

محمد کریم نائل

# کاربرد نمودار

## علت

## و معلول

جهانی دوم در ژاپن آموزش داد و «ایشی کاوا» و «دمینگ» از این نمودار به عنوان اولین ابزارها در فرایند مدیریت کیفیت استفاده کردند.

### رسم نمودار علت و معلول

نمودار علت و معلول ارتباط بین ویژگی کیفی و عوامل و فاکتورهای مرتبط به آن را نشان می دهد. رسم آن کار چندان ساده ای نیست و حتی با اطمینان می توان گفت که موفقیت در حل یک مسئله کنترل کیفیت، موفقیت در ساختن یک نمودار علت و معلول است. ساختار کلی این نمودار به شرح زیر است. (شکل ۱)

### مراحل رسم یک نمودار علت و معلول

- مرحله اول: مشخص ساختن معلول یا مشخصه کیفی، معلول همان عیب یا نقصی است که به عنوان هدف بهسازی مطرح شده است که به یکی از دسته های زیر تعلق دارد:
- کیفیت: تعداد محصولات معیوب، عیوب محصولات، تعداد اشتباهات، اندازه محصول، وزن، ضخامت و ...
- هزینه: مصرف برق، آب، گاز، مواد اولیه، دوباره کاری، انبار، گارانتی و ...
- کارایی: زمان بازرسی، ساعت کار، زمان تعمیرات و ...
- ایمنی: تکرار حوادث
- روحیه: غیبت کارکنان، وجدان کاری، تعهد کاری، تخصص، مشارکت در کار.
- زمان تحویل: بارگیری، بسته بندی، کالاهای برگشتی و ...
- مرحله دوم: رسم استخوان پشت: یک محور باریک و بلند از چپ به راست به طرف مستطیل مرحله اول را رسم کنید.
- مرحله سوم: رسم استخوانهای بزرگ. این استخوانها، علتها و فاکتورهای اصلی هستند که می توان آنها را به صورت زیر طبقه بندی کرد.
- تکنیک 4M شامل

### چکیده

آیا تا به حال علت‌های مختلف به وجود آمدن یک مشکل را بررسی کرده اید؟ آیا عوامل مختلفی را می شناسید که در به وجود آمدن این مشکل دخیل بوده اند؟ آیا تا به حال این علتها را دسته بندی کرده اید؟ یا تاکنون نموداری برای آنها رسم کرده اید؟ زمانی که یک عیب، اشکال و یا اشتباه شناسایی می شود، باید علل بالقوه و بالفعل آنها تعیین گردد، در مواقعی که علل بروز مشکل واضح نیست نمودار علت و معلول (CAUSE AND EFFECT DIAGRAM) می تواند ابزار مفیدی برای شناسایی این علل باشد. در این مقاله به طور مختصر به معرفی یکی از ابزارهای هفتگانه عالی<sup>(۱)</sup> (کنترل کیفیت آماری) به نام نمودار علت و معلول می پردازیم و دربارۀ تاریخچه، چگونگی رسم، کاربرد، ارتباط آن با نمودار پارتو و آنالیز تاثیر راه حل که در واقع معکوس شده نمودار علت و معلول است، بحث می کنیم.

### مقدمه

در تعریف کنترل فرایند آماری (STATISTICAL PROCESS CONTROL=SPC) آورده اند که مجموعه ای قدرتمند از ابزار حل مشکل است که در ایجاد ثبات در فرایند تولید و بهبود کارایی آن از طریق کاهش تغییرپذیری واقع می گردد، کنترل فرایند آماری را می توان برای هرگونه فرایندی مورد استفاده قرار داد. از جمله ابزارهای کنترل فرایند آماری نمودار علت و معلول است. این نمودار را نمی توان یک روش آماری در نظر گرفت. این نمودار کمک می کند که تعیین کنیم برای دست یافتن به هدف چه باید کرد و عوامل مربوطه کدام هستند. بخصوص اگر این مطلب را در نظر داشته باشیم که برای عموم مردم فکر کردن با نمودار ساده تر از آن است که به ذهن خود متکی باشیم، از این نمودار همچنین می توان به عنوان ابزاری در بحث و گفتگو استفاده کرد،

این نمودار برای استفاده جهت حل مشکلات عینی و واقعی به کار می رود و از آن می توان برای نشان دادن نحوه کنترل، تشریح دقیق حقایق، کنترل فرایند و یافتن علتها و معلولها سود جست.

### تاریخچه

اولین نمودار علت و معلول به وسیله پرفسور «کاورایشی کاوا» از دانشگاه توکیو هنگام تدریس چگونگی تجزیه عوامل مختلف و ارتباط آنها با یکدیگر به مهندسان کارخانه کاوازاکی در تابستان ۱۹۴۳ با طرح و شکلی که شبیه یک ماهی بود ساخته شد. نمودار علت و معلول از زمره روشهایی است که از ژاپن سرچشمه گرفته و برای بهبود کیفیت به کار رفته است. این نمودار بعداً به کشورهای دیگر نیز برده شده است و گاهی آن را نمودار «ایشی کاوا» یا نمودار استخوان ماهی (FISH BONE) نیز می گویند. چرا که این نمودار اولین بار توسط پرفسور «ایشی کاوا» مطرح گردید و از طرفی دیگر شکل آن شبیه استخوان اسکلت ماهی است که مشکل، عیب یا معلول در سر آن قرار گرفته است. سپس این نمودار به وسیله دکتر «ادوارد دمینگ» به عنوان ابزاری سودمند برای بهبود کیفیت به کار برده شد. او مدیریت کیفیت فراگیر را پس از جنگ

اصولی با استفاده از تکنیک های اعلام شده نوبت به شناسایی عاملهای موثر و جزئی تر است.

برای این کار استخوان بزرگ را به استخوانهای فرعی (استخوان متوسط) و استخوان متوسط را مجدداً به استخوانهای فرعی دیگر (استخوانهای کوچک) و به همین ترتیب استخوانهای مویی تقسیم بندی تقسیم بندی می کنیم. استخوانهای متوسط، کوچک و مویی معرف سلسله مراتب علت های موثر در بروز معلول یا عیب هستند. ذکر این نکته مهم است که سلسله مراتب علتها را آنقدر ادامه دهید تا به علت هایی برسید که بتوان مستقیماً در مورد رفع آنها راه حل را اجرا کرد و نیز در پاره ای از موارد علت های ریشه ای و بنیادی در دو یا چند استخوان مویی از زیر استخوان متوسط تکرار می شوند.

رابطه علت و معلول به گونه ای است که علت یک معلول خود می تواند معلول علت های دیگر باشد. این حالت در شکل شماره دو نشان داده شده است. عامل A یک علت در شکل شماره یک است ولی خود آن یک معلول در نمودارهای علت و معلول کشیده شده در شکل شماره دو است.

مرحله پنجم: علتها را مورد بررسی مجدد قرار دهید تا هیچ عاملی فراموش نشده باشد.

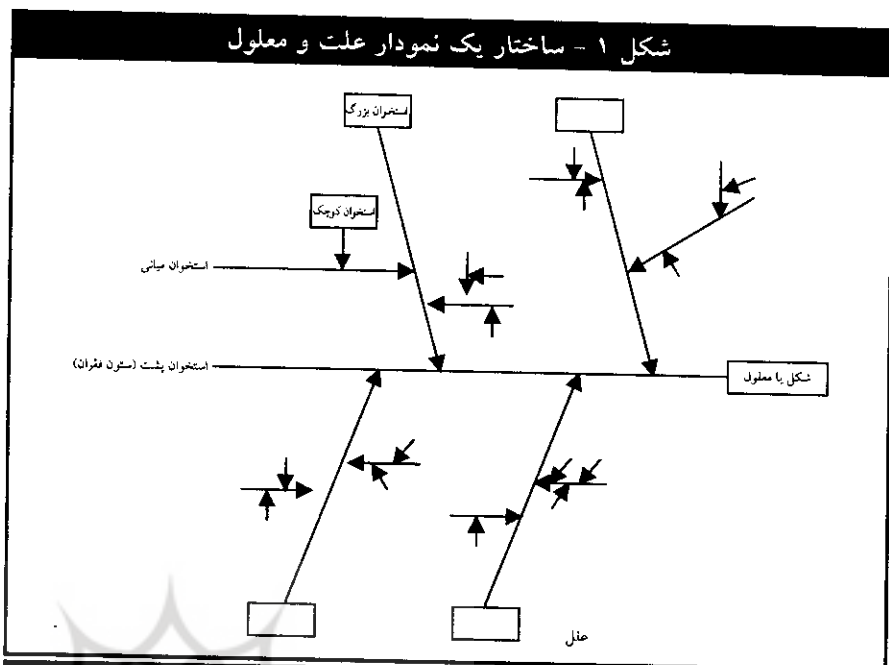
مرحله ششم: موثرترین و مهمترین «علت» یا «علتها» را از میان سایر عوامل انتخاب کرده و آن را در یک شکل بیضی قرار دهید تا نسبت به سایر علتها مشخص شود.

مرحله هفتم: کلیه اطلاعات ضروری روی نمودار ثبت گردد و به طور کلی رسم نمودارها بدون ثبت اطلاعات فاقد هویت و ارزش است، اطلاعات ضروری یک نمودار همانند اطلاعات شناسنامه ای یک شخص است؛ یعنی هر نمودار باید حداقل دارای عنوان، شماره، تاریخ، مکان و نام شخص یا گروه تهیه کننده باشد.

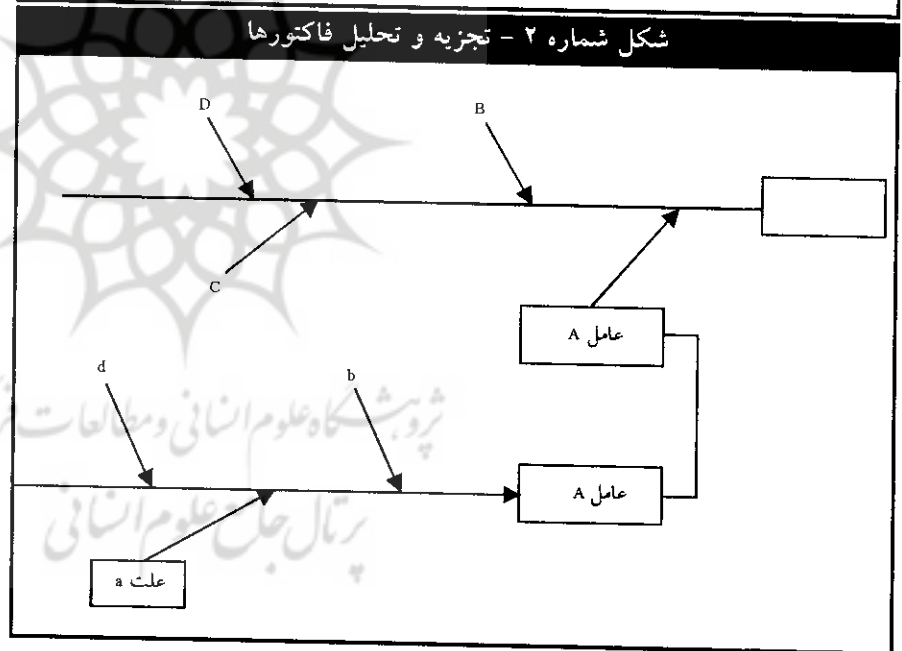
**انتخاب روش تجزیه و تحلیل برای رسم نمودار**

غالباً روش انتخابی شامل ایجاد توفان فکری (BRAIN STORMING) در یک گروه متشکل از نمایندگان و کارشناسان قسمتهای مختلف و افرادی است که بالقوه با آن مشکل ارتباط دارند، صورت می گیرد. کار رسم

شکل ۱ - ساختار یک نمودار علت و معلول



شکل شماره ۲ - تجزیه و تحلیل فاکتورها



ب - تامین کننده، تهیه کننده؛

ج - سیستم؛

د - مهارتها

الف - عوامل مربوط به انسانها؛

ب - عوامل ماشینی؛

ج - عوامل مربوط به مواد اولیه؛

د - عوامل مربوط به روش کار.

- تکنیک 4P شامل:

الف - عوامل مکانی؛

ب - عوامل سیستمی و برنامه ها؛

ج - عوامل انسانی - کارکنان؛

د - عوامل سیاستگذاری و خط مشی سازمان.

- تکنیک 4S شامل:

الف - محیط؛

در بسیاری از موارد با توجه به نوع مشکل از ترکیبی از تکنیک های اشاره شده استفاده می شود، استخوانهای بزرگ را به صورت پیکان مورب از سمت چپ شکل به طرف استخوان پشت رسم کنید، هر یک از استخوانهای بزرگ معرف یک دسته از علتها هستند.

مرحله چهارم: پس از تعیین علتها و فاکتورهای

نمودار باید توسط رهبر گروه یا شخص باتجربه ای انجام شود که بتواند جلسه توفان فکری را هدایت کند. در چنین جلسه ای هدف فعال کردن ذهن هر یک از اعضای گروه در جهت ارائه راه حل برای مشکلات یا ارائه پیشنهاد برای بهبود کار است. موضوع یا مشکل از قبل تعیین شده باشد و همه اعضا باید اظهار نظر کنند. در این روش توجه به نکات زیر ضروری است:

۱- هیچ نظری نباید مورد انتقاد قرار گیرد؛  
 ۲- همه نقطه نظر ها باید بر روی تابلو به طوری نوشته شود که همه بتوانند آن را مشاهده کنند؛  
 ۳- همه باید بر روی طرح موضوع یا مشکل تعیین شده، اتفاق نظر داشته باشند؛  
 ۴- بر روی تابلو باید جملات، بر اساس کلمات گوینده نوشته و از قطع کلام گوینده اجتناب شود؛

۵- علتها را در قالب عبارات و موجز و خلاصه بیان کنید؛

۶- علتهای احتمالی موثر کشف شده را با استفاده از تکنیک های به کار برده شده در تعیین فاکتورهای اصلی دسته بندی کنید؛

۷- برای تعیین سلسله مراتب علتها از تکنیک «WHY 5» یا چرا؟ چرا؟ استفاده شود؛

۸- تمامی علتهای احتمالی موثر در ایجاد مشکل را بر روی نمودار علت - معلول قرار دهید، علتها را به ترتیب درجه نزدیکی در ایجاد مسئله بر روی استخوانهای بزرگ، متوسط، کوچک، مویی و... نمودار علت و معلول نمایش دهید.

۹- علتهای احتمالی موثر در بروز مشکل را برای درک کامل مسئله مورد بررسی قرار دهید تا هیچ علتی فراموش نشده باشد.

۱۰- تمامی علتهای احتمالی وارد شده روی نمودار علت - معلول را بر اساس دانش فنی و تجربه کارشناسان مورد بررسی قرار دهید و آنهایی را که به نظر می رسد تاثیرات بیشتری روی معلول دارند یعنی آن دسته از علتهایی که باید به جمع آوری اطلاعات در موردشان پرداخت، از بقیه متمایز کنید.

۱۱- علتهای واقعی رانه بر اساس حدس و گمان بلکه بر اساس مستندات واقعی و مدارک صحیح و دقیق (آمار و اطلاعات) شناسایی کنید؛

۱۲- تحقیق کنید که آیا بین هر یک از علتها و

معلولها همبستگی وجود دارد؟ به بررسی رابطه بین علتها نیز بپردازید؛

۱۳- موثرترین و مهمترین علت یا علتهایی که درصد حذف آنها هستید را انتخاب کنید.

### کاربرد نمودار علت و معلول

به طور خلاصه، کاربرد این نمودار را می توان در پنج مورد زیر دسته بندی کرد:

• یک ابزار موثر است که به مردم اجازه می دهد به آسانی ارتباط بین عوامل مورد مطالعه در یک فرایند را ببینند؛

• در مواقعی که علل بروز مشکل واضح نیست این نمودار ابزار مفیدی برای شناسایی علل بالقوه است؛

• ابزاری سودمند برای استفاده در جلسات توفان فکری یا میزگرد اندیشه هاست؛

• ابزاری است برای تعیین ریشه های اصلی در مسائل پیچیده و یا حتی ساده و ابتدایی؛

• با استفاده از این نمودار ایده های مختلف افراد برای کشف علتهای ایجاد مشکل و اجرای طرح بهسازی (KAIZEN) ابراز شده اند را به خوبی می توان بیان کرد.

### ارتباط نمودار «پارتو» و «علت و معلول»

در بسیاری از موارد برای حل یک مشکل از چند ابزار هفتگانه عالی استفاده می شود و ترکیب روشهای مختلف کنترل کیفیت به حل بسیاری از مسائل کمک می کند. از جمله ترکیب دو ابزار نمودار «پارتو» و نمودار «علت و معلول» در عمل برای حل مسائل و مشکلات کیفی بسیار سودمند است.

پس از رسم یک نمودار «پارتو» علت یا علل واقعی بروز مشکل شناسایی می شوند و در صورتی که نمودار پارتو را از چند بُعد هزینه، زمان و اطلاعات موجود رسم کنیم می توان علت با مشکل اصلی را تعیین کرد که در واقع طی اولین مرحله در رسم نمودار علت و معلول است. در خاتمه و پس از تعیین موثرترین علتها و حذف آنها رسم یک نمودار «پارتو» دیگر به ما نشان می دهد که چقدر در بهسازی و حل مشکل موفق بوده ایم.

### آنالیز تاثیر راه حل

بسیاری از مشکلات و مسائلی که امروزه با آنها روبرو هستیم، حاصل تصمیماتی هستند که

در گذشته برای رفع و بهسازی مسائل موجود دیگر مورد استفاده قرار گرفته اند. بسیار پیش آمده که یک مدیر خود یا دیگران را به بی فکری یا عدم آینده نگری و یا انجام یک تصمیم بدون کارشناسی دقیق متهم کرده که امروز برای ما ایجاد دردسر شده اند. بسیار پیش آمده که در هنگام اتخاذ یک تصمیم جدید این سوال را از خود پرسیده ایم که آیا پیاده سازی این تصمیم و سیاست در آینده مشکلاتی دیگر را در بر نخواهد داشت؟ در واقع بهتر است به مسئله از این دید نگاه کنیم که اتخاذ هر تصمیم نیاز به یک بررسی کارشناسانه و عمیق با استفاده از نظر کارشناسان مجرب دارد تا در آینده شاهد به وجود آمدن مشکلات دیگری ناشی از آن نگردیم، یکی از ابزارهایی که می تواند در چنین شرایطی مدیر را در اتخاذ تصمیماتی با ریسک کمتر یاری کند، آنالیز تاثیر راه حل است.

آنالیز تاثیر راه حل، معکوس نمودار علت و معلول است، از آنالیز تاثیر راه حل زمانی استفاده می شود که فرد یا گروه در خصوص راه حلی برای رفع یک مشکل توافق رسیده اما می خواهند مطمئن شوند که با اجرای این تصمیم، مشکل جدیدی ایجاد نخواهد شد. برای استفاده از این ابزار به طور معمول به حضور دو گروه از افراد نیاز است: افرادی که در مرحله اتخاذ تصمیم شرکت داشته اند و افرادی که در مرحله اتخاذ تصمیم شرکت نداشته اند و بسته به این موضوع، این تعداد می تواند بین ۲ تا ۱۰ نفر در نوسان باشد. به همین ترتیب، بسته به اهمیت موضوع بین چند دقیقه تا چند ساعت به استفاده از این ابزار اختصاص یابد گرچه به طور معمول زمان برای آن بین نیم تا یکساعت است.

استفاده از این روش نیز همانند نمودار علت و معلول استفاده از یک توفان فکری است و تنها وسایلی لازم برای یک کارگروهی، شامل اتاق مناسب، تخته یا «اورهد» و وسایلی یادداشت برداشتن احتیاج است.

### روش کار

۱- پس از تشکیل جلسه مطمئن شوید تمامی افراد تصویر شفافی از راه حل مورد توافق دارند، عنوان راه حل را در سمت چپ تابلو بنویسید و از آن پیکانی به سمت راست صفحه رسم کنید (استخوان پشت). (شکل شماره ۳)

دیدگاههای این افراد می تواند بسیاری از راه حل‌هایی را مطرح سازد که به ذهن دیگران نمی رسد.

● استفاده از این ابزار موفقیت و کارآمد بودن یک راه حل را تضمین نمی کند، بلکه تنها با نشان دادن تأثیرات مثبت و منفی راه حل تصویر شفاف تری از آینده را نشان می دهد که به معنای ریسک پذیر کمتر است.

● این ابزار برای تغییرات سیستم مانند سنسجش و کنترل می تواند بسیار مفید و موثر واقع گردد. □

**پی نوشت**

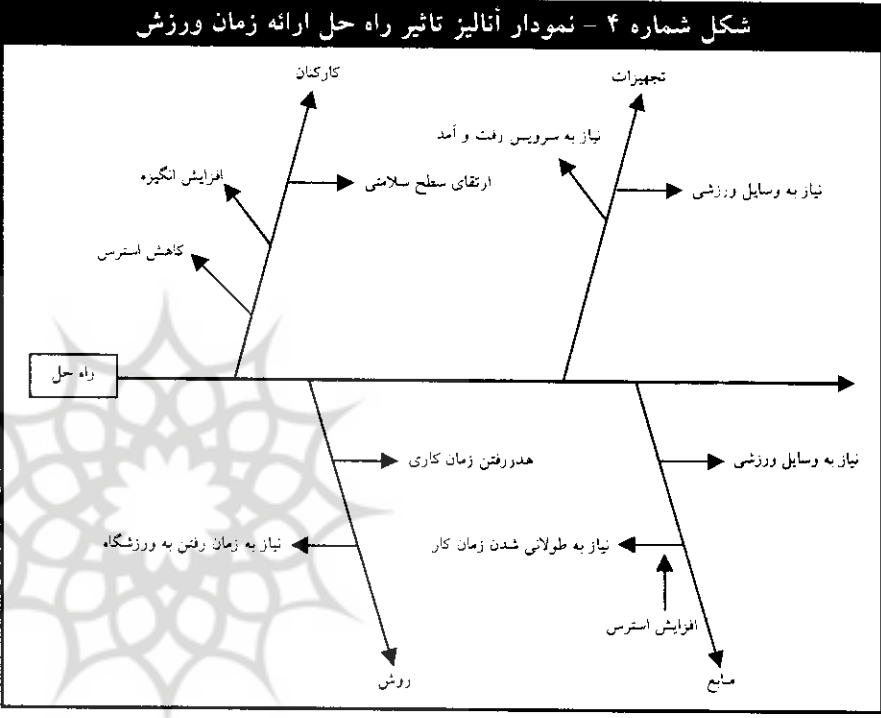
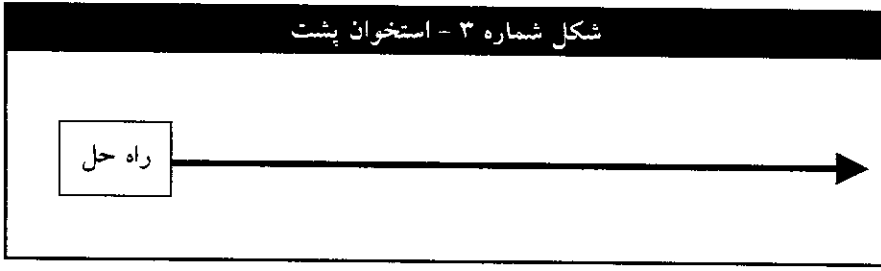
- ۱- ابزارهای هفتگانه عالی کنترل آماری عبارتند از:
  - طبقه بندی و سرگه کنترل: جهت دستیابی و دسترسی به اطلاعات صحیح.
  - هیستوگرام: بررسی وضعیت توزیع داده های حاصل از اندازه گیری.
  - نمودار پارتو: برای تعیین مشکلات اساسی و حیاتی.
  - نمودار علت و معلول: درک روابط بین علتها و معلولها.
  - گراف ها: توضیح و درک سریع وضعیت موجود از طریق نمودارها و شکلاها.
  - نمودار پراکنندگی: تعیین شدت همبستگی خطی بین دو گروه از داده ها.
  - نمودار کنترل: تجزیه و تحلیل و در کنترل قرار دادن فرایند تولید.

**منابع و ماخذ**

- ۱- ابزارهای کنترل کیفیت آماری (نگرش کاربردی) انتشارات سازمان مدیریت صنعتی.
- ۲- بیک مدیریت استراتژیک، نشریه آموزشی مدیریت دانشگاهی و امور دانشگاهی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی شماره سی و یکم.
- ۳- رضانیان، مسعود: تحلیلی کاربردی بر کلید موفقیت زاین (گروههای بهبود کیفیت Q.C.C) انتشارات موسسه فرهنگی نور معرفت اهواز.
- ۴- محمدکریم نائل، کاربرد نمودار پارتو، تدبیر شماره ۱۰۹ صفحات ۹۴ و ۹۵.

5 - AEA TECHNOLOGY PLC AUTHOR: PETER FINCH@AEAT.CO.UK.  
 6 - HITOSHI KUME, 1992. STATISTICAL METHODS FOR QUALITY IMPROVEMENT.  
 7 - ISHIKAWA KAORUA, 1990. STATISTICAL METHODS FOR Q.C CIRCLE.

● محمدکریم نائل: عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبدان - خرمشهر



عوارض بیشتری داشته باشد.  
 ۶- برنامه عملیاتی لازم برای به حداقل رساندن آثار نامطلوب تصمیم را تهیه کنید و در مورد آن به توافق برسید و در صورتی که می بینید راه حل ارائه شد و پیشنهادی پیش از آنکه مشکلی را حل کند به مشکلات دیگری منجر می شود می توانید راه حل را مورد بازنگری قرار دهید.

**مورد مطالعاتی**

به عنوان مثال یک سازمان برای مقابله با استرس و حفظ روحیه افراد و کارکنان تصمیم گرفته که زمانی را برای ورزش کردن افراد اختصاص دهد.

**نکاتی در رابطه با آنالیز تاثیر راه حل**

● استفاده از افراد بدبین و منفی (کسانی که ذاتاً در مقابل تغییرات مقاومت نشان می دهند) در این جلسات می تواند بسیار مفید باشد.

۲- علتهای فاکتورهای اصلی یا در واقع حوزه های اصلی را که راه حل مورد توافق می تواند روی آنها اثر داشته باشد با استفاده از تکنیک 4S، 4P، 4M و یا ترکیبی از آنها بسته به نوع راه حل را به عنوان استخوان بزرگ به صورت پیکانی مورب از سمت راست به چپ رسم کنید.

۳- اکنون با استفاده از تکنیک چرا، چرا، چرا، از اعضای گروه پرسید این راه حل می تواند چه تأثیری روی حوزه ها و فاکتورهای اصلی داشته باشد. پاسخها را به صورت استخوانهای میانی، باریک تر و مویی همانند نمودار علت و معلول روی نمودار ثبت کنید. دقت کنید کلیه تأثیرات اعم از منفی یا مثبت باید مشخص شوند.

۴- مرحله ۳ را آنقدر تکرار کنید که کلیه آثار احتمالی راه حل، استخراج و روی نمودار ثبت شوند.

۵- فهرست به دست آمده را مشخص کنید که کدام یک از تأثیرات مشخص شده می تواند