



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی‌تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات

پروژه کارشناسی

گرایش فناوری اطلاعات

پیاده‌سازی ابزاری برای سنجش استفاده‌پذیری رابط کاربری
سامانه‌های مبتنی بر وب به روش جمع‌سپاری

نگارش

امیر حقیقتی ملکی

استاد راهنما

استاد احمد عبداللهزاده بارفروش

مرداد ۱۳۹۷

صفحه فرم ارزیابی و تصویب پایان نامه- فرم تأیید اعضاء کمیته دفاع

در این صفحه فرم دفاع یا تایید و تصویب پایان نامه موسوم به فرم کمیته دفاع- موجود در پرونده آموزشی- را قرار دهید.

نکات مهم:

- نگارش پایان نامه/رساله باید به **زبان فارسی** و بر اساس آخرین نسخه دستورالعمل و راهنمای تدوین پایان نامه های دانشگاه صنعتی امیرکبیر باشد.(دستورالعمل و راهنمای حاضر)
- رنگ جلد پایان نامه/رساله چاپی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا باید به ترتیب مشکی، طوسی و سفید رنگ باشد.
- چاپ و صحافی پایان نامه/رساله بصورت **پشت و رو(دورو)** بلامانع است و انجام آن توصیه می شود.



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی‌تکنیک تهران)

به نام خدا

تعهدنامه اصالت اثر

تاریخ: مرداد ۱۳۹۷

اینجانب امیرحقيقیتی ملکی متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی استادی دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نگردیده است. در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان‌نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مأخذ بلامنع است.

امیرحقيقیتی ملکی

امضا

کمال قدردانی و پس از جناب آقای استاد احمد عبداللهزاده بار فروش و چندین آقای مهندس میثم نظریانی و تمامی عوامل آزمایشگاه سیستم های هوشمند را دارم که بنده را تما انتها ای این مسیر را همایی کردن و به سرمتل مقصود رساندند.

چکیده

با بررسی مدل‌های کیفیتی ارائه شده از سال ۱۹۷۰ تا به اکنون، با تقریب خوبی می‌توان گفت تمامی مدل‌های کیفی نرم‌افزار، استفاده‌پذیری را جزو مشخصه‌های اصلی کیفیت یک نرم‌افزار مطرح می‌کنند. وجه مشترک تعاریف متعددی که برای استفاده‌پذیری مطرح می‌شود، در سه بعد کاربر، انجام یک فعالیت مشخص و تعامل با یک واسط برای انجام آن فعالیت، قابل بیان است. به عنوان یک مهندس نرم‌افزار، افزایش کیفیت در محصولات و کاهش هزینه‌های ناشی از خرابی‌ها و یا درخواست‌های تغییر، چالشی تامل برانگیز است. سامانه‌های مبتنی بر وب به عنوان نوعی محصول نرم‌افزاری که در آن‌ها زیبایی، واسط کاربری و نحوه تعامل کاربران مهم است، به دلیل استفاده گسترده‌شان، می‌توانند تاثیر شگرفی در موفقیت یک پروژه صنعتی، کسب‌وکارهای نوپا و یا تسهیل زندگی روزمره با استفاده از نرم‌افزارها داشته باشند. از جمله نقاط ضعف بیشتر سامانه‌های مبتنی بر وب، طراحی نه‌چندان کاربرپسندانه واسط کاربری آن‌هاست که موجب شده تا در بسیاری از موارد، کاربران، علاقه‌مندی استفاده از محصول مبتنی وب یک سازمان را در عین سرمایه‌گذاری‌های زیاد آن سازمان برای جذب کاربر، از دست بدنه و در نتیجه متصرر شوند. با مروری بر منابع مختلف، ارزیابی و تست روی نمونه‌های اولیه رابط کاربری سامانه‌های مبتنی بر وب به منظور رفع نواقص آن‌ها، امری واضح به نظر می‌رسد. اما پاسخ دادن به این سوال که «چه واسط کاربری‌ای خوب است؟» همیشه آسان نبوده و با تغییر فناوری و گذشت زمان شاهد تغییر سریع در نیازمندی‌ها هستیم که شاید چک‌لیست‌ها و توصیه‌ها نیز پاسخگوی دقیقی برای آن‌ها نباشند. بنابراین می‌بایست در سنجش استفاده‌پذیری، پاسخ دقیق از کاربران نهایی بگیریم که همین امر، انگیزه اصلی استفاده از جمع‌سپاری در این پروژه است. بررسی مدل‌های کیفیتی مختلف از سال ۱۹۷۰ تا به امروز و مقایسه تطبیقی آن‌ها، نشان می‌دهد که در جهت افزایش استفاده‌پذیری، خصیصه‌های مهمی مطرح شده‌اند که از جمله آن‌ها خصیصه‌های مطرح شده در سال ۲۰۱۳ بود. با در نظر داشتن این خصیصه‌ها ۸۳ مورد از ابزارهای موجود را مورد بررسی قراردادیم و متوجه شدیم که تقریباً تمامی ابزارهای مطرح، تنها بخشی از این خصیصه‌ها را می‌توانند در سنجش‌های خود مورد بررسی قرار دهند. در نهایت به پیاده‌سازی ابزاری به جهت آزمودن و سنجش استفاده‌پذیری پرداختیم که به کاربر سامانه، امکان تست و سنجش استفاده‌پذیری طراحی سامانه مبتنی بر وب خود را می‌دهد و از سکوهای جمع‌سپاری نیز به منظور دستیابی به داده‌ها استفاده می‌کند؛ علاوه بر آن، امکان مشخص کردن آستانه کیفیتی در داده‌های جمع‌سپاری را نیز دارد که برای اولین بار این چنین ابزاری تولید می‌شود.

واژه‌های کلیدی:

استفاده‌پذیری، مدل‌های کیفیتی، جمع‌سپاری، سامانه‌های کاربردی مبتنی بر وب

فهرست مطالب

	عنوان	صفحه
۱	۱ مقدمه	
۲	۱-۱ کیفیت در نرم افزار	
۳	۱-۱-۱ تضمین و کنترل کیفیت	
۴	۲-۱-۱ کیفیت در سامانه های نرم افزاری مبتنی بر وب	
۴	۲-۱ مشخصه های کیفی نرم افزار	
۴	۱-۲-۱ استفاده پذیری	
۶	۳-۱ چرخه طراحی سامانه های مبتنی بر وب	
۸	۱-۳-۱ تلفیق نگاه مهندسی و هنری	
۸	۴-۱ جمع سپاری	
۹	۱-۴-۱ کاربردهای استفاده پذیری و چارچوب کلی	
۱۰	۲-۴-۱ جمع سپاری برای جمع آوری داده	
۱۱	شیوه پژوهش	۲
۱۵	۳ مروری بر کارهای گذشته، روش ها و ابزارهای موجود	
۱۶	۱-۳ مدل های کیفیتی	
۱۷	۱-۱-۳ مدل های سلسله مراتبی	
۱۸	۲-۱-۳ مدل های مبتنی بر فرامدل	
۱۸	۳-۱-۳ مدل های آماری و ضمنی	
۱۹	۲-۳ تمرکز بر استفاده پذیری در مدل های کیفیتی	
۲۱	۳-۳ مطالعه استفاده پذیری و ارزیابی تجربه کاربری	
۲۲	۱-۳-۳ ارزیابی خرد	
۲۳	۲-۳-۳ ارزیابی کلان	
۲۴	۳-۳-۳ اهداف کاربری	
۲۸	۴-۳ سناریوهای سنجش استفاده پذیری و خصیصه های هر کدام	
۳۰	۱-۴-۳ سناریوهای مطرح در مطالعه استفاده پذیری	
۳۲	۲-۴-۳ موفقیت آمیز بودن وظیفه	
۳۳	۳-۴-۳ زمان انجام وظیفه	
۳۳	۴-۴-۳ خطاهای	
۳۳	۵-۴-۳ بهرهوری	
۳۳	۶-۴-۳ یادگیری پذیری	
۳۳	۷-۴-۳ خصیصه های موردنی	
۳۴	۸-۴-۳ خصیصه های خود اعلامی	
۳۴	۹-۴-۳ خصیصه های فیزیولوژیکی و رفتاری	
۳۴	۱۰-۴-۳ خصیصه های ترکیبی و مقایسه ای	

۳۵	۱۱-۴-۳ خصیصه‌های وبسایت بلادرنگ
۳۵	۱۲-۴-۳ الگوهای مرتب‌سازی
۳۷	۵-۳ روش‌های سنجش استفاده‌پذیری
۳۸	۶-۳ ابزارهای مطالعه استفاده‌پذیری
۴۴	۷-۳ راستی آزمایی مطالعات جمع‌سپاری
۴۷	۴ پیاده‌سازی
۴۸	۱-۴ نیازمندی‌ها
۴۸	۱-۱-۴ تجمعی نتایج پیشین و جمع‌بندی
۴۹	۲-۱-۴ تحلیل و پایش
۵۳	۳-۱-۴ مهندسی نیازمندی‌ها
۵۷	۵ آزمایش‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۵۸	۱-۵ آزمایش‌ها
۶۰	۲-۵ نتیجه‌گیری
۶۱	۳-۵ پیشنهادها و کارهای آینده
۶۲	منابع و مراجع
۶۸	پیوست
۷۴	واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

صفحه	فهرست اشکال	شکل
۳	۱-۱ نرم‌افزار به عنوان پلی بین دامنه مسئله و دامنه راه حل	
۶	۲-۱ تابلویی که نصب نامناسب آن منجر به عدم استفاده‌پذیری و تصادف جاده‌ای شد	
۷	۳-۱ هرم طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب	
۷	۴-۱ مدل تشدييد خرابي در نرم‌افزار	
۹	۵-۱ چارچوب کلی انجام جمع‌سپاری	
۱۳	۱-۲ متداول‌تری پژوهشی آزمایشگاه سیستم‌های هوشمند و گام‌های آن	
۱۶	۱-۳ خط زمانی ارائه برخی از مدل‌های کیفیتی	
۱۷	۲-۳ ساختار مدل کیفی مکال به عنوان یک مدل کیفی سلسله‌مراتبی	
۱۸	۳-۳ بررسی انواع مدل‌ها/رویه‌های کیفیتی استفاده شده در سازمان‌ها	
۲۲	۴-۳ مثالی از دو نوع ارزیابی مختلف خرد و کلان	
۲۵	۵-۳ تعبیری از مدل کانو	
۲۷	۶-۳ تفسیری از مدل کانو؛ ارتباط رضایت کاربر و ویژگی‌های محصول	
۳۶	۷-۳ تاثیر تست‌ها و الگوهای مرتب‌سازی در استفاده‌پذیری	
۴۱	۸-۳ فراوانی ابزارهای موجود در هر دسته مطرح	
۴۹	۱-۴ درصد فراوانی تکرار هر الگو در ابزارهای مورد بررسی	
۵۴	۲-۴ نمودار مورد کاربرد سامانه هدف	
۵۵	۳-۴ نمودار فعالیت مربوط به واکنشی نتایج برگزاری آزمون سنجش استفاده‌پذیری	
۵۵	۴-۴ نمودار فعالیت مربوط به تعریف آزمون‌های مختلف	
۵۶	۵-۴ روند تعریف یک آزمون در ابزار	
۵۹	۱-۵ انجام آزمایشی برای بررسی یادگیری‌پذیری	
۵۹	۲-۵ نتایج مربوط به آزمون مطرح شده در شکل ۱-۵	
۶۰	۳-۵ انجام آزمونی برای سنجش نحوه پیمایش و ترجیح کاربران	

صفحه	فهرست جداول	جدول
	۱۲	۱-۲ کلیدواژه‌های به دست آمده از دانش زمینه
	۲۰	۱-۳ مقایسه تطبیقی مدل‌های کیفیتی ارائه شده با تمرکز بر استفاده‌پذیری
	۲۹	۲-۳ سناریوهای متداول مطالعه استفاده‌پذیری و خصیصه‌هایی که می‌توان در نظر گرفت
	۳۷	۳-۳ بحث در مورد نحوه انجام مطالعه استفاده‌پذیری با توجه به روش‌های مختلف مطالعه
	۳۹	۴-۳ دسته‌بندی ابزارهای مطرح در این پژوهش برای مطالعه استفاده‌پذیری
	۴۱	۵-۳ فراوانی ابزارهای بررسی شده و الگوهای مورد استفاده توسط هرکدام
	۴۶	۶-۳ رتبه‌بندی روش‌های مطرح برای کنترل کیفیت جمیع سپاری
	۴۸	۱-۴ تجمعی نتایج بررسی بهترین روش‌ها و ابزارها
	۵۱	۲-۴ نیازمندی‌های کشف شده برای ابزار هدف
	۶۹	۱ مقایسه تطبیقی ابزارها و روش‌های موجود برای مطالعه استفاده‌پذیری

فهرست نمادها

نماد	مفهوم
q	احتمال برابری نتیجه کارکارگر شرکتکننده در فرآیند جمع‌سپاری
p	گزاره نتیجه پاسخ کارگر شرکتکننده در فرآیند جمع‌سپاری
t	یک گزاره معلوم و مشخص برای محقق (بانی فرآیند جمع‌سپاری)

فصل اول

مقدمه

خریداری یا استفاده از یک محصول با این پیش‌زمینه و تفکر که محصول مورد نظر نیاز خاصی را برطرف خواهد کرد، خود به خود انتظار برطرف کردن نیازمندی‌های ذهن مصرف‌کننده را در روی می‌انگیزد [۱]. در ابتدا شاید صرفاً رفع نیاز مصرف‌کنندگان، به هر روش ممکن - و نه الاما با بالاترین کیفیت - دغدغه اصلی تولیدکننده باشد اما به مرور و با گذشت زمان که نیازمندی‌ها پخته‌تر می‌شوند و ارتقا می‌یابند، کیفیت نیز در آن‌ها دخیل می‌شود. از طرفی، وجود نام و نشان‌های متعدد و متنوع در بسیاری از صنایع نیز، منجر به ایجاد رقابت میان فعالان هر عرصه شده است؛ رقابتی که کیفیت تعیین‌کننده‌ترین عامل بود و باخت در آن است [۲]. صنعت نرم‌افزار نیز، به عنوان یکی از صنایع نوین که محصولاتش امروزه سهم قابل توجهی از بازار را در مصارف روزمره اداری و شخصی به خود اختصاص داده است، از این قاعده مستثنی نیست. بنابراین در تولید و توسعه یک محصول نرم‌افزاری نیز به منظور موفقیت هرچه بیشتر، می‌بایست به کیفیت نگاه جدی داشته باشیم.

به طور خاص، در سامانه‌های کاربردی مبتنی بر وب^۱ و موبایل که جامعه کاربری‌شان هر روز بیشتر و بیشتر می‌شود، نیازمندی‌های مختلفی در طول چرخه عمر نرم‌افزار بروز پیدا می‌کنند. از طرفی در دنیای نرم‌افزار، گسترش‌تر شدن دامنه دسترسی به یک محصول نرم‌افزاری، الزاماتی برای آن فراهم می‌آورد که برای مثال، می‌توان گفت محصول نرم‌افزاری می‌بایست توسط یک فرد عادی از جامعه هدف مشتریان، قابل استفاده باشد. قابل استفاده بودن و استفاده‌پذیری را نه در دانش فنی کاربران سیستم، بلکه در قابل فهم بودن رابط میان سیستم و کاربران تعریف می‌کنیم [۳].

البته ناگفته نماند دانش فنی و مهارت استفاده از ابزارهای فناوری محور، بخش غیرقابل اغماضی از توانایی استفاده از یک محصول نرم‌افزاری را ممکن می‌سازد؛ ولی امروزه، در مورد محصولات و سامانه‌های نرم‌افزاری تحت وب که به طور معمول با تعداد کاربران زیادی مواجه هستند، قابل استفاده بودن و استفاده‌پذیری آن‌ها در هنگام کار یک کاربر عادی، یکی از معیارهای مهم کیفیتی به شمار می‌رود.

در این فصل با نگاهی بر مفاهیم کلی مربوط به موضوع این پژوهه، بحث را در مورد کیفیت در نرم‌افزار، مشخصه‌ها و خصیصه‌های کیفیتی، چرخه‌های طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب شروع کرده و با صحبت از برخی از مباحث ویژه در مورد ارتباط کاربران با استفاده‌پذیری به پایان خواهیم برد.

۱-۱ کیفیت در نرم‌افزار

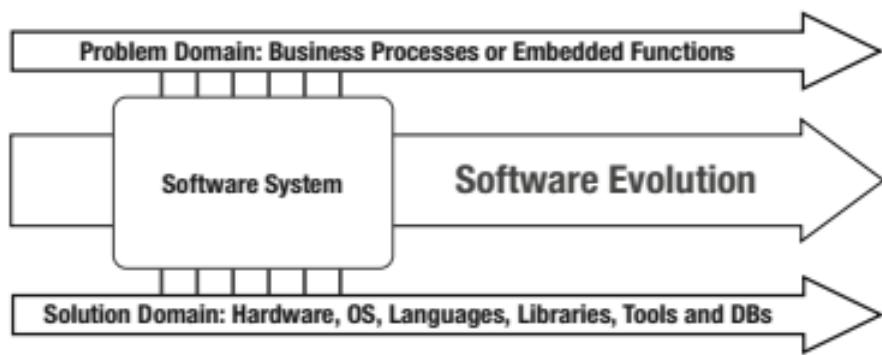
قبل از صحبت در باره اینکه کیفیت نرم‌افزار چه هست و چه نیست، خوب است به اظهار نظری در مورد کیفیت، از اسطو توجه کنیم: «کیفیت یک عمل نیست، یک عادت است»^۲.

کیفیت یک نرم‌افزار نیز، بدون شک، یک ویژگی ثابت و مشخص کلی نیست. بلکه به انتظارات و نیازمندی‌های ذی‌نفعان بستگی زیادی دارد؛ برای قرار دادن کیفیت در اولویت‌های تولید نرم‌افزار، می‌بایست در همان ابتدای کار و قبل از شروع هرچیز دیگری، یک تعریف مدون و کاملاً مشخص از کیفیت داشته باشیم.

بسیاری از تحقیقات در سال‌های گذشته، صرف به دست آوردن فرآیندهای نرم‌افزاری با کیفیت شده است؛ البته که فرآیندهای باکیفیت در نهایت منجر به تولید محصولی با کیفیت می‌شود، ولی برای بروز کیفیت در

¹Web Applications

²“Quality is not an act, it is a habit” - Aristotle



شکل ۱-۱: نرم افزار به عنوان پلی بین دامنه مسئله و دامنه راه حل [۴]؛ توسعه در یک دامنه، به طور خودکار توسعه در دامنه دیگر را می‌طلبید و در نتیجه می‌باید از فناوری‌ها و تکنولوژی‌ها به نحو احسن بهره جست تا نیازهای حوزه مسئله را منطبق بر سیستم‌ها و ماشین‌های به روز کرد.

فرآیندها نیز خصیصه‌های کیفی^۳ محصول نرم افزاری هدف، باید به طور مشخص قید شوند [۵]. هرچند که داشتن یک تعریف مدون و مشخص از کیفیت، لازمه کار هر فرآیند مهندسی نرم افزار است، نکته حائز اهمیتی که بسیاری از محققین و پژوهشگران در آثار خود از جمله آقایان پرسمن^۴ [۲]، سامرویل^۵ [۵] و واگنر^۶ [۴] به آن اشاره کرده‌اند، بیانگر این موضوع است که داشتن یک توصیف کیفیتی کامل و دقیق از سیستم هدف نیز، به تنها یی، کافی نیست؛ چرا که همین توصیف کیفیتی نیز با گذر زمان، دچار تغییر و تحول خواهد شد و دیگر نیازمندی‌های کیفیتی، معتبر نخواهند بود.

همانطور که در شکل ۱-۱ ملاحظه می‌شود، نرم افزار میان دو دامنه مسئله و راه حل ارتباط برقرار می‌کند و می‌بایست پلی بین فرآیندهای کسب و کاری و پلتفرم‌های فناوری (سیستم‌های عامل، سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای مختلف) ایجاد کند. اما توجه به این نکته حائز اهمیت است که هم فرآیندهای کسب و کار و هم پلتفرم‌های فناوری، در طول زمان دچار تغییر می‌شوند؛ به خصوص که سرعت تغییرات در عصر حاضر به شدت زیاد است. سخت‌افزارها منسوخ می‌شوند، سیستم‌های عامل به نسخه‌های جدیدتری ارتقا پیدا می‌کنند، زبان‌های برنامه‌نویسی پیشرفته‌تر می‌شوند، ابزارهای جدیدی تولید می‌شوند و کسب و کارها در نتیجه این تغییرات، خود را به روز می‌کنند و فرآیندهای کسب و کاری نیز می‌بایست بتوانند این تغییرات را پشتیبانی کنند و در نتیجه تغییر می‌کنند [۴].

در نتیجه ویژگی‌ها و نیازمندی‌های کیفی نرم افزار نیز تغییر پیدا می‌کند و اگر خود نرم افزار مطابق این تغییرات به روزرسانی نشود، سیستم کم‌کیفیتی خواهیم داشت.

۱-۱-۱ تضمین و کنترل کیفیت

همانطور که پرسمن در کتابش [۲] مطرح می‌کند، رسیدن به یک محصول با کیفیت در مهندسی نرم افزار، به صورت ضمنی و خود به خود ممکن نیست؛ بلکه نتیجه بازنگری در چهار بعد کلی در فرآیند مهندسی نرم افزار و اعمال مجموعه آن‌ها است:

^۳ Metrics

^۴ Pressman

^۵ Sommerville

^۶ Wagner

۱. روش‌های مهندسی نرم‌افزار،
۲. تکنیک‌های مدیریت پروژه،
۳. فعالیت‌های کنترل کیفیت،
۴. فعالیت‌های تضمین کیفیت.

طبق این اظهار نظر، با فرض اعمال شدن روش‌های درست و بهره‌ور مهندسی نرم‌افزار و تکنیک‌های موثر در مدیریت پروژه تولید نرم‌افزار - که با تقریب خوبی هر دو را می‌توان جزو روش‌های مدیریتی و در حوزه تصمیم‌گیری‌های کلان سیستم دانست - بدیهی است که همچنان کنترل کیفیت و تضمین آن، دو بعد فنی و جزئی‌تر رسیدن به نرم‌افزار با کیفیت را تشکیل می‌دهند. بنابراین می‌باشد روش‌های موثر به منظور انجام فرایندهای کنترل کیفیت و تضمین رسیدن به آن، توسط تیم مهندسی نرم‌افزار اتخاذ شود.

اما، مشابه هر فرایند و فعالیت دیگری، رسیدن به کیفیت نیز هزینه‌های خاص خود را دارد. هزینه کیفیت در نرم‌افزار، مطابق اظهارنظر پرسمن، به سه دسته هزینه‌های پیش‌گیری، هزینه‌های ارزیابی و هزینه‌های خرابی تقسیم می‌شود. هرکدام از این هزینه‌ها، در صورت پیش‌بینی و رفع نواقص محتمل یا پیش‌آمده در هر مرحله از طراحی و پیاده‌سازی، بدون اینکه وارد مرحله بعدی شویم، می‌تواند با نرخ بسیار زیادی کاهش یابد [۲].

۲-۱-۱ کیفیت در سامانه‌های نرم‌افزاری مبتنی بر وب

یکی از علل عدم رضایت کاربران و مشتریان از سامانه‌های مبتنی بر وب - که درنتیجه این نارضایتی، آمار کاربران سامانه‌های مبتنی بر وب کسب و کارها دستخوش تغییرات نامطلوب شده و حتی هزینه‌های گرافی به تیم مهندسی نرم‌افزار به خاطر اعمال تغییر پس از تحويل، وارد می‌شود- طراحی نه‌چندان کاربرپسندانه واسط کاربری و زیبایی آن‌هاست [۶]؛ بدیهی است که استفاده از مدل‌های فرایندهای چاپک و تکراری می‌تواند در کاهش هزینه‌های طراحی مجدد پس از تحويل و یا اعمال تغییر در رابطه‌های موجود، موثر باشد [۲]، اما هنوز یک سوال بدون پاسخ خواهد ماند: «چه رابطی برای کاربران یک سامانه مبتنی بر وب (محصول) من مناسب است و طبق نیازمندی‌های فعلی حداکثر کیفیت را تامین خواهد کرد؟» برای پاسخ به این سوال، چک‌لیست‌ها و توصیه‌های فراوانی ارائه شده است [۲]، [۵] که هرکدام به نحوی در افزایش کیفیت رابطه‌های کاربری تاثیرگذار بوده‌اند، اما برای تست یک رابط کاربری به صورت کمی، تحلیل و یافتن نقاط ضعف در زیبایی و همچنین ریزبینی در مورد استفاده‌پذیری یک واسط کاربری، به نظر می‌رسد که بررسی بیشتری مورد نیاز است [۳].

۲-۱ مشخصه‌های کیفی نرم‌افزار

۱-۲-۱ استفاده‌پذیری

به تعبیر نویسنده‌گان مرجع [۳] هر کاربر می‌تواند برای خودش تعریفی از استفاده‌پذیری ارائه نماید. در ادامه بررسی مفصل و مقایسه تطبیقی از مدل‌های کیفی مختلف و استفاده‌پذیری در هرکدام انجام شده است ولی در اینجا به طور مختصر به ارائه و مقایسه سه نوع دیدگاه از تعریف استفاده‌پذیری می‌پردازیم:

۱. سازمان بین‌المللی استانداردها (ایزو ۹۲۴۱-۱۱) استفاده‌پذیری را در سه حوزه تعریف می‌کند: «میزان سودی که استفاده از یک محصول در رسیدن به اهداف مورد نظر کاربران در رابطه با کاربردی مشخص، که همراه با تاثیرگذاری، بهره‌وری و رضایت باشد، استفاده‌پذیری آن محصول نامیده می‌شود.»

۲. جامعه متخصصین استفاده‌پذیری^۱ بیشتر روی فرایند تولید و توسعه محصول تمرکز می‌کنند و با بیان استفاده‌پذیری به عنوان «یک روش برای کاستن هزینه‌ها و تولید ابزارهایی که مختص کاربرانشان باشد»، از ویژگی مرتبط بودن همواره استفاده‌پذیری با کاربران، استفاده می‌کند.

۳. استیو کورگ در کتاب خود، کاری نکن که من به فکر کردن بیفهم تعریف عامیانه‌تری را ارائه می‌دهد؛ وی معتقد است که استفاده‌پذیری به معنی اطمینان حاصل کردن از کار کردن خوب محصول نهایی است. با این توضیح که یک فرد با دانش، توانمندی و تجربه کم نیز بایستی بتواند از محصول به راحتی استفاده کند و نیازهای خود را برطرف سازد.

با بررسی‌های مرجع [۳] تمامی تعاریف مطرح برای استفاده‌پذیری، شامل سه زمینه کلیدی و مهم هستند:

۱. کاربری وجود دارد.

۲. این کاربر مشغول انجام کاری است.

۳. کاربر در حین کار خود، با یک سیستم یا محصول نرم‌افزاری در تعامل است.

یکی از عوامل بسیار تاثیرگذار در استفاده‌پذیری هر محصولی، رابط کاربری آن است؛ از طرفی وجهی که در طرف کاربران قرار دارد و کاربران با آن در ارتباط هستند، در کاربردهای حساس، اهمیتی دو چندان می‌یابد. به عنوان مثال تابلویی که در شکل ۲-۱ قابل مشاهده است به دلیل استفاده‌پذیر نبودن منجر به تلفات جانی شده. طبق اظهاراتی که در مرجع [۳] از این حادثه شده است، گرچه استفاده‌پذیری در ابتدا موردی سطحی و غیر ضروری به نظر می‌رسد اما عدم وجود آن در برخی از کاربردهای حساس می‌تواند منجر به آسیب‌ها و خسارت‌های زیادی شود. اینکه کاربر در طول دوره کاری‌اش با سیستم به طور دقیق به چه موارد منفی یا مثبت یا حتی خنثی برخورده، نقش مهمی در تجربه کاربری وی خواهد داشت.

استفاده‌پذیری به طور کلی به توانایی کاربر در انجام موفق یک کار مشخص دلالت دارد، در حالی که تجربه کاربری به جنبه وسیع‌تری پرداخته و شامل احساسات، عواطف و ادراکات کاربر در حین کار با سیستم می‌شود [۳]. در بخش‌های بعدی و با بررسی مدل‌های کیفی مختلف که به منظور سنجش کمی کیفیت نرم‌افزار ارائه شده‌اند، خواهیم دید که استفاده‌پذیری نرم‌افزار، به عنوان یکی از مشخصه‌های اصلی در اغلب این مدل‌ها و به صورت صریح بیان شده است. با بررسی پژوهش‌ها و کارهای گذشته و همچنین نکاتی از مرجع [۲]، می‌توان گفت از سال ۱۹۷۰ تا به اکنون، تقریباً در هر مدل کیفی ارائه شده برای نرم‌افزار و به طور خاص برای سامانه‌های کاربری تحت وب، استفاده‌پذیری به صورت صریح به عنوان یک مشخصه اصلی بیان شده است؛ بنابراین می‌توان ادعا کرد استفاده‌پذیری یک نرم‌افزار، از جمله ویژگی‌های مهم کیفی در دستیابی و کنترل کیفیت نرم‌افزار است.

^۱Usability Professionals Association



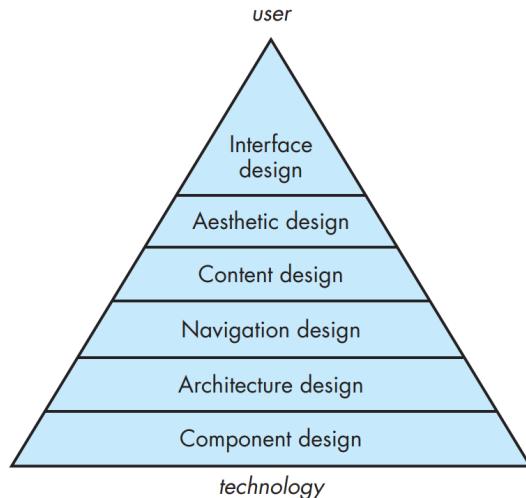
شکل ۱-۲: تابلویی که نصب نامناسب آن منجر به عدم استفاده‌پذیری و تصادف جاده‌ای شد؛ این تابلو (تابلوی بزرگ سفیدرنگ) که به خاطر نصب در جای نامناسب و استفاده‌پذیری پایینش، راه منتهی به مسیری را نشان می‌دهد که یک طرفه است و در اصل هدف از قرار دادن این تابلو، نشان دادن خروجی در چند متر جلوتر بود [۷].

استفاده‌پذیری و لایه‌های طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب

استفاده‌پذیری در سامانه‌های مبتنی بر وب - که امروزه نقش مهمی در ارائه محتوا و سرویس به کاربران دارند - به عنوان یکی از ابعاد و مشخصه‌های اصلی و مهم در کیفیت مطرح است [۲]. رسیدن به کیفیت بالا نیازمند صرف هزینه (تلash و زمان) است؛ صرفا با در نظر گرفتن بعد استفاده‌پذیری، پر واضح است که هرچه مشکلات و نواقص رابطه‌ای کاربری زودتر پیدا شده و مرتفع گردند، با پرداخت هزینه (تلash و زمان) کمتر به کیفیت بیشتری رسیده‌ایم؛ لایه‌های طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب، هر کدام تمرکز جدایی دارند که در ادامه به طور مختصر قید شده‌اند. هر کدام از این لایه‌ها، به نوعی استفاده‌پذیری نهایی محصول را تامین می‌کنند و در تضمین کیفیت باید به هر لایه به طور جداگانه توجه ویژه‌ای را معطوف نمود.

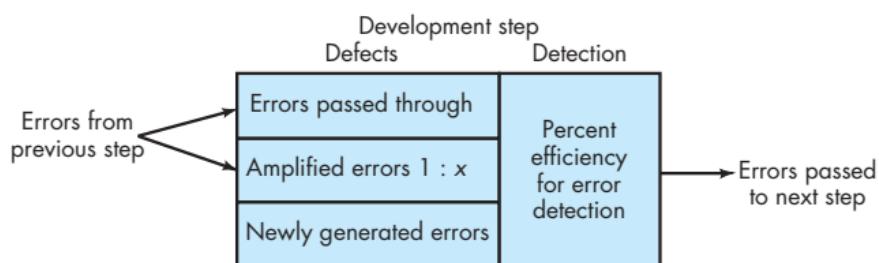
۳-۱ چرخه طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب

از جمله مراحل هرم طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب [۲]، طراحی واسط کاربری است. همانطور که در شکل ۱-۳ مشاهده می‌شود، طراحی زیبایی، محتوا، پیمایش، معماری و همچنین مولفه نیز در فرایند طراحی می‌باشد انجام شوند که هر کدام نکات خاص خود را دارند و می‌توانند در استفاده‌پذیری سامانه کاربردی مبتنی بر وب تاثیرگذار باشند. همچنین شایان ذکر است که لایه‌های مختلف این هرم، هر کدام توجه جداگانه‌ای دارند و می‌باشد در تامین کیفیت، که در هر لایه سیاست‌های به خصوصی اتخاذ شود. قبل از تولید کد سامانه، واسط کاربری، به صورت یک نمونه اولیه و در قالب طرح‌های ابتدایی، ماكت‌های مفهومی



شکل ۱-۳: هرم طراحی سامانه‌های مبتنی بر وب [۲] که نشان‌دهنده لایه‌ها، مراحل و اجزای ساخت یک سامانه مبتنی بر وب است.

و یا چارچوب‌های کلی توصیف و طراحی می‌شوند. پس از رسیدن به توافق با مشتری (در صورت نیاز) و یا اعمال تغییرات متعدد تا رسیدن به توافق، این طراحی به کد قابل اجرا و پیاده‌سازی روی یک سامانه مبتنی بر وب تبدیل می‌شود و نهایتاً به تولید واسطه کاربری آن می‌انجامد [۵].



شکل ۴-۱: مدل تشديد خرابی در نرم‌افزار [۲] نشان‌دهنده تاثیرگذاری خرابی‌های مراحل قبل در هر مرحله از توسعه محصول می‌باشد. طبق این مدل، هرچه بتوان درصد بیشتری از خطاهای را هنگام مرور و بررسی هر مرحله شناخت، خرابی‌های کمتری به مراحل بعدی راه پیدا کرده و در نتیجه محصول نهایی با کیفیت‌تر خواهد بود.

مطابق شکل ۴-۱ خرابی‌ها و خطاهای در صورتی که برطرف نشوند و وارد مرحله بعد شوند، می‌توانند در تولید سامانه مبتنی بر وب مشکلات جدی‌ای ایجاد کنند؛ چرا که این خطاهای تشددید می‌شوند و دچار خرابی کار سایر لایه‌ها نیز می‌گردند و در نهایت منجر به افت کیفیت محصولات نهایی می‌گردند. از جمله خطاهای و خرابی‌های مطرح در حوزه طراحی رابط کاربری، ناکارآمد بودن ایده‌های اولیه و چکش‌نخورده است. مطابق آنچه در قسمت تضمین و کنترل کیفیت گفته شد، در صورت ارزیابی، تحلیل و رفع ایرادات مربوط به استفاده‌پذیری رابط کاربری، در همان مراحل ابتدایی و پس از تولید نمونه اولیه، می‌توان هزینه‌های بعدی را به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر کرد.

مانند هر روش کیفی دیگری در تضمین کیفیت نرم‌افزار، به منظور دستیابی به استفاده‌پذیری قابل قبول (مطابق نیازهای مشتری) در واسطه کاربری سامانه مبتنی بر وب (همچون هر مشخصه اصلی دیگری) می‌بایست فاکتورها، معیارها و مولفه‌های مختلفی به منظور خرد و قابل اندازه‌گیری کردن این مفهوم کلان

طرح شود؛ به طوری که بتوان در قالب مقادیر کمی، نیازمندی‌ها را با داده‌های به دست آمده از ارزیابی رابط کاربری سامانه مبتنی بر وب مقایسه و تحلیل کرد. اما در بسیاری از موارد، همانطور که [۳]، [۶]، [۸] ذکر می‌کنند، حقیقت محض و یا تخمینی تضمین‌کننده‌ای^۱، برای رسیدن به یک رابط کاربری «خوب» وجود ندارد و طراحی‌های استفاده‌پذیر و موثر، موفقیت خود را اغلب یا به روش‌های تجربی، که الزاماً با روش‌های علمی به اثبات نرسیده‌اند، و یا به ذوق هنری طراح مدیون‌اند.

۱-۳-۱ تلفیق نگاه مهندسی و هنری

دور از ذهن نیست که بگوییم یکی از فاکتورهای محبوبیت یک اثر هنری، جذابیت اثر در دید مخاطبانش است. بنابراین پر واضح است که در مورد رابطهای کاربری، که در ابتدای کار و هنگامی که هنوز توسعه سامانه در فازهای ابتدایی و مذاکرات ابتدایی است به صورت یک طرح مفهومی بوده و اثر یک طراح -که الزاماً شاید سرنشته‌ای از مهندسی نداشته باشد- هستند، نظر کاربران و استفاده‌کنندگان آن طرح مفهومی و نحوه تعاملشان با طرح مفهومی، یکی از مشخصه‌های تعیین‌کننده برای موفقیت رابط کاربری هدف و تضمین کیفیت آن است.

در نتیجه به نظر می‌رسد اندازه‌گیری نظرات کاربران و داشتن یک دید مهندسی در نقطه نظرات کاربران و واکنش‌های آن‌ها هنگام کار با یک طرح مفهومی که به منظور استفاده در یک رابط کاربری ساخته شده است، امری لازم و مثبت خواهد بود و درکل منجر به افزایش اطلاعات تیم طراح و تیم توسعه از نیازهای کاربران خواهد شد.

۴-۱ جمع‌سپاری

تا سال ۲۰۱۲، با بررسی‌های مرجع [۹]، حدود ۴۰ تعریف مختلف در مقالات و پژوهش‌های علمی، حتی گاهی تعاریف متناقض با هم، برای جمع‌سپاری ارائه شده است. نویسنده‌گان آن اثر، با درنظر گرفتن ابعاد مطرح در تعاریف مختلف، در نهایت تعریف نسبتاً مفصلی از این مفهوم ارائه می‌دهند که ترجمه آزاد آن در ادامه ذکر شده است:

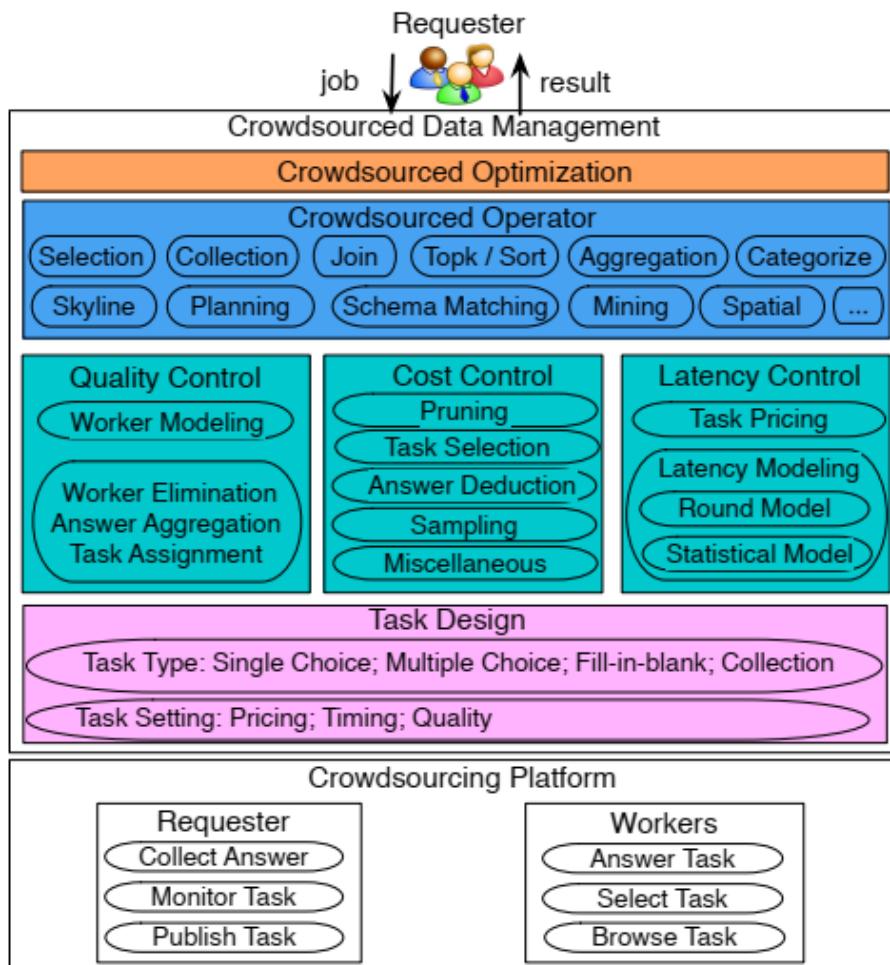
جمع‌سپاری که ترجمه شده عبارت «Crowdsourcing» است، نوعی فعالیت برخط^۱ مشارکتی است که طی آن یک فرد، یا یک سازمان با ابزارهای کافی به گروهی از افراد با سطح دانش متغیر و گونه‌های متفاوت و با تعداد نامعلومی به انجام فعالیت‌هایی می‌پردازند. در این کار دو سر برد، کارگران انجام دهنده کار^۲ به دلیل داوطلبانه بودن مشارکت‌شان، از انجام کار خود احساس رضایت می‌کنند؛ چه به خاطر پولی که در ازای انجام کار دریافت می‌کنند و چه به خاطر توسعه مهارت‌های شخصی و یا سایر انگیزه‌ها؛ افراد جمع‌سپارنده هم از مشارکت افراد در حل مسائل پیچیده کمک جسته و سودآوری خود را خواهند داشت. یکی از انگیزه‌های استفاده از جمع‌سپاری، جمع‌آوری داده^۳ است. در این استفاده، از کارگران جمع‌سپاری

^۱Promising Heuristic

^۲Online

^۳Crowd Workers

^۴Data Collection



شکل ۱-۵: چارچوب کلی انجام جمع‌سپاری [۵۱]؛ تمامی اجزای مطرح در شکل به صورت یکجا مورد توجه نیستند و به منظور استفاده از جمع‌سپاری در کاربردهای مختلف، انتخاب‌های مختلفی از اجزای مطرح در شکل را می‌توان انجام داد.

شده بهره‌گرفته می‌شود تا بتوان به مجموعه عظیمی از مجموعه داده‌ها و یا داده‌های جدید دست پیدا کرد.

۱-۴-۱ کاربردهای استفاده‌پذیری و چارچوب کلی

استفاده‌پذیری به منظور استفاده در اموری که به هزینه زیادی دارند مناسب است، از جمله این استفاده‌ها می‌توان به جمع‌آوری داده، دسته‌بندی، تحلیل رفتار و برچسب‌زنی تصاویر اشاره کرد. روش‌های ماشینی و محاسباتی‌ای وجود دارند که می‌توان با بهره‌گیری از آن‌ها با درصد دقیق قابل قبولی نیز نتایجی به دست آورد، اما نیازمند صرف هزینه، زمان و تجهیزات پردازشی بالا هستند و از همه مهمتر اینکه ممکن است گاهی داده‌های استفاده شده در این روش‌ها، مناسب مطالعه نباشند و نتیجه به دست آمده کیفیت بالایی نداشته باشد [۵۱]. مطابق شکل ۱-۵ ساختار کلی و چارچوب انجام جمع‌سپاری مشاهده می‌شود. طبق این ساختار می‌بایست در انجام یک مطالعه با استفاده از جمع‌سپاری، به اجزای ذکر شده در این چارچوب پرداخت و برای پیاده‌سازی و استفاده از هر کدام روش‌هایی را مدنظر قرار داد.

۲-۴-۱ جمع‌سپاری برای جمع‌آوری داده

انگیزه اصلی استفاده از جمع‌سپاری در این پژوهه، جمع‌آوری داده است. ابزار هدف، قادر خواهد بود تا با استفاده از جمع‌سپاری، بتواند نتایج تست‌های تعریف شده توسط مشتریان را از کارگران جمع‌آوری کرده و روی آن‌ها تحلیل و پردازش انجام دهد. عدم وجود یک حقیقت محض قابل اتكا^۱ در رابطه با خوب بودن و یا بد بودن یک طراحی رابط کاربری و سلیقه‌ای بودن آن، مهم‌ترین انگیزه استفاده از جمع‌سپاری است؛ همچنین مبتنی بودن تصمیمات و داده‌ها بر داده‌های کاربران مخاطب، می‌تواند منجر به موفقیت حداکثری یک محصول در سازمان شود.

همچنین به عنوان یک مهندس، همواره بر آنیم که روش‌های مهندسی و رویکردهای قابل تکرار داشته باشیم. بنابراین نتیجه تلاش در استفاده از یک روش مهندسی برای مدیریت نظرات، استفاده از جمع‌سپاری خواهد بود.

^۱Ground Truth

فصل دوم

شیوه پژوهش

با بررسی برخی مفاهیم کلی در فصل پیشین، اطلاعات اولیه به منظور علاقه‌مندی به موضوع و همچنین پیش‌زمینه مورد نیاز برای ادامه فراهم شد و در این فصل کمی درباره متداول‌تری تحقیقاتی و روش پژوهشی که در این پژوهه استفاده شده است، صحبت خواهیم کرد.

در ابتدای پژوهش و با کسب دانش زمینه مورد نیاز، به جستجوی پراکنده پرداختیم و برخی تعاریف و مفاهیم را از منابع مختلفی که در بخش مراجع ذکر شده‌اند استخراج کردیم اما به منظور انجام این پژوهش، نیازمند یک روش ساختارمند و مشخص در تحقیق بودیم که بتوانیم استدلال قوی‌تر و نتیجه‌گیری موثق‌تری داشته باشیم. به عبارتی دیگر برای انجام این پژوهش، می‌بایست ژورنال‌ها (J)، کنفرانس‌ها (C)، محققین (R) و مقاله‌های (P) مرتبط و موثر را شناسایی کنیم.

با رجوع به شیوه پژوهش آزمایشگاه سیستم‌های هوشمند^۱ که یکی از شیوه‌های پژوهش موثر در مطالعات و پژوهش‌های موردنی، در حال استفاده توسط پژوهشگران این آزمایشگاه است، درمی‌یابیم که می‌بایست در چند تکرار و به صورت تکاملی منابع مورد نیاز برای پژوهش خود را آماده سازیم.

بدین منظور، مطابق شکل ۱-۲ ابتدا به جمع‌آوری دانش موضوعی^۲ (CK) در زمینه مورد نظر پرداختیم و سپس شروع به یافتن کلیدواژه‌های مطرح (K) در این زمینه نحقیقاتی کردیم؛ از جمله این فعالیت‌ها می‌توان به مطالعه منابعی چون [۳]، [۲]، [۸] و [۵] و همچنین اخذ درس‌هایی مانند مهندسی نرم‌افزار نام برد (گام اول).

جدول ۱-۲: کلیدواژه‌های به دست آمده از دانش زمینه؛ با استفاده از دانش زمینه، کلیدواژه‌هایی را فرا آموختیم که از طریق آنان منابع مربوط به پژوهش خود را به دست آوریم.

ردیف	کلیدواژه
۱	Business Data Processing
۲	Crowd
۳	Crowdsourcing
۴	Crowdsourced Data Cleaning
۵	Interaction
۶	Online Experiment
۷	Software Quality
۸	Usability
۹	Usability Evaluation
۱۰	Usability Quality Metrics
۱۱	Usability Study
۱۲	Usability Quality Model
۱۳	User Experience
۱۴	User Interface
۱۵	Web Usability

^۱ISLAB Research Methodology

^۲Context Knowledge



شکل ۲-۱: متداول‌تری پژوهشی آزمایشگاه سیستم‌های هوشمند و گام‌های آن؛ گام‌های این متداول‌تری پایه و اساس این پژوهش را ساخته‌اند که مراحل آن در تصویر قابل مشاهده است. گام‌های متداول‌تری را تا جایی ادامه می‌دهیم که منابع کافی برای انجام پژوهش را داشته باشیم.

سپس، چند لیست تهی برای ذخیره اطلاعات ژورنال‌ها، کنفرانس‌ها، پژوهشگران و همچنین مقالات مختلف مرتبط و موثر در این حوزه تحقیقاتی ساختیم، که به‌طور خلاصه با حروف J، C، R و P از آن‌ها یاد می‌کنیم (گام دوم).

با استفاده از دانش زمینه به دست آمده و همچنین کلیدواژه‌های شناخته شده که گزیده‌ای از آن‌ها در جدول ۱-۲ قابل مشاهده است، لیست‌های J، C، R و P را به طور مرتب و با تکرارهای متعدد، به روزرسانی کردیم (گام‌های سوم تا دهم) تا اینکه به منابع ذکر شده در این سند رسیدیم و منابع مورد نیاز پژوهش را، تا جایی که بتوان به نتیجه قابل اتقایی رسید، با این متداولوژی پژوهشی و با استفاده از ابزارهایی چون [۱۰] و [۱۱] و نیز [۱۲] پیدا کردیم. پس از شناخت دامنه و به دست آوردن منابع لازم، یک تعریف نیازمندی برای ابزار تست مورد نظر ارائه دادیم که بر اساس آن سیستم هدف و ابزار مطرح در این پژوهش ساخته شد.

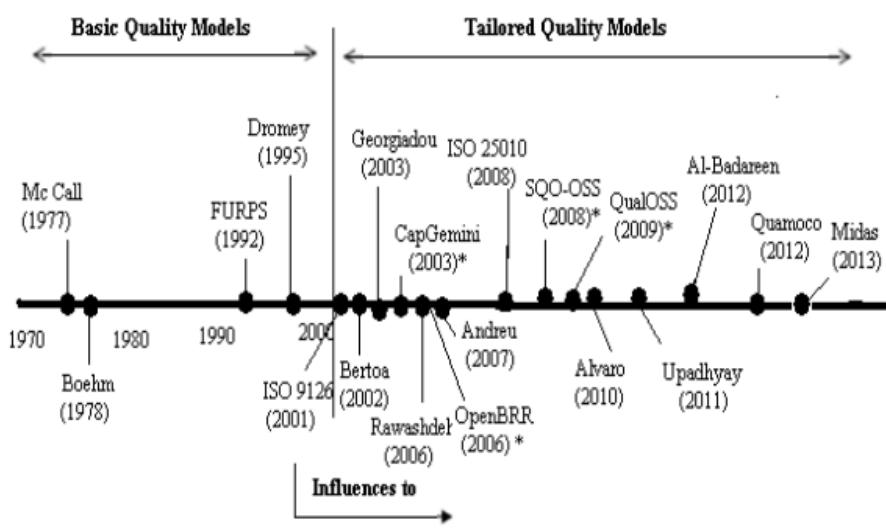
فصل سوم

مروری بر کارهای گذشته، روش‌ها و ابزارهای موجود

در این فصل به مرور جامع و شاملی از پژوهش‌های انجام شده در حوزه‌های مرتبط و مداخل با موضوع این پژوهش، پرداخته می‌شود. این فصل جزو مهمترین و زمان‌برترین فصل‌های این سند است چرا که تقریباً پیش‌زمینه، استدلال و به نهایت رسیدن این پژوهش، در گروه کامل بودن مطالعه و مفصل بودن بررسی‌هایی است که در این فصل انجام می‌شود. ابتدا با مرور و مطالعه بر انواع مدل‌های کیفیتی شروع خواهیم کرد و سپس به مرور روی استفاده‌پذیری در این مدل‌ها تمرکز کرده و سناریوهای سنجش استفاده‌پذیری را مطالعه خواهیم کرد. ده سناریوی بسیار مهم برای مطالعه استفاده‌پذیری کشف شده‌اند که در ادامه فصل به توضیح و شرح آن‌ها و اینکه چگونه می‌توانند در مدل کیفیتی انتخاب شده بگنجند بحث خواهیم نمود. سپس، با یک مطالعه مجلل روی ابزارهای سنجش و آزمون استفاده‌پذیری شاخص، مهم‌ترین ویژگی آن‌ها را استخراج می‌کنیم تا در ادامه بتوانیم بهترین ابزار موجود را پیاده‌سازی کنیم. در انتهای فصل نیز روش‌های کنترل کیفیت داده‌های حاصل از جمع‌سپاری را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهیم تا بینیم کدام یک از روش‌ها برای ابزار ما و هدف نهایی این پژوهش، مناسب خواهد بود.

۱-۳ مدل‌های کیفیتی

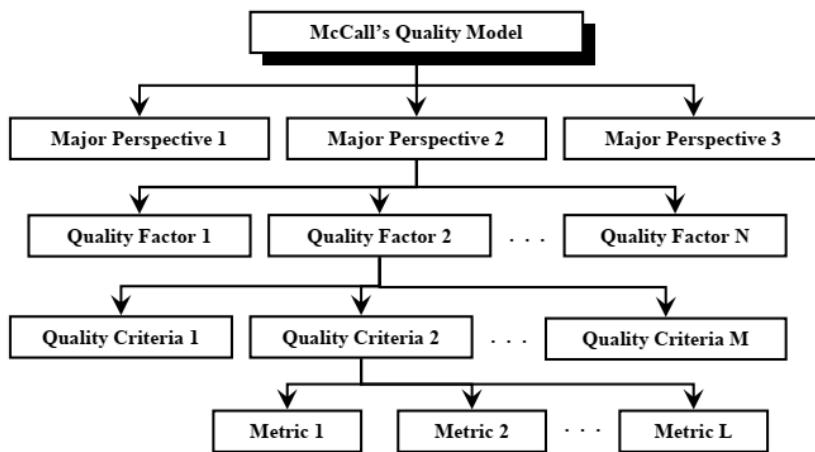
با یک نگاه اجمالی بر منابعی همچون [۴]، [۲]، [۸]، [۱۳] و همچنین [۵] که به بررسی و مقایسه تطبیقی مدل‌های کیفی پرداخته‌اند، به این نکته پی می‌بریم که صحبت از کیفیت و پژوهش در مورد مدل‌های کیفی از همان ابتدا و به صورت همزمان با پژوهش‌های مربوط به توسعه نرم‌افزار و متدولوژی‌ها مورد توجه بوده است. در شکل ۱-۳ ملاحظه می‌شود که از سال ۲۰۰۱، به مرور مدل‌های عام‌منظوره‌ای همچون مدل‌های مک‌کال^۱ و درومی^۲ کم‌رنگ‌تر شدند و شاهد معرفی شدن مدل‌های خاص‌منظوره بودیم.



شکل ۱-۳: خط زمانی^۴ ارائه برخی از مدل‌های کیفیتی [۸]؛ با پیچیده شدن نیازمندی‌ها و گسترش آن‌ها، دسته‌ای از مدل‌ها تحت عنوان مدل‌های کیفیتی «Tailored» در شکل مشخص شده‌اند که به طور خاص و برای یک نیازمندی خاصی ساخته شدند، مدل‌های «Basic» اما به عنوان پایه مدل‌های کیفیتی عمل می‌کند و تقریباً تمامی مدل‌ها از روی این مدل‌های اصلی اقتباس شده‌اند.

¹McCall

²Dromey



شکل ۲-۳: ساختار مدل کیفی مک‌کال به عنوان یک مدل کیفی سلسله‌مراتبی [۱۷]؛ این دسته از مدل‌ها کیفیت را به خصیصه‌های خردتری تقسیم می‌کنند و مجدداً هر خصیصه را به زیرخصیصه‌های خردتر تقسیم کرده و به همین منوال تا جایی پیش می‌روند که بتوان زیرخصیصه کیفی را به آسانی اندازه‌گیری و شاخصی برای آن تعیین کرد.

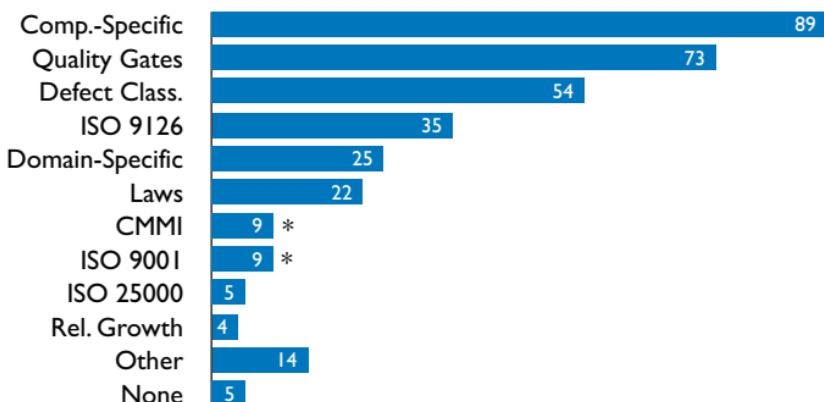
مدل‌های عام‌منظوره که در شکل با نام «Basic» شناخته می‌شوند، ابعاد کلی کیفیت نرم‌افزار را هدف قرار داده‌اند و تقریباً می‌توانند در هر نرم‌افزاری مورد استفاده قرار بگیرند؛ مدل‌های بعدی که ارائه شدند، روی ابعاد خاصی از سازمان یا محصول نرم‌افزاری تمرکز داشته‌اند. این مدل‌ها در نتیجه افزایش پیچیدگی محصولات نرم‌افزاری و فرایندهای سازمانی، برای استفاده در کاربردهای خاص و برای سازمان‌های خاص توسعه داده شدند [۸].

در بررسی مدل‌های کیفی، مرجع [۴] دسته‌بندی‌ای را ارائه داده است که بر اساس آن، مدل‌های کیفی را می‌توان به سه دسته سلسله‌مراتبی، مبتنی بر فرامدل و همچنین مدل‌های ضمنی تقسیم‌بندی کرد که توضیحات هر کدام در ادامه به صورت مختصراً قید شده است.

۱-۱-۳ مدل‌های سلسله‌مراتبی

روش‌های بوهیوم^۱ [۱۵] و مک‌کال [۱۶] در ارائه مدل کیفی، تشابه زیادی باهم دارند؛ هر دو در خرد کردن مفهوم کیفیت، از یک روش سلسله‌مراتبی استفاده کردند و مطابق شکل ۲-۳ کیفیت را به خصیصه‌های مشخصی (که از آن‌ها با نام فاکتورهای کیفیت یاد می‌شود) تقسیم کرده‌اند. این‌گونه مدل‌ها در طول زمان دچار تغییراتی شدند و تفاوت نحوه تقسیم‌بندی آن‌ها، تفاوت مدل‌ها را پیدید آورده است. به تعبیر واگنر [۴] رویکرد این نوع مدل‌های کیفی، خرد کردن کیفیت به معیارهای قابل اندازه‌گیری و در نهایت اندازه‌گیری و مقایسه آن‌هاست. همچنین واگنر در بررسی خود، از نقدهایی همچون «مهم بودن برخی از این تقسیم‌بندی‌ها و شفاف نبودن آن‌ها به طور کامل» یاد می‌کند که از عوامل مهم ناکارآمدی برخی از آن‌هاست؛ همچنین وی در سال ۲۰۱۲ این نکته را متذکر شد که تنها کمتر از ۲۸٪ سازمان‌های فعال در حوزه نرم‌افزار، از مدل‌های استاندارد در تضمین کیفیت فعالیت‌ها و محصولاتشان استفاده می‌کنند و ۷۱٪ این سازمان‌ها، مدل‌های کیفی خود را از روی این مدل‌های کیفی، گلچین کرده و شخصی‌سازی می‌کنند [۱۶]. همانطور که در شکل ۳-۳ مشاهده می‌شود، طی این بررسی، ۷۹ سازمان مدل‌های کیفیتی شخصی‌سازی شده توسط سازمان‌خود

^۱Boehm



شکل ۳-۳: بررسی انواع مدل/رویه‌های کیفیتی استفاده شده در سازمان‌ها [۱۶]؛ ملاحظه می‌شود که ۸۹ شرکت (تعداد زیادی) فعال در حوزه فناوری اطلاعات در آلمان، به منظور تضمین کیفیت محصولات خود، مدل کیفیتی مختص به خود را توسعه داده‌اند. اما در توسعه این مدل‌ها، همواره مدل‌های اصلی مورد اقتباس واقع شده‌اند و از آن‌ها استفاده شده است.

را در اولویت قرار داده و از آن‌ها استفاده می‌کنند. طبق اظهارات این بررسی و همچنین بسیاری از منابع دیگر همچون [۲] و [۵]، نیاز برای شخصی‌سازی مدل‌های کیفیتی استاندارد وجود دارد. چراکه این مدل‌های سلسله‌مراتبی، به صورت تجربی بیان شده‌اند و نیازمند دقیق شدن روی خصیصه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری هر خصیصه هستند.

۲-۱-۳ مدل‌های مبتنی بر فرامدل

با آشکار شدن این نیاز که می‌بایست مدل‌های پایه‌ای را بیشتر شفاف‌سازی کرد و آن‌ها را بر نیازمندی‌ها تطبیق بیشتری داد، ایده ارائه فرامدل‌ها مطرح شد. فرامدل در اصل مدلی از یک مدل کیفی است؛ قواعد و ساختارهایی که برای توصیف دقیق یک مدل کیفی نیاز داریم (همچون خصیصه‌ها و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها)، توسط فرامدل تعیین می‌گردد [۱۸]. به عبارت دیگر، توصیف اینکه چگونه یک مدل کیفی می‌تواند بر نیازمندی‌ها منطبق شود، به عهده فرامدل است [۴]. درومی به عنوان مثال، در سال ۱۹۹۵، فرامدل نسبتاً مفصلی ارائه داد که ذیل آن، میان مولفه‌های محصول نرم‌افزاری (که باید حامل کیفیت باشند - مانند کد منبع نرم‌افزار) و ویژگی‌های عملیاتی نرم‌افزار تفاوت و تمایز قائل شد [۱۹].

۳-۱-۳ مدل‌های آماری و ضمنی

این مدل‌ها سعی در ترجمه مفهوم اطمینان‌پذیری سخت‌افزار و استفاده آن در حوزه نرم‌افزار را دارند. ایده اصلی استفاده از این مدل‌ها، مشاهده خرابی‌ها در طول زمان و پیش‌بینی روند رخ دادن خرابی‌ها در آینده است. به منظور دستیابی به خصیصه‌های کیفیتی مشخصی که برای نیازهای توسعه محور بیان شده، در برخی از مدل‌ها سعی شده از داده‌های آماری برای به دست آوردن برخی از ویژگی‌ها و خصیصه‌ها استفاده شود. به عنوان مثالی برای این نوع مدل‌ها می‌توان به مدل‌های رشد اعتمادپذیری^۱ [۲۰] اشاره کرد. مدل‌هایی که از الگوریتم‌ها و روش‌های یادگیری ماشین برای تخمین موارد مختلف، از قبیل مولفه‌های آسیب‌پذیر و یا غیرکارا و مولفه‌هایی که دارای برخی از ویژگی‌های کیفی خاص نیستند نیز از این نوع‌اند که نمونه‌ای از این

^۱Reliability Growth Models

مدل‌ها در مرجع [۲۱] تحت عنوان «ولتور»^۲ یاد شده؛ این مدل، از روش‌های یادگیری ماشین و از یک پایگاه دانش آسیب‌پذیری استفاده می‌کند تا در طول زمان و با گسترش نرم‌افزار، بتواند مولفه‌های آسیب‌پذیر نرم‌افزار را پیش‌بینی کند.

همچنین به تعبیر مرجع‌های [۵] و [۴]، ابزارها و روش‌های مرور، داشبوردهای مدیریتی و مصورسازی داده، ابزارهای شناخت الگوی رخداد خطا در کد منبع نرم‌افزار و چک‌لیست‌ها، که شاید در ظاهر به طور مستقیم ارتباطی با مدل‌های کیفی نداشته باشند، اما در نهایت به یک یا چند خصیصه کیفی در ذیل یک مدل کیفی ختم می‌شوند؛ این اشاره به مدل‌های کیفی به صورت ضمنی و غیرصریح بوده و اغلب به طور دقیق ارتباط خود با مدل‌ها را مشخص نکرده‌اند. در نتیجه‌ی تمام موارد ذکر شده، تضمین و کنترل کیفیت به واسطه این سازوکارهای غیرصریح و مدل‌هایی که به طور ضمنی مطرح هستند، منجر به پیچیدگی بیشتر و سختی کار خواهد شد.

۲-۳ تمرکز بر استفاده‌پذیری در مدل‌های کیفیتی

در جدول ۱۱-۳ مقایسه‌ای تطبیقی میان مدل‌های مطرح از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ انجام شده است که در انجام این مقایسه، به طور خاص، روی خصیصه استفاده‌پذیری این مدل‌ها تمرکز داشتیم. مدل‌های عام‌منظوره در کنار سایر مدل‌ها به مقایسه درآمده‌اند تا خصیصه‌های استفاده‌پذیری در هرکدام از آن‌ها بررسی شود؛ مدل‌های خاص‌منظوره به خاطر نیاز سازمان خاصی به وجود آمده‌اند که مشتریان مخصوص به خود را داشتند که در صورت تعویض محصول و مشتری و استفاده مدل مفروض در یک سازمان دیگر، الزاماً به جواب بهینه منتهی نخواهد شد. در حقیقت ویژگی اصلی مدل‌های کیفیتی مبتنی بر فرآمدل و دلیل گستردگی آن‌ها، متفاوت بودن نیازهای مشتریان و شرایط سازمان‌هاست [۵].

ارائه این مدل‌ها تا سال ۲۰۱۳ یکی از موضوعات پرطرفدار و داغ تحقیقاتی بوده اما به طور تدریجی و از سال ۲۰۱۳، با داشتن مراجعی همچون [۳] می‌توان مطالعه استفاده‌پذیری و رسیدن به یک محصول استفاده‌پذیر را با چک‌لیست‌ها و مطالعات آزمایشگاهی نیز تامین کرد. به خصوص که مرجع [۱۶] از کسب‌وکارهای زیادی نام می‌برد که از هیچ‌کدام از مدل‌های کیفیتی ارائه شده پیشین استفاده نمی‌کنند و از قضا سودآوری زیادی نیز دارند و موفقیت محصولاتشان از سایر رقبا بیشتر است. توجه به این نکته حائز اهمیت است که با ارائه و بحث در مورد خصیصه‌هایی همچون خصیصه‌های مطرح در مرجع [۳] می‌توان انواع مطالعات مطرح در حوزه استفاده‌پذیری را انجام داد و تقریباً سناریویی نخواهد ماند که توسط این خصیصه‌ها مورد پوشش واقع نشوند. بنابراین با توجه به جدول ۱-۳ می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این خصیصه‌ها، به طور خاص برای بررسی، مطالعه و در نهایت بیشینه کردن استفاده‌پذیری رابطه‌ای کاربری و همچنین تجربه کاربری، کفایت می‌کنند.

^۲Vulture

^۱ خصیصه‌های ذکر شده در جدول، همگی ترجمه شده عبارات لاتین هستند و در صورت داشتن ابهام در مورد هرکدام می‌توان به واژه‌نامه رجوع کرد.

جدول ۱-۳: مقایسه تطبیقی مدل‌های کیفیتی ارائه شده با تمرکز بر استفاده‌پذیری^۳؛ مدل‌های کیفیتی بسیاری از سال‌های ۱۹۷۰ تا به امروز ارائه شده‌اند که تعداد اندکی از آن‌ها به عنوان مدل‌های اصلی کیفیتی قلمداد می‌شوند و سلسه‌مراقبی هستند. این مدل‌های پایه‌ای، در ادامه به عنوان پایه و اساس برای توسعه مدل‌های کیفیتی دیگر (مبتنی بر فرامدل) قرار داده شده‌اند که می‌توان گفت شمار زیادی از مدل‌های ارائه شده از این نوع هستند. بر این اساس، مدل‌هایی که بیشترین ارجاع در سال‌های گذشته به آن‌ها وجود داشته را طی این جدول بررسی کردہ‌ایم.

مقایسه تطبیقی مدل‌های کیفیتی				
مرجع	خصیصه‌های استفاده‌پذیری	سال ارائه	مدل کیفیتی	ردیف
[۱۵]	عملیاتی بودن، آموزش، ارتباطاتی بودن	۱۹۷۰	McCall	۱
[۱۴]	تراپرپذیری، نگهداری‌پذیری	۱۹۷۶	Boehm	۲
[۲۲]	فهم‌پذیری، آسانی یادگیری، ارتباطاتی بودن	۱۹۹۰	IEEE 1061	۳
[۲۳]	تأثیرگذاری، یادگیری‌پذیری، انعطاف‌پذیری، نگرش مثبت	۱۹۹۱	Shackel	۴
[۲۴]	گونه محصول، گونه کاربر، راحتی استفاده، قابلیت پذیرش	۱۹۹۱	Bevan	۵
[۲۵]	فاکتورهای انسانی، زیبایی، مستندسازی، مفاد آموزشی	۱۹۹۲	FURPS	۶
[۲۶]	یادگیری‌پذیری، بهره‌وری، خاطر‌سپاری‌پذیری، خطای رضایت	۱۹۹۴	Nielsen	۷
[۲۷]	درک‌پذیری، یادگیری‌پذیری، عملیاتی بودن، جذایت، قبول استفاده‌پذیری	۲۰۰۱	ISO 9126	۸
[۲۸]	درک‌پذیری، یادگیری‌پذیری، عملیاتی بودن	۲۰۰۲	Bertoa	۹
[۲۹]	پشتیبانی، یادگیری‌پذیری، بهروز بودن مستندات، کمک برخط، سازگاری	۲۰۰۳	Georgiadou	۱۰
[۳۰]	بهره‌وری، تاثیرگذاری، رضایت، یادگیری‌پذیری، امنیت	۲۰۰۳	Abran	۱۱
[۳۱]	اصلاح‌پذیری، مقیاس‌پذیری، قابلیت استفاده مجدد، کارایی، امنیت	۲۰۰۳	Bass	۱۲
[۳۲]	زمان آموزش، سرعت کارایی، نرخ خطاهای کاربر، بقای کاربران، رضایت منحصر به فرد	۲۰۰۵	Schneiderman	۱۳
[۳۳]	درک‌پذیری، یادگیری‌پذیری، عملیاتی بودن، پیچیدگی	۲۰۰۶	Rawashdeh	۱۴
[۳۴]	تناسب، شناسایی‌پذیری، یادگیری‌پذیری، عملیاتی بودن، جلوگیری از خطای کاربری، زیبایی رابط کاربری، دسترسی‌پذیری	۲۰۰۸	ISO 25010	۱۵
ادامه جدول در صفحه بعد...				

ادامه جدول ۱-۳				
مرجع	خصیصه‌های استفاده‌پذیری	سال ارائه	مدل کیفیتی	ردیف
[۳۵] [۳۶]	درک‌پذیری، یادگیری‌پذیری، عملیاتی بودن	۲۰۱۰	Alvaro	۱۶
[۳۷]	دانایی‌پذیری، عملیاتی بودن، بهره‌وری، استحکام، ایمنی، رضایت منحصر به فرد	۲۰۱۰	Alonso-Rios و بقیه	۱۷
[۳۸]	تأثیرگذاری، بهره‌وری، رضایت، یادگیری‌پذیری	۲۰۱۲	Dubey	۱۸
[۳]	موفقیت‌آمیز بودن وظیفه، زمان انجام وظیفه، خطاهای، بهره‌وری، یادگیری‌پذیری، خصیصه‌های موردی، خصیصه‌های خوداعلامی، خصیصه‌های فیزیولوژیکی و رفتاری، خصیصه‌های ترکیبی و مقایسه‌ای، خصیصه‌های وبسایت بلادرنگ، الگوهای مرتب‌سازی	۲۰۱۳	Tullis	۱۹

شایان ذکر است که در همه مدل‌های ذکر شده، الزاماً به استفاده‌پذیری به عنوان یک خصیصه اصلی در محصول اشاره نشده است؛ در بعضی از مدل‌ها همچون ISO 25010 استفاده‌پذیری یکی از سطوح اصلی بوده، در اولین سطح سلسه‌مراتبی مدل قرار داشته و جزئی از محصول نهایی است و در برخی دیگر همچون Boehm، به طور صریح و مشخص به استفاده‌پذیری اشاره‌ای نشده است اما در فرآیندهای توسعه محصول روی آن توجه زیادی وجود دارد.

همچنین از بررسی مدل‌های کیفیتی مختلف که صرفا برای توسعه سامانه‌های مبتنی بر وب این نتیجه برمی‌آید که هر فرامدل می‌بایست در زمینه مربوط به خود مورد استفاده قرار گیرد و نه جای دیگر [۳۹]. نتیجه پیشین به این معنی است که در توسعه سامانه‌های مبتنی بر وب، محدوده کاربران، دانش قبلی آن‌ها، تخصص هرکدام، سن و سایر متغیرهای غیرقابل کنترل توسط توسعه‌دهنده نیز در استفاده‌پذیر بودن این سامانه مبتنی بر وب تاثیرگذار است؛ بنابراین در طراحی رابط کاربری هر سامانه مبتنی بر وب، می‌بایست به این نکات نیز توجه داشت و از آخرین توصیه‌های مربوط به توسعه این نوع سامانه‌ها استفاده کرد [۳]. از جمله این توصیه‌ها و پیشنهادهای طراحی، توصیه‌های گوگل برای ساخت سامانه‌های کاربردی مبتنی بر وب پیشرو^۱ [۴۰] است که در سال ۲۰۱۷ مطرح شده و طبق بررسی‌های انجام شده آینده‌ای روشن در انتظار این نوع از سامانه‌های کاربردی است.

۳-۳ مطالعه استفاده‌پذیری و ارزیابی تجربه کاربری

خصیصه‌هایی که در مطالعه استفاده‌پذیری و به طور خاص هنگام بررسی تجربه کاربری، اندازه‌گیری می‌شوند و مورد سنجش قرار می‌گیرند داده‌هایی را به دست ما می‌دهند که در بررسی و استفاده از این داده‌ها می‌توان

^۱Progressive Web Applications



شکل ۴-۳: مثالی از دو نوع ارزیابی مختلف خرد و کلان [۴۲]؛ در این مثال که توسعه‌دهنده نرم‌افزار به آشپز و محصول نهایی به غذای پخته شده توسط آشپز تشبيه شده، تفاوت دو نوع ارزیابی خرد و کلان مطرح شده؛ هنگامی که غذا در حین پخت و توسط آشپز به صورت خرد خود و در فواصل زمانی کوتاه مورد سنجش قرار می‌گیرد شاهد ارزیابی خرد هستیم و در صورتی که غذا پس از پخت توسط یک منتقد یا مشتری مورد سنجش قرار گیرد، شاهد ارزیابی کلان خواهیم بود.

دو رویکرد کلی داشت [۳]: ارزیابی خرد و ارزیابی کلان^۲. همانطور که در شکل ۴-۳ دیده می‌شود، می‌توان این دو نوع ارزیابی را به چشیدن غذایی بدیل کرد که توسط آشپز و مشتری انجام می‌شوند؛ آشپز در فرآیند پختن غذا به طور مرتب ممکن است غذا را بچشد تا در نهایت خروجی مطلوبی به دست مشتری برسد و غذا از کیفیت لازم برخوردار باشد. در حالی که مشتری در نهایت، محصول نهایی را مشاهده می‌کند و صرفاً نظر خود در مورد آن غذا و یا کیفیت رستوران را اعلام می‌کند. ذکر این نکته در همینجا خالی از لطف نیست که به وضوح می‌توان دریافت که هزینه اعمال تغییرات در صورت درخواست مشتری از آشپز زیاد خواهد بود؛ به طور مشابهی، در صورت عرضه محصول نرم‌افزاری، هزینه تعمیر یک خرابی به مراتب بیشتر از مروار در حین تولید است.

۱-۳-۳ ارزیابی خرد

در یک مطالعه استفاده‌پذیری با رویکرد ارزیابی خرد، محقق به طور مستمر و به صورت دوره‌ای، محصول نهایی را مورد بررسی قرار می‌دهد و در تمامی مراحل تولید نواقص آن را سنجیده و کشف می‌کند و پیشنهاداتی برای رفع آن نواقص ارائه می‌دهد؛ این روند تا آن جا ادامه پیدا می‌کند که نهایتاً یک محصول تقریباً ایده‌آل

^۲ در سال ۱۹۸۶ و طی مقاله‌ای با عنوان «نقش ارزیابی مستمر و چرخشی در طراحی سیستم‌ها برای کیفیت» [۴۱]، دو اصطلاح برای مطالعه تجربه کاربری و استفاده‌پذیری «Formative» و «Summative» مورد استفاده قرار گرفتند که هر دو از مقاهم کلاس درسی برداشت شده‌اند؛ یک ارزیابی مستمر (Formative) به معنی پرسیدن سوال در سر کلاس درس توسط معلم بوده و به صورت تدریجی و خرد خرد است؛ در حالی که یک ارزیابی کلان (Summative) بررسی‌ای است که در انتهای هر بازه (مثلاً هنگام امتحانات پایان‌ترم) و با برگزاری آزمونی خاص، ارزیابی‌ها انجام می‌شوند. در مقاله ذکر شده همچنین این مورد مطرح می‌شود که ارزیابی مستمر و خرد برای رسیدن به دقت بالا در برآورده نیازهای مشتری، بهتر است؛ چرا که طبق مدل تشدید خرابی و خطا که پیشتر بررسی شد، خرابی‌ها هرچه کمتر بوده و نیازمندی‌های مشتری از همان ابتدا در نظر گرفته شوند و برآورده شوند، کیفیتی بیشتر با صرف هزینه‌ای کمتر خواهیم داشت.

و یا یک محصول خوب به اندازه کافی^۱ به دست آید. درواقع هدف در این نوع مطالعه هدف بهبود مستمر و رفع ایرادات محصول قبل از عرضه نهایی آن است؛ در نتیجه با بررسی فرآیندهای نرم‌افزاری و همچنین مطالعاتی از قبیل [۵]، [۴۳] و [۳] به نظر می‌رسد که هرچه ارزیابی خرد زودتر رخ دهد، تاثیر بیشتری روی محصول نهایی و افزایش کیفیت آن خواهد داشت.

با اتخاذ این رویکرد، برخی از سوالاتی که می‌توان در فرایند طراحی پرسید عبارتند از:

- مهمترین مواردی که کاربران را از رسیدن به اهدافشان منع می‌کند و یا به عدم کارایی آن‌ها می‌شود چیست؟
- نقاط قوت و ضعف محصول از نقطه نظر کاربران چیست؟
- اشتباهات متداول کاربران هنگام کار با محصول حول چه مواردی است؟
- آیا بهبودهای مطرح شده توسط محققین تجربه کاربری، در هر نسخه از طراحی رابط کاربری، مورد استفاده و توجه قرار می‌گیرند؟
- پس از عرضه نهایی محصول، چه مواردی در رابطه با استفاده‌پذیری به نظر می‌رسد که هنوز جای کار خواهد داشت؟

شایان ذکر است که در صورتی که فرصت اصلاح طراحی واسط کاربری وجود نداشته باشد، استفاده از این روش ارزیابی به نظر می‌رسد که کارایی چندانی نداشته باشد و بیشتر باعث هدررفت منابع شود.

۲-۳-۳ ارزیابی کلان

در این روش، محقق همچون یک منتقد، محصول نهایی را از زوایای مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد و حتی با محصول‌های دیگر مقایسه می‌کند تا نقدي بر آن وارد سازد. نکته حائز اهمیت این است که در اینجا محصول ارائه شده است و دیگر در فاز توسعه و تولید نیست. هدف از انجام این نوع ارزیابی، پی بردن به این نکته است که این محصول خاص چهقدر خوب می‌تواند به نیازمندی‌های کاربران پاسخ دهد و به چه میزان با آن‌ها هم‌جهت است. برخلاف ارزیابی خرد، این روش، مبتنی بر اصول و قواعد و چک‌لیست‌های مشخصی است که در نهایت محصول با آن‌ها بررسی می‌شود. در مقایسه محصولات مختلف نیز مجدداً این اصول و قواعد مبنا قرار می‌گیرند. با بررسی منابع مختلفی از قبیل [۵] و [۲] می‌توان به این نکته پی برد که سوالاتی از قبیل سوالات زیر بیشتر مناسب انجام این نوع ارزیابی هستند:

- آیا اهداف استفاده‌پذیری پروژه (مطرح شده در نیازمندی‌های پروژه) رعایت شده‌اند؟
- استفاده‌پذیری کلی سیستم در چه سطحی است؟
- نقاط ضعف و قوت محصول مورد نظر در مقایسه با سایر رقبا چیست و چگونه می‌توان در صورت داشتن ضعف، آن را ارتقا داد؟
- آیا بهبودهای مطرح برای هر نسخه از نرم‌افزار، پس از عرضه نسخه جدید، اعمال می‌شوند؟

^۱ Good Enough

در نهایت فراموش نکنیم که همواره تغییر نیازمند صرف هزینه و زمان است؛ بنابراین در صورت استفاده از این روش ارزیابی می‌بایست در نظر داشت که برخی فعالیت‌های پسا ارزیابی نیز باید در پس ذهن مدیر پروژه باشد؛ چرا که ممکن است حتی در صورت نیاز پروژه‌ای برای برطرف کردن مشکلات استفاده‌پذیری یک سیستم تعریف شود که خود این پروژه هزینه‌بر باشد.

۳-۳-۳ اهداف کاربری

سوالاتی همچون «آیا محصول مورد نظر نیاز روزانه کاربران را برآورده خواهد کرد و کاربران به طور متداول با این محصول نرم‌افزاری در ارتباط خواهند بود؟» و نیز «آیا کارایی کاربران و بهره‌وری آن‌ها در طول انجام یک وظیفه مشخص در هنگام کار با این نرم‌افزار مهم است؟ چگونه می‌توان آن را بهبود داد؟» به قسمتی از محصول توجه دارند که با نیازمندی‌های کاربر درگیر است. با بررسی مراجعی همچون [۳۹]، [۴۱] و [۳۰] می‌توان به این نکته پی‌برد که همه این قبیل سوالات که به نیازهای ضمنی و نه الزاماً صریح کاربر، در تعامل با رابط کاربری می‌پردازند، به دو خصیصه اساسی و قابل اندازه‌گیری از نیاز کاربران اشاره می‌کنند^۱: کارایی^۲ و رضایت کاربر.^۳.

کارایی به عنوان یک خصیصه کیفیتی به طور خاص در رابطه با تجربه کاربری، به اندازه‌گیری توانایی کاربران در انجام وظایف مشخصی می‌پردازد؛ در این راستا، اندازه‌گیری‌های جنبی نیز اهمیت زیادی پیدا می‌کنند. از جمله این اندازه‌گیری‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد که به طور غیر مستقیم در کارایی تاثیرگذار هستند:

- زمان سپری شده برای انجام وظیفه
- میزان تلاش برای انجام وظیفه (برای مثال تعداد کلیک‌ها و یا توان ذهنی مصرف شده)
- زمانی که طول می‌کشد تا کاربر با وظیفه آشنا شود و بدون صرف تلاش خاصی آن را انجام دهد (یادگیری)

اندازه‌گیری‌های مربوط به خصیصه کارایی یک رابط کاربری، اهمیت زیادی دارند چرا که اگر کاربران نتوانند وظایف اصلی در رابطه با تعامل با سیستم را به درستی و با موفقیت به انجام برسانند، در عمل محصول نرم‌افزاری به شکست منتهی شده است و یا حداقل رابط کاربری خوبی ندارد و امکان تعامل موفق کاربر وجود نخواهد داشت.

رضایت در واقع نظر نهایی کاربر در مورد تعاملش با سیستم است؛ قضاوتی که کاربر در مورد سیستم و نحوه تعاملش با آن می‌کند می‌تواند با جملات مختلفی مانند «استفاده از آن سخت/آسان بود»، «گیج‌کننده/ساده بود» و ... بیان شود. البته که این تعبیرات غیردقیق هستند اما می‌توان با اعطای درجه‌های آزادی خاصی به کاربران، در حین تعامل با سیستم برخی از خصیصه‌ها را از آن‌ها به طور خوداعلامی^۴ از کاربران گزارش عددی گرفت؛ چه بسا که به گفته مراجعی همچون [۳۷]، [۳] و [۱۳] این خصیصه‌ها در سامانه‌های کاربردی

¹ البته باید توجه کرد که کارایی کاربر و رضایت کاربر در اینجا اشاره به دید کاربر به سامانه هدف دارند و نه اینکه خصیصه‌های اصلی مدل کیفیتی باشند. در اینجا کارایی و رضایت از دید کاربر و به عنوان نظر وی در مورد سامانه، مورد نظر هستند.

²Performance

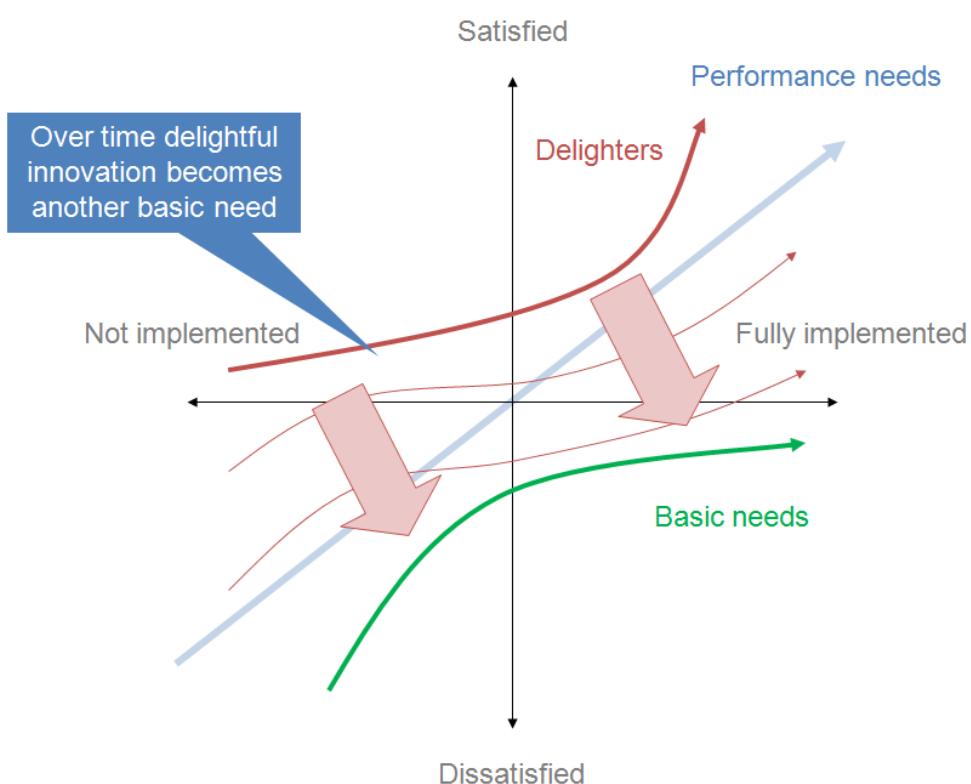
³Satisfaction

⁴Self-reported Metrics

مبتنی بر وب - که هدف اصلی این پژوهه هستند - بسیار مهم و تاثیرگذارند. اما باید به این نکته توجه کرد که در محدوده سامانه‌های مبتنی بر وب، رضایت کاربر الزاماً همیشه همراه با کارایی حداکثری وی در تعامل با سامانه نیست؛ فاکتورهای بسیاری از قبیل زیبایی و وجود تکنولوژی‌های مختلف، بر این رضایت تاثیر مستقیم دارند و چه بسا که کاربری با رضایت حداکثری از یک سامانه استفاده کند ولی کارایی عملیات وی بسیار پایین باشد.

ویژگی‌های محصولی که کاربر با آن در تعامل است به عنوان یکی از اصلی‌ترین مدخل‌ها به بحث رضایت کاربری اهمیت دارند. در درجه دوم اما، کیفیت تعامل به عوامل دیگری همچون دانش قبلی کاربر و سن و جنسیت و غیره وابسته است. در ادامه مدلی برای تشخیص دادن ویژگی‌های محصول نهایی و اینکه کدام یک از آن‌ها و در چه شرایطی منجر به رضایت کاربری خواهد شد معرفی می‌شود.

مدل کانو که در سال ۱۹۸۴ و توسط آقای کانو [۴۴] برای تشخیص دادن ویژگی‌های اشتیاق‌برانگیز و صریح و همچنین ویژگی‌های ضمنی و بایدی یک محصول و همچنین درک تفاوت‌های آن‌ها، ارائه شد. طی این مدل، کیفیت محصول نهایی در گروه پنج دسته از نیازمندی‌های زیر است که رسیدن به هر دسته از این‌ها نیازمند اتخاذ سیاست‌های مختلف در طول ساخت محصول است:



شکل ۳-۵: تعبیری از مدل کانو [۴۵]

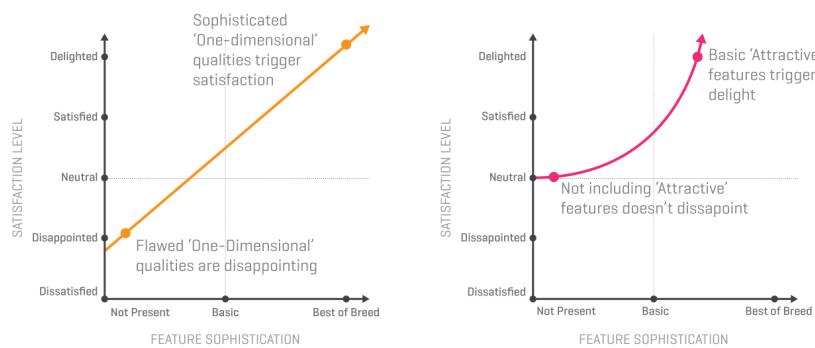
- نیازمندی‌های بایدی: که مشتریان به طور ضمنی خواستار آن‌ها هستند و ممکن است صریحاً بیان نشوند. به عنوان مثال اینکه یک سامانه کاربردی مبتنی بر وب همیشه با یک آدرس اینترنتی خاص «URL» در دسترس باشد.

- نیازمندی‌های تک‌بعدی: که در صورت وجودشان کاربر احساس رضایتمندی و در صورت عدم وجودشان در محصول نهایی، کاربر احساس عدم رضایت از محصول را خواهد داشت. برای نمونه می‌توان به واکنش‌گرا بودن یک سامانه مبتنی بر وب روی پلتفرم موبایل اشاره کرد؛ که گفتنی است این روزها به یکی از ویژگی‌های اصلی موفقیت بسیاری از کسب‌وکارهای فعال در ایران تبدیل شده است.
- نیازمندی‌های اشتیاق‌برانگیز: که در صورتی که به طور کامل پیاده‌سازی شوند، منجر به رضایتمندی کاربران خواهند شد ولی در صورت عدم پیاده‌سازی، رضایت کاربران از بین نخواهد رفت. به عنوان مثال اینکه یک سامانه پست الکترونیکی مبتنی بر وب^۱ در کنار لیست ایمیل‌های دریافتی، وضعیت آب‌وهوا و زمان فعلی و گزیده‌ای از اخبار را نشان دهد می‌تواند یک ویژگی اشتیاق‌برانگیز باشد.
- نیازمندی‌های بی‌تفاوت: بودن و نبودنشان تفاوتی در رضایت مشتری نخواهد کرد. به عنوان مثال در بسیاری از پروژه‌های منتهی به یک سامانه کاربردی مبتنی بر وب، پلتفرم و زبان مورد استفاده برای توسعه سامانه، تفاوتی در رضایت مشتریان ایجاد نخواهد کرد.
- نیازمندی‌های معکوس: به دسته‌ای از نیازمندی‌ها اشاره دارد که پرداختن بیش از حد به آن‌ها باعث کاهش رضایت کاربران می‌شود. به عنوان مثال برخی از کاربران ممکن است از ابزارهایی که امکانات زیادی به آن‌ها در داشبورد مدیریتی می‌دهند خوشناسان بیاید و در مقابل برخی از کاربران از پیچیدگی بیش از حد ابزار گلایه کنند.

در شکل ۵-۳ ملاحظه می‌شود که بسیاری از ویژگی‌های جذاب محصول که هنوز به عنوان نیازمندی مطرح هستند و هنوز پیاده‌سازی نشده‌اند و درنتجه کاربر امکان انجام عملیات مورد نظر خود را ندارد، انگیزه‌ای برای ساخت سامانه هستند و پس از اینکه این ویژگی‌های عملیاتی (منحی قرمز رنگ) در محصول پدیدار می‌شوند، رضایت کاربران از محصول افزایش پیدا می‌کند؛ گرچه الزاماً شاید این ویژگی‌ها، کارایی بالایی از دید کاربران نداشته باشند. به مرور زمان که فناوری پیشرفت می‌کند، نیازمندی‌های فعلی آهسته آهسته به بایدهای سامانه تبدیل می‌شوند (منحی سبز رنگ).

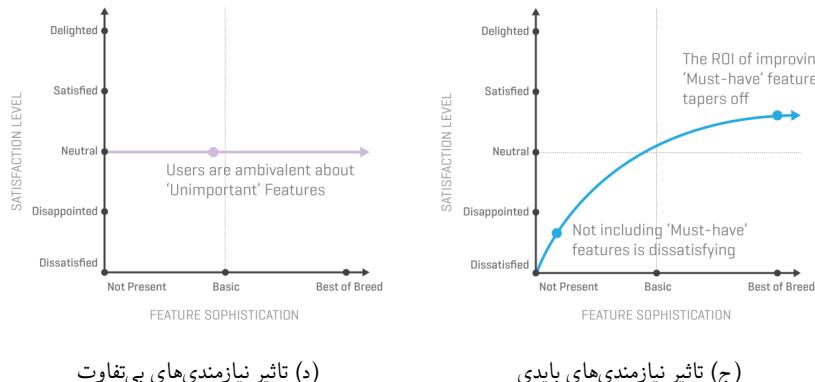
همچنین در مرجع [۴۶] از خط آبی قابل مشاهده در شکل ۵-۳، به عنوان نیازمندی‌های تک‌بعدی یاد شده است که مشتری فقط به طور صریح و مشخص، این دسته از نیازمندی‌ها را مطرح می‌کند و بقیه نیازمندی‌ها معمولاً به طور ضمنی مطرح می‌شوند؛ در نتیجه نقش تجربه در مهندسی نرم‌افزار و تولید سیستم‌های باکیفیت را می‌توان کمابیش مشاهده کرد؛ هرچه دانش بیشتری به بدیهیات و سهل‌های ممتنع موجود در نیازمندی‌ها داشته باشیم و اظهارمندی نیازمندی شفاف و مدون‌تری در دست باشد، محصول نهایی با کیفیت‌تر و هزینه و وقت صرف شده کم‌تر خواهد بود.

^۱Webmail



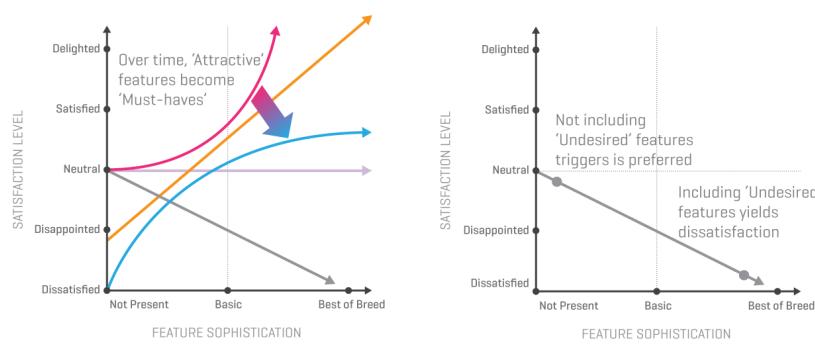
(ب) تاثیر نیازمندی‌های تکبعدی

(ا) تاثیر نیازمندی‌های اشتیاقبرانگیز



(د) تاثیر نیازمندی‌های بی‌تفاوت

(ج) تاثیر نیازمندی‌های بایدی



(و) تجمعی نیازمندی‌ها و تاثیرگذاری آن‌ها روی رضایت مشتریان

(ه) تاثیر نیازمندی‌های معکوس

شکل ۳-۶: تفسیری از مدل کانو؛ ارتباط رضایت کاربر و ویژگی‌های محصول [۴۷]؛ نیازمندی‌های اشتیاقبرانگیز کاربر، خواسته کاربران نیست ولی در صورت پیاده‌سازی موفق، موج بزرگی از رضایت را در بر خواهد داشت (ا). نیازمندی‌های تکبعدی در صورت عدم پیاده‌سازی، موجب نارضایتی خواهد بود (ب). نیازمندی‌های بایدی که در واقع خواسته اصلی کاربران بوده و باید به طور کامل پیاده‌سازی شوند تا رضایت حداقلی کسب شود (ج). نیازمندی‌های بی‌تفاوت نیز بود و نبودشان در محصول نهایی تفاوتی در رضایت مشتری ایجاد نخواهد کرد (د). نیازمندی‌های معکوس نشان داده‌اند که هرچه بیشتر به آن‌ها پرداخته شود، باعث بروز نارضایتی بیشتری خواهد شد (ه). در واقع هر ویژگی‌ای از محصول نهایی، مادامی که پیاده‌سازی نشده است، دچار انگیزش کاربر می‌شود. نیازمندی‌های تک بعدی پس از اینکه به کاملی پیاده‌سازی شد و کاربر از آن استفاده کرد، دچار افزایش رضایتمندی کاربر شده و در نهایت و پس از گذشت اندک زمانی، این ویژگی به یک ویژگی بایدی تبدیل می‌شود که کاربر حتی شاید به طور صریح به آن اشاره نکند ولی نبود آن در محصول باعث عدم رضایتمندی خواهد شد (و).

تعاریف انواع نیازمندی‌های مطرح شده توسط کانو به جهت اهمیتی که در شناخت خصیصه‌های کیفیتی این پروژه دارند، بار دیگر در شکل ۳-۶ ذکر شده است. مطابق این شکل، ممکن است با برهم زدن معاملات و همواره با تحويل دادن نیازمندی‌های شگفت‌انگیز، مشتریان خود را غافل‌گیر کنیم و برای کسب رضایت موقتی، آن‌ها را از نیازمندی‌های اصلی دور کنیم، اما باید همواره در خاطر داشت که این استراتژی محکوم به شکست است چرا که محلول زمان در نهایت اشتیاق کاربران را در خود حل کرده و غافل‌گیری‌های دیروز تبدیل به بایدهای امروز خواهد بود و دیگر نمی‌توان ارزش افزوده‌ای نسبت به سایر رقیبان و یا نسبت به وضعیت دیروز سازمان خودمان، ارائه داد.

نتیجه نهایی از دو بحث پیشین در مورد رضایت کاربر از سامانه و کارایی^۱ کاربر در تعامل با سامانه، این‌که، این دو خصیصه الزاماً دارای همبستگی خاصی نیستند؛ ولی همواره باید در اندازه‌گیری استفاده‌پذیری مدنظر قرار بگیرند چرا که طبق تعریف استفاده‌پذیری، در یک سیستم استفاده‌پذیر، کاربر می‌باشد در نهایت از سیستم راضی بوده باشد و تجربه کاربری خوبی (کارایی در هنگام استفاده از محصول) داشته باشد.

۴-۳ سناریوهای سنجش استفاده‌پذیری و خصیصه‌های هرکدام

با مقایسه تطبیقی انجام شده در جدول ۱-۳ در رابطه با مدل‌های کیفیتی مختلف و همچنین با بررسی مراجعی همچون [۱۶]، [۲۴] و [۳] می‌توان نتیجه گرفت که در زمان انتخاب خصیصه‌های اندازه‌گیری استفاده‌پذیری در یک محصول (و نه الزاماً یک محصول نرم‌افزاری)، می‌باشد به نکاتی از قبیل اهداف مطالعه استفاده‌پذیری^۲، اهداف کاربری محصول^۳، فناوری‌ها و ابزارهای موجود برای جمع‌آوری داده و همچنین بودجه و زمان موجود برای تحقیق درباره استفاده‌پذیری، می‌باشد توجه کرد.

به تعبیر مرجع [۳]، در دنیای کنونی که نیازمندی‌ها بسیار گستردۀ و مفصل شده‌اند و جزئی‌ترین تغییرات در نیازمندی‌های مشتری ممکن است دامنه و حوزه مخاطبان یک سامانه را عوض کند و همچنین از آن‌جایی که در هر مطالعه استفاده‌پذیری، ویژگی‌ها و خصیصه‌های خاص آن مطالعه مدنظر قرار می‌گیرند - که الزاماً با اهداف سایر مطالعات استفاده‌پذیری یکسان نیستند - نمی‌توان مجموعه‌ای از خصیصه‌های مشخص و شسته‌رفته‌ای برای اندازه‌گیری و سنجش استفاده‌پذیری در تمام سامانه‌های کاربردی مبتنی بر وب ارائه داد؛ در حقیقت، طبق ادعای مرجع [۱۶] بیش از ۷۰٪ سازمان‌های فعال در حوزه فناوری اطلاعات، به منظور تامین و تضمین کیفیت در محصولات نرم‌افزاری خود، مدل‌های گلچین شده و سفارشی‌سازی شده خود را استفاده می‌کنند. بنابراین این پندار که برای تمامی سامانه‌های مبتنی بر وب می‌توان یک مدل کیفیتی ثابت ارائه کرد، غیرمنطقی به نظر می‌رسد. در عوض می‌توان با بررسی سرگذشت تاریخی مدل‌های کیفی و از طریق مقایسه تطبیقی آن‌ها در جدول ۱-۳ و نیز مطالعه مراجع مختلفی همچون [۳۷]، [۳۱]، [۲۴]، [۲]، [۵] و [۳] که در زمینه تجربه کاربری و استفاده‌پذیری نتایج تحقیقات ارزشمندی را ارائه کرده‌اند، به این نتیجه دست یافت که دسته‌بندی‌های کلی‌ای از انواع مطالعات استفاده‌پذیری می‌توان ارائه نمود، که در هر دسته، با توجه به اهداف و نتایج مورد نیاز مطالعه، خصیصه‌های خاصی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند و می‌توان به آن‌ها پرداخت.

یکی از انواع فرآمدل‌ها که بر مبنای مدل‌های سلسه‌مراتبی و به طور خاص برای استفاده‌پذیری سامانه‌های

¹Performance

²اینکه برای ارتقای محصول نهایی و ساخت یک نسخه دیگر است یا برای پیشگیری از بروز خرابی‌های بعدی و ...

³اینکه کاربر چه هدفی را از استفاده کردن از این محصول دنبال می‌کند

جدول ۲-۳: سناریوهای مطالعه استفاده‌پذیری و خصیصه‌هایی که می‌توان در نظر گرفت [۳]؛ این سناریوها هر کدام از دیدی خاص به استفاده‌پذیری تاکید داشته و روی آن تمرکز می‌کنند. ممکن است در یک سناریو تعداد بسیاری از خصیصه‌های کیفیتی را بتوان اندازه‌گیری و سنجش کرد ولی در دیگری تعداد بسیار کمی را، اما به تغییر مرجع ذکر شده، این امر روی محبویت هیچ‌کدام از سناریوها تاثیری نگذاشت.

الگوهای مرتباً سازی	خصیصه‌های ویسات بلندگ	خصیصه‌های ترکیبی و مقایسه‌ای	خصیصه‌های فیزیکی و رفتاری	خصیصه‌های خودآعلمی	خصیصه‌های موردنی	یادگاری پیشین	بهبودی	لذا	زمان انجام وظیفه	موقوفات	هدف و سناریوی مطالعه استفاده‌پذیری
	X			X	X		X			X	انجام یک تراکنش
		X	X			X			X		مقایسه محصولات
			X	X	X	X		X	X		ارزیابی استفاده مکرر از محصول
X							X	X		X	ارزیابی پیمایش و معماری اطلاعات سامانه
	X	X	X								افزایش آگاهی
			X	X							کشف مشکل
							X	X		X	حداکثرسازی استفاده‌پذیری یک محصول حیاتی
											ایجاد تجربه کاربری مثبت
			X	X							ارزیابی تاثیرات تغییرات جزئی و نامحسوس
	X								X	X	مقایسه طراحی‌های مختلف

کاربردی مبتنی بر وب ساخته شده است در مرجع [۳] ذکر شده است^۴. با بررسی‌های انجام گرفته روی انواع مدل‌های کیفیتی عام و خاص منظوره که در موقعیت‌های مختلف ارائه شده‌اند، ده سناریوی مهم برای مطالعه استفاده‌پذیری در وب‌اپلیکیشن‌ها مطرح هستند؛ که می‌توان عنوانین هرکدام و خصیصه‌های مناسب هر سناریو را در جدول ۲-۳ مشاهده کرد. در ادامه به بررسی هرکدام از این ده سناریو می‌پردازیم. نکته قابل تأمل و مهم این است که در هر کدام از این ده سناریوی مطرح شده، الزاماً به تمام ابعاد کیفیتی نگاه نمی‌شود؛ هرچیزی که باعث می‌شود استفاده‌پذیری تحت تاثیر قرار بگیرد اهمیت داشته و به جز آن بررسی نمی‌شود. حتی ممکن است در یک سناریو، مواردی از قبیل طراحی پیمایش و طراحی مولفه (رجوع شود به هرم طراحی سامانه‌های کاربردی مبتنی بر وب، شکل ۳-۱) نیز مورد بحث و بررسی قرار گیرند. در ادامه به بررسی هرکدام از سناریوهای ذکر شده در جدول ۲-۳ پرداخته شده و پس از آن توضیح هر خصیصه ذکر شده است.

⁴ البته تمامی خصیصه‌های مطرح برای استفاده‌پذیری در این مدل به طور کامل شرح و بسط داده نشده‌اند؛ چرا که به گفته ارائه دهنده، بسیاری از اقدامات به زمینه مورد مطالعه و تست وابسته بوده و در نتیجه مشخص کردن جزیبات نهایی با تیم تضمین کیفیت (تست و ارزیابی استفاده‌پذیری) است. همچنین شایان ذکر است که هیچگاه منع ذکر شده از خصیصه‌هایی که عنوان کرده به عنوان یک چارچوب و یا فرآمدل یاد نکرده است؛ اما به جهت اهمیت استدلال و بررسی‌های این منع و همچنین ارجاعات زیاد به آن، چه در صنعت و ابزارهایی همچون CrazyEgg و چه در دنیای تحقیقات، اهمیت این خصیصه‌های کیفیتی را به عنوان یک فرآمدل کیفیت دو چندان می‌کند.

۱-۴-۳ سناریوهای مطرح در مطالعه استفاده‌پذیری

انجام یک تراکنش

برخی از مطالعات استفاده‌پذیری به جهت افزایش بهره‌وری بیشتر، بهبود و هموارتر شدن روند انجام یک تراکنش هستند؛ این تراکنش می‌تواند «تغییر گذردازه»، «انجام یک خرید» و یا هر فرایند دیگری باشد. اساساً یک تراکنش دارای یک نقطه آغاز و یک نقطه پایان مشخص و واضح است؛ مثلاً در یک سایت خرید و فروش برخط کالا، قرار دادن یک قلم کالا در سبد خرید و اتمام خرید و تایید شدن سفارش، به ترتیب، نقاط شروع و پایان تراکنش هستند.

مقایسه محصولات

هدف از برخی مطالعات استفاده‌پذیری، مقایسه بین یک نسخه از یک محصول و یک نسخه از محصول دیگر و یا نسخه‌های قبلی همان محصول، به منظور یافتن نقاط ضعف و قوت هر کدام در طراحی و استفاده‌پذیری است. بنابراین می‌توان گفت که با مقایسه محصولات می‌توان ارزیابی خوبی از استفاده‌پذیری سامانه هدف، در مقایسه با رقبا داشت و پتانسیل‌های موجود برای افزایش استفاده‌پذیری را شناخت. البته که در این مقایسه می‌بایست امتیازدهی به خصیصه‌های مختلف انجام شود و سپس برترین گزینه انتخاب شود؛ اما انتخاب خصیصه‌ها به این آسانی‌ها هم نیست، چرا که به کاربرد و محدوده سامانه هدف بسیار وابسته است. برخی از سامانه‌ها به منظور افزایش بهره‌وری کاربران ساخته شده‌اند در حالی که برخی دیگر فقط روی تجربه‌کاربری مثبت تمرکز کرده‌اند.

ارزیابی استفاده مکرر از محصول

بسیاری از محصولات و سامانه‌های نرم‌افزاری از جمله وب‌سایت‌های شبکه‌های اجتماعی، سامانه‌های اتوماسیون و ... برای استفاده مکرر در طول روز ساخته شده‌اند و برای رسیدن به همین هدف می‌بایست هم استفاده از آن‌ها آسان باشد و هم بهره‌وری زیادی داشته باشند؛ بنابراین در این سناریوی بررسی و با شمردن اهداف پیشین، به نظر می‌رسد که زمان صرف شده برای انجام یک وظیفه از جمله مهم‌ترین خصیصه‌ها برای اندازه‌گیری استفاده‌پذیری به شمار می‌آید.

ارزیابی پیمایش و معناری اطلاعات سامانه

به تعبیر مرجع [۳] این سناریو معروف‌ترین سناریو برای سنجش استفاده‌پذیری سامانه‌های مبتنی بر وب است. در انجام مطالعه استفاده‌پذیری طبق این سناریو، می‌توان مواردی همچون «اطمینان از اینکه کاربران حتماً چیزی را که می‌خواهند پیدا می‌کنند»، «در صفحات مختلف به آسانی پیمایش می‌کنند» و مواردی از این دست را نیز جزوی از اهداف مطالعه دانست. به طور معمول این مطالعات شامل طرح‌های مفهومی قبل از پیاده‌سازی هستند که هدف اصلی در این پژوهه نیز بررسی و سنجش استفاده‌پذیری این طرح‌های مفهومی است؛ درواقع در این طرح‌های مفهومی نحوه بدست آوردن اطلاعات و طراحی پیمایش و تجربه ابتدایی کاربری به قدری مهم است که باید قبل از هر چیزی، و در اولین وهله، تعیین تکلیف شوند. از جمله خصیصه‌های مهم در این سناریو، موفقیت انجام وظیفه‌های مختلف است.

افزایش آگاهی

گاهی اوقات تغییرات در رابطه‌های کاربری، فقط به جهت افزایش بهره‌وری کاربر نیست؛ بلکه هدف از اعمال تغییرات در سامانه، افزایش آگاهی نسبت به یک قسمت خاص است. این مسئله در مورد تبلیغات برخط درست است؛ علاوه بر آن، در مواردی هم که پتانسیل‌های کارکردی یک سامانه، به تمامی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند نیز این مسئله صادق است.

کشف مشکل

در این نوع مطالعه هدف پیدا کردن مشکلات عمدی در استفاده‌پذیری محصول است. گاهی اوقات به دلایل مختلفی از جمله سهل ممتنع بودن و یا مخفی بودن مشکلات استفاده‌پذیری در چشم توسعه‌دهنده، عملای تیم توسعه و تولید محصول قادر به کشف مشکلات استفاده‌پذیری محصول نیستند، در حالی که مشتریان از این نوع مشکلات گلایه می‌کنند. معمولاً این نوع مطالعه‌ها انتهای باز دارند و نتیجه‌گیری قاطعی نمی‌شود از آن‌ها کرد.

حداکثرسازی استفاده‌پذیری یک محصول حیاتی

اگرچه تولیدکنندگان برخی از محصولات و سامانه‌ها، همچون شبکه‌های اجتماعی، وبلاگ‌ها و ... به دنبال آسان کردن هرچه بیشتر نحوه تعامل کاربران و راحتی کار آن‌ها هستند، برخی از محصولات و سامانه‌های حساس باید استفاده‌پذیری بالا و راحتی استفاده داشته باشند. از جمله این سامانه‌ها می‌توان به سامانه‌های رای‌گیری، سامانه‌های خروج اضطراری هوایپیماها و ... اشاره کرد. فلسفه وجودی سامانه‌های حساس، همچون سایر سامانه‌ها، این است که کاربر می‌باشد در مجموع چند کار بسیار محدود را با آن‌ها انجام دهد. اما تفاوت آن‌ها با سامانه‌های عادی در این است که کاربر می‌باشد در تعامل با سامانه‌های حساس و حیاتی، حتماً وظایفش را با صدرصد موفقیت و اطمینان انجام دهد و در صورت عدم موفقیت در انجام و یا صرف زمان بیش از حد و یا وجود هر مشکل استفاده‌پذیری دیگری، ممکن است خسارت جانی و مالی وی را تهدید کند. بنابراین استفاده‌پذیری بالا در این سامانه‌ها می‌باشد طی آزمایش‌های مختلف و در انواع شرایط مختلف، و نه فقط به صورت محدود در فضای آزمایشگاه، سنجیده شده و اثبات شود.

ایجاد تجربه کاربری مثبت

در برخی از سامانه‌ها، اینکه تجربه کاربری و تجربه تعامل مثبتی با سامانه داشته باشد هدف اصلی سازمان تولیدکننده محصول است. در این سامانه‌ها معمولاً ویژگی‌هایی از قبیل اشتیاق‌انگیزی در کاربر، اجین کردن احساسات و عواطف کاربر، مشغول کردن وی و همچنین کمی ایجاد اعتیاد به استفاده از سامانه در وی، از ویژگی‌های بارز و قابل مشاهده در محصول نهایی است.

برخی مطالعات استفاده‌پذیری به منظور افزایش این تجربه کاربری و تقویت این ویژگی‌ها در محصول نهایی انجام می‌شوند. به عنوان مثال یکی از مدیران گذشته فیسبوک، از طراحی معتادکننده این شبکه اجتماعی خبر می‌دهد [۴۸] که به گفته وی آگاهانه بوده و در جهت افزایش سوددهی این شرکت بوده است.

ارزیابی تاثیرات تغییرات جزئی و نامحسوس

گاهی تغییرات اعمال شده در طراحی رابط کاربری و در کل در سامانه کاربردی به قدری کوچک‌اند که کاربر آن‌ها را حس نمی‌کند و نمی‌توان تاثیر این تغییرات را در رفتار کاربران سنجید. اما به تجربه [۳] می‌توان گفت که حتی تغییر اندازه قلم نوشته‌های رابط کاربری یک سامانه کاربردی مبتنی بر وب در یک شبکه اجتماعی با تعداد کاربران نسبتاً زیاد، منجر به تغییرات بزرگ و گاه‌ها هزینه‌بر در تجربه کاربری کاربران می‌شود. با مقدمه فوق، برخی از مطالعات استفاده‌پذیری پس از اعمال تغییراتی در محصول، با هدف سنجش تاثیر این تغییرات روی تجربه کاربری انجام می‌شوند.

مقایسه طراحی‌های مختلف

هدف در این نوع مطالعه، مقایسه طرح فعلی با سایر طراحی‌های موجود، و نه الزاماً یک طرح، است. این مطالعه نیز از جمله مطالعه‌های مشهور استفاده‌پذیری است. به طور معمول و طبق بررسی‌های منبع [۳] این نوع مطالعه نیز در مراحل اولیه تولید و با در دست داشتن طرح‌های مفهومی و به منظور سنجش «خوب بودن» طرح فعلی در مقایسه با سایر طراحی‌ها انجام می‌شود. طی این مطالعه معمولاً تیم‌های مختلف طراحی، نمونه‌های اولیه^۱ خود را به کارزار مقایسه و ارزیابی وارد می‌کنند و با استفاده از خصیصه‌های از پیش تعیین شده‌ای شروع به سنجش و مقایسه آن‌ها می‌کنند.

چالش انجام این نوع مطالعات معمولاً در مشابه بودن طراحی‌ها است؛ البته همین شباهت زیاد باعث می‌شود که بتوان نکات مثبت طراحی‌ها را الهام گرفت و در طراحی، آن‌ها را پیاده‌سازی کرد. درخواست انجام یک عمل مشخص در تمامی طراحی‌ها و نتایج برآمده از آن‌ها معمولاً نمی‌تواند معیار مناسبی در این مطالعه باشد.

خصیصه‌های مرتبط با کارایی مستقل از فناوری روز دنیا در تولید محصولات و سامانه‌های نرم‌افزاری، هر کاربری برای تعامل با آن‌ها، می‌بایست حتماً با یک رابط کار کند؛ حتی در صورت کار کردن با فرمان صوتی نیز، نرم‌افزار تشخیص صدا در واقع همان رابط کاربر خواهد بود. در نتیجه کارا بودن این تعامل یکی از عوامل موفقیت آن رابط خواهد بود که به استفاده‌پذیری بالای محصول خواهد انجامید. خصیصه‌های مرتبط به کارایی رابط کاربری به طور کلی و با طبقه‌بندی مرجع [۳] به پنج دسته تقسیم می‌شوند که در ادامه مطرح شده‌اند.

۲-۴-۳ موفقیت‌آمیز بودن وظیفه

این خصیصه شاید یکی از معروف‌ترین خصیصه‌ها در اندازه‌گیری کارا بودن فعالیت‌ها باشد؛ اینکه کاربران تا چه اندازه در انجام وظایف محوله به ایشان، موفق بودند توسط این خصیصه اندازه‌گیری می‌شود. دو نوع موفقیت کلی در اینجا مطرح است که اولی موفقیت دودویی^۲، که به معنای موفقیت قطعی و یا شکست قطعی است، و دومی موفقیت سطح‌به‌سطح که به معنای درصد موفقیت در انجام یک کار مشخص است. شایان ذکر است که می‌توان شکست را هم با همین تعریف سنجید.

¹Prototype

²Binary Success

۳-۴-۳ زمان انجام وظیفه

همانطور که از عنوان برمی‌آید، زمان مورد نیاز برای انجام یک وظیفه و کار مشخص را بیان می‌کند.

۴-۴-۳ خطاهای رخداده در طول انجام یک وظیفه

خطاهای رخداده در طول انجام یک وظیفه را عنوان می‌کنند. این خصیصه می‌تواند در مشخص کردن نقاط ضعف عمده واسط نقش بزرگی داشته باشد.

۵-۴-۳ بهره‌وری

با در نظر گرفتن میزان تلاش و هزینه‌ای که کاربر برای انجام وظایف مشخصی صرف می‌کند می‌توان به این خصیصه مقدار داد. به عنوان مثال می‌توان به تعداد کلیک‌های صورت گرفته برای کامل کردن یک وظیفه و یا تعداد صفحاتی که کاربر برای انجام یک سناریو مشاهده می‌کند، اشاره کرد.

۶-۴-۳ یادگیری پذیری

معیاری است که نشان می‌دهد کارایی کاربر در طول زمان و با آشنایی بیشتر کاربر با سامانه چگونه تغییر می‌کند.

خصیصه‌های بعدی که در ادامه ذکر شده‌اند به کارایی کاربر و بهره‌وری در ارتباطش با سامانه الزاماً ارتباطی ندارند و جدا هستند.

۷-۴-۳ خصیصه‌های موردي

بسیاری از موقع وابستگی زیاد محصول به کاربر و هدف، باعث می‌شود که نتوان قواعد کلی و خصیصه‌های کلی برای افزایش استفاده‌پذیری آن مطرح کرد؛ در نتیجه شاهد این هستیم که در دنیای کنونی بسیاری از متخصصین استفاده‌پذیری، برای استخراج همین خصیصه‌ها در شرکت‌های مختلف به کار گرفته می‌شوند. موارد و مشکلاتی هستند که هم از دید طراح و هنرمند و هم از دید مهندس سازنده مخفی می‌شوند؛ در نتیجه می‌بایست برای این موارد و مشکلات طراحی خصیصه‌هایی مطرح شود که بتوان با اندازه‌گیری هرکدام، بد بودن یا خوب بودن طراحی را اثبات کرد و برای چگونه برطرف کردن آن‌ها برنامه ارائه داد. به پیشنهاد مرجع [۳] مواردی که می‌بایست در استخراج این نوع خصیصه‌ها به آن‌ها توجه داشت، عبارتند از:

۱. آسان‌ترین راه شناخت موارد مرتبط به استفاده‌پذیری استفاده از تست‌های آزمایشگاهی (در ابعاد کوچک) است.

۲. در درستی آزمایی خصیصه‌ها و مشکلات، همواره باید به این نکته توجه داشت که بین آنچه که کاربر بیان می‌کند و آنچه که رفتار وی نشان می‌دهد، می‌بایست یک ارتباط منطقی و پایدار وجود داشته باشد.

۸-۴-۳ خصیصه‌های خود اعلامی

این نوع خصیصه‌ها در اصل مربوط به داده‌هایی هستند که کاربران در حین کار با سامانه گزارش می‌دهند و یا اینکه با درخواست از ایشان، می‌توان از آن‌ها نتایج این داده‌ها را خواست. نتایج به دست آمده از این خصیصه‌ها از این جهت برای ما اهمیت دارند که به طور مستقیم از تجربه کاربر حکایت می‌کنند. بنابراین با بررسی‌های مرجع [۳] و [۲] می‌باشد در به دست آوردن این داده‌ها و خصایص، به نکات زیر توجه کنیم:

۱. می‌باشد در جمع‌آوری این نوع داده‌ها هم به فرصت‌های به وجود آمده در انتهای هر جلسه توجه کرد و هم به فرصت‌های موجود پس از انجام هر وظیفه کوچک؛ در انتهای انجام هر فرایند و وظیفه، می‌توان نقاط و فرصت‌های بهبود فرایند را بررسی و شناسایی کرد و در انتهای هر جلسه نیز می‌توان یک شناخت کلی از استفاده‌پذیری به دست آورد.

۲. هنگامی که در یک آزمایشگاه مشغول انجام تست و مطالعه استفاده‌پذیری هستیم، می‌باشد استفاده از پرسشنامه‌های استاندارد همچون گستره استفاده‌پذیری سیستم (SUS)^۱ را در اولویت قرار دهیم چرا که حتی با وجود شرکت‌کنندگان کم در تست، تحلیل‌های معناداری می‌توان از روی داده‌های به دست آمده از این پرسشنامه‌ها به دست آورد.

۳. هنگام مطالعه و تست استفاده‌پذیری مربوط به یک وبسایت برخط، حتماً از داده‌ها و بنچ‌مارک‌های موجود باید به منظور قیاس هرچه دقیق‌تر استفاده کرد. از جمله ابزارهای مطرح در این حوزه می‌توان به ابزار تحلیل داده‌های وبسایت گوگل^۲، مخزن تحلیل و اندازه‌گیری وبسایت^۳ و شاخص رضایت مشتریان آمریکا^۴ اشاره کرد.

۹-۴-۳ خصیصه‌های فیزیولوژیکی و رفتاری

در اندازه‌گیری و تعیین تکلیف کردن این خصیصه مهم و بسیار تاثیرگذار، می‌توان از تکنیک‌هایی همچون دنبال کردن چشم کاربر، تحلیل احساسات وی در هنگام کار با سامانه، نقشه حرارت ساختن از روی کلیک‌ها و به طور کلی هر سنجشی که به نوعی به دنبال کردن جزئی‌ترین رفتارهای کاربران می‌انجامد، مهم تلقی می‌شود. البته باید توجه داشت که تعیین کردن زیرخصیصه‌های کیفیتی برای این خصیصه، در مطالعات برخط دشوارتر خواهد بود؛ چرا که دسترسی فیزیکی به کاربر سخت‌تر و تحت نظر گرفتنش نیز همچنین، دشوارتر خواهد بود.

۱۰-۴-۳ خصیصه‌های ترکیبی و مقایسه‌ای

داده‌های به دست آمده از مطالعات استفاده‌پذیری می‌توانند گاهی اوقات به منظور ساختن خصیصه‌های جدید استفاده شوند؛ ممکن است این سوال مطرح شود که چرا باید خصیصه‌های جدید را مطرح کنیم؟ در پاسخ کافی است به خصیصه‌هایی همچون زمان انجام یک وظیفه خاص و یا نرخ موفقیت و ظایف، به تنها، نگاه کنیم. برخی از آن‌ها به طور کامل بیان‌کننده استفاده‌پذیری یک سامانه کاربری نیستند. بنابراین می‌توان

^۱ System Usability Scale

^۲ Google Analytics

^۳ Website Analysis and Measurement Inventory (WAMMI)

^۴ The American Customer Satisfaction Index

از این داده‌ها به طور ترکیبی و برای بیان یک خصیصه واحد استفاده کرد که درک بهتری نیز داشته باشد. با بررسی‌های مرجع [۳] دو روش معمول برای ساختن خصیصه‌های ترکیبی جدید وجود دارد: اولی، استفاده از چندین خصیصه و ترکیب کردن آن‌ها برای ساختن یک خصیصه واحد و دومی، مقایسه داده‌های موجود با بنچ‌مارک‌ها و نتایج مختلف و بعضاً ایده‌آل. هر دو روش در نهایت سعی در ساده‌تر کردن مفهوم استفاده‌پذیری دارند.

۱۱-۴-۳ خصیصه‌های وبسایت بلاذرنگ

در سامانه‌های مبتنی بر وب، داده‌هایی همچون ترافیک فعلی کاربران، صفحاتی که هم‌اکنون در حال مشاهده هستند و کلیک‌های آن‌ها جزو داده‌هایی محسوب می‌شوند که معمولاً به صورت خام معنی خاصی ندارند. ولیکن می‌توان با تجمعی آن‌ها و تفسیرشان از یک دید کلی‌تر، معانی و مفاهیم بیشتری به دست آورد. ابزارهای زیادی برای این منظور وجود دارند که هم‌اکنون به صورت پیشرفته‌ای تحلیل‌ها و آمار مرتبط با سامانه مبتنی بر وب را ارائه می‌کنند. از جمله این ابزارها می‌توان به ابزار تحلیل داده‌های وبسایت گوگل که به صورت رایگان در اختیار سازمان‌ها و افراد قرار دارد، اشاره کرد؛ این ابزار امکانات تحلیل پیشرفته‌ای همچون مدت زمان هر جلسه کاربر^۱ و نرخ بازگشت^۲ کاربران ارائه می‌دهد.

۱۲-۴-۳ الگوهای مرتب‌سازی

مرتب‌سازی کارت، روشی است که از ابتدای مطرح شدن سنجش استفاده‌پذیری به عنوان یک راه برای بهینه‌تر کردن رابط کاربری مطرح شد. بر اساس این تکنیک، همانطور که در شکل ۷-۳ قابل مشاهده است، برای رسیدن به یک چینش محتوای خوب و بهینه، می‌توان محتوا را در قالب کارت‌هایی آماده کرد که در حین تست، از شرکت‌کنندگان درخواست مرتب‌سازی، دسته‌بندی و چینش این کارت‌ها را داشته باشیم. با این روش و تحلیل داده‌های بدست آمده (مانند درصد افرادی که به چینش نوع اول متمایل هستند و یا تعداد دفعاتی که کارت مشخصی در یک جای مشخص قرار می‌گیرد) می‌توان به الگوها و داده‌هایی دست یافت که می‌توان گفت بهترین نوع چینش و نمایش محتوا را برای ما به ارمغان خواهند آورد.

^۱ Session Time

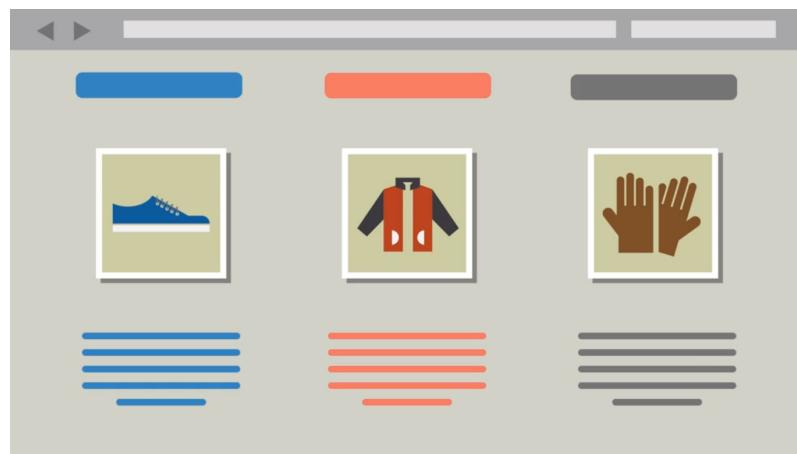
^۲ Bounce Rate



(آ) نمونه‌ای از یک طراحی صفحه نمایش محصولات که شاید در ابتدا چندان کارا به نظر نرسد



(ب) تبدیل محتوا به کارت‌های قابل مرتبسازی توسط کاربران و محول کردن دسته‌بندی و مرتبسازی به کاربران سامانه به منظور تست و کشف الگوهای فکری کاربران



(ج) استفاده از الگوها و داده‌های استخراج شده از پاسخ کاربران در مرتبسازی کارت‌ها و نهایتاً بهینه کردن ظاهر واسط کاربری

شکل ۷-۳: تاثیر تست‌ها و الگوهای مرتبسازی در استفاده‌پذیری [۴۹]؛ به منظور به دست آوردن داده‌های مرتبسازی، می‌بایست محتوای مورد نظر (آ) را در قالب کارت‌هایی درآورد و سپس از شرکت‌کنندگان خواست که هرگونه که متمایل‌اند به مرتبسازی و دسته‌بندی این داده‌ها بپردازنند. از پاسخ‌های برآمده از شرکت‌کنندگان می‌توان الگوهایی را استخراج کرد که بهینه‌ترین حالت چینش محتوا، از نظر کاربران، در رابط کاربری را می‌تواند نشان دهد (ج).

۵-۳ روش‌های سنجش استفاده‌پذیری

جدول ۳-۳: بحث در مورد نحوه انجام مطالعه استفاده‌پذیری با توجه به روش‌های مختلف مطالعه [۳]

ابتدا مطالعه برخط و سپس مطالعه آزمایشگاهی	ابتدا مطالعه آزمایشگاهی و سپس انجام مطالعه برخط
ابتدا بزرگترین و اصلی‌ترین مشکلات را با داده‌های به دست آمده از مطالعه برخط، شناسایی می‌کنیم و سپس از مطالعات آزمایشگاهی استفاده می‌کنیم تا دانش کیفی بیشتری در مورد این مشکلات و مسائل به دست آوریم	مشکلات ساده و کوچک را پیدا کرده یا حل می‌کنیم و بقیه مسائل و بحث‌ها به نمونه‌هایی با اندازه بزرگ‌تر سپرده می‌شود
مصاحبه‌ها، تصاویر ویدیویی و نقل قول‌های مستقیم زیادی باید از کاربران جمع شود تا بتوان راه‌حل‌های جدید مطرح کرد و سپس در آزمایشگاه و در فضایی کوچکتر، با آن راه‌حل‌ها مسئله را حل کرد	راه‌حل‌ها، ایده‌ها و طرح‌های جدید با استفاده از تست آزمایشگاهی تولید می‌شوند و سپس توسط مطالعه برخط، مورد ارزیابی، سنجش و درستی آزمایی واقع می‌شوند
باید تمامی خصیصه‌ها در مورد کیفیت طراحی مورد پرسش و نظرسنجی قرار گیرند و اگر نتیجه نهایی مثبت بود، نیازی به انجام مطالعه آزمایشگاهی نیست	بازخورد کاربران و نحوه تعامل آن‌ها به صورت حضوری مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد

به لطف فناوری وب و شبکه، امروزه محدود به یک روش سنجش و ارزیابی نیستیم. همانطور که از بررسی منابعی همچون [۶]، [۳]، [۵۰] و [۳۹] بر می‌آید، می‌توان خصیصه‌ها و اندازه‌گیری‌های مربوط به آن‌ها را تقریباً از هر روشی که ارزیابی بعدی از این داده‌ها را تضمین کند، به دست آورد. جمله پیشین به این معنی است که در مطالعه، سنجش و ارزیابی استفاده‌پذیری، نه تنها محدود به مشاهدات و آزمایشات آزمایشگاهی^۱ (که به معنای تعداد کم شرکت‌کنندگان و صرف زمان و هزینه زیاد است) نیستیم، بلکه می‌توانیم از روش‌هایی همچون مطالعات برخط استفاده کرده و حجم زیادی از تفاسیر و تحلیل‌ها را در زمان کمی به دست آوریم.^۲

^۱ به منظور مطالعه بیشتر می‌توان به مرجع [۵۱] مراجعه نمود که مروری روی انگیزه‌ها، روش‌ها و چالش‌های جمع‌سپاری می‌کند و از جمع‌سپاری به عنوان یک راه جمع‌آوری داده برای انجام ارزیابی‌ها و سنجش‌های مختلف نام می‌برد؛ در این منبع همچنین به دفعات متعدد اثبات شده است که هزینه استفاده از جمع‌سپاری برای جمع‌آوری داده به مراتب از روش‌هایی همچون روش‌های آزمایشگاهی کمتر بوده و با استفاده از این روش می‌توان با صرف زمان و هزینه کمتر، به نتایج گسترده‌تری رسید.

^۲ نکته قابل تأمل از این نتیجه‌گیری این است که سازمان‌ها، کسب‌وکارها و شبکه‌های اجتماعی می‌توانند از قدرت کاربران خود استفاده کنند تا برای جمع‌آوری داده راهی هموارتر، که به دنبال آن سودآوری بیشتر خواهد آمد، داشته باشند. این به این معناست که همین پژوهه می‌تواند در صورت پیاده‌سازی تجاری توسط یک سازمان دارای کسب‌وکاری از نوع «B2C» (Business to Client) یک منبع درآمد اضافی باشد؛ کسب‌وکارهای نوپا (Startups) و سریس‌های مبتنی بر وب جدید را در نظر بگیرید. همه این کسب‌وکارها که سرویس خود را با کمک سامانه‌های مبتنی بر وب ارائه می‌دهند، همگی مایل‌اند که با صرف حداقل هزینه، به بهترین محصول برای شروع کسب‌وکار خود برسند. سازمان ارائه‌دهنده سرویس سنجش استفاده‌پذیری برای کسب‌وکارهای نوپا می‌تواند با استفاده از کاربران خود و با بهره‌گیری از روش‌های جمع‌سپاری و خردکردن تست‌ها به میکرووظایف، داده‌های مربوط برای تست و سنجش استفاده‌پذیری محصولات

مطالعات برخط می‌توانند هم برای جمع‌آوری داده‌های کیفی و هم برای جمع‌آوری داده‌های کمی استفاده شوند؛ از طرفی دیگر در این نوع مطالعات می‌توان هم روی نگرش و هم روی رفتار شرکت‌کنندگان تأمل کرد. به گفته مراجعی همچون [۵۲] برخی از پژوهشگران استفاده‌پذیری، ایده نوعی مطالعه ترکیبی را مطرح می‌کنند که در ادامه می‌توان به مطالعه برخط نیز آن را تعمیم داد. با در نظر گرفتن ایده‌های مختلفی، مرجع [۳] بررسی جامعی در مورد چگونگی مطالعه استفاده‌پذیری و در نهایت سنجش استفاده‌پذیری و جمع‌آوری داده و تحلیل آن‌ها انجام داده است که در جدول ۳-۳ قابل مشاهده است. در این جدول یک نگاه کلی به دو روش شده است که الزاماً نمی‌توان گفت کدامیک بهتر است^۳؛ اما نکته حائز اهمیت این است که هر دو روش مطالعات برخط و آزمایشگاهی نقاط ضعف و قوت خود را دارند که می‌باشد در انجام مطالعات استفاده‌پذیری، این موارد و اینکه چگونه می‌توان از ترکیب هر دو نوع مطالعه بیشترین بازدهی را کسب کرد، در نظر گرفت.

در انجام مطالعه استفاده‌پذیری، بدیهی است که انجام مطالعه برخط، در صورت بهره‌ور نبودن، هزینه و زمان بسیاری را خواهد طلبید. همانطور که در بخش مقدمه مطرح شد، یکی از راههای کم‌هزینه برای جمع‌آوری داده زیاد با صرف هزینه کم و از طرفی بسیار قابل اطمینان [۵۱]، جمع‌سپاری است که در ساخت این ابزار نیز به عنوان یک روش اصلی برای مطالعه استفاده‌پذیری و پیدا کردن مشکلات اصلی استفاده‌پذیری در نظر گرفته شده است.

۶-۳ ابزارهای مطالعه استفاده‌پذیری

با بررسی‌های انجام شده از مهرماه سال ۱۳۹۶ تا زمان نگارش این اثر، بیش از ۸۰ ابزار، روش و تکنیک مطالعه و سنجش استفاده‌پذیری مورد بررسی موشکافانه قرار گرفتند که خلاصه این بررسی در جدول ۱ (رجوع شود به پیوست) قابل مشاهده است. لیست این ابزارها با مطالعه منابع برخط موجود و همچنین با فعالیت چند ساله نگارنده در حوزه توسعه سامانه‌های مبتنی بر وب متن‌باز و استفاده از منابع آکادمیک موجود تهیه شده است. با جمع‌آوری داده در مورد این ابزارها، شروع به بررسی نحوه سازوکار آن‌ها کردیم. در مورد برخی از این ابزارها که رایگان و یا متن‌باز بودند، بررسی و استفاده آن‌ها کار آسانی بود و با چندین نمونه آزمایشی توانستیم ویژگی‌های اصلی ابزار را شناسایی کنیم؛ در مورد قسمت دیگر ابزارها که به تمامی پولی بودند و یا استفاده از آن‌ها مستلزم پرداخت هزینه بود (نیمه رایگان)^۱، با استفاده از نقد و بررسی‌های موجود در سطح جوامع برخط و انجمن‌های گفتگو و همچنین دموها و اطلاعات موجود در وبسایت ابزارها که توسط سازندگان در دسترس عموم قرار گرفته بود، اطلاعات مربوط به نحوه کار و استفاده با ابزار را استخراج کردیم که در نهایت تمامی ابزارها را از لحاظ سناریوهای قابل انجام، بررسی نمودیم. شایان ذکر

نم افزاری کسب‌وکارهای نوپا را فراهم کند. بنابراین این پروژه می‌تواند به عنوان یک طرح کسب‌وکاری (Business Plan) اولیه برای سازمان‌های درگیر با کاربران نهایی (B2C) و همچنین کسب‌وکارها (B2B - Business to Business) باشد.

^۳ چرا که این مورد بسته به کاربرد بوده و در جایی که مثلاً حل کردن مشکلات کوچک اهمیت زیادی دارد، می‌باشد در ابتدا مطالعه آزمایشگاهی و در مقیاس کوچک انجام دهیم؛ در موقعیتی هم که یافتن مسائل اصلی از اهمیت بالایی برخوردار است، می‌باشد از مطالعه برخط و سپس مطالعه آزمایشگاهی (به منظور ارائه راه‌حل) استفاده کنیم.

^۱ اصطلاحاً به این نوع استفاده، «Freemium» گفته می‌شود که ترکیبی از دو لغت «Free» و «Premium» می‌باشد. در این حالت معمولاً قسمتی از سرویس - که برای شروع به کار و یا استفاده اولیه می‌باشد - به صورت مجاني در دسترس بوده ولی مصرف‌کننده برای استفاده از ویژگی‌های دیگر ابزار می‌باشد هزینه خاصی را پیدا نماید و یا اشتراک خریداری کند.

است که تعداد بسیار اندکی از ابزارهای مطرح (فقط یک ابزار که روی ردیابی چشم کاربر تاکید دارد) بر آزمایش‌های کوچک بسنده می‌کند و از جمع‌سپاری استفاده نمی‌کند؛ همچنین گفتنی است که هرکدام از این ابزارها، یا از سکوهای جمع‌سپاری^۲ به منظور انجام جمع‌سپاری استفاده می‌کند و یا خودشان با استفاده از قراردادهای داخلی، پلتفرم‌های خصوصی و یا سایر امکانات درون سازمانی خودشان، برای جمع‌آوری داده از روش جمع‌سپاری اقدامات لازم را انجام می‌دهند.

پیش‌تر ده سناریوی مهم برای بررسی و مطالعه استفاده‌پذیری مطرح شد که در جدول ۱، در یک سو این سناریوها قابل مشاهده‌اند و در سویی دیگر ابزارها لیست شده‌اند. به منظور خلاصه‌سازی نتایج حاصل از این مطالعه، هرکدام از این ابزارها را بر حسب نحوه کارکردشان و هدف نهایی هر کدام، در دسته‌هایی قرار می‌دهیم که الزاماً هم از یکدیگر جدا نیستند؛ به عبارت دیگر، یک ابزار می‌تواند در دو یا چند دسته نیز قرار بگیرد.

جدول ۴-۳: دسته‌بندی ابزارهای در این پژوهش برای مطالعه استفاده‌پذیری؛ ابزارها مطابق با هدفی که هرکدام دنبال می‌کنند و نیز کارکردی که برای مصرف‌کنندگان دارند، در دسته‌هایی، که الزاماً از یکدیگر انحصار ندارند، قرار گرفته‌اند.

دسته‌بندی ابزارهای مطرح در این پژوهش برای مطالعه استفاده‌پذیری				
تعداد ابزارها	خروجی	نحوه کار	وروودی	کارکرد و هدف نهایی
۶	داده‌های تجمعی شده و نتیجه نهایی ترجیحات کاربران	نمایش انتخاب‌های موجود به کاربر و دریافت پاسخ از وی و تجمعی داده‌ها	دو یا چندین طرح مفهومی/پیاده‌سازی شده مختلف	انتخابگر میان دو یا چند طرح
۱۵	تحلیل‌های پیشرفته از رفتار کاربران	جمع‌آوری داده از روی پروفایل کاربران، تاریخچه کلیک‌ها، میزان وقت صرف شده در هر صفحه، موقعیت جغرافیایی و ...	نقشه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	تحلیل‌گر
۴	مقدار سازگاری سامانه/صفحه مورد نظر با تغییرات محیطی	بررسی نحوه رفتار سامانه روی مرورگرها و سامانه‌های کاربری مختلف	نقشه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	سنجه‌گر سازگاری با محیط‌های مختلف
۱	عملکرد رفتار کاربر در مواجهه با سامانه	بررسی رفتار کاربر به واسطه حرکات چشم او	محیط آزمایشگاهی و کاربر مورد نظر برای تست	ردیابی‌کننده چشم کاربر

ادامه جدول در صفحه بعد...

^۲ Crowdsourcing Platforms

ادامه جدول ۴-۳

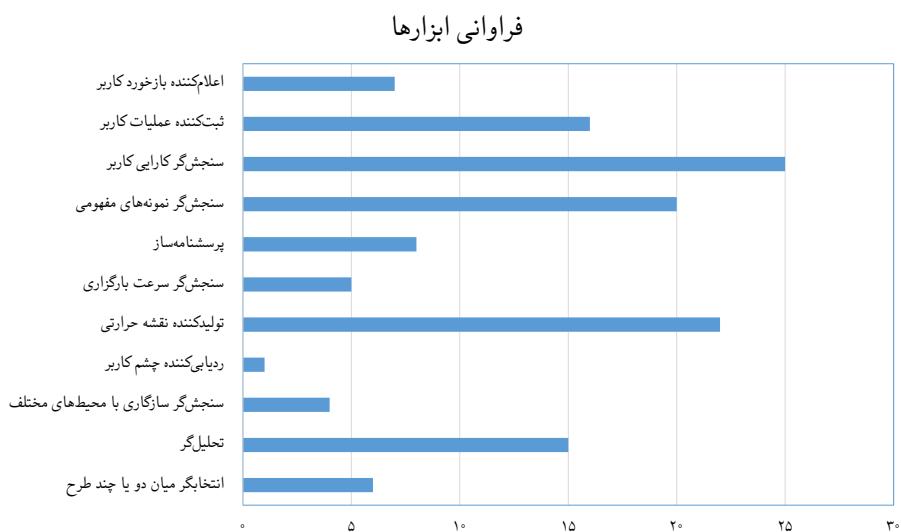
تعداد ابزارها	خروجی	نحوه کار	وروودی	کارکرد و هدف نهایی
۲۲	نقشه‌های حرارتی که نشان‌دهنده نقاط با میزان توجه‌های متفاوت توسط کاربران است	جمع‌آوری داده‌های مربوط به کلیک‌های کاربران	نقطه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	تولیدکننده نقشه حرارتی
۵	کارایی و نحوه پاسخگویی سامانه	دسترسی به سامانه در محیط‌ها و شرایط مختلف	نقطه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	سنجهش‌گر سرعت بارگزاری
۸	پاسخ‌های تجمعی شده و تحلیلی از پاسخ‌های کاربران	پرسش از کاربران و شرکت‌کنندگان در نظرسنجی	سوالات، موارد دارای ابهام و نظرسنجی‌های کیفیتی مطرح	پرسشنامه‌ساز
۲۰	نتایج تجمعی شده از میزان رضایت کاربران از طرح‌های اولیه و مفهومی	طرح سوال از کاربران و درخواست انجام عملیات مشخص روی آنها	نمونه‌های مفهومی و طرح‌های اولیه سامانه	سنجهش‌گر نمونه‌های مفهومی
۲۵	نتایج کارایی کاربران در تعامل با سامانه	طرح پرسش‌هایی به منظور شروع تعامل کاربر و جمع‌آوری پاسخ کاربران	نقطه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	سنجهش‌گر کارایی کاربر
۱۶	نتایج تحلیل شده رفتار کاربر در تعامل با سامانه	ردیابی حرکات کاربر و تعاملات وی با سامانه	نقطه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	ثبت‌کننده عملیات کاربر
۷	تحلیل احساسات نهایی و امتیازات کاربر به سامانه	طرح پرسش‌هایی به منظور شروع تعامل کاربر و جمع‌آوری پاسخ کاربران	نقطه دسترسی به کل یا بخشی از سامانه	اعلام‌کننده بازخورد کاربر

مطابق جدول ۴-۳ و البته شکل ۸-۳ مشاهده می‌شود که بیشترین تمرکز در بین ابزارها، روی سنجهش کارایی کاربران است که برای همین منظور، از تولید نقشه‌های حرارتی^۱ بهره برد می‌شود. همچنین ملاحظه می‌شود که پس از موارد ذکر شده، سنجهش و تست نمونه‌های مفهومی، از جمله هدف‌های محبوب ابزارها بوده است؛ البته با توجه به موارد ذکر شده در فصول پیشین و توجه به این نکته که افزایش استفاده‌پذیری طرح‌های مفهومی و اولیه، باعث کاهش هزینه‌ها و همچنین افزایش رضایت کاربری خواهد

^۱Heatmaps

شد، می‌توانستیم از ابتدا نیز پیش‌بینی کنیم که رفع نواقص نمونه‌ها و طرح‌های اولیه از اهداف مهم ابزارها می‌باشد.

حال با شناخت اهداف هر کدام از این ابزارها، بد نیست به نحوه اندازه‌گیری خصیصه‌های کیفیتی مرتبط با استفاده‌پذیری در هر کدام بپردازیم. با بررسی این ۸۳ ابزار و با تجمعی داده‌های موجود در جدول ۱ می‌توان به یک سری الگوی تکراری در روش‌های اندازه‌گیری رسید که به طور کاملاً مجزا و در ابزارهای متفاوتی دیده می‌شوند. به منظور جمع‌آوری این الگوها و بحث در مورد هر کدام، به بررسی موردنی هر کدام از ابزارها پرداختیم؛ در این بررسی، سوال اصلی این بود که ابزار مورد نظر چگونه برای رسیدن به هدف مورد نظر و ماموریت خاص خود، به سنجش و اندازه‌گیری خصیصه‌های کیفیتی مرتبط با استفاده‌پذیری می‌پردازد؟ با استفاده از داده‌هایی که از ابزارهای مختلف داشتیم، سعی در نامگذاری برای هر الگوی مورد استفاده توسط گروهی از ابزارها کردیم. با در نظر گرفتن هدف هر ابزار و همچنین پاسخ دادن به سوال فوق در مورد هر ابزار، به نتایج بسیار جالبی رسیدیم که خلاصه آن‌ها در جدول ۳-۵ بیان شده است.



شکل ۳-۸: فراوانی ابزارهای موجود در هر دسته مطرح

جدول ۳-۵: فراوانی ابزارهای بررسی شده و الگوهای مورد استفاده توسط هر کدام؛

فراوانی ابزارهای بررسی شده و الگوهای مورد استفاده توسط هر کدام		
فراوانی ابزارها	روش سنجش و اندازه‌گیری	سناریوی مطرح
۷	پرسشنامه‌منی و تصویری	انجام یک تراکنش ادامه جدول در صفحه بعد...

ادامه جدول ۳-۵

فراوانی ابزارها	روش سنجش و اندازهگیری	سناریوی مطرح
۳	تست پیمایشی	
۱۴	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	
۱۰	تست ترجیح	
۶	تست‌های مرتبط با حافظه کوتاه‌مدت	مقایسه محصولات
۱۳	پرسشنامه متنی و تصویری	
۶	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	ارزیابی استفاده مکرر از محصول
۶	تست‌های مرتبط با حافظه کوتاه‌مدت	
۷	تست پیمایشی	
۹	پرسشنامه متنی و تصویری	
۱۴	تست پیمایشی	ارزیابی پیمایش و معماری اطلاعات سامانه
۱	استفاده از حسگر ردیاب چشم	
۸	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	
۷	پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی	افزایش آگاهی
۵	تست ترجیح	
۶	بررسی فنی و جزئیات کد	
۹	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	کشف مشکل
۹	پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی	
۱	استفاده از حسگر ردیاب چشم	
۱۱	پرسشنامه متنی و تصویری	
۱	استفاده از حسگر ردیاب چشم	
۸	تست ترجیح	حداکثرسازی استفاده‌پذیری یک محصول حیاتی
۴	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	
۳	پرسشنامه متنی و تصویری	
۸	تست ترجیح	ایجاد تجربه کاربری مثبت
ادامه جدول در صفحه بعد...		

ادامه جدول ۳-۵		
فراوانی ابزارها	روش سنجش و اندازهگیری	سناریوی مطرح
۷	پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی	ارزیابی تاثیرات تغییرات جزئی و نامحسوس
۶	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	
۳	بررسی فنی و جزئیات کد	
۱	استفاده از حسگر ردیاب چشم	
۵	تست ترجیح	
۹	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	
۷	پرسشنامه متنی و تصویری	
۶	تست‌های مرتبط با حافظه کوتاه‌مدت	
۱۰	تست ترجیح	
۷	پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی	
۹	پرسشنامه متنی و تصویری	مقایسه طراحی‌های مختلف
انتهای جدول		

با استفاده از تجمعی داده‌های جدول ملاحظه می‌شود که به منظور انجام یکی از ده سناریوی مطرح در مطالعه استفاده‌پذیری، این ابزارها از الگوهای مشترک و مشخص استفاده می‌کنند که می‌توان آن‌ها را در دسته‌های یکسان قرار داد. شایان ذکر است که طبق جدول ۳-۴، یک ابزار می‌تواند بیش از یک هدف و سناریو را مدنظر قرار دهد، به همین منظور دسته‌بندی این جدول، به طور کامل فضای ابزارهای مورد بررسی را افزای نمی‌کند و در نتیجه ابزارهایی را می‌توان یافت که از چندین الگو برای انجام یک یا چندین سناریو استفاده می‌کنند.

با مطالعه ابزارها و روش‌های موجود، الگوهای مشابهی از اعمال و راه حل‌ها برای حل مسائل مشاهده می‌شوند. مطابق جدول ۳-۵ هشت الگوی تکراری به منظور سنجش استفاده‌پذیری در این ابزارها دیده می‌شود که عبارتند از:

۱. پرسشنامه متنی و تصویری: در رابطه با یک یا چند تصویر مرتبط با یک طرح مفهومی یا نتیجه حاصل از یک کد، سوالاتی که اغلب پاسخ چندگزینه‌ای داشته، ولی می‌توانند پاسخ‌های کوتاه و بلند نیز داشته باشند، پرسیده می‌شود. در صورتی که پاسخ‌هایی غیر از چندگزینه‌ای از کاربران خواسته شود، می‌بایست پردازش‌های دیگری به منظور تحلیل دادگان آن‌ها انجام شود. البته باید توجه داشت که گاهی حتی سوالات به صورت تمام متنی هم هستند و ممکن است تصویری در پرسشنامه نباشد.

۲. تست پیمایشی: با استفاده از طرح‌های مفهومی و یا صفحات اچتی‌ام‌آل پیاده‌سازی شده، درخواست انجام یک یا چند عمل مشخص از کاربر می‌شود و پاسخ‌های وی با در نظر گرفتن زمان پاسخ ثبت

می‌شوند.

۳. ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی: تمام تعاملات کاربر که از طریق دستگاه ورودی ماوس و حتی گاها کیبرد هستند، با رعایت ترتیب زمانی و زمان رخداد، ذخیره شده و مورد بررسی و تحلیل واقع می‌شوند.

۴. تست ترجیح: دو یا چند نمونه از طرح‌های اولیه و یا رابطه‌های پیاده‌سازی شده به کاربر نمایش داده می‌شوند و از وی در مورد ترجیحاتش سوال پرسیده می‌شود.

۵. تست‌های مرتبط با حافظه کوتاه مدت: به مدت محدودی، قسمتی از محتوا و یا واسط کاربری، مورد نمایش قرار می‌گیرد و پس از اتمام مهلت نمایش، از کاربر سوالاتی پرسیده می‌شود.

۶. استفاده از حسگر ردیاب چشم: این الگو که نوعی پروفایل‌سازی از کاربر است، با استفاده از تجهیزات اختصاصی و به منظور بررسی موشکافانه رفتار کاربر در تعامل با سیستم، انجام می‌شود. در نهایت از حسگر نیز به عنوان یک دستگاه ورودی استفاده شده است و تفاوت چندانی با حالت ذخیره‌سازی تعاملات با ماوس و کیبرد ندارد جز اینکه، جزئیات در اینجا بیشتر مورد توجه هستند.

۷. پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی: به طور خاص در مورد طرح‌های اولیه و خام و مفهومی که هنوز پیاده‌سازی نشده‌اند، سوالاتی از شرکت‌کننده پرسیده می‌شود.

۸. بررسی فنی و جزئیات کد: در این الگو، به طور خاص، روی کد تولید شده تمرکز می‌شود و ابزار، اغلب به صورت اتوماتیک و صرفا با دریافت برخی از تنظیمات توسط کاربر، به بررسی جزئیات کد می‌پردازد. تمرکز اصلی در اینجا کشف خطاهای ناخواسته و غیرقابل تشخیص توسط انسان است که می‌تواند نقش شگرفی در افزایش استفاده‌پذیری بازی کند.

با توجه به اطلاعات موجود در فصل‌های گذشته و با بررسی ابزارها، رویکردها و تکنیک‌های موجود در مطالعه استفاده‌پذیری، می‌توان گفت که هر ده سناریوی مطرح در مطالعه استفاده‌پذیری، از اهمیت خاصی برخوردارند که نمی‌توان منکر آن بود و در افزایش استفاده‌پذیری یک محصول، فارغ از ویژگی‌های تجاری محصول، تمامی سناریوها می‌بایست مورد نظر باشند. بنابراین با استفاده از مدل معرفی شده در منبع [۳] می‌بایست برای تمامی خصیصه‌های عنوان شده، یک یا چند روش اندازه‌گیری و یا زیرخصوصیه مطرح کنیم که بتوانیم به پیاده‌سازی ابزاری کارا و موثر در مطالعه استفاده‌پذیری، بپردازیم. در فصل بعد به این مهم و همچنین ویژگی‌های ابزار هدف پرداخته‌ایم.

۷-۳ راستی آزمایی مطالعات جمع‌سپاری

توجه به این نکته حائز اهمیت است که راستی آزمایی و همچنین اثبات درستی ادعای کاربران شرکت کننده در مطالعات برخط، به خصوص هنگامی که بحث جمع‌سپاری در میان است، کارآسانی نبوده و از زمان مطرح شدن کاربردهای جمع‌سپاری، افزایش کیفیت محصول نهایی در روش‌های درگیر با جمع‌سپاری نیز، همواره مطرح بوده است [۵۱]. در سال‌های اخیر به طور خاص، حجم تحقیقاتی که به مطالعه و بررسی رفتار کاربران تولید کننده محتوای هرز^۱ و همچنین از بین بردن تاثیر این رفتارها و محتواها روی مطالعات مبتنی

^۱Spammer

بر جمع‌سپاری، بیشتر شده است که شاید گل سرسبد این تحقیقات را می‌توان در یک بررسی کلی و جامع از سوی آفای لی و همکارانش در مرجع [۵۱] را شاهد هستیم؛ این پژوهش، تحقیقات انجام شده در راستای بهینه‌سازی فرآیندها و مطالعات مربوط به جمع‌سپاری تا سال ۲۰۱۶ را، در سه بعد کنترل کیفیت، کنترل هزینه و کنترل تاخیر دستیابی به نتیجه بررسی می‌کند و با بررسی بیش از صد کار پژوهشی برتر در زمینه روش‌های مرتبط با کنترل، مدیریت و افزایش کیفیت خروجی فرآیند جمع‌سپاری، چندین دسته رویکرد کلی مطرح می‌نماید:

۱. مدل‌سازی کارگران^۱ به منظور شناخت کیفیت کارهایی و قضاوت نتیجه از روی کیفیت کار هر کارگر و در صورت نیاز، حذف نتایج مربوط به کارگران با کیفیت کم،
۲. حذف کارگران^۲ با کیفیت کم به منظور جلوگیری از بروز ابهام و یا افت کیفیت در خروجی نهایی جمع‌سپاری و کاهش راندمان سامانه،
۳. تجمعیع پاسخ‌ها^۳ و قضاوت از روی تفاوت پاسخ‌های هر کارگر به سوالات و شرایط مختلف،

۴. تخصیص وظایف^۴ (کارگرهای) متناسب به یک کارگر به منظور حداکثر کردن کیفیت خروجی نهایی. بدیهی است که استفاده از هرکدام از رویکردهای فوق هزینه‌هایی به همراه دارد که از جمله آن هزینه‌ها می‌توان به پیچیدگی بیش از حد در پیاده‌سازی اشاره کرد؛ البته ناگفته نماند که هرچقدر وسعت کار بیشتر شده و جوامع بزرگتری در جمع‌سپاری شرکت‌کنند، اهمیت کار کنترل کیفیت بیش از پیش خواهد شد و چه بسا که هزینه‌های زیاد کنترل کیفیت، به افزایش کیفیت خروجی آن بچرید؛ اما بد نیست به این نکته توجه کنیم که تمرکز اصلی این پروژه روی ساخت ابزاری برای افزایش استفاده‌پذیری است و نه ساخت یک سکوی جمع‌سپاری پیشرفته. بنابراین استفاده از رویکردهای پیچیده و هزینه‌بر در این پروژه، ممکن است سود چندانی در نهایت نداشته باشد.

از جمله روش‌های بسیار ساده‌ای که طبق مطالعات انجام شده در مرجع [۵۱]، در سال‌های اخیر به منظور جلوگیری از تاثیرگذاری محتوای هرز روی نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از جمع‌سپاری مطرح شده است، روش مدل‌سازی کارگران نامیده می‌شود. اساساً این رویکرد فرضیاتی را در نظر می‌گیرد که برای محقق استفاده کننده از جمع‌سپاری معلوم‌اند ولی برای کارگران نامعلوم؛ در نتیجه کارگران در مواجهه با مسائلی که از این فرضیات تغذیه می‌شوند، رفتاری از خود بروز می‌دهند و نتایجی را باقی می‌گذارند که محقق می‌تواند روی تاثیر یا عدم تاثیر آن رفتار یا بازخورد قضاوت کند و آستانه مشخصی روی کیفیت کار کارگران بگذارد. می‌توان ایده را به صورت ساده‌تر و به شرح مقابل توضیح داد: اگر کارگری در فرآیند جمع‌سپاری، به سوال یا درخواستی بسیار ساده و بدیهی (از دیدگاه محقق) واکنش و پاسخی نامتعارف و یا ناصحیح بدهد، کیفیت کار وی پایین شناخته شده و خروجی رفتار وی از جمله کاندیداهای حذف در نتیجه‌گیری نهایی است.

طی این مدل‌سازی، به هر کدام از کاربران عددی بین یک تا صفر، تحت عنوان q تخصیص داده می‌شود که این عدد بیانگر تعداد پاسخ‌های درست کاربر به درخواست‌ها و سوالات است [۵۱]. به عبارت دیگر می‌توان گفت:

$$q = Pr(p = t) \quad (1-3)$$

¹Worker Modeling

²Worker Elimination

³Answer Aggregation

⁴Task Assignment

که نماد p در اینجا پاسخ کارگر به درخواست بوده و نماد t بیانگر پاسخ درست درخواست است. مرجع [۵۱] همچنین مجدداً یادآوری می‌کند که به دلیل تک‌بعدی و احتمالاتی بودن q ، برخی از پژوهش‌های پیشین سعی در دخیل کردن پارامترهای تاثیرگذار همچون سابقه کارگر و یا گستردگر کردن محدوده q و سایر رویکردها را به منظور افزایش هرچه بهتر این کیفیت دارند که مجدداً باید خاطرنشان شد که به خاطر پیچیدگی زیاد، از ذکر جزئیات صرف نظر می‌شود.

همانطور که مشخص است، فرض این رویکرد در وجود حقیقت محضی است که محقق (درخواست دهنده جمع‌سپاری) از آن مطلع است و معیار سنجش کار کارگران قرار می‌گیرد که البته میزان سختی انجام درخواست، با هدف تعیین کیفیت کارگران، کاملاً بستگی به محقق دارد. در بعضی مطالعات ممکن است صرفاً به جهت تشخیص دادن ربات از انسان و جلوگیری از تاثیرگذاری ربات‌ها روی مطالعه، این کار انجام شود و در بعضی دیگر، همانند برخی مطالعات استفاده‌پذیری، به منظور یافتن کاربران تولیدکننده هرزنامه.

جدول ۶-۳: رتبه بندی روش‌های مطرح برای کنترل کیفیت جمع‌سپاری؛ با توجه به اطلاعات به دست آمده از دانش زمینه، می‌توان روش‌های مطرح را از نظر کم‌هزینه بودن و سادگی رتبه‌بندی کرد. بر این اساس آسان‌ترین راه حل برای کنترل کیفیت مطالعات جمع‌سپاری، استفاده از رویکرد مدل‌سازی کارگران است اما باید توجه داشت که این رویکرد الزاماً به معنی بهترین نتیجه نخواهد بود. همچنین توجه شود که طبق مرجع ذکر شده، مقایسه کیفیت کار خروجی به عوامل بسیار زیادی بستگی دارد و نمی‌توان در برابر همچون پیچیدگی، آن را مقایسه کرد.

رتبه در پیاده‌سازی آسان	شرط لازم برای انجام پاسخ مشخص	رویکرد
۱	داشتن درخواست‌هایی با پاسخ مشخص	مدل‌سازی کارگران
۲	دخیل کردن پارامترهای دیگر در مدل‌سازی کارگران از جمله پیشنهای تاریخی وی	حذف کارگران کم‌کیفیت
۳	به کار بودن استراتژی رایگیری در انجام وظایف	تجمیع پاسخ‌ها و در نظر گرفتن تفاوت‌های کارگران
۴	شناسایی ویژگی‌های هر کارگر (درخواست) و تناظر آن با درخواست (کارگر) متناسب با آن	تخصیص وظایف منحصر به فرد به هر کارگر

چکیده‌ای از بحث‌های مطرح شده در مورد مدیریت کیفیت خروجی فرآیند جمع‌سپاری را می‌توان در جدول ۶-۴ مشاهده کرد؛ طبق این طبقه‌بندی، برای کاربردهای کوچک و مطالعاتی نه چندان بزرگ، استفاده از رویکردهای ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر می‌تواند به عنوان هیوریستیکی برای کم کردن هزینه‌های ناشی از پیاده‌سازی باشد؛ پیاده‌سازی‌هایی همچون این پروژه که تمرکز اصلیشان چیزی غیر از جمع‌سپاری است و از جمع‌سپاری به عنوان راهکاری برای حل مسئله خود استفاده می‌کنند.

فصل چهارم

پیاده‌سازی

خاصیتهای مطرح در مدل کیفیتی انتخاب شده، به طور خاص بیان‌گر نحوه اندازه‌گیری نیستند و می‌بایست به منظور رسیدن به یک ابزار درست، در ابتدا مدل کیفیتی انتخاب شده را کمی شفاف‌تر کنیم تا نیازمندی‌ها به صورت دقیق‌تر مشخص شوند. به همین منظور می‌بایست تمامی یازده خصیصه کیفیتی مرتبط با استفاده‌پذیری را به تفصیل شرح داده و روش‌های اتخاذی خود را برای اندازه‌گیری هرکدام مطرح کنیم. از آنجا که هدف این پروژه تولید یک نرم‌افزار است، می‌بایست در قدم بعدی به بیان نمودارهای مرتبط بپردازیم و پس از پیاده‌سازی آزمایش‌های لازم را انجام داده و نتایج را ذکر کنیم. در طول این فصل به موارد ذکر شده پرداخته‌ایم که به ترتیب مورد بحث واقع شده‌اند.

۱-۴ نیازمندی‌ها

ابزار مورد نظر می‌بایست قابلیت اندازه‌گیری استفاده‌پذیری در ذیل مدل کیفیتی مطرح شده در فصل پیشین (مدل تولیس [۳]) را داشته باشد. بنابراین توجه به خصیصه‌های کیفیتی مطرح شده در این مدل، اولویت شماره اول است. بررسی مدل‌های کیفیتی مختلف (رجوع شود به جدول ۱-۳) بیان‌گر این است که در تبیین مدل‌های کیفیتی به دلیل کل‌نگر بودن و پرهیز از انحصاری شدن، می‌بایست تا حد امکان از بیان جزئیات خصیصه‌ها خودداری کرد؛ اما در ساخت ابزارهای آزمون و سنجش کیفیت، بدون داشتن جزئیات کافی از نحوه اندازه‌گیری، نخواهیم توانست که به سرمنزل مقصود بررسیم. بنابراین می‌توان گفت که مهم‌ترین رسالت این پروژه، پر کردن خلا بین نیازمندی‌های نرم‌افزاری و مدل کیفیتی اتخاذ شده است.

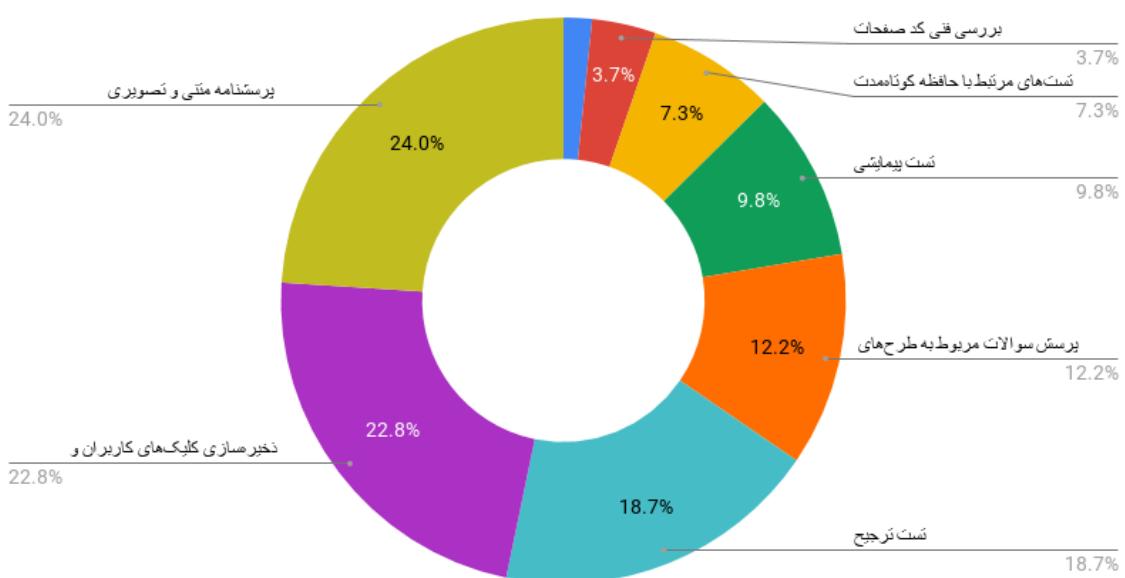
۱-۱-۴ تجمعی نتایج پیشین و جمع‌بندی

جدول ۱-۴: تجمعی نتایج بررسی بهترین روش‌ها و ابزارها؛ مطابق این تجمعی، مشاهده می‌شود که در ابزارها و روش‌ها و تکنیک‌های مطالعه استفاده‌پذیری، هشت الگوی تکراری، به منظور انجام ده سناریوی مهم در مطالعه استفاده‌پذیری استفاده شده‌اند.

دفعات تکرار الگو	روش سنجش و اندازه‌گیری
۴	استفاده از حسگر ردیاب چشم
۹	بررسی فنی کد صفحات
۱۸	آزمون‌های مرتبط با حافظه کوتاه‌مدت
۲۴	آزمون پیمایشی
۳۰	پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی
۴۶	آزمون ترجیح
۵۶	ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی
۵۹	پرسشنامه متنی و تصویری

با توجه به جدول ۵-۳ و همچنین نتایج ذکر شده در انتهای فصل پیشین، می‌توان به منظور درک اهمیت هرکدام از الگوهای مطالعه دیگری انجام داد؛ بد نیست به تجمعی داده‌های موجود در این جدول بیندیشیم. در این صورت به نتیجه بسیار جالب ذکر شده در جدول ۱-۴ خواهیم رسید که شکل ۱-۴ نیز بیان‌گر چهره

دیگری از این جدول می‌باشد؛ بر اساس اطلاعات موجود در این شکل، ملاحظه می‌شود که دو الگوی بررسی فنی کد و استفاده از ردیاب، در تعداد کمی از مطالعات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در عمل، این دو الگو به خاطر بررسی مواردی خاص در نظر گرفته شده‌اند که در این موارد به منظور رسیدن به نتیجه‌ای مطلوب، می‌بایست از این‌چنین جزئیاتی نیز اطلاع داشته باشیم. اما نباید از این نکته غافل شد که این دو الگو نیازمند صرف وقت و هزینه بسیار زیادی می‌باشند؛ بدینهی است که برای ثبت داده‌های مربوط به نقطه تمرکز چشم کاربر، نیازمند شرایط، تجهیزات و فضای آزمایشگاهی خاص و گران قیمت خواهیم بود. همچنین به منظور بررسی دقیق و موشکافانه کد تولید شده نهایی، می‌بایست زمان زیادی را در ابتدا برای تولید ابزار طی کنیم که مطلوب ما نیست و می‌توان از سرویس‌هایی آماده و رایگانی همچون Google Lighthouse استفاده کرد.



شکل ۱-۴: درصد فراوانی تکرار هر الگو در ابزارهای مورد بررسی؛ مشاهده می‌شود که الگوهای ردیابی چشم و همچنین بررسی فنی کد، به دفعات کمتری مورد استفاده قرار گرفته‌اند چرا که کاربر بسیار محدود و جزئی ای در مطالعه استفاده‌پذیری دارند. در مقابل اما پرسشنامه‌ها و روش‌های پروفایل‌سازی بیشتر مطرح بوده‌اند.

۲-۱-۴ تحلیل و پایش

حال به منظور مرور خصیصه‌های استفاده‌پذیری و همچنین سناریوهای مطالعه استفاده‌پذیری و نیز اختصاص دادن یک شماره به هر کدام، در ادامه مجدداً آن‌ها را یادآوری می‌کنیم؛ مطابق جدول ۲-۳، سناریوهای مطالعه استفاده‌پذیری و خصیصه‌های مورد توجه در هر کدام عبارتند از:

۱. انجام یک تراکنش: در این سناریو، خصیصه‌های «موفقیت آمیز بودن وظیفه»، «بهره‌وری کاربر»، «خصیصه‌های موردنی»، «خصیصه‌های خود اعلامی» و همچنین «خصیصه‌های وبسایت بلادرنگ» می‌توانند مورد اندازه‌گیری و سنجش قرار می‌گیرند.
۲. مقایسه محصولات: با انجام این سناریو، می‌توان خصیصه‌های «موفقیت آمیز بودن وظیفه»، «بهره‌وری کاربر»، «خصیصه‌های خود اعلامی» و همچنین «خصیصه‌های ترکیبی و مقایسه‌ای» را مورد بررسی،

سنجدش و اندازه‌گیری قرار داد.

۳. ارزیابی استفاده مکرر از محصول: که در صورت انجام، «موفقیت‌آمیز بودن وظیفه»، «زمان انجام وظیفه»، «بهره‌وری»، «یادگیری‌پذیری» و نیز «خصیصه‌های خود اعلامی» را می‌توان مورد سنجدش قرار داد.
۴. ارزیابی پیمایش و معماری اطلاعات سامانه: با اجرای این سناریو می‌توان «موفقیت‌آمیز بودن وظیفه»، «خطاهای»، «بهره‌وری کاربر» و همچنین «الگوهای مرتب‌سازی» را مورد سنجدش و ارزیابی قرار داد.
۵. افزایش آگاهی: با انجام مطالعه استفاده‌پذیری به منظور رسیدن به این هدف، می‌توان «خصیصه‌های خود اعلامی»، «خصیصه‌های فیزیولوژیکی و رفتاری» و همچنین «خصیصه‌های وبسایت بلاذرنگ» را مورد بحث و بررسی قرار داد.
۶. کشف مشکل: با در نظر قرار دادن این سناریو در انجام مطالعات استفاده‌پذیری، می‌توان «خصیصه‌های موردی» و «خصیصه‌های خود اعلامی» را مورد سنجدش و ارزیابی قرار داد.
۷. حداکثرسازی استفاده‌پذیری یک محصول حیاتی: هنگامی که این هدف مدنظر باشد، می‌توان «موفقیت‌آمیز بودن وظیفه»، «خطاهای» و «بهره‌وری کاربر» را مورد توجه، سنجدش و ارزیابی قرار داد.
۸. ایجاد تجربه کاربری مثبت: در مطالعه استفاده‌پذیری به منظور ایجاد تجربه کاربری مثبت، «خصیصه‌های خود اعلامی» و همچنین «خصیصه‌های فیزیولوژیکی و رفتاری» که جزئی از ویژگی‌های کاربر نیز هستند، می‌توانند مورد توجه، ارزیابی و سنجدش قرار بگیرند.
۹. ارزیابی تاثیرات تغییرهای جزئی و نامحسوس: اگر مطالعه‌ای با این هدف انجام بگیرد، می‌تواند خصیصه‌ای همچون «خصیصه‌های وبسایت بلاذرنگ» را با جزئیات زیادی مورد توجه خود واقع کند و به سنجدش آن‌ها بپردازد.
۱۰. مقایسه طراحی‌های مختلف: که بیشتر به منظور بیشینه کردن راحتی کاربران هستند، می‌توانند برای سنجدش و ارزیابی «موفقیت‌آمیز بودن وظیفه»، «زمان انجام وظیفه»، «خصیصه‌های موردی»، «خصیصه‌های خود اعلامی» و همچنین «خصیصه‌های ترکیبی و مقایسه‌ای» به کار گرفته شوند.

جدول ۲-۴: نیازمندی‌های کشف شده برای ابزار هدف؛ این نیازمندی‌ها از روی الگوهای مطالعه و سنجش استفاده‌پذیری به دست آمده‌اند و طبق اطلاعات این جدول، به نظر می‌رسد که در صورت استفاده از این الگو، می‌توان بعد کاملی از مدل کیفیتی را، در مورد مطالعه استفاده‌پذیری، به کار برد. وقت شود که اعداد مربوط به سناریوهای مطالعه استفاده‌پذیری، اعداد ذکر شده در متن هستند.

الگو	سناریو(ها)ی قابل انجام	نیازمندی ابزار
پرسشنامه متنی و تصویری	۱۰، ۹، ۸، ۶، ۴، ۲، ۱	دارا بودن امکان آپلود تصاویر و متن متعدد در قالب یک پرسشنامه و همچنین جمع‌آوری پاسخ کاربران
ذخیره‌سازی کلیک‌های کاربران و پروفایل‌سازی	۸، ۷، ۶، ۴، ۳، ۱	استفاده از زبان تحت وبی که به رخدادهای مرورگر پاسخ دهد
آزمون ترجیح	۱۰، ۹، ۸، ۷، ۵، ۲	دارا بودن امکان آپلود تصاویر متعدد و نمایش آن‌ها در کنار هم و جمع‌آوری پاسخ کاربران
پرسش سوالات مربوط به طرح‌های مفهومی	۱۰، ۸، ۶، ۵	دارا بودن امکان آپلود تصاویر و متن متعدد در قالب یک پرسشنامه و همچنین جمع‌آوری پاسخ کاربران
آزمون پیمایشی	۴، ۳، ۱	دارا بودن امکان نمایش چندین عکس به طور متواലی و ذخیره پاسخ کاربر و زمان سپری شده توسط وی روی هر کدام
آزمون‌های مرتبط با حافظه کوتاه مدت	۹، ۳، ۲	استفاده از زبانی که به رخدادهای مرورگر پاسخ دهد و همچنین قابلیت نمایش زمان دار موارد به کاربر

چارچوب جمع‌سپاری

در شکل ۵-۱ چارچوبی برای انجام مطالعات جمع‌سپاری مطرح شد که هم‌اکنون می‌بایست اجزای آن را تعریف و تحلیل کنیم. جزء عملگر جمع‌سپاری، توابع تجمعی داده ما خواهند بود که به طور عمومی میانگین‌گیری و همچنین محاسبه کران بالا و پایین و نیز ابزارهای رسم نمودار خواهند بود. در ابعاد کنترل فرایند جمع‌سپاری که می‌بایست به سه بعد هزینه، تاخیر و کیفیت توجه کنیم، ذکر این نکته حائز اهمیت است که به دلیل مشخص بودن و همچنین کوچک بودن اندازه وظایف قابل تعریف توسط ابزار (در ادامه ذکر شده) هزینه‌ای به منظور مدیریت وظایف و نحوه محول کردن آن‌ها به کاربران بر دوش ما نخواهد بود؛ همچنین بروز تاخیر و قیمت‌گذاری روی وظایف در اینجا مطرح نیست چرا که اندازه وظایف تعریف شده توسط ابزار بسیار کوچک بوده و سطح هوشمندی بالایی نیز نیاز ندارد. در بعد طراحی وظایف نیز، با توجه به الگوهای ذکر شده، می‌توان تست‌هایی را تعریف کرد که در ادامه بیشتر مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین به منظور استفاده از سکوهای جمع‌سپاری نیز تدبیری اندیشیده شده که اولی، استفاده از سکوی جمع‌سپاری «Figure-Eight» بوده و دومی جمع‌آوری داده‌ها روی خود ابزار است.

با استفاده از اطلاعات ذکر شده و با توجه به تعریف‌هایی که از خصیصه‌های کیفیتی در فصل سوم مطرح شد، با نگاهی بر ابزارهای مطرح و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها و توجه به این نکته که این روش‌ها و ابزارها، در زمان نگارش این اثر، جزو بهترین روش‌ها^۱ و ابزارهای موجود می‌باشند، می‌توان به طور خلاصه استراتژی مطرح برای اندازه‌گیری هر کدام از خصیصه‌ها را در قالب جدول ۲-۴ مطرح کرد؛ توجه به این نکته حائز اهمیت است که از دو الگوی هزینه‌بر ذکر شده صرف نظر شده است و نهایتاً در ابزار هدف، به منظور

^۱ Best Practice

اندازه‌گیری و سنجش خصیصه‌های کیفیتی مطرح شده در مدل تولیس، از ۶ الگوی مطرح شده در جدول ۲-۴، استفاده می‌شود.

با توجه به پوشا بودن این نیازمندی‌ها^۲، می‌بایست به جنبه دیگر نیازمندی‌ها -نباید غافل شد که ما در پی ساخت ابزاری به منظور مطالعه استفاده‌پذیری به صورت برخط و با استفاده از جمع‌سپاری هستیم- پرداخت. با توجه به اینکه این ابزار در دسترس افراد زیادی خواهد بود، می‌بایست مدیریت حساب، احراز هویت، و حفظ حریم خصوصی افراد، به عنوان یک نیازمندی مهم مدنظر باشد.

همچنین از جدول ۲-۴ برمی‌آید که یک نیازمندی پنهان نیز کشف شده است و آن چیزی نیست جز، الزام پاسخگو بودن زبان مورد استفاده به رخدادهای مرورگر. باید در نظر داشت که ابزارهای ذکر شده در جدول ۱ از زبان‌های «Java» گرفته تا زبان‌های «PHP» و حتی چارچوب‌های برنامه‌نویسی‌ای^۳ همچون «.Net». مایکروسافت تا چارچوب «Django» را استفاده کرده‌اند و نمی‌توان قضایت خاصی از روی تاریخچه استفاده این ابزارها از زبان یا چارچوب خاصی کرد. اما با مشاهده راستای^۴ تکنولوژی سامانه‌های تحت وب، می‌توان گفت که زبان «Javascript» و به طور خاص چارچوب «Nuxt.js» می‌تواند برای پروژه جاری بسیار مناسب باشد. جمله پیشین بدون منبع آکادمیک است؛ ولی در جمع توسعه‌دهندگان اهل فن، پذیرفته و بدیهی به نظر می‌رسد و می‌توان آن را یک «Best-Practice» در نظر گرفت [۵۳]-[۵۵]؛ از طرفی باید در نظر داشت که سامانه‌های کاربردی تحت وب تک صفحه^۵ به آسانی توسط این چارچوب زبان «Javascript» قابل توسعه و پیاده‌سازی هستند که گزینه ایده‌آلی برای این پروژه می‌باشد [۵۶]-[۵۷].

به عنوان طراح و مجری یک ابزار با هدف افزایش استفاده‌پذیری و با در نظر گرفتن این حقیقت که استفاده‌پذیری ارتباط تنگاتنگی با کاربر نهایی دارد، می‌بایست همواره مخاطب خود را شناسایی کنیم؛ چرا که از جمله اساسی‌ترین حقیقت‌ها در مهندسی نرم‌افزار، تطابق حداقلی نیازمندی‌ها با محصول نهایی است [۵]. بنابراین مخاطب یک سامانه، عامل اصلی تعیین‌کننده موفقیت آن سامانه در اراضی نیازهای وی است که استفاده‌پذیری نیز از این اصل جدا نیست. بنابراین لازم است در مطالعه استفاده‌پذیری سلایق و نظرات کاربران هم‌جوار با محدوده کاربران محصولات خود را در نظر گرفته و از آن‌ها به عنوان فرستی برای افزایش کیفیت محصولات خود استفاده کنیم.

اما شایان ذکر است که استفاده وسیع (در دسترس بودن برای عموم)، از جمله ویژگی‌هایی است که برخی ملاحظات امنیتی از جمله مقابله با هرزنامه‌ها را نیز به همراه دارد. مجدداً به عنوان طراح ابزاری که از جمع‌سپاری برای نتیجه‌گیری استفاده می‌کند، همانطور که مطالعات متعددی از جمله [۵۱] نشان می‌دهند، می‌بایست در نظر داشته باشیم که کیفیت خروجی نهایی ممکن است بسیار دستخوش تغییرات نامطلوب گردد و به همین جهت، می‌بایست تدبیری برای کنترل و مدیریت کیفیت فرآیند جمع‌سپاری در نظر داشته باشیم. با در نظر گرفتن فصل پیشین و با بررسی روش‌های موجود، می‌توان استفاده از رویکرد مدل‌سازی کارگران را یک راه حل مناسب برای این چالش فعلی دانست. چرا که کیفیت حداقلی را تضمین کرده و هزینه زیادی نیز متحمل نخواهد کرد؛ تضمین حداقلی کیفیت به خاطر این است که آزمون‌گر می‌تواند پاسخ‌هایی

² به این معنا که در صورت پیاده‌سازی شدن این نیازمندی‌ها، یک بعد از مدل کیفیتی که در مطالعات برخط می‌توان به آن‌ها پرداخت، به تمامی قابل حصول است و در واقع در مطالعه استفاده‌پذیری با این ابزار، می‌توان مطمئن شد که تمامی خصیصه‌های کیفیتی را می‌توان مورد سنجش و اندازه‌گیری قرار داد؛ چرا که طبق جدول‌های ۴-۳ و ۲-۴ در صورت قادر بودن به انجام سفاریوهای ذکر شده، می‌توان تمام خصیصه‌های مطرح در مدل کیفیتی را مورد سنجش و ارزیابی قرار داد.

³Framework

⁴Trend

⁵Single Page Applications (SPAs) on Web

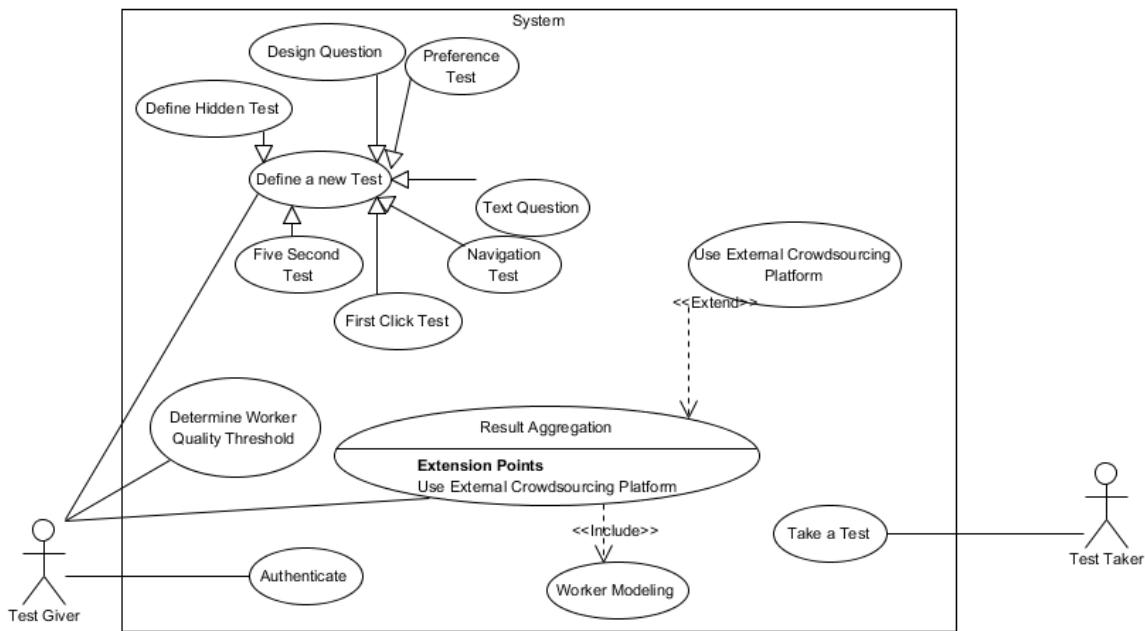
که کیفیت مطلوبی ندارند را از گردونه محاسبات خارج کرده و در تحلیل‌های نهایی، تاثیری از پاسخ‌های بی‌کیفیت نباشد. باید توجه داشت که این روش، مساوی و معادل با روش حذف کارگران بی‌کیفیت نیست. چرا که در اینجا ساده‌ترین حالت فرض شده و هیچ پروفایلی برای کاربران ساخته نمی‌شود. بنابراین بعد دیگری از نیازمندی‌های ابزار را اینجا نیز بررسی کردیم.

۳-۱-۴ مهندسی نیازمندی‌ها

توجه به این نکته حائز اهمیت خواهد بود که به منظور تحلیل دقیق و طراحی درست سیستم می‌بایست از در بسیاری از موارد از ذکر جزئیات خودداری کرده و سامانه را از منظری بزرگتر و با هدفی دیگر نگاه کرد؛ به عبارتی دیگر می‌بایست با توجه به سطوح تجزید مختلف، مدل‌سازی کرد. یکی از ابزارهای مطرح در مهندسی نرم‌افزار به منظور مدل‌سازی، زبان مدل‌سازی یکپارچه^۱ است. که یک زبان شی‌گرا است. شی‌گرایی، باعث شده که در توسعه مدل‌های فرمال و صوری برای سامانه‌های نرم‌افزاری، به جای تمرکز به دنیای ماشین‌ها، ذهن خود را در دنیای اطرافمان حاضر ببینیم و مدلی بسیار نزدیکتر، واقعی‌تر و قابل فهم‌تر بسازیم. سامانه‌ها و ابزارهای مبتنی بر وب نیز بر همین اساس، می‌توانند توسط این زبان مدل‌سازی شده و طراحی گردند. به همین منظور، با توجه به مطالبی که در طول این فصل و فصل‌های پیشین گفته شد و نیازمندی‌هایی که مطرح شدند، در ابتدای کار طراحی، مدل نیازمندی‌های ابزار خود را بازگو می‌کنیم.

مطابق شکل ۲-۴، ملاحظه می‌شود که دو نقش تعریف کننده آزمون و شرکت کننده آزمون در با ابزار در ارتباط خواهند بود. تعریف‌کننده آزمون در واقع همان طراح، شرکت و یا سازمانی است که قصد افزایش استفاده‌پذیری محصول مورد سنجش را دارد و شرکت‌کننده آزمون، در واقع همان کاربر نهایی است که بدون نیاز به احراز هویت، روی سامانه، رابطه‌ای کاربری مختلفی را مورد سنجش قرار می‌دهد و به سوالاتی که تعریف‌کنندگان آزمون طرح کرده‌اند پاسخ خواهد داد.

^۱Unified Modeling Language



شکل ۴-۴: نمودار مورد کاربرد ۳ ابزار هدف

مدل سازی جنبه‌های دینامیک سیستم

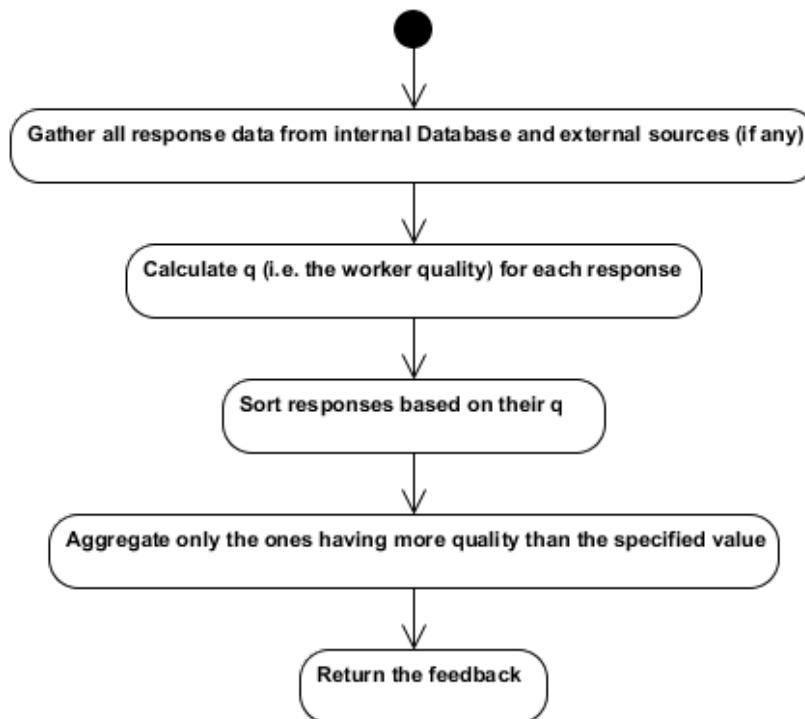
با توجه به نمودار مورد کاربرد، می‌توان مواردی از استفاده را مشاهده کرد که جزئیات انجام آن‌ها برای خواننده ممکن است کمی گنگ باشد. به همین منظور به سراغ نمودارهای فعالیت^۱ می‌رویم که در شکل قابل مشاهده هستند. در مورد نحوه تعریف آزمون جدید، همانطور که مطرح شد، شش الگو مطرح شدند که در ادامه نحوه تعریف هرکدام از الگوهای آزمون را مورد بررسی قرار داده‌ایم. در شکل ۴-۴ نمودار فعالیت مربوط به واکنش نتایج برگزاری یک آزمون قابل مشاهده است؛ مطابق این نمودار، ابتدا درخواست و اکشی نتایج از سمت صاحب آزمون به ابزار داده می‌شود؛ ابزار با توجه به آستانه کیفیتی که قبلًا توسط صاحب آزمون تعیین شده است، پاسخ‌های دریافت شده از آزمون را، چه از سکوهای خارجی (در اینجا چون فقط با یک سکو از طریق واسط برنامه‌نویسی وصل است، تنها با «Figure-Eight»)^۲ و چه از پایگاه داده خود ابزار جمع‌آوری می‌کند (تمامی جواب‌ها). در دور اول، ابتدا برای تمام آن‌ها و مطابق آزمون‌های مخفی نهانده شده در هر مورد آزمون^۳ را مورد محاسبه قرار می‌دهد تا کیفیت آن نتیجه به دست آید. پس از مرتب‌سازی نتایج، با توجه به مقداری که صاحب آزمون، به عنوان آستانه کیفیت پاسخ‌ها در نظر گرفته، مواردی که از میزان مشخص شده کمتر بودند در نظر گرفته نمی‌شوند و برای اعلام نتیجه نهایی، تحويل تابع نتیجه‌ده می‌شوند. عملکرد این تابع مطابق با نوع مورد آزمون می‌تواند متفاوت باشد. در شکل ۴-۴ نیز نحوه تعریف یک مورد آزمون جدید قابل مشاهده است. صاحب آزمون پس از انجام تعاریف مورد نظر و دادن اطلاعات مورد نیاز به

^۱Activity Diagram

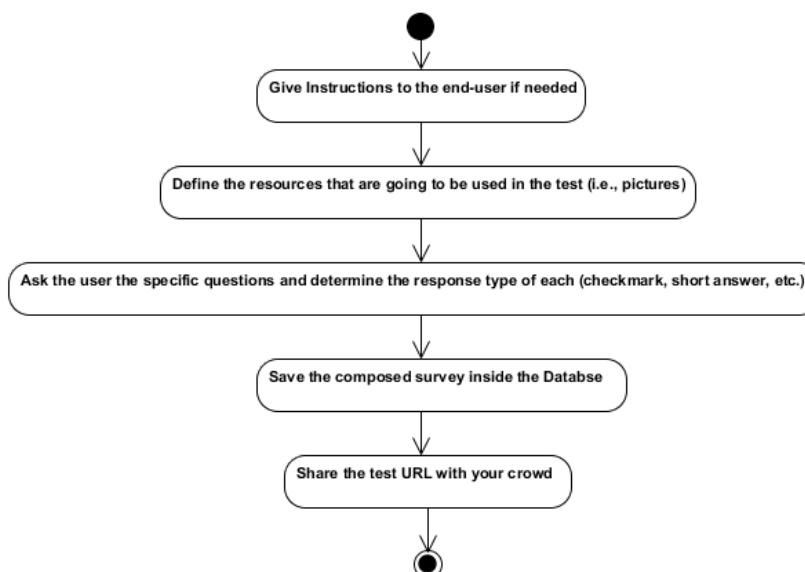
^۲رعایت نگارش زبان فارسی، البته که در اولویت بوده ولی کماکان برخی لغات و اصطلاحات تخصصی، به خصوص در مهندسی نرم‌افزار، هستند که عبارات ترجمه شده آن‌ها کامل گویا نبوده و یا هنوز به دلیل نو و بدیع بودن، نتوانسته‌اند جایگاه خود را بگیرند. اینجانب تا حد امکان سعی در عدم استفاده از عبارات لاتین و حفظ نگارش زبان فارسی داشته‌ام و به همین جهت همواره در متن فارسی، از معادل فارسی کلمات، که گاهی همراه با پانویس هستند استفاده کرده‌ام؛ امید است که استفاده زیاد از پانویس، خواننده را ملوّن نکند!

^۳این سکو، درواقع همان سکوی «CrowdFlower» می‌باشد که به تازگی و در سال ۲۰۱۸ تغییر نام داده و به «Figure-Eight» تبدیل شده است.

^۴Test Case



شکل ۴-۳: نمودار فعالیت مربوط به واکنشی نتایج برگزاری آزمون سنجش استفاده‌پذیری



شکل ۴-۴: نمودار فعالیت مربوط به تعریف آزمون‌های مختلف؛ آزمون‌های مختلف صرفاً با تفاوت فرم‌هایی از یکدیگر جدا می‌شوند. ساختار داده‌ای آن‌ها یکسان است.

The figure consists of five screenshots of the CK-Dashboard interface:

- (ا) فرم تعریف یک آزمون**: Shows the 'Add Test Item' dialog with various test item types listed.
- (ب) افزودن یک مورد آزمون به آزمون کلی**: Shows the 'New Test' dialog with a 'Test Name' field containing 'New Test!'. Buttons for 'CONTINUE' and 'CANCEL' are visible.
- (ج) فرم ویرایش یک مورد آزمون**: Shows the 'Edit Test Item' dialog for a 'First Click Test' named 'Hidden Test'. It includes fields for 'Order of Display' (set to 1), 'Instructions' (asking where to click), 'Design Sketch Address' (a URL placeholder), 'Question' (a placeholder 'How do you blah blah...'), and 'Short Text' (a placeholder 'What are the qualities?'). A 'Required: false' checkbox is checked.
- (د) ذخیره آزمون**: Shows the 'Save' dialog with a 'SAVE THE TEST' button and a 'CANCEL' button.
- (ه) ارسال درخواست جمع‌سپاری به سکوی Figure-Eight**: Shows the 'Publish' dialog with a URL input field containing 'http://localhost:3000/undefined' and a 'PUBLISH JOBS TO FIGURE-EIGHT' button.

شکل ۵-۴: روند تعریف یک آزمون در ابزار

کاربر، سوالات خود از وی را می‌پرسد و نحوه پرسش سوالات را نیز مشخص می‌کند؛ به این صورت صاحب آزمون می‌تواند آزمونی را تعریف کرده و نیازمندی‌های خود را از کاربران نهایی بپرسد. کاربران پس از ورود به حساب کاربری خود در سامانه، می‌توانند لیست آزمون‌های پیشین خود را مشاهده و در صورت لزوم در آن‌ها تغییری ایجاد کنند، حساب خود را مدیریت کنند و یا به ایجاد آزمون جدید بپردازند. پس از اینکه آزمون جدید ساخته شد و منتشر گردید، کاربر دارای آدرس وب منحصر به فردی خواهد شد که به طور خاص برای آزمون مدنظرش است؛ علاوه بر اینکه کاربر می‌تواند مطابق شکل ۵-۴ با به اشتراک گذاشتن آدرس وب با همگان، آن‌ها را دعوت به شرکت در انجام آزمون از طریق سامانه بکند، می‌تواند از امکان استفاده از سکوی جمع‌سپاری «Figure-Eight» که با ابزار مورد نظر با واسطه برنامه‌نویسی آن سکو ادغام شده است، بهره ببرد.

فصل پنجم

آزمایش‌ها، نتیجه‌گیری و پیشنهادها

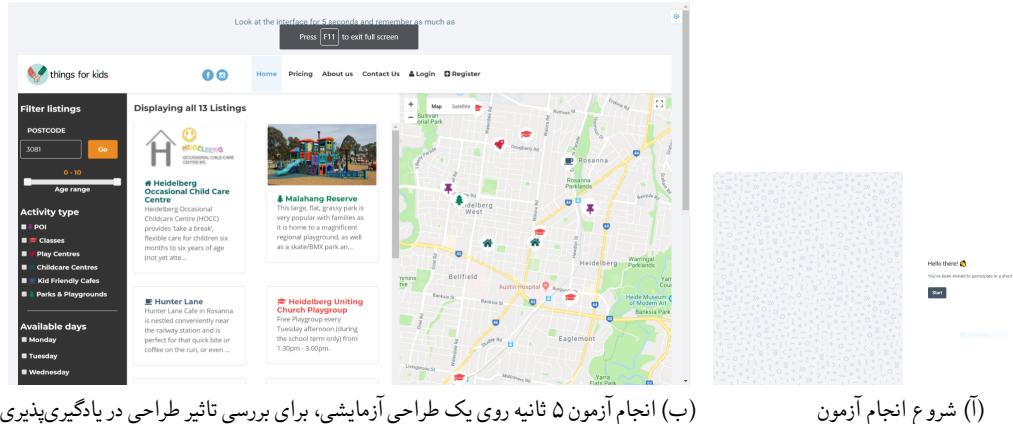
با بررسی گستره‌های کیفیتی انجام گرفت، این نتیجه واضح و مبرهن شد که استفاده‌پذیری یکی از اصول کیفیتی انکارناپذیر نرم‌افزار است؛ اما هنوز در روزگار فعلی و با گذشت حدود چهل سال از معرفی اولین مدل کیفیتی نرم‌افزار، همچنان شاهد وجود و حتی تولید ابزارهایی غیرقابل استفاده و در نتیجه بی‌کیفیت در صنعت نرم‌افزار هستیم. مطالعه‌ای دیگر روی سامانه‌های مبتنی بر وب نشان می‌دهد که امروزه بسیاری از امور مربوط به اداره‌ها، زندگی روزمره و امور جوامع، وابسته به این سامانه‌ها شده و بسیاری از کسب‌وکارها حول خدمات تحت وب به وجود آمده‌اند؛ بنابراین بدیهی به نظر می‌رسد که استفاده‌ناتاپذیری و کیفیت پایین به منزله ضرر بیشتر و از دست دادن کاربران و مصرف‌کنندگان برای صنایع، و همچنین دشوارتر شدن دسترسی به خدمات با کیفیت، برای جامعه مصرف‌کنندگان خواهد بود. به منظور افزایش استفاده‌پذیری سامانه‌های مبتنی بر وب، می‌بایست با مطالعه مدل‌های کیفیتی و همچنین پژوهش‌هایی که حول ناکارآمدی بسیاری از این مدل‌ها انجام شده‌اند، به دلیل راه حل باشیم. مدلی که در سال ۱۳۲۰ و توسط آفایان تولیس و آلبرت در کتاب «اندازه‌گیری تجربه کاربری: جمع‌آوری، تحلیل و ارائه خصیصه‌های استفاده‌پذیری»^[۳] اثبات شد که جنبه‌های وسیع تری از استفاده‌پذیری را، در عین کارآمد بودن برای بسیاری از سازمان‌ها، مورد پوشش خود قرار می‌دهد. بنابراین ده سناریو توسط ایشان مطرح شدند که بیشترین تمرکز را در مطالعات استفاده‌پذیری داشتند که در این پژوهه نیز تمرکز روی این ده سناریو بود.

در طول فصل سوم می‌توان به این نتیجه رسید که ده سناریوی مطرح شده به منظور مطالعه استفاده‌پذیری، پوشایش بوده و طبق مدل کیفیتی انتخاب شده، جنبه‌ای نخواهد ماند که طبق این سناریوها پوشش داده نشود؛ از طرفی نیز به منظور مطالعه این سناریوهای مطرح، با بررسی ۸۳ ابزار مطرح در حوزه مطالعه و سنجش استفاده‌پذیری، مشاهده می‌شود که الگوهای مشابهی برای این کار وجود دارد که ابزار در عین داشتن جزئیاتی خرد، دارای ماموریت و هدفی مشابه با بقیه، در مطالعه هر یک از این سناریوها هستند؛ بنابراین به مطالعه الگوهای استفاده شده در ابزارهای مطرح پرداختیم و هشت الگوی شاخص^۱ یافته شد. این الگوها که در فصل سوم به تفصیل شرح داده شده‌اند، سنگ بنای بسیاری از ابزارهای فعلی هستند که ما به عنوان ابزارهای مطالعه استفاده‌پذیری می‌شناسیم. با در نظر گرفتن این ۸۳ ابزار و همچنین الگوهای یاد شده، به ساختن موارد تست پرداختیم و در ابتدا سعی کردیم موارد تست خود را بیشتر مورد ایده‌پردازی قرار دهیم؛ سپس نیازمندی‌ها را مهندسی کرده و پس از شناخت دقیق آن‌ها، وارد فاز پیاده‌سازی شدیم و ابزار هدف ساخته شد.

۱-۵ آزمایش‌ها

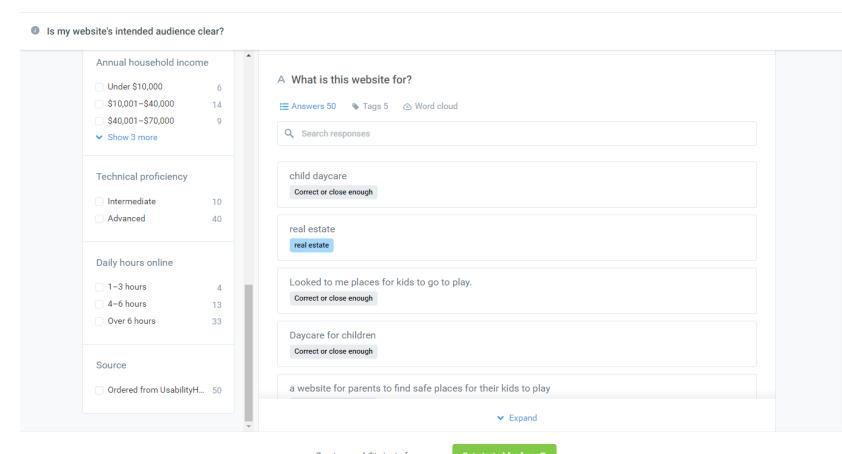
با پیاده‌سازی ابزار، شروع به انجام چندین مورد آزمایش کردیم که در ادامه توضیحات مربوط به هرکدام و شکل‌های مربوط به هرکدام درج شده است. همانطور که در شکل ۱-۵ مشاهده می‌شود، آزمونی روی یک طرح مفهومی انجام شده است تا یادگیری‌پذیری و همچنین شلوغ‌بودن طراحی مورد سنجش واقع شود. طی این آزمون شرکت‌کننده در آزمون به مدت ۵ ثانیه در معرض تصویر یاد شده در شکل قرار می‌گیرد و پس از آن، طبق دستورالعمل مطرح شده، سوالاتی از وی پرسیده می‌شود که می‌تواند چندین حالت مختلف برای پاسخ‌دهی داشته باشد؛ در این مورد، نوع پاسخ‌دهی، پاسخ کوتاه انتخاب شده. نتایج تجمعی شده و یکپارچه

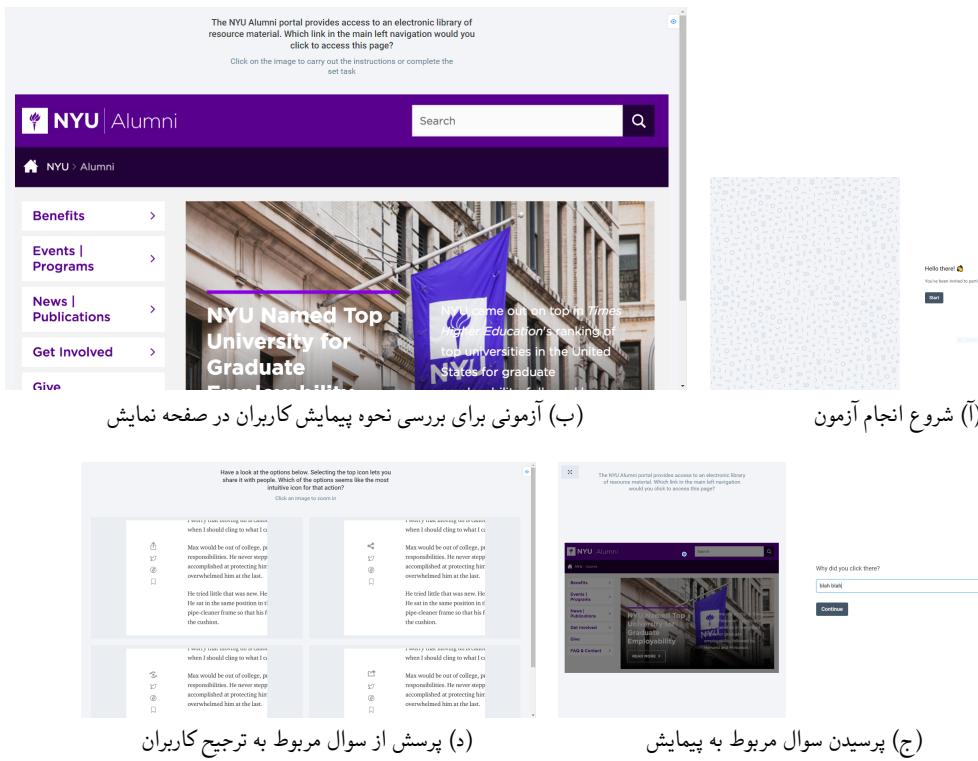
^۱ با تقریب خوبی، در تمام ابزارها ردی از این هشت الگو یافت می‌شد؛ بسیاری از ابزارهایی که یکی دو الگو را نمی‌توانستند پوشش دهند، در لیست تغییرات خود و همچنین در برنامه بلند مدت خود، در نظر داشتند که به افق تعیین شده و پوشش حداکثری الگوها به منظور انجام تمامی سناریوها دست پیدا کنند.



(ج) پرسیدن سوال اول مربوط به طراحی

شکل ۱-۵: انجام آزمایشی برای بررسی یادگیری پذیری





شکل ۵-۳: انجام آزمون مطابق شکل ۳-۵ آزمون‌های بررسی نحوه پیمایش و نیز ترجیح کاربران در رابطه با وبسایت فارغ‌التحصیلان دانشگاه نیویورک طرح بررسی شد.

۲-۵ نتیجه‌گیری

حجم مطالعات انجام شده نشان دهنده پوشش جامعی از ابزارهای مطرح در حوزه سنجش استفاده‌پذیری است که علی‌رغم جستجوی بسیار برای داده محک، نتیجه‌های نیافتیم؛ در نهایت برای بیان اثبات برتری ابزار پیاده‌سازی شده با سایر ابزارها، به مطالعات خود بستنده می‌کنیم که در فصل سوم مورد بحث قرار گرفتند. طبق این مطالعات، تعداد بسیار کمی از ابزارهای موجود می‌توانند تمامی سناریوهای مطرح برای استفاده‌پذیری را مورد پوشش قرار دهند که می‌توان با مراجعه به جدول ۱ به این نتیجه رسید. ابزار پیاده‌سازی شده طی این پژوهه، علاوه بر اینکه می‌تواند تمامی سناریوهای قابل انجام برای مطالعه استفاده‌پذیری را پوشش دهد، امکان مشخص ساختن آستانه کیفیت^۱ کارگران جمع‌سپاری را نیز فراهم می‌آورد که این مورد در سایر ابزارهای مشابه نبود؛ درواقع ابزار حاضر، تنها ابزاری است که به آزمون‌گر اجازه استفاده از دو روش جمع‌سپاری (جمع‌سپاری با استفاده از رابط خود ابزار و سکوی داخلی ابزار) و همچنین جمع‌سپاری با استفاده از یک سکوی خارج از سامانه (سکوی «Figure-Eight») را به آزمون‌گر می‌دهد. البته شایان ذکر است که از

¹Quality Threshold

سکوهای جمع‌سپاری‌ای همچون «Amazon Mechanical Turk»، به صورت موردی^۲ نیز برای انجام مطالعات استفاده‌پذیری، بهره برده‌اند. منتهای باید توجه کرد که طبق مطالعات انجام شده در این پژوهش، ابزاری که به طور خاص برای استفاده‌پذیری توسعه داده شده و دارای قابلیت تغییر آستانه کیفیت مورد نیاز باشد، وجود نداشته است.

۳-۵ پیشنهادها و کارهای آینده

همانطور که در انتهاهای فصل سوم گفته شد، استفاده از روش مدل‌سازی کارگران برای کنترل کیفیت داده‌های حاصل از جمع‌سپاری، ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش بود که طی آن، سنجش‌گر صرفاً آستانه کیفیتی را مشخص می‌کند که پاسخ‌های دارای کیفیت کمتر از آن، از گردونه محاسبات خارج شده و بی‌تأثیر خواهند شد. اما می‌توان روش‌های پیچیده‌تر را نیز استفاده کرد که شاید برخی نیازمند پروفایل‌سازی از کاربران و یا مستلزم سایر نیازمندی‌های پیچیده‌تر باشد. همچنین با توجه به ظاهر ابتدایی ابزار و نمونه اولیه بودن آن، یکی از پتانسیل‌های توسعه این ابزار نیز می‌تواند توسعه در ابعاد ظاهری و زیبایی باشد.

علاوه بر موارد پیشین، می‌توان طی پژوهه‌ای، با جزئیات بیشتری ۸۳ ابزار مطرح شده در این پژوهه را مورد بررسی قرار داده و مجموعه داده محکی برای آن‌ها فراهم آورد تا بتوان ابزارهای جدید را نیز به شیوه مستندتری بررسی کرد. همچنین گفتنی است که همانطوری که در فصل‌های اول گفته شد، این پژوهه و محصول نهايی آن (ابزار تولید شده) می‌تواند پتانسیل تجاری خوبی برای سازمان‌ها و شرکت‌های بزرگ باشد تا ایده‌ای همانند ری‌کپچای گوگل را برای کاربردهای دیگر، از جمله سنجش رابط کاربری در ابعاد کوچک‌تر و آزمایش‌های خردتر، پیاده کرد.

^۲Ad-hoc

منابع و مراجع

* در این قسمت، منابع و مراجع این پژوهه ذکر شده‌اند؛ از ذکر منابع استفاده شده برای مطالعه نحوه کارکرد ابزارها و همچنین بررسی جزئیات آن‌ها، به دلیل طولانی بودن و نیز پراکندگی بسیار زیاد آن‌ها پرهیز شده است. بدیهی است که به دلیل نبود داده محک مناسب برای این ابزارها، حجم بسیار زیادی از منابع این مطالعات را انجمن‌های گفتگوی برخط، وبسایت خود ابزارها، دموها، ویدئوها و نقدوبررسی‌هایی که برای ابزارها تولید شده است، تشکیل می‌دهند.

- [1] نشر آدینه: تهران. اول, کلیات متداول‌زی تامین کیفیت, عبداللهزاده بارفروش، احمد
- [2] R. S. Pressman, *Software engineering: A practitioner's approach*, Eighth edition. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2015, 941 pp., ISBN: 978-0-07-802212-8.
- [3] W. Albert and T. Tullis, *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics*, 2nd ed. Elsevier: Morgan Kaufmann, Jul. 17, 2013, 320 pp., ISBN: 978-0-08-055826-4.
- [4] S. Wagner, *Software Product Quality Control*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, ISBN: 978-3-642-38570-4 978-3-642-38571-1. DOI: [10.1007/978-3-642-38571-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38571-1). [Online]. Available: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-38571-1> (visited on 07/11/2018).
- [5] I. Sommerville, *Software engineering*, Tenth edition, global edition, ser. Always learning. Boston, Mass. Amsterdam Cape Town: Pearson Education Limited, 2016, 810 pp., OCLC: 934508916, ISBN: 978-1-292-09613-1.
- [6] R. Agarwal and V. Venkatesh, “Assessing a firm’s web presence: A heuristic evaluation procedure for the measurement of usability,” *Information Systems Research*, vol. 13, no. 2, pp. 168–186, Jun. 2002, ISSN: 1047-7047, 1526-5536. DOI: [10.1287/isre.13.2.168.84](https://doi.org/10.1287/isre.13.2.168.84). [Online]. Available: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/isre.13.2.168.84> (visited on 07/08/2018).
- [7] *Bluffton university bus crash*, in *Wikipedia*, Page Version ID: 843580777, May 30, 2018. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bluffton_University_bus_crash&oldid=843580777 (visited on 07/08/2018).
- [8] J. P. Miguel, D. Mauricio, and G. Rodríguez, “A review of software quality models for the evaluation of software products,” *International Journal of Software Engineering & Applications*, vol. 5, no. 6, pp. 31–53, Nov. 30, 2014, ISSN: 09762221, 09759018. DOI: [10.5121/ijsea.2014.5603](https://doi.org/10.5121/ijsea.2014.5603). [Online]. Available: <http://airccse.org/journal/ijsea/papers/5614ijsea03.pdf> (visited on 04/21/2018).

-
- [9] E. Estellés-Arolas and F. González-Ladrón-De-Guevara, “Towards an integrated crowdsourcing definition,” *J. Inf. Sci.*, vol. 38, no. 2, pp. 189–200, Apr. 2012, ISSN: 0165-5515. doi: [10.1177/0165551512437638](https://doi.org/10.1177/0165551512437638). [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1177/0165551512437638> (visited on 07/09/2018).
- [10] (). Computing research & education, [Online]. Available: <http://www.core.edu.au/> (visited on 07/08/2018).
- [11] (). Dbp: Computer science bibliography, [Online]. Available: <https://dblp.uni-trier.de/> (visited on 07/08/2018).
- [12] (). Scimago journal & country rank, [Online]. Available: <https://www.scimagojr.com/> (visited on 07/08/2018).
- [13] A. Seffah, M. Donyaee, R. B. Kline, and H. K. Padda, “Usability measurement and metrics: A consolidated model,” *Software Quality Journal*, vol. 14, no. 2, pp. 159–178, Jun. 1, 2006, ISSN: 0963-9314, 1573-1367. doi: [10.1007/s11219-006-7600-8](https://doi.org/10.1007/s11219-006-7600-8). [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11219-006-7600-8> (visited on 07/08/2018).
- [14] B. W. Boehm, J. R. Brown, and M. Lipow, “Quantitative evaluation of software quality,” in *Proceedings of the 2nd international conference on Software engineering*, IEEE Computer Society Press, 1976, pp. 592–605.
- [15] J. A. McCall, P. K. Richards, and G. F. Walters, *Factors in software quality*, 3 vols. General Electric, 1977, vol. 1,2,3.
- [16] S. Wagner, K. Lochmann, S. Winter, A. Goeb, M. Klaes, and S. Nunnenmacher, “Software quality models in practice survey results,” *Technical Report TUM-I128*, p. 24, 2012.
- [17] R. E. Al-Qutaish, “Quality models in software engineering literature: An analytical and comparative study,” p. 10, 2010.
- [18] F. Deissenboeck, E. Juergens, K. Lochmann, and S. Wagner, “Software quality models: Purposes, usage scenarios and requirements,” in *Software Quality, 2009. WOSQ'09. ICSE Workshop on*, IEEE, 2009, pp. 9–14.
- [19] R. G. Dromey, “A model for software product quality,” *IEEE Transactions on software engineering*, vol. 21, no. 2, pp. 146–162, 1995.
- [20] J. D. Musa, *Software reliability engineering: More reliable software, faster and cheaper*. Tata McGraw-Hill Education, 2004.
- [21] S. Neuhaus, T. Zimmermann, C. Holler, and A. Zeller, “Predicting vulnerable software components,” in *Proceedings of the 14th ACM conference on Computer and communications security*, ACM, 2007, pp. 529–540.
- [22] J. Radatz, A. Geraci, and F. Katki, “IEEE standard glossary of software engineering terminology,” *IEEE Std*, vol. 610121990, no. 121990, p. 3, 1990.

-
- [23] B. Shackel, “Usability-context, framework, definition, design and evaluation,” *Human factors for informatics usability*, pp. 21–37, 1991.
- [24] N Bevan, J Kirakowski, and J Maissel, “What is usability?” In *Proceedings of the 4th international Conference on HCI*, 1991.
- [25] R. B. Grady, *Practical Software Metrics for Project Management and Process Improvement*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice-Hall, Inc., 1992, ISBN: 978-0-13-720384-0.
- [26] J. Nielsen, *Usability engineering*. Elsevier, 1994.
- [27] I. Organization, *ISO/IEC 9126: Information Technology - Software Product Evaluation - Quality Characteristics and Guidelines for Their Use*. 1991. [Online]. Available: https://books.google.com/books?id=_NvIZwEACAAJ.
- [28] M. F. Bertoa and A. Vallecillo, “Quality attributes for COTS components,” 2002.
- [29] E. Georgiadou, “GEQUAMO—a generic, multilayered, customisable, software quality model,” *Software Quality Journal*, vol. 11, no. 4, pp. 313–323, 2003.
- [30] A. Abran, A. Khelifi, W. Suryn, and A. Seffah, “Usability meanings and interpretations in ISO standards,” *Software quality journal*, vol. 11, no. 4, pp. 325–338, 2003.
- [31] L. Bass and B. E. John, “Linking usability to software architecture patterns through general scenarios,” *Journal of Systems and Software*, vol. 66, no. 3, pp. 187–197, 2003.
- [32] B. Shneiderman and C. Plaisant, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 4th ed. Pearson Addison Wesley, 2004, ISBN: 978-0-321-19786-3.
- [33] A. Rawashdeh and B. Matalkah, “A new software quality model for evaluating COTS components,” *Journal of Computer Science*, vol. 2, no. 4, pp. 373–381, Apr. 1, 2006, ISSN: 15493636. DOI: [10.3844/jcssp.2006.373.381](https://doi.org/10.3844/jcssp.2006.373.381). [Online]. Available: <http://www.thescipub.com/abstract/?doi=jcssp.2006.373.381> (visited on 07/24/2018).
- [34] (). ISO 25010, [Online]. Available: <http://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010> (visited on 07/26/2018).
- [35] A. Alvaro, “Quality attributes for a component quality model,” p. 8, 2005.
- [36] A. Alvaro, E. Santana de Almeida, and S. Romero de Lemos Meira, “A software component quality framework,” *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 35, no. 1, pp. 1–18, Jan. 2010, ISSN: 0163-5948. DOI: [10.1145/1668862.1668863](https://doi.org/10.1145/1668862.1668863). [Online]. Available: <http://doi.acm.org/10.1145/1668862.1668863> (visited on 07/26/2018).
- [37] D. Alonso-Ríos, A. Vázquez-García, E. Mosqueira-Rey, and V. Moret-Bonillo, “Usability: A critical analysis and a taxonomy,” *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 26, no. 1, pp. 53–74, 2009.

-
- [38] S. KumarDubey, A. Rana, and A. Sharma, “Usability evaluation of object oriented software system using fuzzy logic approach,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 43, no. 19, pp. 1–6, Apr. 30, 2012, ISSN: 09758887. DOI: [10.5120/6208-8778](https://doi.org/10.5120/6208-8778). [Online]. Available: <http://research.ijcaonline.org/volume43/number19/pxc3878778.pdf> (visited on 07/26/2018).
- [39] (Jul. 2018). Measuringu: The user experience of university websites, [Online]. Available: <https://measuringu.com/ux-university/> (visited on 07/26/2018).
- [40] (). Progressive web apps | web | google developers, [Online]. Available: <https://developers.google.com/web/progressive-web-apps/> (visited on 07/26/2018).
- [41] T. T. Hewett, “The role of iterative evaluation in designing systems for usability,” in *Proceedings of the Second Conference of the British Computer Society, Human Computer Interaction Specialist Group on People and Computers: Designing for Usability*, New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1986, pp. 196–214, ISBN: 0-521-33259-1. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=17324.24085>.
- [42] (). Formative and summative evaluation, Emily Burritt’s E-Portfolio, [Online]. Available: <http://emilyburritt.weebly.com/formative-and-summative-evaluation.html> (visited on 07/29/2018).
- [43] S. Krug, *Don’t make me think!: A common sense approach to Web usability*, 1st ed. Pearson Education India, 2000.
- [44] N. KANO, “Attractive quality and must-be quality,” *Hinshitsu (Quality, the Journal of Japanese Society for Quality Control)*, vol. 14, pp. 39–48, 1984. [Online]. Available: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10025070768/en/>.
- [45] *Kano model*, in *Wikipedia*, Page Version ID: 847738497, Jun. 27, 2018. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Kano_model&oldid=847738497 (visited on 07/30/2018).
- [46] E. Sauerwein, F. Bailom, K. Matzler, and H. H. Hinterhuber, “The kano model: How to delight your customers,” in *International Working Seminar on Production Economics*, vol. 1, 1996, pp. 313–327.
- [47] (Oct. 9, 2012). Leveraging the kano model for optimal results | UX magazine, [Online]. Available: <https://uxmag.com/articles/leveraging-the-kano-model-for-optimal-results> (visited on 08/03/2018).
- [48] (). Sean parker says facebook was designed to be addictive, [Online]. Available: <http://adage.com/article/digital/sean-parker-worries-facebook-rotting-children-s-brains/311238/> (visited on 08/03/2018).
- [49] (). Card sorting software | optimal workshop, [Online]. Available: <https://www.optimalworkshop.com/optimalsort> (visited on 08/13/2018).

-
- [50] S. Krug, *Don't make me think!: Web & Mobile Usability: Das intuitive Web*. MITP-Verlags GmbH & Co. KG, Jan. 25, 2018, 290 pp., ISBN: 978-3-95845-766-9.
- [51] G. Li, J. Wang, Y. Zheng, and M. J. Franklin, “Crowdsourced data management: A survey,” *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 28, no. 9, pp. 2296–2319, Sep. 1, 2016, ISSN: 1041-4347. DOI: [10.1109/TKDE.2016.2535242](https://doi.org/10.1109/TKDE.2016.2535242). [Online]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7420720/> (visited on 08/03/2018).
- [52] M. Walker, L. Takayama, and J. A. Landay, “High-fidelity or low-fidelity, paper or computer? choosing attributes when testing web prototypes,” *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 46, no. 5, pp. 661–665, Sep. 2002, ISSN: 1541-9312. DOI: [10.1177/154193120204600513](https://doi.org/10.1177/154193120204600513). [Online]. Available: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/154193120204600513> (visited on 08/11/2018).
- [53] *A curated list of awesome things related to nuxt.js: Nuxt-community/awesome-nuxt*, original-date: 2017-02-02T12:52:15Z, Aug. 28, 2018. [Online]. Available: <https://github.com/nuxt-community/awesome-nuxt> (visited on 08/28/2018).
- [54] D. Sozo. (Mar. 19, 2018). 10 reasons to use nuxt.js for your next web application, Medium, [Online]. Available: <https://medium.com/vue-mastery/10-reasons-to-use-nuxt-js-for-your-next-web-application-522397c9366b> (visited on 08/28/2018).
- [55] (). Creating server-side rendered vue.js apps using nuxt.js, Toptal Engineering Blog, [Online]. Available: <https://www.toptal.com/vue-js/server-side-rendered-vue-js-using-nuxt-js> (visited on 08/28/2018).
- [56] ardalis. (). Choose between traditional web apps and single page apps, [Online]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/modern-web-apps-azure-architecture/choose-between-traditional-web-and-single-page-apps> (visited on 08/28/2018).
- [57] Neoteric. (Dec. 2, 2016). Single-page application vs. multiple-page application, Medium, [Online]. Available: <https://medium.com/@NeotericEU/single-page-application-vs-multiple-page-application-2591588efe58> (visited on 08/28/2018).

پیوست

* در این قسمت جداول و روابطی که، به خاطر طولانی بودن، در متن اصلی ذکر نشده‌اند درج شده است.

جدول ۱: مقایسه تطبیقی ابزارها و روش‌های موجود برای مطالعه استفاده‌پذیری

ردیف.	نام ابزار	بلند کان	بلند توپی	بلند ریگان	سناریوهای قابل انجام						مقایسه طراحی‌های مختلف	
					ازیزی پیمایش	ازیزی استفاده مکرر از محصول	مقایسه محصولات	افزایش آگاهی	کشف مشکل	دیاکرنسازی استفاده‌پذیری یک محصول حیاتی	ایجاد تجربه کاربری مثبت	ازیزی تاثیرات تغییرات جزئی و نامحسوس
۱	Ahrefs		x									x
۲	Browsershots		x		x	x	x				x	x
۳	Browserstack		x		x	x	x				x	
۴	Bugsnag		x		x	x	x				x	
۵	CheckMyColours		x		x	x	x				x	
۶	ClickHeat		x		x	x	x	x			x	
۷	Clicktale		x		x	x	x	x	x			
۸	Clicky		x		x	x	x	x	x			
۹	CrazyEgg		x		x	x	x	x	x			
۱۰	CrazyEngage		x		x		x			x		
۱۱	Criticue		x	x	x	x	x	x	x			
۱۲	CrossBrowserTesting		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۳	Ethnio		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۴	Feng-GUI		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۵	FullStory		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۶	Google Analytics		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۷	Google Forms		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۸	Google Lighthouse		x	x	x	x	x	x	x	x		
۱۹	Google Mobile Friendly Test		x	x	x	x	x	x	x	x		
ادامه جدول در صفحه بعد...												

ادامه جدول ۱										
سناریوهای قابل انجام										
ردیف	نام ابزار	بنده ریگان	بنده پیل	بنده ریگان						
۲۰	Google PageSpeed Insight									
۲۱	GTmetrix									
۲۲	HEAT-MAP.co									
۲۳	heatmap.me									
۲۴	Hotjar									
۲۵	Hoverowl									
۲۶	Inspectlet									
۲۷	iPerceptions									
۲۸	Jaco									
۲۹	Kampyle									
۳۰	Koncept									
۳۱	Loop11									
۳۲	Lucky Orange									
۳۳	Lytics									
۳۴	Maze									
۳۵	Mixpanel									
۳۶	Morae									
۳۷	Mouseflow									
۳۸	MouseStats									
۳۹	Moz									

ادامه جدول در صفحه بعد...

ادامه جدول ۱									
سناریوهای قابل انجام									
ردیف	نام ابزار		بنده ریگان	بنده پیل	بنده ریگان	بنده پیل	بنده ریگان	بنده پیل	بنده ریگان
۴۰	Mr. Tappy			x					
۴۱	Notable		x	x	x	x	x		
۴۲	Omiconvert		x		x	x	x		
۴۳	OpenHallway		x	x	x	x	x		
۴۴	Optimal Workshop		x	x	x	x	x		
۴۵	Optimizely		x	x	x	x	x		
۴۶	Outsprung		x	x	x	x	x		
۴۷	Ovo Studios		x	x	x	x	x		
۴۸	Pingdom		x	x	x	x	x		
۴۹	Ptengine		x		x	x	x		
۵۰	Qualaroo		x	x	x	x	x		
۵۱	ScreenLab		x	x	x	x	x		
۵۲	SeeVolution		x	x	x	x	x		
۵۳	SessionCam		x	x	x	x	x		
۵۴	Simple Heatmaps		x		x	x	x		
۵۵	SmartLook		x	x	x	x	x		
۵۶	The User is Drunk		x	x	x	x	x		
۵۷	The User is My Mom		x	x	x	x	x		
۵۸	TruConversion		x		x	x	x		
۵۹	TryMyUI		x	x	x	x	x		
۶۰	UsabilityHub		x	x	x	x	x		
ادامه جدول در صفحه بعد...									

ادامه جدول ۱												
سناریوهای قابل انجام										نام ابزار		ردیف
نامه رایگان	پیل	رایگان	پیل	نامه رایگان	کشف مشکل	افزایش آگاهی	ازیابی پیمایش و معماری اطلاعات سامانه	ازیابی استفاده مکرر از محصول	متایسه محصولات	انجام یک تراکنش		
	X			X	X			X	X		Usability Tools	۶۱
X	X			X	X		X	X	X		Usabilla	۶۲
X		X	X	X	X					X	UserBob	۶۳
X			X	X	X	X	X	X	X	X	Userbrain	۶۴
X	X	X	X	X		X	X		X	X	Userfeel	۶۵
X	X	X		X	X	X	X		X	X	Userlytics	۶۶
X	X		X	X	X	X			X	X	Usersnap	۶۷
X	X	X	X	X		X	X		X	X	UserTesting	۶۸
X	X		X	X	X	X		X	X	X	UserTrack	۶۹
X	X	X	X	X	X	X				X	UserZoom	۷۰
X	X			X		X	X		X	X	UX Recorder	۷۱
X	X			X	X	X	X	X	X	X	Uxeria	۷۲
X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	UXPin	۷۳
X	X	X		X			X	X	X	X	UXTesting	۷۴
X	X	X		X			X	X		X	Validately	۷۵
X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	VerifyApp	۷۶
X	X			X	X	X		X	X		Visual Website Optimizer (VWO)	۷۷
X		X	X	X		X	X			X	Web Page Test	۷۸
X	X	X	X	X		X	X			X	Website Grader	۷۹
X		X	X	X					X		Weelytics	۸۰
ادامه جدول در صفحه بعد...												

سناپیوهای قابل انجام											ادامه جدول ۱	
											نام ابزار	ردیف
مقایسه طراحی‌های مختلف	ازیزیابی ناشیات تغییرات جزئی و نامحسوس	ایجاد تجربه کاربری مثبت	دیاکترسازی استفاده‌پذیری یک محصول جیانی	کشف مشکل	افزایش آگاهی	ازیزیابی پیمایش و معماری اطلاعات سامانه	ازیزیابی استفاده مکرر از محصول	مقایسه محصولات	انجام یک تراکنش	بنده ریگان	بنده ریگان	
×	×	×			×	×	×		×	پیل	پیل	۸۱
×	×				×	×	×		×	پیگان	پیگان	۸۲
×	×	×	×	×	×	×	×		×	پیگان	پیگان	۸۳
انتهای جدول ۱												

واژه‌نامه‌ی فارسی به انگلیسی

Effectiveness	تاثیرگذاری	الف
Portability	ترابرپذیری	
Appropriateness	تناسب	ث
Crowdsourcing	جمعسپاری	ج
Memorability	خاطرسپاری پذیری	چ
Quality Metric	خصیصه کیفی	ح
Combined Metrics	خصیصه های ترکیبی و مقایسه ای . & Comparative Metrics	خ
Self-Reported Metrics	خصیصه های خوداعلامی	
Behavioral & Physiological Metrics	خصیصه های فیزیولوژیکی و رفتاری	ب
Issue-Based Metrics	خصیصه های موردنی	
Live Website Metrics	خصیصه های وبسایت بلاذرنگ	پ
Efficiency	بهرهوری	
Invariant	پایا	ت

Operability	عملیاتی بودن	د
	غ	
	ف	
Meta-Model	فرامدل	ذ
	ر	
Comprehensibility	فهم‌پذیری	راحتی استفاده
	ق	
Reusable	قابلیت استفاده مجدد	رضایت
	ک	
Performance	کارایی	رضایت منحصر به فرد
	ز	
Crowd Worker	کارگر جمع‌سپاری	Satisfaction
	ز	
	م	
Training Material	مفاد آموزشی	زیبایی
	س	
Scalability	مقیاس‌پذیری	Task Time
	ش	
Task Success	موفقیت‌آمیز بودن وظیفه	سازگاری
	ص	
Bounce Rate	نرخ بازگشت	Application
	ض	
Attitude	نگرش مثبت	سامانه کاربردی تحت وب
	ط	
Maintainability	نگهداری‌پذیری	شناختی‌پذیری
	ظ	
Activity Diagram	نمودار فعالیت	صادقانه
	ع	
Use Case Diagram	نمودار مورد کاربرد	Faithful
	و	
Freemium	نیمه‌رایگان	

وظیفه Task

۵

ی

یادگیری‌پذیری Learnability

Abstract

Reviewing the quality models presented from 1970 to now, it is determined, that most of the quality models acknowledge the usability as a main factor of quality in software. The common aspect of multiple definitions of the term "usability", is that there is always three items included: the user, doing a specific task, an interface which the user interacts with to do the task. As a software engineer, decreasing the cost of the defects or change requests is a great challenge which requires a lot of effort. Being a software product that aesthetics, interface, and the communication protocols matter, web apps have a very widespread usage these days. It is proven that one of the main cons of web application, is their not-so-much user-friendly design, which leads to major costs in businesses. Hence, with a look into a few resources, including the UI design itself, is crucial for the success of every software product. But mockups and sketches, due to their artistic nature, are very hard to evaluate and the answer to a question like "Which UI is a good one?" will be a very challenging one. Besides, as time goes on, we will see major changes in the requirements. So static checklists and guidelines are not a good answer to these types of questions and therefore we inspired ourselves with crowdsourcing as a tool for this project. Conducting a comparative study on quality models being proposed from 1970, it is easy to say that they are multiple metrics introduced for usability in every quality model; One of the very recent ones, proposed in 2013 which we took it as a basis for this project due to its focus on usability. Reviewing 83 top tools for measuring the usability of software products, we can see that none of these tools consider the metrics introduced in this model as a whole and instead they use only a partial model. So we have implemented a usability testing tool which considers all the metrics introduced in 2013 and gives the user the ability to perform the tests using crowdsourcing platforms. It also has the feature to set a custom quality threshold on answers which proves its novelty.

Key Words:

Usability, Quality Models, Crowdsourcing, Web Applications



**Amirkabir University of Technology
(Tehran Polytechnic)**

**Department of Computer Engineering and
Information Technology**

BSc Project

Implementing a Usability Testing Tool for Web Applications Using a Crowdsourced Approach

By

Amir HaghighiMaleki

Supervisor

Prof. Ahmad Abdollahzadeh Barforoush

August 2018