ها ، بازده به مقیاس آنها می باشد. بازده به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی ها و خروجی های یک سیستم می باشد. یکی از توانایی های روش

^۱ Charnes

^۲ Cooper

^۳ Rhodes

DEA، کاربرد الگوهای مختلف متناظر با بازده به مقیاس های متفاوت و همچنین اندازه گیری بازده به مقیاس واحدهاست.

الف: بازده به مقیاس ثابت (CRS)^۱: یعنی هر مضربی از ورودی ها همان مضرب از خروجی ها را تولید می کند. الگوی CCR بازده به مقیاس واحد ها را ثابت فرض می کند. بنابراین واحدهای کوچک و بزرگ، با هم مقایسه می شوند.

ب: بازده به مقیاس متغیر (VRS)^۲: یعنی هر مضربی از ورودی ها، می تواند همان مضرب از خروجی ها یا کمتر از آن و یا بیشتر از آن را، در خروجی ها تولید کند. الگوی BCC بازده به مقیاس را متغیر فرض می کند (بانکرو ترال^۳؛ ۱۹۹۲)

دلیل دیگر تنوع ماهیت الگوی مورد استفاده می باشد:

تحلیل پوششی داده ها می تواند ورودی محور یا خروجی محور باشد.

در مدل های ورودی محور، تحلیل پوششی داده ها در تعریف مرز کارا به دنبال حداکثر مقدار کاهش در مصرف ورودی ها، با ثابت نگه داشتن سطح خروجی ها برای هر واحد، می باشد.

در مدل های خروجی محور؛ حداکثر میزان افزایش در سطح خروجی ها، با ثابت نگه داشتن سطح ورودی ها، نیاز است.

هر دو مدل در حالت بازده به مقیاس ثابت، کارایی فنی یکسانی دارند ولی در حالت بازده به مقیاس متغیر مقدار کارایی فنی شان یکسان نمی باشد. (رائو، ادونل و باتیس^۴؛ ۲۰۰۳)

^۱ Constant Returns to Scale

^۲ Variable Returns to Scale

^۳ Banker and Therall

^۴ Rao, O'Donnell and Battese

۳.۴ مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها :

هرچند روز به روز بر تعداد مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها افزوده می‌شود و هریک جنبه تخصصی پیدا می‌کند، مبنای همه آنها تعدادی مدل اصلی است که بنیانگذاران این روش، طراحی کرده‌اند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل چارنز، کوپر و رودز با عنوان CCR اشاره کرد که فرض بازدهی ثابت به مقیاس، در تحلیل استفاده شده است. همچنین مدل دیگر، مدل ارائه شده توسط بنکر، چارنز و کوپر با عنوان BCC است که با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس طراحی شده است. هر کدام از این مدل‌ها می‌توانند ورودی محور یا خروجی محور باشند. اگر تعدادی واحد همگن داشته باشیم می‌توان کارایی را برای این واحدها به صورت نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها تعریف نمود:

$$Efficiency = \frac{outputs}{inputs} \quad \text{فرمول ۱-۳}$$

این نسبت را در بسیاری از سازمانها نظیر مدارس دانشگاهها و.... می‌توان به عنوان معیار موفقیت واحدهای تصمیم‌گیری و نیز ملاکی برای استفاده مطلوب از منابع تعریف نمود. البته با توجه به اینکه ورودی‌ها و خروجی‌ها دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشد لذا لازم است وزنه‌های متفاوتی به این نهادها و ستاده‌ها داده تا اینکه میزان اهمیت آنها و اولویت هر یک نسبت به دیگری را مشخص نماییم. در اندازه‌گیری نسبی واحدها فارل برای ساختن یک واحد مجازی بر مجموع موزون واحدها تمرکز نمود. و به عنوان یک وسیله سنجش متداول برای اندازه‌گیری کارایی فنی رابطه زیر را پیشنهاد کرد.

$$Efficiency = \frac{Weighted\ sum\ of\ outputs}{Weighted\ sum\ of\ inputs} \quad \text{فرمول ۲-۳}$$

در صورتی که هدف بررسی کارایی n واحد که هر کدام دارای m ورودی و s خروجی است باشد کارایی واحد j ام ($j=1,2,\dots,n$) به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$\text{کارایی واحد } j \text{ ام} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}$$

که با توجه به شکل زیر:



X_{ij} میزان ورودی i ام برای واحد j ام ($i=1,2,\dots,m$)

Y_{rj} میزان خروجی r ام برای واحد j ام ($r=1,2,\dots,s$)

u_r وزن داده شده به خروجی r ام (قیمت خروجی r ام)

y_i وزن داده شده به ورودی i ام (هزینه ورودی i ام)

مورد مهم در رابطه فوق این است که این وسیله سنجش کارایی، نیازمند مجموعه ای از وزن هاست که برای تمامی واحدهای تحت بررسی مورد استفاده قرار گیرد. در این رابطه به دو نکته باید توجه داشت اول اینکه ارزش تمامی ورودی ها و خروجی ها می تواند متفاوت و اندازه گیری آنها مشکل باشد. و از طرف دیگر ممکن است واحدهای مختلف به گونه ای عملیات خود را سازمان دهند که خروجی هایی با ارزش های متفاوت ارائه کنند. لذا نیازمند وزن های متفاوتی در اندازه گیری کارایی می باشند. (مهرگان؛ ۱۳۸۳)

۳.۴.۱ مدل CCR :

چارلز و کوپر و رودز مشکل فوق را شناخته و برای حل این مشکل در مدل خود به ورودی ها و خروجی ها وزن های مختلفی را اختصاص دادند و واحدهایی را مطرح کردند که می توانند وزنهایی را

که برای آنها متناسب تر و روشن کننده تر در مقایسه با سایر واحد ها باشد بپذیرند. تحت این شرایط مدل ارائه شده آنها برای ارزیابی واحد تحت بررسی که آن را واحد صفر می نامیم. از حل مدل برنامه ریزی خطی زیر بدست می آید. که مدل نسبت CCR نام دارد.

$$\text{Max } Z_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}}$$

Subject to:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \leq 1 \quad \text{for each unit } j.$$

مدل ۱-۳: مدل نسبت CCR

با توجه به تابع هدف مشخص می گردد که این مدل ، مدلی غیر خطی و غیر محدب است که با حل آن مقدار متغیرهای u_r و v_i برای اندازه گیری کارایی واحد تحت بررسی بدست می آید. مشکلی که در مدلسازی فوق وجود دارد آنست که این مدلها دارای بی نهایت جواب است. زیرا اگر مقدار بهینه متغیرها u^* و v^* باشد آنگاه دارای جواب بهینه دیگری به صورت αu^* و αv^* نیز هست. برای خطی کردن مدل فوق استفاده از روش برنامه ریزی کسری و روش خطی کردن CCR می توان استفاده کرد. تبدیل مدل نسبت CCR به یک مدل برنامه ریزی خطی به روش چارنر و ، بدین صورت می باشد که برای حداکثر کردن مقدار یک عبارت کسری کافی است که مخرج کسر معادل یک عدد ثابت در نظر گرفته شده و صورت کسر حداکثر شود. این مدل را فرم مضربی CCR می نامند.

$Max Z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$ <p>Subject to:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ <p>(j=1,2,...,n)</p> $u_r, v_i \geq 0$ <p style="text-align: center;">ورودی محور</p>	$Min Z_0 = \sum_{r=1}^m v_i x_{i0}$ <p>Subject to:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ <p>(j=1,2,...,n)</p> $u_r, v_i \geq 0$ <p style="text-align: center;">خروجی محور</p>
--	--

مدل ۳-۲: مدل اولیه (مضربی) CCR

مدل پوششی CCR :

چارنز و کوپر و رودز در ساخت مدل تحلیل پوششی داده ها به یک رابطه تجربی در ارتباط با تعداد واحدهای مورد ارزیابی و تعداد ورودی ها و خروجی ها به صورت زیر رسیده اند:

(تعداد خروجی ها + تعداد ورودی ها) ≥ 3 تعداد واحدهای مورد ارزیابی

عدم بکارگیری رابطه فوق در عمل موجب می شود که تعداد زیادی از واحدها بر روی مرز کارا قرار گرفته و به عبارت دیگر دارای امتیاز کارایی یک گردند. لذا قدرت تفکیک مدل بدین صورت کاهش می یابد. از آنجا که برای هر واحد باید یک محدودیت نوشته شود به این ترتیب مدل برنامه ریزی خطی بدست خواهد آمد که تعداد محدودیت های آن از تعداد متغیر هایش بیشتر است و از آنجا که حجم عملیات در سیمپلکس بیشتر وابسته به تعداد محدودیت ها است تا متغیر ها، لذا حل مساله ثانویه فوق نیازمند حجم عملیات کمتری خواهد بود.

$\text{Min } y_0 = \theta$ <p>Subject to:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}$ $\lambda_j \geq 0 \quad \theta \text{ آزاد در علامت}$ <p style="text-align: center;">ورودی محور</p>	$\text{Max } y_0 = \theta$ <p>Subject to:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{r0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0}$ $\lambda_j \geq 0 \quad \theta \text{ آزاد در علامت}$ <p style="text-align: center;">خروجی محور ($1/\theta$ نشاندهنده کارایی است)</p>
--	---

مدل ۳-۳: مدل ثانویه (پوششی) CCR

اصلاح مدل CCR :

در مدل مضربی CCR، متغیرهای u_r و y_i متغیرهای غیرمنفی (از نوع بزرگتر یا مساوی صفر) هستند و این امکان وجود دارد که مقدار یکی از متغیرها صفر شود. لذا یک سال بعد از انتشار مقاله چارلز و کوپر و رودز (۱۹۷۸) یعنی در سال (۱۳۷۹) آنها پیشنهاد کردند که مقدار متغیرهای تصمیم مدل از یک مقدار بسیار کوچک مثل ε بزرگتر در نظر گرفته شود. و مدل به صورت زیر اصلاح شد.

$\text{Max } Z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$ <p>Subject to:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ <p style="text-align: center;">($j=1,2,\dots,n$)</p> $u_r, v_i \geq \varepsilon$ <p style="text-align: center;">ورودی محور</p>	$\text{Min } Z_0 = \sum_{r=1}^m v_i x_{i0}$ <p>Subject to:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ $u_r, v_i \geq \varepsilon$ <p style="text-align: center;">خروجی محور</p>
---	---

مدل ۳-۴: مدل مضربی CCR اصلاح شده

$\text{Min } y_0 = \theta - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s s_r^+ - \sum_{i=1}^m s_i^- \right)$ <p>Subject to:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0}$ <p>$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$ θ آزاد در علامت</p> <p style="text-align: center;">ورودی محور</p>	$\text{Max } y_0 = \theta - \varepsilon \left(\sum_{r=1}^s s_r^+ - \sum_{i=1}^m s_i^- \right)$ <p>Subject to:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{r0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$ <p>$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$ θ آزاد در علامت</p> <p style="text-align: center;">خروجی محور</p>
--	--

مدل ۳-۵: مدل پوششی CCR اصلاح شده

در این مدلها ، یک واحد تصمیم گیرنده وقتی کاراست که :

اولاً $\theta^* = 1$ باشد و

ثانیاً $s_r^+ = s_i^- = 0$

۳.۴.۲ مدل BCC

یکی از ویژگی های مدل تحلیل پوششی داده ها ساختار بازده به مقیاس آن می باشد. مدلهای CCR از جمله مدلهای بازده ثابت نسبت به مقیاس است. مدلهای بازده ثابت به مقیاس زمانی مناسب است که همه واحدها در مقیاس بهینه عمل کنند. در ارزیابی کارایی واحدها هرگاه فضا و شرایط رقابت ناقص محدودیت هایی را در سرمایه گذاری تحمیل کند موجب عدم فعالیت واحد در مقیاس بهینه می گردد. در سال ۱۹۸۴ بنکر و چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که با توجه به حروف اول نام آنان به مدل BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدلهای

تحلیل پوششی داده ها است که در ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس می پردازد. مدل‌های بازده به مقیاس ثابت محدود کننده تر از مدل‌های بازده به مقیاس متغیر می باشد. زیرا مدل بازده به مقیاس ثابت واحدهای کارایی کمتر را در بر می گیرد، علت این امر خاص بودن مدل "بازده ثابت به مقیاس" از مدل "بازده متغیر به مقیاس" می باشد.

تفاوت این مدل با مدل CCR در وجود متغیر آزاد در علامت می باشد. در مدل BCC علامت متغیر w بازده به مقیاس را برای هر واحد می تواند مشخص کند:
 الف. هرگاه $w < 0$ باشد، نوع بازده به مقیاس کاهش می یابد.
 ب. هرگاه $w = 0$ باشد، نوع بازده به مقیاس ثابت است.

ج. هرگاه $w > 0$ باشد، نوع بازده به مقیاس افزایش می یابد. (مهرگان؛ ۱۳۸۳)

$Max Z_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + w$ <p>Subject to:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + w \leq 0$ <p style="text-align: center;">(j=1,2,...,n)</p> $u_r, v_i \geq \varepsilon$ <p style="text-align: center;">ورودی محور</p>	$Min Z_0 = \sum_{r=1}^m v_i x_{i0} + w$ <p>Subject to:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} = 1$ $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + w \geq 0$ $u_r, v_i \geq \varepsilon$ <p style="text-align: center;">خروجی محور</p>
--	---

مدل ۳-۶: مدل ضربی BCC اصلاح شده

$\text{Min } y_0 = \theta - \sum_{r=1}^s \varepsilon s_r^+ - \sum_{i=1}^m \varepsilon s_i^-$ <p>Subject to:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$ <p>آزاد در علامت θ</p> <p>ورودی محور</p>	$\text{Max } Z = \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- - \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$ <p>Subject to:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j u_{rj} - s_r^+ = \theta y_{r0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$ <p>خروجی محور</p>
---	--

مدل ۳-۷: مدل پوششی BCC اصلاح شده

۳.۴.۳ مدل جمعی

مدل های ورودی محور در حالی که میزان خروجی ها را در سطح داده شده حفظ می کند و به طور متناسب و در حد امکان نسبت به کاهش میزان ورودی ها اقدام نماید. و برعکس در مدل های خروجی محور با حفظ میزان ورودی به طور متناسب خروجی ها را افزایش می دهد. مدل جمعی ، مدلی است که به طور همزمان کاهش ورودی ها و افزایش خروجی ها را مورد توجه قرار می دهد. مدل جمعی در سال ۱۹۸۵ توسط چارلز و کوپر و گولانی و سیفورد و استوتس (چارلز و همکاران؛ ۱۹۹۵) معرفی گردید. شکل کلی مسئله اولیه و ثانویه این مدل برنامه ریزی خطی به صورت زیر است:

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

Subject to:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^m \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

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

مدل ۳-۸: مدل اولیه جمعی (فرم پوششی)

مساله اولیه این مدل "فرم پوششی" نامیده می شود. واحد تحت بررسی وقتی کاراست که مقدار $Z_0^* = 0$ شود و یا به عبارت دیگر تمامی متغیرهای کمکی در جواب بهینه صفر گردد. و یک واحد وقتی غیر کارا می شود اگر متغیرهای کمکی غیر صفر گردند. متغیرهای کمکی بیانگر منابع یا میزان عدم کارایی در ورودی ها و خروجی های متناظرا محدودیت آنها می باشد. ثانویه این مدل فرم مضربی به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{Max } y_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + w$$

Subject to:

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + w \leq 0$$

$$\sum_{r=1}^s u_r \geq 1$$

$$\sum_{i=1}^m v_i \geq 1$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad w \text{ آزاد در علامت}$$

مدل ۳-۹: ثانویه مدل جمعی (مدل مضربی)

واحد تحت بررسی در این مدل نیز وقتی کاراست که $y_0^* = 0$ باشد. با وجود متغیر w_0 در این مدل، مدل جمعی از جمله مدل های بازده به مقیاس متغیر می باشد.

مدل جمعی را با توجه به میزان اهمیت ورودی ها و خروجی ها به یک مدل موزون می توان تبدیل کرد. مدل اصلاح شده جمعی به صورت زیر می باشد. (علی، لرم و سیفورد^۱؛ ترال^۲ ۱۹۹۶)

در این مدل w_i^- و w_i^+ وزن هایی هستند که مقدار آن به طور قضاوتی تعیین می شود. (مهرگان

(۱۳۸۳

مدل جمعی	نوع مرز
$Max Z_0 = \sum_{i=1}^m W_i^- s_i^- + \sum_{r=1}^s W_r^+ s_r^+$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}$ $\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0$	بازده به مقیاس ثابت
$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	بازده به مقیاس متغیر (مدل فوق بعلاوه قید روبرو)
$\sum_{j=1}^n \lambda_j \leq 1$	بازده به مقیاس غیر افزایشی (مدل فوق بعلاوه قید روبرو)
$\sum_{j=1}^n \lambda_j \geq 1$	بازده به مقیاس غیر کاهششی (مدل فوق بعلاوه قید روبرو)

مدل ۱-۳: مدل اصلاح شده جمعی

^۱Ali, Lerne and Seiford

^۲ Thrall

۳.۴.۴ مدل SBM^۱ (اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی)

تعیین کارایی با استفاده از مدل‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس میزان فاصله هر واحد تصمیم‌گیری از مرز کارایی و نوع تصویر شدن آن بر روی مرز انجام می‌شود. دو نوع روش کلی در نحوه تصویر روی مرز عبارتند از شعاعی و غیر شعاعی. مدل‌های شعاعی در DEA، همانند BCC و CCR ورودی‌ها و خروجی‌های غیر شعاعی را نادیده می‌گیرند. از این رو مدل‌های غیر شعاعی واقعی تر می‌باشند. مدل راسل و SBM از انواع مدل‌های غیر شعاعی می‌باشند. (آصفی، داوودی؛ ۱۳۹۰)

در مدل‌های DEA ممکن است یک واحد تصمیم‌گیرنده با کارایی یک به دلیل وجود متغیرهای کمبود (اسلکها)، با مازاد ورودی و یا کمبود خروجی مواجه گردد. به همین دلیل اخیراً در برخی مقالات علمی بعد از استفاده از مدل‌های DEA، از روش‌های رتبه‌بندی واحدهای کارا استفاده می‌گردد تا کاراترین واحدها مشخص گردند، این نقص در مدل غیر شعاعی SBM مرتفع گردیده است و این مدل نسبت به مدل‌های قبلی دارای این برتری می‌باشد.

اندازه SBM که برای اندازه‌گیری کارایی استفاده می‌شود تحت تغییر واحد اندازه‌گیری ورودی‌ها و خروجی‌ها مثلاً نسبت به تغییر متر به کیلومتر پایا می‌باشد. به طور کلی ابزاری برای اندازه‌گیری معرفی می‌شود که اگر X_{ij} و X_{i0} با $k_i X_{i0} = X_{ij}$ و $k_i X_{ij} = X_{i0}$ و Y_{ij} و Y_{i0} با $C_r Y_{i0} = Y_{ij}$ و $C_r Y_{ij} = Y_{i0}$ تعویض شوند (C_r و k_i مقادیر ثابت و مثبت هستند). تغییری حاصل نگردد. (کوپر، سیفورد و تون؛ ۱۳۸۷)

این خاصیت به عنوان مستقل از بعد و مستقل از واحد شناخته می‌شود. (ترال؛ ۱۹۹۶) همچنین این مدل به دلیل همین خاصیت، تقویت شده مدل جمعی، معرفی می‌گردد. (کوپر، سیفورد و تون؛ ۱۳۸۷) زیرا این مدل نیز همچون مدل جمعی، می‌تواند کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها را به طور همزمان انجام دهد. البته در مقالات بعدی نویسنده مدل‌های ورودی محور و خروجی محور

^۱ Slack-based Measure (SBM)

SBM را نیز معرفی نموده اند. اندازه جدیدی که بر مبنای SBM معرفی می شود دارای خواص p_1 و p_2 و p_3 است:

(p_1) پایداری نسبت به واحد اندازه گیری: این اندازه باید نسبت به واحد اندازه گیری پایدار باشد.

(p_2) یکنواختی: این اندازه برای هر متغیر کمکی ورودی و خروجی ها، یکنوا کاهشی است.

(p_3) وابستگی به مجموعه مرجع: اندازه تنها باید بر مبنای مجموعه مرجع تخمین زده شود. (تون

؛ ۲۰۰۱)

به منظور برآورد کارایی DMU ی (x_0, y_0) برنامه کسری زیر را بکار می گیریم:

$$(SBM) \quad Min \quad \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{i0}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{r0}}$$

$$s. t. \quad \begin{aligned} x_0 &= X\lambda + s^- \\ y_0 &= Y\lambda - s^+ \\ \lambda &\geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{aligned}$$

مدل ۱۱-۳: مدل کسری SBM

که در آن λ ، s^- و s^+ متغیر و $x \geq 0$ است.

با معرفی متغیر مثبت t می توان مدل کسری SBM را به صورت زیر نوشت:

$$(SBM) \quad Min \quad \tau = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t s_i^- / x_{i0}$$

$$s. t. \quad 1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s t s_r^+ / y_{r0}$$

$$\begin{aligned} x_0 &= X\lambda + s^- \\ y_0 &= Y\lambda - s^+ \\ \lambda &\geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0, t \geq 0 \end{aligned}$$

مدل ۱۲-۳: خطی سازی مدل SBM

اکنون تعریف می کنیم:

$$S^- = ts^-, S^+ = ts^+, \Lambda = t\lambda$$

آنگاه (SBM_t) را بر حسب t ، s^- و s^+ و Λ را به صورت زیر داریم:

$$(LP) \quad Min \quad \tau = t - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^- / x_{i0}$$

$$s.t. \quad 1 = t + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s S_r^+ / y_{r0}$$

$$tx_0 = X\Lambda + S^-$$

$$ty_0 = Y\Lambda - S^+$$

$$\Lambda \geq 0, S^- \geq 0, S^+ \geq 0, t \geq 0$$

مدل ۳-۱۳: مدل SBM (بدون ماهیت ورودی-خروجی)

فرض کنید:

$$(\tau^*, \Lambda^*, S^{-*}, S^{+*}, t^*)$$

جواب بهین (LP) باشد. آنگاه یک جواب بهین (SBM) عبارت است از:

$$\rho^* = \tau^*, \lambda^* = \Lambda^* / t^*, s^{-*} = S^{-*} / t^*, s^{+*} = S^{+*} / t^*$$

و همچنین داریم:

۱. DMU (x_0, y_0) کارای SBM- است، اگر و فقط اگر $\rho^* = 1$.

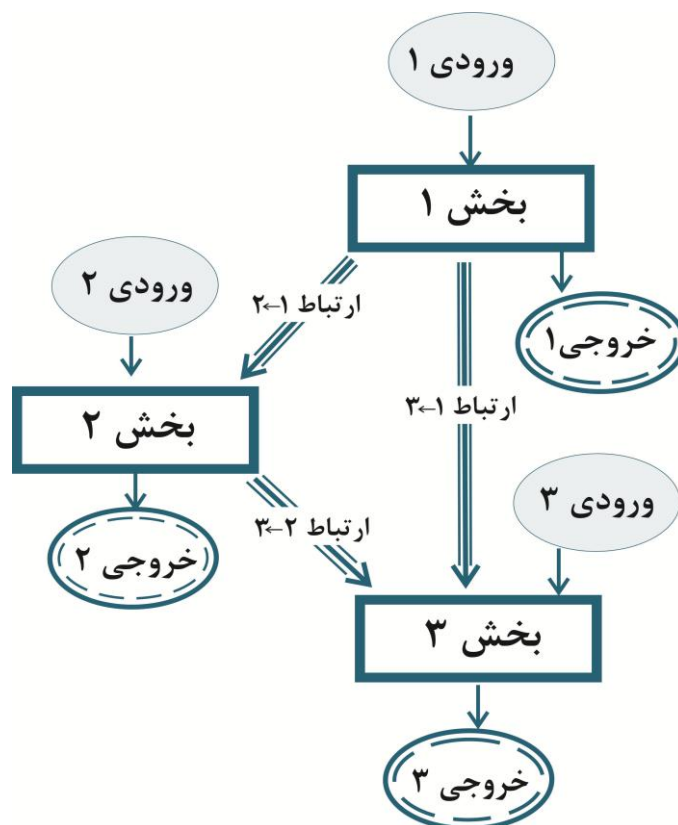
۲. مجموعه اندیس های نظیر $\lambda_j^* \geq 0$ ، مجموعه مرجع (x_0, y_0) نامیده می شود. (تون؛ ۲۰۰۱)

۳.۴.۵ مدل NSBM^۱ (اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی

شبکه ای)

مدل های مرسوم DEA با اندازه گیری کارایی واحدهایی با چندین ورودی و خروجی سروکار دارند. این مدل ها ارتباط بین فعالیت ها یا فعالیت های داخلی را نادیده میگیرند و توانایی مواجهه با سازمانهای چندبخشی را ندارند. (شکل ۳-۱)

در این مدلها ماهیت هر جزء از نوع ورودی و یا خروجی می باشد در نتیجه از مراحل زیادی برای ارزیابی کارایی استفاده می کنند ، آنها محصول میانی را به عنوان خروجی یک مرحله و ورودی مرحله دیگر در نظر می گیرند و قادر به مواجهه با محصول میانی در یک مرحله نیستند.



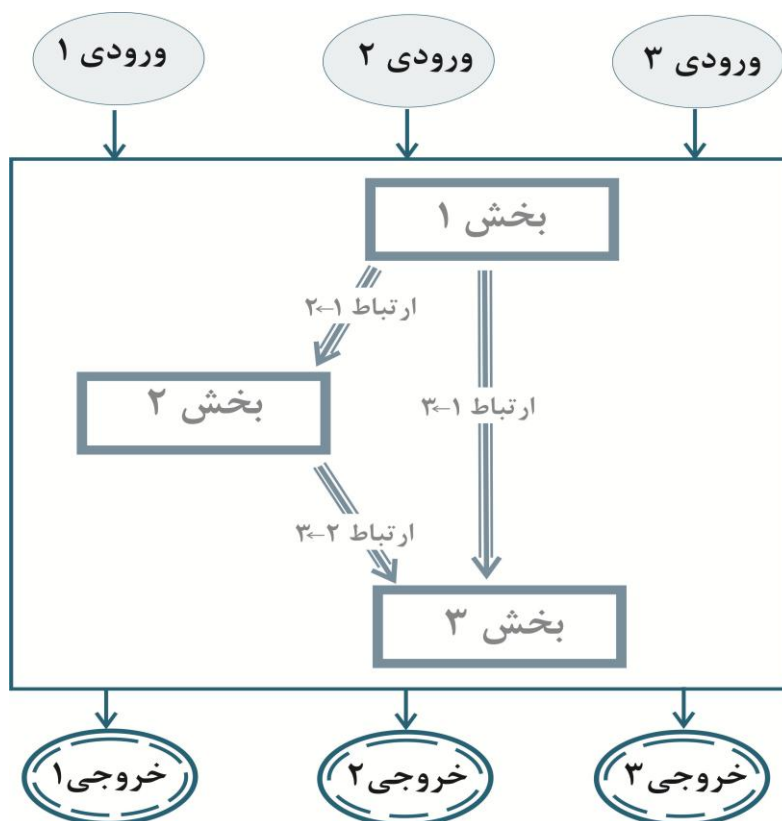
شکل ۳-۱: سازمان های چند بخشی

^۱ Network SBM (network slack-based measure)

در میان مدل های مرسوم DEA دو رویکرد متداول برای اندازه گیری کارایی سازمانهای چند بخشی وجود دارد.

۳.۴.۵.۱ تجمیع (جعبه سیاه)^۱

در یک رویکرد ساده بخش ها تجمیع شده و به عنوان یک شرکت در نظر گرفته می شوند که پس از دریافت ورودی های ۱، ۲ و ۳، خروجی های متناظر را تولید می کند. (شکل ۳-۲). این رویکرد ارتباط فعالیت های داخلی را نادیده می گیرد و همچنین نمی تواند تاثیر ناکارایی بخش ها را بر کارایی کل شرکت محاسبه نماید. علاوه بر این در این حالت امکان انتخاب نامناسب ورودی ها و خروجی ها و ارزیابی غیر منطقی واحد تصمیم گیرنده وجود دارد.

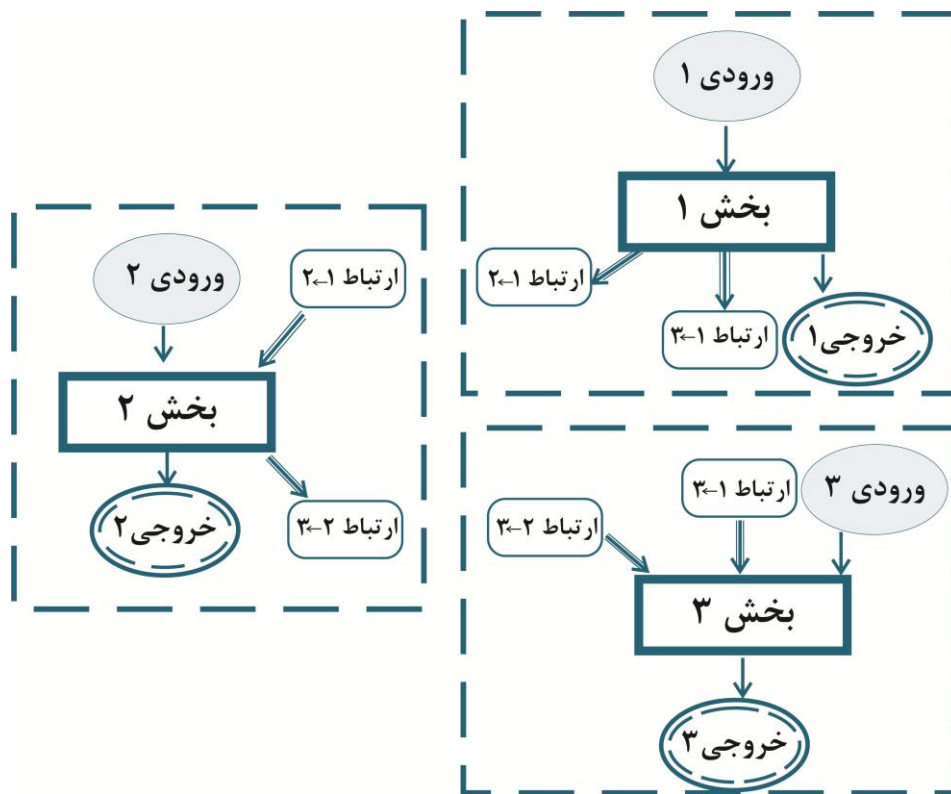


شکل ۳-۲: تجمیع بخش های سازمان در قالب جعبه سیاه

^۱ Aggregation (Black box)

۳.۴.۵.۲ تفکیک^۱

رویکرد دوم ، اندازه گیری کارایی بخش ها به صورت منفرد است. (شکل ۳-۳) در این مورد کارایی بخش اول از هر واحد تصمیم گیرنده ، با بکار گرفتن ورودی ۱ به عنوان ورودی و خروجی ۱ ، پیوند (۱،۲) و پیوند (۳،۲) به عنوان خروجی ها، ارزیابی می شود. به طور مشابه برای بخش ۲ با بکارگرفتن پیوند (۱،۲) و ورودی ۲ به عنوان ورودی ها و پیوند (۳،۲) و خروجی ۲ به عنوان خروجی ها ، کارایی ارزیابی می گردد. در این روش می توان کارایی هر بخش شرکت را در میان واحدهای تصمیم گیرنده اندازه گیری نمود. اما این رویکرد برای تداوم ارتباط بین بخش ها کاربرد ندارد.



شکل ۳-۳: تفکیک بخش های سازمان

^۱ Separation

۳.۴.۵.۳ تحلیل پوششی داده های شبکه ای

ملاحظات فوق منجر به در نظر گرفتن یک مدل DEA به نام "تحلیل پوششی داده های شبکه ای" شده است، که کارایی بخشی و نیز کارایی کل را در یک چارچوب واحد و یکپارچه، محاسبه می کند. این مدل به این معنی است که کارایی کل واحدهای تصمیم گیرنده به عنوان هدف کلی در نظر گرفته می شود و کارایی بخش ها به عنوان اجزاء آن می باشد.

مدل NSBM :

فرض می شود n واحد تصمیم گیرنده (DMU) شامل K بخش وجود دارد. پس m_k و r_k به ترتیب، تعداد ورودی ها و خروجی های بخش K می باشند. همچنین ارتباط (پیوند)^۱ بخش K به بخش h با (k, h) و مجموعه پیوندها با L نمایش داده می شوند.

$$x_j^k \in R_+^{m_k} \quad \text{منابع ورودی بخش } k \text{ از واحد تصمیم گیرنده } j$$

$$y_j^k \in R_+^{r_k} \quad \text{منابع خروجی بخش } k \text{ از واحد تصمیم گیرنده } j$$

$$z_j^{(k,h)} \in R_+^{t(k,h)} \quad \text{پیوند محصول میانی از بخش } k \text{ به بخش } h$$

DMU_0 که $(0=1, \dots, n)$ بدین صورت مشخص می گردد:

$$x_0^k = X^k \lambda^k + s^{k-}$$

$$y_0^k = Y^k \lambda^k - s^{k+}$$

$$e \lambda^k = 1$$

$$\lambda^k \geq 0, s^{k-} \geq 0, s^{k+} \geq 0$$

محدودیت ۱

که در آن :

$$X^k = (X_1^k, \dots, X_n^k) \in R^{m_k \times n}$$

$$Y^k = (Y_1^k, \dots, Y_n^k) \in R^{r_k \times n}$$

^۱ link

و S^{k+} (S^{k-}) مازاد ورودی (کمبود خروجی) یا اسلک ها می باشند. برای نشان دادن محدودیتهای مرتبط با پیوندها، انواع مختلفی با توجه به دو مورد زیر داریم:

الف. پیوند "آزاد"

ارتباط فعالیت ها آزادانه تعیین می شوند (اختیاری) در حالیکه تداوم بین ورودی و خروجی دارند:

$$Z^{(k,h)} \lambda^h = Z^{(k,h)} \lambda^k$$

محدودیت ۲

که در آن:

$$Z^{(k,h)} = (Z_1^{(k,h)}, \dots, Z_n^{(k,h)}) \in R^{t(k,h) \times n}$$

این حالت به منظور بررسی ارتباط فعلی بکار می رود. میزان این پیوند ممکن است مقدار بهینه در برنامه ریزی خطی این مدل را کاهش یا افزایش دهد.

ب. پیوند "ثابت"

در این حالت ارتباط فعالیت ها بدون تغییر (غیر اختیاری) است:

$$Z_0^{(k,h)} = Z^{(k,h)} \lambda^h$$

$$Z_0^{(k,h)} = Z^{(k,h)} \lambda^k$$

محدودیت ۳

این مورد مربوط به موقعیت هایی می شود که محصول میانی خارج از کنترل DMU می باشد.

برای هر DMU_0 کارایی به صورت زیر محاسبه می گردد.

$$\rho^* = \min \frac{\sum_{k=1}^k w^k \left[1 - \frac{1}{m_k} \left(\frac{\sum_{i=1}^{m_k} S_i^{k-}}{x_{i0}^k} \right) \right]}{\sum_{k=1}^k w^k \left[1 - \frac{1}{r_k} \left(\frac{\sum_{r=1}^{r_k} S_r^{k+}}{y_{r0}^k} \right) \right]}$$

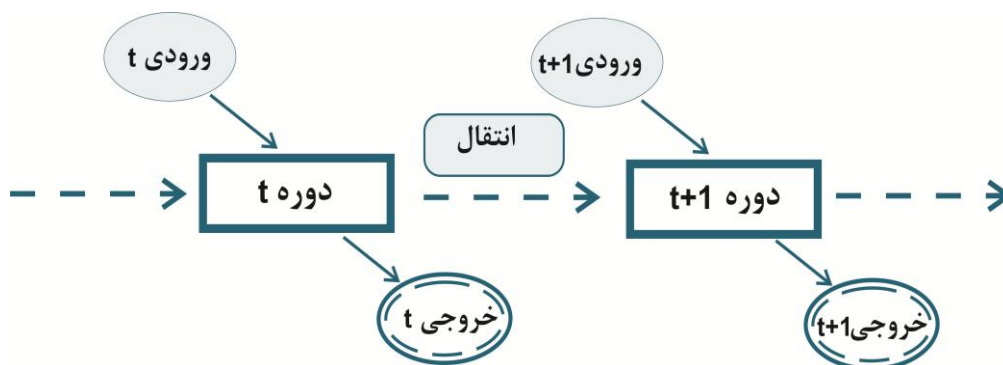
Subject to (1) and (2) or (3)

مدل ۳-۱۴: مدل Network SBM جمعی

و $\sum_{k=1}^k w^k = 1$ وزن مرتبط با بخش k می باشد و با توجه به اهمیت آن تعیین می گردد. (تون و تسوتسوی؛ ۲۰۰۹)

۳.۴.۶ مدل DSBM^۱ (اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی پویا)

در تحلیل پوششی داده ها ابزارهای متنوعی برای اندازه گیری کارایی در طول زمان وجود دارد مانند تحلیل پنجره ای و شاخص مالمکوئیست. اما این روش ها معمولاً انتقال^۲ فعالیت در دو دوره زمانی را نادیده می گیرند. این انتقالها نقش مهمی در اندازه گیری کارایی واحد تصمیم گیرنده در هر دوره و همچنین در کل دوره ها ، ایفا می کنند. مدل تحلیل پوششی داده های پویا اولین بار توسط فار و گروسکوف ارائه گردید. حال مدل DSBM را مورد بررسی قرار می دهیم که با همان هدف در مدل غیر شعاعی SBM توسعه داده شده است. همانطور که قبلاً گفتیم مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی ، غیر شعاعی است و برخلاف مدلهای شعاعی که تغییرات ورودی ها و خروجی ها را متناسب در نظر می گیرند، تغییرات را متناسب در نظر نمی گیرد. ساختار پویای مدل همانند شکل ۳-۴ می باشد. n واحد تصمیم گیرنده در طول T دوره زمانی وجود دارد. در هر دوره زمانی t ، هر DMU ورودی ها و خروجی های خودش و همچنین یک انتقال به دوره $t+1$ را دارد. در دوره زمانی 1 ، و دوره T انتقالی وجود ندارد.



شکل ۳-۴: سازمان در دوره های زمانی مختلف

^۱ Dynamic SBM

^۲ Carry-overs

علاوه بر این با توجه به ویژگیهای انتقالها ، آنها به چهار دسته تقسیم می شوند:

الف) انتقال مطلوب (خوب)

شامل انتقالهای مطلوبی همانند سود انتقالی و همچنین درآمد خالص است که به دوره بعد منتقل می گردد. در این مدل با انتقالهای مطلوب همانند خروجی رفتار می شود و مقدار انتقال محدودیتی در نظر گرفته می شود که کمتر از مقدار مشاهده شده نباشد. کمبود مقایسه ای این انتقالها به عنوان عدم کارایی محاسبه می گردد.

ب) انتقال غیر مطلوب (بد)

شامل انتقالهای غیر مطلوب همانند ضرر و بدهی ها و سهام از بین رفته است . در این مدل با انتقالهای نامطلوب همانند ورودی رفتار می شود و مقدار انتقال به صورت محدودیتی اعمال می شود که بیشتر از مقدار مشاهده شده نباشد. مازاد مقایسه ای این انتقالها به عنوان عدم کارایی محاسبه می گردد.

ج) انتقال اختیاری (آزاد)

شامل انتقالهایی میشود که واحد تصمیم گیرنده می تواند آزادانه آنها را اداره کند. ارزش آنها می تواند نسبت به مقدار مشاهده شده افزایش یا کاهش یابد. انحراف از مقدار فعلی مستقیماً در ارزیابی کارایی بازتاب داده نشده است، اما شرط تداوم بین دو دوره ، تاثیر غیر مستقیمی بر نمره کارایی دارد.

د) انتقال غیر اختیاری (ثابت)

منظور انتقالهایی است که خارج از کنترل واحد تصمیم گیرنده می باشد. ارزش آن در سطح مشاهده شده ثابت است. مشابه انتقالهای آزاد، این انتقال نیز بر نمره کارایی از طریق شرط تداوم بین دو دوره ، تاثیر غیر مستقیم می گذارد.

شرح مدل :

n واحد تصمیم گیرنده در T دوره زمانی ($t=1, \dots, T$) موجود است. در هر دوره زمانی واحد تصمیم گیرنده ، m ورودی عادی ($i=1, k, m$) ، p ورودی غیر اختیاری یا ثابت ($i=1, k, p$) ، s خروجی

x_{ijt}^{fix} ، $(i=1, I, m)$ x_{ijt} پس دارد. $(i=1, I, r)$ ثابت یا اختیاری غیر اختیاری یا ثابت دارد. پس x_{ijt}^{fix} ، $(i=1, I, k, s)$ و $(i=1, I, p)$ ، y_{ijt} و y_{ijt}^{fix} ($i=1, I, r$) مقادیر مشاهده شده ورودی ها ، ورودی های غیر اختیاری ، خروجی ها و خروجی های غیر اختیاری برای DMU_j در دوره زمانی t می باشد. نماد چهار گروه انتقالها Z^{good} ، Z^{bad} ، Z^{fix} و Z^{free} می باشد.

برای نمایش انتقال متعلق به زمان t ، واحد تصمیم گیرنده j و مورد i ، نماد Z_{ijt}^{good} ($i=1, I, ngood ; j=1, I, n ; t=1, I, T$) بکار گرفته می شود. همچنین $ngood$ تعداد انتقالهای مطلوب را نشان می دهد. تمامی مقادیر مشاهده شده تا دوره زمانی T می باشند. (تون و تسوتسوی

(۲۰۱۰؛

DMU_0 $(0=1, \dots, n)$ بدین صورت مشخص می گردد:

$$x_{iot} = \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t + s_{it}^- \quad (i = 1, I, m ; t = 1, I, T)$$

$$x_{iot}^{fix} = \sum_{j=1}^n x_{iot}^{fix} \lambda_j^t \quad (i = 1, I, p ; t = 1, I, T)$$

$$y_{iot} = \sum_{j=1}^n y_{ijt} \lambda_j^t - s_{it}^+ \quad (i = 1, I, s ; t = 1, I, T)$$

$$y_{iot}^{fix} = \sum_{j=1}^n y_{ijt}^{fix} \lambda_j^t \quad (i = 1, I, r ; t = 1, I, T)$$

$$z_{iot}^{good} = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{good} \lambda_j^t - s_{it}^{good} \quad (i = 1, I, ngood ; t = 1, I, T)$$

$$z_{iot}^{bad} = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{bad} \lambda_j^t + s_{it}^{bad} \quad (i = 1, I, nbad ; t = 1, I, T)$$

$$z_{iot}^{free} = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{free} \lambda_j^t + s_{it}^{free} \quad (i = 1, I, nfree ; t = 1, I, T)$$

$$z_{iot}^{fix} = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^{fix} \lambda_j^t \quad (i = 1, I, nfix ; t = 1, I, T)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j^t = 1 \quad (t = 1, I, T)$$

$$s_{it}^- \geq 0, s_{it}^+ \geq 0, s_{it}^{good} \geq 0, s_{it}^{bad} \geq 0 \text{ and } s_{it}^{free}: free$$

محدودیت ۴

نمادهای $s_{it}^-, s_{it}^+, s_{it}^{good}, s_{it}^{bad}$ and s_{it}^{free} اسلک هایی می باشند که به ترتیب بر

مازاد ورودی ، کمبود خروجی ، کمبود انتقال ، مازاد انتقال و انحراف انتقال دلالت دارند.

همچنین تداوم جریان انتقالها از دوره t به دوره زمانی $t+1$ با شرط زیر ، بیان می گردد:

$$\sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^t = \sum_{j=1}^n z_{ijt}^\alpha \lambda_j^{t+1} \quad (\forall i ; t = 1, I, T - 1)$$

محدودیت ۵

که در این محدودیت α ، می تواند $good, bad, free$ ، و یا fix باشد.

اندازه کارایی این حالت با حل برنامه زیر بدست می آید:

$$\rho_0^* = \min \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 - \frac{1}{m + nbad} \left(\sum_{i=1}^m w_i^- s_{it}^- / x_{iot} + \sum_{i=1}^{nbad} s_{it}^{bad} / z_{iot}^{bad} \right) \right]}{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 + \frac{1}{s + ngood} \left(\sum_{i=1}^s w_i^+ s_{it}^+ / y_{iot} + \sum_{i=1}^{ngood} s_{it}^{good} / z_{iot}^{good} \right) \right]}$$

Subject to (4) and (5)

مدل ۱۵-۳: مدل Dynamic SBM جمعی

با استفاده از جوابهای بهینه مدل $(\{s_{ot}^{free*}\}, \{s_{ot}^{bad*}\}, \{s_{ot}^{good*}\}, \{s_{ot}^{+*}\}, \{s_{ot}^{-*}\}, \{\lambda_0^{t*}\})$

$\{s_{ot}^{fix*}\}$ ، کارایی هر دوره زمانی به صورت زیر تعریف می شود :

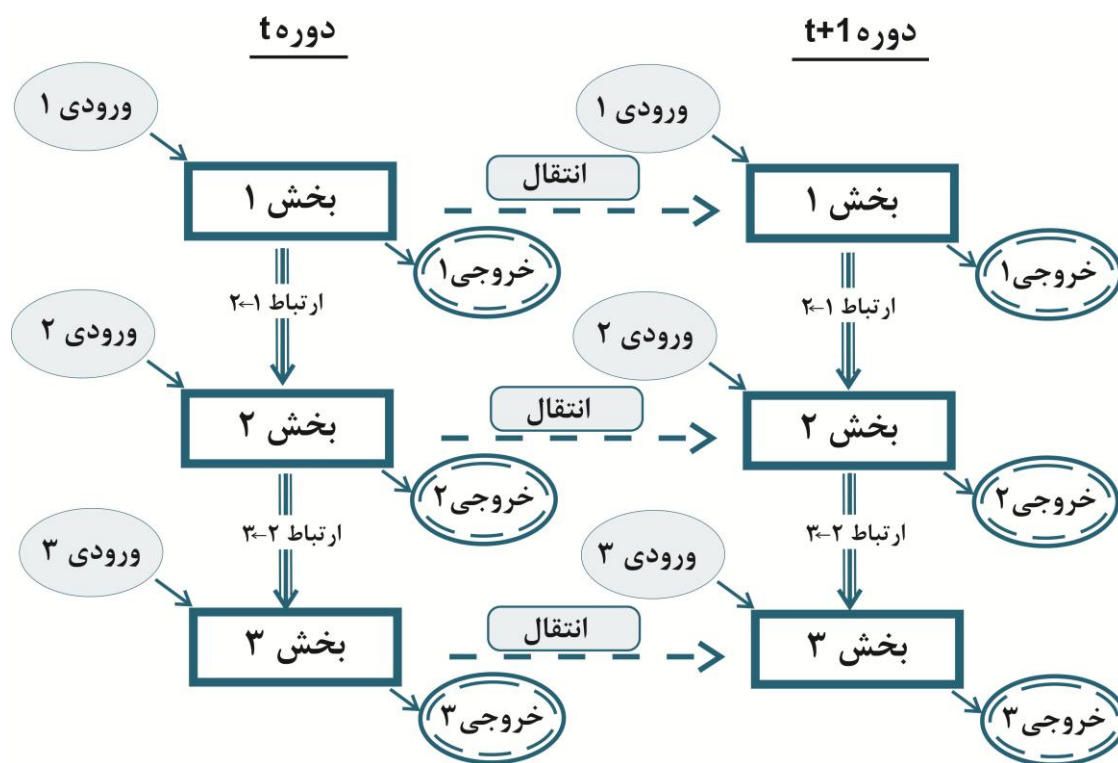
$$\rho_{ot} = \frac{\left[1 - \frac{1}{m + nbad} \left(\sum_{i=1}^m w_i^- s_{iot}^{-*} / x_{iot} + \sum_{i=1}^{nbad} s_{iot}^{bad*} / z_{iot}^{bad} \right) \right]}{\left[1 + \frac{1}{s + ngood} \left(\sum_{i=1}^s w_i^+ s_{iot}^{+*} / y_{iot} + \sum_{i=1}^{ngood} s_{iot}^{good*} / z_{iot}^{good} \right) \right]}$$

مدل ۱۶-۳: کارایی سازمان در دوره زمانی t

۳.۴.۷ مدل DNSBM^۱ (اندازه گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی پویا با

ساختار شبکه ای)

در این قسمت مدل DEA پویا با ساختار شبکه ای در چهارچوب مدل اندازه مبتنی بر متغیرهای کمکی معرفی می شود. این مدل در مقاله ای توسط تون و تسوتسوی (۲۰۱۴)، معرفی شده است که ترکیبی از مدل‌های NSBM و DSBM مقاله های قبلی شان می باشد. در این مدل ارتباط بخش ها با پیوندها و دوره های زمانی با انتقالها، نشان داده شده است. (شکل ۳-۵) قابل ذکر است که انتقالها از یک بخش به همان بخش در دوره زمانی بعد، انجام می شوند.



شکل ۳-۵: سازمان چند بخشی در دوره های زمانی مختلف

^۱ Dynamic SBM with network structure

تعداد n واحد تصمیم گیرنده ($j=1, \dots, n$) متشکل از k بخش ($k=1, \dots, K$) در طی T دوره زمانی موجود می باشد. همچنین m_k و r_k به ترتیب تعداد ورودی ها و خروجی های بخش k می باشد. پیوندهایی که از بخش k به بخش h میروند با $(K, h)_l$ و مجموعه پیوندها با l_{kh} نشان داده می شود. داده های مشاهده شده به صورت زیر می باشند:

الف) ورودی ها و خروجی ها

X_{ijk}^t ($i=1, \dots, m_k; j=1, \dots, n; k=1, \dots, K; t=1, \dots, T$) ورودی k ام برای بخش k ام؛ DMU_j در دوره زمانی t می باشد و Y_{rjk}^t ($j=1, \dots, n; k=1, \dots, K; t=1, \dots, T; r=1, \dots, r_k$) محصول خروجی r ام برای بخش k ام؛ DMU_j در دوره زمانی t می باشد.

ب) پیوندها

$Z_{j(k,h)_l}^t$ ($t=1, \dots, T; j=1, \dots, n; l=1, \dots, L_{kh}$) پیوند محصول میانی از بخش k ام DMU_j به بخش h ام آن در دوره زمانی t است که L_{kh} تعداد پیوندها می باشد.

ج) انتقالها

$Z_{jkl}^{(t,t+1)}$ ($j=1, \dots, n; l=1, \dots, L_k; k=1, \dots, K, t=1, \dots, T-1$) انتقال در بخش k ام DMU_j ؛ از دوره زمانی t به $t+1$ است که L_k بیانگر تعداد انتقالها می باشد.

۱. معرفی DMU_0 :

DMU_0 ($o=1, \dots, n$) به صورت زیر بیان می گردد:

۱.۱. ورودی ها و خروجی ها

محدودیت های مربوط به ورودی ها و خروجی ها به صورت زیر است:

$$x_{ok}^t = X_k^t \lambda_k^t + s_{ko}^{t-} \quad (\forall k, \forall t)$$

$$y_{ok}^t = Y_k^t \lambda_k^t - s_{ko}^{t+} \quad (\forall k, \forall t)$$

$$e \lambda_k^t = 1 \quad (\forall k, \forall t)$$

$$\lambda_k^t \geq 0, s_{ko}^{t-} \geq 0, s_{ko}^{t+} \geq 0$$

محدودیت ۶

که در این محدودیت ها $X_k^t = (x_{1k}^t, \dots, x_{nk}^t) \in R^{m_k \times n}$ و

$Y_k^t = (y_{1k}^t, \dots, y_{nk}^t) \in R^{r_k \times n}$ ماتریس ورودی ها و خروجی ها می باشند و S_{ko}^{t+} و S_{ko}^t

به ترتیب مازاد ورودی ها و کمبود خروجی ها است .

۱.۲. پیوندها

محدودیت پیوندها شامل انواع متعددی می باشد که چهار مورد آن معرفی می شود:

(الف) پیوند آزاد (LF)

پیوند فعالیت ها آزادانه (اختیاری) مشخص می گردند در حالیکه تداوم بین ورودی و خروجی دارند :

$$z_{(kh)free}^t \lambda_h^t = z_{(kh)free}^t \lambda_k^t \quad (\forall (kh)free, \forall t)$$

محدودیت ۷

که در آن:

$$z_{(kh)free}^t = (z_{1(kh)free}^t, \dots, z_{n(kh)free}^t) \in R^{l(kh)free \times n}$$

این مورد شامل حالتهایی می شود که هدف تعیین مناسب بودن یا نبودن جریان فعلی است. به عنوان

مثال این نوع پیوند می تواند جواب بهینه برنامه خطی را افزایش یا کاهش دهد. در این مورد رابطه

زیر بر قرار می باشد:

$$z_{o(kh)free}^t = z_{(kh)free}^t \lambda_k^t + s_{o(kh)free}^t$$

محدودیت ۸

که در آن $s_{o(kh)free}^t \in R^{l(kh)}$ ، اسلک و آزاد در علامت می باشد.

(ب) پیوند ثابت (LN)

پیوند فعالیت ها غیرقابل تغییر (غیر اختیاری) می باشد.

$$z_{o(kh)fix}^t = z_{(kh)fix}^t \lambda_h^t \quad (\forall (kh)fix, \forall t)$$

$$z_{o(kh)fix}^t = z_{(kh)fix}^t \lambda_k^t \quad (\forall (kh)fix, \forall t)$$

محدودیت ۹

این مورد مربوط به موقعیت هایی می شود که محصول میانی خارج از کنترل مدیریت می باشد.

ج) پیوند "مشابه ورودی" (LB)

این پیوند ، مشابه ورودی رفتار می کند و مازادش به عنوان ناکارایی ورودی محاسبه می شود.

$$Z_{o(kh)in}^t = Z_{(kh)in}^t \lambda_k^t + S_{o(kh)in}^t \quad (kh)in = 1, \dots, linkin_k$$

محدودیت ۱۰

که در آن $S_{o(kh)in}^t \in R^{l(kh)in}$ اسلک و غیر منفی می باشد و همچنین $linkin_k$ تعداد

پیوندهای مشابه ورودی بخش K می باشد.

د) پیوند "مشابه خروجی"

این پیوند مشابه خروجی از بخش قبلی عمل می کند و کمبودش به عنوان ناکارایی خروجی محاسبه

می شود.

$$Z_{o(kh)out}^t = Z_{(kh)out}^t \lambda_k^t + S_{o(kh)out}^t \quad (kh)out = 1, \dots, linkout_k$$

محدودیت ۱۱

که در آن $S_{o(kh)out}^t \in R^{l(kh)out}$ اسلک و غیر منفی است و $linkout_k$ تعداد پیوندهای مشابه

خروجی می باشد.

در تمامی این موارد شرط تداوم بین پیوند ورودی و خروجی باید حفظ گردد.

۱.۳. انتقالها

انتقالها شامل همان چهار دسته، معرفی شده در مدل DSBM می باشد.

محدودیت انتقالها به صورت زیر است :

تداوم جریان انتقالها از دوره t به دوره زمانی t+1 با شرط زیر ، عنوان می گردد:

$$\sum_{j=1}^n Z_{jk_l\alpha}^{(t,t+1)} \lambda_{jk}^t = \sum_{j=1}^n Z_{jk_l\alpha}^{(t,t+1)} \lambda_{jk}^{t+1} \quad (\forall k; \forall k_l ; t = 1, I, T - 1)$$

محدودیت ۱۲

که در این محدودیت α ، می تواند bad، good ، free ، یا fix باشد.

متناسب با هر طبقه از انتقالها روابط زیر وجود دارد:

$$Z_{ok_1good}^{(t,t+1)} = \sum_{j=1}^n Z_{jk_1good}^{(t,t+1)} \lambda_{jk}^t - S_{ok_1good}^{(t,t+1)} \quad (k_l = 1, \dots, ngood_k ; \forall k; \forall t)$$

$$z_{ok_lbad}^{(t,t+1)} = \sum_{j=1}^n z_{jk_lbad}^{(t,t+1)} \lambda_{jk}^t + s_{ok_lbad}^{(t,t+1)} \quad (k_l = 1, \dots, nbad_k ; \forall k; \forall t)$$

$$z_{ok_lfree}^{(t,t+1)} = \sum_{j=1}^n z_{jk_lfree}^{(t,t+1)} \lambda_{jk}^t + s_{ok_lfree}^{(t,t+1)} \quad (k_l = 1, \dots, nfree_k ; \forall k; \forall t)$$

$$z_{ok_lfix}^{(t,t+1)} = \sum_{j=1}^n z_{jk_lfix}^{(t,t+1)} \lambda_{jk}^t \quad (k_l = 1, \dots, nfix_k ; \forall k; \forall t)$$

$$s_{ok_lgood}^{(t,t+1)} \geq 0, s_{ok_lbad}^{(t,t+1)} \geq 0, \text{ and } s_{ok_lfree}^{(t,t+1)} : \text{free}$$

محدودیت ۱۳

۲. تابع هدف

کارایی کلی با برنامه زیر اندازه گیری می شود:

$$\theta_0^* = \min \frac{\sum_{t=1}^T w^t \left[\sum_{k=1}^K w^k \left[1 - \frac{1}{m_k + linkin_k + nbad_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_{iok}^{t-}}{x_{iok}^t} + \sum_{(kh)_l=1}^{linkin_k} \frac{s_{o(kh)_lin}^t}{z_{o(kh)_lin}^t} + \sum_{k_l=1}^{nbad_k} \frac{s_{ok_lbad}^{(t,t+1)}}{z_{ok_lbad}^{(t,t+1)}} \right) \right] \right]}{\sum_{t=1}^T w^t \left[\sum_{k=1}^K w^k \left[1 + \frac{1}{r_k + linkout_k + ngood_k} \left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{s_{rok}^{t+}}{y_{rok}^t} + \sum_{(kh)_l=1}^{linkout_k} \frac{s_{o(kh)_lout}^t}{z_{o(kh)_lout}^t} + \sum_{k_l=1}^{nbad_k} \frac{s_{ok_lbad}^{(t,t+1)}}{z_{ok_lbad}^{(t,t+1)}} \right) \right] \right]}$$

Subject to (6)-(13)

مدل ۳-۱۷: مدل Dynamic NetworkSBM جمعی

در این مدل ، W^t وزن برای دوره زمانی t و w^k وزن بخش k می باشند. این وزن ها به صورت خارجی تعیین می گردند و در شروط زیر صدق می کنند:

$$\sum_{t=1}^T w^t = 1, \sum_{k=1}^K w^k = 1, w^t \geq 0 (\forall t), w^k \geq 0 (\forall k)$$

صورت کسر شامل اسلک های مربوط به ورودی ها ، پیوندهای "به عنوان ورودی" و انتقالهای بد می شود و مخرج کسر شامل اسلک های مربوط به خروجی ها ، پیوندهای "به عنوان خروجی" و انتقالهای خوب است که با وزن های بخش ها w^k و وزنهای دوره های زمانی w^t ، وزن دهی می شوند و نتیجه کارایی کلی θ_0^* می شود. وزن های بخشی دلالت بر اهمیت بخش ها دارند ، در حالیکه وزن های دوره های زمانی برای مثال نرخ تنزیل دوره ای را بازتاب می دهد. با بکار گرفتن مقادیر بهینه تابع

هدف می توان کارایی بخشی و دوره ای را برای هر واحد تصمیم گیرنده محاسبه نمود. (تون و

تسوتسوی؛ ۲۰۱۴)

فصل چهارم:

تجزیه و تحلیل داده ها

(مطالعه موردی پژوهش)

۴.۱ مقدمه

معمولاً مطالعات پژوهشی با طرح یک مسئله شروع می شوند. محقق در راستای اهداف تحقیق ، مناسب ترین روش ها را برای پاسخگویی به سوالات خود بر می گزیند ، سپس به جمع آوری داده ها و تجزیه و تحلیل آنها، در یک قلمرو مشخص اقدام می کند. در این تحقیق نیز بعد از انتخاب و ارائه مدل پیشنهادی ، جهت به نتیجه رساندن تحقیق ، مدل خود ارزیابی در یک مطالعه موردی بکارگرفته شده و تجزیه و تحلیل می گردد.

موردی که در این تحقیق برای مطالعه انتخاب شده است یکی از محصولات کارخانه سیم و کابل مغان شاهرود می باشد. در این کارخانه طرح کیفی محصول که شامل مراحل تولید محصول و تست های لازم برای کنترل هر مرحله طبق استانداردهای مرجع است، تعریف شده است و میزان کیفیت محصول در مقایسه با خودش در تولیدات قبلی با توجه به ورودی هایی که در هر دوره دریافت کرده است و مشخصه های کیفی اش (خروجی ها) ، توسط مدل مورد بررسی نسبی قرار می گیرد و قابلیت ارزیابی و بهبود فراهم می گردد. البته در این مدل تنها قابلیت بهبود نسبت به دوره های قبل منعکس می گردد و می توان از روشهای دیگر برای ارتقاء مطلق کیفی استفاده نمود.

۴.۲ روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف تحقیقی کاربردی است. در بخش ادبیات تحقیق و همچنین بخش ابزار پژوهش از روش کتابخانه ای استفاده گردیده است و فصل حاضر به تجزیه و تحلیل داده های مربوط به مطالعه موردی می باشد. همچنین با عنایت به اینکه پژوهش مبنی بر تحلیل های آماری نمی باشد، نیازی به تعیین جامعه و نمونه آماری به معنای خاص وجود ندارد . البته از آنجا که طراحی مدل بر اساس روش کمی است داده های لازم برای تعیین حدود کنترلی با نمونه برداری کیفی در بازه های زمانی مختلف انجام پذیرفته است.

۴.۳ مطالعه موردی

با توجه به مسئله تحقیق شرکت سیم و کابل مغان که یکی از پیشرفته ترین تولیدکنندگان داخلی سیم و کابل می باشد، به عنوان مورد مطالعه انتخاب شد. این شرکت شرایط مورد نیاز تحقیق از لحاظ مدیریت کیفیت را دارا می باشد و اجرای مدل روی محصولات این کارخانه امکانپذیر است.

۴.۳.۱ معرفی شرکت

شرکت تولیدی و صنعتی سیم و کابل مغان در سال ۱۳۶۱ تاسیس شد و در سال ۱۳۶۳ به شکل سهامی خاص با ظرفیت تولید ۴۸۰۰ تن در سال آغاز بکار نمود. در مدت زمان کوتاهی موفق به اخذ گواهینامه استاندارد ملی جهت تولیدات خود گردید. این شرکت با تجربه ۳۰ ساله و با بهره گیری از تکنولوژی روز دنیا و در اختیار گرفتن مهندسين و مشاورين با تجربه، گامی در توسعه کمی و کیفی محصولات خود برداشته است. بدین منظور با همت مدیران شرکت، واحد جدید شرکت سیم و کابل مغان در شهرک صنعتی شاهرود در زمینی به مساحت ۱۰۲,۰۰۰ مترمربع (۳۶,۰۰۰ مترمربع مسقف و ۶۶,۰۰۰ مترمربع فضای آزاد) احداث و کلیه امکانات تولیدی و آزمایشگاهی از معتبرترین شرکت های اروپایی خریداری شده است. با راه اندازی این تجهیزات، ظرفیت تولیدی شرکت به ۱۸۰۰۰ تن مس و ۴۲۰۰۰ کالا در سال افزایش یافته است. با مجهز شدن کارخانه به خطوط تولید کابل های فشار قوی امکان تولید کابل تا ولتاژ ۲۳۰ کیلو ولت فراهم گردیده است.

واحد جدید به آزمایشگاههایی برای انجام انواع تست های لازم از جمله تست های الکتریکی، مکانیکی ، شرایط آتش و ... برای کابل های فشار ضعیف و فشار متوسط و فشار قوی جهت حصول اطمینان از مرغوبیت محصولات تولیدی ، بهبود کیفیت و رضایت کامل مشتری مجهز گردیده است.

این شرکت موفق به اخذ گواهینامه سیستم های مدیریتی ISO ۱۰۰۰۲-۲۰۰۴ ISO ۹۰۰۱-۲۰۰۸ است.

ISO 18001:2007 ISO 14001:2004 از شرکت TUV آلمان گردیده است که با دارا بودن

این گواهینامه ها تلاش در برآورده ساختن کلیه خواسته های مشتریان خود دارد.

تولیدات شرکت:

انواع کابل های ولتاژ بالا-کابل های مخصوص و ابزار دقیق-کابل چند رشته برق-انواع کابل با روکش

سیلیکونی-کابل آلومینیومی روکش دار-کابل آلومینیومی با مغزی فولادی ACSR-کابل قلع اندود-

کابل جوشکاری-مفتول آلومینیوم

مراحل تولید:

مس موردنیاز کارخانه از کرمان و کاشان تهیه می شود. وزن هر پالت مس خریداری شده ۵ تن و قطر

رشته های مس ۸mm می باشد. مس پس از ورود به کارخانه طی مراحل طی به سیم و کابل با قطر های

متفاوت تبدیل می شود.

خط تولید:

مراحل تولید عبارتند از: کشش ، تاب و بانچ ، روکش ، بسته بندی

الف-کشش:

دستگاههایی که عملیات کشش را انجام می دهند عبارتند از :

ROD,SAMP,BEKEART

۱. دستگاه کشش راد:

(کشش سنگین) ورودی این دستگاه پالت های مس با قطر ۸ میلی متر می باشد قالب هایی در این

دستگاه تعبیه شده است که باعث می شود مس پس از عبور از آنها کشیده شود در واقع این قالب ها

فشار مس را از بین می برد و ساختار مس را که به صورت مولکول های دایره ای و بیضی میباشند می

شکنند و به صورت مولکولهای مثلثی مانند تبدیل می کنند بعد از این مرحله چون ساختار مس در

هم شکسته است مس را آنیل می کنند. بدین صورت که مس ابتدا در کوره ای گرما میبیند سپس

وارد لوله ی بخار فشار قوی می شود (برای جلوگیری از اکسید شدن) و برای خنک شدن وارد مخزن

آب سرد میشود وبعد از آن وارد لوله باد می شود تا خشک شود. خروجی دستگاه دارای قطر های متفاوتی است که بزرگترین قطر مس ۳.۵۱ و کوچکترین آن ۱.۳۶ می باشد با توجه به قطر مس تولیدی، خروجی دستگاه روی قرقره یا بسکت پیچیده می شود.

۲. دستگاه کشش میانی SAMP

(کشش میانی) این دستگاه از دستگاه ROD پیشرفته تر است . به این دستگاه Moulti bayer یا چند سیمه می گویند چون می تواند ۸ رشته مس را به طور همزمان کشش دهد(خروجی به صورت ۸ رشته ای می باشد) . ورودی این دستگاه ۸ بسکت است که کوچکترین قطر مس بسکت ها ۱.۳۸ و بزرگترین آن ۲.۲۴ می باشد . مراحل کشش مانند کشش سنگین می باشد . کوچکترین قطر هر رشته مس خروجی ۰.۲۸۰ است . جنس قالب های این دستگاه از الماس طبیعی است که بسیار گران می باشد . بالاترین سرعت دستگاه ۳۵ متر بر ثانیه است که معمولا به علت پارگی بیش از اندازه مس ، از سرعت های پایین تر استفاده می کنند.

۳. دستگاه کشش میانی Bekeart

(کشش سبک) این دستگاه نیز یکی از دستگاههای کشش می باشد مراحل تولید شبیه کشش میانی است . ورودی دستگاه ۸ یا ۴ بسکت ۱.۳۸ است و قطر خروجی آن ۰.۲۳۲ می باشد.

ب- بانچ:

عملیاتی که طی آن رشته های مس به هم تابیده می شوند . دستگاههایی که عملیات بانچ را انجام می دهند بانچر نام دارند. بانچر دستگاهی است که رشته های مس را به هم می تاباند . این دستگاه در تعداد رشته ها و قطر خروجی مس تابیده شده محدودیت دارد. از این رو برای تاباندن رشته های زیاد مس از دستگاه تاب استفاده می شود. (که با دو هدف زیر از دستگاههای تاب استفاده می شود: ۱- تاباندن رشته های مس به یکدیگر ، هر جا که محدودیت بانچرها مانعی در راه تولید ایجاد کند . ۲- تاباندن سیمهای روکش شده با هم که دستگاه های بانچر توانایی این کار را ندارند.) که در ادامه در مورد این دستگاه ها بیشتر توضیح خواهیم داد.

خروجی دستگاههای Samp,bekeart ورودی با نچرها می باشند . سطح مقطع خروجی بانچرها ۱.۵ (۴قرقه ۸ رشته ۰.۲۳۲) ؛ ۲.۵ (۵۳ تا رشته ۰.۲۳۲) ؛ ۴ (۵۶ رشته ۰.۲۸۰) ؛ ۶ (۸۵ تا رشته ۰.۲۸۰) میلی متر می باشد.

ج-تاب:

در این مرحله سیم های مس به هم تابیده می شوند. دستگاههای تاب ،دستگاههایی هستند که سیم ها را به هم می تابانند. این دستگاهها در تعداد رشته و قطر سیم های ورودی تفاوت دارند.خروجی بانچرها بعد از روکش وارد این مرحله می شوند.که شامل دستگاههای زیر می باشد:

۱. استرندر:

گاهی اوقات لازم است از سیمهای تولید شده کابل تهیه شود بدین منظور سیمها را در همان مرحله اکسترودر بر روی قرقره پر می کنند و سپس این قرقره را به وسیله دستگاه استرندر به هم می تابانند و بر روی یک قرقره دیگر پر می کنند و سپس این قرقره را در دستگاه اکسترودر روکش می کنند. نحوه تابیدن سیمهای تولیدی اگرچه در استاندارد منبعی ندارد ولی باید یک طول تاب ثابت و مقرون به صرفه و اقتصادی را بکار بریم و یا به بیان دیگر استاندارد کارخانه ای برای این قسمت ایجاد کنیم.

۲. Single twist

قطر خروجی های این دستگاه ۱۰،۱۶mm است .

۳. Double twist:

خروجی این دستگاه دارای قطر ۲۵،۳۵،۱۶ می باشند.

۴. caibler :

دستگاهی است که برای تاباندن چند رشته سیم به هم کاربرد دارد.خروجی های strander با این دستگاه به هم تابیده می شوند.

د-روکش :

در این مرحله رشته های مس روکش می شوند . دستگاههایی که این عملیات را انجام می دهند اکسترودر نام دارند. با توجه به طرحهای کیفیت محصول (ترکیب ماده اولیه، رنگ روکش و شرایط خاص تولیدمثل پیچیدن نوار نایلونی قبل از روکش) دستگاهها یا اکسترودرها تطبیق داده می شوند. عمل چاپ مشخصات بر روی سیم نیز توسط پرینترهای مخصوص در این مرحله صورت می پذیرد. از اکسترودر ها به دو منظور استفاده می شود:

۱. روکش کردن سیم های مسی

۲. ایجاد غلاف به دور چند سیم و تولید سیم های چند رشته

انواع اکسترودر ها:

E80: خروجی بانچرها با این دستگاه عایق می شوند.

E100: خروجی دستگاههای double , single , strander با این دستگاه عایق و روکش می شوند.

E160: خروجی های caibler با این دستگاه عایق و روکش می شوند.

S-Z : این دستگاه ابتدا دو سیم عایق شده دستگاههای اکسترودر ۸۰-۹۰ را به یکدیگر تاب داده و سپس کابل را عایق می کند و عملیات مارک زنی را انجام می دهد. نکته ی قابل توجه این است که برای تولید بعضی از محصولات خروجی بانچرها پس از عایق شدن و روکش با دستگاه تاب تابیده می شوند و بعد از آن دوباره روکش می شوند.

ه- بسته بندی:

در این قسمت دستگاه هایی برای بستن کابل بر روی قرقره های چوبی (ریواند) و همچنین دستگاه هایی که می توان توسط آنها سیم ها را به صورت کلافهایی با طول مشخص در آورد، وجود دارد.

۴.۳.۲ معرفی محصول :

با توجه به تنوع محصولات کارخانه، از اطلاعات محصول " ۶*۲ مفتول " که از تولیدات روتین کارخانه و دارای عملیات مناسب برای مدلسازی می باشد ، استفاده شده است. همچنین به دلیل نیاز مدل به داده های زمانی ، اطلاعات ۳ دوره چهار ماهه، سالهای ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ و همچنین ۴ ماهه اول سال ۱۳۹۲ این محصول استخراج گردید (اطلاعات مربوط به دستور تولیدهای با مترژ یکسان می باشد).

برای تولید این کابل ۴ مرحله تولیدی کشش، روکش اولیه و تاب و روکش نهایی طی می گردد. معمولاً برنامه ریزی تولید این محصول به نحوی صورت می گیرد که دو مرحله آخر یعنی تاب و روکش نهایی توسط یک دستگاه (دستگاه S-Z) انجام پذیرد. تست های کنترل کیفی با نمونه برداری از خروجی های هر کدام از این دستگاههای تولیدی انجام می شود. پس در حقیقت می توان این فرآیند را دارای ۳ مرحله تولیدی دانست.

۴.۴ مدلسازی محصول:

۴.۴.۱ گام اول: تعیین مراحل تولید ، ورودی ها و خروجی ها

برای مدلسازی محصول ، فرآیند تولید را به عنوان بخش های مدل در نظر می گیریم. در این صورت مدل ارزیابی این محصول شامل ۳ بخش می باشد.

گام بعدی در مدلسازی تعیین ورودی ها و خروجی های کیفی می باشد. ابتدا مشخصه های تولیدی و کیفی مهم هر مرحله از نظر کارشناسان تولید و استانداردها ؛ را بررسی و سپس ورودیها و خروجی های این مدل را تعیین می کنیم.

۱. کشش سنگین راد

در این مرحله دو تست کنترل کیفی بسیار حائز اهمیت می باشد:

اولی تست درصد آنیل مس است که میزان نرم شدگی مس را نشان می دهد و درصد بالاتر این تست مطلوب تر است. این تست در مشخصه های کیفی مراحل بعد تأثیری ندارد و به عنوان خروجی در نظر گرفته می شود.

تست دوم اندازه گیری قطر هادی خروجی است ، میانگین مجاز قطر هادی طبق استاندارد ۲.۷۱mm می باشد. قطر هادی در قطر خروجی مراحل بعد تأثیر کیفی بسزایی دارد و به همین دلیل همانند پیوندهای بین بخشی مدل NSBM فرض می گردد.

طبق نظر کارشناسان تولید عواملی همچون درجه حرارت کوره ، تعداد قالبهای الماس دستگاه و سرعت دستگاه بر نتایج تستهای کیفی اثرگذار می باشند. از میان این عوامل تعداد قالبهای دستگاه ، ورودی بخش در نظر گرفته می شود که کاهش آن نیز از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است.

۲. روکش دو عدد سیم با سطح مقطع 6 mm^2 به رنگ های آبی و قهوه ای (اکسترودر ۸۰ یا ۹۰) طرح کیفی استاندارد این مرحله در جدول زیر آمده است:

جدول ۴-۱: طرح کیفی استاندارد مرحله دوم تولید سیم ۶*۲ مفتول

وزن تقریبی Kg/Km	حداکثر مقاومت هادی در 20°C Ω/km	حداقل مقاومت عایقی در 70°C Ω/km	میانگین قطر خارجی	ضخامت عایق	سطح مقطع نامی
۶۶	۳.۰۸	۰.۰۰۷	۴.۴	۰.۸	۶

علاوه بر موارد بالا در این مرحله عوامل ظاهری عایق مثل تناسب و یکنواختی رنگ عایق، و سنتر بودن هادی ؛ نیز بررسی می گردند. جنس گرانول PVC و میزان استفاده از آن در ضخامت عایق و عوامل ظاهری آن بسیار موثر است.

از میان عوامل بالا مقاومت عایق به عنوان خروجی بخش دوم انتخاب شد . همچنین قطر خارجی سیم روکش شده که بر روی خروجی مرحله بعد تأثیر گذار است، به عنوان پیوند این دو مرحله در نظر گرفته شده است. تعداد اپراتورهای این بخش نیز ، ورودی مدل است.

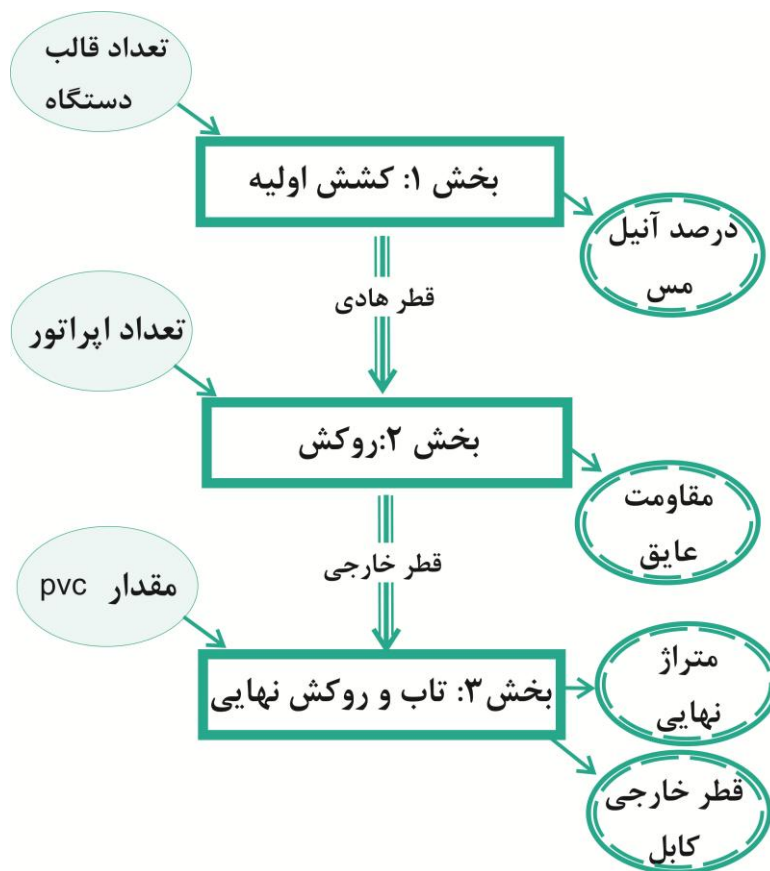
۳. تاب سیم ها و روکش نهایی کابل ۶*۲ مفتول (دستگاه S-Z)

جدول ۴-۲: طرح کیفی استاندارد مرحله سوم تولید سیم ۶*۲ مفتول

وزن تقریبی Kg/Km	میانگین قطر خارجی	ضخامت روکش	ضخامت روکش میانی	ضخامت عایق	تعداد و سطح مقطع هادی ها
۲۷۲	۱۱.۲	۱.۲	۰.۴	۰.۸	۶*۲

در این مرحله نیز جنس گرانول ها و میزان استفاده از گرانول و تعداد اپراتور و طول تاب جز مشخصه هایی هستند که بر کیفیت نهایی تاثیرگذارند. مازاد مترای نهایی بالاتر با استفاده از عوامل تولید یکسان نیز یک امتیاز تولیدی می باشد.

مقدار گرانول PVC (کیلوگرم بر متر) ، ورودی مدل و تست قطر خروجی کابل و مترای تولید شده ؛ به عنوان خروجی های بخش سوم انتخاب شدند.



شکل ۴-۱: فرآیند تولید محصول و ورودی ها و خروجی های کیفی هر مرحله

۴.۴.۲ گام دوم: تعیین هدف و نوع ورودی‌ها و خروجی‌ها

با توجه به مراحل تولید و نهاده‌های تولیدی و همچنین مشخصه‌های کیفی مورد نظر متخصصین، مشتریان و یا استانداردها؛ ورودی‌ها، خروجی‌ها و پیوندهای مدل مشخص گردید. اما تابع هدف و محدودیت‌های مدل برنامه‌ریزی ریاضی نیازمند مشخص کردن نوع هر کدام از ورودی‌ها، خروجی‌ها و پیوندها با توجه به هدف تولید یا کیفیت، است. نوع و هدف متغیرهای مدل به تفکیک بخش مورد نظر در جداول زیر خلاصه شده است.

جدول ۳-۴: تعیین هدف و نوع ورودیها و خروجیهای مرحله اول تولید

بخش اول:	طریقه محاسبه:	هدف:	نوع
ورودی: تعداد قالب دستگاه	تعداد قالب در دستور تولید هر دوره زمانی، موجود است.	کاهش تعداد	ورودی مطلوب
خروجی: درصد آنیل	تعیین حدود نمودار \bar{x} و R برای مشاهدات انجام شده در نمونه‌گیری‌ها	افزایش خط مرکزی	خروجی مطلوب
پیوند: قطر هادی	تعیین حدود نمودار \bar{x} و R برای نمونه‌ها	کاهش قدرمطلق فاصله خط مرکزی تا مقدار استاندارد	پیوند مشابه ورودی

جدول ۴-۴: تعیین هدف و نوع ورودیها و خروجیهای مرحله دوم تولید

بخش دوم:	طریقه محاسبه:	هدف:	نوع
ورودی: تعداد اپراتور	تعداد اپراتور در دستور تولید هر دوره زمانی، موجود است.	کاهش تعداد اپراتور	ورودی مطلوب
خروجی: مقاومت عایق	تعیین حدود نمودار \bar{x} و S برای مشاهدات انجام شده در نمونه‌گیری‌ها	افزایش خط مرکزی	خروجی مطلوب
پیوند: قطر خارجی	تعیین حدود نمودار \bar{x} و R برای مشاهدات انجام شده در نمونه‌گیری‌ها	کاهش قدرمطلق فاصله خط مرکزی تا مقدار استاندارد	پیوند مشابه ورودی

جدول ۴-۵: تعیین هدف و نوع ورودیها و خروجیهای مرحله سوم تولید

بخش سوم:	طریقه محاسبه:	هدف :	نوع
ورودی: میزان PVC مصرفی	میزان PVC مصرفی از اطلاعات تولید قابل استخراج است.	کاهش میزان مصرف PVC	ورودی مطلوب
خروجی ۱: مازاد مترآژ	مازاد مترآژ نهایی تولیدی از اطلاعات تولید قابل استخراج می باشد.	افزایش مترآژ نهایی	خروجی مطلوب
خروجی ۲ و ۳: قطر خروجی کابل و انحرافات قطر خروجی	تعیین حدود نمودار \bar{x} و S برای مشاهدات انجام شده در نمونه گیری	کاهش قدرمطلق فاصله خط مرکزی تا مقدار استاندارد	خروجی نامطلوب
		کاهش انحراف معیار مشاهدات \sim کاهش $A_1\delta$	خروجی نامطلوب

۴.۴.۳ گام سوم: استخراج اطلاعات از نمودارهای کنترلی

در این قسمت نحوه استخراج داده ها از نمودارهای کنترل کیفی ، شرح داده می شود.

چهار ماهه اول سال ۱۳۸۹:

بخش اول:

ورودی ۱ (تعداد قالب) : ۱۶

خروجی ۱ (خط مرکزی نمودار XR) : $CL=10$

داده هایی که خروجی ۱ از آن استخراج گردیده است در جدول زیر خلاصه شده است. برای اندازه

گیری درصد آنیل مس از هر قرقره تولیدی یک نمونه برداشت می شود و مشاهدات ، ۵ بار تکرار می

گردد.

جدول ۴-۶: نتایج نمونه گیری های درصد آنیل در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹

R	X	مشاهدات					شماره نمونه	
		۴	۹.۶	۱۰	۸	۱۰	۱۲	۸
۲	۱۱.۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۲	۱۰	هفته ۲	
۴	۹.۶	۸	۱۰	۱۲	۸	۱۰	هفته ۳	
۲	۹.۸	۹	۱۰	۱۱	۹	۱۰	هفته ۴	
۲	۱۱.۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۲	۱۰	هفته ۱	ماه دوم
۴	۹.۶	۱۰	۸	۱۰	۱۲	۸	هفته ۲	
۲	۱۱.۴	۱۲	۱۲	۱۱	۱۲	۱۰	هفته ۳	
۴	۹.۶	۸	۱۰	۱۰	۸	۱۲	هفته ۴	
۲	۹.۸	۹	۱۰	۱۱	۹	۱۰	هفته ۱	ماه سوم
۵	۹.۸	۱۱	۹	۱۰	۱۲	۷	هفته ۲	
۴	۹.۶	۸	۸	۱۰	۱۲	۱۰	هفته ۳	
۴	۹.۶	۱۰	۸	۱۰	۱۲	۸	هفته ۴	
۴	۹.۸	۸	۱۰	۱۲	۹	۱۰	هفته ۱	ماه چهارم
۲	۹.۸	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۹	هفته ۲	
۵	۹.۸	۱۱	۹	۱۲	۱۰	۷	هفته ۳	
۵	۹.۸	۱۱	۷	۱۰	۹	۱۲	هفته ۴	
$\bar{R}=3.4$	$\bar{X}=10$							

$D_3=0$ و $D_4=2.114$ و $A_2=0.577$ می باشند. (ضمیمه ۱)

$$LCL = RD_3 = 3.4 * 0 = 0$$

$$UCL = RD_4 = 3.4 * 2.114 = 7.26$$

$$UCL = \bar{X} + A_2\bar{R} = 10 + (0.577 * 3.4) = 11.98$$

$$CL = 10$$

$$LCL = X - A_2R = 10 - (0.577 * 3.4) = 8.016$$

فرمول ۱-۴: حدود کنترلی تست درصد آنیل

$$|CL - 2.71| = |2.73 - 2.71| = 0.02 \text{ : پیوند ۱ (قطر هادی)}$$

داده هایی که پیوند ۱ از آن استخراج گردیده است در جدول زیر خلاصه شده است. در نمونه گیری های انجام شده ، قطر هادی نیز اندازه گیری شده و مقادیر مشاهدات در جدول زیر موجود می باشد.

جدول ۷-۴: نتایج نمونه گیری های قطر هادی در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹

R	X	مشاهدات					شماره نمونه	
۰.۰۵	۲.۷۱۴	۲.۷۴	۲.۶۹	۲.۷۱	۲.۷۴	۲.۶۹	هفته ۱	ماه اول
۰.۰۵	۲.۷۱۴	۲.۷۴	۲.۶۹	۲.۶۹	۲.۷۴	۲.۷۱	هفته ۲	
۰.۰۶	۲.۷۲۴	۲.۷۳	۲.۷۱	۲.۶۹	۲.۷۵	۲.۷۴	هفته ۳	
۰.۰۴	۲.۷۲۸	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷	۲.۷۳	۲.۷۴	هفته ۴	
۰.۰۳	۲.۷۴۲	۲.۷۶	۲.۷۵	۲.۷۴	۲.۷۳	۲.۷۳	هفته ۱	ماه دوم
۰.۰۶	۲.۷۲۴	۲.۷۳	۲.۷۱	۲.۶۹	۲.۷۵	۲.۷۴	هفته ۲	
۰.۰۵	۲.۷۴۲	۲.۷۵	۲.۷۶	۲.۷۱	۲.۷۴	۲.۷۵	هفته ۳	
۰.۰۶	۲.۷۲۴	۲.۷۳	۲.۷۱	۲.۶۹	۲.۷۵	۲.۷۴	هفته ۴	
۰.۰۴	۲.۷۲۸	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷۴	۲.۷۳	۲.۷	هفته ۱	ماه سوم
۰.۰۳	۲.۷۴۲	۲.۷۶	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷۳	۲.۷۵	هفته ۲	
۰.۰۵	۲.۷۴۴	۲.۷۵	۲.۷۶	۲.۷۱	۲.۷۴	۲.۷۶	هفته ۳	
۰.۰۴	۲.۷۲۸	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷۴	۲.۷۳	۲.۷	هفته ۴	
۰.۰۳	۲.۷۴۲	۲.۷۶	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷۳	۲.۷۵	هفته ۱	ماه چهارم
۰.۰۴	۲.۷۲۸	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷	۲.۷۳	۲.۷۴	هفته ۲	
۰.۰۳	۲.۷۴۲	۲.۷۶	۲.۷۳	۲.۷۴	۲.۷۳	۲.۷۵	هفته ۳	
۰.۰۵	۲.۷۱۴	۲.۷۴	۲.۶۹	۲.۷۱	۲.۷۴	۲.۶۹	هفته ۴	
$\bar{R} = 0.044$	$\bar{X} = 2.73$							

$$LCL = RD_3 = 0.044 * 0 = 0$$

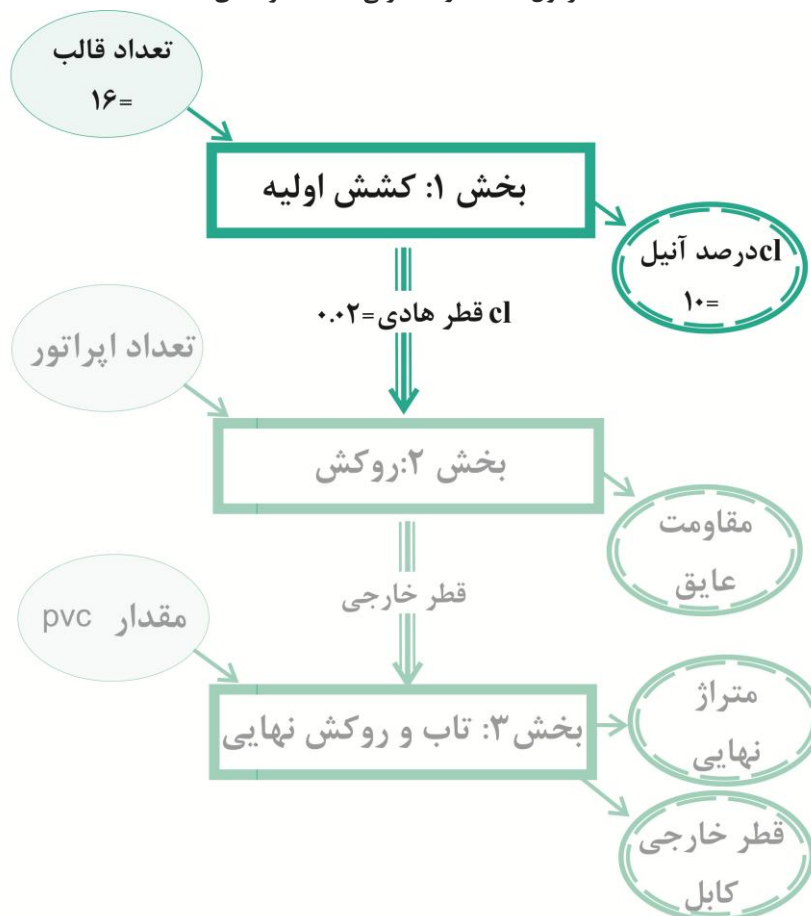
$$UCL = RD_4 = 0.044 * 2.114 = 0.093$$

$$UCL = X + A_2R = 2.73 + (0.577 * 0.044) = 2.75$$

$$CL = 2.73$$

$$LCL = X - A_2R = 2.73 - (0.577 * 0.044) = 2.70$$

فرمول ۴-۲: حدود کنترلی تست قطر هادی



شکل ۴-۲: ورودی ها و خروجی های مرحله اول تولید

بخش دوم:

ورودی (تعداد اپراتور): ۲

خروجی (مقاومت عایق): $CL = 0.009$

خروجی مورد نظر از داده های زیر بدست آمده است. مقادیر مقاومت عایق در ۶ نمونه گیری به صورت زیر می باشد:

جدول ۴-۸: نتایج نمونه گیری های تست مقاومت عایق در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹

S	X	مشاهدات	شماره نمونه	
			ماه	اول
۰.۰۰۱۲۹	۰.۰۰۸۵	۰.۰۰۸ ۰.۰۰۷ ۰.۰۱ ۰.۰۰۹	هفته ۱	ماه اول
۰.۰۰۱۲۹	۰.۰۰۹۵	۰.۰۰۸ ۰.۰۱۱ ۰.۰۰۹ ۰.۰۱	هفته ۲	
۰.۰۰۰۸۱۶	۰.۰۱	۰.۰۱۱ ۰.۰۱ ۰.۰۰۹ ۰.۰۱	هفته ۳	
۰.۰۰۰۸۱	۰.۰۰۸	۰.۰۰۹ ۰.۰۰۷ ۰.۰۰۸ ۰.۰۰۸	هفته ۴	
۰.۰۰۱۴۱	۰.۰۰۸	۰.۰۰۹ ۰.۰۰۶ ۰.۰۰۸ ۰.۰۰۹	هفته ۱	ماه دوم
۰.۰۰۰۸۱۶۴	۰.۰۱	۰.۰۱ ۰.۰۱۱ ۰.۰۱ ۰.۰۰۹	هفته ۲	
۰.۰۰۰۱۲	۰.۰۰۸۵	۰.۰۰۸ ۰.۰۰۷ ۰.۰۱ ۰.۰۰۹	هفته ۳	
۰.۰۰۱۲۹۰	۰.۰۰۹۵	۰.۰۰۸ ۰.۰۱۱ ۰.۰۰۹ ۰.۰۱	هفته ۴	
۰.۰۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۹ ۰.۰۰۷ ۰.۰۰۸ ۰.۰۰۸	هفته ۱	ماه سوم
۰.۰۰۱۲۴	۰.۰۰۸۵	۰.۰۰۸ ۰.۰۰۷ ۰.۰۱ ۰.۰۰۹	هفته ۲	
۰.۰۰۰۱۴	۰.۰۰۸	۰.۰۰۹ ۰.۰۰۹ ۰.۰۰۸ ۰.۰۰۶	هفته ۳	
۰.۰۰۰۸۱	۰.۰۱	۰.۰۱ ۰.۰۱۱ ۰.۰۰۹ ۰.۰۱	هفته ۴	
۰.۰۰۰۸۱	۰.۰۰۸	۰.۰۰۹ ۰.۰۰۸ ۰.۰۰۸ ۰.۰۰۷	هفته ۱	ماه چهارم
۰.۰۰۰۱۲	۰.۰۰۹۵	۰.۰۱ ۰.۰۱۱ ۰.۰۰۹ ۰.۰۰۸	هفته ۲	
۰.۰۰۰۸۱	۰.۰۱	۰.۰۱۱ ۰.۰۱ ۰.۰۰۹ ۰.۰۱	هفته ۳	
۰.۰۰۰۸	۰.۰۱	۰.۰۰۹ ۰.۰۱ ۰.۰۱۱ ۰.۰۱	هفته ۴	
$\bar{S}=0.001$	$\bar{X}=0.009$			

$B_3=0$ و $B_4=2.266$ ضرایب رسم نمودار S می باشند و $A_3=1.628$ می باشد.

$$LCL = SB_3 = 0.001 * 0 = 0$$

$$UCL = SD_4 = 0.001 * 2.266 = 0.024$$

$$UCL = \bar{X} + A_3S = 0.009 + (1.628 * 0.01) = 0.01$$

$$CL=0.009$$

$$LCL= X-A_3S= 0.009-(1.628*0.01)= 0.007$$

فرمول ۴-۳: حدود کنترلی تست مقاومت عایق

$$|CL - 2.71| = |4.6 - 4.4| = 0.2 \quad (\text{قطر خارجی})$$

جدول ۴-۹: نتایج نمونه گیری های قطر خارجی در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹

R	X	مشاهدات					شماره نمونه	
۰.۶	۴.۵۴	۴.۶	۴.۹	۴.۳	۴.۴	۴.۵	هفته ۱	ماه اول
۰.۳	۴.۷۸	۴.۹	۴.۷	۴.۹	۴.۶	۴.۸	هفته ۲	
۰.۳	۴.۶۴	۴.۶	۴.۵	۴.۸	۴.۵	۴.۸	هفته ۳	
۰.۴	۴.۸	۵	۴.۹	۴.۶	۴.۷	۴.۸	هفته ۴	
۰.۶	۴.۵۴	۴.۶	۴.۹	۴.۵	۴.۴	۴.۳	هفته ۱	ماه دوم
۰.۳	۴.۶۴	۴.۸	۴.۵	۴.۸	۴.۵	۴.۶	هفته ۲	
۰.۳	۴.۷۸	۴.۹	۴.۷	۴.۸	۴.۹	۴.۶	هفته ۳	
۰.۳	۴.۲۸	۴.۳	۴.۴	۴.۱	۴.۲	۴.۴	هفته ۴	
۰.۴	۴.۸	۴.۸	۵	۴.۶	۴.۷	۴.۹	هفته ۱	ماه سوم
۰.۳	۴.۲۸	۴.۴	۴.۳	۴.۴	۴.۱	۴.۲	هفته ۲	
۰.۳	۴.۲۸	۴.۳	۴.۴	۴.۱	۴.۲	۴.۴	هفته ۳	
۰.۳	۴.۷۸	۴.۹	۴.۸	۴.۹	۴.۶	۴.۷	هفته ۴	
۰.۳	۴.۶۴	۴.۶	۴.۵	۴.۵	۴.۸	۴.۸	هفته ۱	ماه چهارم
۰.۴	۴.۸	۴.۸	۴.۹	۴.۶	۴.۷	۵	هفته ۲	
۰.۶	۴.۵۴	۴.۶	۴.۵	۴.۳	۴.۴	۴.۹	هفته ۳	
۰.۲	۴.۶	۴.۶	۴.۵	۴.۷	۴.۵	۴.۷	هفته ۴	
$\bar{R} = ۰.۳۶$	$\bar{X} = ۴.۶$							

$$LCL= RD_3 = 0.2 * 0 = 0$$

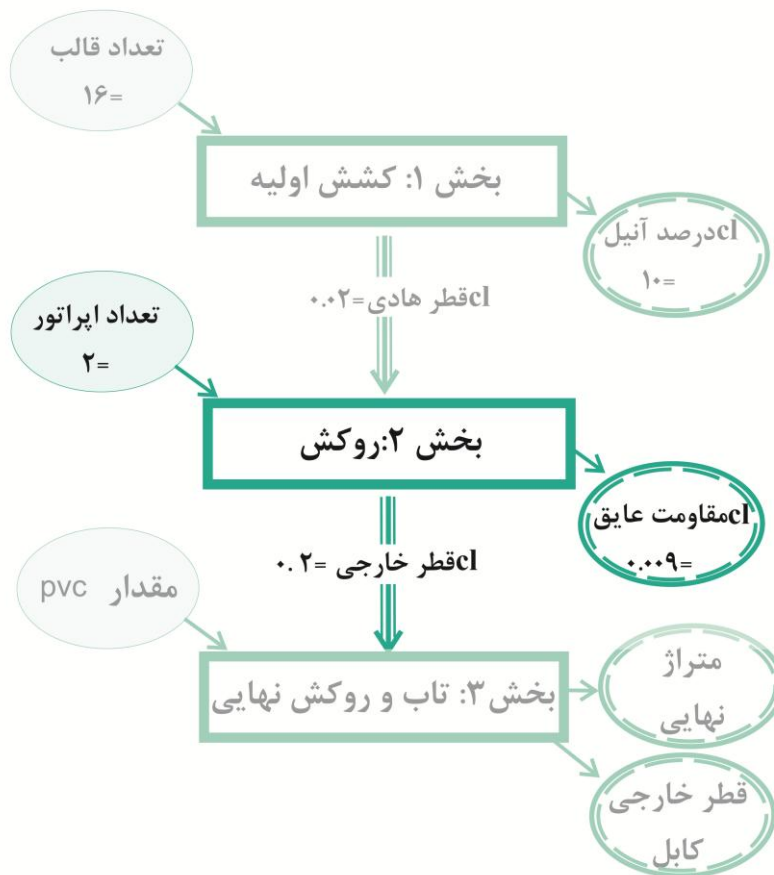
$$UCL=RD_4= 0.36* 2.114= 0.77$$

$$UCL= X+A_2R = 4.6 +(0.577*0.36)= 4.82$$

$$CL=4.6$$

$$LCL= X-A_2R= 4.6 -(0.577*0.36)= 4.39$$

فرمول ۴-۴: حدود کنترلی تست اندازه قطر خارجی



شکل ۴-۳: ورودی ها و خروجی های مرحله دوم تولید

بخش سوم:

ورودی (میزان PVC) : ۰.۴ کیلوگرم بر متر

خروجی ۱ (اضافه مترای نهایی) ۵۰۵ متر

خروجی ۲ (قدر مطلق فاصله خط مرکزی تا مقدار استاندارد) $|CL - 11.2| = |11.7 - 11.2| = 0.5$

خروجی ۳ (انحراف معیار مشاهدات): $A_3S = 1.427*0.32=0.45$

اندازه گیری قطر خروجی برای ۵ نمونه انجام شده است. به دلیل اهمیت کاهش انحرافات از نمودار استفاده می نماییم .

جدول ۴-۱۰: نتایج نمونه گیری های تست قطر خارجی کابل در دوره زمانی اول سال ۱۳۸۹

S	X	مشاهدات	شماره نمونه	
			ماه	اول
۰.۳	۱۲.۰۶	۱۲.۲ ۱۲.۱ ۱۲ ۱۱.۹ ۱۲.۱	هفته ۱	ماه اول
۰.۱	۱۱.۶۴	۱۱.۷ ۱۱.۷ ۱۱.۶ ۱۱.۶ ۱۱.۶	هفته ۲	
۰.۲	۱۱.۴۸	۱۱.۵ ۱۱.۴ ۱۱.۵ ۱۱.۴ ۱۱.۶	هفته ۳	
۰.۴	۱۲.۱۴	۱۲ ۱۲.۴ ۱۲ ۱۲.۳ ۱۲	هفته ۴	
۰.۵	۱۱.۲۲	۱۱.۱ ۱۱ ۱۱.۲ ۱۱.۵ ۱۱.۳	هفته ۱	ماه دوم
۰.۱	۱۲.۰۴	۱۲ ۱۲.۱ ۱۲ ۱۲ ۱۲.۱	هفته ۲	
۰.۲	۱۱.۶۸	۱۱.۷ ۱۱.۷ ۱۱.۶ ۱۱.۶ ۱۱.۸	هفته ۳	
۰.۵	۱۱.۴۶	۱۱.۸ ۱۱.۳ ۱۱.۴ ۱۱.۳ ۱۱.۵	هفته ۴	
۰.۴	۱۲.۱۶	۱۲ ۱۲.۴ ۱۲ ۱۲.۳ ۱۲.۱	هفته ۱	ماه سوم
۰.۳	۱۱.۲۶	۱۱.۱ ۱۱.۲ ۱۱.۳ ۱۱.۳ ۱۱.۴	هفته ۲	
۰.۳	۱۲.۰۸	۱۲.۲ ۱۲.۱ ۱۲ ۱۱.۹ ۱۲.۲	هفته ۳	
۰.۱	۱۱.۶۶	۱۱.۷ ۱۱.۷ ۱۱.۶ ۱۱.۶ ۱۱.۷	هفته ۴	
۰.۵	۱۱.۴۶	۱۱.۸ ۱۱.۳ ۱۱.۴ ۱۱.۳ ۱۱.۵	هفته ۱	ماه چهارم
۰.۳	۱۲.۱۲	۱۲ ۱۲.۳ ۱۲ ۱۲.۲ ۱۲.۱	هفته ۲	
۰.۴	۱۱.۲۲	۱۱.۱ ۱۱ ۱۱.۲ ۱۱.۴ ۱۱.۴	هفته ۳	
۰.۵	۱۱.۵۲	۱۱.۸ ۱۱.۳ ۱۱.۴ ۱۱.۵ ۱۱.۶	هفته ۴	
$\bar{S}=0.32$	$\bar{X}=11.7$			

$B_3=0$ و $B_4=2.089$ ضرایب رسم نمودار S می باشند و $A_1=1.427$ می باشد.

$$LCL = RD_3 = 0.32 * 0 = 0$$

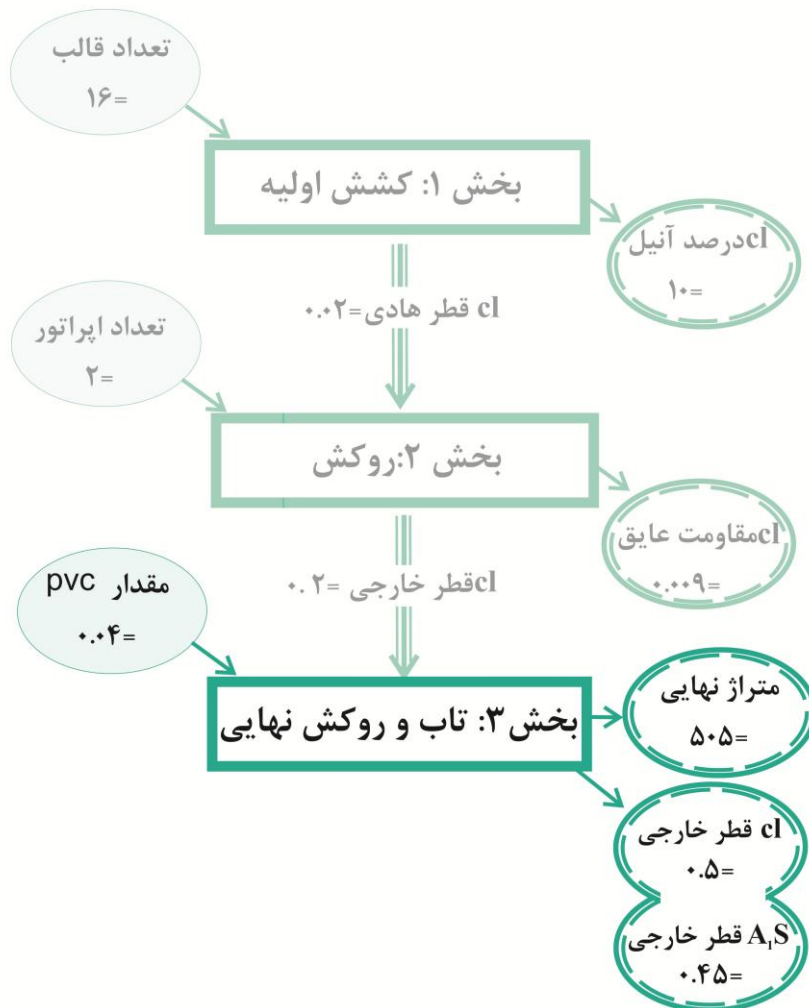
$$UCL = RD_4 = 0.32 * 2.089 = 0.66$$

$$UCL = X + A_3S = 11.7 + (1.427 * 0.32) = 12.15$$

$$CL = 11.7$$

$$LCL = X - A_3S = 11.7 - (1.427 * 0.32) = 11.24$$

فرمول ۴-۵: حدود کنترلی تست قطر خارجی کابل



شکل ۴-۴: ورودی ها و خروجیهای مرحله سوم تولید

اطلاعات مورد نیاز نمودارهای کنترلی از داده های بخش کنترل کیفیت ، برای تمامی دوره های زمانی همانند دوره اول سال ۱۳۸۹ ، استخراج گردیده است. این اطلاعات در جدول ذیل خلاصه شده است:

جدول ۴-۱۱: خلاصه اطلاعات ورودی ها و خروجی های دوره های مختلف زمانی

ارتباطات	مرحله سوم					مرحله دوم		مرحله اول		دوره زمانی
	پیوند ۲-۳	پیوند ۱-۲	خروجی ۳	خروجی ۲	خروجی ۱	ورودی ۱	خروجی ۱	ورودی ۱	خروجی ۱	
۰.۲	۰.۰۲	۰.۴۵	۰.۵	۵۰۵	۰.۴	۰.۰۰۹	۲	۱۰	۱۶	دوره ۱ ۱۳۸۹
۰.۲	۰.۰۲	۰.۵	۰.۸	۵۰۰	۰.۵	۰.۰۰۹	۲	۱۰	۱۲	دوره ۲ ۱۳۸۹
۰.۲	۰.۰۳	۰.۵	۰.۸	۵۰۵	۰.۴	۰.۰۰۸	۳	۷	۱۴	دوره ۳ ۱۳۸۹
۰.۱	۰.۰۱	۰.۴	۰.۵	۵۱۰	۰.۴	۰.۰۰۸	۱	۱۰	۱۲	دوره ۱ ۱۳۹۰
۰.۳	۰.۰۳	۰.۶	۱	۵۰۰	۰.۵	۰.۰۰۷	۴	۱۲	۱۶	دوره ۲ ۱۳۹۰
۰.۳	۰.۰۳	۰.۵	۱	۵۰۰	۰.۵	۰.۰۰۸	۳	۷	۱۲	دوره ۳ ۱۳۹۰
۰.۱	۰.۰۲	۰.۴	۰.۵	۵۱۵	۰.۵	۰.۰۰۹	۲	۱۰	۱۲	دوره ۱ ۱۳۹۱
۰.۱	۰.۰۲	۰.۵۵	۱	۵۰۰	۰.۵	۰.۰۰۸	۲	۱۰	۱۴	دوره ۲ ۱۳۹۱
۰.۳	۰.۰۳	۰.۵۵	۰.۸	۵۰۰	۰.۶	۰.۰۰۸	۳	۱۲	۱۶	دوره ۳ ۱۳۹۱
۰.۲	۰.۰۲	۰.۴	۰.۵	۵۱۵	۰.۶	۰.۰۰۹	۱	۱۲	۱۴	دوره ۱ ۱۳۹۲

۴.۴.۴ گام چهارم: بکارگیری مدل اندازه مبتنی بر متغیر کمکی شبکه ای

در این بخش با بکارگیری مدل های تحلیل پوششی داده ها ، داده های جمع آوری شده برای کیفیت محصول، مورد ارزیابی و تجزیه و تحلیل قرار می گیرند.

بدین منظور باید ابتدا مدل برنامه ریزی ریاضی این محصول را فرموله کرد:

۱۰ واحد تصمیم گیرنده ($j=1, \dots, 10$)، هر کدام متشکل از ۳ بخش ($k=1, 2, 3$) موجود می باشد.

تعداد ورودی های مطلوب $m_1=1$ و $m_2=1$ و $m_3=1$ می باشد و همچنین خروجی نامطلوبی وجود ندارد. تعداد خروجی های مطلوب $r_1=1$ و $r_2=1$ و $r_3=1$ است و دو مورد از خروجی های بخش ۳، نامطلوب (هدف کاهش آنها را داریم) می باشند، با چنین خروجی هایی مشابه ورودی رفتار می شود. پس $r_3=2$ که بیانگر تعداد خروجی های نامطلوب واحد ۳ می باشد.

تعداد پیوندهای بخش یک به بخش دو $l_{1,2}=1$ ، تعداد پیوندهای بخش دو به سه نیز $l_{2,3}=1$ است. همچنین هر دو پیوند موجود از نوع "مشابه ورودی" هستند.

وزنهای تخصیص داده شده به بخش ها با توجه به اهمیتشان به ترتیب $w^1=0.4$ ، $w^2=0.2$ و $w^3=0.4$ است.

تابع هدف و محدودیت ها :

تابع هدف برای حل مسئله باید به فرم خطی تبدیل شود. برای این منظور از روشی که در مدل SBM فصل قبل ذکر شد استفاده می شود.

$$\theta_0^* = \min \frac{\sum_{k=1}^K w^k \left[1 - \frac{1}{m_k + \text{linkin}_k + r'_k} \left(\sum_{i=1}^{m_k} \frac{s_{i0}^{k-}}{x_{i0}^k} + \sum_{(kh)_{i=1}}^{\text{linkin}_k} \frac{s_{o(kh)in}}{z_{o(kh)in}} + \sum_{r'=1}^{r'_k} \frac{s_{r'o}^{k+}}{y_{r'o}^k} \right) \right]}{\sum_{k=1}^K w^k \left[1 + \frac{1}{r_k} \left(\sum_{r=1}^{r_k} \frac{s_{r0}^{k+}}{y_{r0}^k} \right) \right]}$$

Subject to:

$$x_{i0}^k = X_i^k \lambda^k + s_i^{k-}$$

$$y_{r0}^k = Y_r^k \lambda^k - s_r^{k+}$$

$$y_{r'o}^k = Y_{r'}^k \lambda^k + s_{r'}^{k+}$$

$$\sum \lambda^k = 1$$

$$z_{(kh)in} \lambda_k = z_{(kh)in} \lambda_h \quad (\forall (kh)in)$$

$$z_{o(kh)in} = z_{(kh)in} \lambda^k + s_{o(kh)in} \quad (kh)in = 1, \dots, \text{linkin}_k$$

$$\lambda^k \geq 0, s_i^{k-} \geq 0, s_r^{k+} \geq 0, s_{r'}^{k+} \geq 0, s_{o(kh)in} \geq 0$$

مدل ۴-۱: مدلسازی ارزیابی کیفی سیم مفتول با مدل NSBM

به منظور تبیین بیشتر، مدل ریاضی دوره اول سال ۱۳۸۹، ارائه می گردد:

$$\min = 0.4 \times \left(t - \frac{1}{2} \left(\frac{s_1^{1-}}{16} + \frac{s_1^{(1,2)}}{0.02} \right) \right) + 0.2 \times \left(t - \frac{1}{2} \left(\frac{s_1^{2-}}{2} + \frac{s_1^{(2,3)}}{0.2} \right) \right) + 0.4 \times \left(t - \frac{1}{3} \left(\frac{s_1^{3-}}{0.4} + \frac{s_2^{3+}}{0.5} + \frac{s_3^{3+}}{0.45} \right) \right)$$

$$1 = 0.4 \times \left(t + \left(\frac{s_1^{1+}}{10} \right) \right) + 0.2 \times \left(t + \left(\frac{s_1^{2+}}{0.009} \right) \right) + 0.4 \times \left(t + \left(\frac{s_1^{3+}}{505} \right) \right)$$

$$16 \times t = 16\lambda_1^1 + 12\lambda_2^1 + 14\lambda_3^1 + 12\lambda_4^1 + 16\lambda_5^1 + 12\lambda_6^1 + 12\lambda_7^1 + 14\lambda_8^1 + 16\lambda_9^1 + 14\lambda_{10}^1 + s_1^{1-}$$

$$2 \times t = 2\lambda_1^2 + 2\lambda_2^2 + 3\lambda_3^2 + 1\lambda_4^2 + 4\lambda_5^2 + 3\lambda_6^2 + 2\lambda_7^2 + 2\lambda_8^2 + 3\lambda_9^2 + 1\lambda_{10}^2 + s_1^{2-}$$

$$0.4 \times t = 0.4\lambda_1^3 + 0.5\lambda_2^3 + 0.4\lambda_3^3 + 0.4\lambda_4^3 + 0.5\lambda_5^3 + 0.5\lambda_6^3 + 0.5\lambda_7^3 + 0.5\lambda_8^3 + 0.6\lambda_9^3 + 0.6\lambda_{10}^3 + s_1^{3-}$$

$$10 \times t = 10\lambda_1^1 + 10\lambda_2^1 + 7\lambda_3^1 + 10\lambda_4^1 + 12\lambda_5^1 + 7\lambda_6^1 + 10\lambda_7^1 + 10\lambda_8^1 + 12\lambda_9^1 + 12\lambda_{10}^1 - s_1^{1+}$$

$$0.009 \times t = 0.009\lambda_1^2 + 0.009\lambda_2^2 + 0.008\lambda_3^2 + 0.008\lambda_4^2 + 0.007\lambda_5^2 + 0.008\lambda_6^2 + 0.009\lambda_7^2 + 0.008\lambda_8^2 + 0.008\lambda_9^2 + 0.009\lambda_{10}^2 - s_1^{2+}$$

$$505 \times t = 505\lambda_1^3 + 500\lambda_2^3 + 505\lambda_3^3 + 510\lambda_4^3 + 500\lambda_5^3 + 500\lambda_6^3 + 515\lambda_7^3 + 500\lambda_8^3 + 500\lambda_9^3 + 515\lambda_{10}^3 - s_1^{3+}$$

$$0.5 \times t = 0.5\lambda_1^3 + 0.8\lambda_2^3 + 0.5\lambda_3^3 + 0.5\lambda_4^3 + 1\lambda_5^3 + 1\lambda_6^3 + 0.5\lambda_7^3 + 1\lambda_8^3 + 0.8\lambda_9^3 + 0.5\lambda_{10}^3 + s_2^{3+}$$

$$0.45 \times t = 0.45\lambda_1^3 + 0.5\lambda_2^3 + 0.5\lambda_3^3 + 0.4\lambda_4^3 + 0.6\lambda_5^3 + 0.5\lambda_6^3 + 0.4\lambda_7^3 + 0.55\lambda_8^3 + 0.55\lambda_9^3 + 0.4\lambda_{10}^3 + s_3^{3+}$$

$$\lambda_1^1 + \lambda_2^1 + \lambda_3^1 + \lambda_4^1 + \lambda_5^1 + \lambda_6^1 + \lambda_7^1 + \lambda_8^1 + \lambda_9^1 + \lambda_{10}^1 = 1$$

$$\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 + \lambda_5^2 + \lambda_6^2 + \lambda_7^2 + \lambda_8^2 + \lambda_9^2 + \lambda_{10}^2 = 1$$

$$\lambda_1^3 + \lambda_2^3 + \lambda_3^3 + \lambda_4^3 + \lambda_5^3 + \lambda_6^3 + \lambda_7^3 + \lambda_8^3 + \lambda_9^3 + \lambda_{10}^3 = 1$$

$$\begin{aligned} 0.02\lambda_1^1 + 0.02\lambda_2^1 + 0.03\lambda_3^1 + 0.01\lambda_4^1 + 0.03\lambda_5^1 + 0.03\lambda_6^1 + 0.02\lambda_7^1 + 0.02\lambda_8^1 + 0.03\lambda_9^1 \\ + 0.02\lambda_{10}^1 \\ = 0.02\lambda_1^2 + 0.02\lambda_2^2 + 0.03\lambda_3^2 + 0.01\lambda_4^2 + 0.03\lambda_5^2 + 0.03\lambda_6^2 + 0.02\lambda_7^2 \\ + 0.02\lambda_8^2 + 0.03\lambda_9^2 + 0.02\lambda_{10}^2 \end{aligned}$$

$$0.02 \times t = 0.02\lambda_1^1 + 0.02\lambda_2^1 + 0.03\lambda_3^1 + 0.01\lambda_4^1 + 0.03\lambda_5^1 + 0.03\lambda_6^1 + 0.02\lambda_7^1 + 0.02\lambda_8^1 + 0.03\lambda_9^1 + 0.02\lambda_{10}^1 + s_1^{(1,2)}$$

$$\begin{aligned} 0.2\lambda_1^2 + 0.2\lambda_2^2 + 0.2\lambda_3^2 + 0.1\lambda_4^2 + 0.3\lambda_5^2 + 0.3\lambda_6^2 + 0.1\lambda_7^2 + 0.1\lambda_8^2 + 0.3\lambda_9^2 + 0.2\lambda_{10}^2 \\ = 0.2\lambda_1^3 + 0.2\lambda_2^3 + 0.2\lambda_3^3 + 0.1\lambda_4^3 + 0.3\lambda_5^3 + 0.3\lambda_6^3 + 0.1\lambda_7^3 + 0.1\lambda_8^3 + 0.3\lambda_9^3 \\ + 0.2\lambda_{10}^3 \end{aligned}$$

$$0.2 \times t = 0.2\lambda_1^2 + 0.2\lambda_2^2 + 0.2\lambda_3^2 + 0.1\lambda_4^2 + 0.3\lambda_5^2 + 0.3\lambda_6^2 + 0.1\lambda_7^2 + 0.1\lambda_8^2 + 0.3\lambda_9^2 + 0.2\lambda_{10}^2 + s_1^{(2,3)}$$

۴.۴.۵ گام پنجم: نتایج خود ارزیابی کیفی

مدل ارزیابی مبتنی بر تکنیک DEA، برای هر یک از دوره های زمانی همانند دوره اول سال ۱۳۸۹، حل شده است و نتایج برای دوره های زمانی به همراه مقادیر مازاد و کمبود هر کدام از ورودی ها، خروجی ها و پیوندها در جدول زیر ارائه می گردد:

جدول ۱۲-۴: نمره کل ارزیابی کیفی محصول و متغیرهای مازاد و کمبود

$s_1^{(2,3)}$	$s_1^{(1,2)}$	s_3^{3+}	s_2^{3+}	s_1^{3+}	s_1^{2+}	s_1^{1+}	s_1^{3-}	s_1^{2-}	s_1^{1-}	نمره کل ارزیابی کیفی	دوره زمانی
*	*	*	*	*	*	*	*	۱	۴	۰.۹	دوره ۱ ۱۳۸۹
*	*	*	*	*	*	*	*	۱	*	۰.۹۵	دوره ۲ ۱۳۸۹
*	*	۰.۰۵	۰.۳۵	*	*	*	*	*	۱	۰.۹۱	دوره ۳ ۱۳۸۹
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	دوره ۱ ۱۳۹۰
۰.۲	۰.۰۱۷	۰.۱۶	۰.۴۵	۷۵.۷	۰.۰۰۲	*	۰.۰۵	۲.۷	۱.۸	۰.۵۶	دوره ۲ ۱۳۹۰
۰.۱	*	*	۰.۲	*	*	*	*	*	*	۰.۹۴	دوره ۳ ۱۳۹۰
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	دوره ۱ ۱۳۹۱
*	۰.۰۱	*	*	*	*	*	*	۱	۲	۰.۸۲	دوره ۲ ۱۳۹۱
۰.۱۹۴	۰.۰۱۲	۰.۱۲۵	۰.۲	۴۲.۵	۰.۰۰۱۱	*	۰.۱۸	۱.۲۵	۱.۹	۰.۶۳	دوره ۳ ۱۳۹۱
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	۱	دوره ۱ ۱۳۹۲

با قرار دادن مقادیر مازاد و کمبود ، در تابع هدف برای هر کدام از مراحل تولید کابل ۶*۲ مفتول،
نمره کارایی کیفی هر مرحله (بخش های مدل) را نیز به طور مجزا می توان محاسبه نمود.

جدول ۴-۱۳: نمرات ارزیابی کیفی بخش های مختلف محصول

دوره زمانی	نمره ارزیابی کیفی کل	نمره ارزیابی کیفی مرحله ۱: (کشش اولیه سیم)	نمره ارزیابی کیفی مرحله ۲: (روکش سیم)	نمره ارزیابی کیفی مرحله ۳: (تاب و روکش نهایی)
دوره ۱ ۱۳۸۹	۰.۹	۰.۸۷۵	۰.۷۵	۱
دوره ۲ ۱۳۸۹	۰.۹۵	۱	۰.۷۵	!
دوره ۳ ۱۳۸۹	۰.۹۱	۰.۹۶	۱	۰.۸۲
دوره ۱ ۱۳۹۰	۱	۱	!	۱
دوره ۲ ۱۳۹۰	۰.۵۶	۰.۶۶	۰.۲۴	۰.۶۳
دوره ۳ ۱۳۹۰	۰.۹۴	۱	۰.۸۳۴	۰.۹۳
دوره ۱ ۱۳۹۱	۱	۱	۱	۱
دوره ۲ ۱۳۹۱	۰.۸۲	۰.۶۷۸	۰.۷۵	۱
دوره ۳ ۱۳۹۱	۰.۶۳	۰.۷۴	۰.۴	۰.۶۴
دوره ۱ ۱۳۹۲	۱	۱	۱	۱

باید متذکر شد که حاصل جمع کارایی های هر بخش ضرب در W همان بخش ، نمره کل ارزیابی
کیفی محصول را می سازد.

یکی دیگر از قابلیت‌های تکنیک DEA ، معرفی واحدهای مرجع برای واحدهای ناکارا می باشد. در مدل

NSBM نیز به ازاء هر کدام از بخش ها واحدهای مرجع معرفی میگردند.

در مورد ارزیابی کیفیت مراحل تولید محصول نیز ، دانستن واحدهای مرجع کمک شایانی به ارتقاء کیفی محصول می کند. می توان با استخراج دلایل بازده بهتر واحدهای مرجع ، در آینده اشتباهات را تصحیح نمود. دوره های زمانی مرجع برای هر کدام از دوره ها در جدول زیر آمده است:

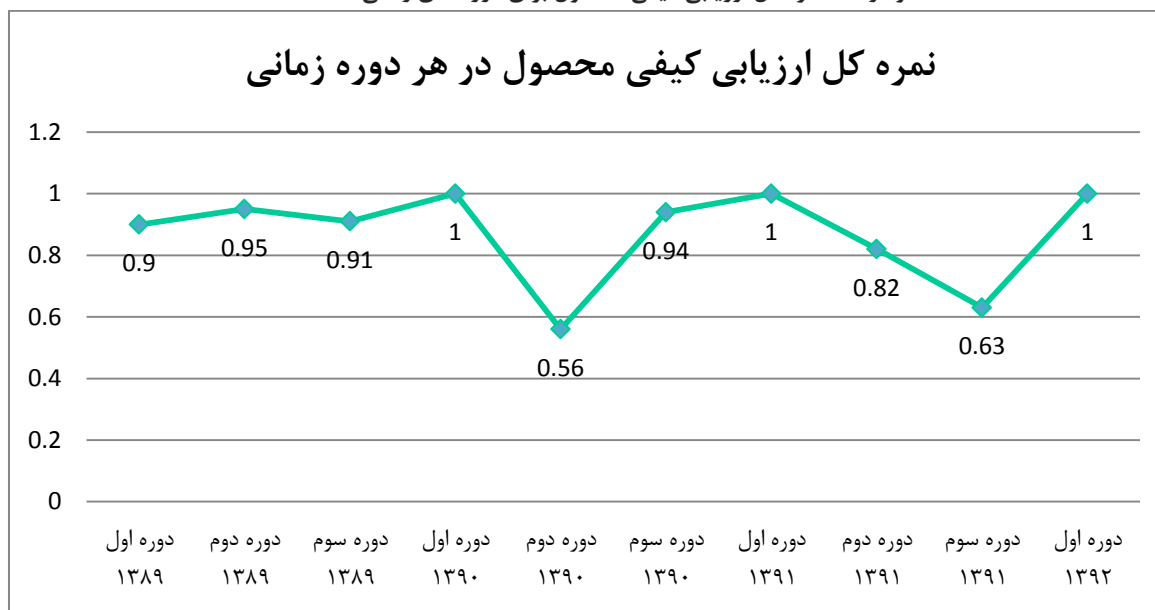
جدول ۴-۱۴: دوره های زمانی مرجع

دوره زمانی مرجع			دوره زمانی
مرحله ۱: (گشش اولیه سیم)	مرحله ۲: (روکش سیم)	مرحله ۳: (تاب و روکش نهایی)	
دوره ۱سال ۱۳۹۱	دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۱سال ۱۳۸۹	دوره ۱ ۱۳۸۹
دوره ۱سال ۱۳۹۱	دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۲سال ۱۳۸۹	دوره ۲ ۱۳۸۹
دوره ۳سال ۱۳۹۰	دوره ۳سال ۱۳۸۹	دوره ۱سال ۱۳۸۹	دوره ۳ ۱۳۸۹
دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱ ۱۳۹۰
دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۲ ۱۳۹۰
دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۱سال ۱۳۹۱		
دوره ۳سال ۱۳۹۰	دوره ۳سال ۱۳۸۹	دوره ۲سال ۱۳۸۹	دوره ۳ ۱۳۹۰
دوره ۱سال ۱۳۹۱	دوره ۱سال ۱۳۹۱	دوره ۱سال ۱۳۹۱	دوره ۱ ۱۳۹۱
دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۲سال ۱۳۹۱	دوره ۲ ۱۳۹۱
دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۱سال ۱۳۹۰	دوره ۳ ۱۳۹۱
دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۱سال ۱۳۹۱		
دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۱سال ۱۳۹۲	دوره ۱ ۱۳۹۲

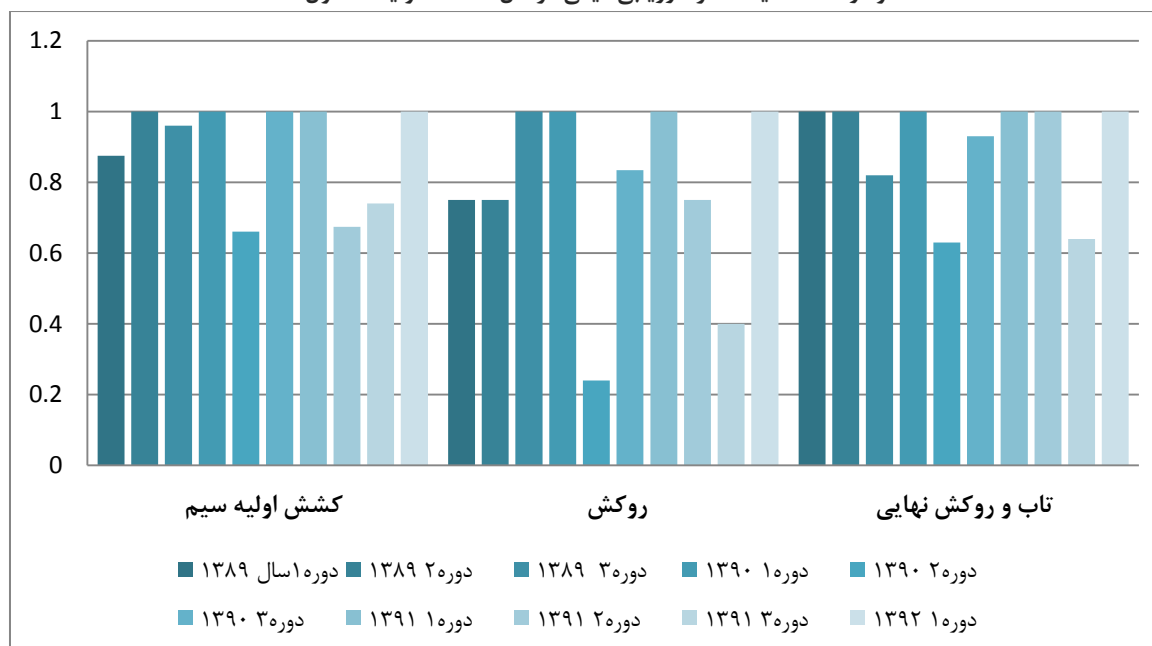
۴.۴.۶ گام ششم : رسم نمودارهای خود ارزیابی ابعاد کیفیتی محصول

در ادامه نتایج ارزیابی کلی محصول و ارزیابی مراحل تولید محصول ، به صورت نمودار آورده شده است.

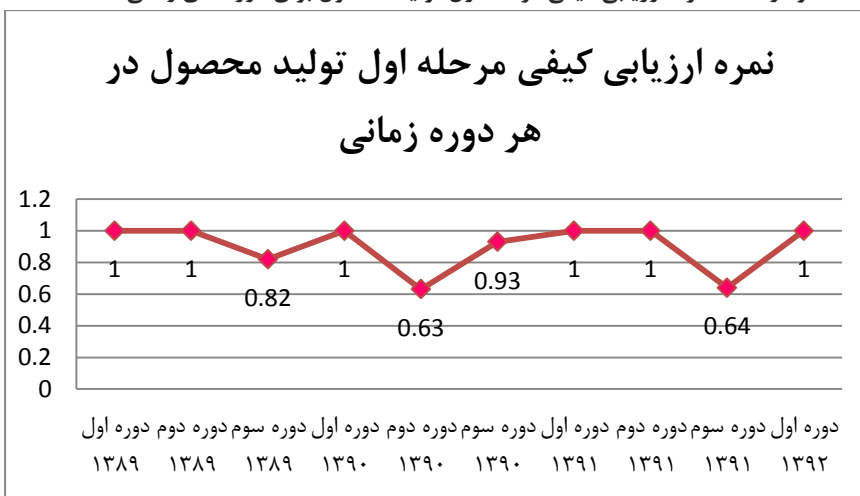
نمودار ۱-۴:نمره کل ارزیابی کیفی محصول برای دوره های زمانی مختلف



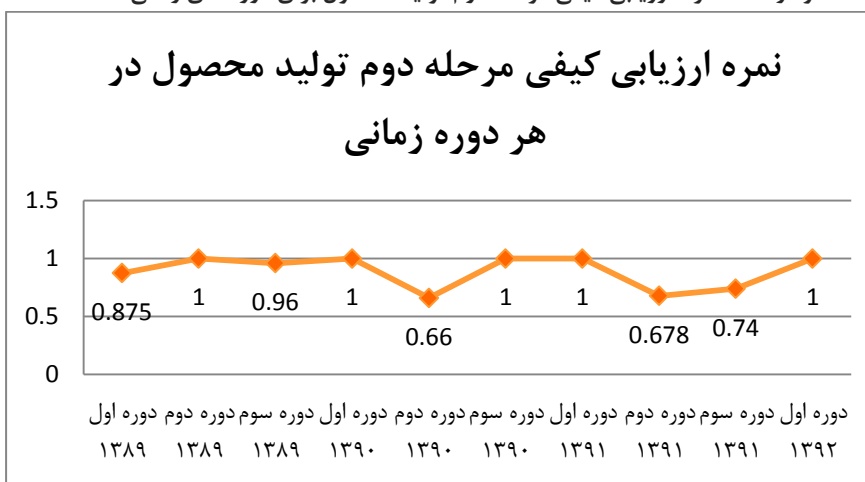
نمودار ۲-۴: مقایسه نمره ارزیابی کیفی مراحل مختلف تولید محصول



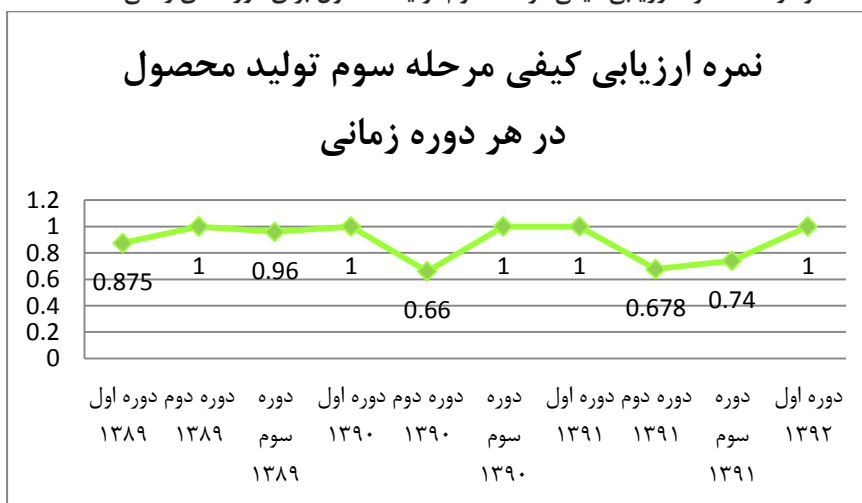
نمودار ۳-۴: نمره ارزیابی کیفی مرحله اول تولید محصول برای دوره های زمانی مختلف



نمودار ۴-۴: نمره ارزیابی کیفی مرحله دوم تولید محصول برای دوره های زمانی مختلف



نمودار ۵-۴: نمره ارزیابی کیفی مرحله سوم تولید محصول برای دوره های زمانی مختلف



فصل پنجم:

نتایج و پیشنهادات

۵.۱ مقدمه

آنچه در هر پژوهش بیش از سایر بخش‌ها اهمیت دارد، در درجه اول نتایجی است که از آن حاصل می‌گردد. در درجه بعد نیز پیشنهادهاتی که با توجه به نحوه اجرای مراحل مختلف تحقیق حاصل می‌شود، می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در واقع تمام تلاشی که یک محقق در طول انجام یک تحقیق یا پژوهش انجام می‌دهد، در قسمت نتیجه‌گیری و پیشنهادات خلاصه می‌گردد. بدیهی است چنانچه نتایج تحقیق به خوبی تبیین نگردد، ممکن است بخش بسیار مهمی از تلاشهای صورت گرفته توسط محقق از بین برود و یا فاقد ارزش شود. دستیابی به آنچه که به عنوان هدف تحقیق بیان می‌گردد نیز باید در این مرحله محرز گردد. تمام هزینه و وقت صرف شده برای انجام یک تحقیق می‌تواند با نتایج حاصل از آن، توجیه گردد. به بیان دیگر از طریق نتیجه‌گیری حاصل از انجام یک پژوهش است که می‌توان مشکلات و مسائل را شناسایی و حل نمود و یا حداقل راهکارهایی برای حل آنها در آینده پیشنهاد کرد.

۵.۲ نتایج حاصل از تحقیق

کیفیت از دیر باز در تمامی ابعاد زندگی بشر دارای اهمیت بوده است. اما در فضای کسب و کار به دلیل شتاب فزاینده در توسعه فناوری‌های نوین و سفارشی شدن تولید کالا و خدمات، سازمانها بیش از پیش به دنبال شناسایی و بکارگیری فنون کنترل کیفیت متناسب با تقاضاها و نیازهای مشتریان خود با یکدیگر در رقابت و مسابقه قرار گرفته‌اند. گرچه سازمانها، تحت تاثیر فضای رقابت، باید خود را به رقبای محلی و منطقه‌ای نزدیک گردانند اما با توجه به منابع تولیدی محدود، فضای کسب و کار و محیط‌های متفاوت سازمانی و ...، اولین گام در بهبود شرایط سازمان، خودارزیابی کیفی محصولات می‌باشد. خودارزیابی یک بازنگری جامع، روشمند و منظم از فعالیتهای و دستاوردهای یک سازمان در طول زمان است. فرآیند خودارزیابی، تشخیص صریح نقاط قوت و زمینه‌هایی که قابل

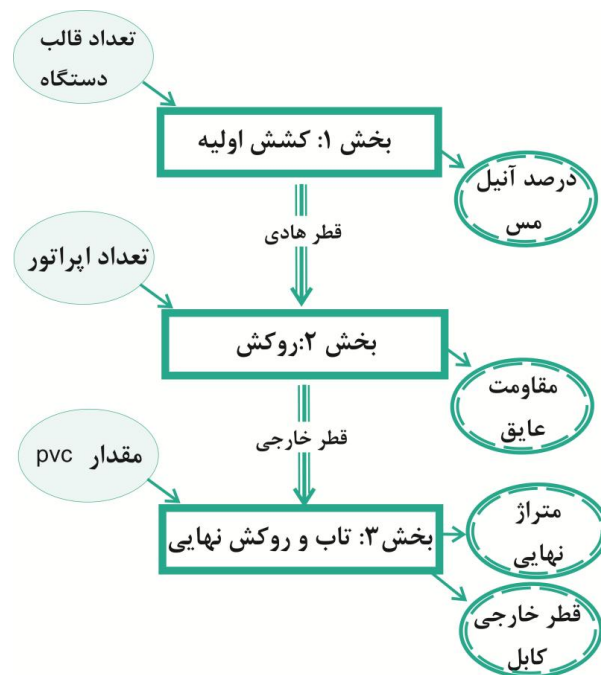
بهبود هستند را برای سازمان ممکن می‌سازد. در فرآیند خودارزیابی، سازمان چگونگی بهبود محصول را طی دوره‌های عملیاتی متوالی در درون خود می‌سنجد. ابزار تحلیل پوششی داده‌ها یک مدل ارزیابی ناپارامتریک مرزی است که برای اندازه‌گیری کارایی نسبی و عملکرد یک مجموعه از موجودیتهای قابل مقایسه (که واحدهای تصمیم‌گیرنده DMU نامیده می‌شود) در تبدیل ورودیها به خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش بدون تعیین فرضی از شکل تابع تولید، و با حل مدل‌های بهینه‌سازی، با استفاده از اطلاعات مربوط به میزان ورودیها و خروجی‌های واقعی واحدهای تصمیم‌گیرنده، یک تابع مرزی اطراف عوامل ورودی و خروجی را مطالعه می‌کند.

یکی از مدل‌های جدید این تکنیک "اندازه‌گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی (SBM)" توسط تون (۲۰۰۰) معرفی شده است. که به دلیل برتری‌هایش نسبت به مدل‌های مرسوم، این مدل اساس کار این پژوهش قرار گرفته است.

به دلیل تاثیر مراحل تولیدی در ابعاد کیفی نهایی یک محصول، از مدل به صورت شبکه‌ای استفاده گردیده است. تون و تسوتسوی در مقاله‌ای تحت عنوان "تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای: اندازه‌گیری کارایی مبتنی بر متغیرهای کمکی" تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای را برای مدل غیر شعاعی SBM توسعه دادند. این دو محقق، مدل پویای SBM را نیز در سال ۲۰۱۰ معرفی کردند و در سال ۲۰۱۴ در مقاله‌ای از ترکیب این دو تحقیق مدل شبکه‌ای پویا SBM، را بکار بستند که در این مقاله نوع ارتباطات بین بخش‌ها و محدودیت‌های تداوم فعالیت‌ها به صورت کامل تری معرفی گردیده است. در این پایان‌نامه از مدل‌های این سه مقاله برای مدلسازی یک نمونه در مطالعه موردی استفاده شده است.

با توجه به مسئله تحقیق شرکت سیم و کابل مغان که یکی از پیشرفته‌ترین تولیدکنندگان داخلی سیم و کابل می‌باشد، به عنوان مورد مطالعه انتخاب شد. این شرکت شرایط مورد نیاز تحقیق از لحاظ مدیریت کیفیت را دارا می‌باشد و اجرای مدل روی محصولات این کارخانه امکانپذیر است.

با توجه به تنوع محصولات کارخانه، از اطلاعات محصول " ۶*۲ مفتول " که از تولیدات روتین کارخانه و دارای عملیات مناسب برای مدلسازی می باشد، استفاده شده است. همچنین به دلیل نیاز مدل به داده های زمانی، اطلاعات ۳ دوره چهار ماهه، سالهای ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ و همچنین ۴ ماهه اول سال ۱۳۹۲ این محصول استخراج گردید. این محصول دارای سه مرحله تولیدی می باشد. همچنین ورودی ها و خروجی های مناسب با توجه به نظر کارشناسان تولید و اطلاعات کیفی محصول، همانطور که در شکل ملاحظه می شود، انتخاب شد.



نتایج ارزیابی کیفی این محصول توسط این تکنیک به دو صورت اعلام گردید. ابتدا نمره ارزیابی کیفی

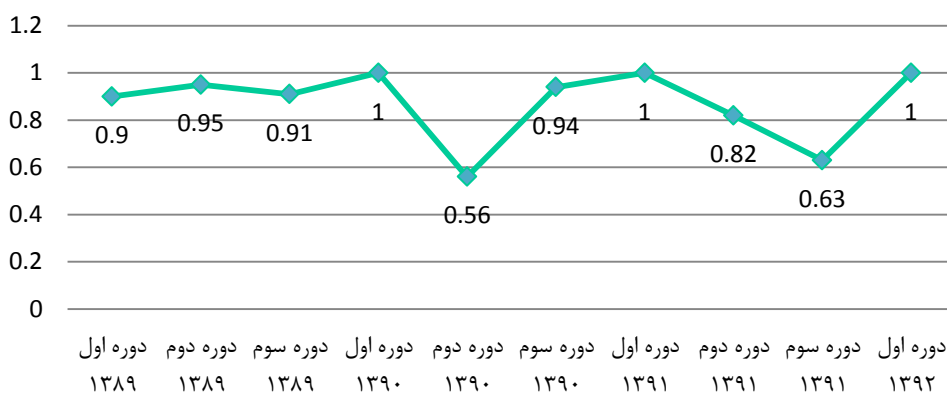
کل مراحل تولید از اطلاعات تولیدی محصول بدست آمد.

سپس برای قابلیت تحلیل بیشتر محصول و پاسخگویی به سوال ارائه شده در فصل اول، نمره ارزیابی

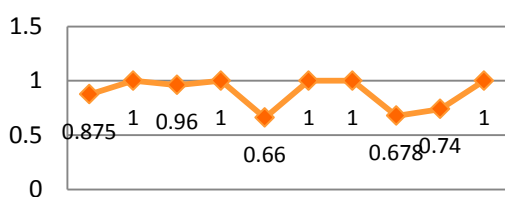
کیفی هر کدام از بخش ها به طور جداگانه محاسبه گردید. نتایج ارزیابی مراحل تولیدی در قالب سه

نمودار ذیل، خلاصه شده است.

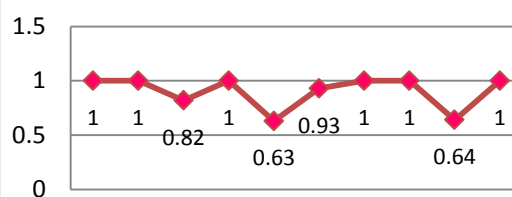
نمره کل ارزیابی کیفی محصول در هر دوره زمانی



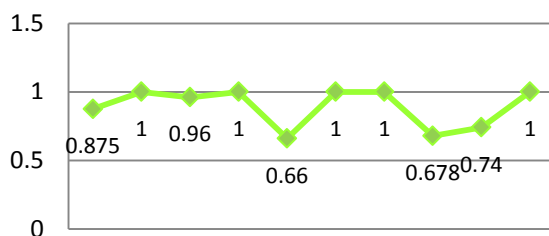
نمره ارزیابی کیفی مرحله دوم تولید محصول در هر دوره زمانی



نمره ارزیابی کیفی مرحله اول تولید محصول در هر دوره زمانی



نمره ارزیابی کیفی مرحله سوم تولید محصول در هر دوره زمانی



۵.۳ بحث و تحقیقات آتی

به عنوان اولین پیشنهاد ، استفاده از دیگر تکنیک ها و مدل‌های روش DEA برای ارزیابی ابعاد کیفی محصول ، ارائه می گردد تا بهینه ترین تکنیک برای انجام این خود ارزیابی ها شناسایی گردد. همچنین می توان تکنیک های فازی DEA را نیز در این خود ارزیابی بکارگرفت و قابلیت این مدل سازی را برای مواجهه با محیط های فازی ، از این طریق گسترش داد. در این مدل سازی از یک روش پویای ساده در بازه های زمانی برای مقایسه محصول تولیدی استفاده گردید. می توان مدل های پویای دیگر را نیز بکار بست به عنوان مثال می توان از مدل پویای تون و تسوتسوی که انتقالهایی را در دوره های زمانی در نظر می گیرد، استفاده نمود .

منابع فارسی:

۱. مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳). "مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها (تحلیل پوششی داده ها)". انتشارات دانشگاه تهران. دانشکده مدیریت. تهران.
۲. کوپر، سیفورد و تون (۱۳۸۷). "تحلیل پوششی داده ها؛ مدلها و کاربردها". ترجمه: میرحسینی، علی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران.
۳. آصفی، ت و داوودی، ع (۱۳۹۰). "طراحی یک سیستم مبتنی بر دانش برای تشخیص کانال توزیع انتخابی مشتریان به کمک DEA". دومین کنفرانس مدیریت اجرایی.
۴. نقندریان، کاظم (۱۳۷۶). "کنترل کیفیت". انتشارات وزارت صنایع. تهران.
۵. طارقیان، حامد رضا و بزرگ نیا، ابوالقاسم (۱۳۷۶). "کاربرد سیستم های کنترل کیفیت با استفاده از روشهای آماری". انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.
۶. بسترفیلد، دیل اچ (۱۳۷۶). "کنترل کیفیت". ترجمه: گلدسته، اکبر. مرکز نشر دانشگاهی. تهران.
۷. گائینی، احمد (۱۳۸۹). "کنترل کیفیت آماری". موسسه آموزش عالی آزاد پارسه. تهران.
۸. نشاط، نجمه و ملحوجی، هاشم (۱۳۸۸). "کنترل پیش‌بینانه کیفیت با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANNs) و روش ترکیبی تحلیل رگرسیون و ANNs". نشریه مدیریت صنعتی. شماره ۳.
۹. فقیه، نظام‌الدین و معصومی، امیرعباس (۱۳۸۸). "کنترل فرآیند آماری عصبی-فازی". نشریه مدیریت صنعتی. شماره ۳ پییز و زمستان. ص ۸۳ تا ۹۸.

منابع لاتين:

- 1.Charnes ,A. Cooper ,W.W. and Rhodes, E. (1978)." **Measuring the Efficiency of Decision Making Units**". European Journal of Operational Research, 2(6): 429- 444
- 2.Guadagni, P. and Little, J. (1983)." **A logit model of brand choice calibrated on scanner data**". Marketing Science, 2 (Summer): 203-238.
- 3.Banker, RD and Thrall ,RM. (1992). " **Estimation of returns to scale using Data Envelopment Analysis**". Eur J Oper Res. ;62:74–84
- 4.Rao, D. S. Prasada , O'Donnell, Christopher J. and Battese, George E. (2003). " **Meta frontier Functions for the Study of Inter-Regional Productivity Differences**". Working Paper No. 01/2003, Centre for Efficiency and Productivity Analysis, School of Economics, The University of Queensland.
5. Charnes , A. Cooper, W.W. Lewin , A.Y. and Seiford L.M. (1994). " **Data envelopment analysis: theory, methodology and applications**". Kluwer Academic Publishers, Boston
6. Thrall R.M.(1996) . " **duality , classification and slacks in DEA**". Annals Of Operation Research 66.
7. Tone , Kaoru (2001). " **A slack based measure of efficiency in data envelopment analysis** ". European Journal of Operational Research 130; 498-509.
8. Färe , R and Grosskopf, S(1996)." **Intertemporal Production Frontiers: With Dynamic DEA.**" Kluwer Academic Publishers. Boston.
9. Färe , R and Grosskopf, S(2000). " **Network DEA** ". Socio-Economic Planning S T.R. Sexton, H.F. Lewis, Two-stage DEA: An application to

major league. baseball, *Journal of Productivity Analysis* 19 (2003) 227–249.

10. Lewis, H.F and Sexton, T.R. (2004) ."**Network DEA: Efficiency analysis of organisations with complex internal structure.**" *Computers and Operations Research* 31. 1365–1410

11. Prieto, A.M and Zofio, J.L. (2007) . "**Network DEA efficiency in input–output models: With an application to OECD countries**". *European Journal of Operational Research* 178 . 292–304.

12. Löthgren, M and Tambour, M. (1999)."**Productivity and customer satisfaction in Swedish pharmacies: A DEA network model**". *European Journal of Operational Research* 115. 449–458.

13. Chen, C.M . (2009) ."**A network-DEA model with new efficiency measures to incorporate the dynamic effect in production networks**". *European Journal of Operational Research* 194 . 687–699

14. Kao, C. (2009)."**Efficiency decomposition in network data envelopment analysis: A relational model**". *European Journal of Operational Research* 192 . 949– 962.

15. Tone, Kaoru and Tsutsui , Miki. (2009) "**Network DEA: A slacks-based measure approach** " *European Journal of Operational Research* 197. 243–252.

16. Tone, Kaoru and Tsutsui , Miki. (2010). "**Dynamic DEA: A slacks-based measure approach**". *Omega* .145-156.

17. Tone, Kaoru and Tsutsui , Miki.(2014)."**Dynamic DEA with network structure: A slacks-based measure approach** ".*Omega* 42. 124–131

18. Montgomery, D.C.(2009)."**Introduction to Statistical Quality Control. 6th Edition**". John Wiley and Sons, New York.

19. Evans, J.R and Lindsay, W.M.(2005). "**Management and Control of Quality. 6th Edition**". Thomson Asia, Indianapolis.
20. Woodall, W. H. (2000), "**Controversies and Contradictions in Statistical Process Control**". (with discussion), *Journal of Quality Technology*, 32(4), 341-378.(Brumbaugh Award).
21. Woodall, W. H and Montgomery, D. C. (1997). "**Research Issues and Ideas in Statistical Process Control**". *Journal of Quality Technology*, 31(4), 376-386.
22. Oakland, John . (2008) "**statistical process control**" **6th Edition**". Butterworth-Heinemann publications.
23. Ebrahimzadeh, A . Addeh, J and Ranaee, V. (2013). "**Recognition of control chart patterns using an intelligent technique**". *Applied Soft Computing*, pp. 2970-2980.
24. Cheng, Chi-Bin . (2005). "**Fuzzy process control: construction of control charts with fuzzy numbers**". *Fuzzy Sets and Systems* 154. 287 – 303
25. Hotelling, H. (1947). "**Multivariate Quality Control**". In *Techniques of Statistical Analysis* .New York: McGraw-Hill.
26. Chiu, J and Kuo, T.(2008). "**Attribute control chart for multivariate Poisson distribution**". *Communications in Statistics–Theory and Methods* .37:146–58.
27. Aparisi, F. García-Bustos, S and Epprecht, EK. (2013) . "**Optimal linear combination of Poisson variables for multivariate statistical process control**". *Computers & Operations Research* 40. 3021–3032 .
28. Gibbons, J.D. Chakraborti, S .(2003). "**Nonparametric Statistical Inference**". fourth edition. Marcel Dekker, New York.
29. Albers, Wand Kallenberg, W.C.M.(2008). "**Minimum control charts**". *J. Statist. Plann. Inference* 138, 539–551.

30. Balakrishnan, N . Triantafyllou, I.S and Koutras, M.V.(2009). **"Nonparametric control charts based on runs and Wilcoxon-type rank-sum statistics"**. Journal of Statistical Planning and Inference 139. 3177 – 3192.
31. Albers , Willem.(2011) **" Empirical nonparametric control charts for high-quality processes"**. Journal of Statistical Planning and Inference 141. 3151–3159.
32. Niaki,S.T.A. Malaki, M and Ershadi , M.J. (2011) .**" A particle swarm optimization approach on economic and economic-statistical designs of MEWMA control charts"**. Scientia Iranica E 18 (6). 1529–1536.

Abstract

Good quality is not a fantasy feature, but by view of producers and consumers it is a basic necessity. Achieving to the best quality and increasing the reliability in products needs a structure that makes organization abilities with a unique form in different fields of technology, human source, manufacturing methods, etc. Also for increasing the efficiency and access to competitive advantages it is important for all organizations to concentrate in order to find different solutions of problems and weakness points of their products quality. According to limitation in manufacturing resources, business situation and different organization environment, the first step of improving organization issues is self-assessment of the products. The self-assessment process helps the organization to recognize points of benefits and adjustable fields. In the process of self-assessment, organization evaluates how modify the product by continuous operational periods.

In this paper, for achieving to this goal, the “Network slack-based measure” method being applied and for the first time the model is considered in quality control issues which used for self-assessment of products. Using this model creates possibility of evaluating product in different periods of time. Another feature of this technique is its ability in quality evaluation of different manufacturing steps separately.

For more explanation of the model, modeling steps of qualifying self-assessment, as a case study, has been applied on one of Shahrood Moghan wire and cable factory products.

Key Words: Self-Assessment, Data Envelopment Analysis, Network Slack-based Measure method, Quality control.



Shahrood University Of Technology

Faculty management

Self-Assessment of product quality dimension using Network Slack- based Measure method

Mohadeseh Mirzaei

Supervisor:

Dr. Reza Sheikh

Date : 02.2014