



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۵۶۱

چاپ اول

INSO

14561

1st. Edition

راهنمایی بر وجوه انسانی قابلیت اعتماد

**Guidance on human aspects of
dependability**

ICS:03.120.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«راهنمایی بر وجوه انسانی قابلیت اعتماد»

رئیس:

ذره، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

سمت و/ یا نمایندگی

کارشناس استاندارد

دبیر:

بستان دوست راد، احسان

(کارشناسی مهندسی صنایع)

رئیس هیات مدیره شرکت مهندسی سیستم-

های مدیریت قابلیت اعتماد توازن

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

استاد حسین، روح ا..

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

کارشناس

مدیران خودرو

اسمی خان، علی

(کارشناس مهندسی مکانیک)

کارشناس

افراز، شهاب

(کارشناسی مهندسی کامپیوتر)

مدیر تدوین استاندارد شرکت مهندسی

سیستم‌های مدیریت قابلیت اعتماد توازن

حکیمی زاده، صدف

(کارشناسی ارشد مترجمی زبان)

کارشناس شرکت مهندسی سیستم‌های

مدیریت قابلیت اعتماد توازن

کوماسی، حامد

(کارشناسی مهندسی معدن)

کارشناس کنترل کیفی

معدن تهران شن

نصرتی، ایمان

(کارشناس مهندسی مکانیک)

مدیر فنی

پایکار بنیان پنل

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
Error! Bookmark not defined.	آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف و اختصارات
۲	۳-۱ اصطلاحات و تعاریف
۶	۳-۲ اختصارات
۸	۴ وجوه انسانی
۸	۴-۱ مرور کلی
۹	۴-۲ اجزاء سیستم و تعاملات بین آن‌ها
۹	۴-۲-۱ توضیح مقدماتی
۹	۴-۲-۲ اهداف کوچک
۹	۴-۲-۳ انسان‌ها
۱۰	۴-۲-۴ ماشین (سیستم تعاملی)
۱۱	۴-۲-۵ محیط اجتماعی و فیزیکی
۱۱	۴-۲-۵-۱ محیط اجتماعی
۱۱	۴-۲-۵-۲ محیط فیزیکی
۱۱	۴-۲-۶ خروجی
۱۲	۴-۲-۷ بازخورد از ماشین به فرد
۱۲	۴-۳ ویژگی‌های انسان
۱۲	۴-۳-۱ توضیح مقدماتی
۱۲	۴-۳-۲ محدودیت‌های انسان
۱۳	۴-۳-۳ مقایسه انسان و ماشین
۱۴	۴-۴ عوامل شکل دهنده عملکرد انسانی
۱۴	۴-۴-۱ کلیات
۱۵	۴-۴-۲ عوامل خارجی شکل دهنده‌ی عملکرد
۱۵	۴-۴-۳ عوامل داخلی شکل دهنده‌ی عملکرد
۱۶	۴-۵ تحلیل قابلیت اطمینان انسانی (HRA)
۱۶	۴-۵-۱ مرور کلی

ادامه‌ی فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۱۶	۲-۵-۴ شناسایی پتانسیل خطای انسانی
۱۷	۳-۵-۴ تحلیل وقوع خرابی‌های انسانی به منظور تعریف اقدامات متقابل
۱۸	۴-۵-۴ کمی کردن قابلیت اطمینان انسانی
۱۸	۶-۴ سیستم‌های خطیر
۲۰	۷-۴ رهنمودهای طراحی متمرکز بر انسان
۲۱	۸-۴ فرآیند طراحی متمرکز بر انسان
۲۱	۱-۸-۴ اصول طراحی متمرکز بر انسان در فرآیند طراحی
۲۲	۲-۸-۴ فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان
۲۳	۵ طراحی انسانگرا در چرخه‌ی عمر سیستم
۲۳	۱-۵ مرور کلی
۲۴	۲-۵ چرخه‌ی عمر سیستم
۲۶	۳-۵ گنجاندن طراحی انسانگرا در مهندسی سیستم‌ها
۲۷	۶ طراحی انسانگرا در هر مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
۲۷	۱-۶ مرور کلی
۲۷	۲-۶ مرحله‌ی مفهوم / تعریف
۲۷	۱-۲-۶ مفهوم
۲۷	۲-۲-۶ طرح ریزی طراحی متمرکز بر انسان
۲۸	۳-۲-۶ درک نیازها
۲۸	۴-۲-۶ الزامات سیستم
۲۸	۵-۲-۶ الزامات طراحی متمرکز بر انسان
۲۹	۳-۶ طراحی / تکوین
۳۰	۴-۶ تحقق / پیاده‌سازی
۳۱	۵-۶ بهره‌برداری/نگهداری
۳۲	۶-۶ ارتقاء
۳۲	۷-۶ کنارگذاری/از کار اندازی
۳۲	۸-۶ پروژه‌های برون سپاری و مسائل مرتبط با طراحی متمرکز بر انسان
۳۴	۷ روش‌های طراحی متمرکز بر انسان
۳۴	۱-۷ طبقه بندی فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان
۳۵	۲-۷ کاربردهای روش‌های طراحی متمرکز بر انسان
۳۶	پیوست الف (اطلاعاتی) مثال‌هایی از روشهای HRA
۴۲	پیوست ب (اطلاعاتی) خلاصه‌ای از فعالیت‌های طراحی انسانگرا و تاثیر آن‌ها بر قابلیت اعتماد سیستم
۴۷	پیوست پ (اطلاعاتی) بهترین رویه‌ها برای طراحی متمرکز بر انسان
۵۷	کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد «راهنمایی بر وجوه انسانی قابلیت اعتماد» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط «شرکت مهندسی سیستم‌های قابلیت اعتماد توازن» تهیه و تدوین شده و در یکصد و بیست و سومین اجلاس کمیته‌ی ملی استاندارد مدیریت کیفیت مورخ ۱۳۹۱/۰۳/۲۸ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:
IEC 62508: 2010, Guidance on human aspects of dependability

مقدمه

این استاندارد راهنمایی‌هایی بر وجوه انسانی قابلیت اعتماد سیستم‌ها ارائه می‌دهد. این مدرک، نیاز به یک استاندارد که به بررسی قابلیت اعتماد سیستم‌های انسان/ماشین پردازد را برطرف می‌نماید.

این استاندارد راهنمایی‌هایی در مورد نحوه در نظر گرفتن وجوه انسانی قابلیت اعتماد در تمام فازهای چرخه عمر سیستم ارائه می‌دهد، که شامل اصول ارگونومی طی طراحی و درک قابلیت اطمینان انسان برای کاربردهای سیستم می‌باشد.

این استاندارد مروری کلی بر این اصول را همراه با مثال‌هایی از انواع روش‌های قابل استفاده ارائه می‌دهد. مقصود این است که یک استاندارد پشتیبانی که روش‌هایی تفصیلی تر، شامل کمی سازی قابلیت اطمینان انسان را توصیف می‌نماید، موضوع این استاندارد را در موقع لزوم دنبال کند.

این استاندارد حاوی پیشنهادات است و شامل هیچ الزامی نیست. توجه شود که احتمال دارد الزامات مقرراتی برای سیستم‌هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد هستند، وجود داشته باشد.

راهنمایی بر وجوه انسانی قابلیت اعتماد

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه راهنمایی‌هایی بر وجوه انسانی قابلیت اعتماد و روش‌ها و رویه‌های طراحی متمرکز بر انسان است که می‌توانند در کل چرخه عمر سیستم به کار روند تا عملکرد قابلیت اعتماد را بهبود بخشند. این استاندارد رویکردهای کیفی را توصیف می‌کند. مثال‌هایی از روش‌های کمی در پیوست الف ارائه شده‌اند.

این استاندارد در هر حوزه‌ای از صنعت که در آن روابط بین انسان/ماشین وجود داشته باشد، قابل کاربرد است و به منظور استفاده کارکنان فنی و مدیران آن‌ها تدوین شده است. مقصود از این استاندارد، استفاده مقرراتی یا قراردادی یا استفاده برای گواهی کردن نیست.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ایران-آی ای سی ۱-۶۰۳۰۰:۱۳۸۶، مدیریت قابلیت اعتماد- قسمت ۱: سیستم‌های مدیریت قابلیت اعتماد

۲-۲ استاندارد ایران-آی ای سی ۲-۶۰۳۰۰:۱۳۸۷، مدیریت قابلیت اعتماد- قسمت ۲: راهنمایی‌هایی برای مدیریت قابلیت اعتماد

۳-۲ استاندارد ایران-آی ای سی ۱۵-۳-۶۰۳۰۰:۱۳۸۹، مدیریت قابلیت اعتماد، قسمت ۳-۱۵: راهنمای کاربرد- مهندسی قابلیت اعتماد سیستم

۳ اصطلاحات و تعاریف و اختصارات

در این استاندارد، اصطلاحات، تعاریف و اختصارات زیر به کار می‌روند:

یادآوری - برخی اصطلاحات از متن پیش نویس ویرایش دوم

¹ IEC 60050 – 191, International Electrotechnical Vocabulary – Part 191: Dependability IEC 60050 – 191, International Electrotechnical Vocabulary – Part 191: Dependability¹ برگرفته شده اند که در حال حاضر تحت بررسی است.

۳-۱ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱-۱

dependability

قابلیت اعتماد^۲

توانایی اجرای وظیفه به محض نیاز

یادآوری ۱- ویژگی‌های قابلیت اعتماد شامل آمادگی و عوامل تاثیرگذار ذاتی و خارجی آن از جمله قابلیت اطمینان، تحمل خرابی، قابلیت بازیابی، انسجام، امنیت، قابلیت نگهداری، قابلیت دوام و پشتیبانی نگهداری می‌شوند.

یادآوری ۲- قابلیت اعتماد به طور توصیفی به عنوان یک اصطلاح پوششی برای ویژگی‌های کیفیتی مربوط به زمان یک محصول یا خدمت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنین می‌تواند به صورت میزان، اندازه، اطمینان یا احتمال برآورده شدن مجموعه‌ای تعریف شده از ویژگی‌ها بیان شود.

یادآوری ۳- مشخصات برای ویژگی‌های قابلیت اعتماد معمولاً عبارتند از: وظیفه‌ای که محصول بایستی انجام دهد، مدت زمانی که این عملکرد بایستی برقرار نگه داشته شود و شرایط انبارش، استفاده و نگهداری. الزامات ایمنی، کارایی و اقتصادی در سرتاسر چرخه عمر نیز می‌توانند گنجانده شوند.

۳-۱-۲

ergonomics

ارگونومی

human factors

عوامل انسانی

HF

HF

رشته‌ای علمی مرتبط با درک تعاملات بین انسان و دیگر عناصر یک سیستم که تئوری، اصول، داده‌ها و روش‌های طراحی را به کار می‌برد تا رفاه انسان و عملکرد کلی سیستم را بهینه کند.

[برگرفته از ISO 6385:2004، تعریف ۲-۳]

۱ - استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۳۸۷:۱۹۱-۱۰۴۲۵ با استفاده از منبع IEC 60050-191:1990 تدوین شده است.

۲- این تعریف از ویرایش آتی IEC 60050-191، تعریف ۲۶-۴۱-۱۹۱ که تحت بررسی است، برگرفته شده است.

۳-۱-۳

error resistance

مقاومت در برابر خطا

توانایی یک سیستم در به حداقل رساندن احتمال وقوع خطای انسانی

۴-۱-۳

error tolerance

تحمل خطا

توانایی یک سیستم یا جزء برای ادامه بهره‌برداری عادی با وجود حضور ورودی‌های دارای خطا

[ISO/IEC 24765:2009، تعریف 3.1034]

۵-۱-۳

human aspects

وجوه انسانی

توانایی‌ها، محدودیت‌ها و دیگر ویژگی‌های انسانی که مربوط به طراحی، بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌ها و/یا اجزای تاثیرگذار آن‌ها بر عملکرد کلی سیستم هستند

۶-۱-۳

human-centred design

طراحی متمرکز بر انسان

رویکردی برای طراحی و تکوین سیستمی که هدف از آن قابل استفاده تر کردن سیستم‌های تعاملی از طریق تمرکز بر استفاده از سیستم، با به کارگیری عوامل انسانی، ارگونومی و دانش و تکنیک‌های قابلیت استفاده است

یادآوری ۱- سیستم‌های قابل استفاده، مزایایی مانند بهبود بهره‌وری، رفاه بیشتر کاربر، اجتناب از تنش، قابلیت دسترسی بیشتر و ریسک آسیب کمتر را ارائه می‌دهند.

یادآوری ۲- این استاندارد از اصطلاح "طراحی متمرکز بر انسان" برای اشاره به نیاز به در نظر گرفتن انسان‌ها در طراحی سیستم استفاده می‌کند، اما اصطلاح "طراحی انسان‌گرا" را که در استانداردهای ایزو برای اشاره به اصول و فعالیت‌های خاص به کار می‌روند، حفظ می‌کند.

یادآوری ۳- اصطلاح "طراحی متمرکز بر انسان" به جای "طراحی متمرکز بر کاربر" به کار می‌رود تا تاکید شود که این استاندارد به تعدادی از علاقمندان^۱ می‌پردازد، نه فقط افرادی که کاربر محسوب می‌شوند. با این حال، در عمل، این اصطلاحات اغلب با معنایی یکسان به کار می‌روند.

[بر گرفته از ISO 9241-210: تعریف ۲-۷]

۷-۱-۳

human error

خطای انسانی^۱

اختلاف بین اقدام انسانی اتخاذ شده یا حذف شده و اقدام مورد نظر

۸-۱-۳

human error probability (HEP)

احتمال خطای انسانی

احتمال این که اپراتور نتواند یک تکلیف تعیین شده را انجام دهد

یادآوری ۱- این احتمال می‌تواند بر اساس نسبت تعداد میانگین خطاها در تکلیفی معین به کل تعداد خطاهای ممکن برای این نوع تکلیف باشد.

یادآوری ۲- احتمال خطای انسانی به صورت یک توزیع بیان می‌شود و این توزیع باید مطابق با تغییرات انسانی و تغییرات موقعیتی تعیین شود که تکلیف تحت آن‌ها انجام می‌گیرد.

۹-۱-۳

human failure

وقوع خرابی انسانی

انحراف از اقدام انسانی مورد نیاز برای دستیابی به هدف، صرف نظر از علت انحراف

یادآوری- برای هر سیستم یا موقعیت خاص، گستره‌ی وقوع خرابی‌های انسانی ترکیبی از خطاها و تخلف‌های انسانی است که منجر به وقوع خرابی‌های سیستم و/یا نتایج خطرناک می‌شوند.

۱۰-۱-۳

human-oriented design

طراحی انسان‌گرا

از طریق اتخاذ فناوری‌هایی برای برآوردن الزامات عملکرد انسانی، در نظر گرفتن محدودیت‌های انسان، دستیابی به راحتی و بهبود عملکرد کلی سیستم، رویکردی کاربرگرا را برای طراحی اتخاذ می‌نماید

۱۱-۱-۳

human reliability

قابلیت اطمینان انسانی

توانمندی انسان برای انجام یک وظیفه تحت وضعیتی معین در دوره‌ی زمانی تعریف شده و در حدود پذیرش

۱۲-۱-۳

human reliability analysis (HRA)

تحلیل قابلیت اطمینان انسان

فرآیندی سیستماتیک برای ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی

۱- این تعریف از ویرایش آتی IEC 60050-191، تعریف ۱۳-۴۳-۱۹۱ که تحت بررسی است، برگرفته شده است.

یادآوری - روش‌های ارزیابی می‌توانند فقط کیفی باشند، اما می‌توانند بسط داده شوند تا نتایج کمی را ارائه دهند.

۱۳-۱-۳

mistake

اشتباه

کاستی یا وقوع خرابی در فرآیند قضاوتی یا استنتاجی دخیل در انتخاب یک هدف یا مشخص نمودن راهی برای دستیابی به آن، صرف نظر از این که آیا اقدامات طبق طرح ریزی انجام می‌گیرند یا خیر

۱۴-۱-۳

performance shaping factors

عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد

ویژگی‌های محیط خارجی، تکلیف و انسان‌هایی که عملکرد فردی را شکل می‌دهند

۱۵-۱-۳

requirement

الزام و/یا خواسته^۱

نیاز یا انتظاری که تصریح می‌شود، عموماً تلویحی می‌باشد یا اجباری است.

[استاندارد ایران-ایزو ۹۰۰۰:۱۳۸۷، تعریف ۳-۱-۲]

یادآوری - در فضای این استاندارد، الزام، نیاز یا انتظاری است که بایستی توسط سیستم، جزئی از سیستم، محصول یا خدمتی برآورده یا حاصل شود.

۱۶-۱-۳

situational awareness

آگاهی از موقعیت

ادراک انسان از عناصری در محیط در زمان و فضا، فهم معنای آن‌ها و انعکاس وضعیت آن‌ها در آینده نزدیک

۱۷-۱-۳

system

سیستم

مجموعه عناصر دارای ارتباط درونی یا دارای تعامل

[استاندارد ایران-ایزو ۹۰۰۰:۱۳۸۷، تعریف ۳-۲-۱]

یادآوری ۱- در فضای قابلیت اعتماد یک سیستم دارای:

- مقصود تعریف شده است که بر حسب نقش و وظیفه‌های مورد نظر بیان می‌شوند؛
- شرایط بیان شده برای بهره‌برداری/استفاده است؛
- مرزهای تعریف شده است.

۱- نیاز یا انتظار مشتری تا هنگامی که توسط سازمان مورد پذیرش قرار نگرفته است، «خواسته» و پس از آن «الزام» دانسته می‌شود.

یادآوری ۲- ساختار یک سیستم می‌تواند سلسله مراتبی باشد.

[استاندارد ایران-آی ای سی ۱-۶۰۳۰۰:۱۳۸۶، تعریف ۳-۶]

یادآوری ۳- در برخی سیستم‌ها، از قبیل محصولات فناوری اطلاعات، داده‌ها قسمت مهمی از عناصر سیستم می‌باشند.

یادآوری ۴- انسان‌ها ممکن است قسمتی از یک سیستم را تشکیل دهند.

۱۸-۱-۳

violation

تخلف

انحراف عمدی اما نه لزوماً سزاوار سرزنش^۱، از اقداماتی که ضروری تلقی می‌شوند

۳-۲ اختصارات

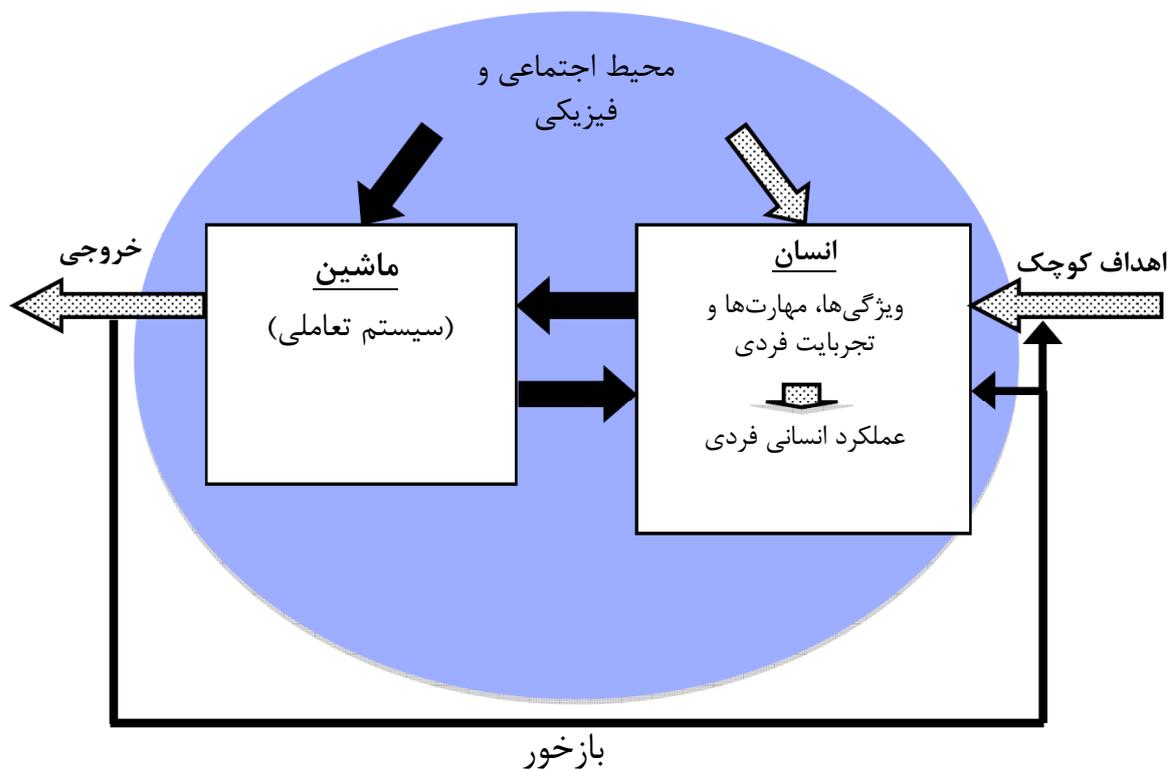
Accident Sequence Evaluation Program	ASEP	برنامه‌ی ارزیابی توالی حادثه
A Technique for Human Error Analysis	ATHEANA	تکنیکی برای تحلیل خطای انسانی
Computer Aided Design	CAD	طراحی با کمک رایانه
Connectionism Assessment of Human Reliability	CAHR	ارزیابی پیوند گرایی قابلیت اطمینان انسانی
Controller Action Reliability Assessment	CARA	ارزیابی قابلیت اطمینان اقدام کنترل کننده
Commercial Off The Shelf	COTS	بازاری
Common Performance Condition	CPC	شرایط عملکرد رایج
Cognitive Reliability and Error Analysis Method	CREAM	روش تحلیل شناختی قابلیت اطمینان و خطا
Error Forcing Context	EFC	فضای تحمیل کننده‌ی خطا
Experten System zur Aufgaben-Taxonomie (expert system for task taxonomy)	ESAT	سیستم خبره برای رده بندی تکلیف
Failure Modes and Effects Analysis	FMES	تحلیل مُدهای وقوع خرابی و اثرات
Failure Modes Effects and Criticality Analysis	FMECA	تحلیل مُدهای وقوع خرابی، اثرات و خطیر بودن
Human-Centered Design	HCD	طراحی متمرکز بر انسان

Human Cognitive Reliability	HCR	قابلیت اطمینان شناختی انسان
Human Error Assessment and Reduction Technique	HEART	تکنیک ارزیابی کاهش خطای انسانی
Human Error Probability	HEP	احتمال خطای انسانی
Human Factors	HF	عوامل انسانی
Human Reliability Analysis	HRA	تحلیل قابلیت اطمینان انسانی
Human Resources	HR	منابع انسانی
Human System	HS	سیستم انسانی
Human System Interaction	HIS	تعامل سیستم انسانی
Integrated Logistics Support	ILS	پشتیبانی لجستیکی یکپارچه
Methode d'Evaluation de la Realisation des Missions Operateur pour la Surete (method for the evaluation of the realization of an operator's mission regarding safety)	MERMOS	روش ارزیابی تحقق مأموریت اپراتور در مورد ایمنی سیستم.
Operator Reliability Experiments	ORE	آزمایش‌های قابلیت اطمینان اپراتور
Performance Shaping Factor	PSF	عامل شکل دهنده عملکرد
Reliability Rating	PR	رده‌بندی قابلیت اطمینان
Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach	SHERPA	رویکرد سیستماتیک کاهش و پیش بینی خطای انسانی
Success Likelihood Index	SLI	شاخص راستنمایی موفقیت
Success Likelihood Index Methodology	SLIM	متدولوژی شاخص راستنمایی موفقیت
Standardized Plant Analysis Risk	SPAR-H	ریسک تحلیل کارگاه استاندارد شده
Technique for Human Error Rate	THERP	تکنیک نرخ خطای انسانی
User Interface	UI	واسط کاربر

۴ وجوه انسانی

۴-۱ مرور کلی

اقدامات انسانی می‌توانند تاثیری شگرف بر قابلیت اعتماد کل سیستم و کیفیت خروجی داشته باشند. بنابراین مزایای مهم در نظر گرفتن وجوه انسانی از جمله مزایایی چون جلوگیری از وقوع خرابی‌ها، بهبود عملکرد سیستم، حصول اطمینان از ایمنی، افزایش قابلیت اطمینان و ارتقای صرفه اقتصادی، گسترش می‌یابند. سیستمی که نیازمند تعامل انسانی است شامل انسان(ها)، ماشین(ها)، محیط اجتماعی و محیط فیزیکی است که در آن‌ها سیستم کار می‌کند. قابلیت اعتماد سیستم و کارایی و اثربخشی که اهداف کوچک سیستم با آن‌ها حاصل می‌شوند همگی به تک تک اجزاء سیستم و تعامل بین آن‌ها بستگی دارند (شکل ۱).



شکل ۱- اجزای سیستم و تعاملات بین آن‌ها

فلش‌های خاکستری نمایش دهنده عوامل شکل دهنده عملکرد^۱ (PSF) هستند (توصیف شده در بند ۴-۴)

1- Performance Shaping Factor

اجزای نشان داده شده در شکل ۱ عبارتند از:

- اهداف کوچک: آنچه سیستم کاری باید به دست آورد (۲-۲-۴)؛
- انسان: شخصی که تکلیف را انجام می‌دهد (۳-۲-۴)؛
- ماشین: سیستم تعاملی طراحی شده برای پشتیبانی از دستیابی به اهداف کوچک سیستم کاری (۴-۲-۲)؛
- محیط: عوامل اجتماعی و فیزیکی که می‌توانند بر انسان (ها) و ماشین اثر بگذارند (۵-۲-۴)؛
- خروجی: آنچه بایستی با سطح مورد نیاز اثربخشی و کارایی کسب شود (۶-۲-۴)؛
- بازخورد: بازخوردی که از ماشین گرفته می‌شود (۷-۲-۴).

۲-۴ اجزاء سیستم و تعاملات بین آن‌ها

۱-۲-۴ توضیح مقدماتی

این زیر بند هر یک از اجزاء شکل ۱ را توصیف می‌کند.

۲-۲-۴ اهداف کوچک

هدف سیستم کاری دستیابی به اهداف کوچک با اثربخشی و کارایی مطلوب است.

۳-۲-۴ انسان‌ها

نقش انسان‌ها در سیستم، اجرای یک تکلیف یا تعامل با یک ماشین به منظور دستیابی به هدف جزئی تعریف شده است. اپراتور انسانی می‌تواند نقشی پایشی (مثلاً در کنترل فرآیند یا اتاق کنترل ترافیک جاده) یا نقشی فعال داشته باشد (مثلاً هنگام رفع یک حادثه ترافیکی در جاده).

تاثیر انسان می‌تواند منفی (مثلاً خطاها و تخلفات انسانی) یا مثبت (مثلاً پیشگیری از کار افتادگی سیستم یا مشکلات سیستم) باشد. انسان‌ها می‌توانند از طریق اقدام یا عدم اقدام بر سیستم اثر بگذارند. حتی در یک سیستم خودکار، انسان به واسطه‌ی وظایف طراحی، نگهداری و پایش، قسمتی از سیستم است.

افراد زیادی (در جدول ۱ نشان داده شده است) می‌توانند در فازهای مختلف در چرخه عمر یک سیستم دخیل باشند و هر یک از طریق اقدامات و تصمیمات خود بر قابلیت اعتماد سیستم اثر می‌گذارند.

جدول ۱ - افرادی که بر قابلیت اعتماد اثر می‌گذارند

مثال‌هایی از اثرات	وظیفه شغلی
آگاهی از نیازهای قابلیت اعتماد در مفاهیم سیستم	مدیر پروژه
<ul style="list-style-type: none"> عوامل انسانی را در استفاده عادی و استفاده غلطی که منطقی‌اً قابل پیش بینی است، در نظر می‌گیرد طراحی‌هایی را برای تشخیص و بازیابی شرایط خرابی انجام می‌دهد از جمله هنگامی که مدهای خرابی متعددی وجود دارند 	طراح
روش‌های اجرایی را تدوین می‌کند که وقوع خرابی‌های انسانی را به حداقل می‌رسانند	نویسنده‌ی روش اجرایی بهره‌برداری
<ul style="list-style-type: none"> از شرایط کاری، منابع، ارتباطات، بازخورد و آموزش مناسب اطمینان حاصل می‌کند به اپراتورها انگیزه می‌دهد از انطباق با روش‌های اجرایی اطمینان حاصل می‌کند 	مدیر و ناظر بهره‌برداری
عواقب خطای انسانی را مشاهده کرده و گزارش می‌دهد	اپراتور
بر موقعیت‌های مستعد خطا در آموزش تاکید می‌کند	مربی
انطباق با روش‌های اجرایی را درک و تفسیر نموده و از آن‌ها اطمینان حاصل می‌کند	کارکنان نگهداری

عملکرد انسان از جمله نقاط قوت و محدودیت‌ها و پتانسیل انسان‌ها در بهبود یا تنزل در بهره‌برداری سیستم بایستی هنگام در نظر گرفتن کل قابلیت اعتماد سیستم، به حساب آید. گرچه این کار ظاهراً کاری اضافی با دلایل مالی به نظر می‌رسد، ولی اگر کل قابلیت اعتماد سیستم در نظر گرفته نشود، هزینه وقوع خرابی می‌تواند قابل توجه باشد. عواقب احتمالی نامطلوب وقوع خرابی‌های انسانی (از جمله اشتباهات، اشتباهات سهوی، لغزش‌ها، تخلفات یا اقدامات بدخواهانه‌ی انسان) به ویژه هنگامی اهمیت دارند که انسان قسمتی از یک سیستم با کاربردهای ایمنی، امنیتی یا کاربردهای خطیر ماموریتی است. خطای انسانی همچنین می‌تواند عواقبی شدید در محیط‌های کسب و کار و تجارت الکترونیک داشته باشد.

برای جزئیات در خصوص ویژگی‌های انسانی به بند ۴-۳ مراجعه کنید.

۴-۲-۴ ماشین (سیستم تعاملی)

ماشین طوری طراحی شده که به اهداف وظیفه‌ای و عملکردی خود در محیط‌هایی که قرار است در آن‌ها انجام وظیفه کند، دست یابد.

در طول بهره‌برداری، ماشین از طریق کنترل‌های خود از انسان ورودی‌هایی را دریافت می‌کند و خروجی‌هایی را ارائه می‌دهد که تکلیف سیستم را پیش می‌برد. خروجی اغلب برای ارائه‌ی بازخورد به انسان در بهره‌برداری ماشین، نمایش داده می‌شود.

برای این که سیستم به عنوان یک کل به طور اثربخش عمل نماید، نیاز است تا واسط انسان-ماشین و تعامل بین ماشین و افرادی که در تمام مراحل چرخه‌ی عمر از طراحی گرفته تا وارهایی، با آن کار می‌کنند، وجوه انسانی را در نظر گیرند. این موارد شامل ویژگی‌های اساسی انسانی همراه با مهارت‌ها و تجربه خاص و تکالیفی هستند که قرار است انجام گیرند. به ویژه تعامل بین اپراتور انسانی و ماشین (یعنی تکالیف، نمایش-ها و کنترل‌ها) بایستی طوری طراحی شود که به راحتی برای اپراتور قابل استفاده باشد و از سطوح قابل قبول آرامش ذهنی اطمینان حاصل شود.

۴-۲-۵ محیط اجتماعی و فیزیکی

۴-۲-۵-۱ محیط اجتماعی

ساختار سازمانی، جریان‌های کاری و عوامل اجتماعی حاصل بر عملکرد انسان و سیستم اثر می‌گذارند و نیاز است به گونه‌ای طراحی شوند که از عملکرد کارآمد و قابل اطمینان انسان پشتیبانی کنند. یک ساختار سازمانی یا انتقال تکالیف (تفویض^۱)، شایستگی تصمیم‌گیری، اطلاعات، ارتباطات و مسیرهای تصمیم‌گیری و همچنین تعداد سطوح سلسله مراتب توصیف می‌شود. فرآیند کاری به طور مثال با روش جریان کار، سیستم نوبت کار، زمان کار و طرح ریزی و اجرای کار توصیف می‌شود.

دیگر خصوصیات مانند رفتار رهبری، مشارکت، فرهنگ ایمنی و اقلیم نیز می‌توانند هنگام استفاده از سیستم، بر انگیزه و رفتار انسانی اثر بگذارند.

۴-۲-۵-۲ محیط فیزیکی

عوامل محیطی فیزیکی که بر افراد و از این رو قابلیت اطمینان سیستم اثر می‌گذارند، شامل نور، سر و صدا، ارتعاشات مکانیکی، اقلیم، آلودگی، رطوبت، فشار هوا، گاز سمی و تابش می‌شوند. عوامل محیطی می‌توانند مستقیماً بر توانمندی‌های انسان‌ها اثر بگذارند (مثلاً سر و صدا، گاز سمی و غیره) یا می‌توانند بر تعاملات بین افراد و ماشین‌ها اثر بگذارند (مثلاً ارتعاش مکانیکی) یا می‌توانند بر خود ماشین اثر بگذارند (مثلاً باد جانبی هنگام رانندگی). با این حال این عوامل جدا از اثرات منفی که دارند، می‌توانند وظیفه‌ای بازخوردی را نیز ارائه دهند که توانایی انسان را در تعامل اثر بخش با ماشین افزایش می‌دهد (مثلاً صدا/الرزس موتور هنگام رانندگی).

برخی از عوامل محیط فیزیکی ممکن است افرادی را نیازمند استفاده از تجهیزات حفاظتی کند (مثلاً دستگاهی برای تنفس). برخی محدودیت‌های انسانی ممکن است انسان را نیازمند استفاده از فناوری‌های کمکی کند (مثلاً عینک مطالعه یا وسایل ورودی تخصصی). این فناوری‌ها می‌توانند بر توانایی آن‌ها اثر بگذارند و باید در طراحی در نظر گرفته شوند.

۴-۲-۶ خروجی

اهداف جزئی تکلیف بایستی با سطح الزام شده اثربخشی و کارایی حاصل شوند.

۴-۲-۷ بازخورد از ماشین به فرد

بازخورد مناسب از ماشین، یک ویژگی مهم در طراحی قابل اعتماد است. بازخورد در مورد ورودی از طریق سیگنال‌های صوتی، بصری و لمسی از ماشین به فرد رخ می‌دهد. بازخورد در مورد خروجی سیستم به طور کلی، اطلاعاتی در مورد دستیابی به اهداف جزئی را فراهم می‌سازد.

بازخورد به چند دلیل اهمیت دارد. بازخورد به شخص این امکان را می‌دهد که رفتار نامطلوب ماشین یا سیستم را به طور کلی اصلاح کند تا عملکرد را بهبود بخشد یا اقدامات نامطلوب را اصلاح کند. به علاوه نبود بازخورد مناسب می‌تواند خطرهایی ایجاد کند، مثلاً هنگامی که رایانه‌ای در ارائه بازخورد بصری در پاسخ به دکمه «delete» کند عمل می‌کند، اپراتور اغلب این وظیفه را تکرار می‌کند. بازخورد همچنین می‌تواند به اجرای دقیق‌تر یک تکلیف کمک کند، مثلاً بازخورد از پدال ترمز اتومبیل به راننده کمک می‌کند که به آرامی ترمز نماید. بازخورد از ماشین و سیستم، به فراهم ساختن آگاهی موقعیتی نیز کمک می‌کند. در برخی اوضاع و احوال، بازخورد می‌تواند منجر به تغییری در اهداف جزئی شود.

۴-۳ ویژگی‌های انسان

۴-۳-۱ توضیح مقدماتی

انسان‌ها دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی، شناختی و روان شناختی هستند که از فردی به فرد دیگر متفاوت است (۴-۵-۲). این ویژگی‌ها، محدودیت‌هایی اساسی در توانمندی‌های انسانی ایجاد می‌کنند که لازم است در طراحی سیستم در نظر گرفته شوند. آموزش و تجربه‌ی مناسب به افراد این امکان را می‌دهد که به طور اثر بخش تر اما فقط در حدود خود عمل نمایند.

قابلیت اطمینان و عملکرد انسانی تحت تاثیر طراحی ماشین و محیط فیزیکی و اجتماعی است (۴-۵-۱). برای حصول اطمینان از موقعیت کاری با قابلیت اعتماد بالا، سیستم بایستی به گونه‌ای طراحی شود که تنش وارده بر انسان به دلیل تکلیف کاری، محیط کاری و طراحی فنی در حدود قابل قبول باقی بماند.

۴-۳-۲ محدودیت‌های انسان

طراحی بایستی محدودیت‌های انسان را در نظر بگیرد.

الف) محدودیت‌های فیزیکی

- محدودیت‌های آنترپومتری^۱ و قید و بندهای بیومکانیکی؛
- محدودیت‌های حسی (مثلاً گستره‌ای از سیگنال‌ها که می‌توانند درک شوند و تمیز داده شوند).

ب) محدودیت‌های شناختی

- زمان مورد نیاز بین درک یک سیگنال و اقدامی در پاسخ به کل. این امر می‌تواند از چند صد میلی ثانیه برای اقدامات بر اساس مهارت که در آنها پاسخ شبه خودکار است (و مستدل نیست) تا چندین ثانیه یا دقیقه در مواردی که استدلال و تحلیل در آنها ضروری است، باشد؛
- محدودیت‌های حافظه‌ی کوتاه مدت. تنها ۵ تا ۷ قلم از اطلاعات را می‌توان در حافظه کوتاه مدت نگاه داشت. در مورد مقادیر بیشتر اطلاعات، مدل‌ها یا الگوهای ذهنی تهیه می‌شوند؛
- محدودیت‌ها در مورد میزان اطلاعاتی که می‌توانند در یک زمان پردازش شوند (حافظه فعال)؛
- عدم توانایی در تمرکز اثربخش بر بیش از یک فعالیت در یک زمان یا پردازش موازی اطلاعات؛
- پتانسل از دست دادن آگاهی موقعیتی که منجر به اقداماتی بر اساس ادراکی نادرست از واقعیت می‌شود.

پ) محدودیت‌های روان شناختی

- تنزل عملکرد به دلیل خستگی یا ملالت فیزیکی یا ذهنی؛
 - تمایل به تصمیمات و اقداماتی که تحت موقعیت‌های تنش زا، بر اساس پاسخ‌های احساسی هستند و نه پاسخ‌های منطقی.
- از آنجا که این ویژگی‌های انسان‌ها نمی‌توانند بیرون از سیستم طراحی شوند، تقسیم تکالیف بین افراد و بقیه سیستم و طراحی سیستم‌های فنی و واسط‌ها باید در نظر گرفته شوند. نقاط قوت انسان و ماشین بایستی بررسی شوند (۴-۳-۴).

۴-۳-۴ مقایسه انسان و ماشین

تخصیص فعالیت‌ها و گام‌های بهره‌برداری بین انسان‌ها و ماشین‌ها بایستی نقاط قوت انسان‌ها و ماشین‌ها را در نظر بگیرد.

الف) نقاط قوت انسان

- توانایی ادراک الگوهای نور یا صوت؛
- توانایی بداهه کاری^۱ و استفاده از روش‌های اجرایی انعطاف پذیر؛
- توانایی ذخیره مقادیر زیادی از اطلاعات در دوره‌های زمانی طولانی و به یاد آوردن حقایق مرتبط در زمان مناسب؛
- توانایی استدلال استقرایی؛
- توانایی قضاوت کردن.

ب) نقاط قوت ماشین

- توانایی آشکارسازی مقادیر کوچک و گستره وسیع تری از سیگنال‌های سمعی و بصری؛
- توانایی پاسخگویی سریع به سیگنال‌های کنترل و به کارگیری نیروی زیاد به طور آرام و دقیق؛
- توانایی انجام تکالیف تکراری و روتین به طور ثابت و درست؛
- توانایی ذخیره اطلاعات به طور خلاصه و سپس پاک کردن کامل آن؛
- توانایی استدلال استنتاجی از جمله توانایی محاسباتی؛
- توانایی هدایت بهره‌بردارهای بسیار پیچیده و انجام کارهای بسیار در یک زمان.

تفاوت‌های اصلی بین انسان و ماشین عبارتند از:

- ماشین‌ها می‌توانند اصلاح شوند، از نو طراحی شوند و به روز شوند در حالی که در مورد انسان‌ها اینگونه نیست. انسان‌ها با تفاوت‌هایی ذاتی و ژنتیکی به دنیا می‌آیند که محیط به این تفاوت‌ها شکل می‌دهد. استعدادها یا توانایی‌های ذاتی از طریق تحصیلات و آموزش تکوین می‌یابند؛
- می‌توان ماشین‌ها را به گونه‌ای تولید نمود که خروجی دقیقی ارائه دهند و بهره‌برداری دقیقی را تکرار نمایند. انسان‌ها یکسان نیستند و از نظر ویژگی‌های حسی، شناختی، فیزیکی و عملکردی متفاوت هستند. وجوه خاص عملکرد انسانی را می‌توان از طریق انتخاب و آموزش بیشتر برابر نمود.

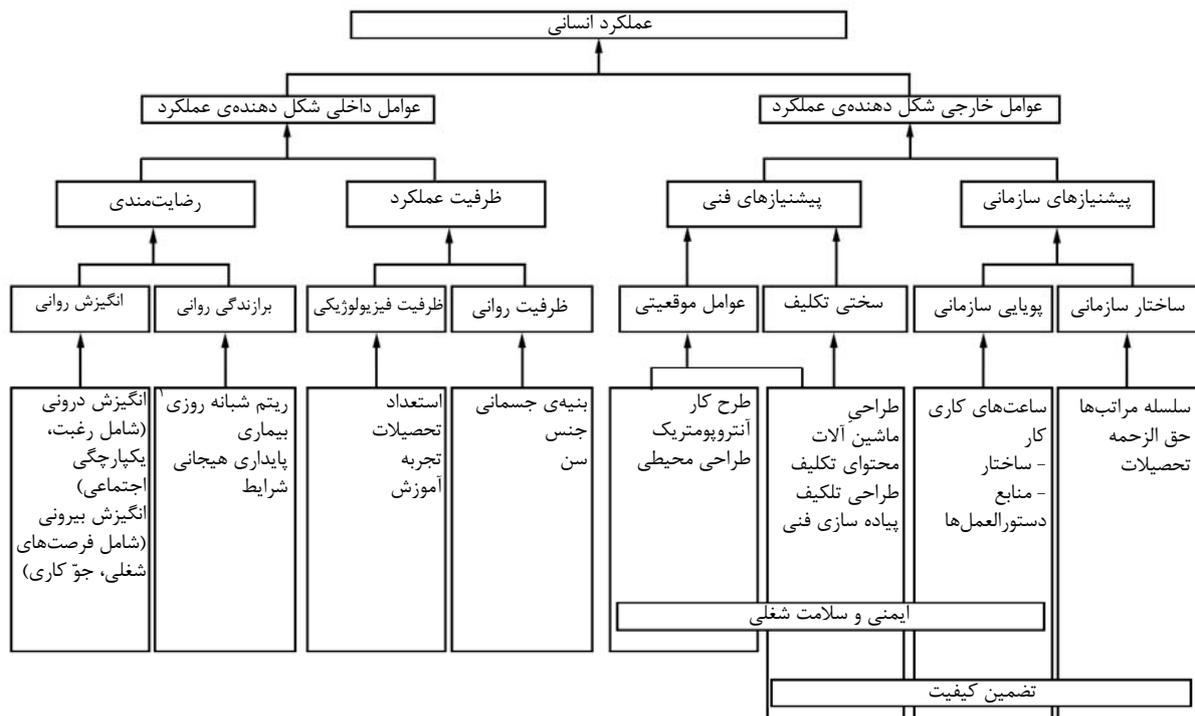
۴-۴ عوامل شکل دهنده عملکرد انسانی

۴-۴-۱ کلیات

عملکرد و قابلیت اطمینان افراد در یک سیستم متفاوت می‌باشند. این امر به گستره‌ای از شرایط داخلی و خارجی بستگی دارد که از فردی به فرد دیگر و از موردی به مورد دیگر متفاوت می‌باشد. عواملی که بر توانمندی انسان در به انجام رساندن قابل اطمینان یک تکلیف اثر می‌گذارند، عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد نام دارند (فضای استفاده نیز خوانده می‌شود).

شکل ۱ انواع عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد را با فلش‌های خاکستری نشان می‌دهد.

شکل ۲ مثال‌هایی ارائه می‌دهد که تمایز بین عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد خارجی و داخلی را نشان می‌دهد.



۱- Circadian rhythm

شکل ۲ - عوامل شکل دهنده عملکرد انسانی

۲-۴-۴ عوامل خارجی شکل دهنده عملکرد

عوامل خارجی شکل دهنده عملکرد نتیجه‌ی پیش نیازهای سازمانی و فنی هستند. پیش نیازهای سازمانی (۲-۴-۵-۱) اغلب تنها می‌توانند به صورت کیفی توصیف شوند. از سوی دیگر پیش نیازهای فنی از جمله طراحی ماشین (۲-۴-۴) و عوامل محیطی (۲-۴-۵-۲) اغلب می‌توانند به صورت کمی توصیف شوند. در نظر گرفتن عوامل خارجی شکل دهنده عملکرد در طراحی، تأثیری مثبت بر عملکرد دارد.

۳-۴-۴ عوامل داخلی شکل دهنده عملکرد

عوامل داخلی شکل دهنده عملکرد را می‌توان به ظرفیت عملکرد و تمایل تجزیه نمود. این عوامل نماینده‌ی عوامل حاصل از تغییرپذیری‌های فیزیولوژیکی و روان شناختی در افراد هستند و در شکل ۱ با عنوان «ویژگی‌ها، مهارت‌ها و تجربه فردی» نشان داده می‌شوند. این عوامل عبارتند از محدودیت‌های انسان (۲-۳-۴) و تفاوت‌هایی در اندازه و قدرت، تفاوت‌هایی در استعداد، مهارت، تجربه و دانش، تغییر پذیری‌های روان شناختی و عوامل انگیزشی.

۴-۵ تحلیل قابلیت اطمینان انسانی^۱ (HRA)

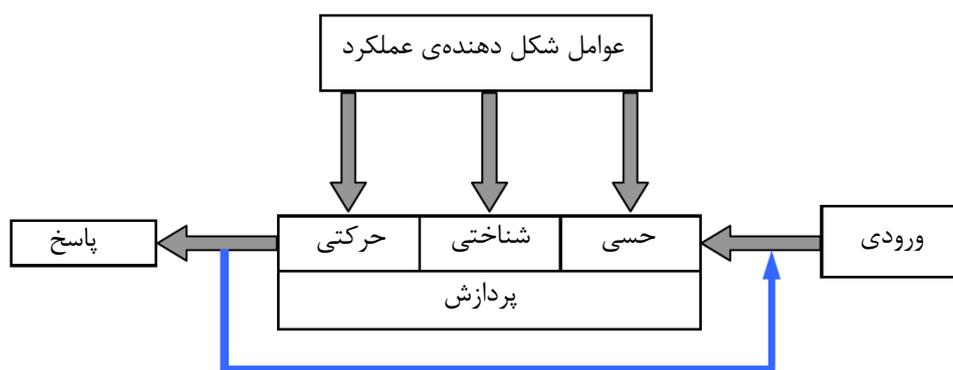
۴-۵-۱ مرور کلی

تحلیل قابلیت اطمینان انسانی قسمتی از تحلیل کلی قابلیت اطمینان یک سیستم فنی است. تحلیل قابلیت اطمینان انسانی شامل فعالیت‌های زیر است:

- شناسایی پتانسیل وقوع خرابی انسانی؛
- تحلیل منابع خطا و علل تخلفات تا بتوان اقدامات مقابله‌ای مناسبی را تعریف کرد؛
- کمی سازی قابلیت اطمینان انسانی بر حسب اقتضا به منظور توانایی در کمی سازی قابلیت اطمینان سیستم به عنوان یک کل؛
- تصمیم گیری در مورد این که آیا بهبود ضرورت دارد یا خیر.

۴-۵-۲ شناسایی پتانسیل خطای انسانی

به طور کلی نقش انسان‌ها در سیستم، دریافت ورودی از قبیل دستورالعمل یا اطلاعات از طریق فرآیندی حسی است. سپس این ورودی در معرض فرآیندی شناختی شامل دانش، حافظه یا آموزش قرار می‌گیرد تا تصمیمی در مورد نحوه پاسخگویی گرفته شود. تصمیم حاصل توسط یک فرآیند حرکتی شامل استفاده از عضلات مناسب اجرا می‌شود. اقدام اغلب بازخوردی ایجاد می‌کند که ورودی‌هایی اضافی ارائه می‌دهد که یا صحت اقدام را تایید می‌کند یا مشکلی را نشان می‌دهد که به تصحیح نیاز دارد (شکل ۳). این امر، چه تکلیف شامل بهره‌برداری از ماشین باشد و چه پیروی از روش‌های اجرایی، طراحی تجهیزات یا روش‌های اجرایی یا انجام یک تکلیف مدیریتی یا نظارتی، کاربرد دارد.



شکل ۳ - مدل ساده‌ی پردازش اطلاعات انسانی

ورودی در شکل ۳ شامل اهداف جزئی تکلیف، محیط و بازخورد است.

پردازش اطلاعات و تصمیم گیری اغلب مستلزم استفاده از حافظه است و ممکن است نیازمند اطلاعات خارجی نیز باشد. ممکن است در هر گامی از این فرآیند شناختی خطایی رخ دهد و پتانسیل خطا را می توان با در نظر گرفتن هر گام شناختی، به نوبه خود شناسایی کرد تا مکان هایی که ممکن است در آن ها خطایی رخ دهد یافت شوند. پتانسیل خطای انسانی را همچنین می توان با استفاده از تحلیل مُد وقوع خرابی و اثرات^۱ (FMEA) شناسایی نمود که با تحلیل تکلیف آغاز می شود و خطاهای محتمل در هر گام از تکالیف و نحوه رخداد خطاها را شناسایی می کند (به پیوست الف مراجعه کنید).

۴-۵-۳ تحلیل وقوع خرابی های انسانی به منظور تعریف اقدامات متقابل

درک نحوه وقوع خرابی انسانی و چرایی آن، به تعریف اقدامات متقابل مناسب و بهبود قابلیت اعتماد سیستم کمک می کند.

وقوع خرابی های انسانی را می توان به تخلفات و خطاها تجزیه نمود. تخلفات، انحرافات از یک مسیر صحیح شناخته شده هستند. تخلفات معمولاً به این دلیل رخ می دهند که پاداش هایی ناخواسته برای رفتار غیر صحیح وجود دارند (مثلاً صرفه جویی در تلاش و زمان یا تایید افراد دیگر). ممکن است به دلیل این که تصور می شود راه بهتری برای دستیابی به هدف موجود است، (برای پنهان کردن اشتباهات یا کمک به همکاران) تخلف از قوانین صورت گیرد. تخلفات ممکن است از روی بد خواهی رخ دهند اما این امر، نادر است.

خطاها زمانی رخ می دهند که ترتیب طرح ریزی شده ی فعالیت های ذهنی یا فیزیکی قادر به دستیابی به مطلوب خود نیستند. دلیل این امر ممکن است نامناسب بودن طرح ریزی باشد یا اینکه فعالیت ها طبق برنامه پیش نرفته اند. این تمایز، منجر به طبقه بندی خطاها در گروه های اشتباه، لغزش و سهو می شود.

نوع دیگری از خطا زمانی است که اقدامی که فردی قصد دارد انجام دهد صحیح است اما اجرای اقدام غیر صحیح است. این خطاها را نیز می توان به دو گروه تقسیم نمود.

- لغزش، که وقوع خرابی در اجرا است و اغلب در اجرای تکالیف شناخته شده و روتین به صورت خودکار و با پردازش ذهنی کم، مانند تایپ کردن یا رانندگی رخ می دهد؛
- سهو، وقوع خرابی حافظه یا شناخت است (از قبیل از قلم انداختن یک قسمت از یک فهرست) یا دنبال کردن تصادفی یک روش اجرایی شناخته شده به جای روش اجرایی جدید دیگری که مورد نیاز است.

این طبقه بندی نقطه ی شروع خوبی برای تحلیل علل وقوع خرابی انسانی است. هنگامی که مظنون به وقوع مشکلی هستید یا مشکلی یافت می شود، می توان در طراحی، رویکردهای زیر را به کار برد.

به منظور به حداقل رساندن تخلفات، نیاز است که دلایل عملکرد نادرست افراد در نظر گرفته شود و پاداش - هایی برای رفتار صحیح در مقابل رفتار غیر صحیح در نظر گرفته شود. مثلاً هر گاه نحوه‌ی آسان انجام دادن کاری، نحوه‌ی صحیح باشد، تخلفات کمتر محتمل هستند.

با در نظر گرفتن محدودیت‌های ذاتی انسان در طراحی و سپس حصول اطمینان از این که افراد از دانش و مهارت صحیح و زمان کافی برای استدلال به طور صحیح برخوردارند، اشتباهات به حداقل می‌رسند. دستورالعمل‌های روشن، نمایش‌های شهودی و کنترل‌ها و کمک به حافظه در به حداقل رساندن مشکلات کمک می‌کنند.

به حداقل رساندن لغزش‌ها و سهوها بسیار مشکل تر است چرا که قصد فرد صحیح است و اغلب خطاها در هنگام اجرای فعالیت‌های خودکار و در حالتی که فرد کنترل هشیاری روی آن‌ها ندارد رخ می‌دهند. طراحی - هایی که آگاهی موقعیتی را حفظ و واری می‌کنند، مطابق با انتظارات ذهنی ناخودآگاه هستند و هنگامی مبنی بر این که خطایی رخ داده است، بازخوردی سریع ارائه می‌دهند که می‌توانند به حصول اطمینان از این امر کمک کنند که لغزش‌ها و سهوها پیش از آن که قابلیت اعتماد کلی به خطر بیافتد، اصلاح می‌شوند.

بند الف-۱ تعدادی از روش‌های HRA را فهرست می‌کند که شامل تکنیک‌هایی برای تحلیل ساز و کارها و علل وقوع خرابی‌های انسانی هستند برای اقدامات متقابل بازنگری می‌شوند. انواع مختلف وقوع خرابی‌های انسانی را همچنین می‌توان با در نظر گرفتن عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد در طراحی سیستم و اجزای آن و طراحی به منظور ارتقاء عملکرد انسانی کاهش داد.

۴-۵-۴ کمی کردن قابلیت اطمینان انسانی

هنگامی که قابلیت اطمینان یک سیستمی قرار است کمی شود، در نظر گرفتن مقداری برای احتمال خطای انسانی نیز می‌تواند مناسب باشد. روش‌های مختلفی در این خصوص موجودند که می‌توان آن‌ها را به کار برد. این روش‌ها با توصیف مختصری در پیوست الف فهرست شده‌اند. معمولاً احتمالات در لغزش‌ها، سهوها و اشتباهات و با در نظر گرفتن عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد اعمال می‌شوند. معمولاً تخلفات بدخواهانه از تحلیل حذف می‌شوند (یعنی فرض بر این است که افراد قصد خوبی دارند اما همچنان ممکن است دچار لغزش، سهو و اشتباه شوند).

۴-۶ سیستم‌های خطیر^۱

سیستم خطیر یک سیستم رایانه‌ای، الکترونیک، مکانیکی یا الکترومکانیکی است که وقوع خرابی آن هنگام بهره‌برداری طبق نیاز می‌تواند تاثیری قابل توجه داشته باشد، مانند آسیب یا مرگ انسان، خسارت زیاد به تجهیزات یا ضرر مالی بزرگ. در طراحی سیستم‌های خطیر اهمیت ویژه‌ای دارد که هم به بهره‌برداری عادی و هم بهره‌برداری تحت شرایط احتمالی خرابی که در آن‌ها اپراتور ممکن است تحت تنش، تصمیم‌گیری نماید، توجه شود. در نظر گرفتن این مورد مهم است که چگونه اپراتور به وسیع‌ترین گستره ممکن موقعیت -

های غیر عادی پاسخ می‌گویند و واسط باید به گونه‌ای طراحی شود که احتمال تعبیر نادرست به حداقل برسد.

سیستم‌های خطیر معمولاً برای محدود کردن یا حذف مداخله انسانی طراحی می‌شوند. با این حال، هنگامی که به مداخله‌ی انسان نیاز است، معمولاً لازم است که اقدام انسان صحیح، سریع و قاطع باشد تا پیشروی بیشتر شرایط نامطلوب متوقف شده یا از آن‌ها پیشگیری شود.

به طور گسترده سه موقعیت غیرعادی هستند که در آن‌ها ورودی انسانی، خطیر است. این موقعیت‌ها انحصاری نیستند و در برخی موارد ممکن است از یک موقعیت، موقعیتی دیگر حاصل شود:

الف) در یک موقعیت اضطراری، هنگامی که توانمندی تصمیم‌گیری انسان اغلب تنزل می‌یابد و ممکن است اطلاعات به طور غلط تعبیر شوند؛

ب) در موقعیت‌های عادی یا غیرعادی که در آن‌ها اپراتور، تاثیر اقداماتش را درک نمی‌کند. در این صورت اپراتور تحت تنش نیست، در حقیقت ممکن است توجه کافی نداشته باشد و از این رو به طریقی سبب وارد آمدن آسیبی شود؛

پ) در حالتی که اپراتور نمی‌تواند از نتایج مطلع شود و برای تصمیم‌گیری و پیروی از تصمیمات نیاز به پشتیبانی دارد (شاید در دوره‌های زمانی بسیار طولانی).

تصمیمات مناسب انسانی در این سه موقعیت را می‌توان از طریق اقدامات زیر کسب نمود:

- شناسایی پتانسیل افزایش یافته برای عواقب خطای فردی در سیستم‌های بسیار خودکار؛
- شبیه‌سازی موقعیت‌های اضطراری با واسط‌های نمونه‌ی اولیه به منظور کمک به درک انسانی و استفاده از بازخورد کسب شده به منظور بهبود واسط‌ها؛
- آموزش اپراتورها در نحوه‌ی پاسخگویی به موقعیت، هر گاه هر گونه سردرگمی بالقوه باقی مانده باشد؛
- انتخاب کارکنانی که قادر به عملکرد اثربخش در محیط‌های پر تنش چند تکلیفی باشند؛
- آموزش اپراتورها در بازه‌های منظم زمانی برای توانایی در اداره‌ی دستی سیستم تحت شرایط احتمالی خرابی؛
- به کارگیری روش‌هایی برای پرداختن به رضایت فردی / عدم آگاهی، مانند انتخاب کارکنان، روش‌های اجرایی و آرسی، سیستم ایمنی رفتاری و غیره؛
- هر گاه آگاهی از ریسک‌ها از قبل غیر ممکن است و اپراتورها باید با عدم قطعیت بالایی عمل نمایند، (مثلاً امور مالی، دفاع، اکتشاف، وارهایی زباله و غیره)، روش‌های اجرایی و ابزارهایی برای مدلسازی و تصمیم‌گیری به کار می‌روند.

۷-۴ رهنمودهای طراحی متمرکز بر انسان

رهنمودهای زیر در طراحی متمرکز بر انسان در صورتی که به طور مناسب به کار روند، به بهبود قابلیت اطمینان انسان و قابلیت اعتماد سیستم کمک می‌کنند.

الف) درخور استفاده بودن:

- طراحی را برای استفاده مورد نظر بادوام، قابل اطمینان و قابل کاربرد نمایید؛
- وظایف را به طور مناسب بین افراد و فناوری تقسیم کنید؛
- ویژگی‌های فیزیکی، شناختی و روان شناختی کاربران را تطبیق دهید؛
- با کاربران آزمون کنید.

ب) سادگی:

- تا حد ممکن طراحی را ساده نمایید؛
- نیاز به آموزش را به حداقل برسانید؛
- وظایف را واضح و روشن سازید.

پ) تحمل خطا و مقاومت در برابر خطا:

- سیستم را به گونه‌ای طراحی کنید که تحمل خطا داشته باشد؛
- به گونه‌ای طراحی کنید که ارتکاب اشتباه غیر ممکن شود؛
- طوری طراحی کنید در حالت خرابی، ایمن^۱ باشد.

ت) سازگاری:

- طراحی را سازگار با تجربه کاربر، اشیای واقعی در زندگی و سیستم‌های مشابه انجام دهید.

ث) استاندارد سازی:

- در صورت امکان از سخت افزار و نرم افزار استاندارد شده استفاده کنید؛
- واسطه‌هایی یکسان را برای وظایف یکسان برقرار کنید؛
- کنترل‌ها، نمایش‌ها، علامت گذاری‌ها، کدگذاری، برچسب زنی و ترتیبات را یک شکل کنید؛
- ظاهر را متمایز سازید؛
- اصطلاح شناسی، ظاهر و حس را استاندارد کنید؛

- تجهیزات با انجام وظیفه‌ی مشابه را تعویض پذیر کنید.

ج) دیدگاه متمرکز بر کاربر:

- نقش‌ها، مسئولیت‌ها، تصمیمات و اهداف جزئی کاربر را درک کنید؛
- بازخورد به هنگام و اطلاعاتی ارائه دهید؛
- از اصطلاحات و تصاویر آشنا استفاده کنید؛
- در ظرف توانایی‌های کاربر طراحی کنید؛
- عملکرد و رضایت انسانی را به حداکثر برسانید؛
- الزامات آموزشی را به حداقل برسانید؛
- انتقال مهارت‌ها را تسهیل کنید؛
- تنوع فیزیکی را تطبیق دهید.

چ) قابلیت نگهداری و پشتیبانی نگهداری:

- با هدف راحتی در دمونتاز و مونتاژ مجدد آن‌ها طراحی کنید؛
- در صورت ضرورت ابزارهای تخصصی را فراهم سازید؛
- در صورت نیاز پشتیبانی لجستیکی ارائه دهید؛
- برای ابزارهای رایج طراحی کنید؛
- نگهداری طراحی را آسان سازید.

پیوست ب، تاثیر و پیامد طراحی عوامل انسانی را بر قابلیت اعتماد سیستم در موقعیت‌های خاص به طور خلاصه ارائه می‌کند.

۴-۸ فرآیند طراحی متمرکز بر انسان

۴-۸-۱ اصول طراحی متمرکز بر انسان در فرآیند طراحی

طراحی انسان‌گرا شامل فرآیند مهندسی کل طراحی سیستم برای برآورده نمودن نیازهای اپراتور انسانی و دیگر علاقمندان است. هدف، به حداکثر رساندن توانمندی‌های کلی سیستم و عملکرد در بهره‌برداری است.

هر فرآیند طراحی و تخصیص مسئولیت‌ها و نقش‌هایی که اتخاذ می‌شود، تلفیق رویکرد انسان‌گرا در طراحی بایستی از اصول طراحی متمرکز بر انسان پیروی نماید که در ذیل فهرست شده اند (و به طور کامل تر در استاندارد ISO 9241 – 210 توصیف شده اند).

الف) طراحی، بر پایه‌ی درکی آشکار از کاربران، تکالیف و محیط‌ها است؛

ب) کاربران در سرتاسر طراحی و تکوین دخالت دارند؛

پ) طراحی با ارزیابی متمرکز بر کاربر گردانده و اصلاح می‌شود؛

ت) فرآیند تکرار می‌شود؛

ث) طراحی به کل تجربه‌ی کاربر می‌پردازد (از جمله نحوه‌ی پاسخگویی کاربر به تکلیف، محیط کاری، پشتیبانی، آموزش و استفاده‌ی درازمدت)؛

ث) تیم طراحی شامل مهارت‌ها و دیدگاه‌های چند رشته‌ای است.

۴-۸-۲ فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان

پنج فعالیت طراحی متمرکز بر انسان پیوسته باید طی پروژه‌ی تکوین سیستم رخ دهند (در - ISO 9241 210 توصیف شده است). این فعالیت‌ها در سراسر پروژه رخ می‌دهند و بسته به مرحله‌ی پروژه از نظر جزئیات و درجه متفاوت هستند.

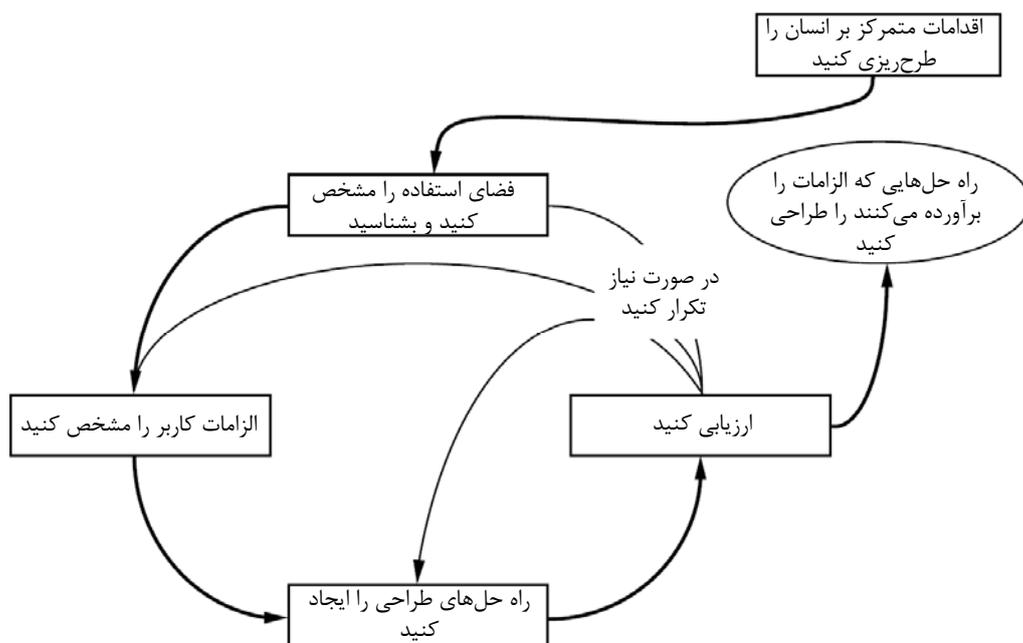
الف) طرح ریزی فعالیت‌های طراحی انسان‌گرا؛

ب) تحلیل، درک و مشخص نمودن فضای استفاده؛

پ) تحلیل نیازهای کاربر و مشخص نمودن الزامات کاربر؛

ت) استفاده از دانش فعلی عوامل انسانی برای طراحی راه‌حلهایی برای برآورده نمودن این الزامات؛

ث) ارزیابی راه‌حلهای طراحی در مقابل الزامات و بازخورد کاربر و در نتیجه تعدیل طراحی و/یا الزامات.



شکل ۴ - فعالیت‌های طراحی انسان‌گرا

در عمل این فعالیت‌ها می‌توانند هم پوشانی داشته باشند یا می‌توان مراحل متمایزی را نمایش دهند. فعالیت‌های بعدی نیز می‌توانند فرضیه‌های صورت گرفته در مراحل قبلی را تعدیل نمایند. شکل ۴ (برگرفته از ISO 9241 – 210) وابستگی متقابل آن‌ها را تشریح می‌کند.

۵ طراحی انسان‌گرا در چرخه‌ی عمر سیستم

۵-۱ مرور کلی

مقصود از در نظر گرفتن وجوه انسانی در مهندسی سیستم‌ها گنجاندن علایق و نیازهای افراد و/یا گروه‌هایی است که با سیستم کار می‌کنند. این امر مزایای زیر را دارد:

- پروژه‌ها به مسائل و ریسک‌های حاصل از تعامل انسان-سیستم می‌پردازند؛
- سیستم دارای طرح ریزی فاز چرخه‌ی عمر و استفاده از منابع است که برای مبارزه با ریسک‌های عوامل انسانی به صورتی مقرون به صرفه طراحی شده است؛
- نیازهای علاقمندان در سیستم به سازمان تکوین منتقل می‌شوند؛
- قابلیت اعتماد کلی سیستم بهبود می‌یابد.

رویکرد انسان‌گرا در طراحی، شامل به کار گیری روش‌های طراحی متمرکز بر انسان در چرخه‌ی عمر سیستم، ضمن آگاه بودن از تغییر پذیر بودن عملکرد و قابلیت اطمینان انسان هاست.

سیستم‌ها بایستی به گونه‌ای طراحی شوند که پتانسیل خطای انسانی را به حداقل برسانند و در صورت وقوع خطاها، تاثیر آن‌ها را کاهش دهند. برای دستیابی به قابلیت اطمینان انسانی قابل قبول، فرآیند طراحی نیاز دارد تمام مسائل انسانی مربوطه را در نظر بگیرد، از جمله موارد زیر:

- استخراج و تعریف گستره‌ی کامل الزامات کاربران، نگهدارنده و دیگر علاقمندان؛
- تعریف فضاهایی که در آن‌ها سیستم مورد استفاده قرار گرفته و نگهداری می‌شود، از جمله ویژگی‌های کاربران، تکالیف و محیط‌های کاری؛
- تعریف الزامات عملکرد انسانی و ضروری راحتی ذهنی برای دستیابی به اهداف سیستم در طی تمام فازهای چرخه‌ی عمر؛
- شناسایی پتانسیل خطای انسانی توسط اپراتورها، نگهدارنده‌ها و افراد دیگری که قسمتی از سیستم را در طی فازهای مختلف چرخه‌ی عمر تشکیل می‌دهند.

طراحی انسان‌گرا از پایگاه دانش عامل انسانی برای کاربرد در طراحی‌های متمرکز بر کاربر، مقاوم در برابر خطا و تحمل‌کننده‌ی خطا بهره‌برداری می‌کند. این کار از طریق وفق دادن فناوری‌های مناسب برای کاهش چالش‌ها در برآوردن الزامات عملکرد انسانی و ارتقای تعامل سیستم انسانی انجام می‌گیرد.

اتخاذ رویکرد انسان‌گرا در طراحی نه تنها قابلیت اطمینان انسانی را بهبود می‌بخشد، بلکه از مزایای مهم دیگری نیز برخوردار است، از جمله مواردی که در ذیل فهرست شده‌اند:

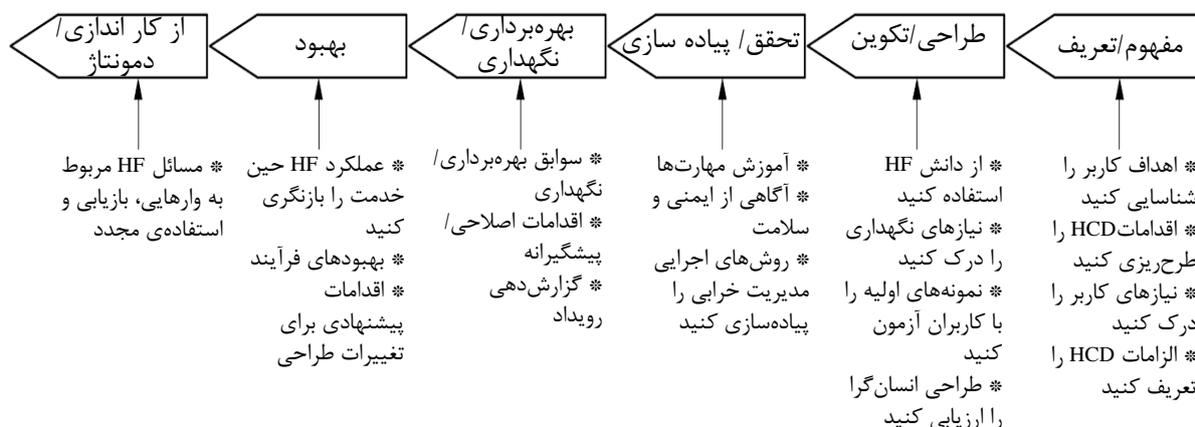
- افزایش بهره‌وری، بهبود عملکرد و رضایت بیشتر کاربر؛
- کاهش خطاها در طراحی و بهره‌برداری؛
- ساده شدن روش‌های اجرایی بهره‌برداری و نگهداری؛
- کاهش زمان پشتیبانی از کاربر؛
- کاهش نیاز به آموزش مهارت‌های خاص؛
- کاهش ریسک‌های سوانح جدی؛
- اجتناب از هزینه‌ها و کاهش هزینه‌های چرخه‌ی عمر.

۵-۲ چرخه‌ی عمر سیستم

وجوه انسانی بایستی با مهندسی سیستم‌ها و فرآیند چرخه‌ی عمر سیستم یکپارچه شوند. مفهوم چرخه‌ی عمر سیستم که از ISIRI-IEC 60300-3-15 گرفته شده، در شکل ۵ نشان داده شده تا تاثیر کلیدی طراحی انسان‌گرا را در چرخه‌ی عمر سیستم شناسایی کند. مراحل چرخه‌ی عمر سیستم به طور مختصر در ذیل توصیف شده است:

- مرحله‌ی مفهوم/تعریف نیازهای بازار را شناسایی می‌کند، محیط/خط‌زمانی^۱ بهره‌برداری را تعریف/شناسایی می‌کند، الزامات اولیه‌ی سیستم را تعریف می‌کند و راه‌حل‌های طراحی ممکن را با تولید مشخصات فنی برای طراحی سیستم تأیید می‌کند. فعالیت‌های این فرآیند شامل تعریف و تحلیل الزامات، طراحی معماری و طراحی /ارزیابی وظیفه‌ای برای ارائه‌ی مشخصات سطح بالای سیستم هستند. وجوه انسانی که بایستی در این مرحله در نظر گرفته شوند، عبارتند از تغییر پذیری عملکرد و قابلیت اطمینان افرادی که از سیستم بهره‌برداری می‌نمایند. فعالیت‌های HCD بایستی با طرحی آغاز شوند که شامل تمام الزامات است؛
- مرحله‌ی طراحی / تکوین راه‌حل‌های منتخب طراحی مهندسی را برای تحقق وظایف سیستم طراحی و اجرا می‌نماید. این امر در یک تلاش تکوین سیستم مقتضی، شامل مدل‌سازی مهندسی، ایجاد نمونه‌ی اولیه، ارزیابی ریسک و شناسایی واسط عناصر سیستم و زیرسیستم رونویسی می‌شود. توجه پیوسته به تغییر پذیری اپراتورها در این مرحله ضروری است. نیازهای نگهداری نیز بایستی در این مرحله شناسایی شوند تا اطمینان حاصل شود که دسترسی مناسب برای طراحی داخلی فراهم می‌شود. تغییر پذیری عملکرد و قابلیت اطمینان افرادی که نگهداری را انجام می‌دهند، بایستی در نظر گرفته شود؛

- مرحله‌ی تحقق/پیاده سازی تصمیمات ساخت و خرید را برای کسب و به کار گیری عناصر زیر سیستم اجرا می‌کند. تلاش‌های تحقق به فعالیت‌هایی چون کاربردهای فناوری، ساخت، بسته بندی و منابع یابی تدارکات می‌پردازد تا از تبدیل کامل از طراحی سیستم به محصول مشخص شده یا عناصر زیرسیستم اطمینان حاصل کند. محصولات یا عناصر تحقق شده می‌توانند ترکیبی از وظایف سخت افزاری و نرم افزاری باشند. پیاده سازی شامل فعالیت‌هایی مانند یکپارچه سازی وظایف سیستم، تصدیق زیر سیستم‌ها و نصب سیستم می‌شود. آموزش اپراتورها و افرادی که از سیستم نگهداری می‌کنند، بایستی در این مرحله انجام می‌گیرد؛
- مرحله‌ی بهره‌برداری/نگهداری برای استقرار سیستم به منظور تحویل خدمات و پشتیبانی از توانمندی بهره‌برداری سیستم از طریق نگهداری به کار می‌رود. فعالیت‌های این فرآیند شامل بهره‌برداری و نگهداری سیستم برای خدمات مطابق با الزامات عملکردی سیستم، آموزش اپراتورها و نگهدارنده‌ها برای حفظ شایستگی مهارت‌ها، واسط مشتری برای برقراری رابطه خدماتی و حفظ سوابق در وضعیت عملکرد سیستم و گزارش رخدادهای وقوع خرابی برای مبادرت به اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه‌ی به هنگام می‌باشند؛
- مرحله‌ی ارتقای کیفی، عملکرد سیستم را با خصایص اضافی بهبود می‌بخشد تا تقاضاهای رو به افزایش کاربر از سیستم را برآورده سازد. فعالیت‌های این فرآیند شامل ارتقا نرم افزاری، افزودن سخت افزار، تعمیر و اورهال، آموزش مهارت‌ها، ساده کردن روش‌های اجرایی برای بهبود کارآمدی بهره‌برداری، مدیریت کهنگی، ساختار بندی مجدد سازمانی به منظور افزایش چابکی سازمانی و ارزش مشتری می‌شوند. تمام وجوه انسانی در نظر گرفته شده در فازهای قبلی بایستی مورد بررسی مجدد قرار گیرند تا هر بهبودی که ممکن است از دانش حاصل از بهره‌برداری از سیستم کسب شود، محقق شود؛
- مرحله‌ی کنارگذاری و از کار اندازی به وجود سیستم پایان می‌دهد. با پایان خدمات سیستم به مشتری، سیستم ممکن است دیمونتاژ شده، برای استفاده‌ی دیگری به کار گرفته شود یا در صورت ممکن و اگر بر محیط اثر نمی‌گذارد، وارهایی شود. ویژگی‌های فیزیکی و ذهنی افرادی که فرآیند وارهایی و باز یافت را انجام می‌دهند، بایستی در نظر گرفته شود.



شکل ۵ - وجوه انسانی چرخه‌ی عمر سیستم

۳-۵ گنجاندن طراحی انسان‌گرا در مهندسی سیستم‌ها

گنجاندن طراحی انسان‌گرا در مهندسی سیستم‌ها در سرتاسر چرخه‌ی عمر سیستم، به ویژه طی مراحل طراحی/تکوین، تحقق/پیاده‌سازی و بهره‌برداری/نگهداری انجام می‌گیرد. در طی این مراحل است که طراحی انسان‌گرا بیشترین تاثیر را بر تکالیف مهندسی سیستم‌های مرتبط با ارتقاء طراحی، خصایص ایمنی، تاثیرات خودکار، سبک سنگین کردن عملکرد انسان-سیستم، راحتی استفاده و حجم کار دارد.

فعالیت‌های کلیدی در ذیل فهرست شده‌اند:

(الف) کسب درکی کامل و عمیق از نیازهای کاربران و سازمان‌های کاربر؛

(ب) شناسایی ریسک‌های قابلیت اعتماد حاصل از دخالت انسان در سیستم (مربوط به خطاهای غیر عمدی و همچنین رفتار بدخواهانه‌ی انسانی بالقوه)؛

(پ) شناسایی عواملی که عملکرد انسانی را شکل می‌دهند (به بند ۴-۵ مراجعه کنید)؛

(ت) استفاده از دانش عوامل انسانی در طراحی به منظور دستیابی به عملکرد بهینه‌ی انسانی و به حداقل رساندن ریسک‌ها؛

(ث) تکرار راه‌حل‌های پیشنهادی طراحی و استفاده از بازخورد از کاربران در طراحی.

این فعالیت‌ها با جزئیات بیشتر در بندهای زیر توصیف می‌شوند. منابع تخصیص یافته به استفاده از فعالیت-های طراحی متمرکز بر انسان بایستی به مزایای طرح ریزی شده‌ی انجام فعالیت‌ها در مراحل خاصی از چرخه‌ی عمر و ریسک‌های مربوطه در صورت عدم انجام فعالیت‌ها، وابسته باشد. ریسک‌هایی که بایستی در نظر گرفته شوند بایستی شامل احتمال عدم دستیابی به الزامات قابلیت اطمینان، قابلیت اعتماد یا دیگر نیاز-های علاقمندان، پیامدهای بهره‌برداری یا کسب و کار هزینه‌های مربوطه‌ی دوباره کاری‌های ضروری شوند. بهترین رویه‌ها در زیر توصیف شده و در پیوست پ فهرست شده‌اند.

۶ طراحی انسان‌گرا در هر مرحله‌ی چرخه‌ی عمر

۱-۶ مرور کلی

پیوست پ فهرستی از فعالیت‌هایی را ارائه می‌دهد که برای پیاده‌سازی طراحی انسان‌گرا در هر مرحله‌ی چرخه‌ی عمر سیستم ضروری هستند. این فعالیت‌ها در این بند خلاصه شده‌اند.

۲-۶ مرحله‌ی مفهوم / تعریف

۱-۲-۶ مفهوم

در مرحله‌ی مفهوم، مهم است که درکی روشن از اهدافی که دست‌آید که کاربر یا سازمان کاربر می‌خواهد از طریق استفاده از سیستم به دست‌آورد تا امکان‌پذیری این اهداف را ارزیابی نموده و هر ریسکی را که نیاز است در مشخصات جای‌گیرد و طی طراحی در نظر گرفته شود، شناسایی کند. الزامات قابلیت اعتماد برای سیستم بایستی مشخص شوند، چرا که این امر می‌تواند بر نقش انسان درون سیستم اثر بگذارد.

۲-۲-۶ طرح ریزی طراحی متمرکز بر انسان

طرح طراحی متمرکز بر انسان به منظور برقراری راهبردی برای مدیریت طراحی متمرکز بر انسان ضروری است تا از تکوین و بهره‌برداری سیستم پشتیبانی شود. هدف از این امر پرداختن به مسائل طراحی متمرکز بر انسان به منظور بهبود عملکرد کلی سیستم و کاهش هزینه‌های تکوینی و چرخه‌ی عمر است. این امر با بهینه‌سازی عملکرد انسان هنگامی که سیستم در محیط کاربرد بهره‌برداری و نگهداری می‌شود، حاصل می‌شود. رویکرد طرح ریزی بایستی شامل فعالیت‌های زیر باشد:

- استنتاج اهداف جزئی برای فعالیت‌های متمرکز بر انسان از تمامی اهداف جزئی سازمانی برای سیستم؛
- تعیین منابع تخصیص یافته به استفاده از روش‌های طراحی متمرکز بر انسان. این امر بایستی بسته به سطح ریسکی باشد که پروژه، در صورتی که روش‌های متمرکز بر انسان مورد استفاده قرار نگیرند، در هر مرحله متحمل شود؛
- مشخص نمودن چگونگی و زمان جای‌گرفتن فعالیت‌های متمرکز بر انسان در کل چرخه‌ی عمر سیستم و نحوه مورد استفاده قرار گرفتن ورودی فعالیت‌ها در چرخه‌ی عمر سیستم؛
- میسر ساختن تکرار در صورت ضرورت؛
- شناسایی نیاز به مداخله‌ی کاربر و هزینه‌ی آن؛
- تعریف خروجی‌ها و معیارهایی برای موفقیت هر فعالیت؛
- شناسایی مهارت‌های تخصصی ضروری و طرح ریزی نحوه‌ی فراهم ساختن آن‌ها.

یک طرح طراحی متمرکز بر انسان بایستی در مرحله‌ی اولیه‌ی مفهوم/تعریف چرخه‌ی عمر سیستم تکوین شود تا اثربخشی آن را به حداکثر برساند تا بر تعریف و تکوین شالوده‌ی سیستم اثر بگذارد. طرح طراحی متمرکز بر انسان بایستی قسمتی از طرح کلی سیستم باشد.

۳-۲-۶ درک نیازها

نقش‌های هر گروه از علاقمندانی که احتمالاً تحت تاثیر سیستم قرار می‌گیرند (از جمله گروه‌های کاربران و نگهدارنده‌ها) بایستی شناسایی شود و تکالیفی که قرار است اجرا کنند، بایستی تحلیل شود. میزان اهمیت راحتی استفاده و عملکرد انسانی عاری از خطا بایستی مشخص شود. فضای استفاده‌ی کلی که انتظار می‌رود سیستم در آن مورد استفاده قرار گیرد، بایستی شناسایی شود، از جمله عوامل محیطی (به بند ۴-۲-۵-۲ مراجعه کنید) و ساختارها، تکالیف و جریان‌های کاری سازمانی (به بند ۴-۲-۵-۱ مراجعه کنید). بازدهی‌های میدانی ممکن است برای کسب چنین اطلاعاتی ضرورت داشته باشند.

۴-۲-۶ الزامات سیستم

مقصود از جای دادن مسائل انسانی در الزامات سیستم شامل موارد زیر است:

- ارائه ورودی‌های طراحی متمرکز بر انسان به منظور تکوین مشخصات سیستم؛
 - گنجانیدن الزامات طراحی متمرکز بر انسان در فرآیند تضمین کیفیت؛
 - گنجانیدن الزامات طراحی متمرکز بر انسان برای برون سپاری و پیمان کاری؛
 - برقرار ساختن روش‌های اجرایی انسان‌گرا برای بهره‌برداری سیستم و نگهداری از آن.
- هدف، دستیابی به یک شالوده‌ی سیستم متمرکز بر انسان، مقاوم در برابر خطا و تحمل‌کننده‌ی خطاست که برای بهره‌برداری اثر بخش سیستم مناسب و قابل استفاده باشد.
- الزامات کاربر بایستی همراه با کاربران بالقوه برقرار شود؛
 - رفتار و عملکرد مورد نظر سیستم از نظر کاربران، بایستی برقرار شود.

۵-۲-۶ الزامات طراحی متمرکز بر انسان

تحلیل الزامات متمرکز بر انسان اطلاعات ضروری و داده‌های مرتبط را برای فعالیت‌های زیر فراهم می‌سازد:

- تعیین مسائل طراحی متمرکز بر انسان در کاربرد سیستم و سناریوی بهره‌برداری؛
- جای دادن اصول طراحی متمرکز بر انسان در فضای سیستم؛
- سازمان دادن پروژه‌ی طراحی متمرکز بر انسان به منظور بر آوردن الزامات سیستم.

الزامات طراحی متمرکز بر انسان بایستی شامل موارد زیر شوند:

- نقش‌ها و مسئولیت‌های اپراتور و نگهدارنده؛
- واسط‌های سیستم انسانی که بر کارآمدی و اثربخشی عملکرد کاربر اثر می‌گذارند؛
- مشخصات فضایی که در آن سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد، از جمله عوامل محیطی (به بند ۴-۲-۵-۲ مراجعه کنید) و ساختارها، تکالیف و جریان‌های کاری سازمانی (به بند ۴-۲-۵-۱ مراجعه کنید)؛
- متریک‌های عملکرد سیستم شامل عملکرد اپراتور/نگهدارنده؛
- راحتی ذهنی و الزامات رضایت کاربر؛
- طراحی معماری سیستم که بر تعاملات سیستم انسانی اثر می‌گذارد؛
- محیط کاربرد سیستم که بر منابع و الزامات انسانی اثر می‌گذارد.

الزامات طراحی متمرکز بر انسان بایستی به علاقمندان مرتبط ارائه شوند تا بازخورد لازم به دست آید. سناریوهای استفاده می‌توانند برای ارائه‌ی الزامات مورد استفاده قرار گیرند. این سناریوها از مزیت راحتی نسبی آزمون و درک راحت برای علاقمندان پروژه برخوردارند.

تحلیل الزامات طراحی متمرکز بر انسان بایستی همراه با طرح طراحی متمرکز بر انسان در طی مرحله‌ی مفهوم/تعریف چرخه‌ی عمر سیستم انجام گیرد. این امر فرآیند سازمان دادن را تسهیل می‌کند تا نیازهای خاص پروژه را در تعریف سیستم برآورده سازد. فرآیند سازمان دهی پروژه در IEC 60300-2¹ توصیف شده است.

۶-۳ طراحی / تکوین

تحلیل متمرکز بر انسان در طراحی سیستم طی مرحله‌ی طراحی/تکوین چرخه‌ی عمر سیستم انجام می‌گیرد. هدف حصول اطمینان از موارد زیر است:

- توانمندی‌ها و محدودیت‌های سیستم انسانی به طور مناسب در الزامات سیستم منعکس شوند؛
- ویژگی‌های عملکرد سیستم انسانی اطلاعاتی مرتبط ارائه دهند تا گزینه‌های طراحی را شناسایی کنند؛
- قابلیت اطمینان انسانی و دیگر ریسک‌های قابلیت اعتماد سیستم مربوطه شناسایی، ارزیابی و به طور مناسب در طراحی مورد توجه قرار گیرند.

مشخصات سیستم و روش‌های اجرایی بهره‌برداری و نگهداری بایستی عناصر زیر را در نظر بگیرند:

۱- استاندارد ایران-آی ای سی به شماره‌ی ۶۰۳۰۰-۲:۱۳۸۷ با استفاده از منبع IEC 60300-2:2004 تدوین شده است.

- عملکرد انسانی مانند توانمندی‌ها و محدودیت‌های انسانی (به بند ۴-۳-۳ مراجعه کنید)، حجم کار، تخصیص وظایف، طراحی سخت افزار و نرم افزار، کمک‌های تصمیم‌گیری، محدودیت‌های محیطی و عملکرد تیمی در مقابل عملکرد فردی؛
 - نیازهای آموزشی مانند طول آموزش، اثربخشی آموزش، آموزش مجدد مهارت‌ها، ابزارها و تسهیلات آموزش و آموزش تعبیه شده؛
 - الزامات استخدام مانند سطوح استخدام، ترکیب گروه و ساختار سازمانی؛
 - انتخاب کارکنان مانند حداقل سطوح مهارت‌ها، مهارت‌های ویژه، شایستگی و تجربه؛
 - ریسک‌های بهداشتی و ایمنی که ممکن است در تمام مراحل بعدی چرخه‌ی عمر به وجود آیند. مسائلی از جمله مواد و شرایط خطرناک، طراحی سیستم و تجهیزات برای بهره‌برداری ایمن، تأثیرات زیستی دارویی، تجهیزات حفاظتی و الزامات هشدار و اخطار.
- طراحی سیستم بایستی در نظر بگیرد که انسان‌ها نیاز دارند خرابی‌ها را طی بهره‌برداری کشف کرده تشخیص دهند و اصلاح نمایند، از جمله پیچیدگی‌هایی که در آن‌ها ممکن است چندین وقوع خرابی باشد.
- سیستم بایستی مطابق با دانش قابل کاربرد علوم انسانی، راهنماهای سبک، رهنمودها، مقررات و قوانین بازنگری شود و نمونه‌های اولیه بایستی توسط کاربران مورد ارزیابی واقع شوند تا قابلیت استفاده‌ی سیستم تکوین تصحیح شود. سیستم بایستی به عنوان قسمتی از تصدیق و صحت‌گذاری مورد آزمایش قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که الزامات کاربران، تکالیف و محیط را چنان که ددر مشخصات آن تعریف شده است، برآورده سازد. این امر می‌تواند با استفاده از یک نمونه‌ی اولیه در یک محیط کاری شبیه‌سازی شده به دست آید تا آزمایش شود که انسان‌ها چگونه با طرح پیشنهادی تعامل دارند. برای سیستم‌ها و/یا اجزاء پیچیده‌تر که در آن‌ها تعاملات انسانی اهمیت ویژه‌ای دارند، سیستم بایستی طی بهره‌برداری‌های اولیه مورد آزمایش قرار گیرد.

۴-۶ تحقق / پیاده‌سازی

در این مرحله محصول تولید می‌شود، اجزاء سیستم سوار می‌شوند و محصول برای کاربرد و بهره‌برداری در محل خود قرار می‌گیرد.

طراحی متمرکز بر انسان شامل فعالیت‌های زیر است:

- بازنگری تعامل انسان و ماشین با توجه به تجربیات؛
- ارزیابی مشروح ریسک‌ها از جمله ریسک‌های قابلیت اطمینان انسانی مرحله‌ی بهره‌برداری و نگهداری؛
- آموزش مهارت‌های مورد نیاز برای استفاده از سیستم؛
- ایجاد آگاهی بهداشتی و ایمنی؛

- پیاده سازی روش‌های اجرایی مدیریت خرابی؛
- بازنگری انطباق نظارتی؛
- آزمون سیستم نهایی به منظور حصول اطمینان از این که الزامات انسان‌گرا را برآورده می‌سازد.

۵-۶ بهره‌برداری/نگهداری

با وجود یک طراحی خوب، خطاها طی بهره‌برداری و نگهداری کاهش می‌یابند اما حذف نمی‌شوند. مهم این است که خطاها گزارش شوند تا بتوان آن‌ها را مورد بازنگری قرار داد و بهبودها صورت گیرند. این امر مستلزم فرهنگی است که در بستر آن خطا به راحتی و بدون ترس از مجازات و با درک علل زیرین خطا و شرایطی که خطا را بر می‌انگیزند، گزارش می‌شود.

شبیه سازی و/یا آموزش منظم بایستی در پاسخ به موقعیت‌های اضطراری ارائه شود و درس‌های آموخته شده بایستی برای ارتقاء عملکرد سیستم و آگاهی و مهارت‌های انسان مورد استفاده قرار گیرد.

مقصود از ارزیابی طراحی متمرکز بر انسان در مرحله بهره‌برداری/نگهداری واری این امر است که ملاحظات طراحی متمرکز بر انسان به طور کافی برای بهره‌برداری عملکرد اثر بخش در سیستم گنجانده شود. ارزیابی با آزمایش سیستم و تصدیق عملکرد با هدف تولید شواهد انطباق با الزامات طراحی متمرکز بر انسان در محیط کاربرد به دست می‌آید. فرآیند ارزیابی طراحی متمرکز بر انسان بایستی شامل فعالیت‌های زیر شود:

- اندازه گیری عملکرد انسانی و راحت بودن ذهن هنگام تکالیف خطیر؛
- تعیین کارآمدی و اثر بخشی مداخله‌ی انسان؛
- نگهداری سوابق آزمون طراحی متمرکز بر انسان و داده‌های ارزیابی به عنوان پایه‌ی سنجش و بهبود؛
- ارزیابی راحتی نگهداری؛
- اجرای شبیه سازی / آموزش موقعیت اضطراری در بازه‌های تعریف شده و در نظر گرفتن دروس آموخته شده برای ارتقاء عملکرد سیستم و آگاهی/مهارت‌های انسان.

نتایج ارزیابی طراحی متمرکز بر انسان بایستی تحلیل شوند تا توصیه‌هایی برای تغییرات طراحی را بر حسب اقتضا پشتیبانی کنند و توجیهی برای بهبودهای عملکرد انسانی یا پیاده سازی راه حل‌های آموزش ارائه دهند.

جریان اطلاعات طراحی متمرکز بر انسان بایستی در صورت امکان شامل برنامه‌های اشتراکی با پشتیبانی لجستیکی یکپارچه (ILS) باشد. ILS رویکردی منضبط برای جای دادن ملاحظات پشتیبانی در طراحی برای کسب پشتیبانی اولیه‌ی ضروری برای سیستم و شناسایی الزامات پشتیبانی چرخه‌ی عمر است. برنامه‌ی طراحی متمرکز بر انسان، گستره‌ی منابع انسانی و عملکردشان را برای الزامات و وظایف پشتیبانی لجستیکی

ارائه می‌دهد. همکاری نزدیک بین طراحی متمرکز بر انسان و برنامه‌های ILS ردوندانسی‌های داده‌ها را کاهش می‌دهد و منجر به استفاده‌ی اثر بخش تر و اشتراک اطلاعات می‌شود.

۶-۶ ارتقاء

این مرحله عملکرد سیستم را با خصایص افزوده شده بهبود می‌بخشد تا تقاضاهای در حال افزایش کاربر از سیستم را برآورده سازد.

فرآیند طراحی متمرکز بر انسان بایستی شامل فعالیت‌های زیر شود:

- جمع آوری و تحلیل گزارش‌های خدمات به منظور ایجاد روزآمدی‌ها یا درس‌های آموخته شده برای نسخه‌ی بعدی سیستم؛

- بهبود فرآیند طراحی متمرکز بر انسان در فضای فرآیند مهندسی سیستم‌های گسترده تر؛

- ارتباط با علاقمندان در مورد بهبودهای پیشنهادی.

نتیجه ممکن است استفاده از نسخه‌ی کوچکی از چرخه‌ی عمر به منظور پیاده سازی ارتقاء باشد.

۶-۷ کنارگذاری / از کار اندازی

این مرحله برای پایان دادن به وجود نهاد سیستم طراحی شده است.

فرآیند طراحی متمرکز بر انسان بایستی شامل فعالیت‌های زیر شود:

- بررسی مسائل عوامل انسانی مرتبط با وارهایی، باز یافت و استفاده‌ی مجدد؛

- شناسایی ریسک‌ها و مسائل بهداشت و ایمنی مربوط به حذف خدمات و انهدام سیستم؛

- تعریف نحوه‌ی تخصیص مجدد، روانه کردن و انتقال کاربران به دیگر وظایف؛

- طرح ریزی انحلال ساختارهای اجتماعی؛

- تحلیل پرسشی و بازنگرانه برای سیستم جایگزینی.

۶-۸ پروژه‌های برون سپاری و مسائل مرتبط با طراحی متمرکز بر انسان

الزامات طراحی متمرکز بر انسان بایستی در مشخصات سیستم و مدارک مربوط به تدارک گنجانده شوند. این امر برای دستیابی سیستم به اهدافش برای طراحی منسجم و عملکرد سازگار شامل تخصیص وظیفه‌ی مناسب و تعاملات سخت افزار، نرم افزار و عناصر انسانی در طراحی و بهره‌برداری سیستم بسیار مهم است.

برون سپاری تکوین زیر سیستم‌ها که مستلزم بهره‌برداری انسان است در تکوین سیستم پیچیده و پروژه‌های ارتقاء رایج است. جای دادن محصولات بازاری (COTS) به عنوان وظایف سیستم اغلب دارای مزایای هزینه-ای است. خدمات پشتیبانی سیستم اغلب برای نگهداری قرارداد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

عوامل موفقیت بسته به تلاش‌های مشترک به دست آورندگان و تامین کنندگان، جمع کنندگان سیستم و ارائه کنندگان خدمات از طریق به کار گیری مدیریت زنجیره‌ی تامین و فرآیندهای تضمین کیفیت هستند. از آنجا که طراحی انسان‌گرا شامل اقدامات چند رشته‌ای است، گاهی ضروری است که متخصصین فنی، به حل مسائل خطیر انسانی مرتبط با برون سپاری و نیازهای تهیه و تدارک بپردازند.

پروژه‌های طراحی متمرکز بر انسان برون سپاری بایستی مسائل زیر را در نظر بگیرند:

- انطباق با فرآیند طراحی متمرکز بر انسان در استاندارد ISO 9241-210 و در دسترس قرار دادن محصولات کاری مانند مواردی که در ISO/IEC TR 25060 توصیف شده اند (فضای توصیف استفاده، گزارش نیازهای کاربر، مشخصات الزامات کاربر، مشخصات تعامل کاربر، مشخصات واسط کاربر، گزارشات ارزیابی)؛
- الزامات واسط سیستم انسانی برای دستیابی به سطح عملکرد انسانی طی بهره‌برداری و نگهداری سیستم؛
- به حداکثر رساندن تقاضاهای اقتصادی بهره‌برداری از منابع انسانی موجود، مهارت‌ها و آموزش؛
- پیامدهای استخدام منابع انسانی، طبقه بندی شغلی، سطوح مهارت و تجربه‌ی مورد نیاز برای پروژه‌ها؛
- ارزیابی برای سبک سنگین کردن اتوماسیون طراحی با بهره‌برداری انسان از نظر قابلیت کاربرد، کارآمدی و پیامدهای هزینه‌ای؛
- حوزه‌های خطر بالقوه‌ی ایمنی سیستم و سلامتی شامل تعاملات سیستم انسانی؛
- تدارکات تضمین کیفیت برای قرار دادهای تهیه و تدارک؛
- استقرار مجدد تکالیف و پروژه‌های برون سپاری شده در مدل کلی سیستم برای بهینه سازی سیستم.

آزمون عملکرد انسانی محصولات COTS بایستی از اطلاعات موجود از تولید کنندگان محصول، سوابق بازگشت وارانتی، آزمون قبلی تجاری و تجربه‌ی استفاده از محصول بهره گیری کند.

پروژه‌های برون سپاری بایستی طی مرحله‌ی مفهوم/ تعریف چرخه‌ی عمر سیستم شناسایی شوند. قرارداد-های تهیه و تدارک بایستی در تکمیل مرحله‌ی طراحی/ تکوین به خوبی برقرار شوند. این امر زمانی را به ارزیابی پیمان کار، یافتن چندین تامین کننده‌ی برتر و ارزیابی محصولات COTS برای گنجاندن به عنوان وظایف سیستم به منظور تسهیل فرآیند یکپارچگی سیستم، می‌دهد.

۷ روش‌های طراحی متمرکز بر انسان

۷-۱ طبقه بندی فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان

فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان به صورت زیر در ISO/PAS 18152 طبقه بندی شده اند:

- HS.1 فعالیت‌های دخیل در چرخه‌ی عمر: در هر مرحله از چرخه‌ی عمر سیستم؛
- HS.2 یکپارچه سازی فعالیت‌های مربوط به عوامل انسانی: در راهبرد کسب و کار، مدیریت کیفیت، تفویض اختیار و کنترل، مدیریت مسائل HS، داده‌های HF در سبک سنگین کردن و تخفیف ریسک، مداخله‌ی کاربر، یکپارچه سازی سیستم انسانی و تکوین و استفاده‌ی مجدد از داده‌های HF؛
- HS.3 فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان: فضای استفاده، الزامات کاربر، ایجاد راه حل‌های طراحی، ارزیابی استفاده؛
- HS.4 فعالیت‌های منابع انسانی: راهبرد منابع انسانی، تعریف شایستگی‌های استاندارد و شناسایی شکاف ها، طراحی راه حل استخدام و طرح تحویل، ارزیابی راه حل‌های سیستم منابع انسانی و کسب بازخورد.

روش‌هایی که می‌توانند برای پشتیبانی از این فعالیت‌ها مورد استفاده قرار گیرند شامل موارد زیر هستند:

الف) روش‌های تحلیل طراحی متمرکز بر انسان

روش‌های تحلیل طراحی متمرکز بر انسان برای تعریف مفاهیم سیستم، توصیف سناریوهای کاربرد/ ماموریت، تعیین الزامات وظیفه‌ای و واگذاری تکالیف برای تخصیص مهارت‌های مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرند. تحلیل‌های مختلف راهی برای شناسایی اهداف (اعم از اهداف جزئی و کلی) مرتبط با طراحی متمرکز بر انسان، مسائل خطیر طراحی و نیازهای دیگر ارزیابی برای برآوردن الزامات عملکرد سیستم شامل تعاملات انسانی ارائه می‌دهند.

ب) روش‌های طراحی متمرکز بر انسان برای طراحی و تکوین

روش‌های طراحی متمرکز بر انسان برای طراحی و تکوین برای گنجاندن تمام معیارهای طراحی ضروری متمرکز بر انسان در طراحی واسط سیستم انسانی به کار می‌روند. واسط سیستم انسانی شامل سخت افزار، نرم افزار، روش‌های اجرایی، محیط‌های کاری و تسهیلات سیستم است که مربوط به وظایف سیستم هستند و مستلزم تعاملات انسانی هستند. فرآیند برای تبدیل نتایج فعالیت‌های تحلیل طراحی متمرکز بر انسان به معیارهای طراحی برای تکوین و پیاده سازی پروژه‌ی عوامل انسانی طراحی شده است.

پ) روش‌های طراحی متمرکز بر انسان برای آزمون و ارزیابی

روش‌های طراحی متمرکز بر انسان برای آزمون و ارزیابی برای تصدیق واسط سیستم انسانی و روش‌های اجرایی برای حصول اطمینان از این مورد استفاده قرار می‌گیرد که سیستم می‌تواند توسط کاربران در محیط

بهره‌برداری مورد نظر بهره‌برداری، نگهداری، پشتیبانی و کنترل شود. این روش‌ها شناسایی مسائل خطیر طراحی متمرکز بر انسان را در بهره‌برداری و نگهداری برای حل مشکل و بهبود فرآیند، تسهیل می‌نمایند. پیوست پ خلاصه‌ای از روش‌های عملی را برای تحلیل طراحی متمرکز بر انسان، طراحی و تکوین و همچنین آزمون و ارزیابی ارائه می‌دهد.

۷-۲ کاربردهای روش‌های طراحی متمرکز بر انسان

روش‌های طراحی متمرکز بر انسان برای تحلیل کلی، کاربردهای سنجش و ارزیابی بر پایه‌ی تکنیک‌های مهندسی سیستم هستند توجه می‌شود. این روش‌ها همراه با دیگر روش‌های مهندسی و رشته‌های علمی فنی در طراحی سیستم و پیاده‌سازی مورد استفاده قرار گیرند. روش‌های مهندسی عوامل انسانی که در پیوست پ فهرست شده‌اند و در جدول پ-۱ نشان داده شده‌اند به بهترین رویه‌ها برای طراحی متمرکز بر انسان کمک می‌کنند.

مثال‌هایی از روش‌های HRA

تمایزی بین روش‌های HRA نسل اول و روش‌های HRA نسل دوم وجود دارد. روش‌های نسل اول به همان صورت با وقوع خرابی انسانی برخورد می‌کنند که با وقوع خرابی سخت افزار و فقط خروجی حاصل از تجهیزات را با خروجی از تکالیف انسانی جایگزین می‌کنند. اقدامات انسانی به صورت باینری در نظر گرفته می‌شوند، یعنی موفقیت یا عدم موفقیت برای به دست آوردن نتیجه‌ی مورد نیاز از یک تکلیف. تکالیف و زیر تکالیف به صورتی در نظر گرفته می‌شوند که دارای احتمال وقوع خرابی ذاتی هستند که سپس با عوامل شکل دهنده‌ی عملکردی که بر پایه‌ی ارزیابی محیط ارگونومیک هستند، تعدیل می‌شوند. روش‌ها از نظر نحوه‌ی برآورد احتمالات خطای انسانی اساسی (HEP) و یکپارچه سازی عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد (PSFs) با یکدیگر متفاوتند.

روش‌های اجرایی HRA نسل دوم، نقش فضا و رفتار تصمیم‌گیری انسانی را که می‌توانند تاثیراتی نامطلوب بر سیستم بگذارند مدل سازی و ارزیابی می‌کنند.

جدول الف-۱ توصیفی از روش‌های مختلف و جزئیات را در مورد نحوه کاربرد آن‌ها ارائه می‌دهد.

جدول الف-۱ - روش‌های HRA و کاربرد آن‌ها

روش و توصیف مختصری از آن	سطح استفاده
<p>ASEP^۱ - برنامه‌ی ارزیابی توالی حادثه:</p> <p>نسخه‌ی ساده شده‌ی THERP برای پیش ارزیابی‌ها (با برآوردهای محتاطانه طی پیش ارزیابی‌ها).</p> <p>تکالیف خطیر به زیر تکالیفی تجزیه می‌شوند که روی یک درخت رویداد عملکرد انسانی قرار دارند. HEPها برای زیر تکالیف از جداولی به دست می‌آیند که در NUREG/CR-4772 (کمیسیون نظارتی ایالات متحده، ۱۹۸۷) گرفته شده‌اند. همچنین راهنمایی برای میسر ساختن PSFها در HEP ارائه می‌شود.</p> <p>تجزیه‌ی اقدام استاندارد شده: اقدامات خطیر و تشخیص اختلالات در صورتی که قابل اجرا باشد. توصیه‌های کلی برای تعهد محاسبه‌ی HEP در هر اقدام خطیر؛ کارشناسی تفصیلی در مورد واسط‌های انسان-ماشین مورد نیاز نیست. تشخیص HEP مربوط به زمان، منحنی‌های ارائه شده بر پایه‌ی اجماع خبرگان می‌باشند. پیش انتخاب سریع تکالیف مهم را ممکن می‌سازد.</p>	<p>ASEP در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که برآوردی سریع اما نه بسیار دقیق برای غربال‌گری مورد نیاز باشد. در وضعیت‌های برق پایین و خاموشی نیروگاه‌های اتمی این مورد صحت دارد، مثلاً هنگامی که تعداد اقداماتی که بایستی ارزیابی شوند زیاد بوده و روشی با کارآمدی زمانی مورد نیاز است.</p> <p>ASEP یک روش HRA نسل اول است و ارزیابی مشکلات ارگونومیک را در محیط کاری ممکن می‌سازد.</p>

جدول الف-۱ - روش‌های HRA و کاربرد آن‌ها - ادامه

روش و توصیف مختصری از آن	سطح استفاده
<p>ATHEANA¹ - فنی برای تحلیل خطای انسانی: تحلیل جامع فضا و تصمیم‌گیری آگاهی کاملی در مورد ATHEANA تصمیمات انسانی دارای خطا برای تحلیل گر سیستم فراهم می‌سازد. این روش رخدادهای وقوع خرابی انسانی (HFES) را با در نظر گرفتن سناریوهای حادثه، شناسایی می‌کند. HFEها با ویژگی اقدامات غیر ایمن، یعنی اقدامات (یا حذف‌هایی) که منجر به تنزل عملکرد کارخانه‌ی می‌شود و همچنین با فضای تحمیل‌کننده‌ی خطا (EFC) توصیف می‌شوند. EFC شامل PSFها و همچنین شرایط کارخانه‌ای است که خطای انسانی را محتمل می‌سازند. HFE با ترکیب احتمالات EFCها، احتمال اقدامی غیرایمن در EFC و احتمال EFC با در نظر گرفتن اقدامی غیر ایمن و شواهد تکمیلی به دنبال اقدامی غیر ایمن، کمی سازی می‌شود. برآوردهای کمی بر پایه‌ی کارشناسی تخصصی و مشابه رویکرد SLIM می‌باشد.</p>	<p>ATHEANA در مطالعات متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد به ویژه در محیط‌های هسته‌ای. ATHEANA یک روش HRA نسل دوم است و تحلیل کیفی جامع تاثیر زمینه را بر رفتار و تصمیم‌گیری انسانی ممکن می‌سازد. می‌تواند برای تحلیل خطای پس از رویداد، هنگامی که فضای تحمیل‌کننده‌ی خطای رویداد رخ می‌دهد، مورد استفاده قرار گیرد.</p>
<p>CAHR² - ارزیابی پیوند‌گرایی قابلیت اطمینان انسانی: این روش نیازمند ارزیابی رخدادهای بهره‌برداری یا دیگر داده‌های رفتاری است. این روش شامل این موارد است: (۱) شالوده‌ای ساختار یافته برای جمع‌آوری داده‌ها، (۲) روشی برای تحلیل کیفی داده‌های جمع‌آوری شده، و (۳) روشی برای ارزیابی قابلیت اطمینان انسانی. روش مذکور برای این ارزیابی، بین تکلیف و فضایی که تکلیف دارد در آن انجام می‌گیرد، تقاضای شناختی که تکلیف و فضا از انسان دارند، ساز و کار-های جبران انسان و رفتار حاصل، تمایز قائل می‌شود.</p>	<p>CAHR را می‌توان برای ارزیابی مشکلات کلاسیک ارگونومیک یا ارتباط بین چندین عامل به کار برد. کاربردها از موارد هسته‌ای گرفته تا کاربردهای خودرو، هواپیما، ترافیک هوایی و مدیریت ناوگان دریایی هستند. CAHR یک روش HRA نسل دوم است و تحلیل کیفی جامع تاثیر فضا را بر رفتار و تصمیم‌گیری انسانی با کارآمدی زمانی ممکن می‌سازد.</p>
<p>CREAM³ - روش شناختی تحلیل خطا و قابلیت اطمینان: مد کنترل انسانی قابل کاربرد در سناریو از بین ۴ مد کنترل فضایی انتخاب می‌شود (فرض می‌شود که قابلیت اطمینان انسانی با افزایش سطح کنترل، افزایش می‌یابد). فضای تکلیف یا سناریو با استفاده از ۹ مورد از شرایط رایج عملکرد (CPCها) توصیف می‌شود. (CPCها شبیه به PSFها هستند). خطاهای بالقوه شناسایی شده و به چند گروه طبقه‌بندی می‌شوند که مدهای خطا و علل خطا را توصیف می‌کنند. CREAM برای ارزیابی از جداولی مشابه THERP استفاده می‌کند اما تنها پس از اجرای تحلیل مدهای کنترل فضایی ضروری.</p>	<p>CREAM به طور گسترده برای ارزیابی سریع فضا در عملکرد انسانی به کار می‌رود و بینش‌هایی در مورد سطح تکنیک غربال‌گری فراهم می‌سازد. CREAM یک روش HRA نسل دوم است و تحلیل کیفی جامع تاثیر فضا را بر رفتار و تصمیم‌گیری انسانی و کمی سازی خشنی را ممکن می‌سازد.</p>

1 - A Technique For Human Error Analysis

2- Connectionism Assessment Of Human Reliability

3- Cognitive Reliability And Error Analysis Method

جدول الف-۱ - روش‌های HRA و کاربرد آن‌ها - ادامه

روش و توصیف مختصری از آن	سطح استفاده
<p>ESAT^۱ - سیستم خبره برای رده بندی تکلیف:</p> <p>کمی سازی مربوط به PSF تکالیف اختیاری^۲. تعیین نرخ بندی قابلیت اطمینان (RR, در مقیاس ۱ تا ۱۰) با ارزیابی‌های (نرخ بندی های) PSF های مفروض. اتصال وظیفه‌ای بین HEP و RR تا حدی از طریق ارزیابی‌های تخصصی (بر اساس دانش عام در مورد عملکرد کاری انسان) و تا حدی از طریق اندازه گیری عملکردهای کاری تعیین می‌شود. این روش برای طراحی اِتاقک خلبان در هوا نوردی به کار رفته است.</p>	<p>ESAT در هوا نوردی ریشه دارد اما هنوز گاهی در محیط‌های صنعتی دیگر نیز به کار می‌رود از قبیل ارزیابی خطاهای انسان در تولید.</p> <p>ESAT یک روش HRA نسل اول است و ارزیابی مشکلات ارگونومیک را در محیط کاری ممکن می‌سازد.</p>
<p>FMEA/FMECA^۳ - تحلیل مدهای وقوع خرابی و تاثیرات</p> <p>مدهای وقوع خرابی (یعنی آنچه به طور نادرست انجام گرفته است) و ساز و کارهای وقوع خرابی (چگونه به طور نادرست انجام گرفته است یا ساز و کار- های خطای روان شناختی) و تاثیرات آن را شناسایی می‌کند. در مورد تجهیزات، مدهای خطای احتمالات FMEA که رخ می‌دهند را می‌توان برآورد نموده و خطیر بودن خطاها را می‌توان با در نظر گرفتن احتمال رخداد آن‌ها و بزرگی تاثیرات برآورد نمود.</p>	<p>FMEA و FMECA اغلب برای قابلیت اطمینان تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عنوان ابزاری کیفی یا کمی به قابلیت اطمینان انسانی بسط داده می‌شوند.</p> <p>برای راهنمایی مفصل‌تر به IEC 60812^۴ مراجعه کنید.</p>
<p>HCR/ORE^۵ - (قابلیت اطمینان شناختی انسانی / آزمایشات قابلیت اطمینان اپراتور)</p> <p>روش‌های HCR تشخیص می‌دهند که موفقیت یا وقوع خرابی اپراتور بسته به زمان موجود برای اقدام است. HEP بخشی از زمان مورد نیاز برای تشخیص و زمان پاسخگویی موجود است.</p> <p>HCR/ORE بر اساس آزمایشات قابلیت اطمینان اپراتور (ORE) تکوین شد. برای تکالیفی که در روش‌های اجرایی توصیف شده اند، وقوع خرابی‌های مرتبط با زمان و غیر مرتبط با زمان تشخیص از یکدیگر متمایز می‌شوند. ۶ منحنی زمان HEP موجودند (طبق نوع راکتور و آزمون پویای وقوع خرابی) که روی الزام زمانی متوسط (میانگین) هنجار شده اند. کمی سازی HEP مربوط به PSF برای وقوع خرابی غیر مرتبط با زمان با در نظر گرفتن ۸ ساز و کار خطای ارائه شده اجرا می‌شود. رهنمودها برای مدل سازی PSF نوع درخت تصمیم نیز ارائه می‌شوند. برای تکالیفی که در روش‌های اجرایی ارائه نمی‌شوند، روشی سریع برای ارزیابی HEP ارائه می‌شود.</p>	<p>این رویکرد به این دلیل تکوین شد که ثابت شد رویکرد HCR اصلی (مدل قابلیت اطمینان شناختی انسان) که بین رفتار مهارت - قاعده و رفتار بر اساس دانش تمایز قائل می‌شود، رویکرد معتبری به قابلیت اطمینان انسانی نیست.</p> <p>HCR/ORE نیازمند این است که آزمایشات شبیه سازی پیش از آن که بتواند ارزیابی‌هایی معتبر ارائه دهد، انجام گیرند. به دلیل تلاش- های ترکیب شده با این الزام، استفاده‌ی فعلی محدود به اقدامات اتاق کنترل هسته‌ای است.</p> <p>HCR/ORE یک روش HRA نسل اول است و ارزیابی عملکرد تکلیف وابسته به زمان موجود را ممکن می‌سازد؛ مشکلات ارگونومیک به صورتی محدود مورد توجه قرار می‌گیرند.</p>

1 - Expertensystem zur Aufgaben-Taxonomie (expert system for task taxonomy)

2- Discretionary tasks

3- Failure Modes And Effects Analysis

۴- استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۲۳۹۱:۱۳۸۸، فنون تحلیل قابلیت اطمینان سیستم - روش اجرایی تحلیل نوع و اثرات وقوع خرابی (FMEA) با استفاده از منبع IEC 60812: 2006 موجود است

5- Human Cognitive Reliability / Operator Reliability Experiments

جدول الف-۱ - روش‌های HRA و کاربرد آن‌ها - ادامه

سطح استفاده	روش و توصیف مختصری از آن
<p>به راحتی و سریع قابل مدیریت است. بسیاری از ارقام PSF بر اساس مطالعات تجربی هستند. اشکال آن این است که کالیبراسیون مدل ناکافی است.</p> <p>از این رو این فن برای برآورد قابلیت اطمینان اقدامات انسانی در صورتی که دقت بالایی در ارزیابی یا قابلیت اطمینان بالایی مورد نیاز باشد (مثلاً اقداماتی که بلافاصله منجر به تأثیرات نامطلوب در سیستم می‌شوند) مناسب نیست.</p> <p>HEART و جانشینان آن روش‌های نسل اول HRA هستند و ارزیابی عملکرد تکلیف را به معنای غربالگری مشروح‌تر و نه ارزیابی جامع، ممکن می‌سازند.</p>	<p>HEART/CARA¹ - ارزیابی خطای انسانی و فن کاهش: مقصود از آن تکالیف عام و بر اساس سیستم است (مثلاً بهره‌برداری از سیستم X) به جای تکالیف ابتدایی (مثلاً دست کاری کلید X). مقداری عادی برای HEP با مقایسه‌ی تکلیف با فهرستی از ۸ تکلیف که به طور کلی تعریف شده اند و HEPها برای آن‌ها تعریف شده اند، انتخاب می‌شوند. سپس HEP با نرخ بندی برای PSFهای انتخاب شده از فهرستی از ۳۸ PSF تعدیل می‌شود.</p> <p>این روش در انواع تکلیف عام در مدیریت ترافیک هوایی تحت نام CARA بیشتر توسعه یافته است.</p>
<p>MERMOS به طور گسترده در صنعت هسته‌ای فرانسه به کار می‌رود. بارها صحنه گذاری شده و پذیرش نظارتی دریافت کرده است.</p> <p>MERMOS یک روش HRA نسل دوم است و تحلیل کیفی جامع تأثیر فضا را بر رفتار و تصمیم‌گیری انسانی را ممکن می‌سازد.</p>	<p>MERMOS² - (روشی برای ارزیابی تحقق مأموریت اپراتوری در مورد ایمنی)</p> <p>MERMOS از اصطلاح "خطای انسانی" اجتناب می‌ورزد و میان مأموریت‌ها تمایز قائل می‌شود (مجموعه‌ای از تکالیفی که قرار است اجرا شوند)؛ انسان‌ها ساز و کارهایی را برقرار می‌سازند که در مورد نحوه‌ی هماهنگ سازی مأموریت و برآمدهای محتمل چنین هماهنگی‌ای هستند.</p> <p>مسیرهای وقوع خرابی مختلفی که منجر به وقوع خرابی مأموریت می‌شوند با استفاده از فرآیندی شناسایی می‌شوند که با در نظر گرفتن راهبرد، اقدام و تشخیص ساختار بندی می‌شوند. احتمالاتی برای عناصر مسیر توسط قضاوت تخصصی تعیین می‌شود.</p> <p>داده‌ها از تجربه‌ی بهره‌برداری و همچنین مشاهدات شبیه ساز حاصل می‌شوند.</p>

1- Human Error Assessment And Reduction Technique

2- Méthode d'Evaluation de la Réalisation des Missions Opérateur pour la Sûreté (Method for the evaluation of the realization of an operator's mission regarding safety)

جدول الف-۱ - روش‌های HRA و کاربرد آن‌ها - ادامه

روش و توصیف مختصری از آن	سطح استفاده
<p>SHERPA^۱ - رویکرد کاهش و پیش بینی خطای سیستماتیک انسانی. با تحلیل تکلیف آغاز می‌شود و زیر تکلیف سطح پایین را طبق نوعشان طبقه بندی می‌کند (اقدام، بازیابی، واریسی، انتخاب و ارتباطات). مدهای خطای باورپذیر را برای زیر تکلیف با استفاده از فهرست واریسی SHERPA برای مدهای خطا تعیین می‌کند. عواقب توصیف می‌شوند و احتمال بازیابی در تکلیفی که بعداً انجام می‌شود، ذکر می‌شود. احتمال و خطیر بودن هر خطا برای هر زیر تکلیف به صورت رده‌بندی ترتیبی ارائه می‌شوند (بالا، متوسط، پایین).</p>	<p>روش نسل اولی که روش جامع ساختار یافته‌ای را برای شناسایی خطاها در اجرای تکالیف خاص و نرخ بندی کیفی اهمیت آن‌ها ارائه می‌دهد. برای جستجوی راهبردهای کاهش خطا به کار می‌رود. خطاهای سیستم یا سازمانی را شامل نمی‌شود.</p>
<p>SLIM^۲ - متودولوژی شاخص راستنمایی موفقیت: متخصصین PSF های مرتبط (مثلاً پیچیدگی تکلیف) و نقاط پایان را از مقیاس ۱ تا ۹ معرفی می‌کنند (مثلاً ۱ = ساده و ۹ = پیچیده). در هر مقیاس نقطه‌ای که عملکرد ایده ال مورد انتظار است ذکر می‌شود و برای رده‌بندی - های مقیاس بندی مجدد طبق فاصله از مقدار ایده آل به کار می‌رود. هر تکلیف برای هر PSF روی این مقیاس‌ها رده‌بندی می‌شود. شاخص راستنمایی موفقیت (SLI) بر اساس مجموع کلی نرخ بندی‌های PSF وزن شده محاسبه می‌شود و با به کار گیری حداقل ۲ HEP مرجع به مقیاس احتمال تبدیل می‌شود. پیش نیاز: HEP های مرجع اثبات شده و PSF ها موجود باشند؛ PSF ها به روشنی قابل دسترسی هستند. تعیین HEP های مرجع مشکل دارد و نتایجی را که می‌توانند به دست آیند از پیش تعیین می‌کند.</p>	<p>SLIM در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که روشی انعطاف پذیر مورد نیاز باشد و هیچ داده‌های خاصی در دسترس نباشند. همچنین وابستگی‌های متقابل PSF در نظر گرفته نمی‌شوند. بنابراین نتایج روش تنها می‌توانند یک غربال‌گری را فراهم سازند.</p> <p>SLIM یک روش HRA نسل اول است و ارزیابی عملکرد تکلیف را به معنای غربال‌گری مشروح‌تر و نه ارزیابی جامع، ممکن می‌سازد.</p>
<p>SPAR-H^۳ - ریسک تحلیل کارخانه‌ای استاندارد شده HRA (SPAR) از فرآیندی دو گامی برای شناسایی احتمالات خطای انسانی اسمی (HEP ها) تشکیل شده و سپس این HEP ها را براساس عوامل شکل دهنده‌ی عملکرد سطح خلاصه (PSF ها) و وابستگی‌ها تعدیل می‌کند. این روش به طور قابل توجهی نیازمند این است که تحلیل گران یک کار برگ نسبتاً ساده را تکمیل کنند که سپس برای برآورد PSF ها و HEP مورد نظر به کار می‌رود. SPAR-H دارای محدودیت‌های ذاتی مدل سازی و تحلیل است که بایستی به روشنی درک شوند.</p>	<p>SPAR-H یک روش غربال‌گری است و لزوماً نبایستی در موقعیت‌هایی که نیازمند تحلیل تفصیلی وجوه عملکرد انسانی رخدادی هستند، به رویکردهای پیچیده تر و مشروح مانند تحلیل رخداد انسانی (ATHEANA) ترجیح داده شود.</p> <p>SPAR-H پرداختن به مسائل HRA نسل اول و دوم را به نحو محدودی در سطح غربال‌گری ممکن می‌سازد.</p>

1- Systematic Human Error Reduction And Prediction Approach

2 - Success Likelihood Index Methodology

3 - Standardized Plant Analysis Risk (SPAR) HRA

جدول الف-۱ - روش‌های HRA و کاربرد آن‌ها - ادامه

سطح استفاده	روش و توصیف مختصری از آن
<p> THERP هنگامی به کار می‌رود که ارزیابی جامعی از تکالیف مورد نیاز است و قابلیت اعتماد سیستم کلی بر اقدامات خطیر تکیه دارد. تصمیم‌گیری و تاثیر طیف گسترده‌ی عوامل زمینه‌ای نمی‌توانند ارزیابی شوند. </p> <p> THERP یک روش HRA نسل اول است و ارزیابی جامع عملکرد تکلیف و ارائه‌ی الزامات ارگونومی مشروح را برای طراحی سیستم ممکن می‌سازد. برای ارزیابی تصمیم‌گیری یا در نظر گرفتن گستره‌ای از شرایط به طور کافی، مناسب نیست. </p>	<p> THERP^۱ - فنی برای پیش‌بینی نرخ خطای انسانی: این روش استاندارد برای قابلیت اطمینان انسانی از نظر مسائل ارگونومی است. تجزیه‌ی تکلیف عمیق را به عناصر با استفاده از رده بندی THERP، خطاهای عناصر ارائه شده در فرمت درخت رخداد ایجاد می‌کند. HEP نامی با انتخاب HEPهای مناسب از پایگاه داده‌های حدود ۱۰۰ عامل برای هر تکلیف تعیین می‌شود. HEP نامی با افزایش دهنده برای PSF ها، بر حسب مورد تعدیل می‌شود. وابستگی بین خطاها برای عناصر تکلیف مدل سازی می‌شود. </p> <p> منحنی‌هایی برای این احتمال که انسانی در زمانی مفروض به اختلالی پاسخ گوید، بر اساس توافق متخصصین تهیه می‌شود. </p>

پیوست ب

(اطلاعاتی)

خلاصه‌ای از فعالیت‌های طراحی انسان‌گرا و تاثیر آن‌ها بر قابلیت اعتماد سیستم

ب-۱ مرور کلی

این پیوست مثال‌هایی از فعالیت‌های طراحی متمرکز بر انسان را ارائه می‌دهد که در صورت استفاده‌ی مناسب، قابلیت اعتماد سیستم را بهبود می‌بخشند.

ب-۲ اتوماسیون

جدول ب-۱ اتوماسیون

فعالیت طراحی متمرکز بر انسان	تاثیر بر قابلیت اعتماد سیستم
<ul style="list-style-type: none">• ارائه‌ی اطلاعات اتوماسیون و وضعیت بهره‌برداری و دیگر بازخوردها به کاربر سیستم.• تسهیل استفاده از خصیصه‌های سیستم.• حصول اطمینان از بهره‌برداری‌های ایمن در محدوده‌ی ظرفیت و توانمندی کاربر.• آگاه ساختن کاربر از وقوع خرابی اتوماسیون یا تنزل و مُدهای بالقوه‌ی غیر ایمن بهره‌برداری.• فراهم آوردن خصیصه‌های مقاومت در برابر خطا و تحمل خطا که ضرورتاً برای استفاده به منظور ممانعت از دسترسی غیر مجاز یا تصادفی، مشکل نیستند.• فراهم نمودن روشی برای لغو دستی (با حفاظت)	<ul style="list-style-type: none">• افزایش آمادگی وظایف سیستم• بهبود عملکرد سیستم به دلیل وظایف خودکار شده• قادر ساختن کاربران به انجام تکالیف مورد نیاز برای اجتناب از افزایش تقاضاهای شناختی، وضعیت حجم کار شدید، قطع یا برهم زدن تمرکز وارده به کاربر• ساده کردن نیازهای آموزش کاربر و الزامات کاربردهای سیستم• به حداقل رساندن خطاها و ریسک‌های حاصل از خطا

ب-۳ طراحی برای قابلیت نگهداری

جدول ب-۲ طراحی برای قابلیت نگهداری

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی متمرکز بر انسان
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود قابلیت نگهداری • بهبود قابلیت اطمینان • ساده کردن وظایف نگهداری • افزایش قابلیت آزمون، امکانات عیب شناسی و شناسایی خرابی • کاهش زمان نگهداری و الزامات منابع پشتیبانی لجستیکی 	<ul style="list-style-type: none"> • استفاده از ردوندانسی هر گاه کاهش نگهداری برنامه ریزی نشده عملی و مقرون به صرفه باشد. • طراحی برای ماژولار بودن، کمترین واحد قابل جایگزینی و دور ریختن مجموعه. • گنجاندن توانمندی آزمون توکار، خصوصیات دور و خود تشخیصی. • گنجاندن دسترسی سریع و آسان به تمام واحدهای ساخت که نیازمند نگهداری برای بازرسی، برداشتن و جایگزینی هستند. • به حداقل رساندن تعداد و انواع ابزارها و تجهیز آزمون مورد نیاز برای نگهداری. • گنجاندن خصوصیات خود درمانی و خود تنظیمی در صورتی که عملی باشد.

ب-۴ واسط رایانه و انسان

این فعالیت‌ها بر اساس استاندارد ISO 9241-110 هستند. برای راهنمایی تفصیلی در مورد طراحی واسط کاربر به قسمت‌های ۲، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۰، ۱۵۱ و ۱۷۱ از استاندارد ISO 9241 مراجعه کنید.

جدول ب-۳ واسط رایانه و انسان

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی متمرکز بر انسان
<ul style="list-style-type: none"> • افزایش قابلیت استفاده و خدمت رسانی • افزایش سرعت سیستم • کاهش تعداد خطاها 	<ul style="list-style-type: none"> • مناسب ساختن سیستم تعاملی برای تکلیف تا کاربر را در تکمیل تکلیف پشتیبانی نماید. • خود-توصیفی ساختن گفتگوهای تعاملی برای این که برای کاربران واضح باشد که در چه گفتگویی^۱ هستند، در کجای گفتگو هستند، چه اقداماتی می‌توانند انجام گیرند و چگونه می‌توان آن‌ها را اجرا نمود. • منطبق ساختن گفتگوهای تعاملی با انتظارات کاربر تا هماهنگ با نیازهای زمینه‌ای قابل پیش بینی کاربر و قراردادهای رایج، پذیرفته شده باشد. • مناسب ساختن گفتگوهای تعاملی برای یادگیری تا کاربر را در یادگیری استفاده از سیستم راهنمایی و پشتیبانی کنند. • قابل کنترل ساختن گفتگوهای تعاملی تا کاربر قادر باشد جهت و سرعت تعامل را آغاز و کنترل نماید. • ایجاد قابلیت تحمل خطا در گفتگوهای تعاملی تا با وجود خطاهای آشکار در ورودی، نتیجه‌ی مورد نظر را بتوان بدون اقدام اصلاحی یا حداقل اقدام اصلاحی توسط کاربر، کسب نمود. • قادر ساختن گفتگوهای تعاملی به فردی ساختن تا کاربران بتوانند تعامل و ارائه‌ی اطلاعات را تعدیل نمایند تا مناسب توانمندی‌ها و نیازهای فردی شان باشد.

ب-۵ گنجاندن نمایش ها، کنترل ها و وظایف اخطار

برای راهنمایی تفصیلی در مورد نمایش ها و کنترل ها، به قسمت های ۳۰۰، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹ و ۹۲۰ از استاندارد ISO 9241 مراجعه کنید.

جدول ب-۴ گنجاندن نمایش ها، کنترل ها و وظایف اخطار

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی متمرکز بر انسان
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود قابلیت نگهداری. • بهبود قابلیت آزمایش. • بهبود بهره برادری سیستم و تکالیف نگهداری. • کاهش تعداد اخطارهای نادرست. • بهبود ایمنی و امنیت در عملکرد سیستم. • ساده کردن نیازهای آموزشی کاربر و الزامات مهارت ها. 	<ul style="list-style-type: none"> • خوانا، قابل شناسایی و قابل تشخیص ساختن نمایش ها و کنترل ها تحت تمام شرایط. • یافتن محل کنترل ها به طور ثابت در گروه بندی و آرایش برای دسترسی آسان به کاربر. • طراحی حرکت و جهت کنترل به طور ثابت. • طراحی کنترل ها با بهره برداری های ترتیبی برای دنبال کردن الگویی ثابت. • طراحی کنترل ها برای نگهداری و تنظیم به منظور محافظت شدن برای اجتناب از فعال سازی تصادفی. • طراحی کد گذاری برای کنترل ها برای تمایز قائل شدن بین کنترل ها با به کار گیری یکپارچه ی کد در سرتاسر سیستم. • ساده کردن مدخل کد گذاری و شناسایی خطا برای وارد کردن مجدد کد ها. • طراحی وظایف اخطار برای این که قابل رویت و ممیزی باشند. • طراحی وظایف اخطار برای این که نشانه ای غیر مبهم و روشن از علت اخطار ارائه دهند، کاربر را از اولویت و ماهیت مشکل و پاسخ های احتمالی آگاه سازند. • گنجاندن صحنه گذاری ورودی اخطار برای ممانعت از اخطارهای نادرست. • ارائه ی سیستم های ارتباطات صوتی در صورت ضرورت و قابل کاربرد بودن در اخطار و موقعیت های اضطراری.

ب-۶ گنجاندن دستگاه‌های ورودی

برای راهنمایی‌های تفصیلی در مورد طراحی دستگاه‌های ورودی، به قسمت‌های ۴، ۹، ۴۰۰، ۴۱۰ و ۹۲۰ از استاندارد ISO 9241 مراجعه کنید.

جدول ب-۵ گنجاندن دستگاه‌های ورودی

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی عوامل انسانی
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود قابلیت دسترسی • بهبود قابلیت بهره‌برداری • بهبود قابلیت استفاده 	<ul style="list-style-type: none"> • طراحی مدخل صفحه کلید و کلیدهای وظیفه ثابت. • طراحی دستگاه‌های اشاره گر (ماوس، دسته فرمان و گوی‌واره^۱، قلم نوری). • طراحی دستگاه‌های غیر اشاره گر (دستگاه‌های تعاملی تماسی و صفحات حساس به تماس، کنترل‌های فعال شده صدا). • طراحی قابلیت تبادل بین دستگاه‌های ورودی

ب-۷ محیط

برای راهنمایی تفصیلی در مورد محیط کار به استاندارد ISO 9241 مراجعه کنید.

جدول ب-۶ محیط

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی متمرکز بر انسان
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود قابلیت نگهداری • بهبود عملکرد انسان و رضایت در محل کار 	<ul style="list-style-type: none"> • طراحی‌های مازولی برای پایین ترین واحدهای قابل جایگزینی. • کنترل محیط کاری توسط کاربر (تهویه، روشنایی، دما، رطوبت، سر و صدا).

ب-۸ ایمنی

جدول ب-۷ ایمنی

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی متمرکز بر انسان
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود عملکرد انسان در محیطی ایمن • تخفیف ریسک هنگام عملکرد تنزل یافته‌ی سیستم • آمار در مورد عملکرد انسانی 	<ul style="list-style-type: none"> • ایمنی محل کار برای قابلیت دسترسی و بهره‌برداری. • ایمنی مربوط به تجهیزات برای بهره‌برداری کاربر. • طراحی‌های اجتناب از خطر. • تحلیل قابلیت اطمینان انسانی.

جدول ب-۸ امنیت

تأثیر بر قابلیت اعتماد سیستم	فعالیت طراحی متمرکز بر انسان
<ul style="list-style-type: none"> • بهبود انسجام عملکرد سیستم. • کاهش ریسک 	<ul style="list-style-type: none"> • امنیت سیستم و دسترسی مجاز. • حفاظت‌های امنیتی و اقدامات و کنترل‌های حفاظتی. • امنیت فیزیکی. • امنیت اطلاعاتی.

بهترین رویه‌ها برای طراحی متمرکز بر انسان

این پیوست مهمترین فعالیت‌هایی را که در ISO/PAS 18152 فهرست شده‌اند و در هر مرحله از چرخه‌ی عمر مرتبط هستند، به همراه شماره‌ی ارجاع آن‌ها ارائه می‌کند و همچنین مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی ارائه می‌دهد که می‌توانند برای اجرای آن‌ها به کار روند.

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند

مرحله‌ی چرخه‌ی عمر	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراگتیز آمده)	مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها
۱-۱ مفهوم	شناسایی فضای مورد انتظار استفاده از سیستم‌ها (نیازها، روندها و انتظارات آینده) (۱-۱-۱) تحلیل مفهوم سیستم برای روشن نمودن اهداف، امکان پذیری و ریسک‌های آن‌ها (۱-۱-۲)	- کارگاه‌های آتی - دیدار میدانی اولیه - گروه‌های تمرکز - بررسی عکسی ^۱ - شبیه سازی‌های محیط‌های کاری آینده - تحلیل عمیق کار و سبک زندگی
	توصیف اهدافی که کاربر یا سازمان کاربر می‌خواهد از طریق استفاده از سیستم به دست آورد (۱-۱-۳)	- کارگاه‌های مشارکتی - مشاهدات میدانی و مطالعه‌ی علمی - مشاوره با علاقمندان - تحلیل عوامل انسانی
	تعریف دامنه‌ی فضای استفاده برای سیستم (۱-۱-۳)	- تحلیل فضای استفاده
۱-۲ طرح ریزی (الف) کلیات	تکوین طرحی برای دستیابی و نگهداری قابلیت استفاده در سرتاسر عمر سیستم (۱-۲-۴) شناسایی مهارت‌های تخصصی مورد نیاز و طراحی نحوه‌ی ارائه‌ی آن‌ها (۱-۲-۴)	- طراحی برای دستیابی و نگهداری قابلیت استفاده - طراحی استفاده از داده‌های HSI برای تخفیف ریسک‌ها

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراپتیز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - شناسایی مسائل HSI و وجوهی از سیستم که به ورودی کاربر نیاز دارند - تکوین طرحی برای مداخله‌ی کاربر - انتخاب و استفاده از اثر بخش ترین روش‌ها - سفارشی کردن ابزارها و روش‌های ضروری 	<p>شناسایی مسائل HS و وجوهی از سیستم که به ورودی کاربر نیاز دارند (۱-۶-۲)</p> <p>تعریف راهبرد و طرحی برای مداخله‌ی کاربر (۳-۶-۲)</p> <p>انتخاب و استفاده از اثر بخش ترین روش برای استخراج ورودی کاربر (۴-۶-۲)</p> <p>سفارشی کردن ابزارها و روش‌های ضروری برای پروژه‌ها/مراحل خاص (۴-۷-۲)</p>	<p>ب) مداخله‌ی کاربر</p>
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل ریسک (فرآیند و محصول) - تحلیل ریسک برنامه HSI 	<p>ارزیابی ریسک‌های سلامت و رفاه کاربران سیستم (۶-۲-۱)</p> <p>ارزیابی ریسک‌های اجتماع و محیط حاصل از خطای انسانی در استفاده از سیستم (۷-۲-۱)</p> <p>ارزیابی شدت فعلی خطرهای در حال ظهور را به قابلیت استفاده سیستم و دیگر ریسک‌های HS و اثربخشی اقدامات تخفیف (۳-۵-۲)</p> <p>ارزیابی ریسک‌های عدم مداخله‌ی کاربران نهایی در هر ارزیابی (۲-۶-۲)</p> <p>طرح ریزی و مدیریت استفاده از داده‌های عوامل انسانی برای تخفیف ریسک‌های مربوط به مسائل HS (۱-۵-۲)</p> <p>ارزیابی شدت فعلی خطرهای در حال ظهور را به قابلیت استفاده سیستم و دیگر ریسک‌های HS و اثربخشی اقدامات تخفیف (۳-۵-۲)</p> <p>انجام تخفیف اثر بخش برای پرداختن به ریسک‌های قابلیت استفاده از سیستم (۴-۵-۲)</p>	<p>پ) ریسک‌ها</p>

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پرائنتز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - شناسایی موفقیت‌آمیز علاقمندان خطیر - مشاهدات میدانی و مطالعه علمی - کارگاه مشارکتی - تحلیل فضای کاری - تحلیل فضای استفاده - تحلیل داده‌های رخداد - استعلام زمینه‌ای - نمودار قابلیت رویت - پوشش دسترسی^۱ 	<p>شناسایی و تحلیل نقش‌های هر گروه از علاقمندان که محتمل است تحت تاثیر سیستم قرار گیرند (۴-۱-۱)</p> <p>توصیف ویژگی‌های کاربران (۳-۱-۳)</p> <p>توصیف محیط فرهنگی / رژیم سازمانی/مدیریت (۴-۱-۳)</p> <p>توصیف ویژگی‌های هر تجهیزاتی که خارج از سیستم و محیط کاری هستند (۵-۱-۳)</p> <p>توصیف محل، تجهیزات محل کار و شرایط محدود (۶-۱-۳)</p> <p>تصمیم در مورد این که کدام اهداف جزئی، رفتارها و تکالیف سازمان بر منابع انسانی تاثیر می‌گذارند (۱-۱-۴)</p> <p>ارائه‌ی گزینه‌های منابع انسانی و فضا و محدودیت‌های علاقمندان پروژه (۶-۱-۱)</p>	<p>۳-۱ درک نیازها</p> <p>الف) فضای استفاده</p>
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل تکلیف - تحلیل تکلیف شناختی - تحلیل فضای کاری - تحلیل کاربرد / ماموریت - نمودار جریان وظیفه‌ای - نمودار فرآیند جریان - نمودار تصمیم/ اقدام - الزامات اقدام/ اطلاعات - خط زمانی - تعریف تولید به کمک رایانه‌ی یکپارچه - تحلیل حجم کار - تحلیل آگاهی از موقعیت - تحلیل پیوند - تحلیل قابلیت اطمینان عملکرد انسانی 	<p>تحلیل تکالیف و سیستم کاری (۲-۱-۳)</p>	<p>ب) تکالیف</p>

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مرحله‌ی چرخه‌ی عمر	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراپتز آمده)	مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها
پ) نیازهای قابلیت استفاده	اجرای تحقیقی در مورد قابلیت استفاده‌ی سیستم مورد نیاز (۱-۱-۵)	<ul style="list-style-type: none"> - بررسی قابلیت استفاده‌ی سیستم مورد نیاز - ترازبایی^۱ قابلیت استفاده - ارزیابی غیر مستدل/ تخصصی - استانداردهای زمانی از پیش تعیین شده
ت) گزینه‌های طراحی	<ul style="list-style-type: none"> ایجاد گزینه‌های طراحی برای هر جنبه‌ی سیستم مرتبط با استفاده‌ی آن و تاثیر آن بر علاقمندان (۱-۲-۱) تولید راه حل‌های متمرکز بر کاربر برای هر گزینه‌ی طراحی (۱-۲-۲) 	<ul style="list-style-type: none"> - تهیه نمونه اولیه‌ی و ارزیابی قابلیت استفاده زود هنگام - تکوین شبیه سازی ها - طراحی موازی (آزمون تایگر)
۴-۱ الزامات الف) الزامات فضا	تحلیل معانی ضمنی فضای استفاده (۳-۱-۷)	<ul style="list-style-type: none"> - تعریف فضای مورد نظر استفاده از جمله مرزها
ب) الزامات زیر ساخت	<ul style="list-style-type: none"> شناسایی، مشخص نمودن و تولید زیر ساخت برای سیستم (۱-۳-۲) وارد کردن شایستگی‌های لازم در برنامه‌های آموزشی و آگاهی (۱-۳-۴) تعریف اعداد جهانی^۲، مهارت‌ها و تجهیزات پشتیبانی مورد نیاز برای دستیابی به این تکالیف (۴-۱-۲) 	<ul style="list-style-type: none"> - شناسایی الزامات استخدام و هر آموزش یا پشتیبانی مورد نیاز برای حصول اطمینان از این که کاربران به عملکرد قابل قبول دست می‌یابند
پ) الزامات کاربر	<ul style="list-style-type: none"> تکوین بیانیه‌ای صریح آشکار از الزامات کاربر برای سیستم (۳-۲-۲) ایجاد و توافق در مورد معیارهای قابل اندازه گیری برای سیستم در فضای استفاده‌ی مورد نظر آن (۳-۲-۴) 	<ul style="list-style-type: none"> - سناریو ها - شخصیت ها - استوری بورد^۳ - برقراری اهداف جزئی عملکرد و رضایت برای سناریوهای خاص استفاده - تعریف الزامات جزئی واسط کاربر

1- Benchmarking

2 - Global number

3- Storyboard

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراگتیز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - شناسایی و تحلیل موفقیت الزامات علاقمندان خطیر) - مشخصات صنعت رایج برای الزامات قابلیت استفاده - ارزیابی محیط/ سازمان 	<p>ارزیابی میزان احتمال برآورده شدن معیارهای قابلیت استفاده و دیگر الزامات HS از طریق طراحی پیشنهادی (۲-۵-۲) تحلیل الزامات کاربر (۳-۲-۳) ارائه‌ی این الزامات به علاقمندان پروژه برای استفاده در تکوین و بهره‌برداری از سیستم (۳-۲-۵) شناسایی هر شکاف در استخدام و انتقال الزامات به طراحی راه حل‌های استخدام (۴-۲-۶)</p>	<p>۱-۵ الزامات تحلیل</p>
<ul style="list-style-type: none"> - تخصیص وظیفه - ایجاد گزینه‌های طراحی - ارگونومی فیزیکی - طراحی مشارکتی - رهنمودها و استانداردهای واسط کاربر 	<p>ایجاد گزینه‌های طراحی برای هر جنبه‌ی سیستم مرتبط با استفاده‌ی آن و تاثیر آن بر علاقمندان (۱-۲-۱) تولید راه حل‌های متمرکز بر کاربر برای هر گزینه‌ی طراحی (۱-۲-۲) طراحی برای ممکن ساختن سفارشی کردن برای پشتیبانی از بازار خاص و نیازهای کاربر (۱-۲-۳) توزیع وظایف بین انسان، ماشین و عناصر سازمانی سیستم که به بهترین نحو قادرند هر وظیفه را برآورده سازند (۳-۳-۱) تکوین مدلی از کار کاربر از الزامات، فضای استفاده، تخصیص وظیفه و محدودیت‌های طراحی برای سیستم (۳-۳-۲) ایجاد طراحی‌هایی برای عناصر مربوط به کاربر سیستم که الزامات کاربر، فضای استفاده و داده‌های عوامل انسانی را در نظر می‌گیرند (۳-۳-۳) ایجاد توصیفی از نحوه‌ی استفاده از سیستم برای پشتیبانی از انسجام اجزاء سیستم (۳-۳-۴)</p>	<p>۲. طراحی/ تکوین الف) کلیات</p>

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراپتیز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - ایجاد نمونه‌ی اولیه و ارزیابی قابلیت استفاده - تکوین نمونه‌های اولیه - تکوین شبیه‌سازی‌ها - رسم - مدل خام - مدل مقیاس - مدل - محیط CAD - ارزیابی فنی، دستی و وظیفه‌ای - استفاده از داده‌های مهندسی عوامل انسانی برای ارزیابی 	<p>تکوین شبیه‌سازی یا پیاده‌سازی آزمایشی وجوه کلیدی سیستم برای مقاصد آزمون با کاربران (۱-۲-۴)</p>	<p>ب) ایجاد نمونه‌ی اولیه و ارزیابی</p>

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراپتوز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل حوزه‌ی کاری - تحلیل تکلیف - طراحی مشارکتی - ارزیابی حجم کار - مدل عملکرد انسانی - طراحی برای آگاهی - طرح ریزی استخدام 	<p>تصمیم در این مورد که کدام اهداف جزئی و تکالیف سازمان بر منابع انسانی تاثیر می‌گذارند (۱-۱-۴)</p> <p>تعریف اعداد جهانی، مهارت‌ها و تجهیزات پشتیبانی مورد نیاز برای دستیابی به این تکالیف (۲-۱-۴)</p> <p>شناسایی تعیین تکلیف/وظیفه (۱-۲-۴)</p> <p>تحلیل شکاف بین شرایط فعلی و آینده (۲-۴-۳)</p> <p>پیش بینی کاهش کارکنان بین حال و آینده (۴-۲-۴)</p> <p>محاسبه‌ی استخدام فعلی، با در نظر گرفتن ساعات کاری، تلاش قابل دستیابی و عامل غیر قابل دسترس بودن (۵-۲-۴)</p> <p>شناسایی و تخصیص وظایفی که اجرا می‌شوند (۱-۳-۴)</p> <p>مشخص نمودن و ایجاد طراحی‌های شغلی و شایستگی/ مهارت‌های مورد نیاز که بایستی تحویل داده شوند (۲-۳-۴)</p> <p>محاسبه‌ی تعداد کارکنان مورد نیاز (۳-۳-۴)</p> <p>ایجاد گزینه‌های تعیین قیمت شده برای تحویل آموزش و/یا استقرار مجدد (۴-۳-۴)</p> <p>تکامل گزینه‌ها و محدودیت‌ها به یک طرح پیاده سازی آموزش بهینه (۵-۳-۴)</p> <p>تکوین و ارائه‌ی راه حل آموزشی برای آزمایش به کاربران نماینده (۶-۳-۴)</p> <p>تعریف نحوه‌ی تخصیص مجدد، روانه کردن یا انتقال کاربران به دیگر وظایف (۱-۵-۳)</p>	<p>پ) منابع انسانی</p>

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پرانتز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل ریسک (فرآیند و محصول) - بازخورد کاربر در مورد قابلیت استفاده و تجربه‌ی کاربر - استفاده از مدل‌ها و شبیه‌سازی - رهنمون‌ها: فرمت رایج صنعت برای گزارشات قابلیت استفاده - اندازه‌گیری عملکرد - فهرست واریسی معیارهای طراحی 	<p>۳. تحقق / پیاده‌سازی</p> <p>حفظ ارتباط با کاربران و سازمان مشتری در سرتاسر تعریف، تکوین و معرفی سیستم (۱-۳-۳)</p> <p>تکامل گزینه‌ها و محدودیت‌ها به یک راهبرد پیاده‌سازی که مسائل فنی، انسجام و طرح ریزی و اجرای شغل را پوشش می‌دهد (۱-۳-۱)</p> <p>تجدید نظر خصوصیات طراحی و ایمنی با استفاده از بازخورد از ارزیابی‌ها (۳-۳-۵)</p> <p>ارائه‌ی راه‌حل‌های نهایی آموزشی به کارکنان تعیین شده طبق جدول زمانی مورد توافق (۴-۳-۷)</p> <p>جمع‌آوری ورودی کاربر در مورد قابلیت استفاده‌ی سیستم در حال تکوین (۱-۲-۵)</p> <p>آزمایش این که سیستم الزامات کاربران، تکالیف و محیط را چنان که در این مشخصات تعریف شده است، برآورده می‌سازد (۱-۳-۵)</p> <p>بازنگری سیستم از نظر پیروی از دانش علمی قابل کاربرد انسانی، راهنماهای سبک، استاندارد‌ها، رهنمون‌ها، مقررات و قوانین (۱-۴-۳)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل فضای کاری - تحلیل سازمانی و محیطی فضا 	<p>۴. بهره‌برداری</p> <p>ایجاد راهبرد کارکنان (۱-۴-۱)</p> <p>بازنگری سیستم از نظر پیروی از دانش علوم انسانی کاربردی، راهنماهای سبک، استاندارد‌ها، رهنمودها، مقررات و قوانین (۱-۴-۳)</p> <p>ارائه‌ی آموزش و دیگر اشکال بالا بردن آگاهی کاربران و کارکنان پشتیبانی (۱-۴-۲)</p> <p>بازنگری ریسک‌های سلامتی و رفاه کاربران سیستم (۱-۴-۵)</p> <p>بازنگری ریسک‌های اجتماع و محیط حاصل از خطای انسانی در استفاده از سیستم (۱-۴-۶)</p> <p>اجرای تحقیق برای پالایش و یکپارچه کردن بهره‌برداری و راهبرد پشتیبانی برای سیستم (۱-۴-۸)</p>	

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراپتیز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل فضای سازمانی و محیطی - تحلیل ریسک - بازخورد کاربر در مورد قابلیت استفاده و تجربه‌ی کاربر - تحلیل فضای کاری - مشاهده‌ی مستقیم و پیوسته - مشاهده‌ی مستقیم نمونه‌گیری شده - مصاحبه و پرسشنامه 	<p>ارائه‌ی راهی برای بازخورد انسانی (در مورد مسائل انسانی) (۴-۴-۲)</p> <p>تحلیل بازخورد در مورد سیستم در طی تحویل و اطلاع دادن به سازمان در مورد مسائلی که ظاهر می‌شوند (۱-۳-۶)</p> <p>ارزیابی تاثیر تغییر بر قابلیت استفاده‌ی سیستم (۱-۴-۴)</p> <p>انجام اقدامی در مورد مسائل حاصل از ارزیابی در خدمت (۱-۴-۷)</p> <p>انجام تخفیف ریسک^۱ اثر بخش به منظور پرداختن به ریسک‌های قابلیت استفاده‌ی سیستم (۲-۵-۴)</p>	۵. بهبود
	<ul style="list-style-type: none"> - جمع‌آوری و تحلیل گزارشات حین خدمات برای ایجاد روزآمدی‌ها یا درس‌های آموخته شده برای نسخه‌ی بعدی سیستم (۱-۵-۱) - شناسایی ریسک‌ها و مسائل سلامت و ایمنی مربوط به برداشتن خدمات و انهدام سیستم (۱-۵-۲) - تعریف نحوه‌ی تخصیص مجدد، روانه کردن یا انتقال کاربران به دیگر وظایف (۱-۵-۳) - طرح ریزی تفکیک ساختارهای اجتماعی (۱-۵-۵-۴) - کسب اطلاعات و تحلیل بازنگرانه برای سیستم جایگزین (۱-۵-۵) 	۶. کنارگذاری
<ul style="list-style-type: none"> - فرمت رایج صنعت 	<ul style="list-style-type: none"> - در نظر گرفتن دغدغه‌های علاقمندان و کاربران در فعالیت‌های کسب (۲-۳-۱) 	۷. برون سپاری

۱- برای اطلاعات بیشتر به «استاندارد ملی ۱۳۲۴۶ سال ۱۳۸۹: مدیریت ریسک- واژگان» مراجعه کنید.

جدول پ-۱ مثال‌هایی از روش‌ها و تکنیک‌هایی که به بهترین رویه‌ها کمک می‌کنند - ادامه

مثال‌های روش‌ها و تکنیک‌ها	بهترین رویه‌ها برگرفته از استاندارد ۱۸۱۵۲ ISO/PAS (شماره‌ی ارجاع ۱۸۱۵۲ ISO/PAS در پراپتوز آمده)	مرحله‌ی چرخه‌ی عمر
<ul style="list-style-type: none"> - تحلیل ریسک برنامه - تکوین و حفظ زیر ساخت و منابع HSI - فراهم نمودن مهارت‌های HSI برای کارکنان - برقراری و انتقال خط مشی HSI - حفظ آگاهی از قابلیت استفاده 	<p>کمک به مورد کسب و کار برای سیستم (۱-۱)- (۷)</p> <p>تعریف قابلیت استفاده به عنوان یک دارایی رقابتی (۱-۲)- (۱-۲)</p> <p>تنظیم اهداف قابلیت استفاده، سلامت و ایمنی برای سیستم‌ها (۲-۱)- (۲-۱)</p> <p>تکوین زیر ساخت متمرکز بر کاربر (۲-۱)- (۴-۱)</p> <p>مربوط ساختن مسائل HS به مزایای کسب و کار (۲-۱)- (۵-۱)</p> <p>تعریف و حفظ زیر ساخت HCD و HR و منابع (۲-۲)- (۳-۲)</p> <p>افزایش و حفظ آگاهی قابلیت استفاده (۲-۲)- (۴-۲)</p> <p>تکوین یا ارائه‌ی مهارت‌های مناسب HS به کارکنان (۲-۲)- (۵-۲)</p> <p>پیاده سازی راهبرد HR که به سازمان ساز و کاری برای پیاده سازی و ثبت درس‌های آموخته شده می‌دهد (۴-۱)- (۴-۱)</p> <p>قادر ساختن یا تشویق افراد و گروه‌ها به کار با یکدیگر برای کسب اهداف سازمان (۴-۱)- (۶-۱)</p> <p>ایجاد توانمندی‌های HR برای برآوردن الزامات آینده‌ی سیستم (انجام طرح ریزی متوالی) (۴)- (۷-۲)</p>	<p>۸. انسجام</p> <p>الف) راهبرد کسب و کار</p> <p>ب) مدیریت کیفیت</p> <p>پ) مجوز دادن و کنترل</p>
	<p>تصمیم‌گیری در مورد این که چه تعداد افرادی برای برآوردن راهبرد مورد نیاز هستند و به چه میزان شایستگی نیاز دارند (۴-۱)- (۳-۱)</p>	<p>ت) استخدام</p>

کتابنامه

استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۱۲۳۹۱:۱۳۸۸، فنون تحلیل قابلیت اطمینان سیستم - روش اجرایی تحلیل نوع واثرات وقوع خرابی (FMEA)

استاندارد ملی ایران-ایزو ۹۰۰۰:۱۳۸۷، سیستم‌های مدیریت کیفیت - مبانی و واژگان

HF-STD-001:2002, Human Factors Design Standard (HFDS), Federal Aviation Administration

HFDG, 1996, FAA Human Factors Design Guide – For Acquisition of Commercial-Off-The-Shelf Subsystems, Non-developmental Items, and Development Systems, DOT/FAA/CT-96/1. Federal Aviation Administration

MIL-HDBK-46855A:1999, Human Engineering Program Process and Procedures. Department of Defense

MIL-HDBK-1472F:1998, Human Engineering Design Criteria. Department of Defense

MIL-HDBK-1908B:1999, Definitions of Human Factors Terms. Department of Defense

WALLACE, D.F.; WINTERS, J.; DUGGER, M.; and LACKIE, J.:2001, “Human Systems Engineering: Understanding the Process of Engineering the Human into the System”; Naval Surface Warfare Center Dahlgren Division Technical Report NSWCDD/TR-01/101; November, 2001.

NASA, Man-Systems Integration Standards, NASA-STD-3000, Volume I and II (1995)

FAA, Guidelines for Human Factors Requirements Development, AAR-100 (2004)

ISO/PAS 18152:2003, Ergonomics of human-system interaction — Specification for the process assessment of human-system issues

ISO 6385:2004, Ergonomic principles in the design of work systems

ISO 9241-1:1997, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 1: General introduction

ISO 9241-2:1992, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 2: Guidance on task requirements

ISO 9241-3:1992, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 3: Visual display requirements W 2008-11-14

ISO 9241-4:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 4: Keyboard requirements

ISO 9241-5:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 5: Workstation layout and postural requirements

ISO 9241-6:1999, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 6: Guidance on the work environment

ISO 9241-7:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 7: Requirements for display with reflections W 2008-11-14

ISO 9241-8:1997, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours W 2008-11-14

ISO 9241-9:2000, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 9: Requirements for non-keyboard input devices

ISO 9241-11:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability

ISO 9241-12:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 12: Presentation of information

ISO 9241-13:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 13: User guidance

ISO 9241-14:1997, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 14: Menu dialogues

ISO 9241-15:1997, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 15: Command dialogues

ISO 9241-16:1999, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 16: Direct manipulation dialogues

ISO 9241-17:1998, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 17: Form filling dialogues

ISO 9241-20:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services

ISO 9241-110:2006, Ergonomics of human-system interaction – Part 110: Dialogue principles

ISO 9241-151:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 151: Guidance on World Wide Web user interfaces

ISO 9241-171:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 171: Guidance on software accessibility

ISO 9241-210:–, Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems

ISO 9241-300:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 300: Introduction to electronic visual display requirements

ISO 9241-302:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 302: Terminology for electronic visual displays

ISO 9241-303:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 303: Requirements for electronic visual displays

ISO 9241-304:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 304: User performance test methods for electronic visual displays

ISO 9241-305:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays

ISO 9241-306:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 306: Field assessment methods for electronic visual displays

ISO 9241-307:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays

ISO 9241-308:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 308: Surfaceconduction electron-emitter displays (SED)

ISO 9241-309:2008, Ergonomics of human-system interaction – Part 309: Organic lightemitting diode (OLED) displays

ISO 9241-400:2007, Ergonomics of human-system interaction – Part 400: Principles and requirements for physical input devices

ISO 9241-410:2008, Ergonomics of human system interaction – Part 410: Design criteria for physical input devices

ISO 9241-920:2009, Ergonomics of human-system interaction – Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions

ISO 11064-1, Ergonomic design of control centres – Part 1: Principles for the design of control centres

ISO 11064-2, Ergonomic design of control centres – Part 2: Principles for the arrangement of control suites

ISO 11064-3, Ergonomic design of control centres – Part 3: Control room layout

ISO 11064-4, Ergonomic design of control centres – Part 4: Layout and dimensions of workstations

ISO 11064-5, Ergonomic design of control centres – Part 5: Displays and controls

ISO 11064-6, Ergonomic design of control centres – Part 6: Environmental requirements for control centres

ISO 11064-7, Ergonomic design of control centres – Part 7: Principles for the evaluation of control centres

ISO/PAS 18152:2003, Ergonomics of human-system interaction – Specification for the process assessment of human-system issues

ISO/TR 18529:2000, Ergonomics – Ergonomics of human-system interaction – Humancentred lifecycle process descriptions

ISO/IEC 24765:–, Systems and software engineering – Vocabulary

ISO/IEC DIS TR 25060:–, Software engineering – Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Common Industry Format (CIF) for usability – General framework for usability-related information

Human reliability analysis (HRA)

ASEP: SWAIN, A.D. (1987) Accident Sequence Evaluation Program on Human Reliability Analysis Procedure. NUREG/CR-4772. NRC. Washington DC

ATHEANA: NUREG-1624:2000, Technical Basis and Implementation Guidelines for A Technique for Human Event Analysis (ATHEANA). NRC. Washington DC. Rev. 1

CAHR: STRÄTER, O.:2005, Cognition and safety – An Integrated Approach to Systems Design and Performance Assessment. Ashgate. Aldershot. (ISBN 0754643255)

CREAM: HOLLNAGEL, E.:1998, Cognitive Reliability and Error Analysis Method – CREAM. Elsevier. New York, Amsterdam. (ISBN 0-08-042848-7)

ESAT: BRAUSER, K.:1992, ESAT – Ein neues Verfahren zur Abschätzung der menschlichen Zuverlässigkeit. In: Gärtner, K. (Hrsg.) Menschliche Zuverlässigkeit. DGLR-Bericht 92-04. DGLR. Bonn

HCR/ORE: MOIENI, P., SPURGIN, A.J. & SINGH, A.:1994, Advances in Human Reliability Analysis Methodology. Part I: Frameworks, Models and Data. Reliability Engineering and System Safety. Vol.44. Elsevier. p. 27

KIRWAN, B.:1994, A Guide To Practical Human Reliability Assessment. CRC

MERMOS: LE BOT, P., DESMARES, E. & BIEDER, C.:1998, MERMOS: an EDF project to update Human Reliability Assessment methodologies. In: Lydersen, S., Hansen, G. Sandtorv, H. (1998) Safety and Reliability. ESREL'98, Trondheim/Norway. A. A. Balkema. Rotterdam. p.767 ff

SLIM: EMBREY, D., HUMPHREYS, P. ROSA, E.A., KIRWAN, B. & REA, K.:1984, SLIMMAUD- An Approach to Assessing Human Error Probabilities Using Structured Expert Judgement. NUREG/CR-3518. NRC. Washington DC

SPAR-H: BYERS, I.C., GERTMAN, D.I., HILL, S.G., BLACKMAN, H.S., GENTILLON, C.D., HALLBERT, B.P., & HANEY, L.N.:2000, SPAR HRA Methodology: Comparison with other HRA methods. International Ergonomics – IEA 2000. San Diego. Human Factors and Ergonomics Society. Santa Monica CA. Published by: Mira Digital Publishing. South Jefferson, St. Lois, MO (www.miracd.com)

THERP: SWAIN, A.D. & GUTTMANN, H. E.:1983, Handbook of Human Reliability Analysis with emphasis on nuclear power plant applications. Sandia National Laboratories, NUREG/CR-1278. Washington DC

WILLIAMS, J.C.:1988, HEART – A data-based method for assessing and reducing human error to improve operational performance. In: Proceedings of the IEEE Conference on Human Factors and Power Plants. Monterey, CA. June 1988. P. 436-450