



# تکنیک های آنالیز حوادث صنعتی

[Ir.mohammadfam@uswr.ac.ir](mailto:Ir.mohammadfam@uswr.ac.ir)

@Dr\_mohammadfam

@Dr\_irajmohammadfam

Iraj Mohammadfam



انسان محور توسعه است و شایسته یک زندگی سالم، مولد و سازگار با طبیعت

(اصل یک منشورریو)

سایر	کمبود اکسیژن <sup>۱</sup>
۱۱۹	۷۵
۱۴۲	۱۰۲
۱۰	۸
۲	۰
۱	۰
۵	۲
۵	۹
۲	۱
۰	۲
۲۰	۳۲
۰	۱
۲	۰
۱۳	۲
۰	۱
۵	۳
۰	۰
۴	۲
۳۸	۲
۷	۳
۶	۴
۳	۴
۲	۰
۴	۷
۰	۱
۰	۰
۲	۰
۰	۶
۰	۰
۴	۰
۴	۱
۲	۶
۵	۲
۲	۳

# Key facts

 **1.8 million**

Work-related ill health cases (new or long-standing) in 2021/22

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey, people who worked in the last 12 months

 **36.8 million**

Working days lost due to work-related ill health and non-fatal workplace injury in 2021/22

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey

 **0.6 million**

Workers sustaining a non-fatal injury in 2021/22

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey

 **0.9 million**

Work-related stress, depression or anxiety cases (new or long-standing) in 2021/22

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey, people who worked in the last 12 months

 **0.1 million**

Workers suffering from COVID-19 in 2021/22 which they believe may have been from exposure to coronavirus at work (new or long-standing)

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey, people who worked in the last 12 months

 **123**

Workers killed in work-related accidents in 2021/22

Source: RIDDOR

 **0.5 million**

Work-related musculoskeletal disorder cases (new or long-standing) in 2021/22

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey, people who worked in the last 12 months

 **0.6 million**

Workers suffering from a work-related illness caused or made worse by the effects of the coronavirus pandemic (new or long-standing) in 2021/22

Source: Estimates based on self-reports from the Labour Force Survey, people who worked in the last 12 months

 **12,000**

Lung disease deaths each year estimated to be linked to past exposures at work

Source: Counts from death certificates and estimates from epidemiological information

 **11.2 billion**

Annual costs of new cases of ill health in 2019/20, excluding long latency illness such as cancer

Source: Estimates based on HSE Cost Model

 **18.8 billion**

Annual costs of work-related injury and new cases of ill health in 2019/20, excluding long latency illness such as cancer

Source: Estimates based on HSE Cost Model

 **7.6 billion**

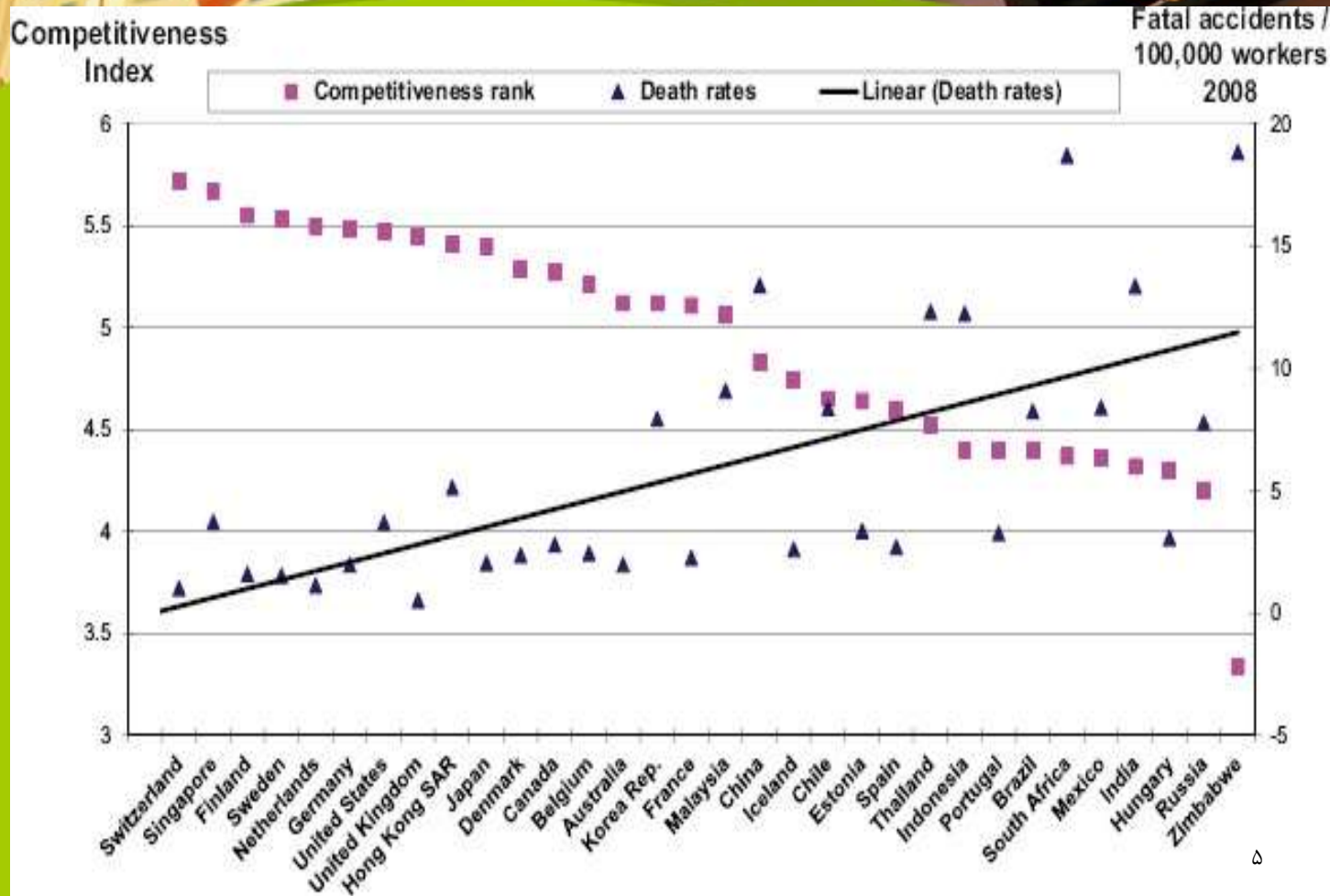
Annual costs of work-related injury in 2019/20

Source: Estimates based on HSE Cost Model

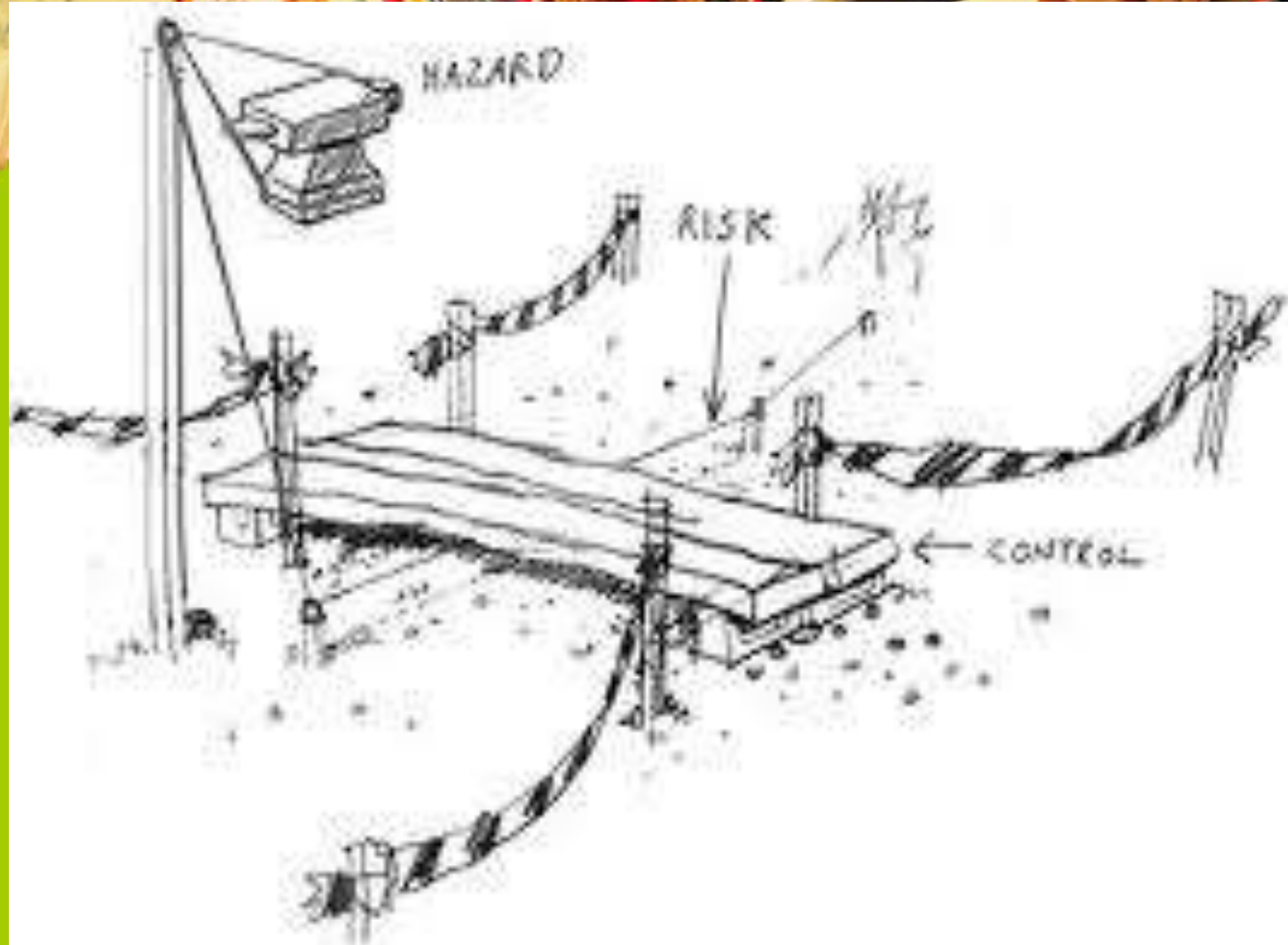


تولید ناخالص داخلی (میلیون دلار آمریکا) بر اساس کشور

[۴] سازمان ملل متحد		[۳] بانک جهانی		[۱][۲] صندوق بین‌المللی پول		کشور / منطقه
سال	تخمین	سال	تخمین	سال	تخمین	
۲۰۲۰	۸۵,۳۲۸,۳۲۳	۲۰۲۱	۹۶,۱۰۰,۰۹۱	۲۰۲۲	۱۰۱,۵۶۰,۹۰۱	جهان
۲۰۲۰	۲۰,۸۹۳,۷۴۶	۲۰۲۱	۲۲,۹۹۶,۱۰۰	۲۰۲۲	۲۵,۰۳۵,۱۶۴	ایالات متحده آمریکا
[n ۱] ۲۰۲۰	۱۴,۷۲۲,۸۰۱	[n ۲] ۲۰۲۱	۱۷,۷۳۴,۰۶۳	[n ۱] ۲۰۲۲	۱۸,۳۲۱,۱۹۷	چین
۲۰۲۰	۵,۰۵۷,۷۵۹	۲۰۲۱	۴,۹۳۷,۴۲۲	۲۰۲۲	۴,۳۰۰,۶۲۱	ژاپن
۲۰۲۰	۳,۸۴۶,۴۱۴	۲۰۲۱	۴,۲۲۳,۱۱۶	۲۰۲۲	۴,۰۳۱,۱۴۹	آلمان
۲۰۲۰	۲,۶۶۴,۷۴۹	۲۰۲۱	۳,۱۷۳,۳۹۸	۲۰۲۲	۳,۴۶۸,۵۶۶	هند
۲۰۲۰	۲,۷۶۴,۱۹۸	۲۰۲۱	۳,۱۸۶,۸۶۰	۲۰۲۲	۳,۱۹۸,۴۷۰	بریتانیا
۲۰۲۰	۲,۶۳۰,۳۱۸	۲۰۲۱	۲,۹۳۷,۴۷۳	۲۰۲۲	۲,۷۷۸,۰۹۰	فرانسه
۲۰۲۰	۱,۶۴۴,۰۳۷	۲۰۲۱	۱,۹۹۰,۷۶۲	۲۰۲۲	۲,۲۰۰,۳۵۲	کانادا
۲۰۲۰	۱,۴۸۳,۴۹۸	۲۰۲۱	۱,۷۷۵,۸۰۰	۲۰۲۲	۲,۱۳۳,۰۹۲	روسیه
۲۰۲۰	۱,۸۸۸,۷۰۹	۲۰۲۱	۲,۰۹۹,۸۸۰	۲۰۲۲	۱,۹۹۶,۹۳۴	ایتالیا
۲۰۲۰	۹۳۹,۳۱۶	۲۰۲۰	۲۳۱,۵۴۸	[n ۲] ۲۰۲۲	۱,۹۷۳,۷۳۸	ایران
۲۰۲۰	۱,۴۴۴,۷۳۳	۲۰۲۱	۱,۶۰۸,۹۸۱	۲۰۲۲	۱,۸۹۴,۷۰۸	برزیل

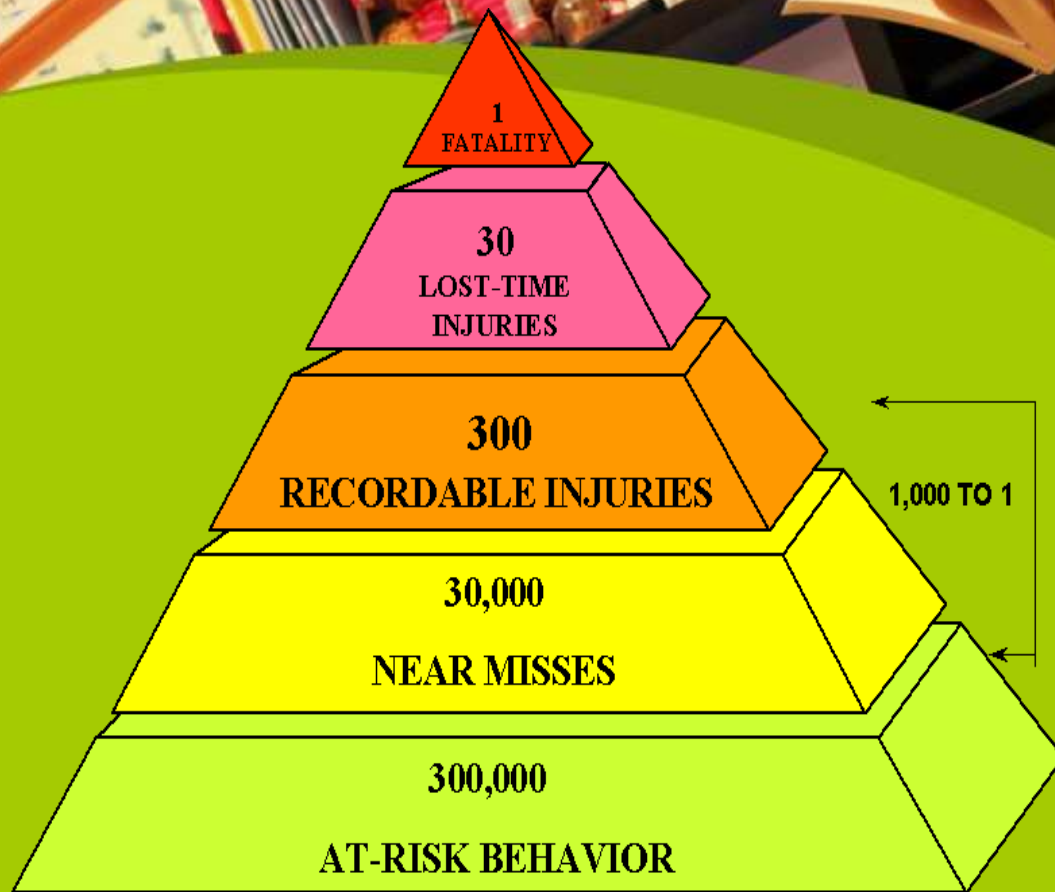














## **Taking Shortcuts**



**Being over-confident:**



**Starting a Task with Incomplete Instructions:**



**Poor Housekeeping:**



**Ignoring Safety Procedures:**



**Mental Distractions from Work:**



**Failure to Pre-Plan the Work:**





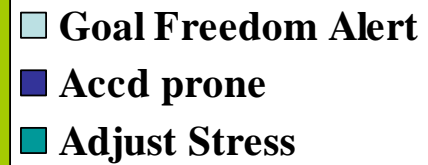
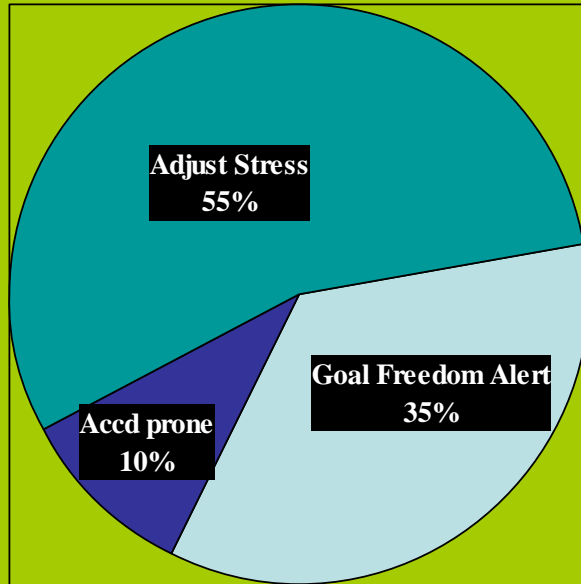
## Theories & Models of Accident Causation

Understanding the causes of accidents may lead to an effective means of their prevention.

No worker wants to be injured, but it still happens thousands of times every working day.

**Why??**

## Proportion of Accidents Explained





## Chain of Events

- This is not truly a theory of accident causation, but is often referred to as one.
- It is really a conceptual portrayal of how accidents occur.
- The chain of events states that there is not a single cause of an accident but there are many causes an accident.

**If I had done this, that would not have happened**

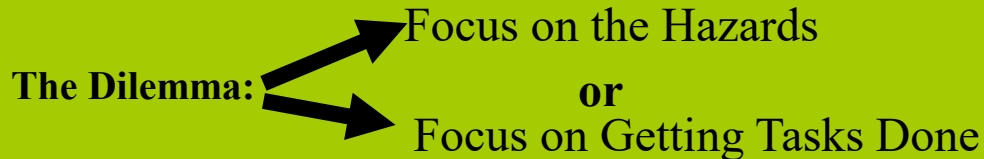


**Contributing Factors**

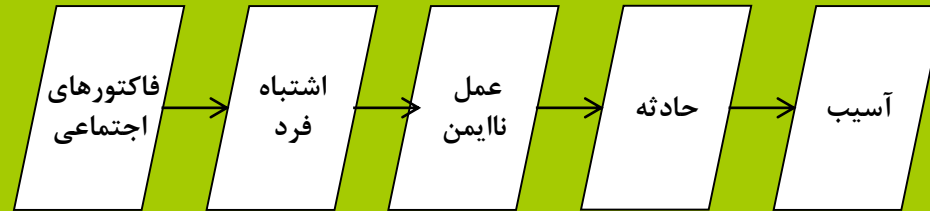
**Only one party is required to break the chain!!**

## Distraction's Theory (By Hinze)

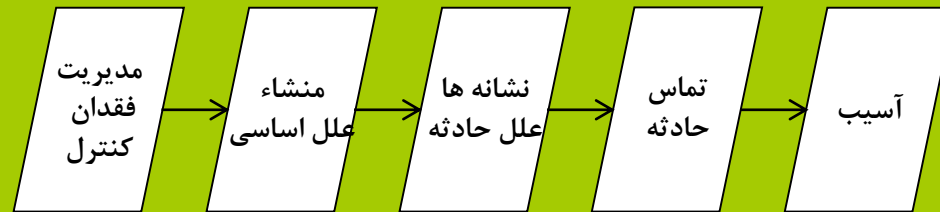
- This theory states that accidents are caused when workers are distracted when they are performing their work tasks.
- Jobsite Hazards can be a source of distraction
  - Workers will try to avoid being injured so they naturally focus on the hazard, but this occurs as they are trying to do work. Trying to get the task done may cause the worker to be distracted and to ignore the hazard, resulting in an injury.



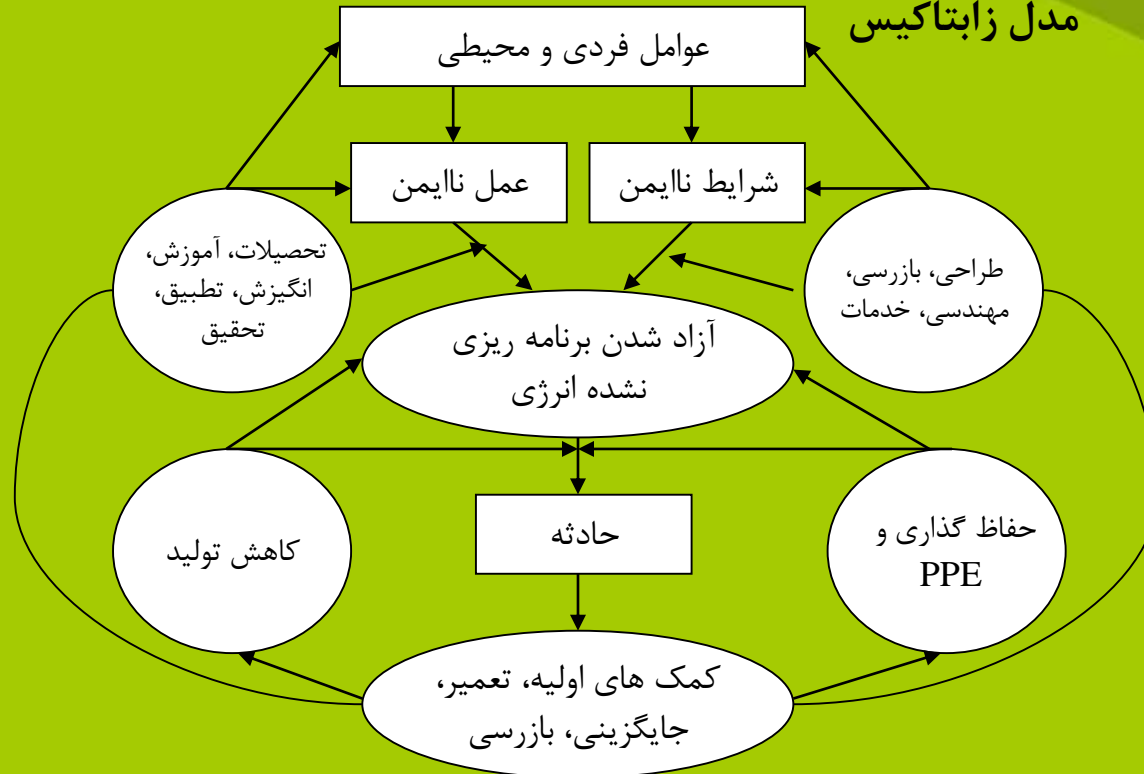
## مدل دومینو هنریچ



## مدل دومینو Berd



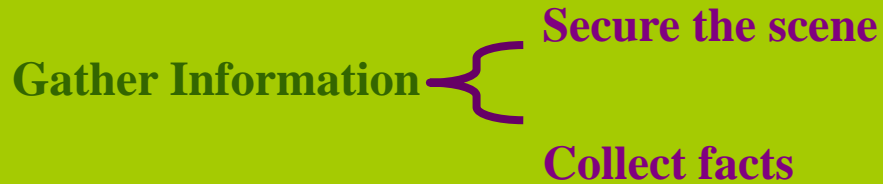
## مدل زابتاکیس





## The six-step process

What are the basic steps for conducting an accident investigation?



## The six-step process

What are the basic steps for conducting an accident investigation?

Gather Information



Secure the scene

Collect facts

Analyze The Facts



Develop sequence

Determine causes

## The six-step process

*What are the basic steps for conducting an accident investigation?*

**Gather Information**



**Secure the scene**

**Collect facts**

**Analyze The Facts**



**Develop sequence**

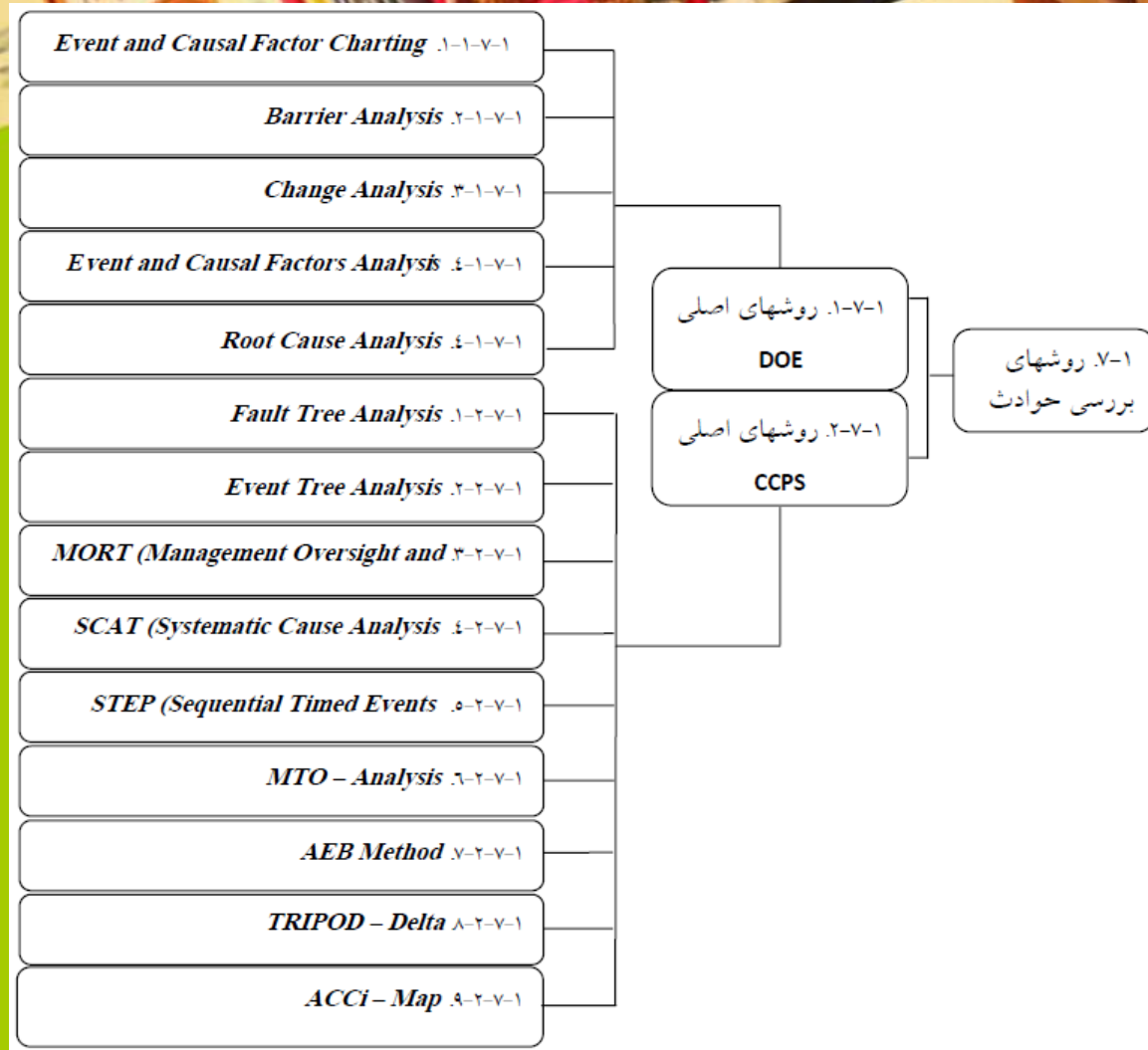
**Determine causes**

**Implement Solutions**



**Recommendations**

**Write the report**



## معرفی و تشریح متد ارزیابی حوادث ساده

این ابزار از سه مرحله اصلی تشکیل شده است که عبارتند از:

الف) مرحله نقشه برداری،

ب) مرحله تجزیه و تحلیل،

ج) مرحله پیشگیری.

این سه مرحله با کمک ۲۵ سؤال کلیدی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در ادامه به بررسی هر یک از این مراحل پرداخته شده است:

## نقشه برداری

هدف از این مرحله، ثبت حقایق حادثه در کمترین زمان ممکن است. از مجموع ۲۵ سؤال ۱۷ سؤال به این مرحله اختصاص دارد که بدون شک بیانگر اهمیت و حساسیت این مرحله می‌باشد.

سؤالات را می‌توان در قالب یک چک لیست نیز مرتب کرد. استفاده از چک لیست قطعاً سرعت و دقت جمع‌آوری اطلاعات را چندین برابر خواهد کرد. زمانی که شما پاسخ‌های شاهدان حادثه و فرد مصدوم را بررسی می‌کنید گاهی اوقات ممکن است برای یک سؤال با چندین پاسخ متفاوت مواجه شوید، جای نگرانی نیست، چرا که هدف از این مرحله جمع‌آوری حجم زیادی از اطلاعات به منظور استفاده در مراحل بعدی است. قبل از رفتن به مرحله بعدی یعنی مرحله تجزیه و تحلیل باید مطمئن شوید که هیچ نکته‌ای در رابطه با حادثه از دید شما مخفی نمانده است.

اساس کار این مرحله بر پایه اطلاعات گردآوری شده در مرحله قبلی می‌باشد. در این مرحله با سازماندهی، تحلیل و بحث پیرامون اطلاعات جمع آوری شده در مرحله قبلی و همچنین بهره گیری از روش‌های مختلف تجزیه و تحلیل، چگونگی ایجاد حادثه و تمامی علل آشکار و پنهان دخیل در حادثه کشف می‌شود.

برای انجام تجزیه و تحلیل ساختار خاصی طراحی نشده اما یکسری اصول اولیه به منظور انجام تجزیه و تحلیلی منطقی و موثر وجود دارد. جدول زیر مکانیزیم تجزیه و تحلیل و اشتباهات احتمالی را نشان می‌دهد.

در مرحله تجزیه و تحلیل حوادث، گاهی به صورت ناخواسته تحقیقات به سمتی می‌رود که فرد حادثه دیده مقصر دانسته و اعلام کند حادثه بر اثر اشتباهات او رخ داده است. باید تلاش کرد تا حد امکان از رسیدن به این نقطه جلوگیری کرد چرا که این حالت مطمئناً باعث انحراف از مسیر صحیح خواهد شد.

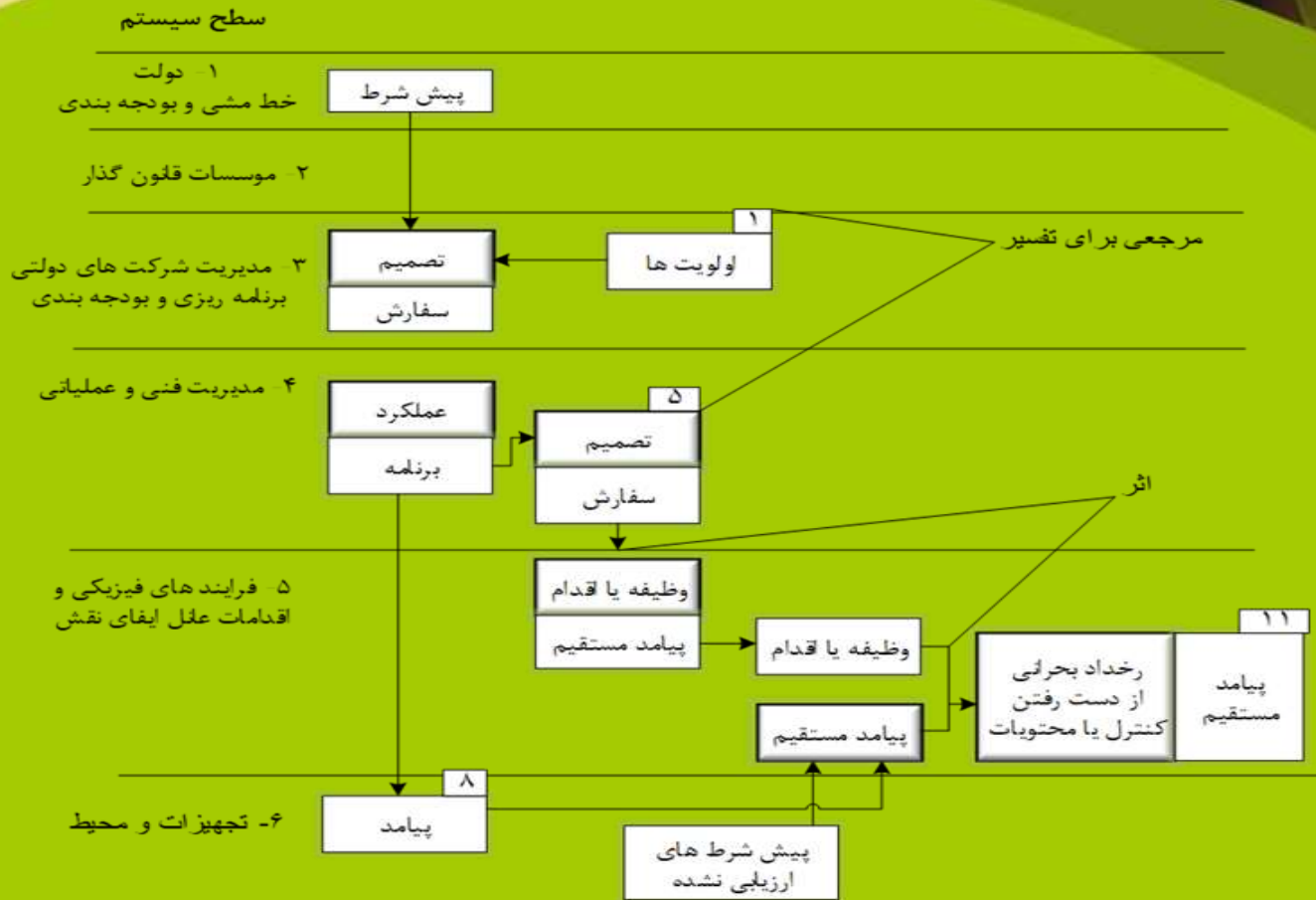
در این مرحله راه حل‌های مناسب و پیشگیرانه به منظور اطمینان از عدم وقوع مجدد حوادث مشابه ارائه می‌شوند. برای ارائه مؤثرترین روش‌های پیشگیری از وقوع حوادث مشابه در آینده باید دو مرحله قبلی به درستی و دقیق انجام شده باشند. در واقع هدف اصلی کل این فرآیند رسیدن به همین راه حل‌های پیشگیرانه می‌باشد. سوالات ۱۹ تا ۲۵ که در جدول زیر نمایش داده شده‌اند، به منظور رسیدن به این هدف طراحی شده است:

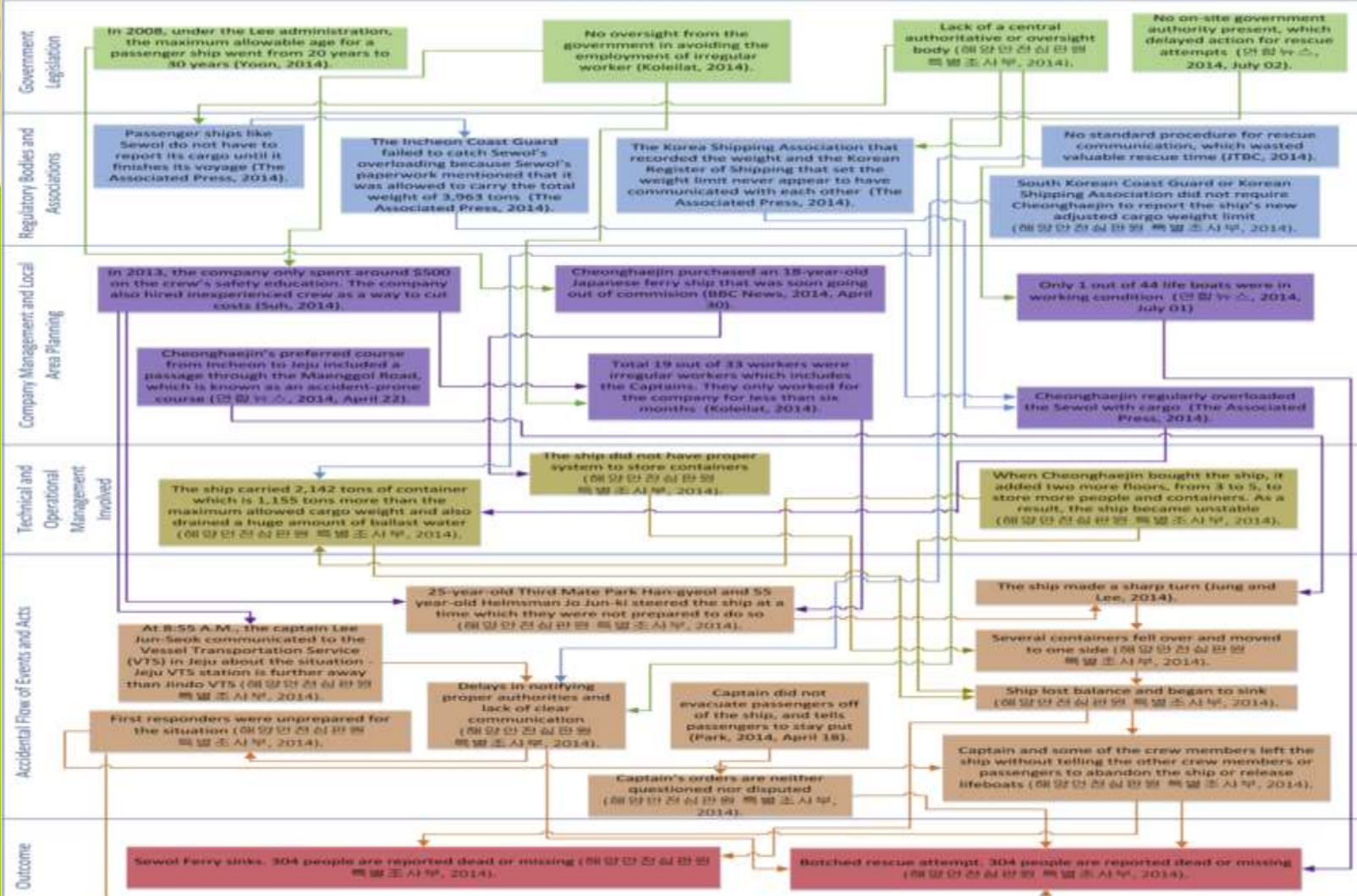


روش نقشه حادثه (ACCIMAP) توسط راسموسن (RASMUSSEN) (۱۹۹۷) بعنوان فرایندی برای ایجاد استراتژی مدیریت ریسک پیش فعال در سیستم های فنی- اجتماعی پیچیده ایجاد شد.

از دیدگاه راسموسن حوادث سازمانی نتیجه فقدان کنترل فرایندهای فیزیکی با پتانسیل خطر بالا می باشد، بنابراین از نظر او ایمنی نیازمند کنترل فرایندهای کاری برای جلوگیری از تاثیرات جانبی حادثه های مسبب آسیب به افراد، محیط زیست یا سرمایه هاست.

# رویکردی برای ساختار نقشه حادثه





# ***Systematic Cause Analysis Technique***

**Description of accident / incident**

**Evaluation of loss potential**

**Type of contact or near contact**

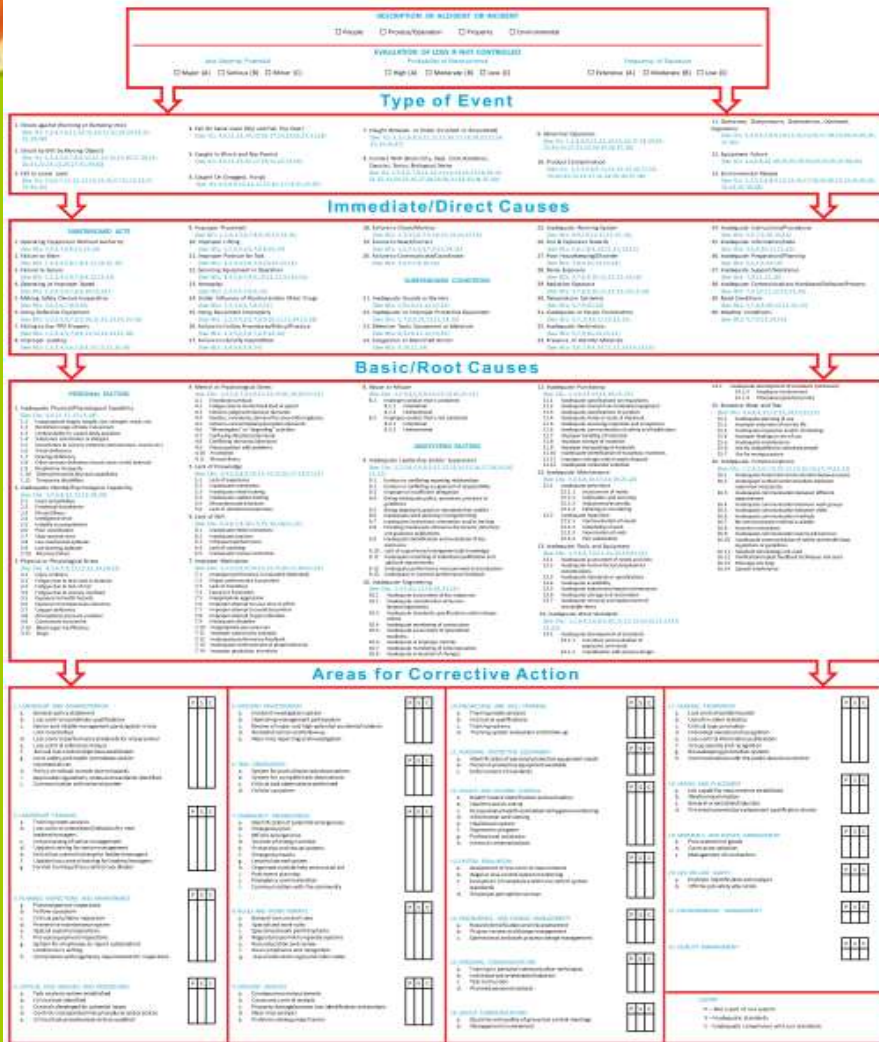
**Immediate / direct causes**

**Basic / underlying causes**

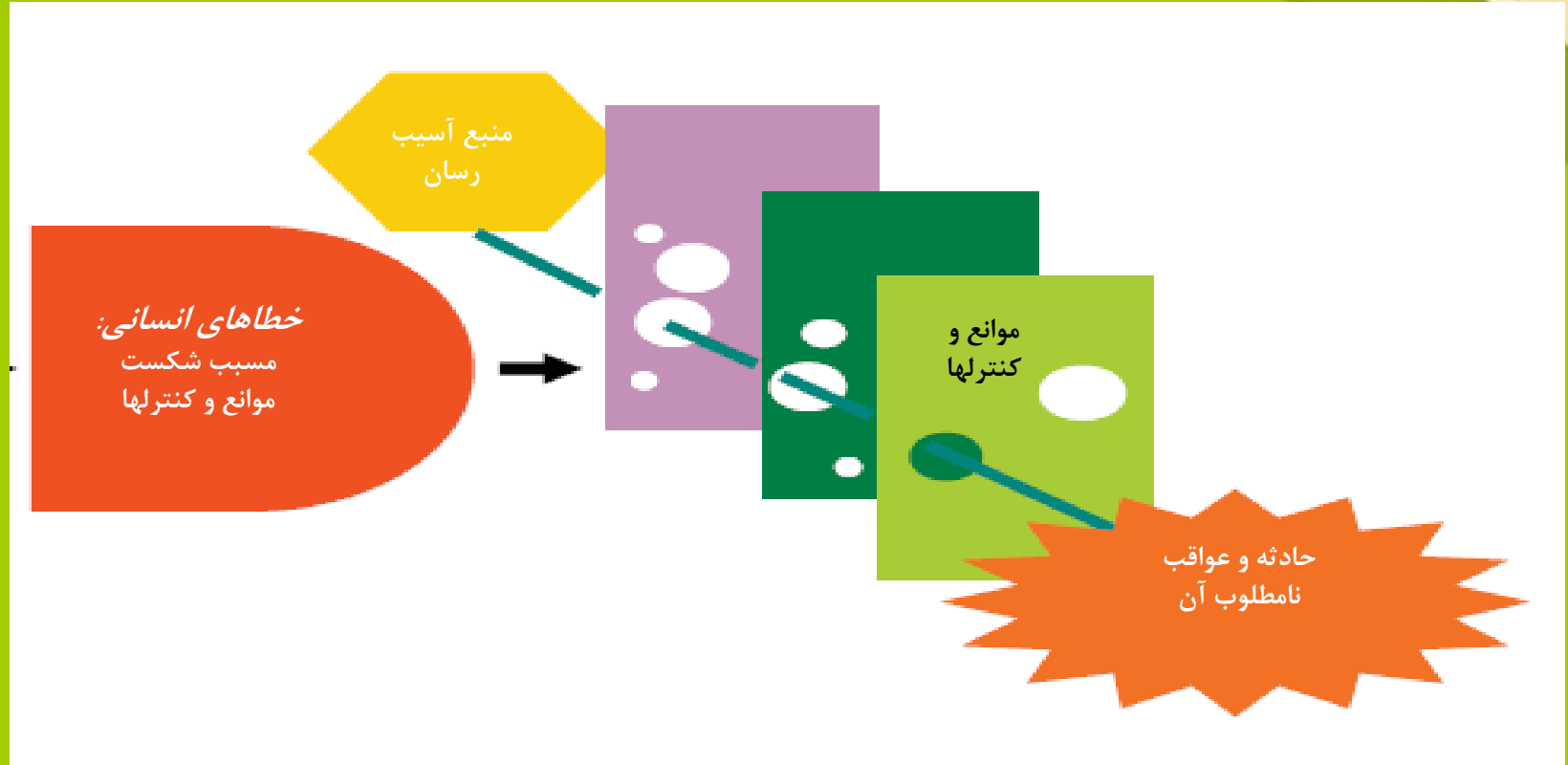
**Control action needs**

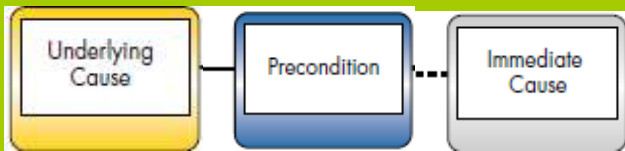
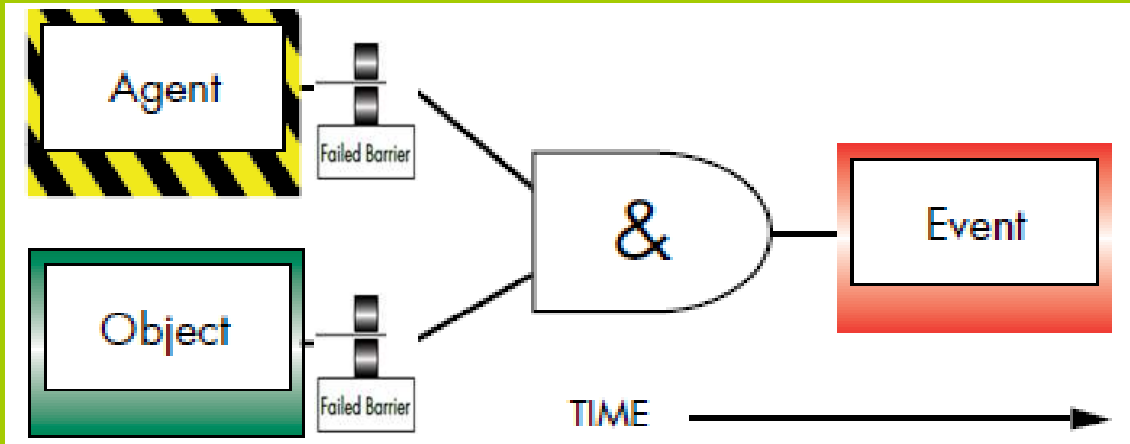
مراحل اجرای تکنیک آنالیز سیستماتیک علل

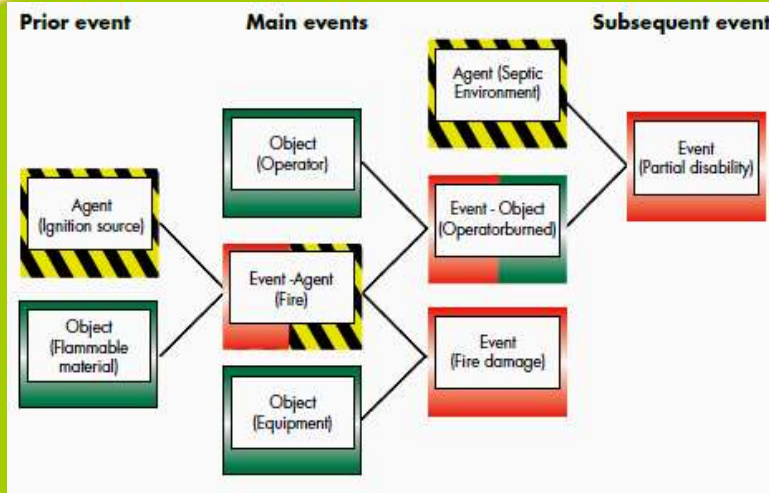
# SYSTEMATIC CAUSE ANALYSIS TECHNIQUE (SCAT™)



# Tripod-Beta







واقعه و عامل تغییر



واقعه و هدف:



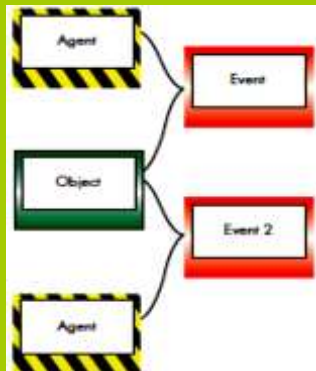
این دو گره از گره های ترکیبی هستند که برای نشان دادن واقعه استفاده می شوند که گاهی رویداد علاوه بر اینکه واقعه را نشان می دهد، بعنوان یک عامل تغییر یا هدف نیز نقش ایفا می کند. گره های ترکیبی اغلب در ابتدای تحقیق و بازرسی حادثه بعنوان واقعه شناسایی شده اما وقتی اثرات تبعی یک واقعه مشخص شد دچار تغییر می شوند.





1. یک ترکیب سه تایی عامل، هدف، واقعه فقط یک عامل و یک هدف دارد.

2. یک هدف می تواند توسط چندین عامل تحت تاثیر قرار گیرد و چندین واقعه را ایجاد کند.



3. یک عامل می تواند بر چندین هدف اثر کند و چندین واقعه را ایجاد کند.

مرحله ارزیابی (ترسیم درختواره Tripod Beta):

الف) ایجاد هسته نمودار

1. ابتدا مشخص کردن **واقعه**، و سپس **هدفی** که تغییر کرده است، و پس از آن مشخص کردن **عامل تغییر** است. برای ساختن این زوج سه تایی باید در زمان به عقب برگردیم، در نمودار حرکت زمانی از **چپ به راست** است، یعنی سمت چپ نمودار از نظر زمانی زودتر رخ داده اند.
2. آیا واقعه بروز یک اتفاق را برای هدف شرح می دهد؟
3. آیا هدف آیمتی را که شرایطش آنچنان که در واقعه تغییر پیدا کرده شرح می دهد؟
4. آیا عامل تغییر چیزی را که توانایی و پتانسیل تغییر شرایط هدف را دارد شرح می دهد؟
5. در ابتدا تا آنجایی که امکان دارد زوج های سه تایی برای ساختن سناریوهای حادثه تشکیل دهید. این زوجها وقتی که اطلاعات بیشتری از بازرسی ها بدست آمد، و رابطه ی آنها برقرار نبود کنار گذاشته می شوند.
6. به طور معمول هسته ی نمودار شامل 2 تا 5 زوج سه تایی است.

### ب) شناخت موانع

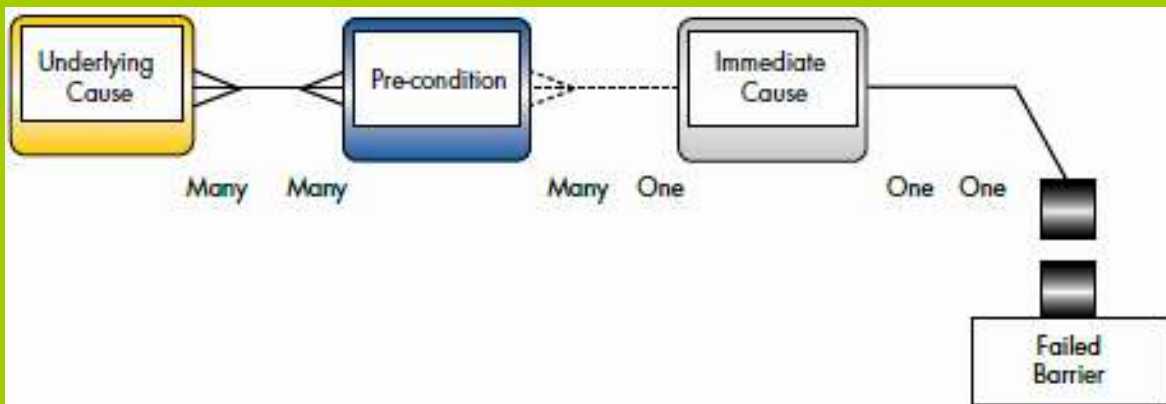
۷. موانع را توسط اصطلاحات اختصاصی شرح دهید نه عمومی (بعنوان مثال ذکر کردن عنوان یا نوع رویه و روش کار بجای ذکر عبارت، بخشی از رویه ی مربوطه).

موانع نامناسب و مفقود نادر هستند، اما زمانی که آنها رخ می دهند، سعی کنید خطای انسانی را در برنامه ریزی، طراحی، و غیره شناسایی کنید و آنرا علت مستقیم مانع معیوب قرار دهید.

## ارزیابی

### ج) شناسایی علل بی واسطه و مستقیم

۸. آیا علل مستقیم منجر به شکست یک مانع می شود؟
۹. چه شخص یا اشخاصی باعث شکست مانع شدند؟
۱۰. آیا علت مستقیم چیزی را که در نزدیکی و محدوده ی زنجیره ی رویداد اتفاق افتاده و منجر به شکست مانع شده است را تشریح می کند؟
۱۱. آیا علت مستقیم، عملی که انجام می شود یا انجام نمی شود را تشریح می کند؟
۱۲. می تواند فقط یک علت مستقیم برای هر یک از مانع معیوب وجود داشته باشد؟
۱۳. علت بی واسطه و مانع معیوب می بایست بعنوان یک زوج وجفت توصیف شوند، برای مثال اگر مانع با لغات مثبت بیان شود پس علت مستقیم با لغات و اصطلاحات منفی بیان می شود.



### د. شناسایی پیش شرطها

۱۵. آیا پیش شرط توضیح می دهد که چرا فرد تصور می کرد که عملش نرمال، قابل قبول و یا حتی ستوده بود؟
۱۶. آیا این پیش شرط پیشنهاد شده روی رفتار فردی که خطای او منجر به شکست مانع شده، موثر است؟

### ه. شناسایی علت‌های پنهان

۱۷. آیا علت پنهان دلیلی قابل قبول برای ادراکات و باورها (پیش شرطها) است که منجر شد شخص فکر کند آنها کار درست، نرمال و قابل قبول را انجام می دادند؟
۱۸. آیا علت پنهان نشان دهنده شکست در سطح سیستم است، یعنی رابطه آن با رویداد واقعی از نظر زمانی یا مکانی از راه دور است؟
۱۹. آیا سازمان مورد نظر در قبال وجود این شکست سیستم مسئول و جوابگو بوده و قادر به بهبود وضعیت است.
۲۰. علت‌های پنهان یا عوامل ریسک اصلی (BRFs) به سیستم های مدیریتی مرتبط هستند.

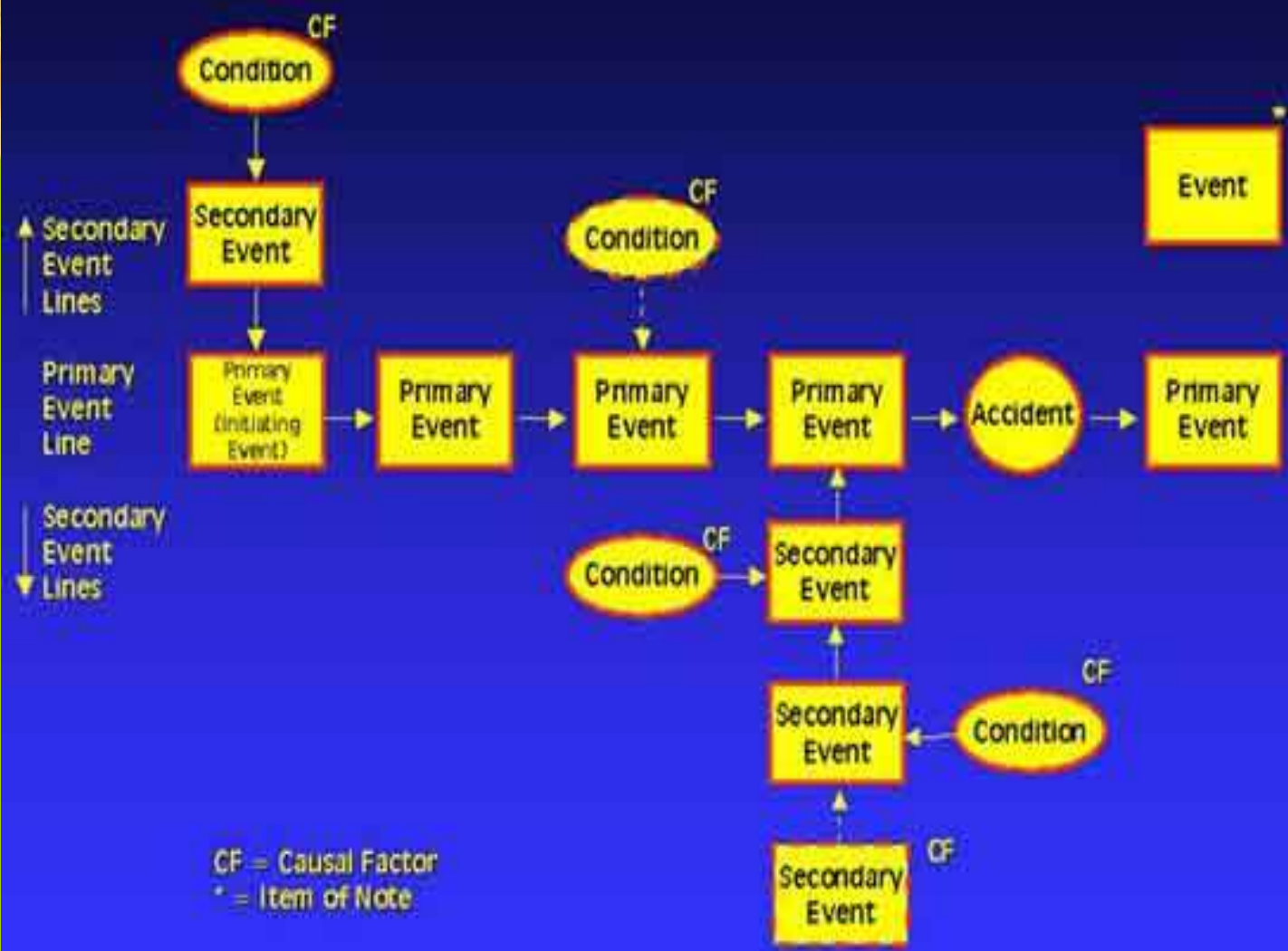
## ارزیابی

دسته بندی عوامل ریسک اصلی (BRFs) پیش شرطها و علت های پنهان آنها:

BRFs		عوامل ریسک اصلی
1. (HW)	Hardware	سخت افزار (تاسیسات، تجهیزات، ابزار)
2. (DE)	Design	طراحی
3. (MM)	Maintenance Management	مدیریت تعمیر و نگهداری
4. (PR)	Procedures	روش های اجرایی
5. (EC)	Error-enforcing conditions	شرایط تحمیلی نامناسب
6. (HK)	Housekeeping	نظم و نظافت در محیط کار
7. (IG)	Incompatible goals	اهداف ناسازگار
8. (CO)	Communication	ارتباطات
9. (OR)	Organization	سازمان
10.(TR)	Training	آموزش
11. (DF)	Defenses	روشها و تجهیزات دفاعی

## Event and Causal Factor Charting (ECFC)







Causal Factor رخداد یا شرایطی که در بوجود آمدن حادثه و نتایج ناخواسته آن دخیل باشد را گویند که به سه دسته تقسیم می شوند.

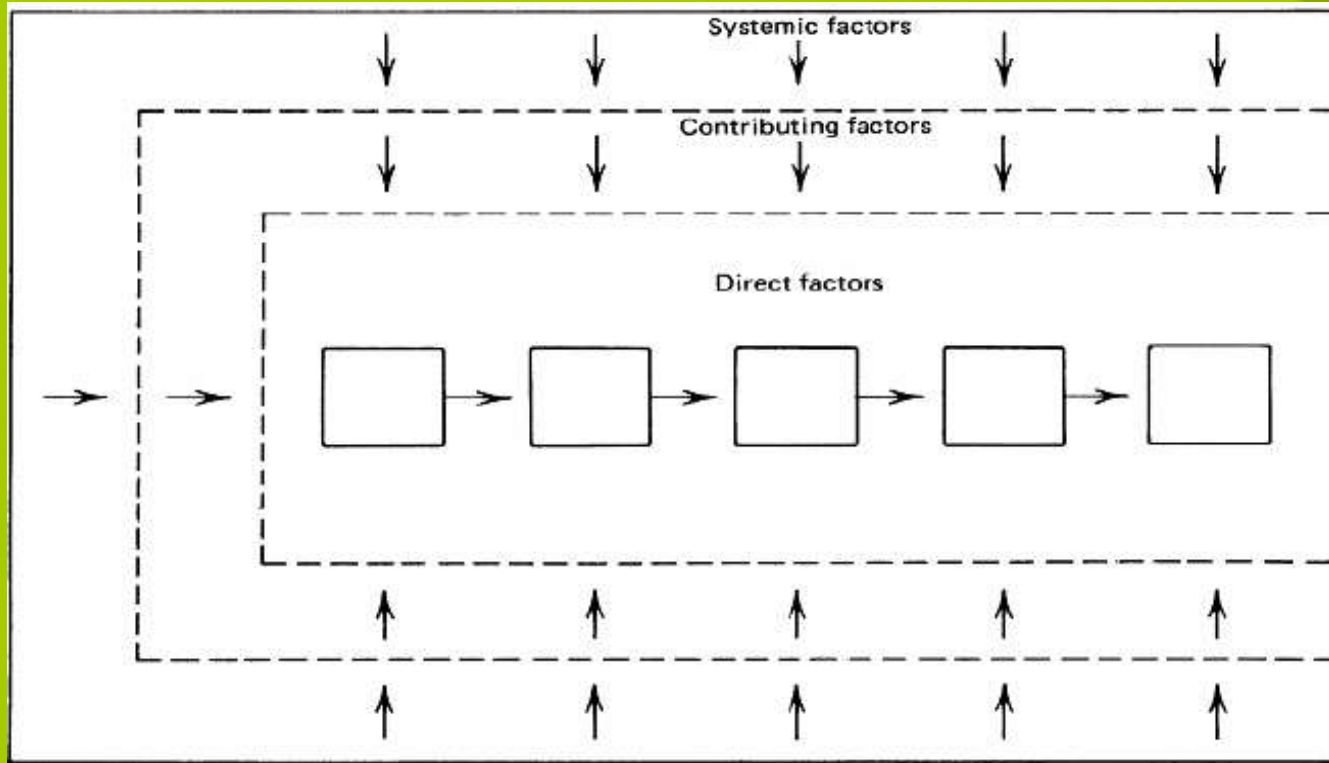
1. علت مستقیم Direct Cause

2. علل کمک کننده Contributing Causes

3. علل ریشه ای Root Causes

این روش تصویری گرافیکی از ترتیب زمانی وقایع منجر به حادثه بوده و اصولاً برای گردآوری و سازماندهی مدارک جهت به تصویر کشیدن توالی رخدادها استفاده می شود. این روش ساده بوده و تصویری واضح از اطلاعات را به نمایش می گذارد. به روز نگه داشتن چارت یا نمودار به بررسی کننده کمک می کند تا تصویری واضح از ترتیب زمانی وقایع حادثه داشته باشد تا بتواند بخوبی از آنها در جمع آوری مدارک و مصاحبه با شاهدان استفاده نماید.

برای شرایط و علت‌ها، ابتدا علل کمک‌کننده و سپس علل ریشه‌ای را قرار دهید. شکل زیر فرمت کلی چارت را نشان می‌دهد.



۱. از آخرین مرحله (در مرحله حادثه یا شبه حادثه) شروع کنید و بر اساس زمان ، عقب گرد نمایید .

۲. اگر چندین پیامد و یا تأثیر وجود داشته باشد ، تمامی پیامدها را لیست نمایید.

۳. برای تعیین کمیت پیامدها ، سؤالات مورد نیاز را تهیه نمایید .

۴. تمام جملات و توضیحات کمی را تا حدی که امکان دارد ، بکار برید . (برای مثال تنها بیان جمله "پمپ خراب شد" کافی نیست بلکه باید خسارات کمی وارده نیز بیان گردد .)

۵. با گامهای زمانی بسیار کوچک و با کمک پرسیدن سؤال "چه اتفاقی قبل از این رخداد افتاد؟" ، به عقب باید برگشت . جواب این سؤال می تواند رویداد و موقعیت را پدیدار نماید و یا عامل آن را که انسان و یا ماشین بوده است ، مشخص نماید . اگر چندین جواب برای اندازه گام زمانی عقب گرد انتخابی موجود باشد ، گام زمانی کوچکتری باید پیشنهاد کرد .

۶. جمله کامل در مورد چگونگی اتفاق حادثه در نمودار نوشته شود .