

تحلیل قابلیت فرآیند

هر ابعادی در یک قطعه تولیدی مشخصه و حدود قابل قبولی دارد که بایستی رعایت شود. این مشخصه سبب می‌شود که قبل از تخصیص یک قطعه به یک ماشین یا فرآیند توجه شود که آیا فرآیند برای تحقق این مشخصه ها مناسب است؟ به عبارتی دیگر آیا فرآیند قابلیت کافی برای رسیدن به مشخصات طراحی را دارد.

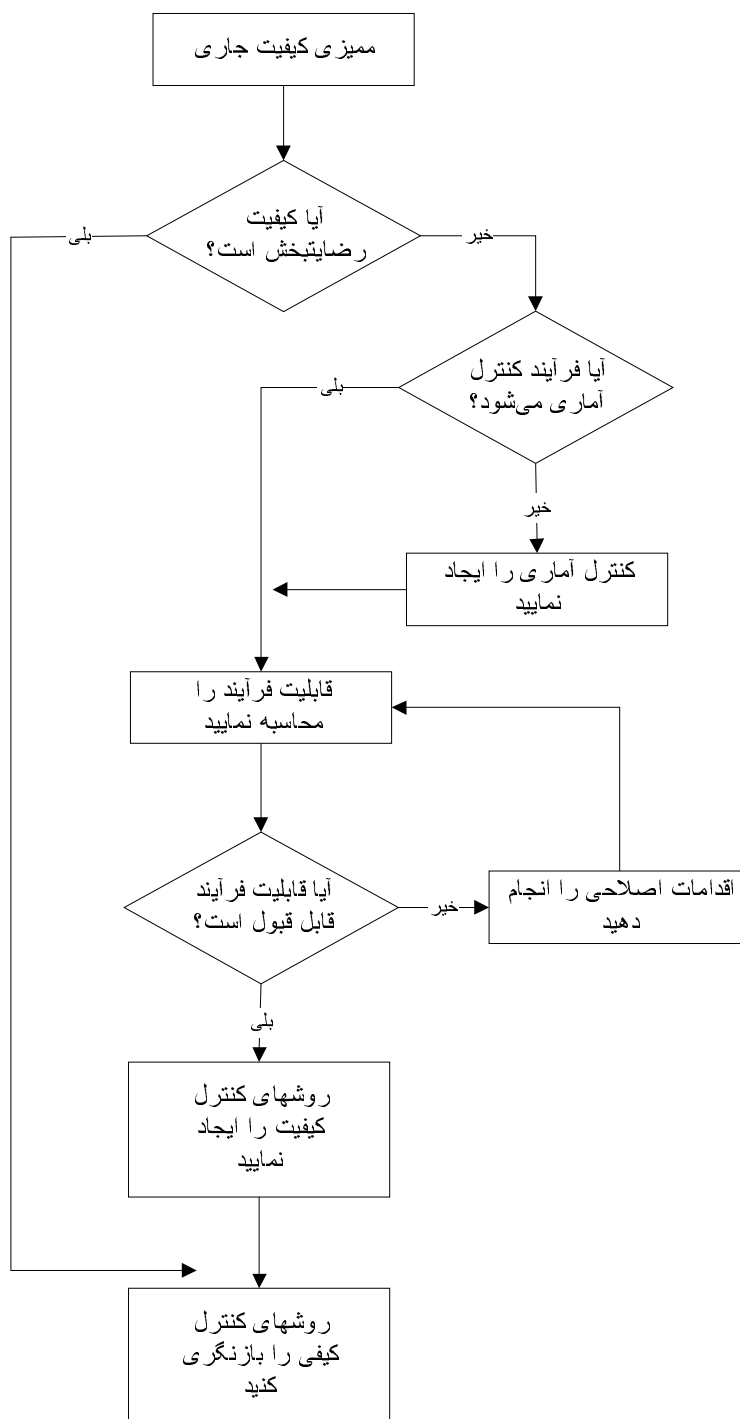
تجربه

سوالی که مطرح می‌شود آنست که چگونه می‌توان فهمید یک فرآیند قابلیت تحقق مشخصه های طراحی را دارد؟ اولین و ساده ترین پاسخ اینست: "تجربه گذشته". اما همه می‌دانیم که تجربه ها وابسته به اشخاص است و لذا دو نفر مختلف می‌توانند نظر مختلفی در مورد قابلیت یک فرآیند داشته باشند و بعلاوه قابلیت یا عملکرد یک فرآیند در طی زمان به دلایل فرسودگی، خرابی و عوامل دیگر تغییر می‌یابد. نکات فوق نشان می‌دهد که تجربه روش صحیح برای ممیزی قابلیت یک فرآیند است ولی برای جداسازی تخمین قابلیت فرآیند از ذهنیت افراد بایستی معیارهای اندازه گیری را براساس وقایع و داده های فرآیند ایجاد نمود.

ثبت و تحلیل قابلیت

بسیاری از شرکتهای دریافته اند که ثبت قابلیت فرآیند برای عملیات / فرآیندهای درگیر در ساخت محصولات مفید است و این داده ها در تخصیص دستور کارهای ساخت به یک ماشین یا فرآیند کمک می‌کنند. بعلاوه این داده ها به مهندسین طراح محصول کمک می‌کنند که مشخصات قطعات را براساس امکانات تولید طرح نمایند. بطور خلاصه نیاز به دانستن قابلیت فرآیند را در مقاطع زیر ضروری می‌دانند:

- فرآیند جدیدی است که ایجاد می‌شود و برای شناسایی قابلیت آن بایستی ممیزی شود.
 - فرآیند جاری با اصلاحات عمده ای در تکنولوژی روبرو شده است و یا ماشین قدیمی گذشته حذف و یا تعمیر اساسی شده است.
 - آنگاه که فرآیند تعداد زیادی قطعات معیوب ایجاد می‌کند و نیاز است تا قابلیت و وضعیت فرآیند آزمایش شود.
 - وقتی مجبور هستیم با فرآیندی تولید نماییم که قابلیت تولید خروجی محصول را در حدود مشخصات تعیین شده طراحی ندارد و لذا لازم است که فرآیند را در بهترین حالت خود کنترل نماییم (و چون محصولات خروجی معیوب نیز کماکان تولید می‌شود، معمولاً قطعات معیوب را با بازرسی جدا می‌کنیم.)
- نکته مهم آنست که تحلیل قابلیت فرآیند بایستی در شرایط معمول کاری انجام شده و ایزوله کردن فرآیند از شرایط محیطی آن نتایج صحیحی را ایجاد نمی‌کند. بنابراین قبل از تحلیل قابلیت فرآیند، برنامه ریزی صحیح مطابق شکل یک بایستی صورت گیرد.

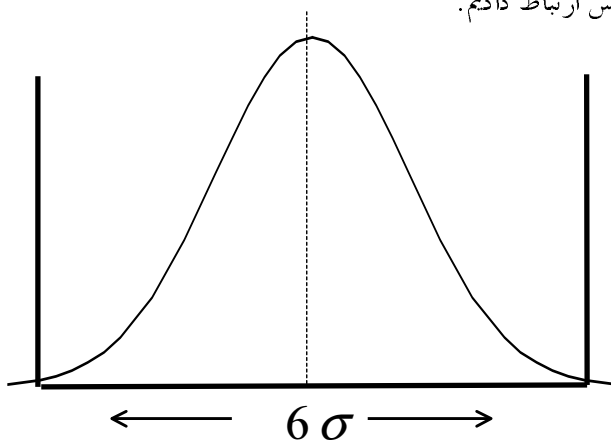


شکل ۱ - برنامه ریزی قابلیت فرآیند

انحراف فرآیند

همه به تجربه دریافته اند که در هر فرآیند به دلیل عوامل غیرقابل کنترل یا مشکلات کنترلی، تغییراتی در فرآیند بوجود می‌آید. این تغییرات یا انحرافات "انحرافات آماری" نامیده می‌شود و عوامل موثر بر آن را "تصادف یا شانس" می‌نامند. فرآیندی که فقط تحت تاثیر عامل شانس باشد، فرآیند تحت کنترل آماری است و معمولاً توزیع وقایع در آن از یک شکل زنگ مانند بنام توزیع نرمال تبعیت می‌نماید و قابلیت فرآیند با توجه به این انحرافات غیرقابل اجتناب تعریف می‌شود. به عبارت دیگر قابلیت فرآیند "حداقل انحرافات در یک فرآیند را تحت یک شرایط مشخص" معین می‌کند. و یا "بهترین عملکرد یک فرآیند را که در آن عوامل قابل کنترل و تشخیص حذف شده اند" قابلیت یک فرآیند است.

شکل (۲) خروجی یک فرآیند را تحت عوامل تصادفی نمایش می‌دهد. مطابق این تصویر اگرچه فرآیند در یک اندازه خاص (میانگین) تنظیم شده است ولی به صورت طبیعی انحراف از تنظیم انجام شده مشاهده می‌شود که قبلاً آن را به عوامل تصادفی یا شانس ارتباط دادیم.



شکل ۲ - قابلیت فرآیند

تخمین قابلیت فرآیند :

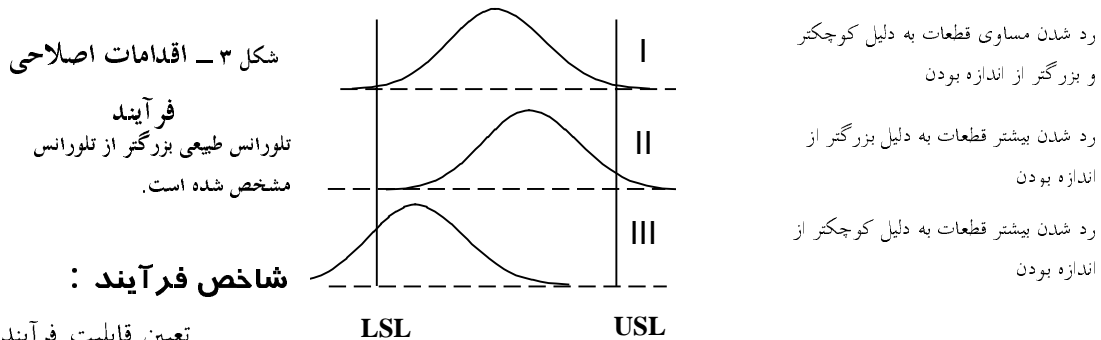
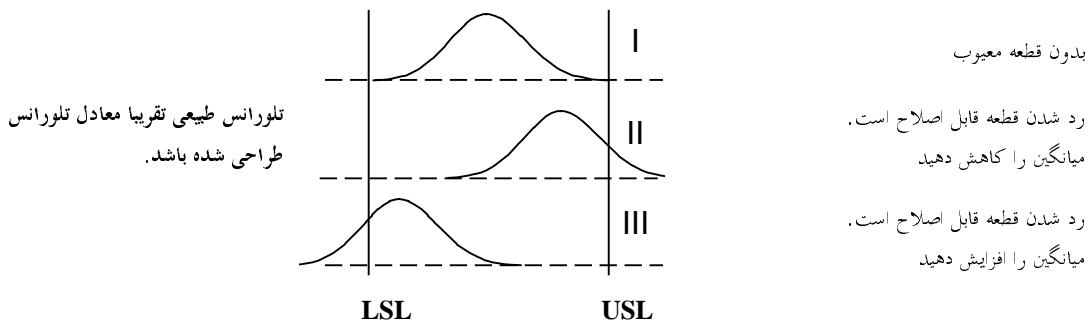
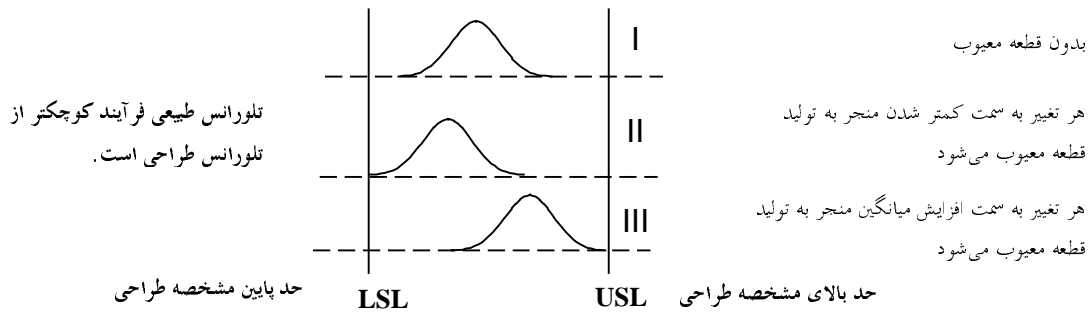
قابلیت فرآیند با تخمین و محاسبه 6σ اندازه گیری می‌شود در آن ۹۹,۷۳٪ قطعات در محدوده قابل قبول واقع می‌شوند. برای محاسبه قابلیت یک فرآیند از انحراف معیار نمونه ای فرآیند "S" برای تخمین انحراف معیار فرآیند و به صورت زیر استفاده می‌شود :

$$\sigma = S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

سپس برای تخمین قابلیت فرآیند الگوریتم زیر دنبال می‌شود :

- داده ها را جمع آوری نمایید.
- فاصله و طبقات داده ها را تعیین نمایید.

- $Range = (max - min) / accuracy$
 - فاصله گروهها را مطابق فرمول زیر محاسبه نمایید.
 - $Class\ interval = (range + 1) / (no.of\ class)$
 - تعداد کلاسها معمولا عددی بین ۷ تا ۱۴ است.
 - هیستوگرام داده ها را تهیه نمایید.
 - بررسی نمایید که تابع آماری سیستم نرمال بوده و پایدار است و برحسب مورد طبق حالت‌های زیر ادامه دهید.
 - الف — اگر سیستم پایدار باشد:
 - حداقل ۲۵ نمونه انتخاب نمایید.
 - با استفاده از گراف نرمال پایداری را تحقیق نمایید.
 - اگر داده ها نرمال باشند در صفحه نرمال یک خط راست تشکیل می‌شود.
 - برای مواردیکه داده نرمال نباشد از دو روش جذر اعداد و یا لگاریتم اعداد استفاده می‌شود و مجددا نرمال بودن کنترل می‌شود. برای تعیین حدود بالا و پایین در این حالت ترانسفورم معکوس انجام می‌شود.
 - σ را محاسبه کنید.
 - قابلیت فرآیند را که معادل 6σ است را محاسبه نمایید.
 - ب — فرآیند پایدار نباشد :
 - حداقل ۲۰ زیرگروه نمونه انتخاب نمایید.
 - داده ها را در یک فرمت استاندارد ثبت نموده و مرتب کنید.
 - فاصله را در هر گروه محاسبه نموده و میانگین آن را محاسبه کنید. [Average (R)]
 - σ را مطابق فرمول زیر محاسبه نمایید. عدد d_2 از جداول آماری بدست می‌آید.
 - $\sigma = Ave(R) / d_2$
 - قابلیت فرآیند را که معادل 6σ است را محاسبه نمایید.
 - ج — وقتی جمعیت کم بوده و یا فرآیندهای شیمیایی است که برداشت چند نمونه همزمان تغییری را نشان نمی‌دهد.
 - حداقل ۲۵ نمونه متوالی انتخاب نمایید.
 - قدر مطلق فاصله متحرک را محاسبه نمایید. (Moving Range)
 - میانگین فاصله های بدست آمده را محاسبه کنید.
 - σ را مطابق فرمول زیر محاسبه نمایید. تعداد d_2 از جداول آماری بدست می‌آید.
 - $\sigma = Ave(R) / d_2$
 - قابلیت فرآیند که معادل 6σ است را محاسبه نمایید.
- محاسبه قابلیت فرآیند گام اول در بررسی و شناسایی طرحهای اقدامات اصلاحی در فرآیند است. برای این منظور بایستی مشخصات طراحی محصول شناسایی شده و قابلیت فرآیند با آن مقایسه گردد.
- حالت‌های مختلف که در فرآیند قابل مشاهده است و برخی از اقدامات موثر در شکل ۳ آمده است.



به تنهایی چگونگی برخورد و تحلیل فرآیند را امکانپذیر نمی‌سازد لذا لازم است چگونگی تطبیق قابلیت فرآیند با مشخصه های طراحی را محاسبه نماییم. برای این منظور شاخصی طراحی شده است که شاخص فرآیند C_p خوانده می‌شود و بشرح زیر محاسبه می‌شود :

● شاخص برای مشخصه های دو طرفه :

الف) شاخص بالقوه فرآیند C_p معادل است با $\frac{U-L}{6\sigma}$ که در آن U حد بالای مشخصات فنی و L حد پایین مشخصات فنی است. این میزان حداکثر قابلیت یک فرآیند است.

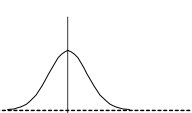
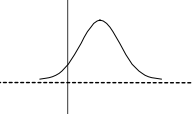
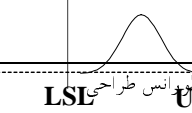
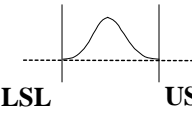
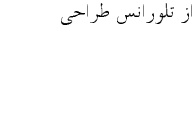
ب) قابلیت بالفعل یک فرآیند C_{pk} معادل است با حداقل دو مقدار $\frac{x-\bar{x}}{3\sigma}$ و $\frac{\bar{x}-L}{3\sigma}$ که در آن \bar{x} تخمین میانگین فرآیند است.

شاخص برای مشخصه های یک طرفه :

در این حالت شاخص C_{pk} برابر است با $\frac{U - \bar{x}}{3\sigma}$ یا $\frac{\bar{x} - L}{3\sigma}$ بر حسب آنکه کدامیک از مقادیر U یا L تعریف شده باشد.

تحلیل فرآیند :

مقایسه فرآیند و مشخصات طراحی شده نتیجه گیری با معنایی را بوجود می آورد که در جدول (۱) آمده است :

اقدام / تصمیم	رابطه
دستور کارها را می توان به دستگاه / فرآیند ارزانتری انتقال داد. تلورانس طراحی در صورت لزوم می تواند بسته تر شود. فواصل بازرسی افزایش یابد. بر اساس نمودار کنترل تا زمانیکه محصول از حدود خارج نشده قابل قبول است. میانگین فرآیند در بهترین حالت اقتصادی در سمت U یا L می تواند تنظیم شود. از نمودار \bar{x} با حدود کنترل زیر استفاده نمایید.	 $C_p = 1.6$ $C_{pk} = 0$
	 $C_p = 1.6$ $C_{pk} = 1$
	 $C_p = 1.6$ $C_{pk} = 1.6$
توجه زیادی به مرکز نمودن فرآیند با حد وسط تلورانس طراحی صورت گیرد. بررسی نمایید با چه روشهایی می توانید تغییرات در فرآیند را کاهش دهید.	 <p>قابلیت فرآیند معادلات تلورانس طراحی</p> $C_p = 1$ $C_{pk} = 1$
ضایعات و دوباره کاری غیرقابل اجتناب است. بازرسی ۱۰۰٪ انجام دهید. بررسی نمایید که آیا تلورانس طراحی را می توان بزرگتر نمود تا با فرآیند تطبیق نماید. از نمودار \bar{x} استفاده نموده و مقدار \bar{x} را در میزان اقتصادی تنظیم نمایید.	 <p>قابلیت فرآیند بزرگتر از تلورانس طراحی</p>

جدول شماره (۱) - تحلیل فرآیند

شاخص قابلیت فرآیند :

شاخص قابلیت فرآیند یا C_{pk} در حالت معمول بایستی از یک بزرگتر باشد ($C_{pk} > 1$). در عمل این مقدار کمتر از یک و در حالتی حتی بزرگتر از دو و یا بیشتر نیز مشاهده می شود. نکته قابل تامل آنست که اگرچه قابلیت فرآیند (6σ) در برخی حالتها خوب و مناسب است اما ممکن است مقدار C_{pk} به دلیل عدم دانش فنی و عدم تنظیم صحیح فرآیند خیلی ضعیف باشد.

بطور خلاصه شاخص فرآیند مقایسه قابلیت و حدود مشخصه فنی طراحی است و مقادیر آن بشرح زیر

ارزیابی می شود :

- سیستم قابلیت ندارد و یا تنظیم لازم دارد. $C_{pk} < 1$
- سیستم قابلیت دارد و مطابق نیاز است. $C_{pk} = 1$
- قابلیت سیستم از مشخصه طراحی بیشتر است. $C_{pk} > 1$

چگونه قابلیت فرآیند را افزایش دهیم؟

در حالت معمول قابلیت يك فرآیند قابل تغییر یا بهبود نیست و میزان ثابتی است. اما به هر حال در صورتیکه قابلیت ضعیف باشد بایستی آن را تغییر و بهبود داد. این تغییر نیازمند مطالعه و تجربه سیستماتیک است تا بتوان تاثیر پارامترهای مختلف را بر قابلیت فرآیند شناسایی نمود و هزینه هر تغییر نیز بایستی ارزیابی شود.

به تجربه ثابت شده است که بهبودهای وسیعی با تغییرات ساده و کم هزینه مانند استفاده از ابزار بهتر، جیگز و فیکسچر، بهبود مواد اولیه و بهبود روش کار حاصل می‌شود. ولی در صورتیکه نیاز به تغییرات شدید و بزرگ باشد در آن حالت بایستی سرمایه گذاری زیادی بعمل آید که این حرکت جز با بررسی اقتصادی و امکانسنجی توجیه ندارد.

همچنین معمولا نشان داده شده که تلورانسهای تعیین شده در طراحی می‌توانند مورد بازنگری قرار گرفته و بازتر شوند. بنابراین بهبود فرآیند نیازمند شناسایی، تحلیل و اقدام اصلاحی است و ابزار تحلیلی و آماری قابلیت فرآیند می‌تواند ابزاری سودمند در جهت شناسایی و تحلیل فرآیند باشد.

منبع :

**Development of productivity specialist - Advanced program
QS9000 - SPC manual**