



شناسایی پارامترهای مؤثر در تخمین کیفیت نرم افزارهای متن بسته درفرآیند مهاجرت به نرم افزارهای متن باز

مریم ترابی^۱، سیدحبيب سيف زاده^۲

^۱ دانشکده مهندسی کامپیوتر، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
Torabi.maryam@Sco.iaun.ac.ir

^۲ استادیار گروه کامپیوتر، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
Seifzadeh@iaun.ac.ir

چکیده

امروزه، با افزایش هزینه‌های نگهداری نرم‌افزارهای متن بسته، عدم دسترسی آسان به شرکت‌های تولیدکننده، این نوع نرم‌افزارها و وجود مجوزهای قانونی در استفاده کردن از این نوع نرم‌افزارها، بیشتر سازمان‌ها و نهادهای دولتی به سوی نرم‌افزارهای متن باز مهاجرت می‌کنند. یکی از فعالیت‌های مهم در این نوع فرآیند مهاجرت تعیین بالا یا پایین بودن کیفیت نرم‌افزار متن بسته، جهت جایگزین کردن نرم‌افزارهای باکیفیت پایین است. مسئله‌ای که در تعیین کیفیت نرم‌افزارهای متن بسته یک سازمان مطرح است، استخراج پارامترهای مؤثر در تخمین کیفیت نرم‌افزار متن بسته با توجه به مرور ادبیات تحقیق در حوزه مهاجرت است. در این مقاله با مرور و دسته‌بندی مقاله‌های مطالعه شده، در حوزه نرم‌افزارهای متن باز صفات کیفی پراهمیت بر اساس تعداد تکرار آن‌ها، شناسایی شده است. سپس لیست صفات به دست آمده از مقاله‌های مرور شده، با دو مدل کیفی استاندارد ISO25010 و ISO9126 مقایسه شده است. نتیجه به دست آمده از این تحقیق نشان داده است که صفات کیفی مدل استاندارد ISO25010 نسبت به مدل استاندارد ISO9126 و لیست صفات کیفی مقاله‌های مرور شده کامل تر است. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت، صفات کیفی مدل استاندارد ISO25010 در تخمین کیفیت کلی نرم‌افزارهای متن بسته در فرآیند مهاجرت به نرم‌افزارهای متن باز مؤثر هستند.

کلمات کلیدی

فرآیند مهاجرت نرم‌افزار متن باز، نرم‌افزار متن بسته، تخمین کیفیت، مدل کیفی ISO25010، مدل کیفی ISO9126

۱- مقدمه

تضمین اینکه یک سازمان نرم‌افزاری همه چیز را به طور صحیح در زمان مناسب و به روش صحیحی انجام دهد [۱]. "مک کال درباره کیفیت بیان کرده است." کیفیت نرم‌افزار یک اصطلاح کلی است که برای هر صفت یا ویژگی‌های فردی یا عمومی بکار می‌رود. یک ویژگی متمایز که درجه تعالی یا شناسایی ماهیت اساسی چیزی را نشان می‌دهد [۲].

برای تعیین کیفیت یک محصول نیاز به شناسایی صفات کیفی است. طبق تحقیقات صورت گرفته محققان بسیاری مانند مک کال، بوهم و غیره بر روی صفات کیفی و مدل‌های کیفی کار کرده‌اند [۳]-[۵]. در حوزه فرآیند مهاجرت

امروزه یکی از مشکلات سازمان‌ها و نهادهای دولتی، صرف هزینه‌های گزاف برای خرید نرم‌افزارهای مجوز دار (متن بسته) و پشتیبانی از این نوع نرم‌افزارها است. با به وجود آمدن صنعت نرم‌افزارهای متن باز، استفاده از این نوع نرم‌افزارها روبه گسترش است. یکی از عوامل تأثیرگذار در انتخاب این نوع نرم‌افزار کیفیت است. پرسمن در تعریف کیفیت بیان کرده است. "کیفیت یعنی



تأثیرگذار انتخاب نرم‌افزار عملکرد، کارایی، کیفیت و قابلیت استفاده معرفی شده است [۹]. در سال ۲۰۱۲ برای انتخاب بین نرم‌افزارهای متن‌باز و غیر متن‌باز فلوجارتی ارائه شد. در این مقاله ویژگی‌های تکنیکی برای انتخاب نرم‌افزار معرفی شده است [۸]. در سال ۲۰۱۳ روش سه‌گامی برای وزن دهی به خصوصیات کیفی نرم‌افزارهای متن‌باز بر اساس مدل کیفی مک لین ودلون ارائه شد [۱۲]–[۱۵].

در زمینه برآورد کیفیت نرم‌افزار، محققان مختلف، روش‌ها، تکنیک‌ها و مکانیزم‌های متفاوتی را بر روی مدل‌های کیفی پیشنهاد داده‌اند. لین و همکارانش بدست آوردن کیفیت نرم‌افزار یکپارچه برای ارزیابی رضایت کاربر با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی بر مبنای مدل کیفی ISO9126 با یک تک ارزیاب را ارائه داده‌اند [۵].

یوان و همکارانش بر روی مدل کیفی ISO9126 از روش AHP (فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) فازی و روش حداقل مربعات لگاریتمی فازی استفاده نمودند [۳]. پاندی و همکارانش از روش ANP (فرآیند تحلیل شبکه‌ای) در اولویت‌بندی صفات و زیر صفات کیفی، مدل کیفی ISO9126 استفاده نمودند [۴]. همان‌طور که در جدول ۱ دیده می‌شود، هیچ‌یک از این تحقیقات بر اساس فاکتور تکرار، صفات کیفی کاربردی و پر اهمیت را شناسایی نکرده است و لیست بدست آمده، با مدل‌های کیفی استاندارد مقایسه نشده است.

۳- روش انجام تحقیق

در این مقاله ابتدا با مرور مقاله‌های مختلف از کتابخانه‌های دیجیتال مانند google Scholar, IEEE xplora, Science Direct, Springer و دسته‌بندی این مقالات در حوزه نرم‌افزارهای متن‌باز در ۴ گروه Q1, Q2, Q3, Q4 ابتدا لیست صفات کیفی با اهمیت تر و تعداد تکرار آن‌ها در هر گروه به دست آمده است. سپس با تجمیع آن‌ها، لیست نهایی صفات کیفی مقالات مرور شده، به دست آمده است.

لیست صفات کیفی بدست آمده از مقاله‌های مرور شده، درصد اهمیت آنها با توجه به میزان تکرار آنها در مقاله‌ها، مشخص شده است و با دو مدل استاندارد کیفی ISO9126 و ISO25010 مقایسه شده است. گام‌های روش انجام تحقیق در شکل (۱) نشان داده شده است.

نیز روش‌های مورد استفاده جهت شناسایی وضعیت نرم‌افزارهای متن بسته مانند بررسی ویژگی‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری، ویژگی‌های تکنیکی مانند همکاری یک نرم‌افزار با نرم‌افزارهای دیگر و غیره انجام شده است [۶]–[۹]. در سال ۲۰۱۸ مروری بر مدل‌های فرآیندهای مهاجرت نرم‌افزارهای متن‌باز انجام شد و چهارچوبی برای انتخاب بهترین فرآیند مهاجرت برای مدیران فن آوری اطلاعات و سازمانها ارائه شده است. شناسایی صفات کیفی پراهمیت در تخمین کیفیت نرم‌افزارها به این فرآیند می‌تواند کمک نماید [۱۰].

همچنین در روشی که در دسته بندی ریسکها و ارائه راه حل برای آنها انجام شده است. تعیین کیفیت نرم‌افزار توسط پارامترهای موثر تخمین کیفیت نرم‌افزار به کاهش شکست ریسک مهاجرت کمک خواهد کرد [۱۱].

فضای خالی که در این تحقیقات می‌توان مشاهده کرد. ارائه راه‌کاری برای شناسایی صفات کیفی پراهمیت برای تعیین پارامترهای موثر در تخمین کیفیت نرم‌افزارها در فرآیند مهاجرت است. هدف از این مقاله کمک به مدیران سازمان‌ها، جهت شناسایی صفات کیفی کاربردی، در تعیین برآورد کیفیت نهایی نرم‌افزارهای متن بسته جهت جایگزین کردن با نرم‌افزارهای متن‌باز است.

این مقاله در بخش دوم با مرور و مقایسه کارهای مرتبط ضرورت تحقیق انجام شده را مشخص کرده است. در بخش سوم روش انجام تحقیق بیان شده است. در بخش ۴ تحلیل و جمع‌بندی نهایی انجام گرفته است. در بخش ۵ نتیجه‌گیری نهایی و کارهای آینده مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مرور کارهای گذشته

در سال ۲۰۱۰ پژوهشی در زمینه مهاجرت سیستم‌های اطلاعاتی در میان ۵۹ شرکت نرم‌افزاری صنعت ایتالیا انجام شد. در این تحقیق بیشتر به مواردی مثل تغییر سخت‌افزار مورد نیاز یک نرم‌افزار، تغییر سیستم‌عامل به ورژن‌های جدید، تغییر معماری نرم‌افزار توجه شده است [۶].

در سال ۲۰۰۸ فلوجارتی برای مهاجرت به نرم‌افزارهای متن‌باز کلاینتی در میان کشورهای جنوب آفریقا ارائه شد. در این فلوجارت در مرحله ارزیابی نرم‌افزارهای انتخاب شده، نرم‌افزارهای متن‌باز را تنها از لحاظ هزینه، امنیت، قابلیت اعتماد، پشتیبانی و نگهداری بررسی کرده است [۷].

در تحقیق سال ۲۰۰۷ میزان رشد و پذیرش نرم‌افزارهای متن‌باز در میان کشورهای عضو ASEAN مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق فاکتورهای



شکل (۱): گام‌های انجام روش تحقیق

جدول ۱. مقایسه کارهای مرتبط

مرجع	نام صفت کیفی یا مدل کیفی	مشخص کردن اهمیت کاربردی صفات کیفی	مشخص کردن صفات کیفی پر تکرار	استفاده در حوزه مهاجرت	مقایسه با مدل کیفی استاندارد
[۶]	-	خیر	خیر	بله	-
[۷]	امنیت، قابلیت اعتماد، قابلیت نگهداری و پشتیبانی	بله	خیر	بله	خیر
[۹]	عملکرد، کارایی، قابلیت استفاده	بله	خیر	بله	خیر
[۸]	ویژگیهای تکنیکی تعامل پذیری	بله	خیر	بله	خیر
[۳]	ISO9126	خیر	خیر	خیر	-
[۴]	ISO 9126	خیر	خیر	خیر	-
[۱۵]	مدل کیفی مک لین و دلون	بله	خیر	خیر	خیر
[۵]	ISO9126	خیر	خیر	خیر	-
[۱۶]	-	خیر	خیر	خیر	-

متن‌باز نتیجه‌ای که حاصل شده، نشان داده است که نرم‌افزارهای متن‌باز از نظر کارایی و امنیت بهتر از نرم‌افزارهای متن بسته‌اند. دو صفت کیفی که می‌توان از این مقاله به دست آورد امنیت و کارایی هستند [۱۷]. همچنین در مقایسه‌ای که از دیدگاه فرآیند توسعه نرم‌افزارهای متن‌باز و متن بسته انجام شده است، نرم‌افزارهای متن‌باز در مقابل نرم‌افزارهای متن بسته دارای امنیت قوی، تست قوی، گزارش خطا سریع و قابلیت اعتماد بهتر هستند [۱۸]. صفات کیفی استخراج شده از این مقاله شامل قابلیت تست کردن (قابلیت اعتماد)، امنیت و ارزیابی کیفیت مستندات هستند.

۳-۳- لیست صفات کیفی به دست آمده از گروه Q2

در مقاله بررسی شده در این زمینه، بین کشورهای قاره آمریکا، اروپا، آسیا و آفریقا با بررسی کلیه مقاله‌ها و تحقیقات انجام شده درباره ویژگی‌های نرم‌افزارهای متن‌باز از سال ۲۰۰۳ تا سال ۲۰۱۲ این مقاله نتیجه گرفته است، ویژگی‌های نرم‌افزارهای متن‌باز در تمام کشورها و نواحی جهان به یک اندازه مورد توجه نیستند و هر منطقه و ناحیه متناسب با نیاز خود این نوع نرم‌افزارها را بکار گرفته است.

۳-۱- شناسایی لیست صفات کیفی

مقاله‌ها در زمینه ویژگی‌های نرم‌افزارهای متن‌باز به ۴ گروه تقسیم شده است. این گروه عبارت‌اند از: Q1 معرفی و مقایسه نرم‌افزارهای متن‌باز با غیر متن‌باز، Q2 معرفی فاکتورهای مؤثر پذیرش نرم‌افزارهای متن‌باز در بین کشورهای مختلف، Q3 معرفی روش‌های بررسی و رشد و توسعه نرم‌افزارهای متن‌باز در بین کشورهای مختلف، Q4 مدل‌ها و صفات کیفی نرم‌افزارهای متن‌باز. سپس در هر گروه مقاله‌های آن بخش با هم از لحاظ نوع صفات کیفی مقایسه شده و نام و تعداد تکرار آن‌ها استخراج شده است. در نهایت این لیست صفات با هم جمع شده است و نتیجه نهایی در جدول ۲ نشان داده شده است.

۳-۲- لیست صفات کیفی به دست آمده از گروه Q1

در این گروه با مقایسه ویژگی نرم‌افزارهای متن‌باز و غیر متن‌باز صفات کیفی کاربردی شناسایی شده است. به‌عنوان نمونه در مقایسه‌ای که بین وب‌سرویس‌های متن‌باز و سیستم‌عامل متن بسته انجام شده است، با به وجود آوردن محیط غیر امن و کارایی نامناسب بر روی نرم‌افزارهای متن بسته و

فرآیند اندازه‌گیری اثربخشی رفع نقص نرم‌افزارهای متن‌باز به‌عنوان یکی از تکنیک‌های تضمین کیفیت نرم‌افزار متن‌باز معرفی شده است. علت اهمیت اندازه‌گیری فرآیند، این است که اگر یک مدل اندازه‌گیری رفع نقص برای پروژه‌های نرم‌افزاری متن‌باز وجود داشته باشد. آنگاه نگرانی سازمان‌ها در انتخاب این نوع نرم‌افزارها در زمینه کیفیت نرم‌افزار می‌تواند رفع گردد [۲۴]. صفت کیفی به‌دست‌آمده از این مقاله قابلیت ردیابی خطا است.

۳-۶- لیست صفات کیفی نهایی مقالات مرور شده

در این مقاله، با مرور مقاله‌های مختلف در حوزه کاربردی نرم‌افزارهای متن‌باز، صفات کیفی پراهمیت برای فرآیند مهاجرت این نوع نرم‌افزارها به‌دست‌آمده است. صفات کیفی پیشنهادی از گروه مقاله‌های به‌دست‌آمده با توجه به تعداد دفعات تکرار آن‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. با تبدیل تعداد تکرار لیست صفات کیفی در جدول ۲ به مقدار درصد در نمودار دایره‌ای، میزان اهمیت صفات کیفی پرکاربرد مشخص شده است.

همان‌گونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود. میزان درصد اهمیت صفت کیفی امنیت از همه بیشتر است. پس‌از آن صفت کیفی قابلیت همکاری در جایگاه دوم قرار می‌گیرد. صفات کیفی قابلیت استفاده و کارایی جایگاه سوم را کسب کرده‌اند. صفات کیفی ارزیابی مستندات، قابلیت تست کردن، قابلیت پشتیبانی و نگهداری در جایگاه چهارم قرار گرفته‌اند و جایگاه آخر مربوط به صفات کیفی صحت عملکرد، قابلیت اطمینان و قابلیت ردیابی خطا می‌باشد. بدین ترتیب چهار صفت کیفی پرتکرار امنیت، قابلیت همکاری، قابلیت استفاده و کارایی نرم‌افزار می‌باشند که در فرآیند مهاجرت حتماً باید مورد توجه قرار گیرند. به‌دست آوردن درصد اهمیت لیست صفات کیفی مقاله‌های مرور شده، در حوزه نرم‌افزارهای متن‌باز به تنهایی قابلیت انتخاب این لیست، برای تعیین کیفیت نرم‌افزارهای فرآیند مهاجرت را مشخص نمی‌کند. مقایسه این لیست به‌دست آمده، با مدل‌های استاندارد ضریب اعتماد به انتخاب پارامترهای موثر در تخمین کیفیت نرم‌افزار، در فرآیند مهاجرت را بالاتر خواهد برد.

۳-۷- مقایسه با مدل کیفی استاندارد

سری مدل‌های ISO9000 پایه و اساس مدیریت کیفیت سیستم‌ها را مشخص کرده است و از ابعاد مختلف سخت‌افزاری، نرم‌افزاری و ارائه خدمات به کاربر نهایی کیفیت محصول را بررسی نموده است. مدل ISO9126 بخشی از مدل ISO9000 است که خصوصیات کیفی محصول را در ۶ گروه صحت عملکرد، قابلیت اطمینان، قابلیت استفاده، قابلیت نگهداری، قابلیت کارایی، قابلیت حمل تقسیم کرده است. توسعه یافته مدل ISO9126 مدل ISO25010 است. این مدل خصوصیات محصول را در ۸ گروه تقسیم کرده است. در این مدل دو صفت کیفی امنیت و سازگاری به‌عنوان یک گروه مستقل شناخته شده‌اند [۲۳]، [۲۵]، [۲۶].

مزیت انتخاب مدل استاندارد نسبت به مدل‌های غیر استاندارد شامل کاهش هدر رفتن زمان در تولید محصول، افزایش تولیدات، افزایش آگاهی کارمندان در تولید محصول، افزایش سود فروش محصولات، افزایش بازاریابی محصولات، افزایش رضایت مشتری و ایجاد محصولات مفیدتر و موثرتر در استفاده از آن‌ها است [۲۵]. همچنین از دیدگاه ساختاری و تعداد خصوصیات صفات کیفی، مدل‌های استاندارد مانند ISO9126، در آن هر زیر خصوصیت

به‌عنوان مثال ویژگی سفارشی‌سازی و فروشندگان مستقل، نرم‌افزارهای متن‌باز برای کشورهای آسیا نسبت به کشورهای آمریکایی اهمیت بیشتر دارد. این مقاله فاکتورهای موردپذیرش این نوع نرم‌افزارها را در ۴ گروه دسته‌بندی نموده است و برای هر دسته زیر آیت‌هایی معرفی کرده است و هر زیر آیت را از نظر اهمیت از طریق تحلیل و آنالیز ۷۱ مقاله به دست آورده است. این ۴ گروه عبارت‌اند از: فاکتورهای سیاسی (فروشندگان مستقل، امنیت، سفارشی‌سازی)، فاکتورهای اقتصادی (مقرون‌به‌صرفه بودن، توسعه صنعت محلی، رقابت بین شرکت‌ها)، فاکتورهای اجتماعی (ایجاد اشتغال، توسعه مهارت‌های محلی، تقسیم دیجیتال)، فاکتورهای تکنیکی (استانداردهای باز، قابلیت همکاری) [۱۹].

صفات کیفی که با بررسی این مقاله به‌دست‌آمده است عبارت‌اند از: امنیت، قابلیت همکاری و استفاده از استانداردهای باز (تعامل‌پذیری)، قابلیت استفاده (سفارشی‌سازی محصول در کشور برای مصارف مختلف)، قابلیت پشتیبانی (وجود شرکت‌های محلی در پشتیبانی از محصول)

۳-۴- لیست صفات کیفی به‌دست‌آمده از گروه Q3

در این گروه علت استفاده از نرم‌افزارهای متن‌باز از دیدگاه میزان رشد و توسعه آن‌ها در کشورهای مختلف بررسی شده است. به‌عنوان مثال در بازه یک سال اخیر از دیدگاه کلاسترینگ و متن‌کاوی در شهرداری‌های ایتالیا میزان استفاده از نرم‌افزار مدیریت محتوا (جوملا) دارای رتبه بالاتری بوده است. علت میزان استفاده از این نوع نرم‌افزار نصب راحت پلاگین بیان شده است [۲۰]. صفت کیفی که از این مقاله می‌توان به دست آورد قابلیت استفاده است. برای شناسایی نرم‌افزارهای میزبان تحت وب در کشورهای جنوب شرق آسیا ASEAN از طریق تحلیل و آنالیز پسوند دامنه وب سایت‌ها به نوع سرورها و نوع سیستم‌عامل‌های میزبان پی برده شده است. بیشتر این نوع نرم‌افزارها از نوع متن‌باز بوده‌اند و علت استفاده از این نرم‌افزارها کارایی، قابلیت اعتماد و قابلیت تطبیق عنوان شده است [۲۱]. صفات کیفی به‌دست‌آمده از این مقاله عبارت‌اند از: کارایی بالا میزبان‌های وب نرم‌افزار متن‌باز، قابلیت تعامل‌پذیری و همکاری (تطبیق)، امنیت (قابلیت اعتماد)

۳-۵- لیست صفات کیفی به‌دست‌آمده از گروه Q4

در این گروه مقاله‌هایی که درباره کیفیت نرم‌افزارهای متن‌باز بوده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به‌عنوان مثال با مقایسه مدیریت کیفیت نرم‌افزارهای متن‌باز و متن‌بسته عوامل مؤثر در کیفیت نرم‌افزارهای متن‌باز ماژولار بودن، مدیریت پروژه، فرآیند مدیریت تست، پایداری جامعه برنامه‌نویسان و ارتباطات آن‌ها بیان شده است [۲۲]. صفات کیفی به‌دست‌آمده از این مقاله شامل ارزیابی کیفیت مستندات، قابلیت تست کردن، قابلیت تعامل‌پذیری (همکاری)، قابلیت انتقال، قابلیت استفاده (اضافه کردن ویژگی‌های جدید به کد ماژولار و سفارشی‌سازی) می‌باشد.

مقایسه مدل‌های کیفی نرم‌افزارهای متن‌باز در دو نسل که در هر نسل ۴ مدل کیفی وجود دارد با مدل کیفی ISO25010 یک مدل کیفی کاندید ارائه داده است که قابلیت گسترش دارد [۲۳]. صفات کیفی استخراج شده از این دو مقاله شامل قابلیت تعامل‌پذیری (همکاری)، قابلیت انتقال، قابلیت استفاده (اضافه کردن ویژگی‌های جدید به کد ماژولار و سفارشی‌سازی)، صحت عملکرد، قابلیت اطمینان، کارایی و قابلیت نگهداری است.



کارایی مؤثر، قابلیت سازگاری، قابلیت استفاده، قابلیت اعتماد، امنیت، قابلیت نگهداری و قابلیت حمل و انتقال شناخته شده است. بدین ترتیب این ۸ صفت کیفی به عنوان پارامترهای ورودی مدل کیفیت کلی نرم افزارها در فرآیند مهاجرت قابل استفاده خواهند بود.

۵- نتیجه گیری و کارهای آینده

این مقاله با مرور و دسته‌بندی مقاله‌ها در حوزه نرم‌افزارهای متن‌باز صفات کیفی کاربردی که حتماً باید در فرآیند مهاجرت مورد توجه قرار گیرند را مشخص کرده است. نتیجه تحقیق به دست‌آمده نشان داده است که چهار صفت کیفی امنیت، قابلیت همکاری، قابلیت استفاده و کارایی از همه مهم‌تراند. همچنین میزان تکرار آن‌ها در مقاله‌های مرور شده بالاتر از بقیه صفات کیفی قرار داشته است. همچنین با مقایسه لیست مرور شده، با دو مدل کیفی استاندارد ISO9126 و ISO25010 ضرورت اهمیت انتخاب صفات کیفی مدل استاندارد ISO25010 در تعیین پارامترهای مؤثر تخمین کیفیت نرم افزارها در فرآیند مهاجرت مشخص شد. برای کارهای آینده پیشنهاد می‌گردد با در نظر گرفتن ۸ صفت کیفی مدل ISO25010 به عنوان ورودی‌های یک مدل تخمین کیفیت با استفاده از سیستم‌های فازی و یا شبکه عصبی-فازی در فرآیند مهاجرت کیفیت کلی نرم افزار را اندازه گیری کرد.

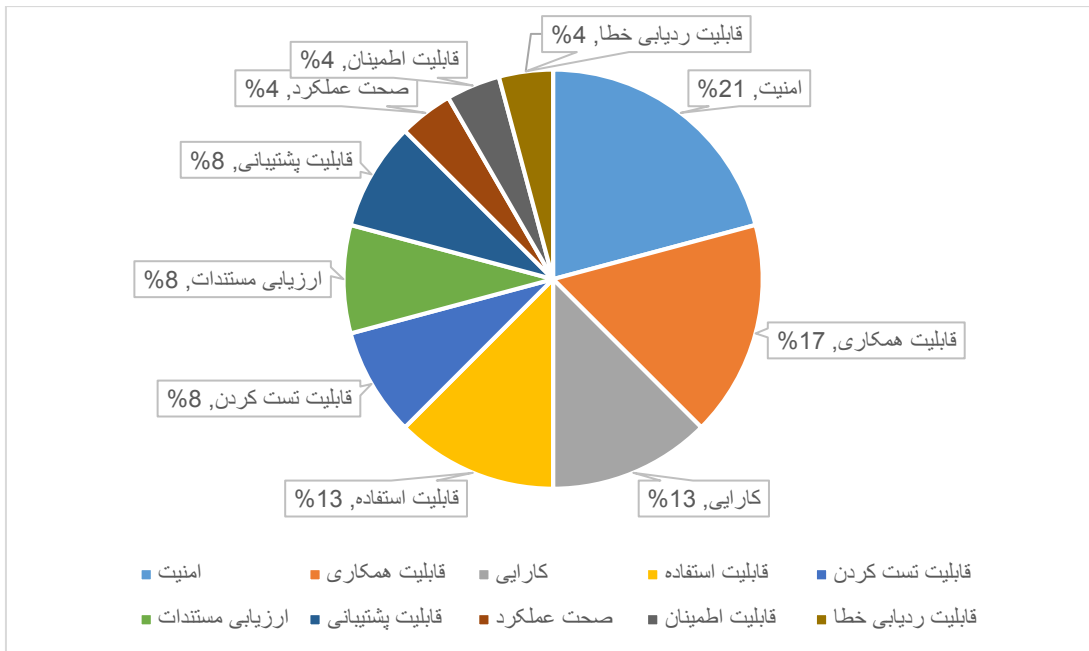
کیفی تنها توسط یک خصوصیت در سطح بالاتر تحت تاثیر قرار گرفته است. درحالی که در سایر مدلها مانند بوهم و مک کال اینگونه نبوده است [۲۷]. همانگونه که در جدول ۳ مشخص شده است. با مقایسه لیست صفات کیفی مرور شده و دومدل کیفی استاندارد ISO9126 و ISO25010 تعداد صفات کیفی ارائه شده در مدل کیفی استاندارد ISO25010 کاملتر است. مدل کیفی ISO9126 شامل دو صفت کیفی امنیت و سازگاری نیست. همچنین لیست صفات کیفی مرور شده، در جدول ۲ شامل صفت کیفی قابلیت حمل و انتقال نیست. سه صفت کیفی لیست مقاله‌های مرور شده، شامل ردیابی خطا، ارزیابی مستندات و قابلیت تست کردن که در جدول ۳ آورده نشده است به عنوان زیر خصوصیات کیفی سه صفت کیفی قابلیت اطمینان، قابلیت استفاده و قابلیت نگهداری مدل‌های استاندارد شناخته شده‌اند. به همین دلیل در جدول ۳ در نظر گرفته نشده‌اند. بدین ترتیب مدل کیفی ISO25010 برای تعیین پارامترهای مؤثر در تخمین کیفیت نرم افزار در فرآیند مهاجرت، کاندیدای مناسب تری است.

۴- تحلیل و جمع بندی نهایی

با مقایسه لیست صفات کیفی مقاله‌های مرور شده، در حوزه فرآیند مهاجرت نرم افزارهای متن باز و همچنین مقایسه این لیست با دو مدل کیفی استاندارد ISO9126 و ISO25010 مدل مناسب در انتخاب پارامترهای مؤثر در تخمین کیفیت نرم افزار در فرآیند مهاجرت مدل استاندارد ISO25010 با داشتن ۸ خصوصیت کیفی شامل عملکرد مناسب،

جدول ۲. لیست صفات کیفی بدست آمده از مقالات مرور شده

ردیف	عنوان صفت کیفی	تعداد تکرار	عنوان گروه	مرجع
۱	ارزیابی کیفیت مستندات	۲	Q1,Q4	[۱۸],[۲۲]
۲	امنیت	۵	Q1,Q2,Q3	[۱۷]-[۲۱]
۳	قابلیت تست کردن	۲	Q1,Q4	[۱۸],[۲۲]
۴	کارایی	۳	Q1,Q3,Q4	[۱۷],[۲۱],[۲۳]
۵	قابلیت همکاری یا تعامل پذیری	۴	Q2,Q3,Q4	[۱۹],[۲۱]-[۲۳]
۶	قابلیت استفاده	۳	Q2,Q3,Q4	[۱۹],[۲۰],[۲۲],[۲۳]
۷	قابلیت پشتیبانی و نگهداری	۲	Q2,Q4	[۱۹],[۲۳]
۸	صحت عملکرد	۱	Q4	[۲۳]
۹	قابلیت اطمینان	۱	Q4	[۲۳]
۱۰	قابلیت ردیابی خطا	۱	Q4	[۲۴]



نمودار ۱. درصد اهمیت صفات کیفی به دست آمده

جدول ۳. مقایسه لیست صفات کیفی مقالات مرور شده با مدل‌های کیفی استاندارد

عنوان مدل / لیست صفات کیفی	صحت عملکرد	قابلیت اطمینان	قابلیت استفاده	قابلیت نگهداری (پشتیبانی)	قابلیت کارایی	قابلیت حمل	قابلیت سازگاری (همکاری)	امنیت
مدل ISO9126	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	×
مدل ISO25010	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
لیست صفات کیفی مرور شده در جدول ۲	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓

Italian industry: A state of the practice survey,” *Inf. Softw. Technol.*, vol. 53, no. 1, pp. 71–86, 2011.

[7] J. Mtsweni and E. Biermann, “A roadmap to proliferate open source software usage within SA government servers,” in *Third International Conference on Broadband Communications, Information Technology & Biomedical Applications*, 2008, pp. 430–436.

[8] C. Bouras, V. Kokkinos, and G. Tseliou, “Methodology for Public Administrators for selecting between open source and proprietary software,” *Telemat. Informatics*, vol. 30, no. 2, pp. 100–110, 2013.

[9] J. L. Mindel, L. Mui, and S. Verma, “Open source software adoption in ASEAN member countries,” *Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, pp. 1–10, 2007.

[10] R. Sobhani et al., “A Review of Migration Processes to Open Source Software,” vol. 9, no. 1, pp. 20–31, 2018.

[11] E. Noroozi, “Proposing novel measures to alleviate the risks of migration to open source software,” pp. 6–11, 2018.

[12] E. Stacie, Petter DeLone, William McLean, “Measuring information systems success: models, dimensions, measures, and interrelationships,” *Eur. J. Inf. Syst.*, vol. 17, no. 3, pp. 236–263, 2008.

[13] C. N. Chamili K, Jusoh Y, Yahaya J, “Selection criteria of Open Source Software for adoption in Malaysia,” *Asian Trans Basic Appl Sci*, 2012.

[14] M. E. DeLone W, “The DeLone and McLean model of information systems success: a ten year update,” *J Manag. Inf. Syst.*, 2005.

[15] M. Sarrab and O. M. H. Rehman, “Empirical study of open source software selection for adoption, based on

مراجع

زاده، محسن، *خصوصیات کیفی نرم افزار (مهندسی نرم افزار)* [27]

بیشرفته، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات. ۱۳۹۵.

[1] R. S. Pressman, *Software Engineering A Practitioner’s Approach*, 7th ed. New York: Raghohaman srinivasan, 2010.

[2] J. A. McCall, P. K. Richards, and G. F. Walters, “Factors in Software Quality - Volume 3 - Preliminary Handbook on Software Quality for an Acquisition Manager,” *at’l Tech. Inf. Serv.*, vol. 1, 2 and 3, no. ADA049055, pp. 689–1699, 1977.

[3] K. K. F. Yuen and H. C. W. Lau, “A fuzzy group analytical hierarchy process approach for software quality assurance management: Fuzzy logarithmic least squares method,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 8, pp. 10292–10302, 2011.

[4] A. K. Pandey and C. P. Agrawal, “Analytical Network Process based model to estimate the quality of software components,” *2014 Int. Conf. Issues Challenges Intell. Comput. Tech.*, pp. 678–682, 2014.

[5] L. L. L. Lin and H.-M. L. H.-M. Lee, “A Fuzzy Software Quality Assessment Model to Evaluate User Satisfaction,” *Second Int. Conf. Innov. Comput. Informatio Control (ICICIC 2007)*, no. 116, pp. 3–6, 2007.

[6] M. Torchiano, M. Di Penta, F. Ricca, A. De Lucia, and F. Lanubile, “Migration of information systems in the



- software quality characteristics*,” *Adv. Eng. Softw.*, vol. 69, pp. 1–11, 2014.
- [16] B. Yang, L. Yao, and H.-Z. Huang, “**Early Software Quality Prediction Based on a Fuzzy Neural Network Model**,” *Third Int. Conf. Nat. Comput. (ICNC 2007)*, vol. 2, no. Icnc, pp. 760–764, 2007.
- [17] O. V. Póserné, “**Comparing the webservers of the open source and the closed source operation systems**,” *Proc. - 2009 5th Int. Symp. Appl. Comput. Intell. Informatics, SACI 2009*, pp. 169–172, 2009.
- [18] A. Khanjani and R. Sulaiman, “**The aspects of choosing open source versus closed source**,” *Isc. 2011 - 2011 IEEE Symp. Comput. Informatics*, pp. 646–649, 2011.
- [19] O. Jokonya, “**Investigating open source software benefits in public sector**,” *Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, vol. 2015–March, pp. 2242–2251, 2015.
- [20] G. Destefanis, R. Tonelli, L. Cocco, G. Concas, and M. Marchesi, “**A case study of the use of Open Source CMS in Public Administrations**,” *2012 14th IEEE Int. Symp. Web Syst. Evol.*, pp. 31–34, 2012.
- [21] J. L. Mindel, L. Mui, and S. Verma, “**Open source software adoption in ASEAN member countries**,” in *Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2007, pp. 1–10.
- [22] M. Aberdour, “**Achieving Quality in Open Source Software**,” *IEEE Softw.*, p. 7.
- [23] A. Adewumi, S. Misra, and N. Omeregbe, “**Evaluating Open Source Software Quality Models Against ISO 25010**,” in *International Conference on Computer and Information Technology; Ubiquitous Computing and Communications; Dependable, Autonomic and Secure Computing; Pervasive Intelligence and Computing*, 2015, pp. 872–877.
- [24] A. H. Ghapanchi and A. Aurum, “**Measuring the Effectiveness of the Defect-Fixing Process in Open Source Software Projects**,” *Syst. Sci. (HICSS), 2011 44th Hawaii Int. Conf.*, pp. 1–11, 2011.
- [25] O. P. Sangwan, “**Software Quality Estimation Using Soft Computing Techniques**,” *Int. J. Innov. Adv. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 5, pp. 195–205, 2017.
- [26] I. 25000 Portal, “**ISO/IEC 25010**,” *iso25000.com*, 2017[Online]. Available: <http://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010>.