



Review and Analysis of Effective Role of Identifying Risk Factors in Software Development Projects in Requirements Phase

E. Farahani^{*1}, M. Shamsjavi², M.H. Zahedi³

¹ Department of Computer Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

² Department of Software Engineering, Iranians University, Tehran, Iran

³ Department of Information Technology, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

ABSTRACT

Received: 10 June 2022
Accepted: 29 August 2022

KEYWORDS:

Requirements Engineering
Software Development Cycle
Requirements Uncertainty
Risk

¹ Corresponding author

 elham.farahani@sharif.edu

Software engineering affects all aspects of our daily lives. Software development is the basis of activity in the world of software engineering and information technology. Software development involves a set of steps called the software development cycle.

For the success of any software it is significant that each stage of the software development cycle be without errors and defects. But it is unfortunate that we cannot proceed without any uncertainty in the software development cycle. Therefore, it is important that we can identify and evaluate the risks of the initial steps of this cycle.

Requirements engineering are preliminary stage of software development cycle, that it's basic needs are collected from customer. If the risks are ignored in the requirements engineering stage, it will have negative effects on the ability of projects to achieve performance goals and efficiency and so the results. The main topic of this article is to identify the risk factors in software development projects focusing on the requirements engineering stage. It also refers to the impact of requirements on the outcome and final product performance and also examine the importance of uncertainty requirements role on the quality of the final product. Then, the risk management steps and its role in strengthening the requirements engineering phase will be described.

Conclusion of this article reviews the importance of identifying harmful factors in the early stage of software development and also emphasizes the need to implement the risk management in the requirements engineering.



NUMBER OF REFERENCES

20



NUMBER OF FIGURES

3



NUMBER OF TABLES

3

بررسی و تحلیل نقش موثر شناسایی عوامل بروز ریسک در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار

در فاز نیازمندی‌ها

الهام فراهانی^{۱*}، محبوبه شمس جاوی^۲، محمدهادی زاهدی^۳

^۱ دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران

^۲ گروه نرم‌افزار، دانشکده مهندسی کامپیوتر، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران

^۳ گروه فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

چکیده

مهندسی نرم‌افزار بر همه جنبه‌های زندگی روزمره ما تاثیرگذار است. توسعه نرم‌افزار اساس فعالیت در دنیای مهندسی نرم‌افزار و فناوری اطلاعات است. توسعه نرم‌افزار دربرگیرنده مجموعه‌ای از مراحل است که به‌عنوان چرخه‌ی توسعه نرم‌افزار نامیده می‌شود. برای موفقیت هر نرم‌افزاری قابل توجه است که هر مرحله از چرخه‌ی توسعه نرم‌افزار بدون خطا و عیب باشد. لیکن مایه تاسف است که نمی‌توان بدون هیچ‌گونه عدم قطعیتی در چرخه‌ی توسعه‌ی نرم‌افزار به پیش برویم. بنابراین مهم این است که ما بتوانیم ریسک‌های گام‌های اولیه‌ی این چرخه را شناسایی و مورد ارزیابی قراردهیم. مهندسی الزامات و نیازمندی‌ها، مرحله مقدماتی چرخه توسعه نرم‌افزار است، که نیازهای اصلی آن از مشتری جمع‌آوری می‌گردد. اگر خطرات در مرحله‌ی مهندسی نیازمندی‌ها نادیده گرفته شود، تأثیرات منفی بر توانایی پروژه‌ها در دستیابی به اهداف عملکرد و کارایی و نتیجه را در پی خواهد داشت. موضوع اصلی این مقاله، شناسایی عوامل بروز ریسک در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار با تمرکز بر روی مرحله‌ی مهندسی نیازمندی‌ها است. همچنین به اثرگذاری نیازمندی‌ها بر روی نتیجه و عملکرد نهایی محصول اشاره دارد و اهمیت نقش عدم قطعیت نیازمندی‌ها بر کیفیت محصول نهایی را بررسی می‌کند. سپس، مراحل مدیریت ریسک و نقش آن در تقویت فاز مهندسی نیازمندی‌ها شرح داده خواهد شد. نتیجه‌گیری این مقاله، اهمیت شناسایی عوامل آسیب‌زا در مراحل آغازین توسعه‌ی نرم‌افزار را مرور می‌کند و همچنین بر لزوم اجرای مدیریت ریسک در فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها تاکید می‌کند.

واژگان کلیدی:

مهندسی نیازمندی‌ها
چرخه‌ی توسعه نرم‌افزار
عدم قطعیت نیازمندی‌ها
ریسک

^۱نویسنده مسئول

Elham.farahani@sharif.edu ✉



تعداد منابع

۲۰



تعداد شکل‌ها

۳



تعداد جداول

۳

از تجزیه و تحلیل چندین مقاله استنباط می‌شود که عوامل زیادی می‌توانند خطراتی که باعث شکست پروژه می‌شوند را ایجاد کنند. در حالت کلی، اگر بخواهیم به مهم‌ترین دلایل بروز ریسک‌ها و خطرات اشاره داشته باشیم، می‌توان این موارد را نام برد: تعریف ضعیف نیازمندی‌ها، ناکافی بودن نیازمندی‌ها، عدم آزمایش، مدیریت ضعیف نیازمندی‌ها و همچنین عدم قطعیت از نیازمندی‌ها. عدم قطعیت از نیازمندی در بعضی از تحقیقات بعنوان مهم‌ترین تهدید برای کسب موفقیت یک پروژه نرم‌افزاری نامبرده شده است. در صورتی که نیازمندی‌ها به صورت مداوم در طول فرآیند توسعه نرم‌افزار دستخوش تغییرات شوند، سپس بر روی برنامه زمان‌بندی، بودجه و هزینه تخمینی، برنامه‌ریزی، خطاها، کارایی و عملکرد نهایی پروژه اثر خواهد گذاشت. پس مهم است که قبل از اقدام به کاهش ریسک ابتدا عوامل بروز ریسک‌ها را درک کنیم. مهندسی نیازمندی‌ها، فرآیند جمع‌آوری نیازمندی‌ها، تعریف نیازمندی‌ها و مدیریت نیازمندی‌ها است. نیازمندی، بیانیه مهم کار است که قبل از شروع توسعه هر نرم‌افزار یا محصول، از کاربر جمع‌آوری می‌گردد. این اطلاعات بعنوان نیازمندی‌ها و فرآیند جمع‌آوری نیازمندی‌ها از مشتری، بعنوان مهندسی نیازمندی‌ها نامیده می‌شود. نیازمندی‌ها باید دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌ها برای موفقیت هر نرم‌افزار باشند، مانند نیازمندی‌های سازگار، کامل و دارای عملکرد باشند، نیازمندی‌ها باید بدون ابهام، قابل آزمایش، درست و واضح باشند، باید برای توسعه‌دهندگان قابل درک باشند. بدست آوردن نیازمندی‌های مناسب، یکی از جنبه‌های مهم هر فرآیند در توسعه نرم‌افزار است. اگر نیازمندی‌ها درست نباشد، نرم‌افزار شکست می‌خورد. هدف اصلی این مقاله، بررسی و شناسایی عوامل بروز ریسک در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار با تمرکز بر روی مهندسی نیازمندی‌ها است.

ریسک مشکلی است که باعث عدم قطعیت و ضرر در روند پروژه می‌شود. برای غلبه بر این خطرات، باید به طور سیستماتیک آن‌ها را شناسایی کنیم تا بتوانیم فرآیند پروژه را از مسائل مهم و بحرانی نجات دهیم. به نقل از مقاله محدحلیم و همکاران، و بر اساس گزارشی که در سال ۲۰۱۵ توسط گروه Standish منتشر شد، تنها ۲۹٪ پروژه‌ها از بین ۵۰,۰۰۰ پروژه نرم‌افزاری در سراسر جهان با موفقیت انجام شده‌است. میزان خرابی پروژه‌های نرم‌افزاری نسبتاً زیاد است، دلایل چنین میزان خرابی عدم اطمینان از

نیازمندی‌ها، نیازمندی‌های مبهم و شیوه‌های مدیریت است. براساس گزارش، تقریباً ۳۱,۱٪ از پروژه‌های نرم‌افزاری قبل از اتمام آنها لغو می‌شوند، تقریباً ۱۸۹٪ آنها بیش از هزینه پیش‌بینی شده، هزینه ایجاد می‌کنند و میزان موفقیت پروژه‌های نرم‌افزاری که در بودجه و زمان برنامه‌ریزی شده به پایان رسیده‌اند فقط ۱۶,۲٪ است [۱]. بنابراین با مشاهده نتایج فوق، به نقش کلیدی شناسایی عوامل خطر ساز و ریسک‌ها جهت کنترل و پیشگیری از شکست پروژه پی می‌بریم. توسعه سیستم‌های نرم‌افزاری یک فرآیند پرخطر است و به‌طور کلی، تمامی پروژه‌ها ریسک‌پذیر هستند. پیش‌بینی ریسک‌های نامعلوم نرم‌افزاری کار آسانی نیست و تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد اینکه کدام یک از ریسک‌ها ارزش بررسی کردن را داشته و رفتار صحیح برای پاسخگویی به آنها کدام است، بسیار اهمیت دارد. بنابراین، شناسایی عوامل بروز خطرات اولین قدم برای مقابله با ضررهایی است که آن‌ها ایجاد می‌کنند. یکی از بهترین روش‌ها برای شناسایی ریسک، طراحی یک چک‌لیست از اقلامی است که سبب بروز خطر می‌شوند. نیازمندی‌ها اساس توسعه هر پروژه هستند. یعنی در وهله اول به‌دست آوردن نیازمندی‌های مناسب، یکی از اصلی‌ترین دلایل برای موفقیت پروژه و کاهش بروز ریسک است. به‌طور کلی خطرات در هر مرحله از چرخه توسعه نرم‌افزار رخ می‌دهد، اما مهندسی نیازمندی‌ها مرحله اول است، بنابراین لازم است که در این مرحله از بروز ریسک، بیشتر مراقبت شود تا در مراحل بعدی ریسک‌ها کاهش یابند.

همچنین، آشنایی با تیپ‌های شخصیتی و مهارت‌های روانشناسی برای یک مهندس نیازمندی‌ها و کاهش بروز ریسک در مراحل بعدی یک مهارت مهم برشمرده می‌شود. اینکه بتوانید نیازهای نرم‌افزار را (چه عملکردی و غیرعملکردی) از گفته‌های مشتری بیرون بکشید مسئله مهمی است. بدلیل اینکه حتی گاهی خود مشتری نمی‌داند به‌دنبال چه چیزی است و یا اطلاعی ندارد که برای بدست آوردن خواسته خود، نیاز است که شما چه اطلاعاتی را برای تولید محصول بدانید که با شما به اشتراک بگذارد. و این امر ممکن است باعث بروز تغییر نیازمندی‌ها در مراحل بعدی شود که همه این موارد ممکن است بر روی بودجه و هزینه کلی، برنامه‌زمانی، استفاده از رویکردهای مناسب و زمان تحویل پروژه و... اثر منفی بگذارد. به همین علت، بررسی این موضوع که چه عواملی منجر به بروز این ریسک‌ها در فرآیند توسعه نرم‌افزار شده است و چگونه این

خطرات باعث شکست و یا تاخیر در پروژه‌های نرم‌افزاری شده است مسئله مهمی است.

در پژوهش پیش‌رو، از بررسی و گردآوری سه مقاله موجود، به اهمیت استفاده از مهندسی نیازمندی‌ها جهت کاهش بروز ریسک و پیشگیری و شناسایی خطرات در مراحل اولیه پروژه‌های توسعه نرم‌افزاری پرداخته شده است. به گفته محد واریس خان و همکاران، مبحث و هدف پرداخته شده در این مقاله درخصوص اثرگذاری مثبت یا منفی و اهمیت مهندسی نیازمندی‌ها در فرآیند توسعه نرم‌افزار است که تعیین‌کننده نتیجه نهایی یک پروژه است. در صورتی که مهندسی نیازمندی‌ها نادیده و یا کم‌اهمیت شمرده شود شانس بروز ریسک و خطرات را در پروژه‌های نرم‌افزاری بالا برده و امکان شکست پروژه بسیار بالا خواهد بود. در مقاله مطرح‌شده، به بررسی و تحلیل مقالات از سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ پرداخته‌شده و همچنین راه‌کارهایی جهت کاهش مواجهه با ریسک‌ها پیشنهاد و ارائه شده است که از نتایج آن برای تهیه بخش‌هایی از این پژوهش استفاده گردید [۲].

همچنین در مقاله دیگر، به اهمیت مدیریت و تحلیل ریسک‌ها پرداخته شده است که از بخش‌هایی از مقاله مطرح‌شده در این پژوهش استفاده گردید. به گفته بویکا، شانکار نایاک و همکاران، اساساً تجزیه و تحلیل، ریسک عناصر پرخطر یک پروژه را در مهندسی نرم‌افزار مشخص می‌کند. احتمال وقوع حوادثی که به سمت هدف متمایل می‌شوند را می‌توان از طریق شواهد رضایت و نفی هدف ارزیابی نمود و همچنین می‌توان آن را از طریق مدل هدف تروپوس (TROPOS) بدست آورد [۳].

سپس در مقاله محد حلیم و همکاران، به حائز اهمیت بودن موضوع عدم قطعیت از نیازمندی‌ها و اثرگذاری آن بر روی عملکرد نهایی پروژه اشاره شده است. هدف این مقاله، شناسایی روابط بین نیازمندی‌های نامطمئن و سایر پارامترهای مهم است. در این مقاله مطرح شده که مهم‌ترین مرحله در توسعه پروژه‌های نرم‌افزاری، تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها است. همچنین، بررسی شده که حتی اگر مجموعه نیازمندی‌های اولیه به خوبی مشخص و مستندسازی شده باشند، نیازمندی‌ها در طول فرآیند توسعه نرم افزار تغییر خواهند کرد. اگر نیازمندی‌ها به طور مداوم در طول فرآیند توسعه نرم‌افزار تغییر کنند، بر روی برنامه‌ریزی و زمان‌بندی تخمین زده‌شده، بودجه، خطاها و کارایی و عملکرد پروژه نهایی تأثیر می‌گذارد و تغییرات در

محیط توسعه، دلیل اصلی رشد مجموعه نیازمندی‌های جدید است [۱].

موضوع اصلی این مقاله، شناسایی عوامل بروز ریسک در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار با تمرکز بر روی مرحله مهندسی نیازمندی‌ها است. مهندسی نیازمندی‌ها مرحله مهمی از توسعه نرم‌افزار است. بنابراین ضروری است که به این مرحله در چرخه توسعه توجه زیادی شود. در هر مرحله از چرخه توسعه نرم‌افزار انواع مختلفی از ریسک‌ها و خطرات اتفاق افتاده است. بنابراین شناسایی این تهدیدها برای نجات پروژه از شکست بسیار مهم است. در این مقاله، به تحلیل اهمیت مرحله مهندسی نیازمندی‌ها و عوامل خطر ساز موجود در آن پرداخته‌شده که باعث ایجاد موانعی در مسیر توسعه نرم‌افزار موفق می‌شود و بررسی اثرگذاری کاهش خطرات در همان مراحل آغازین چرخه توسعه نرم‌افزار.

در این مطالعه، کار تحقیقاتی بسیاری از محققان با هم ترکیب شده و یافته‌های مهم مقاله، یعنی چالش‌هایی در توسعه موفق پروژه نرم‌افزاری تجزیه و تحلیل شده‌است. سپس از بررسی سوالات و چالش‌های مطرح شده، به بررسی پاسخ‌ها و مطالب به‌دست‌آمده پرداخته شده است، و سپس داده‌ها را مورد تجزیه و تحلیل عقلانی قرار داده و نتیجه‌گیری انجام می‌شود.

سوالات یا فرضیات

با مطرح‌نمودن سوالات زیر و بررسی پاسخ و ارائه راهکارهای مناسب، امید است که در انتهای این پژوهش به درک بهتری از موضوع اصلی این مقاله یعنی عوامل بروز ریسک در فاز مهندسی نیازمندی‌ها و در طول فرآیند توسعه نرم‌افزار برسیم.

- انواع خطرات در مرحله‌ی مهندسی نیازمندی‌ها و بررسی عوامل بروز این ریسک‌ها؟
- بررسی اهمیت فاز نیازمندی‌ها در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار؟
- چگونه عدم قطعیت از نیازمندی‌ها و درک نادرست از الزامات باعث شکست و یا تاخیر در پروژه‌های نرم‌افزاری شده است؟
- نقش مدیریت ریسک برای بررسی سطح و اولویت‌بندی خطرات و ارائه راهکارهای مناسب برای پیش‌بینی و اقدامات کنترلی احتمالی؟

در این مقاله، در بخش اول به بررسی و مرور مطالعات پیشین و کارهای مشترک انجام شده در زمینه تأثیرات فاز

نیازمندی‌ها، مدیریت ریسک و شناسایی ریسک‌ها در فازهای اولیه توسعه نرم افزار پرداخته شده است. در بخش دوم، نقش کلیدی مبحث عدم قطعیت نیازمندی‌ها و تاثیر این موضوع بر بروز ریسک همراه با مرور پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه تشریح شده است، همچنین عواملی که منجر به بروز ریسک در چرخه توسعه نرم افزار می‌شوند طبقه بندی و بررسی شدند. سپس، در بخش انتهایی و نتیجه‌گیری این مقاله به اهمیت داشتن و نقش موثر شناسایی عوامل بروز ریسک در فاز نیازمندی‌ها و اثرگذاری مثبت این روند بر روی هزینه و کاهش صدمات بر چرخه تولید محصول نهایی اشاره شده و بر لزوم اجرای مدیریت ریسک تاکید شده است.

مروری بر ادبیات موضوع

تجزیه و تحلیل ریسک موفقیت‌آمیز، شامل عناصر مهمی مانند، تعریف مشکل، فرمول مسئله و جمع‌آوری داده‌ها می‌باشد. سیستم‌های نرم‌افزاری همواره ممکن است ریسک‌ها و خطراتی را به دنبال داشته باشند. بنابراین، ارزیابی ریسک در اوایل چرخه توسعه نرم‌افزار بسیار مهم است. در واقع، ارزیابی ریسک باید بخشی از مدیریت ریسک نرم‌افزار در حال توسعه باشد. اسنار و جورجینی [۴] معتقد بودند که تجزیه‌تحلیل ریسک باید بخشی از فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها باشد. شناسایی ریسک و روش‌های کاهش ریسک، نقش مهمی در مهندسی نرم‌افزار ایفا می‌کند [۳].

نیازمندی‌های نامشخص، دلیل اصلی تغییر نیازمندی‌ها در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار است که توسط البرت و دمان [۵] مطرح شده‌است؛ این نیازمندی‌ها ممکن است به صورت غیرقابل پیش‌بینی تغییر کند که می‌تواند پروژه‌های توسعه نرم‌افزار را از طریق دوباره‌کاری تحت‌تاثیر قرار دهد. وارد و چپمن [۶] و اتکینسون، کرافورد و وارد [۷] بر این نظریه هستند که مدیریت عدم قطعیت پروژه را می‌توان به عنوان یک روش استاندارد، برای مدیریت پروژه‌هایی که قابلیت انعطاف ندارند و مبهم هستند در نظر گرفت. استخراج نیازمندی‌های ضعیف یکی دیگر از عوامل خطرآفرینی است که ممکن است منجر به شکست پروژه‌های نرم‌افزاری شود. هیلی‌هی‌سیلیا، مارچی‌کاپی‌نم، ساری‌کوجلا [۸] تحقیقی را بر اساس ۱۷ مصاحبه‌شونده و ۱۵ پروژه در مقیاس بزرگ پیشنهاد نمودند. این مقاله محیط پیچیده‌ای را مشاهده می‌کند که در آن پروژه‌ها

توسعه می‌یابند ولی به دلیل عدم نیاز مورد تقاضا و استخراج نیازمندی‌های ضعیف با چالش‌هایی روبرو می‌شوند. آن‌ها همچنین تاکید می‌کنند که در اکثر پروژه‌ها مشاهده شده که مشتری نادیده گرفته شده و فقط چشم‌انداز فروشنده در نظر گرفته شده. این امر خطراتی را ایجاد می‌کند که باعث شکست پروژه می‌شود. چالش‌های اصلی که آن‌ها در نتایج خود پیدا می‌کنند عبارتند از: متخصصان کم تجربه، منابع محدود، تفاوت فرهنگی بین مشتری و توسعه‌دهنده، وجود تعداد زیادی از ذینفعان و مشکل در انتخاب تیم مهندسی نیازمندی‌ها.

شانکرنایاک‌بوکیا، سورش‌پابوجو [۹] مدلی از تجزیه و تحلیل ریسک را ارائه کردند که خطرات و رویدادهای مختلف را ارزیابی می‌کند و آن‌ها را در دو استراتژی تجزیه و تحلیل هزینه و اولویت‌بندی ریسک طبقه‌بندی می‌کند و با پاسخ به این تجزیه و تحلیل‌ها، هزینه‌ها و خطرات کاهش می‌یابد. این مقاله از رویکرد هدف محور و الهام‌گرفته از مدل تروپوس (Tropos) استفاده می‌کند که برای شناسایی خطرات در مهندسی نیازمندی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. معروف‌پاشا، قاضی‌قیصر، اروج‌پاشا [۱۰] در مقاله تحقیقاتی خود، ۱۰ ریسک برتر را مورد مطالعه قرار دادند و برای حل مشکلات خطر بحث کردند. در این راستا یک چهارچوب یعنی ارزیابی سریع خطر (Rapid Risk Assessment) پیشنهاد شد.

مرفیزه‌رحمان، روزیلاواتی‌رزالی، فاتین‌فیلزهی‌اسماعیل [۱۱] مقاله‌ای را ارائه می‌دهند که در آن مقاله، خطرناک‌ترین وضعیت را تغییر نیازمندی‌ها می‌دانند. این تغییرات، خطرات بسیار مهمی برای هر پروژه‌ای است. آن‌ها بصورت مثبت و منفی تاثیر می‌گذارند. اگر این تغییرات در نظر گرفته نشوند و بدلیل تغییر در صورت بروز خطا و زمان زیاد و بودجه برای رسیدگی به این خطاها صرف شود، تغییرات قطعا تحت تاثیر منفی قرار می‌گیرند و از طرفی تغییرات اگر باعث کمک در اجرا و پیاده‌سازی شوند تاثیر مثبت خواهند داشت. پائولوای.ام.باربوسا، پلاسیدو.آر.پینهیرو، و همکاران [۱۲] [۱۲]، آن‌ها مقاله‌ای را ارائه نمودند که در آن (مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر جستجو) (Search-Based Software Engineering) و (روش تجزیه تحلیل تصمیم‌گیری شفاهی) یا (Verbal Decision Analysis)، راه‌حل خودکار مشکلات نرم‌افزار است. آن‌ها نیازمندی‌های ناکافی و خطای انسانی را که می‌تواند به شهرت شرکت آسیب برساند در نظر می‌گیرند. به همین

علت مهم است که باید مرحله استخراج و تخصیص نیازمندی‌ها را دنبال کرد. انتخاب نیازمندی‌ها باید به رضایت مشتری، اولویت خواسته‌های مشتری و زمان و بودجه تحویل، بستگی داشته باشند.

آرمین کوبلیکا، محمدایوب، جمال‌الدین حسین [۱۳] آن‌ها یک رویکرد خودکار و هوشمندانه برای شناسایی نیازمندی‌های ایمن یعنی رویکرد یادگیری ماشین ارائه می‌دهند. آن‌ها با استفاده از مجموعه داده‌های الزامات امن، ۲۲ الگوریتم یادگیری تحت نظارت را برای طبقه‌بندی نیازمندی‌های امنیتی پیاده‌سازی می‌کنند. نیازمندی‌های

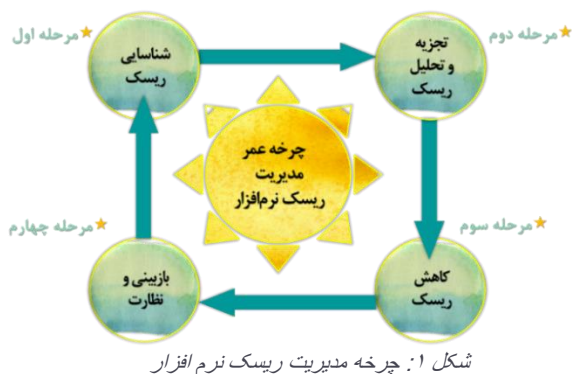
بیان‌شده به زبان طبیعی ممکن است از مشکلات مختلفی مانند ناقص بودن، ناسازگاری، افزونگی و غیره رنج ببرند. این روند عمدتاً به دلیل ارتباط بین توسعه‌دهنده نرم‌افزار و ذینفعان به‌خاطر داشتن سابقه‌ی متفاوت است. این مطالعه همچنین بر تجزیه‌تحلیل تکنیک‌های سریع پیش‌پردازش (Fast Pre-Processing Techniques) تمرکز دارد [۲].

جهت درک بهتر و دسته‌بندی موارد فوق، جدول (۱) [۲] ارائه شده است که نکات مهم مربوط به بررسی مقالات و پژوهش‌ها را نشان می‌دهد.

Table 1: Literature survey of related work from 2015 to 2020

سال (Years)	نویسنده (Author)	مطالعه مرتبط (Related study)	کار پیشنهادی (Proposed work)
۲۰۱۵	H. Hiisilia, M. Kauppinen, S. Kujala	مطالعه موردی شرکت بیمه فنلاندی	چالش‌های فعلی براساس ۱۷ نفر مصاحبه‌شونده و ۱۵ پروژه بزرگ.
۲۰۱۶	Andre Rusli, Osamu Shigo	RE مبتنی بر هدف، فریم‌های مشکل، روش‌های نمودار توالی پیام	پیشنهاد یک چهارچوب با ادغام و یکپارچه‌سازی همه روش‌ها.
۲۰۱۶	Azhamhussain, Emmanuel O.C. Mkpjojiogu	گزارش نامنظم گروه Standish	تجزیه‌تحلیل موفق پروژه نرم‌افزاری، ۹٪ از شرکت‌های بزرگ، ۱۶،۲٪ از شرکت‌های متوسط، ۲۸٪ از شرکت‌های کوچک.
۲۰۱۷	Shanker Nayakbhukya, Suresh Pabboju	مدل (Tropos) و مدل SDC	مدل تجزیه و تحلیل ریسک.
۲۰۱۸	Maruf Pasha, Ghazia Qaiser, Urooj Pasha	مطالعه ۱۰ ریسک برتر، ابزار مدیریت ریسک	مدل ارزیابی سریع ریسک (Rapid).
۲۰۱۹	Paulo A.M.Barbosa, Placido R. Pinheiro, Francisca R.V. Silveria, Marum Simao Filho	مهندسی نرم‌افزار مبتنی بر جستجو	مقایسه نتیجه روش‌های SBSE و VDA.
۲۰۱۹	Marfizah A Rahman, Rozilawati Razali, Fatin Filizahti Ismail	تغییر نیازمندی	پیشنهاد پرسشنامه با ۳۷ سوال.
۲۰۲۰	A. kobilica, M.Ayub, J. Hassine	ایمن‌سازی مجموعه داده‌های مهندسی نیازمندی‌ها	رویکرد یادگیری ماشین.

برنامه‌های استراتژیک برای کاهش این خطرات را همان‌طور که در شکل (۱) [۲] نشان داده شده ارائه می‌دهد.



۱. **شناسایی ریسک:** شناسایی ریسک اولین قدم برای مقابله با ضررهایی است که آن‌ها ایجاد می‌کنند. یکی از بهترین روش‌ها برای شناسایی ریسک، طراحی یک چک‌لیست از اقلام خطر است. ابتدا نیازمندی‌های

مدیریت ریسک و اهمیت آن در مهندسی نیازمندی‌ها

مدیریت ریسک دنباله‌ای از مراحل است که به تیم توسعه نرم‌افزار برای تجزیه و تحلیل و مدیریت غیرقابل پیش‌بینی‌ها کمک می‌کند. خطرات نوعی مشکل هستند که ممکن است به وجود بیایند یا نه. بهترین راه مقابله با خطرات تهیه برنامه‌های عملی در مراحل اولیه است، بمنظور جلوگیری از بروز موانع در مراحل اجرا و آزمایش. مهندسی نیازمندی‌ها مرحله اول چرخه توسعه است. بنابراین استفاده از استراتژی فعال در مرحله اول، راه خوبی برای کاهش عدم قطعیت در مراحل فنی است. به‌طورکلی، مدیریت ریسک یک روش پیشگیری است. مدیریت ریسک شامل مجموعه‌ای از مراحل است که در ابتدا شناسایی خطرات، تعیین میزان عدم قطعیت در آن خطرات و در مراحل بعدی

عملکردی جمع‌آوری و عوامل بروز خطر مشخص می‌شود. سپس از تکنیک‌های ارزیابی برای محاسبه ریسک استفاده می‌شود. شناسایی خطرات با ایجاد چک‌لیست، پرسش‌نامه، و جلسه طوفان مغزی و غیره انجام می‌شود.

۲. تجزیه و تحلیل ریسک: در مرحله دوم مدیریت ریسک، خطرات بر اساس جوابیه‌ای که از چک لیست گرفته می‌شود آنالیز و تحلیل می‌شوند. در مرحله تجزیه و تحلیل، ما مجموعه اجزای ریسک‌ها و محرک‌ها را مشخص می‌کنیم. با تجزیه و تحلیل پاسخ‌های چک‌لیست، مجموعه‌ای از نتیجه‌گیری درمورد خطرات را به دست می‌آوریم. پس از لیست نمودن خطرات احتمالی که در مرحله نیازمندی‌ها وجود دارد، این عوامل در چهار دسته مانند ناچیز، حاشیه‌ای، بحرانی و فاجعه‌بار طبقه‌بندی و تأثیر می‌گذارند. این موارد براساس فهرست طبقه‌بندی‌شده ریسک‌ها مدیریت می‌شوند.

۳. کاهش ریسک: در گام سوم مدیریت ریسک، اقدامات کنترلی احتمالی در جهت کاهش ریسک تا حد امکان

انجام می‌شود و نیازمندی‌های محدود، صحیح، بدون ابهام، واضح، خودکار، امکان‌پذیر و قابل آزمایش برای مراحل بعدی چرخه توسعه نرم‌افزار انتخاب می‌شوند.

۴. بازبینی و نظارت: بازبینی و نظارت یک فرآیند مداوم در مدیریت ریسک برای اثربخشی چارچوب است. ابزارها به‌طور مداوم تمام تغییرات محیط را کنترل می‌کنند تا سطح خطر را کاهش دهند. از سوی دیگر بررسی ریسک چیزی است که همانند سند یا استاندارد است، که به موجب آن مدیر ریسک به‌طور مداوم بررسی می‌کند که آیا ریسک‌ها به سطح بالای استاندارد تعیین‌شده می‌رسند یا پائین می‌آیند. [۲]

مروری مقایسه‌ای

در ادامه مباحث مطرح‌شده، مروری مقایسه‌ای صورت گرفته که در جدول (۲) خلاصه‌شده که از ادغام مقالات مرجع و مرتبط با موضوع فراهم شده است. هدف از ارائه این جدول، دسته‌بندی مطالب مرتبط با موضوع جهت دسترسی سریع‌تر است.

Table 2: Comparison of articles related to 2019 to 2021

عنوان (Title)	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۲۱
سال ارائه (Year of presentation)			
کنفرانس یا ژورنال (Conference or Journal)			
نام الگوریتم ارائه‌شده (Algorithm name proposed)	شناسایی عوامل بروز ریسک‌ها و مدیریت آنها در مرحله اول چرخه توسعه نرم‌افزار	ارائه مدل SDC و TGR بر اساس روش تروپوس اصلی جهت تجزیه‌تحلیل ریسک برای کاهش هزینه‌ها	اعتبارسنجی و صحت مدل پیشنهادی
موضوع یا روش کار (Subject or method of work)	برجسته‌سازی عوامل بروز خطر در مرحله مهندسی نیازمندی‌ها و برطرف‌نمودن آنها با استفاده از رویکرد مدیریت ریسک.	شناسایی ریسک‌ها در مرحله مهندسی نیازمندی‌ها با استفاده از مدل ریسک هدف TROPOS	شناسایی روابط بین نیازمندی‌های نامطمئن و سایر پارامترهای مهم
نتیجه مقاله (Article conclusion)	اهمیت اجرای مدیریت ریسک در فرآیند مهندسی نیازمندی‌ها.	کاربرد موثر مدل پیشنهادی در تولید بهترین راه حل کاندید. تقویت مدل پیشنهادی TGR.	اثبات این موضوع که بین عدم قطعیت نیازمندی‌ها با سایر پارامترهای مهم رابطه مثبت معناداری وجود دارد.

بررسی عدم قطعیت نیازمندی‌ها، عوامل بروز

ریسک

تأثیر عدم قطعیت نیازمندی‌ها

عدم قطعیت نیازمندی‌ها تأثیر بسزایی در روند توسعه پروژه‌های نرم‌افزاری دارد و از این‌رو بر روی برآورد زمان‌بندی پروژه، میزان خطا، بودجه، نتایج پروژه و عملکرد

پروژه تأثیر می‌گذارد. برطبق گزارش‌های مختلف در یک نظرسنجی که توسط خیرخواه و درمان [۱۴] صورت گرفته، نشان می‌دهد که تقریباً ۷۰٪ از مشکلات به دلیل تغییرات منظم نیازهای مشتری است که در مرحله مهندسی نیازمندی‌ها بوجود می‌آید، ۵۲٪ از مشکلات به دلیل تنوع فرهنگی بین تیم توسعه، ۷۰٪ مشکل به دلیل فقدان روش‌های مدیریت نیازمندی‌های پیشنهاد شده است

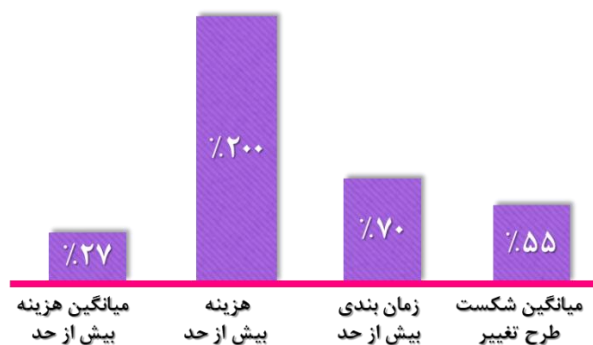
که توسط فیصل، بیگ و سعدیه [۱۵] گزارش شده. به گفته سیرپاس [۱۶] ۷۰٪ مشکل به دلیل عدم هماهنگی بین افراد است و تقریباً ۶۵٪ از مشکلات به دلیل کمبود در ارتباطات است که به دلیل درک نامناسب از نیازمندی‌ها صورت می‌گیرد که توسط آلتر و همکاران [۱۷] گزارش شده است. تأثیر عدم قطعیت نیازمندی بر سایر پارامترهای مهم پروژه نرم‌افزار در جدول (۳)، خلاصه شده است.

Table 3: Impact of requirements uncertainty

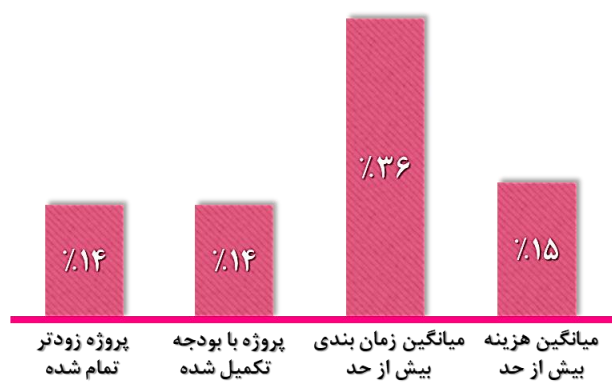
توصیف تأثیر (Impact description)	پارامترهای مورد نیاز (Requirements parameters)
اگر زمان‌بندی هر فعالیتی بدلیل عدم قطعیت به تأخیر بیفتد، بر زمان‌بندی سایر فعالیت‌های متعاقب تأثیر می‌گذارد. این ممکن است منجر به برنامه‌ریزی مجدد کل فرآیند توسعه شود.	زمان‌بندی پروژه (Project schedule time)
هزینه برآوردشده پروژه معمولاً بدلیل نیازمندی‌های نامشخص افزایش می‌یابد.	هزینه پروژه (Project cost)
عملکرد پروژه مستقیماً با نیازمندی‌های نامشخص مرتبط است. عملکرد پروژه به‌طور کلی بدلیل نیازمندی نامشخص کاهش می‌یابد. نیازهای نامشخص تا حد زیادی بر مراحل کدنویسی و نگهداری تأثیر می‌گذارد.	عملکرد پروژه (Project performance)
بدلیل نیازهای نامشخص، به طراحی مجدد تست‌ها نیاز داریم از این‌رو کیفیت پروژه ممکن است کاهش یابد.	کیفیت پروژه (Project quality)
دلایل زیادی برای عدم قطعیت نیازمندی‌ها، مانند نیازهای بازار وجود دارد بنابراین باتوجه به نیازهای جدید بازنگری لازم است.	نگهداری پروژه (Project maintenance)

به گفته سلیم‌جمال‌الدین [۱۸] در هنگام رسیدگی به نیازهای مشتری، مسائل اجتماعی زیادی وجود دارد. بر طبق یک نظرسنجی که توسط لامسوئرد (Lamsweerde) در سال ۲۰۰۵، انجام شده است، بیش از ۸۰۰۰ پروژه از ۳۵۰ شرکت مختلف نرم‌افزاری در ایالات متحده نشان می‌دهد که تقریباً ۳۳٪ از پروژه‌های نرم‌افزاری هرگز به پایان نرسیده‌اند و فقط ۵۰٪ از آنها تا حدی موفقیت‌آمیز هستند. این گزارش نشان داد که تغییر در نیازمندی‌ها ۱۱٪ از کل علل شکست در توسعه پروژه‌های نرم‌افزاری را تشکیل

می‌دهد. بدلیل عدم اطمینان از نیازمندی‌ها، چندین پروژه در مرحله طراحی باقی‌مانده و پروژه‌های مختلف در مرحله کدنویسی کنار گذاشته می‌شوند. بروز عدم قطعیت در نیازمندی‌ها بدلیل فرآیند نامناسب جمع‌آوری نیازمندی‌ها، عوامل خارجی، کمبود مهارت و چندین دلیل دیگر است. در شکل (۲)، تأثیر عدم قطعیت توسط برنز [۱۹] و تأثیر تغییرات نیازمندی‌ها توسط الدایجی [۲۰] در شکل (۳)، نشان داده شده است.



شکل ۲: تحلیل تأثیرات عدم قطعیت



شکل 3: تحلیل تأثیرات تغییر نیازمندی

عوامل بروز ریسک در مهندسی نیازمندی‌ها

از تجزیه تحلیل چندین مقاله استنباط می‌شود که عوامل زیادی می‌توانند خطراتی که باعث شکست پروژه می‌شوند را ایجاد کنند. البته در این جا تمرکز ما بر خطرات مربوط به مرحله مهندسی نیازمندی‌ها است که در آن بعضی از خطرات، اساسی و برخی دیگر ثانویه هستند. خطرات اساسی نیازمندی‌های ناکافی، ناقص و ناسازگار هستند و خطرات ثانویه عبارتند از در دسترس بودن ریسک، پیچیدگی ریسک و قابلیت اطمینان ریسک هستند. قبل از اقدام به کاهش ریسک ابتدا باید خطرات را درک کنیم. در دسترس بودن نیازمندی تحت تاثیر شکاف ارتباطی بین توسعه دهنده و کاربر نهایی قرار می‌گیرد. تفاوت فرهنگ، زبان و تفاوت فیزیکی در بدست آوردن نیازهای کامل مشکل ایجاد می‌کند. قابلیت اطمینان از نیازمندی نوعی خطر است که در حین توسعه نرم افزار تجاری ایجاد می‌شود و پیچیدگی نیازمندی‌ها با تغییر محیط و تغییر نیازهای مشتریان ارتباط دارد. بسیاری از دیگر عوامل بروز خطر نیز بین جمع آوری نیازمندی‌ها و پیاده سازی و اجرای همان نیاز ایجاد می‌شوند. برای تکمیل پروژه در مدت زمان تخمینی با بودجه برآورد شده هرچه سریع تر باید خطرات را شناسایی نمود. اگر خطرات در مرحله مهندسی نیازمندی‌ها نادیده گرفته شوند پروژه با شکست مواجه خواهد شد. در ادامه، ۱۰ مورد از عوامل اصلی بروز ریسک در مهندسی نیازمندی‌ها تشریح شده است.

۱. محرمانه بودن، جامعیت و در دسترس بودن

نیازمندی‌ها: از اهمیت دارایی‌ها و نیازمندی‌ها محافظت نمی‌شود، بنابراین خطر از دست دادن داده‌های مهم اتفاق می‌افتد.

۲. بودجه ناکافی و منابع غیرواقعی: اگه در برآورد بودجه

و منابع مورد نیاز خطایی رخ دهد بنابراین منجر به شکست پروژه خواهد شد.

۳. برنامه زمان بندی نادرست: برآورد نادرست زمان،

می‌تواند برای توسعه دهنده پروژه، در تکمیل و تحویل به موقع آن مانع ایجاد کند.

۴. نامشخص بودن محدوده پروژه: این مهم است که دانش

صحیحی از پروژه‌ای که دقیقاً باید انجام شود و برای چه هدفی توسعه داده می‌شود داشته باشیم. عدم شناخت کافی از عملکردها، باعث شکست پروژه می‌شود.

۵. الزامات و نیازمندی‌های ناقص، مبهم و نادرست:

حداکثر تمامی نیازمندی‌ها در ابتدا جمع آوری نشده است. اگر همه نیازمندی‌های عملکردی و غیر عملکردی تحت پوشش قرار نگرفته باشند، گفته می‌شود که ناقص است.

۶. نادیده گرفتن نیازمندی‌های غیر عملکردی:

نیازمندی‌های غیر کاربردی ماهیتی پویا دارند. بنابراین درک نیازمندی‌های غیر عملکردی مانند قابلیت اطمینان، قابلیت نگهداری، قابلیت استفاده و همچنین مقیاس پذیری و غیره بسیار مهم هستند.

۷. ناسازگاری در نیازمندی‌ها: اگر از هر پروژه‌ای کاربران

زیادی وجود داشته باشد و نیازمندی‌ها در بین آنها متناقض باشند، گفته می‌شود که ناسازگار است و بین تیم توسعه دهندگان تضاد ایجاد می‌شود.

۸. نیازمندی‌های غیر واقعی و غیر قابل ردیابی: همه

نیازمندی‌ها باید قابل پیگیری باشند، باید اصلیت یا منبع آن مشخص و مستندسازی شود.

۹. سوء تفاهم در زبان: اکثر موارد توسعه دهندگان از زبان

فنی و دامنه خاصی برای ارائه هرگونه نیازی که توسط کاربران نهایی قابل درک نیست استفاده می‌کنند که باعث ایجاد سردرگمی می‌شود.

۱۰. نیازمندی‌های بدون نیاز به اصلاح: اگر در مرحله

مستندسازی نیازمندی‌ها، قابلیت نگهداری در نظر گرفته نشود ویرایش نیازمندی‌ها در تغییر مرحله نیازمندی و مرحله بازخورد مشکل خواهد بود.

خطرات زیادی وجود دارد که در مراحل اولیه نادیده گرفته یا از آن‌ها اجتناب می‌شود. خطر را می‌توان در تمام مراحل چرخه توسعه نرم افزار شناسایی کرد. اما شناسایی خطرات در مراحل اولیه به دلیل هزینه محدود برای پروژه کلی و موفقیت پروژه خوب است. همه خطرات مورد بحث فوق را می‌توان با استفاده از ترکیب تکنیک‌های ارزیابی و مدیریت ریسک در

- [1] M. Haleem, M. F. Farooqui, and M. Faisal, "Cognitive impact validation of requirement uncertainty in software project development," *Int. J. Cogn. Comput. Eng.*, vol. 2, pp. 1–11, 2021, doi: 10.1016/j.ijcce.2020.12.002.
- [2] N. Singh, D. Pandey, W. Khan, and V. Pandey, "Effective Requirement Engineering Process by incorporating Risk Management Approach," *Solid State Technol.*, vol. 63, no. Octo5ber, 2020, Accessed: Sep. 01, 2022. [Online]. Available: <http://solidstatetechnology.us/index.php/JSST/article/view/1630>
- [3] S. N. Bhukya and S. Pabboju, "Software engineering: risk features in requirement engineering," *Cluster Comput.*, vol. 22, pp. 14789–14801, Nov. 2019, doi: 10.1007/s10586-018-2417-3.
- [4] Y. Asnar and P. Giorgini, "Risk Analysis as part of the Requirements Engineering Process," 2007, Accessed: Sep. 01, 2022. [Online]. Available: <http://eprints.biblio.unitn.it/1180/>
- [5] C. Ebert and J. De Man, "Requirements uncertainty: Influencing factor and concrete improvements," *Proc. - 27th Int. Conf. Softw. Eng. ICSE05*, pp. 553–560, 2005, doi: 10.1109/icse.2005.1553601.
- [6] S. Ward and C. Chapman, "Stakeholders and uncertainty management in projects," *Constr. Manag. Econ.*, vol. 26, no. 6, pp. 563–577, Jun. 2008, doi: 10.1080/01446190801998708.
- [7] R. Atkinson, L. Crawford, and S. Ward, "Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management," *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 24, no. 8, pp. 687–698, 2006, doi: 10.1016/j.ijproman.2006.09.011.
- [8] H. Hiisilä, M. Kauppinen, and S. Kujala, "Challenges of the customer organization's requirements engineering process in the outsourced environment –a case study," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 9013, pp. 214–229, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-16101-3_14.
- [9] S. N. Bhukya and S. Pabboju, "Software engineering: risk features in requirement engineering," *Clust. Comput. 2018* 226, vol. 22, no. 6, pp. 14789–14801, Mar. 2018, doi: 10.1007/S10586-018-2417-3.
- [10] M. Pasha, G. Qaiser, and U. Pasha, "A critical analysis of software risk management techniques in large scale systems," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 12412–12424, Feb. 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2805862.
- [11] M. ARahman, R. Razali, and F. Filzahti Ismail, "Risk Factors for Software Requirements Change Implementation," *IJACSA Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 10, no. 3, 2019, Accessed: Sep. 01, 2022. [Online]. Available: www.ijacsa.thesai.org
- [12] P. A. M. Barbosa, P. R. Pinheiro, F. R. V. Silveira, and M. S. Filho, "Selection and Prioritization of Software Requirements Applying Verbal Decision Analysis," *Complexity*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/2306213.
- [13] A. Kobilica, M. Ayub, and J. Hassine, "Automated Identification of Security Requirements: A Machine

کلیه مراحل مهندسی نیازمندی‌های نرم‌افزار شناسایی و کاهش داد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، بحث اصلی در مورد اهمیت مرحله مهندسی نیازمندی‌ها و عوامل بروز خطر موجود در آن بود که باعث ایجاد موانعی در مسیر توسعه نرم‌افزار موفق می‌شود. البته در هر مرحله از چرخه توسعه نرم‌افزار انواع مختلفی از خطرات اتفاق افتاده‌است. بنابراین شناسایی تهدیدها و عوامل بروز آنها در اسرع وقت، برای نجات پروژه از شکست بسیار مهم است. مهندسی نیازمندی‌ها مرحله مهمی از توسعه نرم‌افزار است که در آن نیازمندی‌ها به صورت سیستماتیک تعریف، مدیریت و آزمایش می‌شوند. بنابراین ضروری است که به این مرحله از چرخه توسعه نرم‌افزار توجه زیادی شود. این مرحله نه تنها در چرخه توسعه نرم‌افزار مهم است، بلکه یک ابزار تعیین‌کننده است که به توسعه‌دهندگان کمک می‌کند تا هزینه، زمان و برنامه زمان‌بندی توسعه کامل نرم‌افزار را تعیین کنند. تعدادی عدم قطعیت در این مرحله وجود دارد که باعث ایجاد ضرر می‌شود، این موضوع، دلیل اصلی نگرانی صنایع است و به همین دلیل آن‌ها از نظر رضایت مشتری و زمان تحویل با مشکلات زیادی روبرو هستند. این موارد را می‌توان با فرآیند مدیریت ریسک به حداقل رساند.

بنابراین، با ترکیب تکنیک‌های مدیریت ریسک و ابزارهای پشتیبانی در مرحله مهندسی نیازمندی‌ها، نیازهای مشتری به درستی مشخص می‌شود و نیازمندی‌های اجباری در اولویت قرار می‌گیرند. براساس بررسی‌های صورت گرفته، به لزوم شناسایی عوامل بروز ریسک‌ها در پروژه‌های توسعه نرم‌افزار و همچنین به اهمیت داشتن تاثیر موضوع عدم قطعیت از نیازمندی‌ها پرداخته شد. البته همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، شناسایی تمامی عوامل و یا جلوگیری کامل از بروز خطرات گاهی امکان‌پذیر نیست اما تلاش برای کاهش آن‌ها در فاز نیازمندی‌ها، بر عملکرد و نتیجه پروژه تاثیرگذار است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است

منابع و مآخذ

AUTHOR(S) BIOSKETCHES



الهام فراهانی دکترای خود را در رشته مهندسی نرم افزار از دانشگاه صنعتی شریف دریافت کرده است و هم اکنون مدرس دانشگاه صنعتی شریف می باشد. نامبرده مقالات زیادی را در کنفرانس ها و مجلات داخلی و بین المللی منتشر کرده است. علایق تحقیقاتی ایشان متدولوژی های تولید نرم افزار، خط تولید نرم افزار، مدیریت ریسک و معماری نرم افزار و همچنین مباحثی جدیدی از جمله ارز دیجیتال و متاورس می باشد. ایمیل: efarahani@ce.sharif.edu

محبوبه شمس جاوی، کارشناسی ارشد خود را در رشته مهندسی نرم افزار از موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان دریافت کرده است. علایق تحقیقاتی ایشان مهندسی نرم افزار، طراحی و توسعه بازی های رایانه ای، انیمیشن سازی می باشد. ایمیل: Mahboobeh.shamsjavi.1398@gmail.com



محمدهادی زاهدی دکترای خود را در رشته مهندسی نرم افزار از دانشگاه فردوسی مشهد دریافت کرده است و هم اکنون عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد. نامبرده مقالات زیادی را در کنفرانس ها و مجلات داخلی و بین المللی منتشر کرده است. علایق تحقیقاتی ایشان مهندسی نرم افزار، هوش مصنوعی و همچنین مباحثی جدیدی از جمله ارز دیجیتال و متاورس می باشد. ایمیل: zahedi@kntu.ac.ir

Learning Approach," *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 475–480, Apr. 2020, doi: 10.1145/3383219.3383288.

- [14] E. Kheirkhah, A. Deraman, and Z. S. Tabatabaie, "A framework for requirements engineering in end-user computing," *2009 WRI World Congr. Comput. Sci. Inf. Eng. CSIE 2009*, vol. 7, pp. 701–705, 2009, doi: 10.1109/CSIE.2009.517.
- [15] M. Faisal, M. Rizwan Beg, and H. Sadia, "An Efficient Approach for Requirement Volatility Identification," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 101, no. 15, pp. 42–45, Sep. 2014, doi: 10.5120/17767-8884.
- [16] C. Sirias, "Project Metrics for Software Development," *InfoQ. com*, July, vol. 14, 2009, [Online]. Available: <http://www.infoq.com/articles/project-metrics>
- [17] S. Alter and G. J. Browne, "A Broad View of Systems Analysis and Design: Implications for Research," *Commun. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 16, no. 1, p. 50, Dec. 2005, doi: 10.17705/1cais.01650.
- [18] J. Sallim, "Requirement Engineering for Enterprise application development," *World Acad. Sci. Eng. Technol. www.waset.org/journals/waset/v4/v4-27.pdf*, 2009.
- [19] B. Burnes, *Managing change: A strategic approach to organisational dynamics*. Pearson Education, 2004.
- [20] A. Y. Aldaijy and E. H. Sibley, *An empirical assessment of the impact of requirements uncertainty on development quality performance*, vol. 3068627. George Mason University, 2002. Accessed: Sep. 02, 2022. [Online]. Available: <https://vpn.utm.my/docview/305485247?accountid=41678>