



QUALITY CHECK

ویژه کنترل کیفیت  
و بررسی نرم افزار

# معیارهای بررسی کیفیت فنی و محتوایی نرم افزار

مؤسسه تخصصی فناوری اطلاعات ایران  
تولید و توزیع کننده محصولات آموزشی  
۱۳۹۵

## چکیده

برای بررسی و ارزیابی محصولات هر سازمان، روش‌ها و استانداردهای مختلفی وجود دارد که توضیح کامل آنها، پیش از این، طی مقاله‌ای در فصلنامه ره‌آورد نور به چاپ رسید؛ البته این بحث در مرکز نور، بیشتر در دو حوزه فنی و محتوایی نرم‌افزار نمایان می‌شود. در نوشته پیش روی سعی می‌کنیم با توجه به روش‌های مختلفی که برای شاخص‌ها یا معیارهای نرم‌افزاری وجود دارد، استاندردی را که خاص و بومی‌شده مرکز نور است، ارائه بدهیم و به شرح و بیان آن بپردازیم.

**کلیدواژه‌گان:** معیارهای نرم‌افزاری، چرخه حیات نرم‌افزار، استانداردهای بومی‌شده، روش‌های بومی‌شده.

## نقش معیارها در تضمین کیفیت

معیارهای نرم‌افزاری، ابزارهایی هستند که فرآیند تولید نرم‌افزار را بر اساس استانداردهای خاص خود بهینه می‌کنند و درباره روندی است که درون PLC (۱) باید اتفاق بیفتد تا نرم‌افزار به حد مطلوب برسد و اینکه در هر جا از چه افراد و ابزاری استفاده شود. همه این موارد، به صورت کمی بیان می‌شود. برای این منظور، باید از روش‌های مختلف ارزیابی بهره برد تا چیدمان کار بهینه باشد و ابزار غیرکارا به کار برده نشود.

بنابراین، نخست باید PLC داشته باشیم و بعد معیارهای نرم‌افزاری را روی آن اعمال کنیم. برای بهینه کردن روند کار، حتماً باید روش اندازه‌گیری مشخصی داشت. گفتنی است که معیارها در یک محیط قابل مدیریت، اعدادی کمی هستند که با استفاده از آنها می‌توان به کنترل و ارتقا کیفی محصول در راستای اهداف مورد نظر دست یافت. هدف از معیارهای نرم‌افزاری، افزایش کارایی، کیفیت و قدرت تولید گروه توسعه است که در امتداد آن، اهداف تجاری هم باید مد نظر باشد. وقتی نسخه‌های جدید را تولید می‌کنیم، رعایت استاندارد باعث می‌شود تا از نظر کیفی، نسبت به نسخه قدیمی تر رشد مطلوبی داشته باشیم.

امروزه نقش معیارهای نرم‌افزاری در کیفیت نرم‌افزارها به خوبی مشخص شده است. اگرچه هدف انواع معیارها، دستیابی به کیفیت و قابلیت اطمینان است، اما در سازمان‌ها بسیار کم به کار گرفته می‌شوند. کیفیت، یک ویژگی منحصر به فرد نیست؛ بلکه مشخصه‌ای چندبعدی است که باید در تمامی مراحل تولید محصول، مورد توجه قرار گیرد. طی یک بررسی که در سال ۱۹۸۹م توسط فینکلستین انجام گرفت، چگونگی

توزیع خطا در سیستم‌های اطلاعاتی به صورت ذیل خلاصه گردید:

- ۵۶٪ عدم کفایت در تعیین نیازمندی‌ها؛
- ۲۷٪ خطا در طراحی؛
- ۷٪ خطا در برنامه‌نویسی؛
- ۱٪ خطا در سایر مراحل.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، حساس‌ترین مرحله در بروز خطا در یک نرم‌افزار، مربوط به قدم تحلیل نیازمندی‌هاست. این نیازمندی‌ها، تنها منحصر به نیازمندی‌های اعلام‌شده توسط مشتری نیست؛ بلکه عدم رعایت سایر نیازمندی‌ها و استانداردهای سیستم را که مربوط به تیم پروژه است نیز شامل می‌شود. در حالت استاندارد، نیازها با توجه به مجموعه درخواست‌ها شناسایی و مشخص می‌شوند که البته با توجه به زمان، تغییر می‌کنند و در پایان، نیازها به صورت مشخصه‌های تیم در می‌آیند؛ مانند قابلیت استفاده، اطمینان و نگهداری. در محیط‌هایی که نرم‌افزارها مخصوص یک محل خاص نوشته می‌شوند، نیازها با توجه به توافق مشتری مشخص می‌گردند. اگر نیازمندی‌ها اشتباه تعریف شده باشند، شکست پروژه حتمی خواهد بود.

به این ترتیب، خطا در تمام مراحل چرخه پیدایش و توسعه سیستم بروز می‌نماید. از این‌رو، حصول اطمینان از کیفیت و نیز مدیریت کیفیت، باید به تمام مراحل توسعه نرم‌افزار نظارت داشته باشد. همچنین، بدون داشتن استانداردهایی برای اندازه‌گیری نقص‌ها، نمی‌توان محصولات عاری از خطا تولید کرد.

با توجه به تعریفی که از پروژه ارائه شد، پروژه‌ها باید محصول یا نتیجه تعیین‌شده‌ای را با بودجه‌ای معین، در زمانی مشخص تحویل دهند و برای

انجام این کار، از منابع مختلفی چون: نیروی کار، مواد اولیه، تدارکات و تجهیزات بهره ببرند.

## معیارهای نرم‌افزار

فاکتورهای نرم‌افزاری، کیفیت را به مشخصه‌های مستقلی که به راحتی قابل تشخیص باشند، تقسیم‌بندی می‌کنند. فاکتورها، تنها به صورت کیفی بیان می‌شوند و نمی‌توان آنها را به صورت کمی بیان نمود.

لرد کلونین، فیزیک‌دان معروف انگلیسی، گفته است: «وقتی می‌توانید آنچه را از آن صحبت می‌کنید، اندازه‌گیری کرده و بر حسب اعداد بیان کنید، درباره آن آگاهی دارید؛ اما وقتی نتوانید آن را اندازه بگیرید و بر حسب اعداد بیان نمایید، دانش شما ناقص است. ممکن است دانشی ابتدایی باشد؛ ولی به سختی می‌توان آن را علم دانست.»

بنا بر این گفته و از آنجا که وجه تمایز میان مهارت صنعتی و نظام مهندسی در آن است که صنعتگران از روش‌های کیفی استفاده می‌کنند، ولی نظام مهندسی مبتنی بر روش‌های کمی است، پس باید جهت شناسایی فاکتورها، از یک سری مقادیر کمی استفاده نماییم. این مقادیر کمی، همان معیارهای نرم‌افزاری هستند.

معیارهای نرم‌افزاری، مقادیر کمی هستند که درک بازدهی فرآیند نرم‌افزار و پروژه‌ها را امکان‌پذیر می‌سازند. استفاده همه‌منظوره از این معیارها، در حدود سال ۱۹۸۴م آغاز شد و از آن زمان تاکنون، روزبه‌روز در حال رشد و فراگیر شدن است.

معیارها برای دو هدف اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند که هر یک نیز اهداف مربوط به خود را دارند:

### – آگاهی (Knowledge):

این اهداف، با افعالی مانند: نظارت، ارزیابی و پیش‌بینی کردن بیان می‌شوند. تشخیص کیفیت محصول، پیگیری و تغییرات مربوط به نیازمندی‌ها، نمونه‌هایی از این اهداف هستند.

### – تغییر (Change):

این اهداف، با افعالی مانند: افزایش یافتن، کاهش یافتن و بهبود دادن بیان می‌شوند؛ به‌عنوان مثال، بهبود زمان انجام کار یک پروژه نسبت به پروژه‌های قبلی، نمونه‌ای از این اهداف است.

### ویژگی‌های اصلی معیارهای نرم‌افزاری

۱. بالابردن کیفیت محصول؛

.. بهتر کردن عملکرد (-Perfor-

mance):

۳. بهتر نمودن تولید گروهی.

### معیارهای نرم‌افزاری به چه کسانی

کمک می‌کنند

۱. مهندسان نرم‌افزار؛

۲. مدیران؛

۳. متخصصان کیفیت.

### کاربرد معیارهای نرم‌افزاری

معیارهای نرم‌افزاری، برای مدیریت مؤثر و به‌هنگام در تولید محصول و مراحل نگهداری آن و نیز توسعه آن کاربرد دارند. مهم‌ترین این کاربردها عبارت‌اند از:

۱. تعیین اهداف؛

۲. بهبود کیفی؛

۳. بهبود قدرت تولید؛

۴. طراحی پروژه‌ها؛

۵. مدیریت؛

۶. جلب اعتماد مشتری.

### کیفیت نرم‌افزار

دستیابی به نرم‌افزارهای باکیفیت، بالاترین هدف در ایجاد و ساخت

سیستم‌های نرم‌افزاری است. کیفیت بالای محصول نرم‌افزاری، به صرفه‌جویی در هزینه و ارتقای همیشگی سطح نرم‌افزار می‌انجامد. حال، جای این پرسش است که کیفیت نرم‌افزار چگونه تعریف می‌شود؟

در پاسخ باید گفت کیفیت نرم‌افزار، مطابق با نیازهای عملیاتی و استانداردهای توسعه نرم‌افزار تعریف و تدوین می‌گردد و در این میان، توجه به سه اصل ذیل اهمیت دارد:

– استانداردها؛

– توجه به نیازهای جانبی؛

– انطباق با آنچه نرم‌افزار برای آن طراحی گردیده است.

کیفیت نرم‌افزار، دارای سه بُعد: کیفیت داخلی، کیفیت خارجی و کیفیت استفاده است که هر یک نیز قابل اندازه‌گیری و ارزیابی است.

### اجزای مدل کیفیت

عموماً اجزای اصلی یک مدل کیفیت عبارت‌اند از: ویژگی کیفی، ویژگی فرعی کیفی و معیار.

هدف اصلی ویژگی کیفی، مشخص کردن یک جنبه کیفیت محصول است. گفتنی است که عبارات دیگری نیز از قبیل خصوصیت یا صفت سطح بالا، در مدل‌های کیفیت استفاده می‌شود.

### مدل‌های کیفیت نرم‌افزار

در این قسمت، چند مدل کیفیت نرم‌افزاری را نام می‌بریم:

۱. مدل McCall؛

۲. مدل Boehm؛

۳. مدل FURPS؛

۴. مدل Dromey؛

۵. مدل ISO 9126.

### روش انجام کار و معیارهای مرکز نور

روشی که در ارزیابی نرم‌افزارهای پژوهشی در پیش گرفتیم، مبتنی بر استاندارد ISO/IEC 9126 است که به روش ابداعی، یک مشخصه اصلی و هفت زیرمشخصه به آن اضافه شده است. بر این اساس، مجموعه معیارهایی که در کمیته فنی ارزیابی شاخص‌های نرم‌افزار در مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی شناسایی شده است، به یکایک زیرمشخصه‌ها نسبت داده شد و جایگاه آنها تعیین گردید که مسیر پژوهش‌های بعدی و ارزیابی نهایی محصولات پژوهشی را هموار کرده است.

### قابلیت همکاری

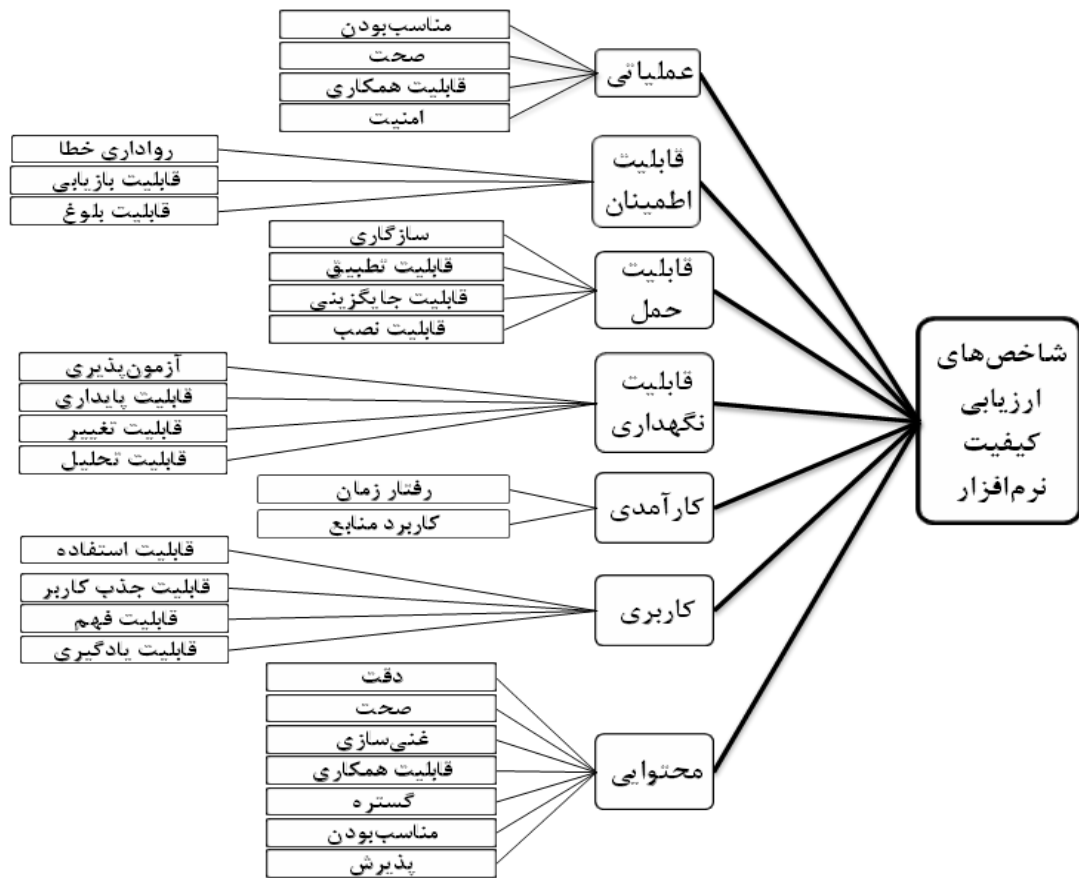
توگف، قابلیت همکاری را به‌عنوان «قابلیت به‌اشتراک‌گذاری اطلاعات و خدمات» تعریف می‌کند. تعریف درجه اشتراک‌گذاری اطلاعات و خدمات، بسیار مهم است؛ به ویژه در یک سازمان پیچیده و یا شرکت توسعه‌یافته.

بسیاری از سازمان‌ها، طبقه‌بندی قابلیت همکاری به شرح ذیل را مفید دانسته‌اند: – قابلیت همکاری عملیاتی یا کسب‌وکار تعریف می‌کند که چگونه فرآیندهای کسب‌وکار به اشتراک گذاشته شوند.

– قابلیت همکاری اطلاعات، تعریف می‌کند که چگونه اطلاعات به اشتراک گذاشته شوند.

– قابلیت همکاری فنی، تعریف می‌کند که چگونه خدمات فنی به اشتراک گذاشته شده یا حداقل به یکدیگر متصل شوند.

از دیدگاه فناوری اطلاعات، قابلیت همکاری را می‌توان در یک شاخه مشابه از یکپارچه‌سازی برنامه‌های کاربردی



کسب و کار (EAI) (۲) دانست که به طور خاص، می توان به برنامه های ذیل اشاره کرد:

- یکپارچگی ارائه / قابلیت همکاری: رویکردی رایج که از شیوه نگاه و احساس بهره می برد، می باشد. این رویکرد، معمولاً از طریق یک راه حل پورتال مشترک، کاربر را به استفاده از قابلیت های اساسی مجموعه ای از کارکردهای سیستم قادر می سازد.

- یکپارچگی اطلاعاتی / قابلیت همکاری: در آن، اطلاعات شرکت به گونه ای یکپارچه بین برنامه های کاربردی شرکت های مختلف؛ به اشتراک گذاشته می شود؛ مانند رسیدن به مجموعه ای مشترک از اطلاعات مشتریان. به طور معمول، این مورد بر اساس ذات و خدمات مشترک برای

مرتبط می باشد.

- یکپارچگی فنی / قابلیت همکاری: شامل روش های متداول و خدمات مشترک برای ارتباطات، ذخیره سازی، پردازش و دسترسی به داده ها در درجه اول در پلتفرم نرم افزارها و حوزه زیرساخت های ارتباطات است. این قابلیت همکاری، بر فرض درجه توجیه منطقی زیرساخت های فناوری اطلاعات سازمان، بر اساس استانداردها و یا سیستم عامل های رایج فناوری اطلاعات است؛ به عنوان مثال، چند برنامه کاربردی توسط یک زیرساخت به اشتراک گذاشته اند، یا ۱۰۰۰۰ وبسایت شرکت های بزرگ از یک سیستم مدیریت محتوا/وب سرور مرکزی استفاده می کنند؛ به جای آنکه بخواهند از هزاران سرور و طراح پایگاه های اینترنتی در سراسر کشور/جهان بهره ببرند.

ساختار، کیفیت، دسترسی و امنیت/حریم خصوصی برای اطلاعات پذیرفته شده شرکت های بزرگ می باشد.

- یکپارچگی برنامه های کاربردی / قابلیت همکاری: در آن، کارکردهای شرکت ها یکپارچه و قابل اشتراک گذاری می باشند؛ به طوری که برنامه های کاربردی ها تکراری نباشند؛ مثل اینکه تنها یک نرم افزار واژه پرداز مانند میکروسافت ورد، در سازمان وجود داشته باشد و از نرم افزارهای دیگر برای واژه پردازی استفاده نشود. همچنین، باید به طور یکپارچه از طریق قابلیت هایی مانند گردش کار با یکدیگر در ارتباط باشند. این مورد، کسب و کار و برنامه های کاربردی زیرساختی را تحت تأثیر قرار می دهد و به اتحاد/ایجاد قابلیت همکاری فرآیند کسب و کار شرکت

### مشخصه عملیاتی

شاخص عملیاتی یا Operational Indicators، نشان می‌دهد که این سازمان با چه زمان و هزینه‌هایی کار کرده است

مشخصه / معیار عملیاتی	
امنیت	درصد امنیت اطلاعات جلوگیری از دسترسی غیرمجاز سیستم مدیریت کاربران
صحت	توان و دقت عملیات جست‌وجو
قابلیت همکاری	ارتباط با نرم‌افزارهای پژوهشی اشتراک‌گذاری اطلاعات کاربران
مناسب بودن	میزان دامنه جست‌وجوی مفهومی ضبط و نگهداری فریندهای پژوهشی مقبولیت نزد کاربران ارائه گزارش‌های مختلف امکان خروجی گرفتن بر اساس نوع داده

تا محصول نهایی خود را تولید کند. معیارهای عملیاتی، همان‌گونه که از توضیح بالا پیداست، هدف نیستند؛ بلکه وسیله هستند. هیچ‌کس به جهت اینکه از بنزین‌زدن لذت می‌برد، خودرو نمی‌خرد! اما وقتی می‌خواهد با ماشین خود به مقصد جذابی سفر کند، ممکن است مسائلی چون: بنزین‌زدن و میزان سوخت در باک خودرو، دمای آب و فشار روغن به دغدغه‌های او تبدیل شود.

دقت داشته باشیم که تغییر هدف یک سیستم، طبقه‌بندی شاخص‌های آن را هم تغییر خواهد داد.

شاید فکر بدی نباشد که این بار، اگر

در گفت‌وگوهای خود در محیط کار، احساس کردیم که بحث‌ها به سرانجام نمی‌رسد یا اینکه تعارضات جدی در جلسه‌های راهبردی یا بازاریابی سازمان وجود دارد، پیش از هر چیز، فهرستی از معیارهایی را که برای همه جمع مهم است، تنظیم کنیم.

بحث کردن روی شاخص‌ها و طبقه‌بندی آنها، ساده‌تر و کم‌تنش‌تر از بحث کردن روی برنامه‌ها و نظریه‌های متفاوت

است. پس از این گفت‌وگوها، اصل بحث به شکل ساده‌تری انجام خواهد شد.

### مشخصه قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان (پایایی) یک سیستم (تجهیز)، عبارت است از احتمال کارکرد صحیح و بدون عیب آن سیستم در طول مدت مشخص و از پیش تعیین شده با شرایط و کیفیت معین.

تعریف قابلیت اطمینان، بر تعریف وقوع

خرابی بنا شده است. برای اندازه‌گیری قابلیت اطمینان یک سیستم، ابتدا سیستم به اجزایی شکسته می‌شود و قابلیت اطمینان سیستم برحسب قابلیت اطمینان اجزای آن بیان می‌گردد. برای محاسبه قابلیت اطمینان هر جزء بر اساس داده‌های آماری در دسترس، مدلی برای نرخ وقوع خرابی انتخاب می‌شود و پارامترهای آن بر مبنای داده‌های موجود تخمین زده می‌شوند.

مشخصه / معیار قابلیت اطمینان	
روال‌سازی خطا	توانایی در مدیریت خطا حداقل باگ در برنامه
قابلیت بازیابی	بازگشت به وضع امن در هنگام بروز مشکل
قابلیت بلوغ	رفع اشکالات سیستم به مرور زمان

### مشخصه قابلیت نگهداری

یکی از مباحث مهم در خصوص مشخصه قابلیت نگهداری، موضوع مفاهیم نگهداری نرم‌افزار است که در ادامه به شرح آن می‌پردازیم.

### مفاهیم نگهداری نرم‌افزار

نگهداری نرم‌افزار و تکامل آن، معمولاً با خصوصیت‌های هزینه بالا و سرعت پایین پیاده‌سازی شناخته می‌شوند. اگرچه این فعالیت‌ها غیرقابل اجتناب

هستند، اما تقریباً تمامی نرم‌افزارهایی که حتی مفید و موفق نیز بوده‌اند، درخواست‌های ارائه‌شده توسط کاربر را برای تغییر و بهبود به کار برده‌اند.



این مجموعه فعالیت‌ها، جزو آخرین فعالیت‌هایی هستند که در فرآیند توسعه نرم‌افزار انجام می‌شوند و در تعریفی دقیق‌تر، پس از آنکه نرم‌افزار پذیرفته شد و نصب گردید، مجموعه فعالیت‌هایی جهت نگهداری نرم‌افزار به صورت عملیاتی انجام می‌گردند.

نگهداری نرم‌افزار تحت استاندارد IEEE 1219 بدین صورت تعریف می‌شود: «دست‌کاری یک محصول نرم‌افزاری، پس از آنکه تحویل داده شد؛ برای تصحیح خطاها، بهبود کارایی یا سایر صفات، و نیز تطبیق محصول برای یک محیط تغییر یافته.»

فعالیت‌هایی که در مرحله نگهداری نرم‌افزار انجام می‌شود، به چهار دسته تقسیم می‌گردند که به شرح مختصر هر کدام در ادامه خواهیم پرداخت:

#### ◀ نگهداری تصحیحی:

فرآیند دریافت گزارش از خطاها، رفع مشکلات و تصحیح آنها، نگهداری تصحیحی نام دارد. معمولاً انجام یک تست کامل روی یک سیستم نرم‌افزاری بزرگ، کاری غیرعملی است و بنابراین، می‌توان فرض کرد که هر سیستم نرم‌افزاری بزرگ، حتماً دارای خطا خواهد بود. در چنین سیستم‌هایی، باید برای حالات عمومی به صورت کامل تست انجام شود؛ اما خطاهای معمولاً ناشناخته باقی می‌مانند.

#### ◀ نگهداری تطبیقی:

فرآیند تعیین تأثیر تغییرات محیطی روی یک سیستم نرم‌افزاری و سپس دست‌کاری سیستم به گونه‌ای که بر این تغییرات فایز آید، نگهداری تطبیقی نامیده می‌شود. یک سیستم نرم‌افزاری را نمی‌توان جدا از محیط عملیاتی خود در نظر گرفت. آنها معمولاً با سیستم‌عامل،

پایگاه داده، واسط کاربر، پروتکل‌های شبکه‌ای، بسته‌های نرم‌افزاری خارجی و چارچوب‌های سخت‌افزاری گوناگون در محاوره هستند و تغییر هر کدام از این عوامل محیطی، بر روی نرم‌افزار تأثیر می‌گذارد.

#### ◀ نگهداری تکمیلی:

فرآیند دریافت پیشنهادهای و درخواست‌هایی برای توسعه و یا دست‌کاری نرم‌افزار، ارزیابی تأثیرها و پیاده‌سازی آنها، نگهداری تکمیلی نامیده می‌شود. حتی اگر یک سیستم کاملاً موفق باشد، باز هم فردی پیدا خواهد شد که تقاضای اضافه‌شدن قابلیت‌های جدید و یا توسعه قابلیت‌های موجود را داشته باشد. همچنین، گاهی ممکن است درخواست‌هایی مبنی بر تغییر یکی از قطعات سیستم و یا واسط‌های آن قطعه مطرح گردد که همه این موارد، تحت عنوان نگهداری تکمیلی قرار می‌گیرند.

#### ◀ نگهداری پیشگیری‌کننده:

فرآیند برنامه‌ریزی برای تغییر ساختار کد برنامه و پیاده‌سازی و تست آنها جهت اطمینان از عدم وجود تأثیرات منفی، نگهداری پیشگیری‌کننده نامیده می‌شود. گاهی تغییرات مورد نیاز برای یک نرم‌افزار، کاملاً به دلایل داخلی ایجاد می‌شوند. این تغییرات هیچ‌گونه تأثیر مستقیمی برای کاربر ندارند؛ اما نگهداری آتی نرم‌افزار را آسان‌تر خواهند کرد.

در نگهداری نرم‌افزار، مسائل مختلفی از جمله: روش انجام، هزینه‌ها، مسائل و مشکلات، قابلیت نگهداری نرم‌افزار و تأثیرات جانبی مطرح می‌گردند که به شرح ذیل است:

- ساخت یافتگی نگهداری: نگهداری

را می‌توان به دو روش ساخت‌یافته و غیر ساخت‌یافته انجام داد. در روش غیر ساخت‌یافته، مستقیماً به سراغ کد برنامه رفته، تغییرات اعمال می‌گردد. برخلاف آن، در روش ساخت‌یافته، ابتدا طراحی اصلی و اولیه را وراسی و تغییر داده، سپس، کد را برای منطبق ساختن آن با طراحی جدید تغییر می‌دهد.

- هزینه‌های نگهداری: معمولاً ۶۰ درصد از تلاش‌های سازمانی نرم‌افزار، صرف نگهداری آن می‌شود که به تبع هزینه بسیاری را نیز به خود اختصاص می‌دهد. گاهی این فعالیت‌ها به دلیل راضی‌نشدن مشتری است که می‌توانند به از دست دادن شانس‌های جدید برای توسعه نرم‌افزار منجر گردند.

- مشکلات نگهداری: در فرآیند نگهداری نرم‌افزار، ممکن است گاهی بر اساس دلایلی چند، برخی مشکلات به‌وجود آیند که نتوان نگهداری را به صورت مطلوب انجام داد. این دلایل عبارت‌اند از: مستندسازی نامناسب برای تکامل نرم‌افزار، مستندسازی نامناسب برای طراحی و ساختار نرم‌افزار، از دست‌دادن دانش نرم‌افزار به دلیل تغییر اعضای تیم و نداشتن اجازه برای تغییر در طراحی نرم‌افزار اصلی.

- قابلیت نگهداری نرم‌افزار: این قابلیت‌ها به میزان سهولتی بازمی‌گردند که می‌توان نرم‌افزار را شناخت، تصحیح کرد، تطبیق و یا گسترش داد. این قابلیت‌ها توسط اعمال موارد ذیل بهبود می‌یابند:

طراحی اولیه خوب و ساختار نرم‌افزاری قابل درک؛ مستندسازی کامل، تشریحی و دقیق؛ استفاده از استانداردها؛ موجود بودن حالات تست گسترده.

- پیامدهای جانبی نگهداری: بر اثر دست‌کاری‌های اعمال‌شده به یک

سیستم، هر خطا و یا رفتار غیرقابل انتظاری ممکن است اتفاق بیفتد. آثار و پیامدها به سه جهت ممکن است ایجاد شوند: آثار جانبی کدنویسی، آثار جانبی داده، آثار جانبی مستندسازی.

مشخصه / معیار قابلیت نگهداری	
آزمون پذیری	دارا بودن امکانات تست برنامه
قابلیت پایداری	نسخه پذیری و پشتیبانی از نسخه های مختلف کارکرد صحیح نرم افزار بعد از به روزرسانی
قابلیت تغییر	میزان توسعه پذیری برنامه ارائه راهکار برای به روزرسانی برنامه قابلیت گرفتن اطلاعات کاربران فراهم بودن امکان اضافه کردن منابع توسط کاربر
قابلیت تحلیل	شناسایی خطاهای احتمالی و اطلاع رسانی مناسب به کاربر

**مشخصه قابلیت کارآمدی**  
کارآمدی یا اثربخشی (Effectiveness) نشان می دهد که یک محصول، چقدر در زمینه مورد استفاده اش، مناسب و اثربخش است. ویژگی کارآمدی، به توانایی محصول در برآورده کردن نیازهای کاربر اشاره می کند.

مشخصه / معیار قابلیت کارآمدی	
رفتار زمان	پاسخگویی سریع به جست و جوی کاربر
کاربرد منابع	استفاده بهینه از تمام محیط میز کاربر میزان پیکربندی رابط کاربری از خارج برنامه به منبع ممانعت از توقف اجرا به دلیل پردازش خاص میزان استفاده صحیح و مناسب از (Buffering)

امروزه نقش معیارهای نرم افزاری در کیفیت نرم افزارها به خوبی مشخص شده است. اگرچه هدف انواع معیارها، دستیابی به کیفیت و قابلیت اطمینان است، اما در سازمان ها بسیار کم به کار گرفته می شوند. کیفیت، یک ویژگی منحصر به فرد نیست؛ بلکه مشخصه ای چندبُعدی است که باید در تمامی مراحل تولید محصول، مورد توجه قرار گیرد

## مشخصه قابلیت کاربری

در طراحی تعامل، کاربردپذیری (Usability)، شاخصه‌ای است که میزان سهولت کاربری یک ابزار را نشان می‌دهد. تعریف کاربردپذیری از دیدگاه «سازمان بین‌المللی استانداردسازی» عبارت است از میزانی که یک محصول می‌تواند توسط کاربران خاصی برای رسیدن به هدفی معین، مورد بهره قرار بگیرد و در حین استفاده، ضمن داشتن اثربخشی و کارایی، رضایت کاربر را در زمینه مورد استفاده تأمین کند.

مشخصه/ معیار قابلیت کاربری	
<p>پشتیبانی برنامه از زبان فارسی</p> <p>امکانات اصلی برنامه</p> <p>میزان تسهیلات ویژه برای افراد ناتوان</p> <p>ایجاد تمایز بین محتوای مهم و غیرمهم</p> <p>امکان حرکت در بین صفحات و مشخص بودن مکان کاربر</p> <p>امکانات اصلی برنامه در معرض دید کاربر</p> <p>حفظ آخرین وضعیت برنامه جهت بارگذاری بعدی</p> <p>عدم وابستگی به برنامه‌های دیگر</p> <p>سفارشی بودن عملکرد برنامه</p> <p>طبقه‌بندی بودن اطلاعات برای ارائه به برنامه</p> <p>ارائه امکانات برنامه در چند سطح</p> <p>سهولت دسترسی کاربر</p> <p>تعداد کلیک‌های مورد نیاز برای رسیدن به هدف در برنامه</p>	<p>قابلیت استفاده</p>
<p>تنوع و استفاده درست از منابع و کنترل‌ها</p> <p>تعداد و تنوع فونت و رنگ‌ها</p> <p>میزان استفاده از المان‌های بومی و مذهبی</p> <p>زیبایی رابط کاربری با استفاده از اصول زیبایی‌شناختی</p> <p>تناسب وضعیت چیدمان آیتم‌ها در صفحه</p> <p>همه‌پندی رابط کاربری در کل برنامه</p>	<p>قابلیت جذب کاربر</p>
<p>ارائه پیام‌ها یا رفتار مناسب بر اساس کارکرد کاربر</p> <p>گروه‌بندی درست منوهای برنامه</p> <p>اطلاع‌رسانی به کاربر هنگام انجام پردازشی خاص</p> <p>میزان تبعیت برنامه از اصول سایر برنامه‌ها</p> <p>معین بودن سطح دانش مخاطبان</p>	<p>قابلیت فهم</p>
<p>دارا بودن راهنمای موضوعی</p> <p>وجود کتابچه راهنما برای نرم‌افزارها</p> <p>وجود راهنمای برخط</p>	<p>قابلیت یادگیری</p>



### مشخصه محتوایی

تولید محتوای مناسب، همواره یکی از دغدغه‌های مهم هر مجموعه است. بنابراین، تولید محتوا و تهیه بسته‌های محتوایی مناسب و با کیفیت برای مخاطبان، معمولاً سازمان‌ها در واحدهای مرتبط با آن صورت می‌گیرد.

علاوه بر آن، مسئله تناسب محتوای تولیدشده با جوانب مختلفی که در ارتباط با مخاطبان و سازمان مطرح هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است و اساساً این تناسب و همنوایی است که باعث می‌شود محتوای تولیدشده مؤثر، کارآمد و نقش‌آفرین باشد. به نظر می‌رسد، در زمینه تولید محتوای با کیفیت و اثرگذار، باید مؤلفه‌های دهگانه ذیل مورد نظر و ملاک عمل باشد:

### ۱. تناسب محتوا و مطالبات خاص مشتریان و مخاطبان

هر سازمان و نهادی به نسبت مأموریت‌ها و اهداف خاص خود و در دسته‌بندی حرفه‌ای مشتریان، مشتریان حقیقی و حقوقی خاص و ویژه‌ای دارد که در عین سودمندی و ارزش مادی و معنوی بیشتر، نیازها و مطالبات خاص خود را دارند و یا آورده و سرمایه معنوی و مادی آنان، به گونه‌ای است که باید برای تولید محتوای منطبق با نیازهای

آن، برنامه‌ها و طرح‌های ویژه‌ای وجود داشته باشد؛ که اداره و مدیریت آن هم نیاز به نگاه ویژه و تدارک زمینه‌های خاصی دارد این امر، باید در همه مراحل تصمیم‌گیری و طراحی سازمانی و خصوصاً در مورد تهیه محتوا مورد توجه کامل قرار گیرد.

۲. تناسب محتوا و نیازهای روز جامعه هر جامعه‌ای به تناسب سیر تاریخی خود و اتفاقات و حوادث طبیعی و غیرطبیعی در زمان‌های مختلف، وضعیت‌های گوناگونی را تجربه می‌کند؛ به‌ویژه در دوره کنونی که به‌موجب ارتباطات و فناوری‌های اطلاعاتی، جهان کوچک‌تر شده و شرایط و فرصت‌های خاصی فراهم گردیده است که باید در تولید محتوا مورد توجه قرار گیرد.

### ۳. تناسب محتوا با اهداف و مأموریت‌های سازمانی

شکی نیست که هر سازمانی برای رسیدن به اهداف سازمانی و مأموریت‌های خود، برنامه‌هایی دارد و تولید هر محتوایی، باید از جنبه داخلی و سازمانی مورد نظر باشد و محتواهای تولیدشده ضمن توجه به همه جوانب، از این نظر هم تناسب لازم را داشته باشند.

### ۴. تناسب محتوا با اهداف ویژه سازمانی

برخی اهداف ویژه سازمانی، نیازمند تولید محتواهای خاص و ویژه هستند؛ مثلاً شرکت در نمایشگاه‌ها، رونمایی و معرفی محصول جدید می‌تواند از این نوع باشد.

### ۵. تناسب محتوا و مخاطبان و مشتریان فرامرزی

### ۶. تناسب محتوا با ارزش‌ها و ویژگی‌های دینی و فرهنگی جامعه

### ۷. تناسب محتوا با فناوری‌های نوین و پیشرفت‌های علمی و تحقیقاتی

جهان امروز در تسخیر فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی است. زمینه‌ای ارزشمند که البته می‌تواند به‌عنوان فرصت و تهدید تلقی شود. اگر ما بتوانیم با تسلط و آشنایی به این فناوری‌ها و بومی‌کردن آن، این ظرفیت‌های بزرگ را در خدمت اهداف شایسته و ارزنده خود قرار دهیم و از آن در مسیر اهداف انسانی و الهی خود استفاده کنیم، قطعاً فرصت‌های به‌وجودآمده تأثیر چشمگیری در توسعه و پیشرفت جامعه خواهد داشت.

### ۸. تناسب محتوا و پیام بر اساس رسانه مورد نظر

### ۹. تناسب محتوا و نیازهای مخاطب

این موضوع در معنای کلی خود، بدان جهت مهم است که هر محتوایی علاوه

مسئله تناسب محتوای تولیدشده با جوانب مختلفی که در ارتباط با مخاطبان و سازمان مطرح هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است و اساساً این تناسب و همنوایی است که باعث می‌شود محتوای تولیدشده مؤثر، کارآمد و نقش‌آفرین باشد

بر انطباق با نیازهای سازمانی، باید با نیازها و خواسته‌های منطقی مخاطب تناسب داشته باشد و اگر محتوایی بدون در نظر گرفتن نیازها و خواسته‌های مخاطبان آن تولید شود، اثربخشی لازم را نخواهد داشت.

۱۰. تناسب محتوا و چشم‌انداز آتی سازمان  
هر سازمانی علاوه بر برنامه‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت خود، برنامه‌های درازمدتی هم دارد. در همین راستا، باید توجه داشته باشیم که محتوای

تولیدشده به‌عنوان موضوعی که مغز ارتباط سازمان و مشتری را رقم می‌زند، علاوه بر برنامه‌ها و نیازهای کوتاه‌مدت و میان‌مدت، باید نیازها و برنامه‌های درازمدتی را که در چشم‌انداز آتی سازمان تصویر شده‌اند، تحقق بخشد.

مشخصه / معیار محتوایی	
دقت	توجه به کیفیت آماده‌سازی اطلاعات هماهنگی شکل دیجیتال و چاپی نسخ منابع میزان دقت و کیفیت در تهیه داده
صحت	صحت اطلاعات ارائه‌شده در برنامه
غنی‌سازی	میزان غنی‌سازی محتوی
قابلیت تعامل	ارتباط با سیستم‌های جانبی
گستره	استفاده از منابع دیگر مذاهب و ادیان
مناسب بودن	حجم اطلاعات ارائه‌شده در برنامه مقدار اطلاعات جانبی کامل بودن اطلاعات هر منبع تناسب اطلاعات با گروه مخاطبان تنوع شیوه‌های پژوهشی مورد استفاده
پذیرش	صیانت از حقوق پدید آورندگان و سرمایه‌های معنوی و مالی

versity of Technology, 2004.

9. Bee Bee Chua, Laurel Evelyn Dyson, "Applying the ISO 9126 model to the evaluation of an e-learning system", Faculty of Information Technology, University of.  
10. Barbara Kitchenham, "Software Quality: The Elusive Target", IEEE Vol. 13, No. 1: JANUARY 1996, pp. 12-21. ■

6. Benjamin Zeiss, Diana Vega, Ina Schieferdecker, Helmet Neukirchen, Jens Grabowski, "Applying the ISO 9126 Quality Model to Test Specifications Exemplified for TTCN-3 Test Specification", 2004.

7. Kristin Miller, Jacqueline Bach, "Software Evaluation Checklist", SAS inSchool® Interns, Summer 2001.

8. Krzysztof Sacha, "Evaluation of software Quality", Warsaw Uni-

#### پی‌نوشت‌ها:

1. PLC (Product Life Cycle).
2. Enterprise Application Integration.

#### منابع:

۱. پرسمن، مهندسی نرم‌افزار.
2. <http://www.shara.ir>
3. [www.fa.wikipedia.org](http://www.fa.wikipedia.org)
4. <http://www.rahavardnoor.com/index.php/authors/item/76-arzyabi>
5. "ISO/IEC 9126", pp. First Edition 2001-06-15.