فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی
واحد سنندج ° سال نهم/ شماره ۲۷ / بهار ۱۳۹۳

ارزیابی کیفیت فرایند تولید با رویکرد نمودارهای کنترلی نوع X-R و قابلیت فرایند تولید

(مطالعه موردی شرکت بین المللی سیمان ایلام)

محمدباقر رسوله وندی(نویسنده مسؤول)
مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام ،دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی
Email:Rasolvandi2020@gmail.com
مهدی زنگنه
عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام ، کارشناس ارشد حسابداری

تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲۶ * تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲۲

چکیده

هدف این مقاله ارزیابی کیفیت فرایند تولید با رویکرد نمودارهای کنترلی نوع X-R و قابلیت فرایند تولید می باشد. جامعه آماری تعداد ۱۷۰نفرازمدیران ارشد، میانی و کاربران بخش کنترل کیفیت، پرسنل بخش تولید و کارکنان بخش پشتیبانی تولید شرکت بین‌المللی سیمان ایلام می‌باشد، که تعداد ۱۱۸ نفر به عنوان نمونه و با استفاده از فرمول کوکران انتخاب شده اند. برای دست یابی به این هدف از رگرسیون خطی چند گانه استفاده شده است، که داده های مورد نیاز آن با استفاده از یک پرسشنامه استاندارد شده جمع آوری و سپس با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و معلوم شد که نوع مواد اولیه و تجهیزات تولید این نمودارها را تحت تاثیر قرار می دهد، اما اپراتورها و تکنسین های نزدیک به فرایند تولید نمی توانند این نمودارها را تحت تاثیر قراردهند. همچنین نتایج نشان داد که مشتریان و بازار فروش، شرایط عملیاتی فرایند تولید و نمونه گیری نیز بر روی قابلیت فرایند تولید تاثیر گذار هستند.

کلمات کلیدی: کیفیت، قابلیت فرایند تولید، نمودارهای کنترلی نوع X-R.

۱- مقدمه

بدون شک شرکت ها و سازمان های امروزی بر مبنای قوانین گذشته وبا اتکاء به مدیریت سنتی قادر به ادامه حیات در یک محیط رقابتی نخواهند بود. به همین دلیل است که بسیاری از سازمان های بزرگ اقتصادی خدماتی دیروز دیگر وجود خارجی ندارند، آگاهی کامل و رعایت قوانین نوین تجاری تبدیل به یک ضرورت اجتناب ناپذیر شده است .بنابراین رعایت استانداردهای تولید،کاهش و یا حذف ضایعات کلید طلایی موفقیت شرکت های تولیدی و خدماتی در جهان در حال تغییر امروز شناخته شده است (Kazazi, 2003).در دنیای صنعتی امروز به دلیل گسترده شدن عرصه رقابت ،افزایش هزینه های انسانی، انرژی و مواد اولیه و نیز ارتقای سطح آگاهی و توقع مصرف کننده نسبت به کیفیت ،همواره باید به دنبال یافتن راه حل هایی کارا و سودمند در جهت بهبود کیفیت محصولات بود (Kazemnezhadfard et al., 2007).

در بحث کیفیت صاحبنظران معتقدند که نمی توان کیفیت را به وسیله انجام فعالیت های بازرسی و آزمون در محصول گنجاند. محصول باید از ابتدا درست تولید شود. این بدان معنا ست که فرایند تولید باید از ثبات مناسبی برخورداراباشد. کنترل فرایند تولید در حین تولید، ابزار اصلی مورد نیاز جهت دست یافتن به چنین هدفی می باشد(Noorosana, 2007). کنترل فرایند به معنی اطمینان حاصل نمودن از مورد قبول شدن محصولات در آینده است. برای انجام این امر، لازم است نمونه گیری به صورت دوره ای انجام شود و مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر نتیجه مثبت باشد، فرایند تولید می تواند به کار خود ادامه دهد و اگر مورد قبول نباشد، فرایند تولید باید متوقف شود تا اقدامات اصلاحی انجام گیرد (Mottaghi,2009). برای درک بهتر موضوع دراینجا ابتدا تعاریفی از فرایند و فرایند تولید ارائه می شود، به مجموعه ساخت یافته و اندازه گیری شده از فعالیت هایی که در جهت ایجاد خروجی خاصی و برای مشتریان یا بازار خاصی طراحی شده اند فرایند گفته می شود. دو مشخصه خاص فرایند ، داشتن مشتری نهایی و عبور از محدوده ساختار سازمانی است (Alamtabriz & Mohammadrahimi, 2009). فرایند تولید مجموعه ای از همه فعالیت هایی که نیازمند تغییر در مجموعه ای از داده ها (نیروی انسانی، مواد خام، انرژی و غیره) به محصولات ارزشمند تر از قبیل کالاهای ساخته شده و خدمات است (Jafarnezhad,1991).

اگر قرار باشد یک محصول مشخصات مورد نظر مشتری را دارا باشد، آنگاه این محصول باید به وسیله یک فرایند پایدار یا تکرار پذیر تولید گردد.به عبارت دیگر، فرایند تولید باید از تغییرپذیری کمی در حول مقدار هدف یا ابعاد اسمی مشخصات کیفی محصول برخوردار باشد.کنترل فرایند آماری مجموعه ای قدرتمند و توانا از ابراز حل مشکل است که در ایجاد ثبات در فرایند و بهبود کارایی آن از طریق کاهش تغییرپذیری مفید واقع می گردد.کنترل آماری فرایند را می توان برای هرگونه فرایندی استفاده نمود.ابزارهای هفتگانه کنترل آماری فرایند عبارتند از: هیستوگرم ۲- برگه کنترل ۳- نمودار پاراتو ۴- نمودارعلت و معلول ۵- نمودار تمرکز نقص ها ۶- نمودار پراکندگی ۷- نمودار کنترل، کنترل آماری فرایند یک میل و آرزو برای کلیه افراد سازمان جهت برقراری یک سیستم بهبود مستمر در زمینه کیفیت و بهره وری است (Noorosana, 2007). کنترل آماری فرایند یک روش موثر برای بهبود کیفیت و بهره وری شرکت ها است . قبل از اینکه سود صنایع را افزایش دهد ، موجب افزایش توان رقابت و بهبود کیفیت در تولیدات شده و به عنوان یکی از ابزارها در بدست آوردن اطلاعات مطلوب در مورد کیفیت و بهره وری شرکت ها می باشد (Saninga, 2004). نمودارهای کنترل آماری فرایند برای نظارت و کنترل فرایندها در سطح گسترده و وسیعی مورد استفاده قرار می گیرند(Teyarachakul et al., 2007). درواقع کنترل آماری فرایند شامل بکارگیری تکنیک های آماری دراندازه گیری و تحلیل انحراف فرایند تولید است. یکی ازابزارهای کنترل آماری فرایند نمودارهای کنترلی نوع X-R است، هدف ازبکارگیری این نمودارها اندازه گیری وحداقل کردن تغییراتی است که در فرایند رخ می دهد (Delany &Phelan,2009). نمودارکنترلی یک ابزاراساسی کنترل آماری فرایند است که نشان دهنده میزان تغییر پذیری است که دریک سیستم بوجود آمده است (علت تغییر پذیری شناخته می شود)، بنابراین نمودارهای کنترلی وضعیتی را تعیین می کنندکه یک فرایند بدون نقص عمل میکند واگر یک تغییر خاص در میانگین فرایند و یا واریانس آن اتفاق افتاده باشد، آن را نشان می دهند. نمودار کنترلی مشخص می کند که چگونه اثر عوامل مختلف با گذشت زمان عوض می شود (مثل مواد اولیه، نیروی انسانی، روش کار و ....) (Mandavgade & Santosh,2009). نمودار کنترلی X-R شکلی است که مقدار میانگین x و دامنه

تغییرات R را نشان می دهد، این نمودار از مهم ترین انواع نمودارکنترل برای مقادیر پیوسته است. نمودار X هر نوع تغییر در مقدار میانگین فرایند را نشان می دهد، در حالی که نمودار R هر نوع تغییر در مقدار پراکندگی فرایند را نشان می دهد. چون می توان تغییر در مقدار میانگین و پراکندگی فرایند را همزمان مشاهده نمود، روشی فوق العاده موثر برای بررسی حالات غیرعادی فرایند می باشد (Zaremehrjerdi, 1995). نمودارهای کنترلی X-R کاربردهای دیگری نیز دارند که عبارتند از: تحلیل فرایند تولید، انتخاب ویژگی ارزیابی محصول، تعیین اندازه نمونه، تبدیل داده به اطلاعات و طراحی نمودارهای کنترلی (Burikowska, 2005).

متغیری که برای نمودار X-R انتخاب می شود، باید یک مشخصه کیفی قابل اندازه گیری و قابل بیان توسط اعداد باشد. مشخصه های کیفی که براساس شش واحد اصلی: طول، جرم، زمان، شدت جریان الکتریکی، دما، شدت درخشندگی بیان می شود، به اندازه واحدهای فرعی مانند توان، سرعت، نیرو، انرژی، دانسیته و فشاربا اهمیت بنظرمی رسند. در اولین قدم مشخصه های کیفی که برروی عملکرد محصول تاثیرشگرفی دارند، مورد توجه قرارمی گیرند. این مشخصه ها می توانند تابعی ازمواد اولیه ، قسمت ها ی مختلف اجزای تولید و مونتاژ یا قسمت های تکمیل کالا باشند. نمودارکنترل ابزارآماری است که وظیفه تشخیص تغییرات عادی وغیرعادی را برعهده دارد .معمولاً این گونه تغییرات به عملکردهای اصلاحی افراد نزدیک به فرایند مانند، اپراتورها، تکنسین ها، کارگران تعمیرات و سرپرست نیازمند است (Khodaparastehaghi & Motaghitalab,1998).

در واحد های تولیدی بررسی و تعیین اینکه وضعیت فرایند یا ماشین تولید در مقایسه با مشخصات تعیین شده برای آن (برای مثال مشخصات فنی) و به خصوص از نظر تولید قطعه یا محصول منطبق (سالم) یا نامنطبق (معیوب) چگونه می باشد، حایز اهمیت است.

علاوه بر این در صورت تولید قطعه یا محصول نامنطبق تعیین اینکه عدم انطباق نسبت به مشخصات تعیین شده یک طرفه است یا دو طرفه و همچنین محاسبه درصد اقلام نامنطبق نیز حایز اهمیت می باشد. بر مبنای این اطلاعات است که قادر می شویم اقدام اصلاحی مناسب را مشخص کرده و آن را برای تنظیم فرایند تولید و کاهش درصد اقلام نامنطبق به اجرا درآوریم. همچنین با استفاده از این اطلاعات می توان در مورد اثربخش بودن یا نبودن اقدام اصلاحی نیز قضاوت نمود. برای دست یابی به این اهداف و در مقایسه با مشخصات فنی یا استاندارد و یا سفارش خریدار روش های آماری متفاوتی وجود دارد، که یکی از این روش ها قابلیت فرایند تولید است (Pourshams, 2009).

شاخص های قابلیت فرایند توجه محققین تضمین کیفیت را به خود جلب کرده و کاربرد آن در ارزیابی فرایند تولید و تصمیمات خرید افزایش یافته است . این شاخص ها مقیاس کمی مشترک را برای قابلیت فرایند تولید و کیفیت ارائه کرده اند، که می تواند بوسیله مشتریان و عرضه کنندگان به عنوان یک مرجع هنگام انعقاد قرارداد مورد استفاده قرار بگیرد. بنابراین شاخص های قابلیت فرایند ابزارهای استاندارد خیلی موثری برای گزارش کیفیت، به ویژه در سطح مدیریت جهانی هستند. درک مناسب و ارزیابی دقیق شاخص های قابلیت فرایند برای یک شرکت موفق در تداوم موقعیت یک عرضه کننده توانا، ضروری است .همچنین استفاده از شاخص های قابلیت فرایند رشد خیلی گسترده ای داشته است. در حالیکه تاکنون بیشترکارهای تحقیقی برروی رویکرد های معمول سنتی تمرکز داشته است (Wu, 2008). شاخص های قابلیت فرایند خلاصه های آماری هستند که عملکرد بالفعل یا واقعی ویژگی های مرتبط به هدف و محدوده های مشخصات را اندازه گیری می کنند . یک شاخص قابلیت فرایند عددی است که رفتار محصول یا مشخصات فرایند مرتبط با ویژگی ها را خلاصه می کند (Kaya & kaharman,2009). شاخص های قابلیت فرایند عملکرد واقعی یک فرایند تولید را با عملکرد واقعی مقایسه می کنند (Parchami & mashinchi,2007). اگر محصول نزدیک به ۱۰۰٪ در حدود تلرانس باشد، می توان گفت که سیستم قابلیت دارد . حدود تلرانس بوسیله مشتریان ، مهندسین و مدیریت تعیین می شود و آنها به عنوان الزامات، اهداف، مشخصات و استاندارد ها تعریف شده اند (Motorcu & Gulla,2006). شرایط عملیاتی نظیر سرعت برش ، میزان تغذیه و یا درجه حرارت را برای استفاده های آتی تعریف کنید . مطالعه و بررسی اثرات این عامل ها بر روی قابلیت فرایند ممکن است حائز اهمیت باشد.

تعیین اندازه نمونه بیشترین کاربرد را برای کارخانه ها دارد ، بویژه برای آنها که برنامه جمع آوری داده آنها برای نظارت و کنترل کیفیت فرایند تکراری است ،لذا ممکن است یکی از عوامل تاثیر گذار بر قابلیت فرایند تولید ،اندازه نمونه باشد (Chang & Wu, 2008).

کنترل آماری فرایند از دهه ۱۹۳۰ با استفاده صنعتی از نمودار کنترل توسط دکتر دبلیو . ا. شوهارت از شرکت آزمایشگاه های بل آغاز گردید. در آن زمان ، دکتر ویلیام ادواردز دمینگ در شرکت وسترن الکتریک با آقای دکتر شوهارت همکار بود و در ارائه ایده های جدید کیفی با او همکاری می کرد. در اواخر دهه ۱۹۳۰ سخنرانی دکتر شوهارت توسط دکتر دمینگ در کتابی با نام روش آماری از دیدگاه کنترل کیفیت گردآوری شد.دکتر دمینگ یکی از اولین کسانی است که در عمل از روش های آماری استفاده کرد و بعدها به عنوان یکی از کارشناسان برجسته و صاحب نام این رشته معروف شد. در جنگ جهانی دوم ، شرایط به کارگیری روش های کنترل آماری کیفیت در صنایع مختلف ایالات متحده مهیا شد. در آن هنگام، تغییر خطوط تولید برای پاسخگویی به مقتضیات شرایط نیمه جنگی یا جنگی با اشکالات جدی همراه بود، اما به کارگیری کنترل کیفیت ، ایالات متحده را قادر ساخت تا انبوهی از تجهیزات نظامی ارزان قیمت تولید کند. در این باره استانداردهایی نیز در دوران جنگ انتشار یافت که به استانداردهای (z-1) معروف شدند. امروزه در دنیای صنعت، استفاده از روش های آماری، جزء لاینفک نظامنامه های کیفیتی است. در حالی که در ایران، بحث روش های آماری کنترل فرایند در سال های اخیر مطرح شده و شاید برای همه گیر شدن به زمانی طولانی نیاز داشته باشد (Kazemnezhadfard et al., 2007).

آقای محمد رضا مهرگان در سال ۱۳۶۶ در پایان نامه خود به بررسی کاربرد کنترل کیفیت در صنایع ریسندگی پرداخته و پس از تعیین مشخصه های مهم محصول نهایی را تشریح و ارزیابی نمود. آقای رضا امین الرعیا در سال ۱۳۷۵، به بررسی کنترل کیفیت در صنعت مبلمان پرداخت . ایشان پس از بررسی متغیرهای موثر در کنترل کیفیت محصول در مرحله نهایی در شرکت سیما چوب ،به تعیین مشخصه های مورد کنترل در هر مرحله از لاک زنی پرداخته و در نهایت به کمک نمودارهای کنترلی U به تشریح مواردی نظیر بی دقتی اپراتور و وجود حباب بر روی قطعه رنگ کاری شده و تاثیر آن بر روند تولید را بررسی نمود. همچنین آقای جواد زینالی در پایان نامه خود در سال ۱۳۷۶ ،به بررسی طراحی و توسعه یک سیستم کنترل کیفیت یکپارچه در یک واحد صنعتی کار گاهی پرداخت و دریافت که اگر کنترل کیفیت آماری و کنترل فرایند آماری با یک سیستم اطلاعاتی که قابل مستند سازی است ادغام شود ، کاربردهای بسیار مطلوبی پیدا خواهد کرد. در سال ۱۳۸۳ آقای جواد شریفی در پایان نامه خود ، کاربردهای کنترل کیفیت آماری را در شرکت پارس گالری مورد مطالعه قرار داد . ایشان با انجام بازرسی های کمی و کیفی از طریق جداول استاندارد، جهت رد یا قبول شدن از طریق رسم نمودارهای کنترلی مربوط به محصولات در جریان ساخت و محصولات شناخته شده، قضاوت نمود .همچنین در این مطالعه، با رسم نمودارهای پاره تو و علت معلول، به منظور حل مشکلات تولیدی از قبیل وجود خط خوردگی در محصولات نهائی، اقدام گردیده است. در سال ۱۳۸۵، آقایان امیر هومن حمصی، هاشم نیکو مرام و نیما سید محمدی، بررسی کاربرد فرایند کنترل کیفیت آماری را در شرکت سیما چوب مورد مطالعه و پژوهش قراردادند. که در این تحقیق فرایند کنترل کیفیت آماری مورد نظر ، شامل انواع بازرسی ها و نمودارهای کنترلی می باشد. در این مطالعه با استفاده از جداول استاندارد بازرسی، ابزارهای آماری متداول و نیز نمودارهای کنترل U, C, R, X مشخصه های کمی و کیفی مواد اولیه ،محصولات در جریان ساخت و محصولات ساخته شده، بررسی گردید. نتیجه این تحقیق نیز این بود که استقرار و کاربرد نظام کنترل کیفیت آماری در خصوص مواد اولیه، کالای در جریان ساخت و محصول نهایی، موجبات ارتقاء کیفی و افزایش عمر مفید محصولات را به همراه خواهد داشت.

۲- مواد و روش ها

از آنجایی که هدف تحقیق ارزیابی اثرات عوامل مختلف بر روی نمودارهای کنترلی نوع X-R و قابلیت فرایند تولید است، لذا رابطه علت و معلولی بین متغیرهای تحقیق وجود دارد. همچنین به دلیل اینکه در این تحقیق متغیرهای مستقل دستکاری نمی شوند ، بنابراین می توان گفت که این تحقیق علی یا پس از وقوع است (Taghizadeh & Tari, 2007). از آنجائیکه این تحقیق از نوع میدانی است، در روش میدانی یکی از متداول ترین ابزار جمع آوری اطلاعات پرسشنامه است(Khaki , 2008). لازم

به ذکر است که زمان گردآوری اطلاعات و انجام این تحقیق چهارماهه نخست سال ۱۳۹۲ می باشد. جامعه آماری این تحقیق تعداد ۱۷۰نفر از مدیران ارشد، میانی و کاربران بخش کنترل کیفیت، پرسنل بخش تولید و کارکنان بخش پشتیبانی تولید شرکت بین‌المللی سیمان ایلام هستند که مشخصات تحصیلی آنها در جدول (۱) نشان داده شده است. به منظور مشخص شدن حجم نمونه نیز، از فرمول کوکران استفاده شده و نتایج نشان داد که حجم نمونه ۱۱۸ مورد است، نمونه گیری به روش تصادفی ساده انجام شده است.

جدول شماره (۱) : اطلاعات مربوط به میزان تحصیلات مدیران و کارکنان بخش کنترل کیفیت شرکت بین المللی سیمان ایلام

مقطع تحصیلی	درصد
فوق دیپلم	٪۲۵
کارشناسی	٪۴۷
کارشناسی ارشد	٪۲۸

پس از تهیه پرسشنامه باید ابتدا به تعیین روایی آن پرداخت ،برای تعیین روایی پرسشنامه روش های متعددی وجود دارد که یکی ازاین روش ها روایی محتوا است. روایی محتوای یک پرسشنامه توسط افراد متخصص درموضوع مورد مطالعه تعیین می شود، که روایی محتوای پرسشنامه این مقاله توسط تعدادی از متخصصین، استادان و همچنین تعدادی از خبرگان سازمانی آشنا به مسائل کنترل کیفیت فرایند تولید قرار گرفته و پس از اصلاحات لازم مورد تایید قرار گرفته است. به منظور تعیین پایایی پرسشنامه ازضریب آلفای کرونباخ استفاده گردیده شده و عدد ٪۷۸ بدست آمده است که نشان دهنده اعتبار بالای پرسشنامه است.

۳- نتایج و بحث

پس از گردآوری و تلخیص داده ها به منظور بررسی نرمال بودن دادها از آزمون کلموگروف–اسمیرنف استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول (۲) و (۳) آورده شده است . همانطور که مشاهده می شود درمورد توزیع داده های متغیر نمودارهای کنترلی نوع X-R شاخص های اپراتورها و تکنسین های نزدیک به فرایند تولید، نوع مواد اولیه و تجهیزات تولید و سپس برای متغیر قابلیت فرایند تولید نوع مشتریان یا بازار فروش، شرایط عملیاتی فرایند تولید و نمونه گیری مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به اینکه سطوح معنی داری برای همه این شاخص ها از ۰/۰۵ بزرگتر بوده با ۹۵ درصد اطمینان می توان گفت که دادهای مربوط به همه شاخص های متغیرهای تحت بررسی از توزیع نرمال تبعیت می کنند. در این مقاله به منظور آزمون فرضیات مرتبط با مدل مفهومی پیشنهادی از نرم افزار SPSS استفاده می شود. همانطور که در دو جدول (۲) و (۳) ملاحظه می شود در روش آماراستنباطی ازروش های آماری چون آزمون کلموگروف ° اسمیرنف جهت بررسی نرمال بودن متغیروابسته وآزمون دوربین–واتسون برای بررسی وجود همبستگی میان خطاها استفاده می شود.

جدول شماره (۲): آزمون نرمال بودن داده های مربوط به متغیر نمودارهای کنترلی نوع X-R

میانگین	انحراف معیار	مقدار آماره کلموگروف – اسمیرنوف	سطح معنی داری
۳/۲۰۸۵	۰/۸۱۸۲۱	۱/۴۰۳	۰/۰۵۹

جدول شماره (۳): آزمون نرمال بودن داده های مربوط به متغیر قابلیت فرایند تولید

میانگین	انحراف معیار	مقدار آماره کلموگروف – اسمیرنوف	سطح معنی داری
۳/۶۲۰۷	۰/۶۳۴۶۱	۱/۰۲۴	۰/۲۴۵

به منظوربررسی استقلال خطاها از یکدیگرازآزمون دوربین– واتسون استفاده می شود.برای شاخص های متغیر نمودارهای کنترلی نوع X-R این آزمون انجام شد.مقدار آماره این آزمون دردامنه ۰و۴ قرار دارد و چنانچه این آماره در بازه ۱/۵ یا ۱/ ۵ ۲قرار گیرد، آزمون عدم همبستگی بین خطاها پذیرفته می شود و در غیر اینصورت همبستگی بین خطاها وجود دارد. از آنجا که مقدار این

آماره در این تحقیق ۲/۰۱۶ می باشد در نتیجه فرض همبستگی داده ها رد می شود.این آزمون برای شاخص های مربوط به متغیر قابلیت فرایند تولید نیز به انجام رسید که مقداراین آماره دراین تحقیق ۱/۶۰۳ می باشد، در نتیجه فرض همبستگی داده ها رد می شود.ضریب همبستگی، ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده محاسبه و سپس خطای معیار نیز تخمین زده می شود، در ادامه با استفاده از مدل رگرسیون چند متغیره درباره چگونگی ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته اظهار نظر می شود .از آنجا که در این تحقیق محقق در نظر دارد تاثیر متغیر مستقل برروی متغیر وابسته را بررسی کند در این وضعیت از رگرسیون جهت پیش بینی متغیر وابسته استفاده می شود.برای این منظور مدل رگرسیونی با استفاده از نرم افزار آماری SPSS برآورد شده و معنادار بودن مدل رگرسیونی با استفاده ازسطح معناداری محاسبه می شود، بدین ترتیب که اگرسطح معناداری محاسبه شده از معادله رگرسیون کوچکتر از مقدار بحرانی ۰/۰۵ باشد مدل رگرسیونی معنادار خواهد بود. در این شرایط که برای پیش بینی متغیروابسته، به یک متغیر مستقل نیاز است از رگرسیون تک متغیره استفاده می شود ،در واقع دررگرسیون هدف برآورد رابطه ای ریاضی است،به طوری که بتوان به کمک آن یک متغیر مجهول را با استفاده از متغیر یا متغیر هایی معلوم، تعیین کرد. با فرض آنکه رابطه علت و معلولی بین دو متغیر کمی وجود دارد و این رابطه به صورت خطی باشد،معادله رگرسیون به صورت $\psi = \alpha + \beta\chi + \varepsilon$ تعریف می شود، در واقع متغیر وابسته به کمک متغیر های مستقل برآورد می شود. اکنون ادعای محقق با آزمون رگرسیون خطی آزمون می شود.برای بررسی وجود رابطه میان نمودارهای کنترلی نوع X-R با اپراتورها، نوع مواد اولیه و تجهیزات تولید همانطور که در جدول (۴) مشاهده می شود ، متغیرهای اپراتورها و تکنسین های نزدیک به فرایند تولید،نوع مواد اولیه و تجهیزات تولید به عنوان متغیرمستقل وارد مدل می شود و متغیر نمودارهای کنترلی نوع X-R به عنوان متغیر وابسته وارد مدل می شود.با توجه به ضریب تعیین به دست آمده از خروجی آزمون، ۵۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه می شود.تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین دو متغیرانجام شد. مشخص گردید که سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد می باشد، پس فرض خطی بودن رابطه متغیر وابسته با متغیر های مستقل تایید می شود.

جدول شماره(۴): ضرایب معادله رگرسیون نمودارهای کنترلی در مقابل متغیر های مستقل

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	آماره (t)	سطح معنی داری
	B	Std.Error			
مقدار ثابت	-۰/۰۷۴	۰/۱۴۵		-۰/۵۱۳	۰/۶۰۹
تکسنسین ها	۰/۰۵۳	۰/۰۲۸	۰/۰۶۷	۱/۹۱۷	۰/۰۵۷
نوع مواد اولیه	۰/۱۰۶	۰/۰۳۸	۰/۱۰۱	۲/۸۰۲	۰/۰۰۶
تجهیزات تولید	۰/۸۰۸	۰/۰۳۲	۰/۸۵۳	۲۴/۸۹۰	۰/۰۰۰

حال اگر به ترتیب مقدار ثابت و شیب خط رگرسیون جامعه باشد، بر اساس نگاره فوق مدل چند متغیره رگرسیونی به صورت زیر نشان داده می شود:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + error$$

که در آن: Y: متغیر وابسته(نمودار های کنترلی)، β_0:عرض از مبدا، β_1: بر آورد کننده شیب خط رگرسیون ، X_1:اپراتورها و تکنسین ها ی نزدیک به فرایند تولید، X_2 :نوع مواد اولیه و X_3 : تجهیزات تولیداست . که پس از جایگذاری ضرایب رگرسیونی هر متغیر،مدل ریاضی مطابق با متغیرهای نوع مشتریان یا بازار فروش ، شرایط عملیاتی فرایند تولید و نمونه گیری به این صورت خواهد بود: $= -0.074 + 0.067 X_1 + 0.101 X_2 + 0.853 X_3$

به منظور بررسی وجود رابطه میان متغیر قابلیت فرایند تولید با بازار فروش یا مشتریان،شرایط عملیاتی و نمونه گیری، این بار متغیرهای بازار فروش یا مشتریان، شرایط عملیاتی و اندازه نمونه به عنوان متغیر مستقل وارد مدل می شود و متغیر قابلیت فرایند نیز به عنوان متغیر وابسته وارد مدل می شود. با توجه به ضریب تعیین به دست آمده از خروجی آزمون ۵۶/۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل موجود در مدل توجیه می شود. حال تحلیل واریانس رگرسیون به منظور بررسی قطعیت وجود رابطه خطی بین دو متغیر انجام می شود. که سطح معنی داری کمتر از ۵ درصد می باشد، پس فرض خطی بودن رابطه متغیر وابسته با متغیر های مستقل در اینجا نیز تایید می شود. در جدول (۵) در ستونB بتا به ترتیب مقدار ثابت و ضریب متغیر مستقل ارائه شده است. درجدول مذکور ضرایب شامل دو دسته ضرایب استاندارد شده بتا و استاندارد نشده بتا است. در ضرایب استاندارد نشده بتا مقیاس متغیر ها با یکدیگر یکسان نیست در صورتی که در ضرایب استاندارد شده بتا مقیاس متغیرها یکسان شده و امکان مقایسه متغیر ها وجود دارد.بنابراین جهت مقایسه اثر متغیر مستقل برروی متغیر وابسته از ضرایب استاندارد شده استفاده می شود.

جدول شماره (۵): ضرایب معادله رگرسیون قابلیت فرآیند تولید درمقابل متغیر های مستقل مدل

مدل	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده	آماره (t)	سطح معنی داری
	B	Std.Error			
مقدار ثابت	۰/۶۰۸	۰/۲۰۶		۲/۹۴۶	۰/۰۰۴
بازار فروش یا مشتریان	۰/۴۴۵	۰/۰۴۹	۰/۵۳۹	۹/۰۸۷	۰/۰۰۰
شرایط عملیاتی	۰/۱۵۹	۰/۰۴۸	۰/۱۸۹	۳/۳۲۲	۰/۰۰۱
نمونه گیری	۰/۱۵۷	۰/۰۴۸	۰/۱۹۷	۳/۳۰۶	۰/۰۰۱

همانطور که ملاحظه می شود، سطح معنی داری آزمون برابر با صفر و کوچکتر از۰/۰۵ می باشد. بنابراین فرض مبنی بر تساوی ضرایب رگرسیون و مقدار ثابت با عدد صفر رد می شود و نباید آنها را از معادله رگرسیون خارج کرد، لذا مدل رگرسیون به صورت زیر نشان داده می شود:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + error$$

بازار فروش، : X_1 برآورد کننده شیب خط رگرسیون، β_1 :عرض از مبدا، β_0 :متغیر وابسته(قابلیت فرآیند تولید)، Yکه در آن : نمونه گیری با توجه به سطح معنی داری برا ی متغیر مستقل اجرای آن درمدل معنی دار می باشد X_3 :شریط عملیاتی و X_2 :

$$= 0.608 + 0.539 X_1 + 0.189 X_2 + 0.197 X_3$$

با توجه به سطح معنی داری محاسبه شده برای هر یک از ضرایب رگرسیونی در معادله رگرسیون مربوط به نمودارهای کنترلی نوع X-R می توان گفت که حضور متغیر تکنسین ها با توجه به سطح معنی داری آن(Sig=0.057>0.05) این میزان همبستگی معنی دار نخواهد بود، بنابراین با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان گفت که میان وجود تکنسین های نزدیک به فرایند تولید ونمودارهای کنترلی نوع X-R ارتباطی وجود ندارد. اما با توجه به اینکه سطح معنی داری سایر متغیر های مستقل مدل(نوع مواد اولیه و تجهیزات تولید) کمتر از ۰/۰۵می باشد فرض مبنی بر وجود ارتباط آنها با نمودارهای کنترلی پذیرفته می شود،در واقع می توان گفت که نوع مواد اولیه وتجهیزات تولید نمودارهای کنترلی نوع X-R را تحت تاثیر قرار می دهد.

با توجه به ضریب رگرسیونی به دست آمده در معادله رگرسیونی متغیر قابلیت فرایند تولید، می توان گفت که به ازای یک واحد افزایش دربازارفروش ،قابلیت فرآیند تولید به اندازه ۰/۵۳۹ واحد افزایش پیدا خواهد کرد و با توجه به سطح معنی داری آن (sig=0.000<0.05) فرض صفر مبنی بر صفر بودن مقدار این ضریب رد خواهد شد واین میزان همبستگی معنی دار خواهد بود بنا براین با سطح اطمینان ۹۵٪ می توان فرضیه محقق مبنی بر وجود ارتباط مثبت میان قابلیت فرآیند تولید و بازار فروش تائید می شود.این ضریب برای متغیر شرایط عملیاتی ۰/۱۸۹می باشد به این معنی که به ازای یک واحد افزایش در شرایط عملیاتی ،قابلیت فرآیند تولید به اندازه ۰/۱۸۹ واحد افزایش پیدا خواهد کرد و با توجه به سطح معنی داری آن

(sig=0.001<0.05) فرض صفر مبنی بر صفر بودن مقدار این ضریب رد خواهد شد،همچنین مقدار این ضریب برای متغیر نمونه گیری ۰/۱۹۷می باشد در نتیجه به ازای یک واحد افزایش این متغیر قابلیت فرآیند تولید ۰/۱۹۷ واحد افزایش می یابد و با توجه به سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵این متغیر نیز ارتباط معنا داری با قابلیت فرآیند تولید دارد. همچنین به مدیران و متخصصین صنایع پیشنهاد می شود که از روش های ارزیابی کیفیت فرایند تولید استفاده کنند زیرا این امر باعث می شود که:

۱- بهره وری در فرایند تولید افزایش یابد که نتیجه آن کاهش ضایعات و بدنبال آن کاهش هزینه ها است ، که مزیت مهمـی در دنیای رقابتی امروز برای تولید کنندگان به شمار می رود.

۲- صنایع به قدرت پیش بینی تغییرات فرایند تولید دست یابند.

۳- شناخت انحرافات در مدت زمان کمتری انجام شود که این خود دلیلی است برای انجام به موقع اقدامات اصلاحی.

۴- اختلالات فرایند تولید به حداقل برسد و این در جهت بهبود عملکرد فرایند از نظر پراکندگی است.

٤- منابع

1. Alamtabriz, A., & Mohammadrahimi, A.R. (2009). Production and operations Management Approaches in Evaluating and Improving Business Process. The Commerce printing & Publishing Company.168pp.
2. Amenoroaea, R. (1996). The investigation of Quality control in the furniture industry (M. A. dissertation). University of Tehran.
3. Burlikowska, M.D. (2005).Quality estimation of process with usage control charts type X-R and quality capability of process Cp, Cpk. Journal of materials processing Technology.162, 736-743.
4. Chang, Y.C, & Wu, Chien-Wei.(2008). Assessing Process Capability based on the lower confidence bound of Cpk for asymmetric tolerances. European Journal of Operational Reserchal, (190), 205-227.
5. Delany, k.d., & Phelan, Pat. (2009). Design improvement using process capability data".Journal of material processing technology, No 209,619-624.
6. Jafarnezhad, A. (1991). Operation Management. University of Tehran press. (Translated to Persian).
7. Hemesi, A.H & Nekomaram, H and Saeed Mohamadi, N. (2006).Estimating the applications Quality statistical control in the Sima chob company. Journal of Agriculture sciences, 2, 42-53.
8. Kaya, I., & Kahraman, Cengiz.(2009).A new perspective on fuzzy process capability indices.Journal of Expert systems with applications, 54,1-12.
9. Kazazi, A. (2003). Total quality control .Publications and Research institute of Planning and management press. (Translated in Persian).
10. Kazemnezhadfard, H., and Godarzi, and Ahmadighomi, R., and Vedaehaedari, H. (2007). statistical process control: concepts and Methods. Publishing Training Center and industrial research of Iran. Press.
11. Khaki, Gh. (2008).Method of Research by thesis approach. Tehran. Baztab publishing co.
12. Khodaparasehaghi , A. and Mottaghitalab, V. (1998). Quality control. Gelan univ .press .(Translated to persian)
13. Mandavgade, Nitink., and Santosh, B.Jaju.(2009). Optimization of Cost by using 7QC Tools".Reserch India Publication. 3, 149-160.

14. Mehregan, M.R. (1987).The investigation of application Quality control in the spinning industry (M.A. dissertation). Tarbiat Mordares University.
15. Motorcu, Alireza, & Gullu, Abdulkadir.(2006). Statistical Process Control in machining a case study for machine tool capability and process capability. Material and Design, 27, 364-374.
16. Mottaghi, H. 2009 .production and operation Management. Avaepatris, 397.
17. Noorosana, R. 2007.Statistical process control. Elm va Sanat university press. 186pp.(Translated in Persian).
18. Parchami, A. & Mashinchi, M. (2007).Fuzzy estimation of Process capability indices. Information sciences, 177, 1452-1462.
19. pourshams, A. (2009). Quality control .Publishing training center and industrial research of Iran. (Translated to Persian).
20. Saninga, Erwin M.(2004). Economic Statistical Control-Charts with an Application to Xbar and Rcharts".Journal of material processing technology, No 161,152-165.
21. Sharifi, J. (2002). The investigation of application of Quality control in the pars company. Tehran University.
22. Taghizadeh H., Tari, GH& Musavi S.R. (2007). Exaltation of organizational entrepreneurship (case study). MANAGEMENT SIENCE. 3,155-180.
23. Teyarachakul, S.,& Chand,S., & Tang, J.(2007).Estimating the limits for statistical process control charts: A direct method improving upon the bootstrap. European Journal of Operational Research, 178,472-481.
24. Wu, chien-Wei.(2008). Assessing process capability based on Bayesian approach with subsamples. European Journal of Operational Research, 184,207-228.
25. Zaremehrjerdi, E. (1995). Guideline Quality control Guideline. Imam Reza press, 87. (Ttanslated to Persian).
26. Zainali, J. (1997) .The investigation of Design and Development a system Quality control in integration in the unit industry (M. A dissertation).Tehran university.

پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی