

پروژه درس سیستم های تحمل پذیر اشکال  
*Project of Fault Tolerant Systems course*

# جمع بندی و نتیجه گیری مفاهیم اولیه تحمل پذیری اشکال و ارائه چند پیشنهاد

*Summary and conclusions of  
FT basic concepts using some suggestions*

---

استاد : دکتر میر عمادی  
*Professor: Dr. Miremadi*

دانشجو : وحید مواجی ۸۳۲۰۵۹۴۷  
*Student: Vahid Mavaji 83205947*

نیمسال اول  
۱۳۸۳ - ۸۴  
*Fall 2004*

*Whatever can go wrong will go wrong at the worst possible time and in the worst possible way...*

- Murphy

...

-

اطمینان پذیری و دسترس پذیری بطور فزاینده ای در دنیای وابسته به کامپیوتر امروزی، حائز اهمیت می باشد. در بسیاری از جاها که کامپیوتر استفاده می شود، قطعی یا بد کار کردن می تواند پرهزینه یا حتی خطرناک باشد. سیستم کامپیوتری را در نظر بگیرید که در یک راکتور هسته ای، درست کار نمی کند یا سیستم کامپیوتری در یک شاتل فضایی که موقع فرود شاتل از کار می افتد. شاید اینها مثال هایی دور از ذهن باشند ولی اگر نگاهی به زندگی روزمره ببندازیم، سیستم های سوئیچینگ تلفن و سیستم های خودپرداز بانک ها را خواهیم دید؛ برای رسیدن به اطمینان پذیری و دسترس پذیری مورد نظر، به کامپیوترهای تحمل پذیر اشکال نیاز خواهیم داشت. این کامپیوتر ها با تشخیص خرابی ها و ایزوله کردن قسمتهای خراب به نحوی که بقیه سیستم بتواند به درستی به کار خود ادامه دهد، اشکال ها را تحمل می کنند. تکنیک های اطمینان پذیری، در مورد کامپیوترهای همه منظوره نیز بسیار کاربرد دارد. بنا براین می بینیم که بحث اطمینان و اتکا به سیستم های کامپیوتری یکی از پراهمیت ترین شاخه های علوم چه در زمینه های تحقیقاتی و چه در زمینه های مهندسی می باشد، همانگونه که امروز اکثر کشورهای توسعه یافته بخش عظیمی از بودجه خود را در این زمینه صرف می کنند.

در این پژوهش سعی بر این بوده است تا مفاهیم اولیه ای که در درس سیستم های تحمل پذیر اشکال مورد بحث قرار می گیرد را با کمی گسترده گی بیشتر، مورد بررسی قرار دهیم و یک جمع بندی تخصصی از این مفاهیم بدست بدهیم. یکی از اهداف این پژوهش یافتن معادل فارسی برای کلمات رایج این شاخه از علم یعنی Fault, Error, Failure است که تا کنون اجماع دقیقی روی آنها صورت نگرفته است.

ابتدا سعی شده است تا این مفهوم این سه واژه اصلی به طور کاملاً تخصصی شرح داده شود. برای اینکار از نظرات و مقالات بزرگان این علم مثل Avizienis, Laprie و دیگران استفاده شود. در این قسمت بجز واژه Failure که ترجمه خرابی برای آن تقریباً مورد قبول همگان است برای دو واژه دیگر، معادلی بکار نبردیم و از همان کلمه لاتین سود جستیم تا در درک دقیق مفهوم آنها، خلط مبحث ایجاد نگردد. سپس سعی بر این بوده تا با تکیه بر واژه نامه های لاتین، معانی و مترادف های این کلمات در همان زبان اصلی آنها تا چند سطح تو در تو بیان گردد. این امر می تواند قبل از پیدا کردن معادل فارسی، کمک شایانی به درک دقیق مفهوم این معانی بنماید. سپس معانی چند واژه فارسی مثل عیب، اشکال، خطا و خرابی و ... که نامزدهای اصلی ترجمه می باشند با استمداد از واژه نامه های فارسی بالاخص لغتنامه مرحوم علامه دهخدا، شرح و بیان شود. در بخش پایانی با توجه به تمام این پیش زمینه ها، سعی می گردد تا واژگان مناسبی برای این لغات پیشنهاد گردد.

امید بر این اینست که این پژوهش کوچک بتواند کمکی در راه هر چه غنی تر کردن زبان ما و نیاکانمان یعنی زبان فارسی در بیان و انتقال مفاهیم فناوری امروزی بکند و این میراث ملی را از مهجوری که امروزه بدان مبتلا است بدر آورد.

وحید مواجی  
زمستان ۱۳۸۳

# بخش اول

مطالب این بخش بیشتر از دو مقاله زیر اقتباس شده است:

1985 IEEE

## **DEPENDABLE COMPUTING AND FAULT TOLERANCE: CONCEPTS AND TERMINOLOGY**

**Jean – Claude Laprie**

LAAS – CNRS  
7, Avenue de Colonel Roche, 31400 Toulouse, France

و

2004 IEEE

## **BASIC CONCEPTS AND TAXONOMY OF DEPENDABLE AND SECURE COMPUTING**

**Algirdas Avizienis, *Fellow, IEEE*, Jean – Claude Laprie,  
Brian Randell, and Carl Lanwehr, *Senior Member, IEEE***

## محاسبات اتکاپذیری و تحمل پذیری fault مفاهیم و واژگان

### مفهوم اتکاپذیری

اتکاپذیری سیستم های کامپیوتری، کیفیت سرویس ارائه شده است بگونه ای که بصورت قابل توجیهی بتوان به این سرویس اتکا کرد.

سرویس ارائه شده توسط یک سیستم، رفتار آن سیستم است، آنگونه که توسط سیستم(های) خاص دیگری که با آن در تعامل است هستند یعنی کاربر(ان)، مشاهده می شود.

یک خرابی سیستم، موقعی اتفاق می افتد که سرویس ارائه شده، با سرویس توصیف شده، اختلاف داشته باشد که منظور از توصیفات سرویس، شرح و توضیح مورد قبولی از سرویس مورد انتظار است. خرابی اتفاق می افتد چون سیستم دارای error است. یک error، جزئی از حالت سیستم است که مسئول ایجاد خرابی می باشد یعنی ارائه سرویسی که با سرویس توصیف شده، مطابقت نمی کند. علت – از دید پدیده شناسی آن – یک error، یک fault می باشد.

یک fault در موقع رخداد، یک error نهفته تولید می کند که وقتی فعال شد، موثر می گردد. وقتی که error بر روی سرویس ارائه شده اثر گذاشت، خرابی رخ می دهد. بعبارت دیگر، یک error، آشکار شدن و مانیفست یک fault درون سیستم است و یک خرابی، آشکار شدن یک error روی سرویس است.

دستیابی به یک سیستم محاسباتی اتکا پذیر، نیازمند بهره گیری ترکیبی از مجموعه ای از روشهاست که می تواند بدین صورت تقسیم بندی گردد:

- **اجتناب از fault:** چگونه می توان با ساختن و ایجاد، از رخداد fault جلوگیری کرد.
- **تحمل پذیری fault:** چگونه بوسیله افزونگی، علیرغم رخداد fault، سرویسی مطابق توصیفات فراهم کنیم.
- **حذف error:** چگونه با درستی یابی، وجود errorهای نهفته را به حداقل برسانیم.

- **پیش بینی error:** چگونه با ارزیابی، وجود، ایجاد و عواقب errorها را تخمین بزنیم.

اجتناب از fault و تحمل پذیری fault می توانند بعنوان راههای اکتساب اتکاپذیری نگریسته شوند: چگونه این قابلیت را به سیستم بدهیم که سرویس توصیف شده را ارائه دهد؛ حذف error و پیش بینی error می توانند بعنوان راههای معتبر سازی اتکاپذیری نگریسته شوند: چگونه به این اطمینان در قابلیت سیستم برای ارائه سرویس توصیف شده برسیم.

چرخه حیات یک سیستم از دید کاربران آن، جابجایی متناوب بین دو حالت سرویس ارائه شده با توجه به سرویس توصیف شده می باشد:

- **انجام سرویس،** که سرویس، آنگونه که توصیف شده است، ارائه می گردد.
- **وقفه سرویس،** که سرویس ارائه شده با سرویس توصیف شده متفاوت است.

رویدادهایی که انتقال بین این دو حالت را موجب می شوند، خرابی و ترمیم می باشند. بیان کمی این تغییرات انجام-وقفه، به دو معیار اتکاپذیری، منجر می شود:

- **اطمینان پذیری:** معیاری از انجام پیوسته سرویس(یا بطور معادل تا زمان خرابی) از یک لحظه آغازین مرجع.
- **دسترس پذیری:** معیاری از انجام سرویس، با توجه به تغییرات انجام – وقفه.

### درباره معرفی اتکاپذیری بعنوان یک مفهوم عام

چرا باید واژه دیگری به این فهرست طولانی اضافه گردد؟ اطمینان پذیری، دسترس پذیری، ایمنی و غیره. به دو دلیل:

- برای گریز از اشتباهی فهمیدن اطمینان پذیری بعنوان معنی کلی آن (سیستم اطمینان پذیر) و اطمینان پذیری بعنوان یک کیفیت ریاضی(اطمینان پذیری سیستم) و
- برای نشان دادن اینکه اطمینان پذیری، نگهداشت پذیری، دسترس پذیری، ایمنی و غیره معیارهایی کمی، متناظر با ادراک هایی متمایز از یک ویژگی سیستم هستند: اتکاپذیری سیستم.

با توجه به واژه "اتکاپذیری"، قابل ذکر است که از نقطه نظر ریشه شناسی لغات، واژه "اطمینان پذیری"، می تواند بیشتر مناسب باشد: قابلیت اعتماد. با اینکه اتکاپذیری، مترادف اطمینان پذیری است، ولی مفهوم اتکا را در یک سطح ثانویه ای در بردارد. این امر می تواند در نگاه اول بعنوان یک معنی منفی احساس شود وقتی با معنی مثبت اعتماد که توسط اطمینان پذیری بیان میشود، مقایسه گردد. ولی این امر (اتکاپذیری)، اتکای فزاینده جامعه ما را به سیستم های خبره و ماهر، کلا و به سیستم های محاسباتی بطور اخص، جلوه گر می سازد. علاوه بر این اطمینان (to rely) از واژه فرانسوی "relier" می آید که خود از واژه لاتین "religare" می آید که بمعنی مقید ساختن، بستن و گره زدن می باشد. انسجام و بهم پیوستگی لازم برای رسیدن به اطمینان پذیری موجود است! کلمه فرانسوی اطمینان پذیری، "fiabilite" بر می گردد به قرن دوازدهم و به کلمه "fiabilete" که معنی آن، "شخصیت مورد اعتماد و امین" بود. منشأ لاتین، "fidare" است، یک فعل محبوب بمعنی "اعتماد کردن".

نهایتاً، قابل توجه است که نگرستن به اتکاپذیری بعنوان یک مفهوم کلی تر از اطمینان پذیری، دسترس پذیری و غیره، و دربردارنده این واژگان، در گذشته انجام شده است ولی با کلیتی کمتر از اینجا، چون هدف تعریف یک معیار است.

### درباره مفهوم سرویس و توصیفات آن

بنا به تعریف خاص آن، سرویس ارائه شده توسط یک سیستم، بوضوح، تجربیدی از رفتار آن است. قابل ذکر است که این تجرید، بمیزان زیادی، به کاربرد سیستم کامپیوتری بستگی دارد. مثالی از چنین وابستگی، نقش مهم زمان در تجرید است: دانه بندی های زمان سیستم و کاربران آن معمولاً متفاوت هستند.

آنچه در حوزه کنونی اساسی است، اینست که توصیفات، شرح و توضیحی از سرویس مورد انتظار است که مورد موافقت دو شخص حقیقی یا حقوقی می باشد: کارپرداز سیستم (بطور گسترده تر: طراح، سازنده، فروشنده و غیره) و کاربر (ان) (انسانی). آن، آنچه که قبلاً انجام شده، بدین معنی نیست که توصیفات سیستم دیگر تغییر نمی یابند. این امر بی اعتنایی به حقیقت حیات است که تغییر را تلویحاً در خود دارد. انگیزش تغییرات می تواند

ویرایش انتظارات از سیستم باشد: ویرایش عملکرد و تصحیح برخی ویژگیهای ناخواسته مثل ناکارآمدیها در توصیفات مورد توافق. علاوه بر این، آنچه که مهم است این می باشد که توصیفات، دوباره مورد توافق قرار گیرند.

قابل ذکر است که مواردی مثل کارایی، قابلیت مشاهده، آمادگی و غیره، می تواند با یک توصیف خوب بیان شده، بدست آیند.

### درباره مفاهیم error fault و خرابی

ابتدا چند مثال روشنگر :

- اشتباه یک برنامه نویس، یک fault است : عواقب آن یک error (نهفته) در برنامه نوشته شده است (دستورالعمل یا قسمتی از داده های اشتباه)؛ در موقع فعال سازی (فعال سازی مازولی که error در آن قرار دارد و یک الگوی ورودی مناسب که دستورالعمل، دنباله ای از دستورالعمل ها یا قسمتی از داده های دارای error را فعال کند)، error، موثر می گردد؛ وقتی این error موثر، داده های دارای error (در مقدار یا زمان ارائه آن) تولید می کند که بر سرویس ارائه شده اثر می گذارد، یک خرابی رخ می دهد.
- یک اتصال کوتاه در یک مدار مجتمع، یک fault است؛ عواقب آن (اتصال ثابت شده در یک وضعیت منطقی، تغییر عملکرد مدار و غیره) یک error است که تا زمانیکه فعال نشده است، نهفته می ماند و باقی قضا یا مثل مثال قبل است.
- یک اغتشاش الکترو مغناطیسی با انرژی کافی، یک fault است. وقتی (برای مثال) روی ورودیهای حافظه تأثیر بگذارد، یک error تولید خواهد کرد اگر وقتی که حافظه در حالت نوشتن است، فعال باشد؛ error، نهفته می ماند تا زمانیکه مکان حافظه دارای error خوانده شود.
- یک تعامل نامناسب انسان - ماشین که توسط یک اپراتور در طی عملکرد سیستم انجام گردد (بطور سهوی یا عمدی) یک fault است؛ داده تغییر یافته حاصله، یک error است.
- اشتباه نویسنده کتابچه راهنما، یک fault است؛ عواقب آن یک error در کتابچه

مورد نظر است (دستورالعمل غلط) که تا زمانی که از دستورالعمل ها برای مواجهه با یک وضعیت خاص استفاده نگردد، نهفته می ماند.

از مثالهای بالا، براحتی فهمیده می شود که مدت زمان نهفتگی error، می تواند بسته به fault، بهره گیری از سیستم مورد نظر و غیره، بطور قابل ملاحظه ای متغیر باشد. این مثال ها همچنین توضیح می دهند که چرا یک error ای که مسئول است، می تواند به خرابی منجر شود. اینکه آیا یک error بطور موثر به یک خرابی منجر می شود به عوامل گوناگونی بستگی دارد:

- شرایط فعال سازی که تحت آن یک error نهفته، موثر می گردد.
- ترکیب سیستم و مخصوصا میزان افزونگی موجود:
- افزونگی صریح (به منظور تحمل پذیری fault) که مستقما برای جلوگیری از تبدیل شدن error به خرابی، ایجاد شده است.
- افزونگی تلویحی (درحقیقت بسیار مشکل است که یک سیستم بدون هیچ شکلی از افزونگی بسازیم) که می تواند نتیجه مشابهی (البته ناخواسته) با افزونگی صریح داشته باشد.
- تعریف خاص یک خرابی از دید کاربر مثلا در مفهوم "نرخ error قابل قبول" در انتقال داده ها (تلویحا: قبل از اینکه خرابی رخ دهد).

این مثال ها، نهایتا ما را قادر می سازد تا مفهوم دسته های fault را تعریف کنیم که بطور کلاسیک، fault های فیزیکی و fault های انسانی هستند. تعاریف ارائه شده اینگونه است:

- **Fault های فیزیکی:** پدیده های طبیعی زیان آور، چه درونی (بی نظمی های فیزیکی - شیمیایی؛ تغییرات آستانه، اتصال کوتاه، اتصال باز...) و چه بیرونی (اغتاش های محیطی، اغتشاش های الکترومغناطیسی، دما، ارتعاشات و ...).
- **fault های انسانی:** نقص هایی که می تواند اینگونه باشد:

- **Fault های طراحی:** انجام شده: الف) در طی طراحی اولیه سیستم (واضحتر یعنی از توصیفات نیازمندیها تا پیاده سازی) یا در طی تغییرات بعدی و یا ب) در طی برقراری و تثبیت رویه های عملیاتی یا نگهداری.
- **Fault های تعاملی:** تخلفات سهوی یا عمدی در رویه های عملیاتی یا نگهداری.

Fault ها، error ها و خرابی ها، همگی پیشامدهای نامطلوبی هستند. درنگاه اول، سه مفهوم ضروری هستند: الف) رخداد یک پیشامد نامطلوب که بر سرویس تأثیر می گذارد - خرابی - توسط کاربر احساس و ارزیابی شود. ب) یک پیشامد (درونی) نامطلوب سیستمی - error - تشخیص داده شود. ج) یک پیشامد نامطلوب که قادر است به یک error سیستمی و بعدا به خرابی سرویس تبدیل گردد - fault - اجتناب یا تحمل شود. انتساب واژگان fault، error و خرابی به علل پدیده شناختی پیشامدهای نامطلوب سرویس یا سیستمی، در استفاده های زیر کاربرد دارد: اجتناب یا تحمل fault، تشخیص error و نرخ خرابی.

علاوه بر این بنظر مهم می رسد که بین علل تمایز قائل شویم: با توجه به فعال سازی و انتشار - error ای که باعث خرابی می گردد - و با توجه به پدیده منشأ آغازین (احتمالی) - fault ای که باعث error می گردد -.

می تواند گفته شود که با چنین استدلالی (fault را بصورت علت پدیده شناختی error در نظر بگیریم)، می توانیم "کلی به عقب" برگردیم. مثلا اگر به دوتا از مثالهای قبلی، نظری دوباره ببیندازیم:

- چرا برنامه نویس مرتکب اشتباه شد؟
- چرا اتصال کوتاه در مدار مجتمع رخ داد؟

در حقیقت، بازگشت در علتی که قرار است اجتناب یا تحمل گردد، متوقف می گردد. اگر اجتناب از fault، در این حوزه، معنی داشته باشد (وقتی از علتی اجتناب شد، تأثیرات آن قابل توجه نیستند)، این امر نمی تواند برای تحمل fault صدق کند. درحقیقت، این علت است که تحمل شده است، و از طریق پردازش اثرات آن: بنابراین fault، علت مفروض یک error است.



علاوه بر این، چنین دیدگاهی با تمایز بین *fault* های فیزیکی و انسانی سازگار است که در آن، یک سیستم محاسباتی، ساخته دست بشر است و بنابراین هرگونه *fault* ای، نهایتاً انسانی است چون که ناتوانی انسان را در مدیریت پیچیدگی پدیده هایی که رفتار سیستم را کنترل می کنند، می رساند. با یک روش مطلق، تمایز بین *fault* های فیزیکی و انسانی (مخصوصاً *fault* های طراحی که بر سیستم اثر می گذارند) می تواند غیر ضروری باشد؛ هرچند موقع در نظر گرفتن روشها و تکنیکهای (کنونی) برای استحصال و معتبرسازی اتکالپذیری، این امر مهم می شود. اگر بازگشتی که در بالا اشاره شد، متوقف نگردد، یک *fault* چیزی نیست مگر خرابی سیستمی که با سیستم مورد نظر در تعامل بوده یا می باشد. مثال:

- یک *fault* طراحی می تواند بصورت خرابی طرح، شناخته شود.
- یک *fault* فیزیکی درونی، بعلاوه یک *error* نهفته است (جامعه "اطمینان پذیری فیزیک" به ندرت، خرابی ها را بصورت "تصادفی، غیرقابل پیش بینی و معکوس ناپذیر" توصیف می کند) که از محصول سخت افزاری سرچشمه می گیرد.
- *Fault* های فیزیکی بیرونی و *fault* های تعاملی (انسانی) بصورت خرابیهایی ناشی از یک *fault* دیگر در طراحی، شناخته می شوند: ناتوانی در پیش بینی همه شرایطی که سیستم می تواند در طی حیات عملیاتی خود با آنها مواجه گردد.

تاکنون، یک سیستم بعنوان یک کل و با تأکید بر رفتار بیرونی مشاهده شده از آن در نظر گرفته شده بود؛ تعریفی از سیستم که با این منظر "جعبه سیاه" مطابقت دارد اینست: موجودیتی که با آن تعامل شده، می شود یا مستعد تعامل با موجودیتهای دیگر و لذا سیستم های دیگر است. رفتار، آنگاه بسادگی آنچیزی است که سیستم انجام می دهد. آنچه که سیستم را قادر به انجام آنچه که انجام می دهد، می سازد، ساختار سیستم یا سازمان آن است. پذیرفتن ماهیت یک سیستم از یک نقطه نظر ساختاری (جعبه سفید)، مجموعه ای از اجزاست که بهم متصل شده اند تا با هم در تعامل باشند؛ یک جزء خودش یک سیستم دیگر است و الخ. بازگشت متوقف می شود وقتی سیستم بصورت اتمی یا تجزیه ناپذیر در نظر گرفته شود: هیچ ساختار داخلی بیشتری نمی تواند تمیز داده شود یا مهم نیست و می توان از آن

گذشت. اصطلاح "جزء"، باید با درک وسیعی فهمیده شود: لایه های یک سیستم محاسباتی و همینطور اجزا بین لایه ای؛ بعلاوه، اینکه یک جزء خودش یک سیستم باشد، متضمن ارتباط داخلی اجزا تشکیل دهنده آن است.

از این تعاریف، این بحث که آیا "خرابی" در مورد یک سیستم صدق می کند یا یک جزء، نامربوط است، چون یک جزء خودش یک سیستم است. وقتی با سیستم های تجزیه ناپذیر سروکار داریم، مفهوم کلاسیک خراب "ابتدایی" بطور طبیعی تداعی می گردد. همچنین قابل ذکر است که از دید قبلی ساختاری سیستم، مفاهیم سرویس و توصیفات بطور یکسان به/جزء اطلاق می شود. این امر مخصوصاً در فرایند طراحی، قابل توجه است وقتی که از اجزاء موجود در بازار، چه سخت افزاری و چه نرم افزاری، استفاده شود: آنچه واقعاً قابل توجه است، سرویسی است که می توانند فراهم سازند و نه جزئیات رفتار (داخلی) آنها.

این دیدگاه ساختاری، آسیب شناسی *fault* را دقیقتر می سازد؛ مکانیزم های ایجاد و عمل *fault* ها، *error* ها و خرابی ها می توانند اینگونه جمع بندی شوند:

- ۱- یک *fault*، یک یا چند *error* نهفته در جزئی که در آن رخ می دهد، ایجاد می کند؛ *fault* های فیزیکی می توانند مستقیماً فقط بر اجزا لایه فیزیکی اثر بگذارند، درحالیکه *fault* های انسانی می توانند بر هر جزئی تأثیر بگذارند.
  - ۲- ویژگیهایی که *error* ها را کنترل می کنند، می تواند اینگونه بیان شود:
    - یک *error* نهفته، موثر می گردد وقتی که فعال شود.
    - یک *error* می تواند بین حالت های نهفته و موثر خود نوسان کند.
    - یک *error* موثر می تواند از یک جزء به یک جزء دیگر انتشار یابد؛ با انتشار، یک *error*، *error* های (جدید) دیگری تولید می کند.
- از این ویژگیها، می توان نتیجه گرفت که یک *error* موثر در یک جزء می تواند نشأت بگیرد از:

- فعال سازی یک error نهفته درون همان جزء.

- یک error نهفته که درون همان جزء یا از یک جزء دیگر انتشار می یابد.

۳- یک خرابی جزء رخ می دهد وقتی که یک error بر سرویس ارائه شده (بعنوان پاسخی به درخواستها) توسط آن جزء تأثیر می گذارد.

۴- این ویژگیها در مورد هر جزء سیستم صدق می کند.

در آنچه قبلا بیان شد، شکل لازم فعل "انتشار" ، عمدا استفاده شده بود: یک error، خودش را منتشر نمی سازد، بلکه انتشار می یابد. هرچند، "انتشار" بعلت کثرت استفاده، جا افتاده است، کلمات بهتر می توانستند "پخش شدن" یا "تکثیر" باشد.

سه توضیح نهایی :

• یک error مفروض در یک جزء مفروض، می تواند از عواقب fault های متفاوتی باشد. مثلا یک error در یک جزء فیزیکی (مثلا چسبیدن ولتاژ به زمین) می تواند منتج باشد از:

- یک fault فیزیکی (مثلا تغییر آستانه) که در لایه فیزیکی که جزء را تشکیل می دهد رخ می دهد.

- یک error اطلاعاتی (مثلا ریز دستور غلط) که بعلت یک fault طراحی (مثلا اشتباه برنامه نویسی) ایجاد شده است و بصورت از بالا به پایین در لایه ها انتشار می یابد و به یک اتصال کوتاه بین دو خروجی مدار منجمد و تأثیر یکسانی با تغییر آستانه دارد.

• قابل ذکر است که مفهوم خرابی نمی تواند از دانه بندی زمان جدا شود: errorای که از واسط بین سیستم و کابر "عبور می کند"، بسته به دانه بندی زمان کاربر، ممکن است یا ممکن نیست که توسط کاربر بعنوان یک خرابی دیده شود؛ این مسئله دارای اهمیت عملی است وقتی راه حل های بدست آمده کنونی برای تحمل پذیری fault

را بعنوان تابعی از کاربرد در نظر بگیریم.

• صفت "عمدی" در تعریف fault های تعاملی انسانی بوضوح بمعنی شمول "دسترسی های نامطلوب" از نقطه نظر امنیت و اختفاء کامپیوتری می باشد.

### درباره اجتناب و تحمل fault حذف و پیش بینی error

تمام "چگونه ها" که در تعاریف اولیه ظاهر می شوند، درواقع اهدافی هستند که نمی توان بطور کامل به آنها دست یافت، چون تمام فعالیتهای متناظر آنها، فعالیت های انسانی هستند و بنابراین ناقص می باشند. این نواقص، وابستگی هایی را موجب می شوند که توضیح می دهد چرا فقط بهره گیری ترکیبی از روشهای بالا است (ترجیحا در هر مرحله از فرایند طراحی و پیاده سازی) که می تواند منجر به یک سیستم محاسباتی اتکاپذیر شود. این وابستگی ها می تواند اینگونه بیان شود: علیرغم قوانین ساخت، fault ها رخ می دهند؛ بنابراین نیاز به حذف error پیش می آید؛ حذف error خودش ناقص است همانگونه که اجزا موجود در بازار سیستم ناقص هستند و لذا نیاز به پیش بینی error پیش می آید. وابستگی روزافزون ما به سیستم های محاسباتی، تحمل پذیری fault را پیش می کشد که به نوبه خود قوانین ساخت را موجب می شود و بنابراین حذف error، پیش بینی error و غیره را. باید اشاره شود که این فرایند، بازگشتی تر از آنچه است که در بالا ظاهر گردید: سیستم های کامپیوتری کنونی آنقدر پیچیده هستند که طراحی و پیاده سازی آنها به ابزارهای کامپیوتری شده نیاز دارد تا مقرون به صرفه باشد (و قادر به موفقیت در تأخیرهای قابل قبول باشد). این ابزارها، خودشان باید اتکاپذیر باشند و غیره.

استدلال قبلی توضیح می دهد که چرا در تعاریف داده شده، حذف error و پیش بینی error تحت لوای معتبر سازی جمع شده اند. اگر بخواهیم بطور کلاسیک صحبت کنیم، اجتناب از fault و حذف error بطور مفهومی، تحت لوای ممانعت از fault جمع شده اند و پیش بینی error، بدون هیچ گونه مفهومی، کنار گذاشته می شود. معتبر سازی، آنگاه محدود می شود به آنچه که درستی یابی نامیده شده است؛ در این حالت این دو واژه اغلب همبسته هستند مثلا "م و د" (Validation and )  $\rightarrow$  "V & V"

Verification)، و تمایز آنها بر می گردد به تفاوت بین "ساختن درست یک سیستم" (درستی یابی) و "ساختن سیستم درست" (معتبر سازی). آنچه که پیشنهاد شده، بسادگی فقط تعمیمی از این مفهوم است: جواب به سوال "آیا من دارم سیستم درست را می سازم؟" با این سوال "تا چه مدتی درست خواهد بود؟" تکمیل شده است. درکنار تأکید بر نیاز به معتبرسازی رویه ها و مکانیزم های تحمل پذیری fault، درنظر گرفتن حذف error و پیش بینی error بعنوان دو جزء اصلی یک عمل - معتبرسازی - آنقدر مهم است که درک بهتری از مفهوم دربرگیرندگی و مسئله مهمی که توسط بازگشت بالا معرفی شده بود را موجب می شود: معتبرسازی معتبرسازی، یا چگونه به اطمینان در روشها و ابزارهای استفاده شده در ایجاد اطمینان سیستم برسیم. دربرگیرندگی در اینجا بمعنی معیاری از نمایندگی و نشانگری شرایطی که در آن سیستم مورد معتبرسازی قرار می گیرد نسبت به شرایط واقعی است که ممکن است سیستم در طی چرخه عملیاتی خود با آن مواجه گردد. نهایتاً، "معتبرسازی" ریشه در "اعتبار" دارد، که دو مفهوم را دربرمی گیرد:

- اعتبار در یک لحظه خاص، که به حذف error مربوط است.
- اعتبار برای یک بازه زمانی، که به پیش بینی error مربوط است.

#### درباره معیارهای اتکالپذیری

اصطلاح "احتمال"، تعمداً در تعاریف داده شده استفاده نشده است، بخاطر اینکه بحث را غیر رسمی نگه داریم و اهمیت فیزیکی معیارهای تعریف شده را مستحکم سازیم. هرچند چون پیشامدهای درنظر گرفته شده، نامعین هستند، متغیرهای تصادفی درمورد آنها استفاده می شود و معیارهایی که با آنها سروکار داریم، احتمالات هستند؛ این امر اکیدا درست است: یک احتمال می تواند از نظر ریاضی بعنوان یک معیار تعریف گردد.

تنها دو معیار اصلی در نظر گرفته شده اند، اطمینان پذیری و دسترس پذیری، درحالیکه یک مورد سومی هم یعنی نگهداشت پذیری معمولاً در نظر گرفته می شود، که می تواند بعنوان معیاری از وقفه در سرویس پیوسته یا بطور معادل، زمان ترمیم و بازیابی تعریف شود. این معیار دارای اهمیت کمتری از دوتای قبلی نیست؛ این معیار قبلاً معرفی

نشده بود چونکه می تواند حداقل از نظر مفهومی از آن دوتای دیگر منتج گردد. قابل ذکر است که دسترس پذیری، فرکانس خرابی و مدت زمان انجام کار در هر تناوب انجام - وقفه را شامل می گردد.

یک سیستم ممکن است همیشه به یک صورت خراب نگردد. این امر بلافاصله مفهوم عواقب یک خرابی روی سیستم های دیگری که با این سیستم در تعامل هستند - یعنی محیط آن را - پیش می کشد؛ حالت های خرابی گوناگونی می تواند بنا به شدت فزاینده عواقب آنها تمییز داده شود. یک حالت خاص بسیار مهم در مورد سیستم هایی است که دارای دو حالت خرابی می باشند که شدت های آنها بطور قابل ملاحظه ای با هم اختلاف دارد:

- خرابی های خوش خیم، که عواقب آنها دارای بزرگی مشابهی (از نظر هزینه) با موقعی که سرویس ها بدون وجود خرابی ارائه می شوند، هستند.
- خرابی های بدخیم یا خرابی های فاجعه آمیز که عواقب آنها بهیچ وجه متناسب با موقعی که سرویس ها بدون وجود خرابی ارائه می شوند، نیستند.

با گروه بندی حالت های عواقب خوش خیم انجام سرویس و وقفه در سرویس به حالت ایمن (یعنی خالی از آسیب نه خالی از خطر)، تعمیم اطمینان پذیری به یک معیار دیگر منجر می شود: معیاری از ایمنی پیوسته یا بطور معادل، معیاری از زمان رسیدن به خرابی فاجعه آمیز یعنی ایمنی. قابل ذکر است که یک تعمیم مستقیم اطمینان پذیری، یعنی بدست آوردن معیاری از ایمنی با توجه به تناوب بین ایمنی و وقفه بعد از خرابی فاجعه آمیز، معیار مهمی را فراهم نمی آورد. وقتی یک خرابی فاجعه آمیز رخ داد، عواقب آن معمولاً آنقدر مهم هستند که ترمیم و بازیابی سیستم، حداقل به دو دلیل زیر، دارای اهمیت نخست نیست:

- تعمیر عواقب فاجعه در درجه دوم قرار دارد.
- مدت زمان طولانی برای رساندن سیستم به کارکرد اولیه (حق العمل های سرمایه گذاری) می تواند به مبالغ هنگفتی منجر شود.

هرچند یک معیار پیوندی اطمینان پذیری - دسترس پذیری می تواند تعریف شود: معیاری از انجام سرویس با توجه به تناوب انجام - وقفه بعد از

## تحميل پذیری fault

تحميل پذیری fault توسط پردازش error انجام می شود که می تواند خودکار یا با کمک اپراتور باشد؛ دو مرحله اصلی می تواند این گونه باشد:

- پردازش error موثر، که هدف از آن برگرداندن error موثر به یک حالت نهفته است در صورت امکان قبل از اینکه یک خرابی رخ بدهد.
- پردازش error نهفته، که هدف از آن تضمین اینست که error نهفته دوباره موثر نمی شود.

پردازش error موثر می تواند دو صورت داشته باشد:

- بازیابی error، که یک حالت خالی از error بجای حالت دارای error قرار داده می شود، این تعویض به نوبه خود می تواند دو شکل داشته باشد:
  - بازیابی رو به عقب error، که انتقال حالت دارای error شامل برگرداندن سیستم به حالت قبل از موثر شدن error می باشد.
  - بازیابی رو به جلوی error، که انتقال حالت دارای error شامل یافتن یک حالت جدید می باشد (که قبلاً هرگز وجود نداشته یا بعد از رخ دادن حالت error دار، روی نداده است).
- جبران error، که حالت دارای error دارای افزونگی کافی برای ارائه یک سرویس خالی از error در یک حالت (داخلی) دارای error می باشد.

وقتی از بازیابی error استفاده شد، حالت دارای error باید قبل از اینکه انتقال یابد، (فورا) بعنوان حالت غلط شناسایی شود که این کار هدف تشخیص error است. از طرف دیگر، جبران می تواند بصورت سیستماتیک اعمال شود حتی در غیاب error (های) موثر که پوشش error را برای کاربران فراهم می آورد.

پردازش error نهفته با منفعل کردن error و پیکربندی دوباره سیستم انجام می شود اگر که دیگر قادر به ارائه سرویس مثل قبل نباشد.

خرابی خوش خیم. این معیار بدین علت قابل توجه است که تعریفی از دسترس پذیری سیستم قبل از رویداد یک خرابی فاجعه آمیز بدست می دهد و بدین ترتیب تعریف "مصالحه بین اطمینان پذیری (یا دسترس پذیری) و ایمنی" را فراهم می آورد.

## جمع بندی

آنچه که بیان شد، تلاشی برای ساختن یک طبقه بندی از محاسبات اتکاپذیر است. مفاهیم معرفی شده، می تواند در سه دسته ویژگی جمع شود:

- آفت های اتکاپذیری، که پیشامدهایی نامطلوب (یا غیر منتظره) هستند که باعث ناتکاپذیری می شوند که تعریف آن بسادگی از تعریف اتکا پذیری بدست می آید: اتکایی نمی تواند یا نخواهد توانست بطور توجیه پذیری به سرویس وجود داشته باشد.
- روش های اتکاپذیری، که راه ها، ابزار و راه حل هایی هستند که ما را قادر می سازند: (الف) سرویسی ارائه دهیم که بتوان به آن اتکا کرد و (ب) به اعتماد در این سرویس برسیم.
- معیارهای اتکاپذیری، که باعث می شود کیفیت سرویس ناشی از معایب و راهکارهای مقابله با آنها ارزیابی گردد.

این طبقه بندی بصورت یک درخت در زیر نمایش داده شده است.



تخمین زده می شود که پردازش error موثر، بتواند مستقیماً error را حذف کند یا بطور کلیتر تمایل آن برای بازگشت به اندازه کافی کم باشد و آنگاه پردازش error نهفته انجام نگردد. تا زمانی که پردازش error نهفته انجام نشود، error بصورت فرار نگریسته می شود؛ انجام دادن آن بدین معنی است که error بصورت سخت نگریسته می شود.

پردازش error معمولاً با نگهداشت کامل می شود (البته بجز سیستم های نگهداری نشده) که هدف از آن حذف errorهای نهفته است. عملیات نگهداری می تواند به دو دسته تقسیم شود:

- **نگهداشت اصلاحی**، که هدف از آن حذف errorهای نهفته ای است که موثر شده اند و پردازش نشده اند.
- **نگهداشت پیشگیری کننده**، که هدف از آن حذف errorهای نهفته قبل از اینکه موثر بشوند می باشد؛ این errorها می تواند منتج باشد از:

- Fault های فیزیکی که از زمان آخرین عملیات نگهداشت پیش گیری کننده رخ داده اند.
- Fault های طراحی که منجر به errorهای موثر در سیستم های مشابه دیگر شده اند.

## مفاهیم اولیه و رده بندی محاسبات قابل اتکا و امن

این مقاله سعی بر ارائه تعاریف دقیقی دارد تا مفاهیم مختلفی را که موقع بحث درباره اتکا پذیری و امنیت سیستم های محاسباتی و ارتباطی نقش دارند، توصیف کند. وقتی در مورد سیستم هایی صحبت می کنیم که عدم قطعیت هایی در مورد محدوده های آنها وجود دارد، روشن ساختن این مفاهیم، بطور غیر منتظره ای، سخت است. علاوه بر این، پیچیدگی زیاد سیستم ها (و خصوصیات آنها) اغلب یک مسأله عمده است و تعیین علل و پیامد های ممکن خرابی می تواند یک فرایند خیلی ظریف باشد و قوانینی (جایز الخطا) برای ممانعت از اینکه fault ها به خرابی منجر شوند وجود دارد.

اتکاپذیری، ابتدائاً بعنوان یک مفهوم کلی معرفی می شود که ویژگیهای معمول اطمینان پذیری، دسترس پذیری، ایمنی، تمامیت (integrity)، نگهداشت پذیری (maintainability) و غیره را شامل می شود. در نظر گرفتن امنیت، مسأله محرمانه بودن (confidentiality) را علاوه بر دسترس پذیری و تمامیت باعث می شود.

انجمن های اتکاپذیری و امنیت، مسیرهای متفاوت ولی همگرایی را پیموده اند: ۱) اتکا پذیری مشخص کرده است که محدود شدن به fault های سهوی و غیر عمدی، فقط یک قسمت از مسأله است. ۲) امنیت مشخص کرده است که تمرکز اصلی که در گذشته روی محرمانه بودن قرار داشت، باید به آن، مسائل تمامیت و دسترس پذیری نیز افزوده شود (آنها همیشه در تعاریف وجود داشته اند ولی به اندازه محرمانه بودن به آنها توجه نشده بود).

**کارهای قبلی و اهداف آینده:** منشأ این تلاشها به ۱۹۸۰ برمی گردد، وقتی که یک کمیته مشترک برای "مفاهیم و واژگان اصلی" توسط TC on Fault Tolerant Computing of the IEEE CS و IFIP WG 10.4 برای "محاسبات قابل اتکا و تحمل پذیری fault"، تشکیل گردید.

### مفاهیم اولیه:

در این بخش، ما یک مجموعه تعاریف اولیه ارائه می دهیم که در سراسر توضیحات رده بندی محاسبات قابل اتکا و امن، استفاده خواهد شد. تعاریف به اندازه کافی کلی هستند که تمام محدوده سیستم های محاسباتی و ارتباطی از گیت های

منطقی گرفته تا شبکه های کامپیوتری با کاربرهای انسانی را پوشش دهند. در آنچه که می آید، ما عمدتاً روی سیستم های محاسباتی و ارتباطی تمرکز می کنیم ولی تعاریف ما به اندازه زیادی به سیستم های مبتنی بر کامپیوتر یعنی سیستم هایی که انسانها و سازمانهایی را احاطه می کنند که محیط بلاواسطه ای را برای سیستم های محاسباتی و ارتباطی فراهم می آورند، مرتبط می شود.

### تابع، رفتار، ساختار و سرویس سیستم:

یک سیستم در رده بندی ما، موجودیتی است که با دیگر موجودیتها یعنی دیگر سیستم ها شامل سخت افزار، نرم افزار، انسانها و جهان فیزیکی با پدیده های طبیعی آن، در تعامل است. این سیستم های دیگر، محیط سیستم مفروض هستند. **محدوده سیستم**، مرز مشترک بین سیستم و محیط آن است.

سیستم های محاسباتی و ارتباطی، با ویژگیهایی اصلی توصیف می شوند: عملکرد، کارایی، اتکاپذیری، امنیت و قیمت. دیگر ویژگی های مهم سیستم که بر اتکاپذیری و امنیت تأثیر می گذارند شامل قابلیت استفاده، قابلیت اداره و تطبیق پذیری می باشد. **عملکرد** یک چنین سیستمی، چیزی است که هدف آن سیستم است و بوسیله **توصیف عملکردی** بر حسب عملکرد و کارایی توضیح داده می شود. رفتار یک سیستم آن چیزی است که سیستم انجام می دهد تا عملکرد خود را پیاده سازی کند و توسط یک سری از حالتها توضیح داده می شود. **حالت کلی** یک سیستم مفروض، مجموعه این حالتها است: محاسبات، ارتباطات، اطلاعات ذخیره شده، اتصالات و شرایط فیزیکی.

**ساختار** یک سیستم، چیزی است که آنرا قادر به تولید رفتار می سازد. از نقطه نظر ساختاری، یک سیستم تشکیل شده است از یک مجموعه از اجزا بهم متصل که با هم در تعامل هستند که هر جزء، خودش یک سیستم می باشد. این بازگشت متوقف می شود موقعی که یک جزء، **تجزیه ناپذیر** باشد: هیچ ساختار داخلی تری قابل تشخیص نیست یا مهم نیست و می تواند نادیده انگاشته شود. نتیجتاً، حالت کلی یک سیستم، مجموعه حالتهای (بیرونی) اجزا تجزیه ناپذیر آن است.

**سرویس** که توسط یک سیستم ارائه می شود (بعنوان یک **تأمین کننده**)، رفتار آن است چگونه

که کاربرانش آنرا می بینند. کاربر، یک سیستم دیگر است که از تأمین کننده، سرویس دریافت می کند. آن قسمت از محدوده سیستم تأمین کننده که ارائه سرویس در آنجا صورت می گیرد، **واسط سرویس** تأمین کننده می باشد. آن قسمت از حالت کلی تأمین کننده که در واسط سرویس، قابل مشاهده است، **حالت بیرونی** آن نامیده می شود. قسمت باقیمانده، **حالت درونی** نامیده می شود. سرویس ارائه شده، دنباله ای از حالت های بیرونی تأمین کننده است. یک سیستم می تواند با توجه به یک سیستم دیگر، بطور ترتیبی یا همزمان، یک تأمین کننده یا یک کابر باشد یعنی به یک سیستم دیگر سرویس ارائه کند یا از آن سرویس بگیرد. واسط کاربر که توسط آن، کاربر سرویس دریافت می کند، **واسط استفاده** نامیده می شود.

ما تا کنون از عملکرد و سرویس منفرد صحبت کردیم. یک سیستم بطور کلی بیشتر از یک عملکرد را پیاده سازی می کند و بیشتر از یک سرویس را ارائه می دهد. عملکرد و سرویس، بنابراین می توانند بصورت ترکیبی از اقلام عملکردی و سرویسی دیده شوند.

### تهدیدات اتکاپذیری و امنیت : خرابی ها ، errorها و fault ها

**سرویس صحیح** موقعی ارائه می شود که سرویس، عملکرد سیستم را پیاده سازی کند. یک **خرابی سرویس** یا بطور اختصار **خرابی**، وقتی رخ می دهد که سرویس ارائه شده با سرویس صحیح اختلاف دارد. یک سرویس یا بخاطر اینکه با توصیف عملکردی مطابقت ندارد یا بخاطر اینکه این توصیف، بدرستی عملکرد سیستم را توضیح نمی داده است، دچار خرابی می گردد. یک خرابی سرویس یک **انتقال** از سرویس صحیح به سرویس ناصحیح می باشد. مدت زمان ارائه یک سرویس ناصحیح، **وقفه سرویس** نامیده می شود. انتقال از سرویس ناصحیح به سرویس صحیح، **ترمیم سرویس** نامیده می شود. اختلاف با سرویس صحیح ممکن است شکل های مختلفی داشته باشد که **حالت های خرابی سرویس** نامیده می شوند و بر اساس **شدت خرابی** طبقه بندی می شوند.

از آنجا که یک سرویس دنباله ای از حالت های بیرونی سیستم است، یک خرابی سرویس بدین معنی است که حداقل یکی (یا بیشتر) از حالت های بیرونی سیستم با حالت سرویس صحیح اختلاف دارد. این اختلاف، یک **error** است. علت فرضی یا قطعی یک **error**، **fault** نامیده می

شود. **Fault** ها می توانند نسبت به سیستم، درونی یا بیرونی باشند. حضور قبلی یک **آسیب پذیری**، یعنی یک **fault** درونی که یک **fault** بیرونی را قادر به آسیب رساندن به سیستم می سازد لازم است، تا یک **fault** بیرونی سبب یک **error** و احتمالاً خرابی (ها) شود. در بسیاری از حالات، یک **fault** ابتدا باعث یک **error** در حالت سرویس یک جزء که قسمتی از حالت درونی سیستم است می شود و حالت بیرونی، بلاواسطه تحت تأثیر قرار نمی گیرد.

بهمین دلیل، تعریف یک **error**، قسمتی از حالت کلی سیستم است که می تواند منجر به خرابی سرویس آن گردد. بسیار مهم است توجه کنیم که خیلی از **error**ها، به حالت بیرونی سیستم نمی رسند و باعث خرابی نمی گردند. یک **fault فعال** است وقتی باعث یک **error** می گردد در غیر اینصورت **غیر فعال** می باشد.

وقتی که توصیف عملکردی یک سیستم، شامل یک مجموعه از عملکردهای گوناگون می گردد، خرابی یک یا چند سرویس که عملکردها را پیاده سازی می کنند، سیستم را در یک **حالت تنزل** قرار می دهد که هنوز یک زیر مجموعه از سرویس های مورد نیاز را به کاربر ارائه می دهد. توصیف می تواند حالت های گوناگونی را مشخص کند مثلاً سرویس آهسته، سرویس محدود، سرویس فوق العاده و غیره. در اینجا ما می گوئیم که سیستم دچار **خرابی جزئی** در عملکرد یا کارایی خود شده است.

### اتکا پذیری، امنیت و ویژگی های آنها

تعریف اصلی **اتکا پذیری**، قابلیت ارائه سرویسی است که به نحو توجیه پذیری، قابل اعتماد باشد. این تعریف، روی نیاز به توجیه پذیری اطمینان، تأکید می کند. تعریفی دیگر که معیار است برای تصمیم گرفتن در مورد اینکه یک سرویس، قابل اتکا هست یا نه اینگونه می باشد: **اتکاپذیری** یک سیستم، توانایی اجتناب از خرابی سرویس هایی است که بیشتر از حد قابل قبول اتفاق می افتند و شدیدتر هستند.

**اتکای** سیستم A به سیستم B، گستره و اندازه تأثیر گرفتن اتکاپذیری سیستم A از اتکاپذیری سیستم B می باشد. مفهوم اتکا به مفهوم اعتماد منجر می شود که می تواند براحتی بعنوان **اتکای پذیرفته شده** تعریف شود.

اتکا پذیری ، یک مفهوم جامع است که شامل ویژگی های زیر می گردد:

- **دسترس پذیری** : آماده بودن سرویس صحیح.
- **قابلیت اطمینان** : پیوستگی و تداوم سرویس صحیح.
- **ایمنی** : نبود پیامدهای فاجعه انگیز روی کاربرها و محیط.
- **تمامیت** : نبود تغییرات غیر مناسب سیستم.
- **قابلیت نگهداری** : قابلیت تحمل اصلاحات و تعمیرات.

در مورد امنیت ، یک ویژگی اضافی اهمیت زیادی دارد ، **محرمانه بودن** ، یعنی نبود افشاء غیر مجاز اطلاعات. **امنیت** ، ترکیبی از ویژگیهای محرمانه بودن ، تمامیت و دسترس پذیری است که نیاز به وجود همزمان (۱) دسترس پذیری فقط برای عملیات مجاز و (۲) محرمانه بودن و (۳) "غیر مناسب" به معنای "غیر مجاز" دارد.



شکل ۱

**توصیف اتکاپذیری و امنیت** یک سیستم باید شامل ویژگی هایی مثل فرکانس و شدت قابل قبول خرابی های سرویس برای گونه های مشخصی از fault ها و یک محیط استفاده مفروض باشد. یک یا چند ویژگی ممکن است اصلا برای یک سیستم مفروض مورد نیاز نباشد.

#### روشهای دست یافتن به اتکاپذیری و امنیت

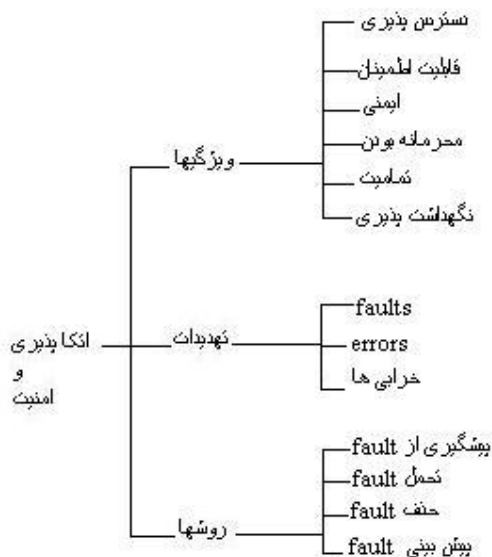
این روشها می توانند به چهار حوزه عمده تقسیم شوند :

- **جلوگیری از fault** : روشهایی برای جلوگیری از رخداد یا ایجاد fault ها.

- **تحمل fault** : روشهایی برای اجتناب از خرابی سرویس در حضور fault ها.
- **حذف fault** : روشهای برای کاهش تعداد و شدت fault ها.
- **پیش بینی fault** : روشهایی برای تخمین تعداد موجود ، وقوع در آینده و پیامدهای احتمالی fault ها.

جلوگیری از fault و تحمل fault ، قابلیت ارائه یک سرویس قابل اعتماد را می دهند درحالیکه حذف fault و پیش بینی fault می خواهند به اطمینان در قابلیت برسند با توجه اینکه توصیف های عملکردی و اتکاپذیری و امنیتی ، مناسب هستند و سیستم احتمالا آنها را برآورده خواهد ساخت.





شکل ۲

## تهدیدات اتکاپذیری و امنیت

### چرخه حیات سیستم : مراحل و محیط ها

در این بخش ما رده بندی تهدیداتی را که ممکن است بر یک سیستم در طول کل حیاتش تأثیر بگذارند ، معرفی می کنیم. **چرخه حیات** یک سیستم از دو مرحله تشکیل شده است : **توسعه و استفاده**.

**مرحله توسعه**، شامل تمام فعالیت ها می شود از ارائه مفهوم اولیه کاربر تا تصمیم به اینکه سیستم، تمام آزمایشات خود را گذرانده و آماده ارائه سرویس در محیط کاربر خود می باشد. در طی مرحله توسعه ، سیستم با محیط توسعه در تعامل است و **fault های توسعه** ممکن است توسط محیط در سیستم ایجاد شوند. **محیط توسعه** یک سیستم شامل عناصر زیر است :

استفاده، شامل دوره های متناوب ارائه سرویس صحیح ، وقفه سرویس و خاتمه یافتن سرویس می باشد. یک وقفه سرویس توسط یک خرابی سرویس بوجود می آید. این مدت زمانی است که سرویس ناصحیح (یا اصلاً هیچ سرویسی) در واسط سرویس ارائه می شود. یک **خاتمه سرویس**، توقف عمدی سرویس توسط یک موجودیت مجاز می باشد. عملیات **نگهداری** می تواند در هرکدام از سه مدت زمان مرحله استفاده انجام گردد.

در طی مرحله استفاده ، سیستم با محیط استفاده خود در تعامل است و می تواند بطور بدی توسط **fault**هایی که در آن وجود دارند ، تحت تأثیر قرار گیرد. **محیط استفاده** شامل عناصر زیر می شود :

۱. جهان فیزیکی با پدیده های طبیعی خود.
۲. مدیران(شامل نگهدارندگان) :
- موجودیتهایی (انسانها یا سیستم های دیگر) که مجوز مدیریت ، تغییر، تعمیر و استفاده از سیستم را دارند. بعضی از انسان های مجاز ممکن است بی کفایت باشند یا اهداف مغرضانه ای داشته باشند.
۳. کاربران : موجودیتهایی (انسانها یا سیستم های دیگر) که از سیستم توسط واسطهای استفاده خود، سرویس دریافت می کنند.
۴. تأمین کنندگان : موجودیتهایی (انسانها یا سیستم ها دیگر) که به سیستم از طریق

۱. جهان فیزیکی با پدیده های طبیعی خود.
۲. توسعه دهندگان انسانی : بعضی ها ممکن بی کفایت باشند یا اهداف مغرضانه ای داشته باشند.
۳. ابزار توسعه : نرم افزار و سخت افزار استفاده شده توسط توسعه دهندگان که به آنها در فرایند توسعه کمک می کند.
۴. تسهیلات تولید و تست.

**مرحله استفاده**، وقتی که سیستم برای استفاده پذیرفته شده است و شروع به ارائه سرویس هایش به کاربران می نماید، زندگی آن شروع می شود.

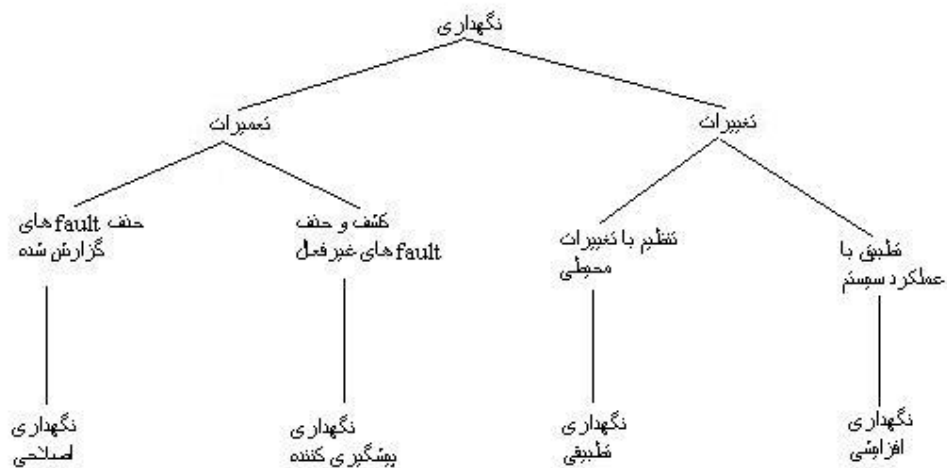
واسط استفاده آن ، سرویس ارائه می دهند.

۵. زیربنای موجودیتهایی که سرویسهای بخصوص به سیستم می دهند مثلا منابع اطلاعاتی(زمان، GPS ، ...) ، لینک های ارتباطی ، منابع توان ، خنک کننده هوا و غیره.

۶. مهاجمان : موجودیتهای مغرض (انسانها یا سیستم ها دیگر) که سعی دارند از حد مجاز خود فراتر روند و سرویس را عوض کنند یا آنرا متوقف سازند، عملکرد سیستم یا کارایی آنرا تغییر دهند یا به اطلاعات محرمانه دسترسی یابند.

مثلا هکرها، خرابکاران، نفوذی ها، عوامل دولتها یا سازمانهای دشمن و نرم افزارهای خرابکار.

همانطور که اینجا استفاده شد، اصطلاح **نگهداری**، نه تنها شامل تعمیرات می شود بلکه شامل همه تغییرات سیستم که در طول مرحله استفاده زندگی سیستم انجام می گردد نیز می شود. بنا براین ، نگهداری، یک فرایند توسعه است و بحث قبلی درباره توسعه درمورد نگهداری هم صدق می کند.



شکل ۳

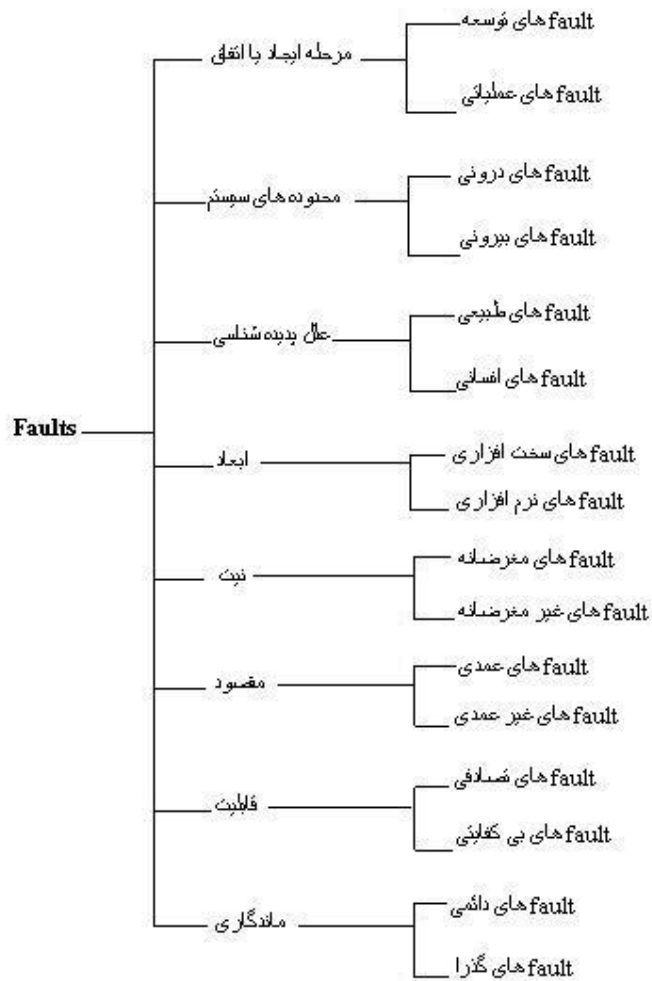
شود که شامل سیستم تحت تعمیر و افراد و سیستم هایی که آن تعمیرات را انجام می دهند، می باشد.

### Fault ها

#### یک رده بندی برای fault ها

همه fault هایی که ممکن است بر یک سیستم در طی حیات آن تأثیر بگذارند ، برحسب هشت نقطه نظر اصلی تقسیم بندی شده اند که به دسته های *fault* مقدماتی منجر می شود.

قابل توجه است که تعمیر و تحمل *fault* ، مفاهیم مرتبطی هستند؛ وجه تمایز بین تحمل *fault* و نگهداری اینست که نگهداری شامل مشارکت یک عامل بیرونی مثل یک تعمیرکار، تجهیزات تست و بارگذاری دوباره نرم افزار از راه دور می شود. علاوه براین ، تعمیر، قسمتی از حذف *fault* است (طی مرحله استفاده) و پیش بینی *fault* ، معمولا موقعیتهای تعمیر را در نظر می گیرد. درحقیقت ، تعمیر می تواند بصورت یک عمل تحمل *fault* درون یک سیستم بزرگتر دیده



شکل ۴

اگر همه ترکیبات هشت دسته fault های مقدماتی امکانپذیر بود، آنگاه ۲۵۶ دسته fault ترکیبی متفاوت وجود می داشت. هرچند همه معیارها به همه دسته های fault قابل اعمال نیستند. مثلا fault های طبیعی نمی توانند توسط نیت، مقصود و قابلیت تقسیم بندی شوند. ما ۳۱ ترکیب را مشخص کرده ایم.





ترکیبات بیشتری ممکن است در آینده مشخص گردند. دسته های fault های ترکیبی شکل ۵ به سه گروه عمده با همپوشانی جزئی تعلق دارند :

- **Fault های توسعه:** که شامل همه دسته های fault می شوند که در طی توسعه رخ می دهند.
- **Fault های فیزیکی:** که شامل همه دسته های fault می شوند که بر سخت افزار تأثیر می گذارند.
- **Fault های تعاملی:** که شامل همه fault های بیرونی می شوند.

### Fault های طبیعی

Fault های طبیعی ، fault هایی فیزیکی (سخت افزاری) هستند که توسط پدیده های طبیعی و بدون مشارکت آدمی پدید آمده اند. عیوب تولید ، fault هایی طبیعی هستند که در طی توسعه ایجاد می شوند. در طی عمل ، fault های طبیعی یا بیرونی هستند بنا به فرایندهای طبیعی که باعث زوال فیزیکی می شوند یا بیرونی هستند بنا به فرایندهای طبیعی که از بیرون محدوده های سیستم سرچشمه می گیرند و باعث تداخل فیزیکی از طریق نفوذ به محدوده سخت افزاری سیستم (تشعشع) یا بوسیله ورود از طریق واسط های استفاده (نوسانات تغذیه و خطوط ورودی نویزی) می شوند.

### Fault های انسانی

تعریف fault های انسانی ( که از اعمال انسانی منتج می شوند) یعنی : نبود اقدام ، وقتی که اقدامات باید انجام گردند یعنی **fault های اهمال** یا بطور ساده **اهمال**. انجام دادن اعمال غلط به **fault های وظیفه ای** منجر می گردد.

دو دسته عمده fault های انسانی بوسیله نیت توسعه دهنده یا افراد در تعامل با سیستم موقع استفاده از آن، متمایز می گردند :

- **Fault های مغرضانه:** یا در طی توسعه سیستم با قصد آسیب رساندن به سیستم در موقع استفاده از آن یا مستقیماً در طی استفاده از سیستم ، ایجاد می گردند.
- **Fault های غیرمغرضانه:** بدون اهداف مغرضانه ایجاد شده اند.

ابتدا ، fault های غیر مغرضانه را در نظر می گیریم. آنها می توانند بر حسب قصد توسعه دهنده، تقسیم بندی شوند:

- **Fault های غیر عمدی:** fault هایی که بنابر اشتباه بوجود آمده اند یعنی / اعمال اتفاقی و تصادفی که توسعه دهنده ، عملگر یا نگهدارنده از آنها آگاه نیست.
- **Fault های عمدی:** که به علت تصمیمات بد بوجود آمده اند یعنی / اعمال آگاهانه که اشتباه بوده و موجب fault شده اند.

Fault های عمدی غیرمغرضانه در مرحله توسعه، عموماً از مصالحه ها برمیخیزد. (۱) با هدف حفظ کارایی قابل قبول و تسهیل کاربری سیستم یا (۲) برآمده از ملاحظات اقتصادی. Fault های عمدی غیر مغرضانه در موقع تعامل با سیستم، ممکن است منتج از عمل یک اپراتور، با هدف غلبه بر یک وضعیت پیش بینی نشده یا دستکاری تعمدی یک رویه عملیاتی بدون اینکه عواقب کار خود را بدانند ، باشد. Fault های عمدی غیر مغرضانه اغلب فقط وقتی بعنوان fault شناخته می شوند که یک رفتار غیرقابل قبول از سیستم سر بزند و یک خرابی به بار آورد. توسعه دهندگان یا اپراتورها تا این زمان نمی دانستند که عواقب تصمیماتشان ، یک fault بوده است.

بطور معمول اینگونه در نظر گرفته می شود که هم اشتباه ها و هم تصمیمات بد ، تصادفی هستند تا جاییکه با اهداف مغرضانه صورت نگرفته باشند. هرچند تمام اشتباهات و تصمیمات بد توسط افراد غیر مغرض ، تصادفی نیستند. برخی از آسیب رسانترین اشتباهات و بدترین تصمیمات توسط افرادی گرفته می شوند که کفایت لازم را برای انجام کاری که برعهده گرفته اند ، ندارند. یک رده بندی کامل fault نباید این علت fault را فراموش کند. بنابراین ما یک تقسیم بندی دیگر از fault های انسانی غیر مغرضانه ارائه می دهیم :

(۱) **fault های تصادفی و (۲) fault های بی کفایتی.**

این سوال که چگونه fault های بی کفایتی را تشخیص دهیم وقتی مهم می شود که یک اشتباه یا تصمیم بد، عواقبی دارد که منجر به ضررهای اقتصادی ، آسیبی یا از دست دادن جان انسانها می شود. در اینگونه موارد قضاوتهای مستقل حرفه ای توسط یک هیأت رسیدگی در یک دادگاه یا

محکمه باید انجام شود تا تصمیم گرفته شود که آیا اشتباه حرفه ای در کار بوده است یا نه.

تاکنون ، بحث درباره fault های بی کفایتی در مورد افراد منفرد بود. هرچند بدلیل اینکه یک تیم یا کل یک سازمان نیز، کفایت سازمانی کافی را برای انجام دادن کار مورد نظر نداشته اند، تلاشهایی انسانی به شکست منجر شده است.

Fault های غیر مغرضانه در توسعه، می تواند در سخت افزار و نرم افزار وجود داشته باشد. در سخت افزار، مخصوصا در ریزپردازنده ها ، برخی fault های توسعه ، بعد از اینکه تولید شروع شد، کشف می شوند. اینگونه fault ها "غلط نامه" نامیده می شوند و در به روزرسانی توصیفات ، لیست می شوند. پیدا کردن موارد غلط، معمولا در طی حیات پردازنده ها ادامه می یابد. برخی fault های توسعه بعلت اینکه ابزارهای ساخته شده توسط انسان ، مشکل دار هستند ، ایجاد می شوند.

اجزا موجود در بازار(OTS) بطور اجتناب ناپذیری ، در طراحی سیستم استفاده می شوند. استفاده از اجزا OTS ، مشکلات دیگری را موجب می شود. آنها ممکن است fault های توسعه شناخته شده ای یا ناشناخته ای داشته باشند. توصیفات آنها ممکن است غیر کامل یا حتی غلط باشد. این مسأله ، مخصوصا وقتی جدی می شود که از اجزا OTS میراثی استفاده شود که از سیستم های قبلا طراحی و استفاده شده نشأت می گیرند و باید بعلت نیاز کاربر ، در سیستم جدید باقی بمانند.

برخی از fault های توسعه که بر نرم افزار تأثیر می گذارند، می توانند باعث **ساخت خوردگی نرم افزار**ی گردند یعنی شرایط error بطور تصاعدی افزایش یافته ای که باعث تنزل کارایی یا خرابی کامل می شوند.

### Fault های مغرضانه

Fault های انسانی مغرضانه ، با اهداف مغرضانه ایجاد می گردند تا عملکرد سیستم را در طی استفاده ، تغییر دهند. بعلت وجود نیت ، طبقه بندی بر اساس مقصود و قابلیت ، قابل اعمال نیست. اهداف چنین fault هایی عبارتند از: (۱) وقفه یا خاتمه سرویس که باعث **عدم پذیرش سرویس** می گردد. (۲) دسترسی به اطلاعات محرمانه. (۳) به طور غیر مناسبی ، سیستم را

تغییر دهند. این fault ها به دو دسته تقسیم می گردند:

### (۱) Fault های منطقی مغرضانه که شامل

fault های توسعه مانند/اسب های تروآ ، بمبهای منطقی یا زمانی و درهای مخفی و fault های عملیاتی مثل ویروسها، کرمها یا مرده های متحرک (Zombie) می گردند (شکل ۶).

### (۲) تلاش برای نفوذ که fault های بیرونی

عملیاتی هستند. ویژگی بیرونی بودن تلاش برای نفوذ ، این امکان را که آنها ممکن است توسط اپراتورها یا مدیران سیستم که از حقوق خود تجاوز می کنند بوجود آیند، از بین نمی برد. تلاش برای نفوذ ممکن است از روشهای فیزیکی برای تولید fault استفاده کند : نوسانات تغذیه ، تشعشع ، استراق سمع ، گرم و سرد کردن و غیره.

آنچه که بعنوان "استثمار" مصطلح است در اساس یک متن نرم افزاری است که از آسیب پذیری یک سیستم استفاده کرده و به یک نفوذی اجازه می دهد تا دسترسی و در برخی موارد کنترل یک سیستم را در دست بگیرد. بنابراین ، استثمار ، یک fault عملیاتی ، بیرونی ، انسانی ، نرم افزاری ، مغرضانه و تعاملی است. گرم کردن RAM با یک سشوار با هدف اینکه errorهای حافظه منجر به از بین رفتن امنیت نرم افزار گردد، می تواند یک fault بیرونی ، انسانی ، سخت افزاری ، مغرضانه و تعاملی باشد. آن آسیب پذیری که یک استثمار از آن سواستفاده می کند معمولا یک حفره نرم افزاری (مثلا یک بافر چک نشده) است که می تواند بعنوان یک fault توسعه ، درونی، انسانی، نرم افزاری، غیر مغرضانه، غیر عمدی و دائمی تلقی گردد.

### Fault های تعاملی

Fault های تعاملی در مرحله استفاده رخ می دهند ، بنابراین همه آنها ، fault های عملیاتی هستند. آنها بعلت عناصر محیط استفاده که با سیستم در تعامل است ، رخ می دهند. بنابراین همه آنها بیرونی هستند. اکثر آنها بدلیل بعضی اعمال انسانی در محیط استفاده رخ می دهند، بنابراین ، انسانی هستند(شکل ۵). یک استثنا ، fault های طبیعی بیرونی هستند که بعلت تابش های کیهانی ، جرقه های خورشیدی و غیره رخ می دهند. در اینجا ، طبیعت با سیستم در تعامل است بدون مشارکت انسان.

یک دسته وسیع از fault های عملیاتی انسانی، **fault های پیکربندی** هستند یعنی تنظیم غلط پارامترهایی که می توانند بر امنیت ، شبکه ، ذخیره ، میان افزار و غیره تأثیر بگذارند. اینگونه fault ها می توانند طی تغییرات پیکربندی که در زمان نگهداری تطبیقی با افزاینده (که خود همزمان با عمل سیستم انجام می گردند) انجام می شوند بوجود آیند(مثلا ایجاد یک نسخه جدیدتر نرم افزار روی یک سرور شبکه).

یک ویژگی مشترک fault های تعاملی اینست که برای "موفق" بودن نیاز به حضور قبلی آسیب پذیری دارند یعنی یک fault درونی که یک fault بیرونی را قادر می سازد که به سیستم آسیب برساند. آسیب پذیری ها می توانند fault های توسعه یا عملیاتی باشند. آنها می توانند مغرضانه یا غیر مغرضانه باشند. یک آسیب پذیری می تواند بدلیل اقتصادی یا قابل استفاده بودن از یک fault توسعه عمدی ناشی شود که خود منجر به محافظت های محدود یا حتی عدم محافظت می گردد.

بمب منطقی : منطق مغرضانه ای که در سیستم میزبان غیر فعال می ماند تا یک زمان معین یا وقتی یک رویداد خاص رخ بدهد یا شرایط خاصی ایجاد گردد و سپس فایلهای را پاک می کند، سرعت سیستم میزبان را کاهش می دهد یا کلاً آنرا از کار می اندازد و غیره.
اسب تروا : منطق مغرضانه ای که انجام می دهد یا قادر به انجام غیرمجاز است و اثر کارهای غیرمجاز خود را برجا می گذارد. عمل غیرمجاز می تواند افشا یا تغییر اطلاعات(حمله علیه محرمانه بودن یا تمامیت) یا یک بمب منطقی باشد.
در مخفی : منطق مغرضانه ای که راهی برای در دست گرفتن مکانیزم کنترل فراهم می آورد.
ویروس : منطق مغرضانه ای که وقتی اجرا می شود، خودش را تکرار می کند و به یک برنامه دیگر می چسبد و بدین طریق به یک اسب تروا تبدیل می شود. یک ویروس می تواند حامل یک بمب منطقی باشد.
کرم : منطق مغرضانه ای که خودش را تکرار می کند و انتشار می یابد بدون اینکه کاربران از آن آگاه باشند. یک کرم می تواند یک بمب منطقی را با خود حمل کند.
مرده متحرک : منطق مغرضانه ای که می تواند توسط یک مهاجم تحریک شود تا یک حمله هماهنگ را آغاز نماید.

شکل ۶

## خرابی ها خرابی های سرویس

یک خرابی سرویس تعریف شده است بعنوان رویدادی که در آن سرویس ارائه شده با سرویس صحیح اختلاف دارد. راههای متفاوتی که از طریق آن ، این اختلاف آشکار می گردد، **حالتهای خرابی سرویس** سیستم نام دارند. هر حالت می تواند بیش از یک **شدت خرابی سرویس** داشته باشد.

بدین ترتیب رخ دادن یک خرابی ، با توجه به عملکرد سیستم تعریف می شود نه با توجه به عملکرد بیان شده در توصیف عملکردی : یک ارائه سرویس که با توصیف تطابق کند می تواند برای کاربران سیستم غیرقابل قبول باشد بنابراین یک fault توصیف کشف می شود یعنی این حقیقت آشکار می گردد که توصیف، به اندازه کافی، عملکرد سیستم را شرح نداده است. این fault های توصیف می توانند fault های اهمال یا وظیفه ای باشند(برداشت های نادرست، فرض های غیرقابل توجیه، ناسازگاری ها، اشتباه های چاپی). در این شرایط، این حقیقت که رویداد،

نامطلوب است (و در واقع ، خرابی است) می تواند تنها بعد از رخ دادن آن مشخص گردد مثلاً از روی عواقب آن. بنابراین خرابی ها می توانند ذهنی و قابل بحث باشند یعنی نیاز به قضاوت دارند تا شناخته و توصیف گردند.

حالتهای خرابی سرویس ، سرویس ناصحیح را از چهار نقطه نظر توصیف می کنند :

۱. حوزه خرابی.
۲. قابلیت تشخیص خرابی ها.
۳. سازگاری خرابی ها و
۴. عواقب خرابی ها روی محیط.

نقطه نظر **حوزه خرابی** منتج می شود به تمایز:

- **خرابی های محتوا.** محتوای اطلاعات ارائه شده در واسط سرویس(یعنی محتوای سرویس) عملکرد سیستم را اجرا نمی کنند.



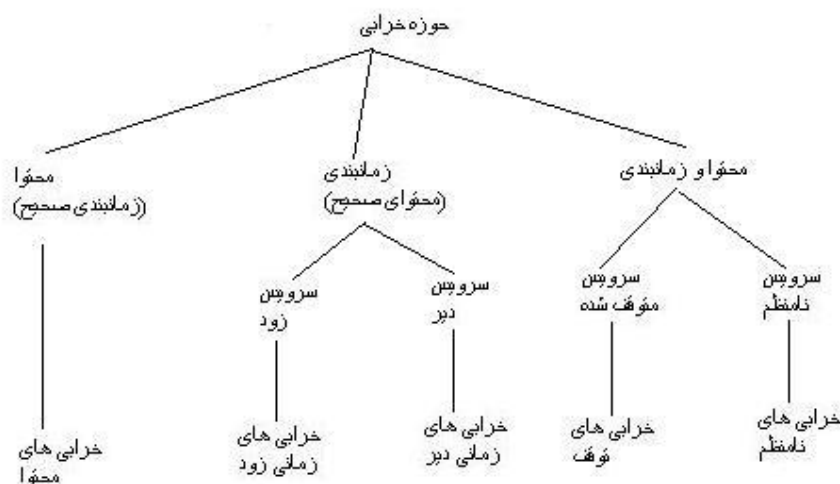
- **خرابی های زمانی.** زمان رسیدن یا بازه زمانی اطلاعات ارائه شده در واسط سرویس (یعنی زمانبندی ارائه سرویس) ، عملکرد سیستم را اجرا نمی کند.

این تعاریف می توانند تخصصی شوند : (۱) محتوا می تواند عددی یا غیر عددی باشد (مثلا الفبا، گرافیک، رنگها، صداها) و (۲) خرابی زمانی می تواند **زود** یا **دیر** باشد، بسته به اینکه سرویس خیلی زود یا خیلی دیر ارائه شده باشد. خرابی هایی که در آنها هم اطلاعات و هم زمانبندی ، ناصحیح هستند به دو دسته تقسیم می شوند :

- **خرابی خاتمه** یا **بطور ساده خاتمه**، وقتی که سرویس خاتمه می یابد (حالت بیرونی ثابت می

ماند یعنی فعالیت سیستم اگر وجود داشته باشد ، کاربر متوجه آن نمی شود). یک حالت خاص خاتمه ، **خرابی ساکت** یا **بطور ساده سکوت** است : وقتی که هیچ سرویسی به واسط سرویس ارائه نمی گردد (مثلا هیچ پیغامی در یک سیستم توزیع شده ، فرستاده نمی شود).

- **خرابی نامنظم** یعنی یک سرویس ارائه می شود (خاتمه نیافته) ولی بصورت نامنظم است (مثلا قطع و وصل شدن).



شکل ۷

عملکرد، و تئیکه واقعا هیچ خرابی رخ نداده یعنی یک **هشدار غلط** و (۲) اعلان نکردن یک اشتباه در عملکرد یعنی یک **خرابی اعلان نشده**. وقتی رخ دادن خرابی های سرویس منتج به حالتهای کاهش یافته سرویس می شود، سیستم یک حالت تنزل یافته سرویس را به کاربر اعلان می کند.

**سازگاری خرابی ها** ما را به تمایز زیر وقتی که سیستم دو یا بیشتر کاربر دارد ، رهنمون می شود:

- **خرابی های سازگار** سرویس ناصحیح توسط همه کاربران سیستم بطور یکسان مشاهده می شود.

نقطه نظر **قابلیت تشخیص** در مورد آشکار شدن خرابی های سرویس برای کاربران است. آشکار شدن در واسط سرویس از مکانیزم های تشخیص در سیستم که درستی سرویسهای ارائه شده را بررسی می کند، نشأت می گیرد. وقتی اشتباهات مشخص شد و با یک علامت هشدار، اعلان گردید **آنگاه خرابی های اعلان شده** رخ داده است در غیر اینصورت آنها **خرابی های اعلان نشده** هستند. مکانیزم های تشخیص، خود، دو حالت خرابی دارند : (۱) اعلان یک اشتباه در

- **خرابی های ناسازگار، بعضی یا تمام** کاربران سیستم ، سرویس ناصحیح را بگونه های متفاوتی دریافت می دارند(حتی برخی کاربران ممکن است سرویس صحیح را دریافت کنند). خرابی های ناسازگار معمولاً به یادبود قدیم ، **خرابی های بیزانسی** نامیده می شوند.

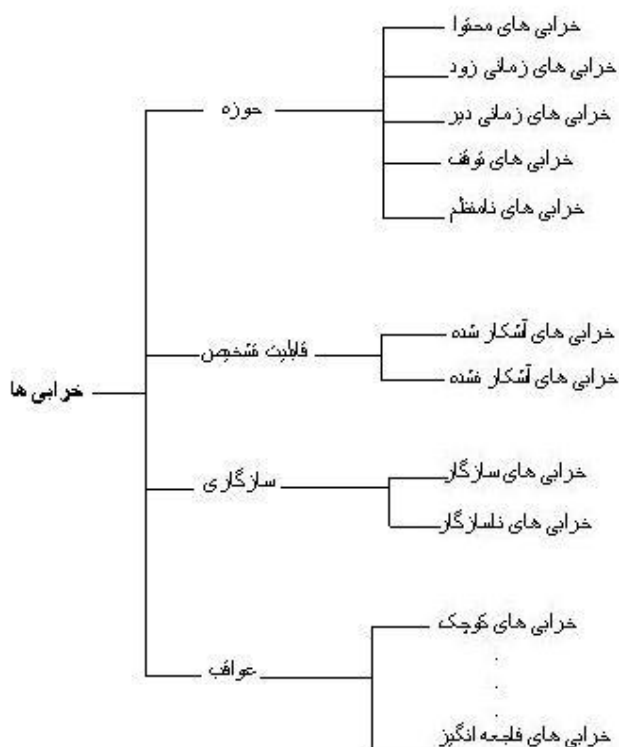
درجه بندی عواقب خرابی ها روی محیط سیستم ، اجازه می دهد تا شدت خرابی ها را تعریف کنیم. حالت های خرابی ، بنا به سطوح شدت مرتب شده اند. شماره ، برجستگی و تعریف سطوح شدت و همچنین احتمال قابل قبول رخ دادن آنها به کاربرد بستگی دارد و شامل ویژگی های اتکاپذیری و امنیت کاربرد مورد نظر می شود. مثالهایی از معیارهای دسته بندی شدت خرابی :

۱. برای دسترس پذیری، مدت زمان وقفه.
۲. برای ایمنی، احتمال اینکه زندگی انسانها به خطر بیفتد.

۳. برای محرمانه بودن، نوع اطلاعاتی که ممکن است بیش از حد فاش شوند و
۴. برای تمامیت، گستره از بین رفتن داده ها و قابلیت بازیابی آنها.

درکل ، بنا بر رابطه بین منافع بدست آمده از سرویس بدون حضور خرابی و عواقب خرابی ها دو سطح محدودکننده می توانند تعریف شوند:

- **خرابی های کوچک، وقتی که** عواقب آسیب رسان، هزینه مشابه با منافع بدست آمده از سرویس صحیح دارند.
- **خرابی های فاجعه آمیز، وقتی که** هزینه عواقب آسیب رسان، چندین برابر بزرگتر از منافع بدست آمده از سرویس صحیح می باشد.



شکل ۸

آینده در نظر می گیرد که سیستم از نظر فناوری منسوخ شده یا به اندازه کافی، جوابگوی خواسته های کاربر نیست.

دلایل اصلی خرابی های توسعه عبارتند از: توصیفات ناقص یا دارای fault، تعداد بیش از اندازه تغییرات توسط کاربر در توصیفات؛ طراحی نامناسب نسبت به عملکرد و/یا اهداف کارایی، fault های بیش از اندازه در توسعه؛ توانایی ناکافی برای حذف fault؛ پیش بینی اتکاپذیری یا امنیت ناکافی؛ و تخمین های نادرست از هزینه های توسعه. همه اینها معمولا باعث دست کم گرفتن پیچیدگی سیستمی است که قرار است توسعه یابد.

دو نوع خرابی توسعه جزئی یعنی خرابی هایی با شدتی کمتر از خاتمه دادن به پروژه، وجود دارد. سرریز بودجه یا زمانبندی، زمانی اتفاق می افتد که توسعه کامل شده است ولی سرمایه یا زمان مورد نیاز برای تکمیل، از تخمین های اولیه بیشتر بوده است. یک نوع دیگر خرابی توسعه جزئی، **تنزل کیفیت** است: سیستم توسعه داده شده، با عملکرد پایینتر، کارایی کمتر یا با پیش بینی اینکه اتکاپذیری یا امنیت کمتری از آنچه در توصیفات اولیه سیستم بیان شده بود، تحویل داده می شود. خرابی ها، سرریزها و تنزل کیفیت در توسعه، تأثیر بسیار منفی بر کاربران دارد.

#### خرابی های اتکاپذیری و امنیت

انتظار می رود که fault ها از انواع مختلف، در طی مرحله استفاده بر سیستم تأثیر بگذارند. Fault ها ممکن است باعث کاهش کارایی یا خرابی غیرقابل قبول برای انجام کار محوله شوند. بهمین دلیل، یک توصیف *اتکاپذیری و امنیت* مورد توافق است که اهداف هر ویژگی را بیان می کند: دسترس پذیری، قابلیت اطمینان، ایمنی، محرمانه بودن، تمامیت و نگهداشت پذیری.

توصیف، صریحا *دسته های fault* هایی که مورد انتظار هستند و محیط *استفاده ای* که در آن سیستم عمل می کند را مشخص می کند. توصیف ممکن است شامل محافظت هایی در برابر شرایط نامطلوب یا خطرناک نیز باشد. علاوه براین، شمول تکنیک های بخصوصی برای جلوگیری یا تحمل fault نیز ممکن است توسط کاربر مورد نیاز باشد.

سیستم هایی که طراحی و پیاده سازی شده اند طوری که فقط در حالت های خاصی از خرابی های توضیح داده شده در توصیفات اتکاپذیری و امنیت و با یک گستره قابل قبول از کار می افتند، **سیستم های خرابی - تحت کنترل** نام دارند. سیستمی که خرابی های آن تا حد قابل قبولی، خرابی های خاتمه ای هستند، یک **سیستم خرابی - خاتمه** نام دارد. شرایط سرویس ثابت شده در یک مقدار و سرویس ساکت به ترتیب منجر به **سیستم خرابی - منفعل و سیستم خرابی - ساکت** می شوند. سیستمی که همه خرابی های آن تا حد قابل قبولی کوچک هستند، یک **سیستم خرابی - ایمن** نام دارد.

همانطور که تعریف شد، ارائه سرویس ناصحیح، یک وقفه است که تا ترمیم سرویس ادامه می یابد. مدت زمان وقفه، ممکن است بسته به عملیاتی که برای ترمیم سرویس لازم است بطور قابل ملاحظه ای متغیر باشد (۱) ترمیم خودکار یا با کمک اپراتور، شروع دوباره (restart یا reboot) و (۲) تعمیر اصلاحی. درست کردن fault های توسعه معمولا بعد از اینکه سرویس ترمیم شد بصورت offline انجام می شود و اجزا بهبود یافته ناشی از تصحیح fault سپس در زمان مناسبی با وقفه یا بدون وقفه در کار سیستم جایگزین می شوند. وقفه انحصاری در کار سیستم برای بهبود یا پیشگیری، یک توقف سرویس است و یک وقفه برنامه ریزی شده نیز نامیده می شود (در مقابل یک وقفه که از عواقب خرابی است و وقفه بدون برنامه ریزی نام دارد).

#### خرابی های توسعه

Fault های توسعه، درون سیستمی که توسط محیطش مخصوصا توسط توسعه دهندگان انسانی، ابزارهای توسعه و تسهیلات تولید، در حال توسعه می باشد، ممکن است ایجاد گردند. چنین fault های توسعه ای ممکن است در خرابی های توسعه جزئی یا کامل نقش داشته باشند یا ممکن است تا مرحله استفاده، کشف نشده باقی بمانند. یک **خرابی توسعه** کامل باعث می شود تا فرایند توسعه، قبل از اینکه سیستم برای استفاده پذیرفته و شروع به کار کند، خاتمه یابد. از دو جنبه می توان به خرابی های توسعه نگریست:

۱. **خرابی بودجه**. وجوه اختصاص داده شده، قبل از اینکه سیستم تست قبولی را بگذراند، تمام می شوند.
۲. **خرابی زمانبندی**. زمانبندی طرح شده برای تحویل، به اشتباه، زمانی را در

یک خرابی اتکاپذیری یا امنیت وقتی اتفاق می افتد که سیستم مفروض، بیشتر یا شدیدتر از حد قابل قبول، دچار خرابی های سرویس می گردد.

توصیف اتکاپذیری و امنیت نیز می تواند شامل fault هایی باشد. Fault های اهمال می تواند در شرح محیط استفاده یا انتخاب دسته های fault هایی که قرار است جلوگیری یا تحمل شوند، صورت گیرد. یک نوع دیگر از fault، انتخاب توجیه ناپذیر نیازمندی فوق العاده به یک یا چند ویژگی می باشد که هزینه توسعه را افزایش داده و ممکن است به سرریز هزینه یا حتی خرابی توسعه منجر شود.

## Errorها

یک error، تعریف شده است بعنوان قسمتی از حالت کلی سیستم که ممکن است منجر به یک خرابی شود - یک خرابی موقعی اتفاق می افتد که error باعث شود تا سرویس ارائه شده با سرویس صحیح اختلاف داشته باشد. دلیل یک error یک fault است.

یک error کشف می شود اگر وجود آن توسط یک پیغام error یا علامت error مشخص گردد. Error هایی که وجود دارند ولی کشف نشده اند، error های نهفته نام دارند.

از آنجا که یک سیستم از یک مجموعه از اجزا در تعامل بایکدیگر تشکیل شده است، حالت کلی، مجموعه حالت های اجزایش می باشد. این تعریف تلویحا بیان می دارد که یک fault ابتدانا باعث یک error درون حالت یکی (یا بیشتر) از اجزا می شود ولی تا زمانی که حالت بیرونی آن جزء، قسمتی از حالت بیرونی آن سیستم نیست، خرابی سرویس رخ نمی دهد. وقتی که error جزئی از حالت بیرونی جزء می شود، خرابی سرویس آن جزء اتفاق می افتد، ولی error برای کل سیستم بصورت درونی باقی می ماند.

اینکه یک error واقعا باعث یک خرابی سرویس می شود یا نه به دو عامل بستگی دارد:

۱. ساختار سیستم، و مخصوصا طبیعت هرگونه افزونگی که در آن موجود می باشد:

- افزونگی محافظ، برای تحمل error، اضافه شده که مقصود از آن صریحا جلوگیری از تبدیل یک error به یک خرابی سرویس است.

- افزونگی غیر عمدی، (در عمل اگر غیر ممکن نباشد، بسیار مشکل است که یک سیستم را بدون هیچگونه افزونگی بسازیم) که ممکن است نتیجه ای یکسان و احتمالا غیر قابل پیش بینی با افزونگی عمدی داشته باشد.

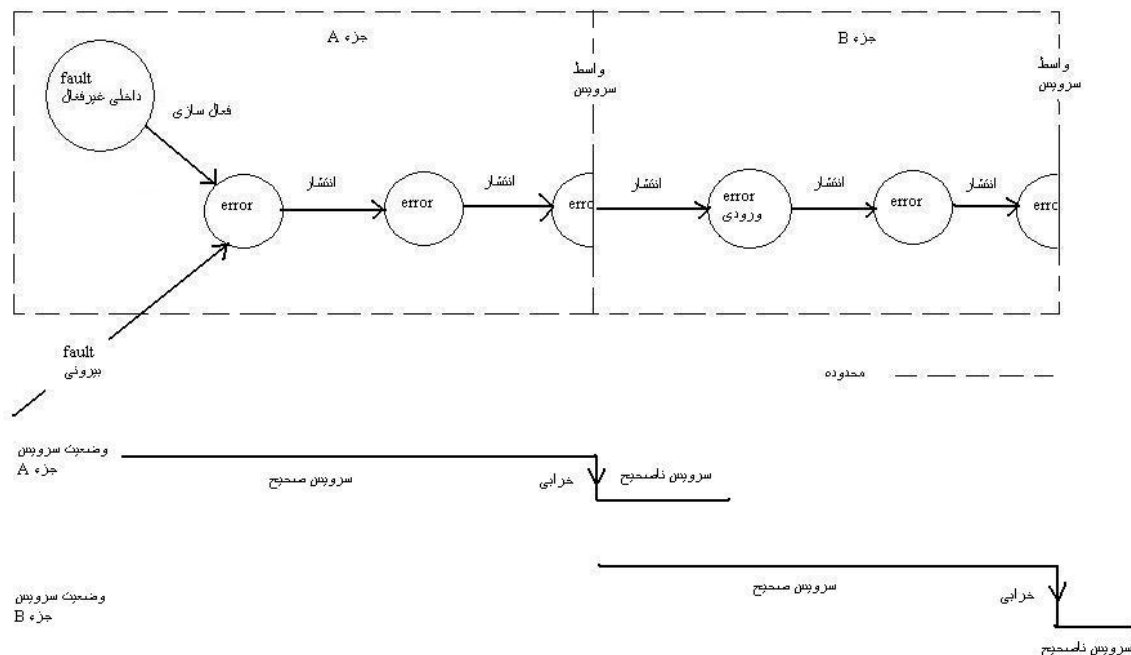
۲. رفتار سیستم: قسمتی از حالت که شامل error است، ممکن است هیچوقت برای سرویس، مورد نیاز نباشد یا یک error ممکن است قبل از اینکه به یک خرابی منجر شود، حذف گردد.

یک دسته بندی راحت errorها، توصیف آنها بر حسب خرابی های سرویس اولیه ای است که منجر می شوند: errorهای محتوایی در مقابل errorهای زمانی، errorهای کشف شده در مقابل errorهای نهفته، errorهای سازگار در مقابل errorهای ناسازگار وقتی که سرویس به دو یا بیشتر کاربر ارائه می شود، errorهای کوچک در مقابل errorهای فاجعه انگیز. در حوزه کدهای کنترل error، errorهای محتوایی بنا به الگوهای آسیب رسانی نیز تقسیم بندی می شوند: errorهای تکی، دوتایی، سه تایی، بایستی، پشت سرهم (Burst)، پاک شدگی، حسابی، متوالی و غیره.

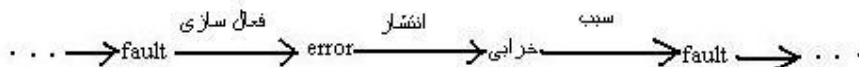
بعضی fault ها (مثلا یک دسته تشعشعات الکترومغناطیسی) می توانند بطور همزمان، errorهایی را در بیشتر از یک جزء، موجب شوند. چنین errorهایی، errorهای مرتبط چندگانه نامیده می شوند. Errorهای تکی، errorهایی هستند که فقط بر یک جزء تأثیر می گذارند.

آسیب شناسی خرابی: ارتباط بین fault ها، errorها و خرابی ها

مکانیزم های ایجاد و اعلان fault ها، errorها و خرابی ها، بدین گونه جمع بندی می شوند:



شکل ۹



شکل ۱۰

۱. یک **fault**، **فعال** است وقتی که یک **error** تولید می کند، در غیر این صورت، **غیرفعال** است. یک **fault** **فعال** یا (۱) یک **fault** درونی است که قبلاً **غیرفعال** بوده و توسط فرایند محاسباتی یا شرایط محیطی **فعال** شده است یا (۲) یک **fault** بیرونی است. **فعال سازی fault**، اعمال یک ورودی (الگوی **فعال سازی**) به جزئی است که باعث می شود یک **fault** **غیرفعال**، **فعال** گردد. اکثر **fault** های درونی بین حالت های **فعال** و **غیرفعال** خود در نوسانند.

۲. انتشار **error** درون یک جزء مفروض (یعنی انتشار درونی) توسط فرایند محاسباتی ایجاد می گردد: یک **error** بطور پی در پی به **error** های دیگر تبدیل می شود. انتشار **error** از جزء A به جزء B که از A سرویس می گیرد (یعنی انتشار بیرونی) وقتی رخ می دهد که بواسطه انتشار درونی، یک **error** به

۳. یک خرابی سرویس وقتی رخ می دهد که یک **error** به واسطه سرویس انتشار یافته و باعث می شود تا سرویس ارائه شده از طرف سیستم با سرویس صحیح اختلاف داشته باشد. خرابی یک جزء باعث یک **fault** دائمی یا گذرا در سیستمی که شامل آن جزء است می شود. خرابی سرویس یک سیستم باعث یک **fault** بیرونی دائمی یا گذرا برای سیستم های دیگری می شود که از سیستم مفروض، سرویس دریافت می دارند.

قابلیت تشخیص الگوی **فعال سازی fault** ای که باعث یک یا بیشتر **error** شده است **قابلیت تولید مجدد فعال سازی fault** نام دارد. **Fault** ها می

طراحی سیستم های تحمل پذیر اشکال

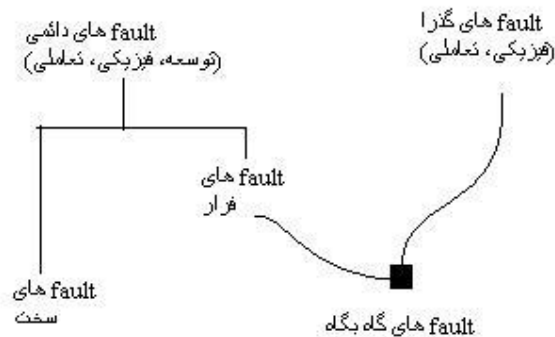
توانند بنا به قابلیت تولید مجدد فعال سازی خود طبقه بندی شوند: fault هایی که فعال سازی آنها قابل تولید مجدد است، fault های **سفت** یا **سخت** نامیده می شوند درحالیکه fault هایی که فعال سازی آنها بطور سیستمی قابل تولید مجدد نیست را fault های **فرار** یا **نرم** می نامند. اکثر fault های باقیمانده توسعه در نرم افزار بزرگ و پیچیده، fault های فرار هستند. آنها بحد کافی بغرنج هستند که شرایط فعال سازی آنها بستگی به ترکیبات پیچیده حالت درونی و تقاضاهای بیرونی دارد که به ندرت رخ می دهند و ممکن است تولید دوباره آنها بسیار سخت باشد. مثالهای دیگری از fault های فرار عبارتند از:

- Fault های "حساس به الگو" در حافظه های نیمه رسانا، تغییر در پارامترهای یک جزء سخت افزاری

(تأثیرات تغییرات دما، تأخیر در زمانبندی بعلت خازنهای پارازیتی و غیره).

- شرایطی(تأثیرگذار بر سخت افزار یا نرم افزار) که وقتی اتفاق می افتند که بار سیستم از یک حد مشخص تجاوز می کند و باعث مثلا زمانبندی و همگامسازی حاشیه ای می شود.

شباهت آشکارسازی fault های فرار توسعه و fault های فیزیکی گذرا منجر به این می شود که هر دو دسته با هم در یک گروه **fault های گاه بگاه** قرار گیرند. Error های تولیدشده توسط fault های گاه بگاه، معمولا **errorهای نرم** نامیده می شوند



شکل ۱۱

هرچند ممکن است که fault های مستقل(مخصوصا اهمال ها) به errorهای مشابهی منجر شوند یا fault های مرتبط به errorهای متمایزی بینجامد. خرابی هایی که بوسیله errorهای مشابهی ایجاد شده اند، **خرابی های حالت - مشترک** نامیده می شوند.

سه نکته اضافی درباره کلمات "تهدیدات"، "fault"، "error" و "خرابی":

۱. استفاده از *تهدیدات* برای اطلاق کلی به fault ها، errorها و خرابی ها معنی گسترده تری از استفاده آن در بحث امنیت دارد، جاییکه معمولا مفهوم بالقوه بودن را حفظ می کند. در واژگان ما، هم این وجه بالقوه بودن را دارد(مثلا fault هایی که هنوز فعال نشده اند، خرابی

شرایط وجود چندین fault و/یا خرابی، زیاد پیش می آید. با فرض یک سیستم با محدوده های مشخص، یک **fault تکی**، fault ای است که توسط یک رویداد فیزیکی مضر یا یک عمل انسانی آسیب رسان بوجود آمده است. **Fault های چندگانه**، دو یا چند fault تکی همروند، همپوشان یا ترتیبی هستند که عواقب آنها یعنی errorها همپوشانی زمانی دارد یعنی errorهای منتج ازین fault ها، بطور همروند در سیستم موجود هستند. در نظر گرفتن fault های چندگانه، منجر به این تمایز می شود: ۱) **fault های مستقل**، که منسوب به علل متفاوتی هستند و ۲) **fault های مرتبط**، که منسوب به علت مشترکی هستند. Fault های مرتبط، معمولا **errorهای مشابهی** را موجب می شوند یعنی errorهایی که با هیچ مکانیزم تشخیصی قابل تمایز نیستند درحالیکه fault های مستقل، موجب **errorهای متمایزی** می شوند.

های سرویسی که اتکاپذیری را خدشه دار نکرده اند) و یک وجه مفهومی دارند (مثلا fault فعال، error که وجود دارد، خرابی که رخ می دهد). در بحث امنیت، یک fault بیرونی مغرضانه، یک حمله است.

۲. استفاده انحصاری در این مقاله از fault ها، error ها و خرابی ها، مانع استفاده از این کلمات در شرایط انحصاری نمی شود که بطور موجز و غیرمبهم، یک گروه خاص از تهدیدات را توصیف می کند. این امر، مخصوصاً در مورد fault ها، قابل اعمال است (مثلا bug، نقص، ناکارایی، عیب، غلط) و در مورد خرابی ها (مثلا از کار افتادگی، بدعمل کردن، کار نکردن).

۳. انتساب های بدست آمده از اصطلاحات خاص fault، error و خرابی، این استفاده مشترک را در نظر می گیرد: (۱) جلوگیری، تحمل و معاینه fault (۲) تشخیص و تصحیح error و (۳) نرخ خرابی.

### اتکاپذیری، امنیت و ویژگی های آنها تعریف اتکاپذیری و امنیت

دو تعریف برای اتکاپذیری وجود دارد:

- تعریف اصلی: قابلیت ارائه سرویسی که بطور توجیه پذیری، قابل اعتماد است.
- یک تعریف دیگر: قابلیت یک سیستم برای پیشگیری از خرابی های سرویسی که رایجتر و شدیدتر از حد قابل قبول هستند.

تعریف اصلی یک تعریف کلی است که هدف آن تعمیم تعاریف قدیمتر دسترس پذیری، قابلیت اطمینان، ایمنی، تمامیت، نگهداشت پذیری و غیره است که ویژگیهای اتکاپذیری می شوند. تعریف دیگر اتکاپذیری از این بحث بدست می آید: یک سیستم می تواند و معمولاً خراب می شود. آیا بالاین حال، هنوز قابل اتکا است؟ چه وقتی غیر قابل اتکا خواهد شد؟ این تعریف بنابراین معیاری را برای

تصمیم گیری در مورد اینکه علیرغم یک خرابی، آیا یک سیستم می تواند قابل اتکا در نظر گرفته شود یا نه بدست می دهد. علاوه بر این، مفهوم خرابی اتکاپذیری که مستقیماً از آن تعریف استنباط می شود، برقراری یک ارتباط با خرابی های توسعه را امکانپذیر می سازد.

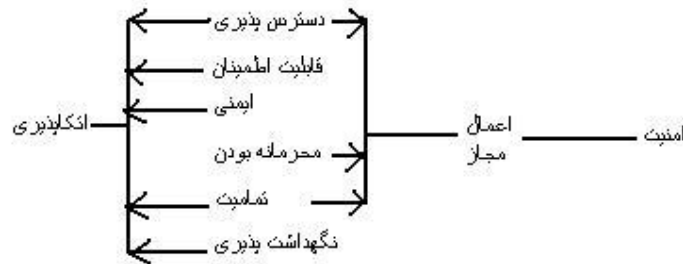
تعریف های اتکاپذیری که در استانداردهای کنونی وجود دارد، با تعاریف ما متفاوت است. دو گونه از این تعاریف:

- "تعریف مرکب استفاده شده برای توضیح دسترس پذیری، کارایی و عوامل موثر آن: کارایی اطمینان پذیری، کارایی تعمیرپذیری و کارایی پشتیبانی و نگهداری"
- "محدوده ای که در آن می توان برای انجام دادن منحصراً و صحیح وظایف سیستمی، تحت شرایط عملیاتی و محیطی مشخص و در یک بازه مشخص زمانی یا در یک لحظه زمان به سیستم اعتماد کرد."

تعریف ISO، آشکارا بر محور دسترس پذیری استوار شده است.

واژه شناسی در دنیای امنیت، تاریخچه غنی خود را دارد. امنیت کامپیوتر، امنیت ارتباطات، امنیت اطلاعات و بیمه اطلاعاتی، اصطلاحاتی هستند که توسعه و استفاده گسترده ای و معمولاً بدون اشاره مستقیم به اتکاپذیری در بین محققان امنیت داشته اند. بهرحال همه این واژگان می توانند برحسب سه ویژگی اولیه امنیت یعنی محرمانه بودن، تمامیت و دسترس پذیری فهمیده شوند.

امنیت بعنوان یک ویژگی منفرد اتکاپذیری توصیف نشده است. بین تعاریف معمول امنیت، این توافق وجود دارد که آنرا بصورت یک مفهوم مرکب ببینیم یعنی "ترکیب محرمانه بودن، ممانعت از افشای غیرمجاز اطلاعات، تمامیت، جلوگیری از تحریف یا حذف غیرمجاز اطلاعات و دسترس پذیری، جلوگیری از مضایقه داشتن غیرمجاز اطلاعات". تعریف مرکب ما از امنیت، نبود دسترسی غیرمجاز به سیستم یا تحت کنترل درآوردن غیرمجاز سیستم است.



شکل ۱۲

## اتکا و اعتماد

گستره ای که در آن یک سیستم، ویژگی های اتکاپذیری و امنیت را دارد باید بصورت نسبی و احتمالی در نظر گرفته شود نه بصورت مطلق و معین : بعثت حضور یا وقوع اجتناب ناپذیر fault ها، سیستم ها هیچوقت به طور کامل در دسترس، قابل اطمینان، ایمن یا امن نیستند.

تعریف ارائه شده برای تمامیت - نبود تغییرات نامناسب حالت سیستم - فراتر از تعاریف معمولی می رود یعنی (۱) به مفهوم اعمال مجاز فقط بستگی دارد و (۲) روی اطلاعات تمرکز می کند : (۱) بطور طبیعی وقتی یک سیستم، سیاست اختیارات را پیاده سازی می کند، "نامناسب"، "غیرمجاز" را در بر می گیرد و (۲) "تغییرات غیرمجاز" اعمالی را شامل می شود که مانع بهبود اطلاعات می شود و (۳) "حالت سیستم" شامل تغییرات یا آسیب های سیستم می شود.

تعریف ارائه شده برای نگهداشت پذیری، عمدا فراتر از تعمیر اصلاحی و پیش گیری می رود و شامل تعمیر تطبیقی و افزایش می شود. هدف از مفهوم محاسبات خودمختار، فراهم آوردن نگهداشت پذیری بالا برای سیستم های کامپیوتری بزرگ شبکه شده از طریق خودکارسازی نگهداری آنها است.

علاوه بر این ویژگی ها، ویژگیهای ثانویه دیگری نیز می تواند تعریف شود که تعاریف اولیه را پالایش یا تخصصی می کند. یک مثال از یک ویژگی ثانویه تخصصی شده، استحکام است یعنی اتکاپذیری با توجه به fault های خارجی که واکنش سیستم را به یک دسته خاص از fault ها توصیف می کند.

مفهوم ویژگی های ثانویه، بطور خاص مرتبط با امنیت هستند و براساس تمایز بین گونه های

مفهوم اتکا و اعتماد بدین صورت است:

- اتکای سیستم A به سیستم B، گستره ای را نشان می دهد که در آن اتکاپذیری سیستم A تحت تأثیر اتکاپذیری B است.
- اعتماد، اتکای قابل قبول است.

اتکای یک سیستم بر یک سیستم دیگر، می تواند از اتکای کلی (هر خرابی B می تواند باعث خرابی A گردد) تا استقلال کامل (B نمی تواند باعث خرابی A گردد) تغییر کند. اگر دلیلی وجود داشته باشد مبنی بر اینکه اتکاپذیری B برای اتکاپذیری مورد نیاز A کافی نیست، اتکاپذیری B باید افزایش یابد، اتکاپذیری A باید کاهش یابد یا راههای اضافی برای تحمل error، ایجاد گردد. تعریف ما از اتکا مرتبط است با رابطه "اتکا می کند به"، که تعریف آن اینست : جزء a اتکا می کند به جزء b اگر درستی ارائه سرویس b برای درستی ارائه سرویس a لازم باشد. با این حال، این رابطه بر حسب مفهوم محدودتر دیگری یعنی درستی، بجای اتکاپذیری بیان می شود و بنابراین دودویی است درحالیکه مفهوم اتکای ما می تواند مقادیری در یک فضای قابل اندازه گیری بخود بگیرد.

## ویژگی های اتکاپذیری و امنیت

ویژگی های اتکاپذیری و امنیت ممکن است بسته به کاربرد در نظر گرفته شده برای یک سیستم کامپیوتری مفروض دارای اهمیت های متفاوتی باشد : دسترس پذیری، تمامیت و نگهداشت پذیری، عموماً مورد نیاز هستند هرچند با یک درجه متغیر که بستگی به کاربرد دارد درحالیکه قابلیت اطمینان، ایمنی و محرمانه بودن ممکن است برای آن کاربرد، مورد نیاز باشند یا نباشند.



مختلف اطلاعات بنا شده است. مثالهایی از این گونه ویژگی های ثانویه:

- **جوابگویی:** دسترسی و تمامیت هویت شخصی که یک عمل را انجام داده است.
- **اعتبار:** تمامیت محتوا و منشأ و احتمالاً برخی اطلاعات دیگر مثل زمان ارسال یک پیغام.
- **انکارناپذیری:** دسترسی پذیری و تمامیت هویت فرستنده (انکارناپذیری منشأ) یا گیرنده یک پیغام (انکارناپذیری دریافت).

مفهوم **سیاست امنیت**، یک مجموعه از قیود برخاسته از امنیت است که به یک سازمان یا سیستم کامپیوتری تعلق دارند. اجرا چنین ضوابطی ممکن است از طریق کنترل های فنی، مدیریتی و/یا عملیاتی باشند و سیاست تعیین می کند که این کنترل ها چگونه باید اجرا گردند. در عمل، ممکن است بسته به یک سلسله مراتب از سیستم ها، سلسله مراتبی از اینگونه سیاست های امنیتی وجود داشته باشد - مثلاً کل یک کمپانی، بخش سیستم های اطلاعاتی آن، و افراد و سیستم های کامپیوتری در آن بخش. سیاستهای جداگانه ولی مرتبط، یا قسمت های جداگانه یک سند سیاست کلی، می تواند با توجه به مباحث مختلف امنیت ایجاد گردند مثلاً یک سیاست، افشای اطلاعات کنترل شده کارخانه را در نظر می گیرد، دیگری دسترسی فیزیکی و شبکه ای کامپیوترهای شرکت را در نظر می گیرد. بعضی سیاست های امنیتی کامپیوتر شامل این می شوند که اطلاعات چگونه باید درون یک سیستم آنگونه که ضوابط بیان می دارند، در جریان باشند.

دسته های **اتکاپذیری و امنیت** معمولاً از طریق تحلیل فرکانسها و شدت خرابی و مدت زمان وقفه برای ویژگی هایی که برای یک کاربرد خاص موردنظر هستند، تعریف می گردند. این تحلیل می تواند مستقیماً یا غیرمستقیم بر اساس تخمین خطر، انجام گردد.

#### راه های بدست آوردن اتکاپذیری و امنیت

جلوگیری از **fault**، قسمتی از مهندسی عمومی است و لذا اینجا زیاد روی آن تأکید نمی کنیم. هرچند جنبه هایی از جلوگیری از **fault** وجود دارد که مورد توجه مستقیم از نظر اتکاپذیری و امنیت است.

جلوگیری از **fault** های توسعه، هم برای نرم افزار (مثلاً پنهان سازی اطلاعات، پیمانه ای کردن، استفاده از زبانهای برنامه نویسی با انواع داده قوی) و هم سخت افزار (مثلاً قوانین طراحی)، یک هدف مشخص برای روشهای توسعه است. بهبود فرایندهای توسعه بمنظور کاهش تعداد **fault** های ایجاد شده در سیستم های تولید شده، قدم دیگری است که بر اساس ضبط **fault** های محصولات و حذف علل **fault** ها از طریق تغییرات در فرایند، برداشته شده است.

#### تحمل پذیری **fault** تکنیک های تحمل پذیری **fault**

تحمل پذیری **fault**، که هدف آن اجتناب از خرابی است، از طریق تشخیص **error** و بازیابی سیستم انجام می شود.

معمولاً بعد از مدیریت **fault**، تعمیرات اصلاحی انجام می شوند که هدف از آن حذف **fault** هایی است که توسط مدیریت **fault**، ایزوله شده بودند؛ عبارت دیگر، عاملی که تحمل **fault** را از تعمیر متمایز می کند، اینست که تعمیر به مشارکت یک عامل بیرونی نیاز دارد. سیستم های بسته، سیستم هایی هستند که حذف **fault** در آنها نمی تواند عملاً انجام شود (مثلاً سخت افزار یک کاوشگر در اعماق فضا).

بعد از اینکه تشخیص **error** صورت گرفت، عقبگرد و جلوگرد بنا به موقعیت، انجام می شود؛ درحالیکه جبران سازی میتواند بصورت سیستمی یا بنا به موقعیت، در زمانها یا رویدادهای معین و مستقل از حضور یا عدم حضور **error** (کشف شده) انجام گردد. مدیریت **error** بر حسب موقعیت که بعد از آن مدیریت **fault** انجام گردد، رویهم **بازیابی سیستم** را تشکیل می دهند. بنابراین اسم راهکار متناظر برای تحمل **fault**: **تشخیص error و بازیابی سیستم** یا بسادگی **تشخیص و بازیابی**.

**پوشش fault** یا بسادگی **پوشش**، از استفاده سیستمی از جبران سازی منتج می شود. چنین پوششی از دست دادن احتمالاً افزاینده و حتی مخرب افزونگی محافظ را پنهان خواهد ساخت. لذا پیاده سازی های عملی پوشش، معمولاً شامل تشخیص **error** (و احتمالاً مدیریت **fault**) می شوند که منجر به **پوشش و بازیابی** خواهد شد.

قابل توجه است که :

۱. عقبگرد و جلو گرد، دوباره انحصاری نیستند. عقبگرد می تواند ابتدا انجام شود؛ اگر error هنوز وجود داشت، آنگاه جلوگرد می تواند امتحان شود.
۲. Fault های گاه بگاه نیازی به ایزوله کردن یا پیکربندی دوباره ندارند؛ مشخص کردن اینکه یک fault، گاه بگاه است یا نه می تواند توسط مدیریت error (بازگشت error نشاندهنده اینست که fault، گاه بگاه نیست) یا توسط معاینه fault وقتی که جلوگرد بکار می رود، انجام گردد.
۳. مدیریت fault ممکن است مستقیماً بعد از تشخیص error باشد بدون اینکه مدیریت error انجام گردد.

که در فرایند توسعه در نظر گرفته شده است، بستگی دارد و بنابراین به استقلال افزونگی ها با توجه به فرایند ایجاد و فعال سازی fault تکیه می کند. یک روش (بسیار استفاده شده) برای تحمل پذیری fault، انجام چندین محاسبه، بطور ترتیبی یا همزمان از طریق چندین کانال است. وقتی تحمل پذیری fault های فیزیکی پیش بینی می شود، کانال ها می توانند طراحی های یکسانی باشند بنا به این فرض که اجزا سخت افزاری، مستقل از هم خراب می شوند. ثابت شده است که چنین راهکاری برای fault های فرار در توسعه مناسب است. هرچند برای تحمل fault های سخت و سفت توسعه که در آنها لازم است که کانال ها عملکرد یکسانی را از طریق طراحی ها و پیاده سازی های جداگانه یعنی از طریق تنوع طراحی پیاده سازی کنند، مناسب نیست.

تهیه یک جزء با توانایی پردازشی عملکردی لازم، همراه با مکانیزم های تشخیص error همروند، منجر به مفهوم جزء خودرس می شود. یکی از مهمترین منافع راهکار جزء خودرس، قابلیت ارائه یک تعریف روشن از محدوده های error می باشد.

بدیهی است که همه تکنیک های تحمل پذیری fault بطور یکسان، موثر نیستند. اندازه گیری میزان موثر بودن هر تکنیک تحمل error، دربرگیرندگی آن نام دارد. نقص های تحمل پذیری fault، یعنی کمبود دربرگیرندگی تحمل fault، حد مهمی را در افزایش اتکالپذیری قابل حصول ایجاد می کند. چنین نقوص تحمل error می توانند بعلا زبر باشند:

تشخیص و مدیریت error، که احتمالاً بعد از آن مدیریت fault انجام می گردد، عموماً در موقع روشن شدن سیستم انجام می شود. این امر همچنین در طی عملیات سیستم، تحت شکل های متفاوتی مانند بررسی یدک، پیرایش حافظه، برنامه های ممیزی یا جوانسازی نرم افزاری که هدف آن حذف اثرات پیرشدگی نرم افزاری قبل از منجر شدن به خرابی می باشد، نقش بازی می کند.

### پیاده سازی تحمل پذیری fault

انتخاب تکنیک های تشخیص error، مدیریت error و مدیریت fault و پیاده سازی آنها، مستقیماً مرتبط و قویاً وابسته به مفروضات زیربنایی fault می باشد: دسته های fault ای که می توانند واقعا تحمل شوند، به مفروضات fault



شکل ۱۳

می باشد (تعریف شده با توجه به یک دسته از error ها یا fault ها، مثلاً error های تکی، fault های ثابت در یک مقدار، و غیره بعنوان احتمال شرطی که این تکنیک موثر باشد با

۱. fault های توسعه که بر مکانیزم های تحمل fault با توجه به مفروضات fault بیان شده در طی توسعه، تأثیر می گذارند و عواقب آنها، کمبود دربرگیرندگی مدیریت error و fault

فرض اینکه error یا fault رخ داده است).

۲. مفروضات fault که با faultهایی که واقعا در عمل اتفاق می افتند متفاوتند و منجر به کمبود دربرگیرندگی مفروضات fault می شوند که به نوبه خود می تواند به این علل باشد : ۱) اجزا خراب بصورت پیش بینی شده کار نمی کنند یعنی کمبود دربرگیرندگی حالت خرابی یا ۲) رخ دادن خرابی های حالت مشترک وقتی که خرابی های مستقل از هم پیش بینی شده بودند یعنی کمبود دربرگیرندگی/استقلال خرابی.

نشان داده شده است که کمبود دربرگیرندگی مدیریت error و fault، یک حد شدید برای بهبود اتکاپذیری می باشد. تأثیرات مشابهی می تواند از کمبود دربرگیرندگی حالت خرابی منتج شود : مفروضات محافظه کارانه برای fault (مثلا fault های بیزانسی) به قیمت لزوم افزایش افزونگی و مکانیزم های تحمل پذیری پیچیده تر fault، منجر به دربرگیرندگی حالت خرابی بالاتری می شود که منجر به کاهش کلی در اتکاپذیری و امنیت سیستم خواهد شد.

یک بحث مهم در هماهنگی فعالیتهای چندین جزء، جلوگیری از انتشار error و تحت تأثیر قرار دادن عملیات اجزا سالم می باشد. این بحث خصوصا موقعی مهم می شود که یک جزء خاص نیاز به ارسال و دریافت برخی اطلاعات با دیگر اجزا دارد. مثالهای رایج از چنین اطلاعات تک منبعی، داده های حسگر محلی، مقدار ساعت محلی، منظر محلی وضعیت بقیه اجزا و غیره می باشد. عواقب چنین نیازی به ارتباط اطلاعات تک منبعی از یک جزء به جزء دیگر اینست که اجزا سالم، باید به توافقی برسند که چگونه اطلاعاتی که بدست می آورند، در یک راه دوبدو سازگار استفاده شود. این امر بعنوان مسأله/جماع شناخته می شود.

تحمل پذیری fault، یک مفهوم بازگشتی نیز می باشد : ضروری است که مکانیزم هایی که تحمل پذیری error را پیاده سازی می کنند، در برابر fault هایی که ممکن است بر آنها تأثیر گذار باشند، محافظت شوند. مثالهایی از چنین محافظتی عبارت است از: تکرار دآوری کننده(voter)، بررسی کننده های خودرس، حافظه های "پایدار" برای داده ها و برنامه های بازیابی.

ایجاد سیستماتیک تحمل پذیری fault اغلب بوسیله اضافه کردن سیستم های پشتیبانی مخصوص

تحمل fault (مثلا مبصرهای نرم افزاری، پردازنده های سرویس، خطوط ارتباطی اختصاصی) تسهیل می گردد.

**بازتاب** - تکنیکی برای افزودن شفاف و مناسب همه اعمال مرتبط با یک شی یا جزء نرم افزاری مثلا بمنظور اطمینان از اینکه این اعمال می توانند در صورت لزوم باطل گردند - می تواند در نرم افزار شی گرا و بوسیله میان افزار، استفاده شود.

تحمل پذیری fault به همه دسته های fault اعمال می گردد. محافظت در برابر نفوذهای، بطور عادی شامل رمز نگاری و دیواره های آتش است. بعضی مکانیزم های تشخیص error، متوجه fault های غیر مغرضانه و مغرضانه هستند (مثلا تکنیک های محافظت از دسترسی به حافظه). تشخیص نفوذ، معمولا از طریق بررسی های احتمالی انجام می گردد. راهکارهایی پیشنهاد شده اند برای تحمل پذیری:

- Fault های نفوذی و فیزیکی از طریق قطعه قطعه کردن و پراکندگی اطلاعات.
- منطق مغرضانه و مخصوصا ویروسها، از طریق بررسی کنترل جریان یا از طریق تنوع طراحی.
- نفوذهای، منطق های مغرضانه و آسیب پذیری ها بعلمت fault های فیزیکی یا توسعه از طریق تنوع سروورها.

در آخر قابل ذکر است که ۱) مترادف های زیادی برای تحمل پذیری fault وجود دارد : **خود - تعمیری، خود - درمانی، قابلیت ارتجاع و ۲) اصطلاح محاسبات بازیابی** گرا اخیرا معرفی شده است برای آنچه که اساسا یک راهکار تحمل پذیری fault بمنظور دستیابی به اتکاپذیری کل سیستم می باشد یعنی در سطحی بالاتر از سیستم های کامپیوتری منفرد، که در آنها خرابی های این سیستم های منفرد، fault هایی را تشکیل می دهند که باید تحمل شوند.

### حذف fault

در این قسمت، ما حذف fault را در طی توسعه سیستم و استفاده از آن در نظر می گیریم.

## حذف fault در طی توسعه

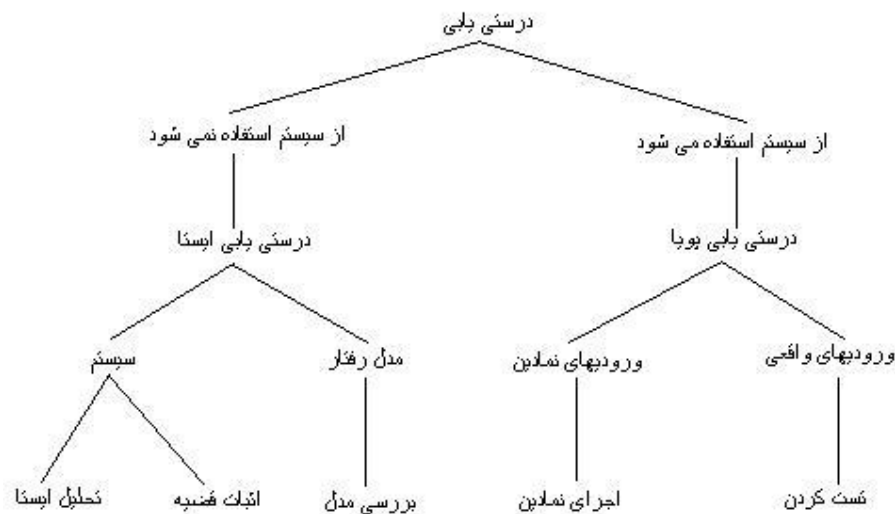
حذف fault در طی مرحله توسعه چرخه حیات یک سیستم شامل سه مرحله می شود: درستی یابی، معاینه و تصحیح. در آنچه می آید، ما روی درستی یابی تمرکز می کنیم که فرایند بررسی اینست که آیا سیستم خصوصیات مورد نظر را که شرایط درستی یابی نامیده می شود، دارد یا نه. اگر نداشته باشد، دو مرحله دیگر باید انجام شوند: معاینه fault هایی که باعث شدند شرایط درستی یابی برآورده نشوند و سپس انجام دادن تصحیحات لازم. بعد از تصحیح، به منظور بررسی اینکه حذف fault، عواقب نامطلوبی نداشته است، فرایند درستی یابی باید تکرار شود. درستی یابی انجام شده در این مرحله معمولاً درستی یابی ناپسرفتی نام دارد.

بررسی توصیفات، معمولاً معتبرسازی نام دارد. کشف fault های توصیفات می تواند در هر مرحله ای از توسعه یا در طی خود مرحله توصیفات یا در طی مراحل بعدی رخ دهد وقتی شواهدی پیدا شد دال بر اینکه سیستم عملکرد خود را انجام نمی دهد یا پیاده سازی نمی تواند به یک روش مقرون به صرفه انجام گردد.

تکنیک های درستی یابی، بر حسب اینکه آیا از سیستم استفاده می کنند یا نه، می توانند دسته بندی شوند. درستی یابی یک سیستم بدون اجرای واقعی، درستی یابی ایستا نام دارد. چنین درستی یابی می تواند انجام شود:

- روی خود سیستم به شکل (۱) تحلیل ایستا (مثلاً بازرسی، تحلیل جریان داده ها، تحلیل پیچیدگی، تفسیر مجرد، بررسی های کامپایلر، جستجوی آسیب پذیری و غیره) یا (۲) اثبات قضیه.
- روی یک مدل از رفتار سیستم که معمولاً یک مدل انتقال حالت است ( شبکه های پتری، اتوماتای حالت محدود یا نامحدود) که به بررسی مدل منجر می شود.

درستی یابی یک سیستم از طریق استفاده از آن، درستی یابی پویا را تشکیل می دهد. ورودی های سیستم می توانند در حالت اجرای نمادین، نمادین باشند یا در حالت تست درستی یابی که معمولاً بطور ساده تست کردن نامیده می شود، واقعی باشند.



شکل ۱۴

دیدگاه دسته بندی شوند: معیارهای انتخاب ورودیهای تست و تولید ورودیهای تست. تولید ورودیهای تست ممکن است قطعی یا احتمالی باشد:

تست جامع یک سیستم با در نظر گرفتن همه ورودی های ممکن آن معمولاً غیرعملی است. روشهای تعیین الگوهای تست می تواند از دو

- در تست قطعی، الگوها با یک انتخاب گزینشی، پیش تعیین می شوند.
- در تست تصادفی یا آماری، الگوهای تست بر حسب یک توزیع احتمال معین روی دامنه ورودیها، تعریف می گردند. توزیع و تعداد داده های ورودی بر حسب مدل یا معیار fault تعیین می گردند.

### حذف fault در طی استفاده

حذف fault در طی استفاده از یک سیستم، نگهداشت اصلاحی یا پیشگیری کننده است. هدف از نگهداشت اصلاحی، حذف fault هایی است که یک یا بیشتر error تولید کرده اند و گزارش شده اند؛ درحالیکه هدف از نگهداشت پیشگیری کننده، کشف و حذف fault ها قبل از اینکه در طی عملیات عادی، به error منجر شوند است. Fault های اخیر شامل این موارد است (۱) fault های فیزیکی که از زمان آخرین اعمال نگهداشت پیشگیری کننده رخ داده اند و (۲) fault های توسعه که به error در سیستم های مشابه دیگر منجر شده اند. نگهداشت اصلاحی برای fault های توسعه، معمولاً در این مراحل انجام می شوند: fault ممکن است ابتدا ایزوله شود (مثلاً با دور زدن آن توسط یک وصله تعمیری) قبل از اینکه حذف واقعی کامل شود. این انواع نگهداشت به سیستم های تحمل ناپذیر و تحمل پذیر fault که بصورت online (بدون وقفه در کار سیستم) یا offline (در طی وقفه سرویس) قابل نگهداری هستند، اعمال می شوند.

### پیش بینی fault

پیش بینی fault با یک ارزیابی از رفتار سیستم با توجه به رخداد یا فعال سازی fault، انجام می شود. ارزیابی دو جنبه دارد:

- ارزیابی کیفی یا توصیفی، که هدف از آن، تشخیص، طبقه بندی و درجه بندی حالت های خرابی یا ترکیبات رویدادی است (خرابی اجزا یا شرایط محیطی) که ممکن است به خرابی سیستم منجر شوند.
- ارزیابی کمی یا احتمالی، که هدف از آن ارزیابی محدوده ای که در آن برخی ویژگیها برآورده می شوند بصورت احتمالاتی است. این ویژگیها بصورت مقیاس و معیار نگرینده می شوند.

روشهای ارزیابی کیفی و کمی یا اختصاصی هستند (مثلاً تحلیل حالت و اثر خرابی برای ارزیابی کیفی یا زنجیره های مارکف و شبکه های

ملاحظه خروجی های تست و تصمیم به اینکه آیا آنها شرایط درستی یابی را برآورده می کنند بعنوان مسأله تدبیر شناخته می شود. شرایط تدبیر ممکن است به کل مجموعه خروجی ها یا به یک تابع فشرده از آنها اعمال شود. موقع تست fault های فیزیکی، نتایج - فشرده یا نه - مورد انتظار از سیستم تحت تست برای یک دنباله ورودی مفروض، یا با شبیه سازی یا از یک سیستم مرجع (واحد طلایی) بدست می آید. برای fault های توسعه، مرجع، معمولاً توصیفات است. مرجع می تواند یک نمونه اولیه یا یک پیاده سازی دیگر از همان توصیف در حالت تنوع طراحی (تست پشت به پشت) نیز باشد.

روشهای درستی یابی، می توانند بصورت ترکیبی استفاده گردند. مثلاً اجرای نمادین ممکن است برای تسهیل تعیین الگوهای تست استفاده شود، اثبات قضیه می تواند برای بررسی خصوصیات مدل های حالت نامحدود استفاده شود و تست تحولی (جهشی) می تواند برای مقایسه راهکارهای گوناگون تست کردن استفاده شود.

از آنجا که درستی یابی باید در طی توسعه سیستم انجام شود، تکنیک های بالا به شکل های مختلفی که یک سیستم در طی توسعه بخود می گیرد، قابل اعمال است: نمونه اولیه، جزء و غیره.

تکنیک های بالا همچنین به درستی یابی مکانیزم های تحمل پذیری fault نیز اعمال می گردند (مخصوصاً (۱) درستی یابی ایستای صریح و (۲) تست هایی که ملزم می دارند تا fault ها یا errorها، قسمتی از الگوهای تست باشند و معمولاً تریق fault نامیده می شوند.

درستی یابی اینکه سیستم از آنچه مشخص شده است نمی تواند بیشتر انجام دهد، معمولاً با توجه به اینکه سیستم چه کارهایی را نباید انجام دهد و در نتیجه با توجه با ایمنی و امنیت (مثلاً تست نفوذ) مهم است.

پتری برای ارزیابی کمی) یا می‌تواند برای انجام هر دو نوع ارزیابی استفاده شوند (مثلا بلاک دیاگرام های اطمینان پذیری یا درخت های fault).

دو روش اصلی برای پیش بینی احتمالی fault، که هدف از آنها بدست آوردن تخمین های احتمالی است، مثل کردن و تست کردن (ارزیابی) است. این دو روش، مکمل هستند زیرا که مدل کردن نیاز به داده هایی از فرایند های اصلی مدل شده دارد (فرایند خرابی، فرایند نگهداشت، فرایند فعال سازی سیستم) که ممکن است یا بوسیله تست کردن یا پردازش داده های خرابی بدست آیند.

مدل کردن می‌تواند با توجه به این موارد انجام گردد: (۱) fault های فیزیکی، (۲) fault های توسعه یا (۳) ترکیبی از هر دو. با اینکه مدل کردن معمولا با توجه به fault های غیر مغرضانه انجام می‌گردد، تلاش برای مدل کردن با توجه به fault های مغرضانه، با ارزش است. مدل کردن از دو مرحله تشکیل شده است:

- ایجاد یک مدل برای سیستم از فرایندهای تصادفی اولیه که رفتار اجزا سیستم و تعامل آنها بایکدیگر را مدل می‌کند. این فرایندهای تصادفی اولیه به خرابی، به ترمیم سرویس، شامل تعمیر و احتمالا به چرخه وظیفه سیستم یا مراحل فعال سازی مرتبط می‌باشند.
- پردازش مدل برای بدست آوردن عبارات و مقادیر مقیاسها و معیارهای اتکاپذیری سیستم.

عموما، چندین سرویس و دو یا بیشتر حالت سرویس می‌توانند از هم تمایز داده شوند، مثلا از

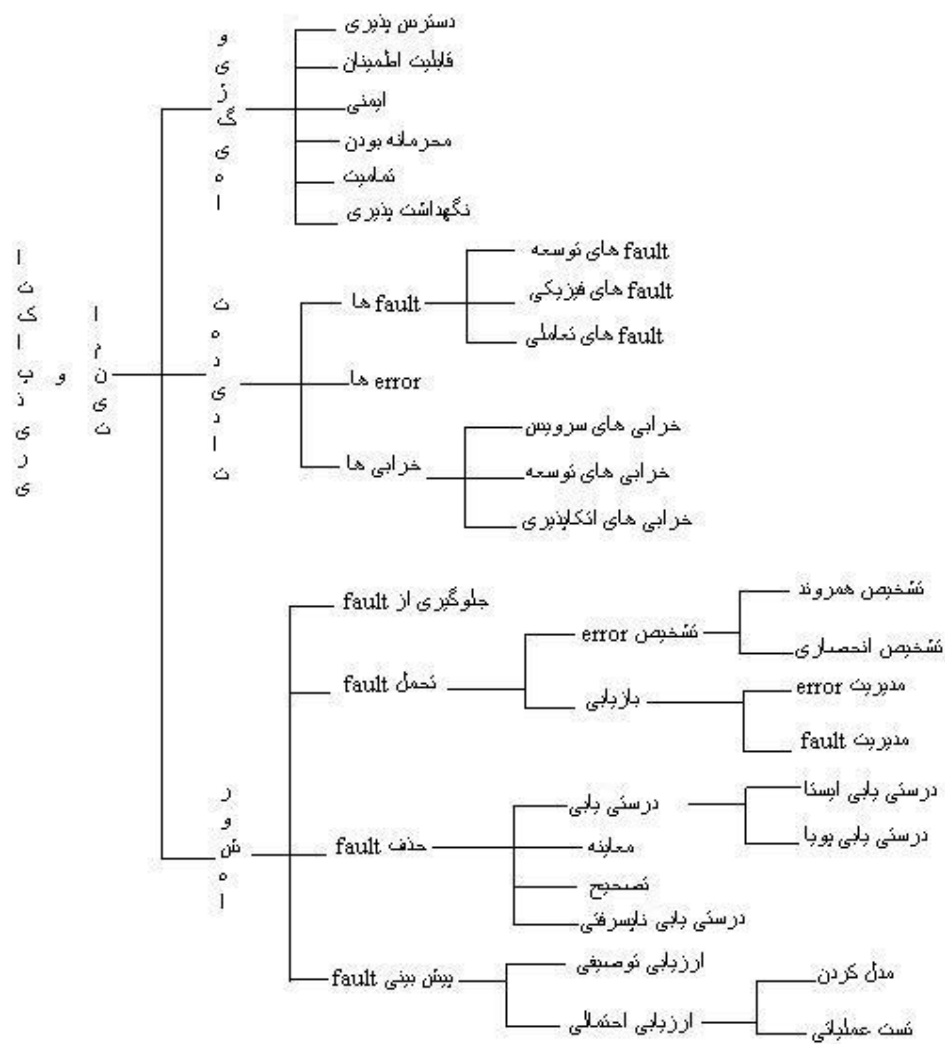
سرویس با ظرفیت کامل گرفته تا سرویس اضطراری. این حالتها ارائه سرویسهای کامل کمتر و کمتری را متمایز می‌کنند. معیارهای وابسته به کارایی برای اتکاپذیری معمولا در مفهوم قابلیت اجرا خلاصه می‌شوند.

مدلهای رشد اطمینان پذیری چه برای سخت افزار، چه نرم افزار و چه برای هر دو، بمنظور پیش بینی اطمینان پذیری از روی داده های خرابی های قبلی سیستم، بکار می‌روند.

تست کردن ارزیابی می‌تواند با استفاده از نقطه نظرهای مطابقتی، عملکردی، غیر fault گرا و آماری توصیف گردد. یک نکته مهم اینست که نمایه ورودی باید نمایانگر نمایه عملیاتی باشد؛ لذا اسم معمول تست ارزیابی، تست عملیاتی است.

موقع ارزیابی کردن سیستم های تحمل پذیر fault، دربرگیرندگی بدست آمده از مکانیزم های مدیریت error و fault یک تاثیر قوی بر معیارهای اتکاپذیری دارد. ارزیابی دربرگیرندگی می‌تواند توسط مدل کردن یا تست کردن یعنی تخریبی fault انجام گردد.

مفهوم محک اتکاپذیری و امنیت، که رویه ای برای تعیین معیارهای رفتارهای یک سیستم کامپیوتری در حضور fault است، اتحاد تکنیک های گوناگون پیش بینی fault را در یک چهارچوب واحد فراهم می‌آورد. چنین محکی این موارد را امکان پذیر می‌سازد: (۱) توصیف اتکاپذیری و امنیت یک سیستم و (۲) مقایسه راه حل های متفاوت یا رقیب برحسب یک یا چند ویژگی.



شکل ۱۰

# بخش دوم

در این بخش، معانی واژگان اصلی و مترادف های آنها، بر اساس واژه نامه های لاتین، همراه با توضیح فارسی آورده می شود.



## Fault

مسئولیت یک وضعیت یا رویداد بد	fault	۱	اسم
(زمین شناسی)، شکافی در پوسته زمین که بر اثر تغییر مکان یک سطح نسبت به سطح دیگر بوجود می آید.	Fault زمین شناسی، جابجایی، گسل، شکست.	۲	
خصوصیت ناکافی بودن یا فقدان کفایت و کمال لازم	Fault بی کفایتی	۳	
عمل غلطی بدلیل قضاوت اشتباه، نادانی و جهل یا بی توجهی	Fault اشتباه، error	۴	
نقصی در یک دستگاه یا ماشین	Fault نقص، عیب	۵	
(ورزش) ضربه ای که غیر مجاز باشد (مثلا تویی که بیرون از محوطه مجاز می افتد)	fault	۶	
(الکترونیک) خرابی تجهیزاتی بعلت معایبی در مدار (اتصال سست، خرابی عایق، یا اتصال کوتاه)	fault	۷	
ایراد اتهام و مقصر دانستن و عیبجویی	Fault مقصر دانستن	۱	فعل

Responsibility for a bad situation or event مسئولیت یک وضعیت یا رویداد بد	معنی ۱
"it was John's fault" "تقصیر علی بود"	مثال
<a href="#">responsible ness</a> , <a href="#">responsibility</a> مسئولیت، پاسخدهی	گسترده تر
<a href="#">fault</a>	افعال

(Geology) a crack in the earths crust resulting from the displacement of one side with respect to the other. (زمین شناسی)، شکافی در پوسته زمین که بر اثر تغییر مکان یک سطح نسبت به سطح دیگر بوجود می آید.	معنی ۲
"they built it right over a geological fault" "آنها خانه خود را درست روی یک گسل بنا کردند"	مثال
<a href="#">break</a> , <a href="#">fracture</a> , <a href="#">shift</a> , <a href="#">geological fault</a> گسل زمین شناسی، جابجایی، گسل، شکست.	مترادف
<a href="#">geology</a> زمین شناسی	حوزه
<a href="#">fault line</a> خط گسل	اجزا
<a href="#">strike-slip fault</a> ; <a href="#">San Andreas Fault</a> ; <a href="#">inclined fault</a> ; <a href="#">Denali Fault</a> گسل دناالی، گسل مایل، گسل سن آندره،	محدودتر
<a href="#">scissure</a> , <a href="#">fissure</a> , <a href="#">crevice</a> , <a href="#">cleft</a> , <a href="#">crack</a> شکاف، ترک، درز، شیار، چاک	گسترده تر

The quality of being inadequate or falling short of perfection. خصوصیت ناکافی بودن یا فقدان کفایت و کمال لازم	معنی ۳
"he knew his own faults much better than she did"	مثال

"علی معایب و کاستی های خود را خیلی بهتر از فاطمه دانست"	
<a href="#">demerit</a> بی کفایتی	مترادف
<a href="#">virtue, merit</a> شایستگی، درستی	متضاد

A wrong action attributable to bad judgment or ignorance or inattention. عمل غلطی بدلیل قضاوت اشتباه، نادانی و جهل یا بی توجهی	معنی ۴
"I could understand his English in spite of his grammatical faults" "من می توانم انگلیسی او را علیرغم اشتباه های دستوری اش بفهمم"	مثال
<a href="#">error, mistake</a> اشتباه و error	مترادف
<a href="#">stain, spot, smirch, smear, blot</a> عیب، آلودگی، ننگ، لکه دار، آرایش	محدودتر
<a href="#">nonachievement, nonaccomplishment</a> انجام ندادن، دست نیافتن	گسترده تر
<a href="#">fault</a>	افعال

An imperfection in a device or machine. نقصی در یک دستگاه یا ماشین	معنی ۵
<a href="#">flaw, defect</a> نقص، عیب	مترادف
<a href="#">hole; glitch, bug</a> اشکال، کاستی، حفره	محدودتر
<a href="#">imperfectness, imperfection</a> نقص، معیوب بودن	گسترده تر

(Sports) a serve that is illegal (e.g., that lands outside the prescribed area). (ورزش) ضربه ای که غیر مجاز باشد (مثلا تویی که بیرون از محوطه مجاز می افتد)	معنی ۶
"he served too many double faults" "او خطا دوگانه های زیادی را زد (تنیس)"	مثال
<a href="#">lawn tennis, tennis; badminton</a> بدمینتون، تنیس، تنیس روی چمن	حوزه
<a href="#">footfault; double fault</a> خطا دوگانه، خطای پا	محدودتر
<a href="#">service, serve</a> ضربه، سرویس	گسترده تر

(Electronics) equipment failure attributable to some defect in a circuit (loose connection or insulation failure or short circuit etc.). (الکترونیک) خرابی تجهیزاتی بعلمت معایبی در مدار (اتصال سست، خرابی عایق، یا اتصال کوتاه)	معنی ۷
"it took much longer to find the fault than to fix it"	مثال

"پیدا کردن عیب دستگاه، خیلی بیشتر از تعمیر آن طول کشید"	
<a href="#">electronics</a> الکترونیک	حوزه
<a href="#">equipment failure, breakdown</a> از کار افتادگی، خرابی تجهیزاتی	گسترده تر

Put or pin the blame on. ایراد اتهام و مقصر دانستن و عیبجویی	معنی ۱
Somebody ----s something; Somebody ----s somebody; Something ---s somebody; Something ----s something; Somebody ----s somebody with something فلانی، فلان چیز را مقصر می داند؛ فلانی، فلان کس را ...، فلان چیز، فلان کس را...؛ فلان چیز، فلان چیز را...؛ فلانی، فلان کس را با فلان چیز...	الگو
<a href="#">blame</a> مقصر دانستن	مترادف
<a href="#">accuse, charge</a> حمله، اتهام	گسترده تر
<a href="#">free, justify, absolve</a> اعلام بی تقصیری، ذیحق دانستن، رها کردن	متضاد
<a href="#">fault; fault</a>	اسم ها

## Responsibility

نیروی اجتماعی که فرد را به وظایف و طرز عمل های خواسته شده از طرف آن نیرو مقید می سازد.	Responsibility ، وظیفه، التزام	۱	اسم
احاطه یا وسعت مناسب فعالیت های فرد	Responsibility ، محدوده	۲	
نوعی از قابلیت اعتماد و درستکاری	Responsibility ، پاسخدهی	۳	

The social force that binds you to your obligations and the courses of action demanded by that force. نیروی اجتماعی که فرد را به وظایف و طرز عمل های خواسته شده از طرف آن نیرو مقید می سازد.		معنی ۱
"every right implies a responsibility" "هر حقی، وظیفه ای را به همراه دارد"		مثال
<a href="#">obligation, duty</a> وظیفه، التزام		مترادف
<a href="#">safekeeping, keeping, guardianship; job</a> شغل، قیمومیت، نگهداری، حفاظت (از امانت)		محدودتر
<a href="#">social control</a> کنترل اجتماعی		گسترده تر

The proper sphere or extent of your activities. احاطه یا وسعت مناسب فعالیت های فرد	معنی ۲
---	--------

<a href="#">province</a> محدوده	مترادف
<a href="#">ecclesiastical province</a> بخش کلیسایی (اجتماعی)	محدودتر
<a href="#">arena</a> , <a href="#">field</a> , <a href="#">orbit</a> , <a href="#">area</a> , <a href="#">domain</a> , <a href="#">sphere</a> احاطه، قلمرو، ناحیه، محدوده، میدان، پهنه	گسترده تر

A form of trustworthiness. The trait of being answerable to someone for something or being responsible for one's conduct. نوعی از قابلیت اعتماد و درستکاری؛ خصیصه جوابگو بودن به کسی برای چیزی یا مسؤل رفتار کسی بودن	معنی ۳
"he holds a position of great responsibility" "او منصبی دارد که باید بسیار پاسخگو باشد"	مثال
<a href="#">responsibleness</a> پاسخدهی	مترادف
<a href="#">irresponsible</a> ; <a href="#">responsible</a> پاسخگو، وظیفه شناس	صفت ها
<a href="#">answerableness</a> , <a href="#">answerability</a> , <a href="#">accountability</a> ; <a href="#">fault</a> fault، جوابگویی، پاسخگویی، التزام	محدودتر
<a href="#">trustiness</a> , <a href="#">trustworthiness</a> قابلیت اعتماد و درستکاری، قابلیت اطمینان	گسترده تر
<a href="#">irresponsibleness</a> , <a href="#">irresponsibility</a> ناپاسخگویی، ناپاسخدهی	متضاد

## **Nonaccomplishment**

An act that does not achieve its intended goal. عملی که به هدف مورد نظر خود نمی رسد.	معنی
<a href="#">nonachievement</a> دست نیافتن	مترادف
<a href="#">fault</a> , <a href="#">error</a> , <a href="#">mistake</a> ; <a href="#">failure</a> خرابی، اشتباه، error، fault	محدودتر
<a href="#">human activity</a> , <a href="#">human action</a> , <a href="#">act</a> عمل، عمل انسانی، فعالیت انسانی	گسترده تر

## Imperfection

The state or an instance of being imperfect. حالت یا نمونه ناقص و ناتمام بودن.	معنی
<a href="#">imperfectness</a> معیوب بودن	مترادف
<a href="#">weakness, failing</a> خراب بودن، ضعف	محدودتر
<a href="#">flawlessness, perfection</a> کمال، بی عیب بودن	متضاد

## Breakdown

منقطع شدن یک رویه معمول که دیگر نتواند به کار خود ادامه دهد.	۱	اسم
از کار افتادگی روحی یا فیزیکی	۲	
انقطاع یک عملیات عادی	۳	
تحلیلی در حوزه های دوبرو ناسازگار	۴	

The act of disrupting an established order so it fails to continue. منقطع شدن یک رویه معمول که دیگر نتواند به کار خود ادامه دهد.	معنی ۱
"his warning came after the breakdown of talks in London" "اخطار او در پی شکست مذاکرات لندن رسید"	مثال
<a href="#">dislocation</a> انقطاع (شکست)	مترادف
<a href="#">perturbation, disruption</a> اختلال، قطع	گسترده تر
<a href="#">break down</a> در هم شکستن (فروریختن)	افعال

A mental or physical breakdown. از کار افتادگی روحی یا فیزیکی	معنی ۲
<a href="#">crack-up</a> در هم شکستگی	مترادف
<a href="#">nervous breakdown</a> از کار افتادگی عصبی	محدودتر
<a href="#">collapse</a> فروریختن (متلاشی شدن)	گسترده تر
<a href="#">break down; break down</a> در هم شکستن (فروریختن)	افعال

A cessation of normal operation. انقطاع یک عملیات عادی	معنی ۳
"there was a power breakdown" "یک قطع برق رخ داد"	مثال
<a href="#">equipment failure</a> خرابی تجهیزاتی	مترادف
<a href="#">engine failure; brake failure</a> خرابی موتور، خرابی ترمز	محدودتر
<a href="#">failure</a> خرابی	گسترده تر
<a href="#">break down</a> در هم شکستن (فروریختن)	افعال

An analysis into mutually exclusive categories. تحلیلی در حوزه های دوتایی ناسازگار	معنی ۴
<a href="#">partitioning</a> جزء بندی	مترادف
<a href="#">resolving, resolution</a> برطرف سازی، تفکیک پذیری	محدودتر
<a href="#">analytic thinking, analysis</a> تفکر تحلیلی، تحلیل	گسترده تر
<a href="#">break down</a> در هم شکستن (فروریختن)	افعال

### Equipment Failure

A cessation of normal operation. انقطاع یک عملیات عادی	معنی
<a href="#">breakdown</a> از کار افتادگی	مترادف
<a href="#">power, power outage; outage, misfire; engine failure; brake failure failure</a> خرابی تغذیه، قطع برق، قطعی، در نرفتن (گلوله)، خرابی موتور، خرابی ترمز	محدودتر
<a href="#">failure</a> خرابی	گسترده تر

### Accuse

به کسی تهمت زدن	accuse، متهم کردن، مقصر قلمداد کردن، متهم به جنایت کردن	۱	فعل
مقصر دانستن، نسبت خطاکاری یا سوء رفتار به کسی دادن	accuse، حمله	۲	

معنی ۱	Bring an accusation against. Level a charge against. به کسی تهمت زدن، کسی را هدف حمله قرار دادن.
الگو	Somebody ----s somebody; Somebody ----s somebody of something فلانی، فلان کس را تهمت می زند، فلانی به فلان کس بخاطر فلان چیز...
مترادف	<a href="#">criminate</a> , <a href="#">incriminate</a> , <a href="#">impeach</a> متهم کردن، مقصر قلمداد کردن، متهم به جنایت کردن
محدودتر	<a href="#">arraign</a> ; <a href="#">upbraid</a> , <a href="#">reproach</a> سرزنش، ملامت، احضار نمودن (به دادگاه)
گسترده تر	<a href="#">accuse</a> , <a href="#">charge</a> حمله، اتهام

معنی ۲	Blame for; make a claim of wrongdoing or misbehavior against. مقصر دانستن، نسبت خطاکاری یا سوء رفتار به کسی دادن
الگو	Somebody ----s somebody فلانی، فلان کس را...
مدل	They want to accuse the prisoners آنها می خواهند به زندانیان اتهام وارد کنند.
مترادف	<a href="#">charge</a> حمله
متضمن آن است	<a href="#">arraign</a> احضار نمودن
محدودتر	<a href="#">fault</a> , <a href="#">blame</a> مقصر دانستن، fault

## Charge

۱	charge، شکایت	(حقوق جزایی) دادخواستی که تقصیر یا گناهی را شرح می دهد.
۲	charge،	هزینه پرداخت شده برای کالا یا خدمات
۳	charge، اتهام	ادعای اینکه شخصی محکوم به fault یا گناهی است
۴	charge، صورتحساب	درخواست پرداخت بدهی
۵	charge،	هجوم شدید بر سر کسی یا چیزی
۶	charge، بار الکتریکی	مقدار بار نامتوازن (مثبت یا منفی) در جسمی و بصورت ازدیاد یا کمبود الکترون تفسیر می گردد.
۷	charge،	تعهدات مالی (مثلا مالیات)
۸	charge،	شخصی که به مواظبت از کسی گماشته شده.
۹	charge، تیمار، سرپرستی، نگهداری	توجه و مدیریت که تلویحا به معنای مسولیت حفظ ایمنی می باشد.
۱۰	charge، مأموریت، تصدی	گمارش خاصی که به یک شخص یا گروه داده می شود.
۱۱	charge، تصدی، دستور	ابلاغ رسمی یک فرمان یا دستور برای انجام چیزی یا کاری

مقداری مواد منفجره که در زمان معینی عمل می کند.	charge، فوران کننده، بار فوران کننده، بار منفجرشونده	۱۲	
رهایی سریع یک نیروی موثر انباشته	charge، ضربه، اخراج، ازدحام، تخلیه، هیجان، لگد	۱۳	

(Criminal law) a pleading describing some wrong or offense. (حقوق جزایی) دادخواستی که تقصیر یا گناهی را شرح می دهد.	معنی ۱
"he was arrested on a charge of larceny" "او به اتهام سرقت، دستگیر شد"	مثال
<u>complaint</u> شکایت	مترادف
<u>criminal law</u> (حقوق جزایی)	حوزه
<u>bill of indictment, indictment</u> اعلام جرم، لایحه اعلام جرم	جزیی از
<u>accusal, accusation</u> اتهام، تهمت	محدودتر
<u>pleading</u> دادخواهی	گسترده تر

The price charged for some article or service. هزینه پرداخت شده برای کالا یا خدمات	معنی ۲
"the admission charge" "هزینه پذیرش"	مثال
<u>depreciation charge; carrying charge</u> هزینه حمل، هزینه استهلاک	محدودتر
<u>cost</u> بها(هزینه)	گسترده تر

An assertion that someone is guilty of a fault or offence. ادعای اینکه شخصی محکوم به fault یا گناهی است	معنی ۳
"the newspaper published charges that Jones was guilty of drunken driving" "مطبوعات ادعاهایی را مبنی بر رانندگی جونی در حال مستی، منتشر کرده اند"	مثال
<u>accusation</u> اتهام	مترادف
<u>countercharge</u> قصاص	محدودتر
<u>asseveration, averment, assertion</u> ادعا، اظهار قطعی، اظهار جدی	گسترده تر

Request for payment of a debt.	معنی ۴
--------------------------------	--------



درخواست پرداخت بدهی	
"they submitted their charges at the end of each month" "آنها مطالبات هزینه خود را آخر هر ماه می فرستند"	مثال
<a href="#">billing</a> صدور صورتحساب	مترادف
<a href="#">presentment</a> ارائه	محدودتر
<a href="#">asking, request</a> تقاضا، خواهش	گسترده تر

An impetuous rush toward someone or something. هجوم شدید بر سر کسی یا چیزی	معنی ۵
"the wrestler's charge carried him past his adversary"; "the battle began with a cavalry charge" "هجوم کشتی گیر باعث شد از حریفش ببرد؛ جنگ با حمله سواره نظام آغاز گردید"	مثال
<a href="#">countercharge</a> قصاص	محدودتر
<a href="#">onrush, onset, onslaught, attack</a> افند، یورش، تاخت و تاز، حمله	گسترده تر

The quantity of unbalanced electricity in a body (either positive or negative) and construed as an excess or deficiency of electrons. مقدار بار نامتوازن (مثبت یا منفی) در جسمی و بصورت از دیداد یا کمبود الکترون تفسیر می گردد.	معنی ۶
"the battery needed a fresh charge" "باتری به پرکردن نیاز دارد"	مثال
<a href="#">electric charge</a> بار الکتریکی	مترادف
<a href="#">negative charge; positive charge; electrostatic charge</a> بار الکترواستاتیک، بار مثبت، بار منفی	محدودتر
<a href="#">electrical phenomenon</a> پدیده الکتریکی	گسترده تر

Financial liabilities (such as a tax). تعهدات مالی (مثلا مالیات)	معنی ۷
"the charges against the estate" "مالیات ملک و دارایی"	مثال
<a href="#">revenue enhancement, taxation, tax</a> مالیات، وضع مالیات، اضافه درآمد	حوزه
<a href="#">assessment; incumbrance, encumbrance; levy</a> خراج، قید، پاکیری، تعیین مالیات	محدودتر
<a href="#">liabilities</a> تعهدات	گسترده تر

A person committed to your care.	معنی ۸
----------------------------------	--------

شخصی که به مواظبت از کسی گماشته شده.	
"the teacher led her charges across the street" "معلم، گذشتن او از خیابان را بر عهده گرفت"	مثال
<u>dependent, dependant</u> وابسته، متکی	گسترده تر

Attention and management implying responsibility for safety. توجه و مدیریت که تلویحا به معنای مسولیت حفظ ایمنی می باشد.	معنی ۹
<u>guardianship, tutelage, care</u> نیمار، سرپرستی، نگهداری	مترادف
<u>reasonable care, ordinary care, due care</u> توجه مقتضی، توجه عادی، توجه معقول	محدودتر
<u>protection</u> محافظت	گسترده تر

A special assignment that is given to a person or group. گمارش خاصی که به یک شخص یا گروه داده می شود.	معنی ۱۰
"his charge was deliver a message" "مأموریت او رساندن یک پیغام بود"	مثال
<u>commission, mission</u> مأموریت، تصدی	مترادف
<u>mission impossible; fool's errand</u> دنبال نخود سیاه، مأموریت غیر ممکن	محدودتر
<u>duty assignment, assignment</u> گمارش، تعیین تکلیف	گسترده تر

A formal statement of a command or injunction to do something. ابلاغ رسمی یک فرمان یا دستور برای انجام چیزی یا کاری	معنی ۱۱
"the judge's charge to the jury" "ابلاغ قاضی به هیئت منصفه"	مثال
<u>direction, commission</u> تصدی، دستور	مترادف
<u>misdirection</u> راهنمایی غلط	محدودتر
<u>dictation, bidding, bid, command</u> دستور، فرمایش، امر، دیکته (دستورات به زور)	گسترده تر

A quantity of explosive to be set off at one time. مقداری مواد منفجره که در زمان معینی عمل می کند.	معنی ۱۲
"this cartridge has a powder charge of 50 grains" "فشنگ، ۵۰ دانه باروت دارد"	مثال
<u>explosive charge, bursting charge, burster</u> فوران کننده، بار فوران کننده، بار منفجرشونده	مترادف

<a href="#">rocket propellant</a> , <a href="#">rocket fuel</a> ; <a href="#">shot</a> شلیک، سوخت موشک، محرکه موشک	محدودتر
<a href="#">explosive</a> منفجر شونده	گسترده تر

The swift release of a store of affective force. رهایی سریع یک نیروی موثر انباشته	معنی ۱۳
<a href="#">kick</a> , <a href="#">thrill</a> , <a href="#">flush</a> , <a href="#">rush</a> , <a href="#">boot</a> , <a href="#">bang</a> ضربه، اخراج، ازدحام، تخلیه، هیجان، لگد	مترادف
<a href="#">excitement</a> , <a href="#">exhilaration</a> نشاط، شور و تہییج	گسترده تر

## Error

عمل غلطی بعلت قضاوت بد یا نادانی و جهل یا بی توجهی	error fault، اشتباه	۱	اسم
نادرستی سهوی و غیر عمدی	error، غلط بودن	۲	
تصور غلطی که از اطلاعات نادرست بدست آمده است.	error، باور غلط	۳	
(بیس بال) کوتاهی یک بازیکن مدافع در بیرون انداختن توپ وقتی که بازی عادی می توانست کافی باشد.	error، بازی بد	۴	
انحراف از اخلاقیات	error، خطا کاری	۵	
(علوم کامپیوتر) بوجود آمدن یک نتیجه غلط از یک کامپیوتر.	error، کامپیوتری	۶	
قسمتی از گفته که صحیح نیست.	error، اشتباه	۷	

A wrong action attributable to bad judgment or ignorance or inattention. عمل غلطی بعلت قضاوت بد یا نادانی و جهل یا بی توجهی	معنی ۱
"she was quick to point out my errors" "او خیلی سریع به خطاهای من اشاره کرد"	مثال
<a href="#">fault</a> , <a href="#">mistake</a> اشتباه، fault	مترادف
<a href="#">stain</a> , <a href="#">spot</a> , <a href="#">smirch</a> , <a href="#">smear</a> , <a href="#">blot</a> بدنامی، آلودگی، ننگ، لکه دار بودن، آرایش	محدودتر
<a href="#">nonachievement</a> , <a href="#">nonaccomplishment</a> انجام ندادن، دست نیافتن	گسترده تر
<a href="#">err</a> خطا کردن	افعال

Inadvertent incorrectness. نادرستی سهوی و غیر عمدی	معنی ۲
<a href="#">erroneousness</a> غلط بودن	مترادف
<a href="#">deviation</a> انحراف	محدودتر
<a href="#">wrongness</a> , <a href="#">incorrectness</a> نادرستی، غلط بودن	گسترده تر
<a href="#">err</a> خطا کردن	افعال

A misconception resulting from incorrect information. تصور غلطی که از اطلاعات نادرست بدست آمده است.	معنی ۳
<a href="#">erroneous belief</a> باور غلط	مترادف
<a href="#">misconception</a> تصور غلط	گسترده تر

معنی ۴	(Baseball) a failure of a defensive player to make an out when normal play would have sufficed. (بیس بال) کوتاهی یک بازیکن مدافع در بیرون انداختن توپ وقتی که بازی عادی می توانست کافی باشد.
مترادف	<a href="#">misplay</a> بازی بد
حوزه	<a href="#">baseball game</a> , <a href="#">baseball</a> بیس بال، بازی بیس بال
گسترده تر	<a href="#">failure</a> خرابی

معنی ۵	Departure from what is ethically acceptable. انحراف از اخلاقیات
مترادف	<a href="#">wrongdoing</a> خطا کاری
گسترده تر	<a href="#">evilness</a> , <a href="#">evil</a> بد و زیان آور، بدی

معنی ۶	(Computer science) the occurrence of an incorrect result produced by a computer. (علوم کامپیوتر) بوجود آمدن یک نتیجه غلط از یک کامپیوتر.
مترادف	<a href="#">computer error</a> خطای کامپیوتری
حوزه	<a href="#">computing</a> , <a href="#">computer science</a> علوم کامپیوتر، محاسبات
محدودتر	<a href="#">algorithm error</a> ; <a href="#">programming error</a> ; <a href="#">software error</a> ; <a href="#">hardware error</a> خطای سخت افزاری، خطای نرم افزاری، خطای برنامه نویسی، خطای الگوریتم
گسترده تر	<a href="#">natural event</a> , <a href="#">occurrence</a> , <a href="#">happening</a> پیشامد، رخداد، رویداد طبیعی

معنی ۷	Part of a statement that is not correct. قسمتی از گفته که صحیح نیست.
مثال	"the book was full of errors" "کتاب پر از اشتباه بود"
مترادف	<a href="#">mistake</a> اشتباه
محدودتر	<a href="#">literal</a> , <a href="#">typo</a> , <a href="#">typographical error</a> , <a href="#">erratum</a> , <a href="#">misprint</a> ; <a href="#">corrigendum error</a> غلطنامه، غلط چاپی، غلطنامه، خطای چاپی، خطای تایپ، خطای تحت اللفظی
گسترده تر	<a href="#">misstatement</a> اظهار غلط

## Incorrectness

اسم	۱	incorrectness	عدم انطباق با توقعات اجتماعی
	۲	incorrectness، غلط بودن	کیفیت مطابقت نکردن با واقعیت و حقیقت

معنی ۱	Lack of conformity to social expectations. عدم انطباق با توقعات اجتماعی
محدودتر	<a href="#">political incorrectness</a> سرپیچی سیاسی
گسترده تر	<a href="#">improperness, impropriety</a> ناشایستگی، بی تناسبی
متضاد	<a href="#">correctness</a> درستی

معنی ۲	The quality of not conforming to fact or truth. کیفیت مطابقت نکردن با واقعیت و حقیقت.
مترادف	<a href="#">wrongness</a> غلط بودن
محدودتر	<a href="#">error, erroneousness</a> غلط بودن، خطا
گسترده تر	<a href="#">quality</a> کیفیت
متضاد	<a href="#">rightness, correctness</a> درستی، راستی

## Wrongness

اسم	۱	wrongness، نامناسبی (بیموردی)	رفتار نامناسب
	۲	wrongness	تضاد با وجدان یا اخلاق
	۳	wrongness، نادرستی	کیفیت مطابقت نکردن با واقعیت و حقیقت.

معنی ۱	Inappropriate conduct. رفتار نامناسب.
مترادف	<a href="#">inappropriateness</a> نامناسبی (بیموردی)
گسترده تر	<a href="#">improperness, impropriety</a> ناشایستگی، بی تناسبی
متضاد	<a href="#">rightness, appropriateness</a> تناسب، راستی

Contrary to conscience or morality. تضاد با وجدان یا اخلاق.	معنی ۲
<a href="#">immorality</a> بداخلاقی (فساد)	گسترده تر
<a href="#">rightness</a> راستی	متضاد

The quality of not conforming to fact or truth. کیفیت مطابقت نکردن با واقعیت و حقیقت.	معنی ۳
<a href="#">incorrectness</a> نادرستی	مترادف
<a href="#">error, erroneousness</a> غلط بودن، خطا	محدودتر
<a href="#">quality</a> کیفیت	گسترده تر
<a href="#">rightness, correctness</a> درستی، راستی	متضاد

## Misconception

An incorrect conception. ادراک نادرست	معنی
<a href="#">erroneous belief, error, false belief, fallacy</a> سفسطه، باور غلط، خطا، باور نادرست	محدودتر
<a href="#">thought, idea</a> اندیشه (ایده)، گمان (فکر)	گسترده تر
<a href="#">construct, conception, concept</a> مفهوم، ادراک، ساختار (مفهوم)	متضاد
<a href="#">misconceive</a> بدفهمیدن	افعال

## Evil

بد یا غلط از نظر اخلاقی	evil، شریر	۱	صفت
داشتن طبیعت خبیثت و گناه	evil، تباه شده، بدطینت	۲	
متمایل به آسیب زیاد رساندن	evil، مضر، آسیب رسان	۳	
داشتن یا اعمال کردن تأثیر خطرناک و بدخیم	evil، مودی، بدخواه، بدنهاد	۴	
رفتار مخالف و بر علیه اخلاقیات	evil، فساد، ناپکاری، شرارت	۱	اسم
آنچه که باعث آسیب یا تباهی یا بدبختی می گردد.	evil	۲	
کیفیت غلط بودن از نظر اخلاقی در حقیقت یا در عمل.	evil، بدی	۳	

Morally bad or wrong. بد یا غلط از نظر اخلاقی	معنی ۱
"evil purposes"; "an evil influence"; "evil deeds" "مقاصد شریرانه"، "تأثیر بد"، "کردارهای ناشایست"	مثال
<a href="#">wicked</a> شریر	مترادف
<a href="#">good</a> خوب	متضاد
<a href="#">evilly</a> شیطننت آمیز	قید

Having the nature of vice. داشتن طبیعت خباثت و گناه	معنی ۲
<a href="#">vicious, depraved</a> تباه شده، بدطینت	مترادف
<a href="#">wicked</a> شریر	مشابه

Tending to cause great harm. متمایل به آسیب زیاد رساندن.	معنی ۳
<a href="#">injurious, harmful</a> مضر، آسیب رسان	مترادف
<a href="#">malign</a> بدنهاد	مشابه

Having or exerting a malignant influence. داشتن یا اعمال کردن تأثیر خطرناک و بدخیم	معنی ۴
<a href="#">malign, malevolent, malefic</a> مودی، بدخواه، بدنهاد	مترادف
<a href="#">maleficent</a> تبه کار	مشابه

Morally objectionable behavior. رفتار مخالف و بر علیه اخلاقیات	معنی ۱
<a href="#">iniquity, wickedness, immorality</a> فساد، نابکاری، شرارت	مترادف
<a href="#">devilry, deviltry</a> فتنه انگیزی، فتنه	محدودتر
<a href="#">transgression</a> سرپیچی	گسترده تر

That which causes harm or destruction or misfortune. آنچه که باعث آسیب یا تباهی یا بدبختی می گردد.	معنی ۲
"the evil that men do lives after them"	مثال



"تباهی هایی که انسانها بعد از خود باقی می گذارند"	
<a href="#">Four Horsemen</a> (معادل فارسی ندارد، نامی است که گزارشگر ورزشی، گرانتلند رایس، به چهار هافبک تیم فوتبال شکست ناپذیر دانشگاه نوتردام در ۱۹۲۴ داده بود)	محدودتر
<a href="#">badness, bad</a> بد، بدی	گسترده تر

The quality of being morally wrong in principle or practice. کیفیت غلط بودن از نظر اخلاقی درحقیقت یا در عمل.	معنی ۳
"attempts to explain the origin of evil in the world" "تلاشهایی برای توضیح منشأ بدی در جهان"	مثال
<a href="#">evilness</a> بدی	مترادف
<a href="#">malice, malevolency, malevolence</a> بدنهادی، بدخواه، بدنهاد	محدودتر
<a href="#">immorality</a> فساد	گسترده تر
<a href="#">goodness, good</a> خوب، خوبی	متضاد

## Happening

اتفاق افتادن	happening	۱	صفت
رویدادی که اتفاق می افتد	happening، رخداد، رویداد طبیعی	۱	اسم

Taking place. اتفاق افتادن.	معنی ۱
"the parade is still happening" "رژه هنوز در حال انجام است"	مثال

An event that happens. رویدادی که اتفاق می افتد.	معنی ۱
<a href="#">natural event, occurrence</a> رخداد، رویداد طبیعی	مترادف
<a href="#">event</a> رویداد	گسترده تر
<a href="#">happen</a> روی دادن	افعال

## Misstatement

A statement that contains a mistake. گفته ای (اظهاری) که دارای اشتباه باشد.	معنی
<a href="#">malaprop</a> , <a href="#">malapropism</a> ; <a href="#">mistake</a> , <a href="#">error</a> خطا، اشتباه، سوء استعمال کلمات، کسیکه واژه های اشتباه بکار می برد.	محدودتر
<a href="#">statement</a> گفته (اظهار)	گسترده تر
<a href="#">misstate</a> اظهار غلط کردن	افعال

## Failure

عملی که به شکست بیانجامد.	failure	۱	اسم
رویدادی که به هدف مورد نظر خود دست نمی یابد.	failure	۲	
عدم موفقیت	failure	۳	
یک شخص با سابقه شکست	failure، بازنده، ناموفق، فرد ناموفق	۴	
قصور غیر منتظره	failure	۵	
ناتوانی در پرداخت بدهی ها در موقع سر رسید آنها	failure، ورشکستگی	۶	
عدم توانایی برای عملکرد عادی	failure	۷	

An act that fails. عملی که به شکست بیانجامد.	معنی ۱
"his failure to pass the test" "عدم موفقیت او در گذراندن آزمون"	مثال
<a href="#">loss</a> ; <a href="#">naught</a> ; <a href="#">failing</a> خرابی، نیستی، فقدان	محدودتر
<a href="#">nonachievement</a> , <a href="#">nonaccomplishment</a> انجام ندادن، دست نیافتن	گسترده تر

An event that does not accomplish its intended purpose. رویدادی که به هدف مورد نظر خود دست نمی یابد.	معنی ۲
"the surprise party was a complete failure" "این جشن غافلگیری، واقعا ناکام ماند"	مثال
<a href="#">ruination</a> , <a href="#">ruin</a> , <a href="#">downfall</a> افت، نابودی، تباهی	محدودتر
<a href="#">natural event</a> , <a href="#">occurrence</a> , <a href="#">happening</a> پیشامد، رخداد، رویداد طبیعی	گسترده تر
<a href="#">success</a> موفقیت	متضاد

Lack of success. عدم موفقیت.	معنی ۳
"he felt that his entire life had been a failure"; "that year there was a crop failure" "او احساس کرد که کل زندگی اش، یک ناکامی بوده است"; "آن سال، یک شکست در محصول بود"	مثال
<a href="#">bank failure</a> ; <a href="#">bankruptcy</a> ورشکستگی، شکست بانکی	محدودتر
<a href="#">fate</a> , <a href="#">destiny</a> , <a href="#">fortune</a> اقبال، سرنوشت، تقدیر	گسترده تر
<a href="#">success</a> موفقیت	متضاد

معنی ۴	A person with a record of failing. Someone who loses consistently. یک شخص با سابقه شکست. کسی که مرتباً می‌بازد.
مترادف	<a href="#">unsuccessful person</a> , <a href="#">nonstarter</a> , <a href="#">loser</a> بازنده، ناموفق، فرد ناموفق
محدودتر	<a href="#">insolvent</a> , <a href="#">bankrupt</a> ورشکسته، محجور
گسترده تر	<a href="#">unfortunate person</a> , <a href="#">unfortunate</a> بدبخت، فرد بدبخت
متضاد	<a href="#">succeeded</a> , <a href="#">success</a> , <a href="#">winner</a> , <a href="#">achiever</a> کامیاب، برنده، موفقیت، موفق

معنی ۵	An unexpected omission. قصور غیر منتظره.
مثال	"he resented my failure to return his call"; "the mechanic's failure to check the brakes" "او از جواب ندادن من به تماسش خشمگین شد"; "قصور مکانیک در بازبینی ترمزها"
محدودتر	<a href="#">dashing hopes</a> , <a href="#">disappointment</a> یأس، امیدهای پراکنده
گسترده تر	<a href="#">skip</a> , <a href="#">omission</a> قصور، از قلم افتادگی

معنی ۶	Inability to discharge all your debts as they come due. ناتوانی در پرداخت بدهی‌ها در موقع سررسید آنها.
مثال	"fraudulent loans led to the failure of many banks" "وام‌های کلاه بردارانه، بسیاری از بانک‌ها را به ورشکستگی کشاند"
مترادف	<a href="#">bankruptcy</a> ورشکستگی
گسترده تر	<a href="#">insolvency</a> درماندگی (اعسار)

معنی ۷	Loss of ability to function normally. عدم توانایی برای عملکرد عادی.
مثال	"kidney failure" "نارسایی کلیه"
محدودتر	<a href="#">coronary failure</a> , <a href="#">heart failure</a> نارسایی قلبی، انسداد شرایین
گسترده تر	<a href="#">upset</a> , <a href="#">disorder</a> اختلال، آشفتگی

## Omission

اشتباهی که نتیجه اهمال باشد.	omission، قصور	۱	اسم
چیزی که از قلم افتاده باشد.	omission	۲	
هر فرایندی که در آن صداهایی از کلمات و عبارات گفته شده، حذف شده باشد.	omission، حذف	۳	
مسامحه در انجام کاری	omission	۴	

A mistake resulting from neglect. اشتباهی که نتیجه اهمال باشد.	معنی ۱
<a href="#">skip</a> قصور	مترادف
<a href="#">failure</a> خرابی	محدودتر
<a href="#">fault</a> , <a href="#">error</a> , <a href="#">mistake</a> اشتباه، خطا، خرابی	گسترده تر

Something that has been omitted. چیزی که مستثنی شده باشد.	معنی ۲
"she searched the table for omissions" "او میز را برای از قلم افتادگی ها گشت"	مثال
<a href="#">disuse</a> , <a href="#">neglect</a> اهمال، استفاده نکردن	گسترده تر

Any process whereby sounds are left out of spoken words or phrases. هر فرایندی که در آن صداهایی از کلمات و عبارات گفته شده، حذف شده باشد.	معنی ۳
<a href="#">deletion</a> حذف	مترادف
<a href="#">ellipsis</a> ; <a href="#">elision</a> حذف، انداختگی (لغات)	محدودتر
<a href="#">linguistic process</a> فرایند زبان شناختی	گسترده تر

Neglecting to do something. Leaving out or passing over something. مسامحه در انجام کاری. گذشتن یا دریغ از چیزی.	معنی ۴
<a href="#">inadvertence</a> , <a href="#">oversight</a> از نظر افتادگی، بی ملاحظگی	محدودتر
<a href="#">neglect</a> , <a href="#">disregard</a> نادیده گرفتن، اهمال	گسترده تر
<a href="#">omissive</a> حذفی	صفت

## Disorder

اسم	۱	disorder، آشفتگی	وضعیتی که در آن در عملکرد عادی، اختلال وجود دارد.
فعل	۲	disorder، بی نظمی	وضعیتی که اشیا در جای خود نیستند.
	۳	disorder	اغتشاشی در صلح یا نظم عمومی
	۱	disorder، آشفتن، مختل کردن، بی آرام کردن، زحمت دادن، غمگین ساختن، پریشان کردن	برآشفتن ذهن یا ناراحت ساختن یا نگران یا هراسان کردن.
	۲	disorder، اغتشاش	وجود آوردن بی نظمی

معنی ۱	Condition in which there is a disturbance of normal functioning. وضعیتی که در آن در عملکرد عادی، اختلال وجود دارد.
مثال	"the doctor prescribed some medicine for the disorder" "دکتر داروهایی را برای مریضی، تجویز کرد"
مترادف	<a href="#">upset</a> آشفتگی
محدودتر	<a href="#">organic disorder</a> ; <a href="#">functional disorder</a> ; <a href="#">immunological disorder</a> اغتشاش ایمنی شناسی، اختلال عملکردی، اختلال عضوی
گسترده تر	<a href="#">status</a> , <a href="#">condition</a> وضعیت، موقعیت

معنی ۲	A condition in which things are not in their expected places. وضعیتی که اشیا در جای خود نیستند.
مثال	"the files are in complete disorder" "پرونده ها کاملاً جابجا قرار دارند"
مترادف	<a href="#">disorderliness</a> بی نظمی
محدودتر	<a href="#">untidiness</a> ; <a href="#">shambles</a> شلوغی، درهم و برهمی
گسترده تر	<a href="#">status</a> , <a href="#">condition</a> وضعیت، موقعیت
متضاد	<a href="#">order</a> , <a href="#">orderliness</a> نظم، ترتیب

معنی ۳	A disturbance of the peace or of public order. اغتشاشی در صلح یا نظم عمومی.
محدودتر	<a href="#">lawlessness</a> , <a href="#">anarchy</a> بی قانونی، یاغیگری
گسترده تر	<a href="#">state</a> دولت
متضاد	<a href="#">order</a> ترتیب

Disturb in mind or make uneasy or cause to be worried or alarmed. بر آشفتن ذهن یا ناراحت ساختن یا نگران یا هراسان کردن.	معنی ۱
Somebody ----s somebody; Something ----s somebody فلانی، فلان کس را...؛ فلان چیز، فلان کس را...	الگو
<a href="#">distract</a> , <a href="#">cark</a> , <a href="#">trouble</a> , <a href="#">disquiet</a> , <a href="#">unhinge</a> , <a href="#">perturb</a> آشفتن، مختل کردن، بی آرام کردن، زحمت دادن، غمگین ساختن، پریشان کردن	مترادف
<a href="#">vex</a> , <a href="#">worry</a> نگران کردن، رنجاندن	محدودتر
<a href="#">trouble</a> , <a href="#">upset</a> , <a href="#">disturb</a> اغتشاش، آشفته کردن، آزار دادن	گسترده تر

Bring disorder to. وجود آوردن بی نظمی.	معنی ۲
Somebody ----s something; Something ----s something فلانی، فلان چیز را...؛ فلان چیز، فلان چیز را...	الگو
<a href="#">disarray</a> اغتشاش	مترادف
<a href="#">mess up</a> , <a href="#">mess</a> شلوغ کاری، تاراج	محدودتر
<a href="#">modify</a> , <a href="#">alter</a> , <a href="#">change</a> دگرگونی، تغییر دادن، اصلاح کردن	گسترده تر
<a href="#">order</a> ترتیب	متضاد

# بخش سوم

در این بخش معنی واژگان نامزد برای جایگزینی، از روی واژه نامه ها و فرهنگ های فارسی، شرح و توضیح داده می شود.



**عیب.** [ ع ] [ ع ] (ع) آهو، مقابل فرهنگ. (از منتهی الارب) (از آندراج) (از ناظم الاطباء). نقیصه. (اقرب الموارد). بدی. نقص. نقصان. (فرهنگ فارسی معین):

چو بر شاه عیبت بد خواستن  
بباید به خوبی دل آراستن.

فردوسی.

نباشد مرا عیب کز قلبگاه  
برانم شوم پیش روی سپاه.

فردوسی.

همیشه از هر دو جانب چنین مهاده و ملاطفات  
میپوده است که چون به چشم رضا بدان نگرسته  
آید عیب آن پوشیده ماند. (تاریخ بیهقی ص ۹۰۲).  
مردم عیب خویش را نتوانند دانست. (تاریخ  
بیهقی). هرکه از عیب خود نابینا باشد نادانتر  
مردمان باشد. (تاریخ بیهقی ص ۹۲۳). یک عیب  
باشد که هزار هنر بیوشد، و یک هنر باشد که  
صدهزار عیب را. (قابوسنامه، از شاهد صادق).

عیب تن خویش ببایدت دید  
تا نشود جانت گرفتار خویش.

ناصر خسرو.

با هزاران بدی و عیب یکیشان هنر است  
گرچه ایشان چو خر از عیب و هنر بیخبرند.

ناصر خسرو.

بروزگار پیشین در اسب شناختن و هنر و عیب  
ایشان دانستن هیچ گروه به از عجم ندانستند.  
(نوروزنامه). چه بزرگ غبنی و عظیم عیبی باشد  
باقی را به فانی و دایم را به زایل فروختن. (کلیله  
و دمنه). اکنون که تو این مثبت پیوستی اگر  
بازگویم از عیب دور باشد. (کلیله و دمنه). اگر  
خردمندی به قلعه ای پناه گیرد و ثقت افزاید...  
البته به عیبی منسوب نگردد. (کلیله و دمنه).

تو اگر عیب خود همی دانی  
نه ای از عامه بل جهانبانی.

سنایی.

مرد باید که عیب خود ببیند  
بر ره زور و غیبه ننشیند.

سنایی.

عیب باشد به خانه اندر مرد  
مرد را کار و شغل باید کرد.

سنایی.

ما را چه از این گر همه کس بد ببیند  
هر عیب که در ما بود او صد ببیند.

عمادی شهریار.

هست صد عیب طالع را لیک  
یک هنر دیده ام ز طالع خویش.

خاقانی.

هم عیب را به عامل اسرار پرده پوش  
هم غیب را ز عالم اسرار ترجمان.

خاقانی.

چه عجیب آب که گنج شرف است  
عیب آب از سر خویشی پوشد.

خاقانی.

عیب جوانی نپذیرفته اند  
پیری و صد عیب چنین گفته اند.

نظامی.

ضمیرش کاروان سالار غیب است  
توانا را ز دانائی چه عیب است؟

نظامی.

دیده ز عیب دگران کن فراز  
صورت خود بین و در او عیب ساز.

نظامی.

هیچ عاشق عیب معشوق نبیند. (مرزباننامه). آن  
عیب که از یک دروغ گفتن بنشیند، به هزار  
راست برنخیزد. (مرزباننامه).  
گر به عیب خویشتن دانا شوی  
کی به عیب دیگران بینا شوی.

عطار.

ما همه عیبیم چون یابد وصال  
عیب دان در بارگاه غیب دان.

عطار.

عیب باشد کو نبیند جز که عیب  
عیب کی بیند روان پاک غیب.

مولوی.

عیب های سگ بسی او میشمرد  
عیب دان از غیب دان بوئی نبرد.

مولوی.

هرکه عیب دگران پیش تو آورد و شمرد  
بیگمان عیب تو پیش دگران خواهد برد.

سعدی.

تا مرد سخن نگفته باشد  
عیب و هنرش نهفته باشد.

سعدی.

بارخدا یا مهیمنی و مقدر  
وز همه عیبی مقدسی و مبرا.

سعدی.

هرکه سخن نشنود از عیب پوش  
خود شود اندر حق خود عیب کوش.

امیر خسرو دهلوی.

غیب ندانند مگر اهل غیب  
عیب نبینند بجز اهل غیب.

خواجو.

از طعن طاعنان و ملامت عیب جویان به سلامت  
نخواهد بود. (تاریخ قصص ۳۱).

کسی که عیب مرا میکند نهان از من  
اگر چو چشم عزیز است دشمن است مرا.

صائب.

پرده مردم دریدن عیب خود بنمودن است  
عیب خود میپوشد از چشم خلایق عیب پوش.  
صائب

از دیدن عیب دیگران اعمی شو  
در دیدن عیب خویشتن احوال باش.  
واعظ قزوینی

در گفتن عیب دگران بسته زبان باش  
از خوبی خود عیب نمایی دگران باش.  
واعظ قزوینی

عیب مردم فاش کردن بدترین عیبهاست  
عیبگو اول کند بی پرده عیب خویش را.  
آزاد

چشم رضا بپوشد هر عیب را که دید  
چشم حسد پدید کند عیب ناپدید.  
؟ (از امثال و حکم دهخدا).

چون خدا خواهد که پوشد عیب کس  
کم زند در عیب معیوبان نفس.

؟ (از امثال و حکم دهخدا).  
عیب خود از دوستان مپرس که ببیند و نگویند، و  
از دشمنان بجوی که نبینند و گویند. (از امثال و  
حکم دهخدا).

در عیب نظر مکن که بی عیب خداست.  
؟ (از امثال و حکم دهخدا).

آنکس که بعیب خلق پرداخته است  
ز آن است که عیب خویش نشناخته است.  
؟ (امثال و حکم دهخدا).

عیب الکلام تطویل؛ عیب سخن بدرازا کشاندن آن  
است. (علی ع).

- اهل عیب؛ آنکه عیب و نقص دارد. دارنده  
نقص. بآهو :

غیب ندانند مگر اهل غیب  
عیب نبینند بجز اهل عیب.

خواجو  
- پر عیب؛ مملو از عیب. پرنقص. پراهو :  
شعر تو شعر است لیکن باطنش پر عیب و عار  
کرم بسیاری بود در باطن در ثمین.

منوچهری.  
سوی دهر پر عیب من خوار از آنم  
که او سوی من نیز خار است بارش.

ناصر خسرو.  
دهر پر عیبم همچون که تو بگزیدی  
گر مرا تن چو تو پر عیب و عوارستی.  
ناصر خسرو.

کار جهان همچو کار بیهش و مستان  
یکسره ناخوب و پر ز عیب و عوار است.  
ناصر خسرو.

بدنامی و رسوایی. (فرهنگ فارسی معین).  
وصمت. (اقراب الموارد). داغ و لکه و رسوائی و  
بدنامی و آلاش و فضیحت و ننگ و فساد. (ناظم  
الاطباء).

- بی عیب؛ بی داغ. بی لکه. دور از رسوائی و  
بدنامی. دور از نقصان و قصور. دور از ننگ و  
گناه. (از ناظم الاطباء). بی نقص. بی آهو :  
چنین گفت با گردیه شهریار  
که بی عیبی از گردش روزگار.

فردوسی.  
مردمان را عیب مکنید که هیچکس بی عیب  
نیست. (تاریخ بیهقی ص ۹۳۳). هرکه بی عیب  
نباشد وی را ملامت نرسد و هیچکس بی عیب  
نباشد. (کیمیای سعادت).

پاک و بی عیب خدائی که قدیر است و عزیز  
ماه و خورشید مسخر کند و لیل و نهار.  
سعدی.

گر دلم در عشق تو دیوانه شد عیبش مکن  
بدر بی نقصان و زر بی عیب و گل بی خار  
نیست.

سعدی.  
- امثال: خدا بی عیب است.

در عیب نظر مکن که بی عیب خداست.  
گل بی عیب خداست.  
مرد بی عیب نباشد.

گناه. (فرهنگ فارسی معین). خطا و گناه. (از  
ناظم الاطباء). ج، عیوب (اقراب الموارد) (منتهی  
الارب)، معایب. (ناظم الاطباء) :

همی نامه کردم بشاه جهان  
همه عیب تو داشتم در نهان.

فردوسی.  
بپرسید دانا که عیب ارچه بیش  
که باشد پشیمان ز گفتار خویش.

فردوسی.  
ندانم جز این عیب من خویشتن را  
که بر عهد معروف روز غدیرم.

ناصر خسرو.  
این بد چون آمد و آن نیک چون  
عیب در این کار چه گوئی، که راست.  
ناصر خسرو.

به چنین عیبهای عمرگزار  
غم و رنج مرا نهایت نیست.

مسعود سعد.  
به دیدار مردم شدن عیب نیست  
ولیکن نه چندانکه گویند بس.

سعدی.  
عیب درویش و توانگر به کم و بیش بد است  
کار بد مصلحت آنست که مطلق نکنیم.

حافظ.  
زشتی و قبح، در مقابل حسن و هنر:  
عوام عیب کنندم که عاشقی همه عمر  
کدام عیب که سعدی چنین هنر دارد.

سعدی.  
بر او گر عیب بین چشمی گشاید

به چشم جز هنر جستن نیاید.

ظهوري (از آندراج).

در اصطلاح علم فتوت (از علوم تصوف) ، عبارت از ارتکاب منهیت است، و آن یا مبطل فتوت بود چون کبائر و یا موجب نقصان آن چون صغائر. (از نفائس الفنون، علم فتوت). (اصطلاح فقه) نقصی است که در متاع باشد چنانکه حیوان کور یا شل یا مریض باشد و یا گندم را شیشه خورده باشد و غیره، و معیوب بودن میبع ایجاد خیار فسخ میکند. (از فرهنگ علوم).

- عیب فاحش؛ نقصی است که نقصان آن تحت تقویم قیمتگذاران نیامده باشد، و آن ضد عیب بسیر است. (از تعریفات جرجانی).

- عیب بسیر؛ آن است که از مقدار معینی، چیزی ناقص گردد که تحت تقویم قیمتگذاران درآمده باشد. و آن را در مورد عروض و کالاهای در هر ده تا، به افزودن نصف و در مورد حیوان یک درهم، و در مورد عمار دو درهم قرار داده‌اند. (از تعریفات جرجانی).

اشکال. [ ! ] (ع مص) دشواری. (غیاث)  
 (آنندراج). مشکل شدن. (مویدالفضلا). دشواری و  
 سختی و عدم سهولت. (ناظم الاطباء). دشواری و  
 سختی: در کار من اشکالی پیدا شد. (از فرهنگ  
 نظام). گورخری بگرفتند بکمند داشتند به  
 اشکالها. (تاریخ بیهقی چ ادیب ص ۳۱۵). پوشیده  
 شدن کار و مشتبه گردیدن آن. (منتهی الارب).  
 تردید و اشتباه و پیچ و تاب و درهم و برهم. (ناظم  
 الاطباء): اشکلت علی الاخبار. (اقرب الموارد).  
 التباس کار. پوشیدگی و پوشیده شدن آن. (تاج  
 المصادر بیهقی). پیچیدگی. اشتباه. اختلاط:  
 اشکال دولت کرده حل بر تیرش از روی محل  
 این سبزپیکان از زحل پیکان نو پرداخته.  
 خاقانی.

گر ترا اشکال آید در نظر  
 پس تو شک داری در انشق القمر.

مولوی.  
 - در اشکال افتادن؛ در زحمت و دشواری افتادن.  
 (ناظم الاطباء). اشکال نخل؛ رطب شدن خرماي  
 آن و پخته شدن. (منتهی الارب). رطبآن نخل نیک  
 شدن. (از اقرب الموارد). سرخ و سیید شدن  
 چشم. (منتهی الارب). اشکلت العین؛ کانت شکلاء.  
 (اقرب الموارد). اشکال کتاب؛ مقید به اعراب و  
 نقاط و حروفها کردن آن، یعنی دور کردن اشکال  
 آنرا. (منتهی الارب). اعجام آن یعنی نقطه گذاری  
 آن چنانکه گویی اشکال و اشتباه از آن زایل کرده  
 است. (از اقرب الموارد). اشکال بیمار؛ نزدیک  
 به بهبود شدن وی. (از اقرب الموارد).

**خطا.** [ خ / خَ ] (از ع، ا) سهو و اشتباه. (ناظم الاطباء). نقیض صواب. (یادداشت بخط مولف) :

گرت سوي نخجير کردن هواس  
گر از خانه نخجير گيري خطاست.

فردوسي.  
زين بيش شما را سوي من نيست خطايي.

ناصرخسرو.  
او در خشم شده، گفت: بر زبان من خطا کجا رود.  
(کليله و دمنه).

اين نوع ممارست بخطا راه برد. (کليله و دمنه).  
يا اگر گويي اهل دل کس هست  
گويدت دل خطاست اين گفتار.

خاقاني.

او همي گويد که امر و نهي لاست  
اختياري نيست وين جمله خطاست.

مولوي.

چو داني و پرسي سوءالت خطاست.

سعدی (بوستان).

مرد فرزانه کز بلا ترسد

عجب ار فکر او خطا نبود.

ابن يمين.

- خطا رفتن ؛ اشتباه از کسي سرزدن:

پير ما گفت خطا بر قلم صنع نرفت

آفرين بر نظر پاک خطاپوشش باد.

حافظ.

تيري که زدي بر دلم از غمزه خطا رفت

تا باز چه اندیشه کند راي صوابت.

حافظ.

- خطا کردن؛ اشتباه کردن:

پس گفت خطا کردم. (تاريخ بيهقي). سلطان  
ماضي، مردی بود مستبد براي خويش و آن خطا  
نکرد. (تاريخ بيهقي).

دردت کند اي دوست خطا خواهي کرد.

احمد برمک (از فرهنگ اسدي).

از رخ تو کس نداد هيچ نشاني تمام

وز مژه تو نکرد هيچ خدنگي خطا.

خاقاني.

بوسيم عطا كردي زآن كرده پشيماني

داني كه خطا كردي ديگر نكني دانم.

خاقاني.

اصل بد در خطا خطا نکند.

نظامي.

اتفاقا چهارصد مرد حکم انداز که در خدمت او  
بودند، جمله خطا کردند. (گلستان سعدي).

- خطا کردن راه؛ گم کردن راه. (یادداشت بخط  
مولف).

- خطا گفتن ؛ ناصواب گشتن. اشتباه گفتن.  
نادرست گفتن :

خطا گفته ست زي من هر كه گفته ست

که مردم بنده مالست و احسان.

ناصرخسرو.

عامه ديو است اگر ديو خطا گويد

جز خطا باشد هرگز سخن حيوان.

ناصرخسرو.

ني خطا گفتم ادب نيست آنچه گفتم جهد كن.

عطار.

- خطاي باصره؛ خطايي که در ديدن حاصل  
ميشود، يعني آنچه در بيرون است چنانکه در درون  
است، ديده نميشود، بلکه بصورت ديگر ديده  
ميشود.

- خطاي حس؛ اشتباهي که حواس در دريافت  
محسوسي ميکند، يعني محسوس خارجي آنطور  
که بايد در معرض احساس قرار نميگيرد.

گناه جرم. ذنب عصيان. اثم معصيت. جناح.  
(يادداشت بخط مولف). گناه بيقصد. (آندراج) :

گفت: [ مسعود ] حاجب رفت تا دل خواجه باز يابد  
و چنين مثال دادم که سياست اين واجب کرد از آن  
خطا که از حصيري رفت. (تاريخ بيهقي). اگر  
راي عالي ببند بيک خطا کز وي رفت تبديلي  
نباشد.

(تاريخ بيهقي).

بحرام و خطا چو نادانان

مفروش اي پسر حلال و صواب.

ناصرخسرو.

اول خطا ز آدم و حوا بود

تو هم ز مثل آدم و حوائي.

ناصرخسرو.

اي بخطاها بصير و جلد و ملي

نايدت از کار زشت خود خجلي.

ناصرخسرو.

بزرگا گر خطايي آمد از من

مگير از من و گر باشد بزرگ آن.

جوهری هروي.

خطاي بندگان باشد بهر حال

که تا پيدا شود عفو بزرگان.

انوري.

هر دو فرموش کن از آنکه کریم

هم خطا هم عطا کند فرموش.

خاقاني.

خطايي نه الحمدالله ز آنجا

که اينجا ز بيم خطا ميگريريم.

خاقاني.

وظيفه روزي خواران را بخطاي منکر نبرد.

(گلستان سعدي).

از خطا نادم نگرديدن خطاي ديگر است.

صائب.

- بيخطا؛ بيگناه:

ملک آن تست و شاهي فرماي هرچه خواهي

گر بیگنه بسوزی و ریختن بگری.

سعدی (طبایات).

بند هام گر بیگناهی میکشد

راضیم گر بیخطایی میزند.

سعدی (طبایات).

- جایز الخطا؛ بخشوده گناه. از اینجاست این عبارت معروف: الانسان جایز الخطا؛ انسان جایز الخطاست.

- خطا رفتن؛ گناه از کسی سر زدن:

ما بسیار نصیحت کردیم و گفتیم چاکریست مطیع... از وی خطا نرفته است. (تاریخ بیهقی).

- خطاشوی؛ شوینده خطا. زائل کننده گناه :

آبرو میروید ای ابر خطاشوی ببار

که بدیوان عمل نامه سیاه آمدهایم.

حافظ.

- خطا کردن؛ گناه کرد:

پس گفت من خطا کرده ام و مستوجب هر عقوبت هستم. (تاریخ بیهقی).

اهل صفاهان مرا بدی ز چه گویند

من چه خطا کرده ام بجای صفاهان.

خاقانی.

(ص) ناصواب. ناراست :

دلت گر براه خطا مایل است

ترا دشمن اندر جهان خود دل است.

فردوسی.

بوسهل نیکو نکرد و حق نعمت خداوند را

نشناخت، بدین تدبیر خطا که کرد. (تاریخ بیهقی).

امیر بوسهل را بخوانده بود و بزبان بمالیده

وسردکرده و گفته تا کی از این تدبیرهای خطای

تو. (تاریخ بیهقی).

ز کوی میکده برگشته ام ز راه خطا

مرا دگر ز کرم، باره صواب انداز.

حافظ.

- قتل خطا؛ قتلی که از روی عمد، قصد و اراده

صورت نگرفته باشد.

(ق) ناراست. ناصواب :

اگر باره من نگشتی خطا

ز چنگم کجا یافتی دورها.

فردوسی.

روزی در محفل تازی خطا میگفت. (کلیله و

دمنه).

هندوی چشم مبیناد رخ ترک تو باز

گر بچین سر زلفت بخطا مینگرم.

سعدی.

وزیران در نهانش گفتند: رای ملک را چه مزیت

دیدي بر فکر چندین حکیم؟ گفت: بموجب آنکه

انجام کار معلوم نیست و رای همگنان در مشیت

است که صواب آید یا خطا. (گلستان سعدی).

خرابی. [ خَ ] (حامص) ویرانی. (از ناظم  
الاطباء):

سه پایه بر فلک زد زین خرابی  
گذشت از پایه خاکی و آبی.

نظامی.

به ز خرابی چو دگر کوی نیست  
جز بخرابی شدنم روی نیست.

نظامی.

خرابی و بدنایم آید ز جور  
بزرگان رسند این سخن را بغور.

سعدی.

چون نکردی خرابی آبادان  
بخرابی چه میشوی شادان.

اوحدی (جام جم).

زیان. ضرر. (ناظم الاطباء):

خرابی کند خصم شمشیر زن  
نه چندانکه دود دل پیرزن.

سعدی (بوستان).

- امثال:

بر خرابی صبر کن کز انقلاب  
دشتهای معموره و معمورها صحرا شود.

صائب.

لابالگیری. بیسامانی. (یادداشت بخط مولف):

اگرچه رندی و خرابی گنه ماست ولی  
عاشقی گفت که تو بنده بر آن میداری.

حافظ.

تاخت و تاراج. تباهی و فساد. (از ناظم الاطباء).

**خراب.** [ خَ ] (ع مص) ویران شدن. (از منتهی الارب) (از ناظم الاطباء) (از تاج المصادر زوزنی) (دهار). (امص) ویرانی. بیرانی. (از منتهی الارب) (یادداشت بخط مولف) (دهار) :

ز مهر و کین تو چرخ و فلک گوهر ساخت  
که هر دو مایه عمران شد و اصل خراب.

مسعود سعد سلمان.  
(۱) محل مهجور. (ناظم الاطباء). ویرانه. محل خراب شده. مخروبه بیغوله. ج، اخربه، خرب :

بودم حذور همچو غرابی برای آنک  
همچون غراب جای گرفتم بر این خراب.

مسعود سعد سلمان.  
جغد شایسته تر آمد بخراب.

ادیب صابر.  
خراب عالم و ما جغدوار این نه عجب  
عجب از آنکه نمانند جغد را بخراب.

سوزنی.  
به سخن در خراب گنج نهد  
به سخن گنج را خراب کند.

خاقانی.  
ز آن بهشتم بدین خراب افکند  
گم شد از من چو روز گشت بلند.

نظامی.  
آتش بیار و خرمن آزادگان بسوز  
تا پادشه خراج نخواهد خراب را.

سعدی.  
- امثال: خراب را خراج نباشد.

(ص) ویران. مقابل آباد. (از برهان قاطع) (از رشیدی) (از جهانگیری) (از انجمن آرای ناصری) (از ناظم الاطباء) (از غیاث اللغات) (ترجمان علامه جرجانی). مقابل معموره :

سروبنان کنده و گلشن خراب  
لاله ستان خشک و شکسته چمن.

کسائی.  
مرا گفت بگیر این و بزی خرم و دلشاد  
وگر تنت خراب است بدین می کنش آباد.

کسائی.  
شد آن شهر آباد یکسر خراب  
به سر بر همی تافتی آفتاب.

فردوسی.  
چرا غم خورم زین جهان خراب  
دمی خوش برآرم ز جام شراب.

فردوسی.  
بدو درنشیند نگرده خراب  
ز باران و از برف و از آفتاب.

فردوسی.  
دفتر به دبستان بود و نقل به بازار  
وین نرد بجایی که خرابات خرابست.

منوچهری.

فرونشاند آشوبها را و بمیراند فتنه ها را و خراب  
کند علامتهای آنرا. (تاریخ بیهقی).

ای سپرده عنان دل به خطا

تنت آباد و دل خراب و جان بی آب.

ناصر خسرو.

ترسم که زیر پای زمانه ی خرابگر

آن باغها خراب شود و آن خانه ها تلال.

ناصر خسرو.

خراب کرده هر کس تو کرده ای آباد

مباد هرگز آباد کرده تو خراب.

امیر معزی.

خوابست آن جهان کاول تو دیدی

اساس نو کنون نتوان نهادن.

خاقانی.

دل ز دست تو آبادگر نمیگردد

بیار آتش و در خانه خراب بریز.

خاقانی.

مصطفی آمده به معماری

که دلم را خراب دیدستند.

خاقانی (دیوان ص ۸۷۸).

چو من بگذرم زین جهان خراب

بشویید جسم مرا با شراب.

؟

غیر مزروع. ناکشته. بایر :

بجایی که بودی زمینی خراب

وگر تنگ بودی به رود اندر آب.

فردوسی.

هرچه جز از شهر بیابان شمر

بی بر و بی آب و خراب و بیاب.

ناصر خسرو.

آسمانی است کز گریبان آب

بر زمین خراب میچکدش.

خاقانی.

شکسته. (یادداشت بخط مولف). آوار. (یادداشت

بخط مولف). موردتاخت و تاز واقع شده. تاراج

شده. پامال. منهدم. نابود شده. (از ناظم الاطباء) :

وگر آگیری که باشد خراب

از ایران و از رنج افراسیاب.

فردوسی.

ضایع. تپاه شده. فاسد شده. (از برهان قاطع) (از

غیاث اللغات) (از ناظم الاطباء) :

چه میخواهی از این حال خرابم.

باباطاهر عریان.

گر ننگری این تن خرابم

آخر رخ خود نما بخوابم.

امیر خسرو دهلوی.

شریر. فاسد. خوار. ذلیل. (ناظم الاطباء).

- خراب ساختن ؛ ویران کردن. ویرانه کردن :

نسازد همی کشور خود خراب

سپاری بمن تاج بی کین و تاب.



فردوسي.

رجوع به خراب کردن شود.

- خراب شدن؛ ویران گشتن. خراب گردیدن. بایر شدن. مقابل آبادشدن. ویرانه گشتن : شد آن شهر آباد یکسر خراب بسی بر همی تافتی آفتاب.

فردوسي.

رجوع به خراب گشتن شود.

- خراب کردن ؛ ویران ساختن. بیرانه کردن : فرونشاند آشوبها را و بمیراند فتنه ها را و خراب کند علامتهای آن را. (تاریخ بیهقی). رجوع به خراب و خراب ساختن شود.  
- خراب کرده ؛ ویران ساخته. ویرانه کرده : خراب کرده هر کس تو کرده ای آباد مباد هرگز آباد کرده تو خراب.

امیرمعزي.

- خراب گردیدن؛ خراب شدن. رجوع به خراب گشتن و خراب شدن شود.  
- خراب گشتن ؛ ویران شدن. ویرانه شدن : یکی جاي خواهم که فرزند من همان تا بسی سال پیوند من بدو درنشیند نگردد خراب ز باران و از برف و از آفتاب.

فردوسي.

وگرنه ملک و دین خراب گردد.

(مجالس سعدي ص ۶۲).

# بخش چهارم

در این بخش سعی داریم با توجه به کل مطالبی که در بخش های قبلی ذکر گردید، پیشنهادهایی را در مورد معادل فارسی واژه های Fault, Error, Failure ارائه دهیم. تمرکز اصلی ما روی دو واژه اول یعنی Fault, Error خواهد بود بدین علت که اختلاف نظرهایی در این زمینه وجود دارد.

ابتدا سعی می کنیم معانی سه واژه عیب، اشکال و خطا که نامزدهای تصدی واژه معادل هستند را تشریح نماییم.

ابتدا واژه عیب: همانگونه از مطالب بخش سوم بر می آید (خواننده را به دقت در مطالب بخش سه دعوت می کنیم)، برای عیب مترادف های زیر آمده است: بدی، نقص، نقصان، بدنامی، لکه، رسوایی و آلابش و...؛ نکته مهمی که در این معانی وجود دارد یک نوع کاستی است که تقریباً از زمان ایجاد یک موجودیت در آن بوده و تقریباً یکی از ویژگی های جا افتاده آن است. مثلاً در متون پارسی داریم:

هر که از عیب خود نابینا باشد نادانتر مردمان باشد.

گر به عیب خویشتن دانا شوی  
کی به عیب دیگران بینا شوی.

تا مرد سخن نگفته باشد  
عیب و هنرش نهفته باشد.

خدا بی عیب است.  
مرد بی عیب نباشد.

در تمامی این موارد، عیب یک ویژگی موجودیت مورد نظر چه انسان چه اشیا و ... می باشد. یکی دیگر از معنی عیب گناه می باشد که قیدی برای آن نیامده است مثلاً گفته نشده است گناه سهوی یا عمدی و به کل معنی گناه اطلاق شده است، حتی ما می توانیم از روی معانی دیگر و بار معنایی عیب که اکثراً به نوعی مایه شرمساری و سرافکندگی می باشد، معنای منفی گناه را بیشتر برداشت کنیم چرا که رسوایی، ننگ و حتی فساد همگی مترادف های عیب بیان شده اند.

یک نکته جالب دیگر در معنی عیب، وجود داشتن آن در طبیعت موجودیت دارای آن است. یعنی آن موجودیت چه از بدو ایجاد و چه بعداً به دلایلی دارای آن عیب گردیده است و این عیب دیگر جزو آن موجودیت شده است. مثلاً شخصی نابینا به دنیا می آید یا شخصی در بزرگسالی دچار معلولیت می گردد. در این حالت دیگر این عیب،

چیزی نیست که موقتی باشد یا گاهی باشد و گاهی نباشد، حتی ممکن است برطرف شود ولی شخص یا جسم دارای آن را همواره با آن عیب می شناسند.

حال معنی اشکال: اشکال در لغت به معنی دشواری، مشکل شدن، سختی و عدم سهولت در انجام کاری آمده است مثلاً: در کار من اشکالی پیدا شد. یکی از معانی دیگر اشکال پوشیده شدن کار و مشتبه شدن آن است یا وقتی کار پیچ و تاب بخورد و درهم و برهم شود. همچنین در اشکال افتادن را، در زحمت و دشواری افتادن معنی کرده اند.

نکته ای که در مورد واژه اشکال وجود دارد اینست که در ابتدای امر یک توقعی از یک کاری می رود یعنی موجودیتی که با آن کار سر و کار دارد، توقع دیدن یا مشاهده یا ارضای یک عمل و وظیفه یا کارکرد معینی را دارد. ولی بنا به دلایلی که معمولاً در بدو امر مشخص و معلوم نیست، آنچه را که انتظار دارد نمی تواند دریافت دارد.

بهتر بگوییم: اصلاً از دید بیرونی به قضیه نگاه نکنیم. موجودیتی می خواهد کاری مورد نظر خود را انجام دهد ولی به دلایلی انجام این کار برایش مشکل می شود یعنی با آن روند یا نرخ یا هزینه یا هر معیار دیگری که مد نظرش بود کار جلو نمی رود؛ نکته مهم این است که هیچ تصریحی بر دلیل این مشکل نیامده است، یعنی گفته نشده است که آیا این دلیل از خود این موجودیت است یا از بیرون آن، برخلاف واژه عیب که معنی درونی بودن و جزو طبیعت بودن را به شدت تداعی می کرد. بعداً از این نکته استفاده خواهیم کرد.

حال بپردازیم به واژه خطا: در معنی واژه خطا به این موارد اشاره شده است: سهو و اشتباه؛ و خطا رفتن یعنی اشتباه از کسی سر زدن مثال:

اصل بد در خطا، خطا نکند.

اتفاقاً چهارصد مرد حکم انداز که در خدمت او بودند، جمله خطا کردند.

یا خطا کردن راه یعنی گم کردن راه، همچنین خطا گفتن یعنی اشتباه گفتن، یا مثلاً خطای باصره یعنی خطایی که در دیدن حاصل میشود، یعنی آنچه در بیرون است چنانکه در درون است، دیده نمیشود، بلکه بصورت دیگر دیده میشود. یا خطای حس یعنی اشتباهی که حواس در دریافت محسوس می کند، یعنی محسوس خارجی آنطور که باید در معرض احساس قرار نمیگیرد.

خطا به معنی گناه و جرم نیز آمده است ولی حتی در این مورد نیز تصریح شده است که "گناه بی‌قصد" در امثال هم داریم انسان جایز الخطا.

در ذیل مثال هایی که برای خطا آمده است، یکی هم قتل خطا است که به معنی قتل است که از روی عمد، قصد و اراده صورت نگرفته باشد.

پس توجه به چند نکته در مورد واژه خطا ضروری است: در تمام موارد، به سهوی و غیر عمدی بودن (حتی در مورد گناه و قتل) تأکید شده است. یعنی خطا بار معنایی غیر ارادی و غیر عمدی دارد. دیگر اینکه خطا جزو رفتار دائمی یک موجودیت نیست بلکه /انحرافی است که گاهی ممکن است نسبت به رفتار مورد انتظار بوجود بیاید مثلاً می گویند انسان جایز الخطا یعنی خطا چیزی است که بعضی موارد از انسان سر می زند و الا هیچکس آنرا برای انسان جایز نمی دانست و باید می گفتند الخطا جایز انسان! یعنی همیشه خطا وجود دارد و برخی موارد رفتار انسانی سر می زند.

نکته مهم دیگر اینست که خطا همواره قابل مشاهده است؛ یعنی از دید ناظر بیرونی تعریف می شود توضیح اینکه: ناظر بیرونی رفتاری را از یک موجودیت انتظار دارد و ناگهان رفتاری را مشاهده می کند که با انتظارات او تطابق ندارد، اینجاست که از دید او خطایی اتفاق افتاده است. ولی عیب اینگونه نبود یعنی موجودیتی می توانست عیب داشته باشد ولی عیب او را کسی نفهمد. توجه به این ضرب المثل رایج به نظر من بسیار حائز اهمیت است:

### **تا مرد سخن نگفته باشد عیب و هنرش نهفته باشد**

این مثل علیرغم سادگی که دارد و جدا از بار معنایی آن، فقط از لحاظ واژه شناسی کمک شایانی می تواند در درک تفاوت بین این لغات بکند.

اکنون به معانی و مترادف واژه های Fault, Error از دید واژه نامه های لاتین می پردازیم. خواننده را به دقت در مطالب بخش دوم دعوت می نمایم.

در معنی واژه Fault، به این موارد اشاره شده است:

مسئولیت یک وضعیت یا رویداد بد مثلاً می گوئیم: تقصیر علی بود (It was John's fault)؛ فقدان

کفایت و کمال لازم مثلاً علی معایب خود را بهتر از مریم می دانست؛ عمل غلطی بدلیل قضاوت اشتباه، نادانی و جهل یا بی توجهی؛ نقصی در یک دستگاه یا ماشین؛ ایراد اتهام و مقصر دانستن و عیبجویی و .... بی کفایتی و نقص های فیزیکی و الکترونیکی و اتصال کوتاه و غیره.

نکته مهم در این جا هم مثل زبان فارسی بار معنایی نسبتاً منفی Fault است. یعنی نقصی یا عیب یا کاستی که می تواند عمدی هم باشد. وقتی که بتوان به کسی بابت Fault اش ایراد اتهام کرد یا او را مقصر دانست پس حتماً آن شخص کار بدی را با انگیزه و نیت عمدی انجام داده است. این مطلب کمی گستره تر از مفهوم فارسی عیب می باشد چرا که اینجا فقط معایی که جز طبیعت یک موجودیت باشد مطرح نیست بلکه موجودیتی بدون اینکه عیب یا نقصی در خود داشته باشد با قصد و نیت و آگاهانه به منظور خرابکاری یا هر چیز دیگری کاری را انجام می دهد. البته به این امر در معنی عیب، کمی اشاره شده بود ولی نه با این تصریحی که معنی Fault دارد.

مطلب دیگر بحث وجود مسئولیت در Fault است. یعنی Fault همانگونه که می تواند غیر عمدی باشد یعنی به علت معایب و نقایص طبیعی، به همان اندازه هم می تواند عمدی باشد. چون یک کار یا عمل موقعی شامل معنی مسئولیت می شود که ناخودآگاه و سهوی نباشد و گر نه اصلاً مسئولیت یا شخص مسئول معنی پیدا نمی کند.

بسیار مهم است که توجه کنیم در تمامی معانی که بر تعمدی بودن Fault تأکید می کنند، عامل انسانی حضور دارد و این امر هم منطقی است؛ چون تنها موجودیتی که در جهان خلقت دارای اراده است، انسان می باشد. ما بعداً موقع بحث مفهوم علمی Fault به این نکته اشاره خواهیم کرد.

حال ببینیم Error چگونه معنا گردیده است: عمل غلطی بعلت قضاوت بد یا نادانی و جهل یا بی توجهی؛ اشتباه؛ نادرستی سهوی و غیر عمدی؛ تصور غلطی که از اطلاعات نادرست بدست آمده است؛ قسمتی از گفته که صحیح نیست؛ عدم انطباق با توقعات اجتماعی؛ مطابقت نکردن با واقعیت و حقیقت؛ ادراک نادرست؛

جالب است که در معنی Error مثل معنی خطا، بیشترین تأکید روی سهوی و غیر عمدی بودن و همچنین روی ماهیت رفتاری قضیه است. یعنی Error به دلیل و علت اشتباه کاری ندارد بلکه فقط

یک رفتار اشتباه است که از یک موجودیت مشاهده می شود و مطابق با آنچه که از آن انتظار می رود نیست.

مسئله مهم در این جا وجود دارد که اجازه بدهید با یک مثال شرح دهیم:

یک گیت AND را در نظر بگیرید که یک از ورودیهای آن به صفر منطقی چسبیده است. واضح است که گیت AND در این جا سالم است و خراب نگردیده. با اینکه همواره مقدار صفر را در خروجی خود می دهد ولی با این حال در درست به وظیفه خود عمل می کند چون می داند هرگاه که یک صفر در یکی از ورودیها دید باید خروجی خود را صفر کند. در این مثال واضح است که گیت AND دارد غلط کار می کند ولی این غلط سهوی است.

آنچه که از این مثال می خواستیم بگوییم اینست که رفتار غلط همیشه سهوی است و این سهو به علت عیب و نقصی است که سهوی یا عمدی در سیستم ایجاد شده است. در معنی لغت Error هم چنین چیزی آمده است: "تصور غلطی که از اطلاعات نادرست بدست آمده است". این جمله بوضوح یعنی اینکه من طبق قوانین منطق و استنتاج دارم بوظیفه خودم درست عمل می کنم ولی داده هایی که به من داده شده است اشتباه می باشد.

حال وقت آن رسیده است که بتوانیم معانی مناسبی برای واژگان Fault, Error بدست دهیم. آنگونه که از مطالب Avizienis et al بر می آید (خواننده را اکیدا به مطالعه مطالب بخش اول دعوت می کنم)، این است که یک Fault می تواند عمدی، غیر عمدی، مغرضانه یا غیر مغرضانه باشد. یعنی تمام حالات برای Fault متصور است: نقصی که بطور تصادفی در سیستم ایجاد شده و معمولاً فیزیکی و غیر عمدی است. ولی وقتی به عوامل انسانی می رسیم بحث عمدی بودن پیش می آید. همانطور که از بخش اول به یاد داریم، عمدی بودن به معنی مغرضانه بودن نیست؛ یعنی فردی کاری را با آگاهی کامل و اراده انجام می دهد ولی نیت او خیر است مثلاً می خواهد در هزینه ها صرفه جویی کند و عمد/قسمتهایی از سیستم را حذف می کند و انگیزه ای برای تخریب سیستم ندارد؛ با این حال او از عواقب کار خود خبر ندارد و نمی داند که ممکن است با این کار، ضرر جبران ناپذیری به سیستم وارد نماید؛ در این حالت کار او عمدی غیرمغرضانه است.

وقتی بحث امنیت پیش می آید، به تبع آن بحث نیت از انجام کار هم پیش می آید؛ یعنی فردی عمداً و به نیت سو ضربه زدن و ایجاد اختلال در کار سیستم، فعلی را انجام می دهد و یک Fault در سیستم ایجاد می کند.

حال سیستم بنا به هر علتی دچار Fault گردید؛ ولی منطق آن عوض نشده است یعنی سیستم طبق ساختار خود و با توقعی که از زیر سیستم ها و اجزا خود دارد شروع به کار می کند ولی نمی داند که برخی اجزا یا زیر سیستم هایش تعویض شده اند و دیگر آن چیزی نیستند که او فکر می کند. لذا اگر شرایط مناسب پیش بیاید، سیستم شروع می کند به بروز رفتار غلط (غلط یعنی غیر منطبق با توقعات)، در حالیکه سیستم بعنوان یک کل تقصیری در وقوع این رفتار غلط نخواهد داشت.

همانگونه که از جمع بندی سه بخش اول و توضیحات این بخش بر می آید معانی علمی Error آنگونه که Avizienis et al بیان می دارد و معنی لاتین این کلمه و واژه فارسی خطا از هر نظر بر هم منطبق می باشند، پس می توانیم با تکیه بر این همه مطالب ذکر شده و استدلالات آورده شده و بحث های واژه شناسی و معنایی که شد، واژه خطا را به جای واژه Error قرار دهیم.

در انتخاب بین واژه عیب و اشکال برای Fault به مطلبی که در تفاوت بین عیب و اشکال گفتیم رجوع می کنیم یعنی اینکه عیب، بیشتر به جزو ماهیت و جزو طبیعت بودن آن در یک موجودیت اشاره دارد، در حالیکه واژه اشکال این محدودیت را ندارد، یعنی می گوید دشواری و سختی ایجاد شده در موجودیتی چه ناشی از خود آن موجودیت باشد و چه از بیرون بر آن تحمیل شده باشد. هرچند تفاوت این دو واژه آنقدرها زیاد نیست و حقیقتاً می توان هر دو را بجای هم استعمال کرد ولی ما واژه اشکال را به جای واژه Fault پیشنهاد می کنیم. مهم این است که هم واژه عیب و هم واژه اشکال، هر دو با مفهوم Fault در زبان لاتین و مفهوم علمی آن مطابقت بسیار بسیار نزدیک دارد.

فقط می ماند واژه Failure که در مورد آن زیاد وارد شرح و توضیح نمی شویم چون تقریباً روی معنی آن اجماع وجود دارد.

در واژه نامه های فارسی برای خرابی این معانی وجود دارد: ویرانی، بیسامانی، تباهی و فساد؛ و

برای خراب نیز معانی زیر آورده شده است: ویران شدن، ویرانی، شکسته، منهدم، نابود؛ در کل یعنی ازکارافتادن چیزی که قبلاً درست بود مثلاً خانه ای که قبلاً آباد بوده و کارکرد خود را داشته ولی اکنون ویرانه شده و دیگر نمی تواند توقعات یک خانه را از آن داشت. یا مثلاً زمینی که قبلاً در آن کشت می شده و لذا عملکرد خود را بعنوان یک زمین کشاورزی داشته ولی اکنون بایر شده و دیگر کار مورد نظر را برای استفاده کنندگان خود (کشاورزان) ندارد. یا وسیله ای که قبلاً درست کار می کرد (چراغ، تیر، درشکه و غیره) ولی اکنون شکسته و دیگر مثل سابق نیست. ما عمداً مثال های سنتی آوردیم چون می دانیم که در فارسی و معانی فارسی لغات در فرهنگنامه ها، چیزی بعنوان تکنولوژی وجود ندارد ولی ماهیت و معنی کلمه با کمال خوشوقتی همان معنی را برای وسائل مبتنی بر کامپیوتر امروزی می تواند تداعی کند.

در واژه نامه های لاتین هم در ذیل کلمه Failure چنین آمده است: عملی که به شکست بیانجامد؛ رویدادی که به هدف مورد نظر خود دست نمی یابد؛ عدم موفقیت؛ قصور غیر منتظره؛ عدم توانایی برای عملکرد عادی؛

خوب، می بینیم که از کلمه خرابی و خراب، می توان به همه این معانی دست یافت و خوشبختانه یکی از محدود کلماتی است که در بیان واژه های بیگانه نارسایی ندارد و از هر دو واژه لاتین و فارسی یک مفهوم اصلی که عدم توانایی برای کارکرد عادی می باشد، برداشت می شود. پس ما برای واژه Failure ، واژه فارسی خرابی را پیشنهاد می کنیم.

## جمع‌بندی

در این پژوهش، ابتدا سعی گردید تا مفاهیم اولیه تحمل پذیری اشکال از قبیل Fault, Error, Failure و روشهای رسیدن به اتکاپذیری و تکنیک های ارزیابی معیارهای اتکاپذیری مثل اطمینان پذیری، دسترس پذیری، ایمنی و ... بررسی گردد. سپس با تکیه به واژه نامه های لاتین سعی شد تا معنی و مفهوم و آنچه که انگلیسی زبانان از مفاهیم اولیه یعنی Fault, Error, ... برداشت می کنند تا چند سطح موشکافی گردد. سپس با توجه و دقت در معانی و کاربردهای واژه های نامزد برای جایگزینی در فرهنگنامه های فارسی سعی گردید تا حد ممکن معنی و موارد استفاده این واژگان تحلیل گردد. در انتها با توجه به تمامی این موارد، واژگانی معادل برای مفاهیم اولیه پیشنهاد گردید یعنی اشکال به جای Fault ، خطا به جای Error و خرابی به جای Failure.