Downloaded from journalabadi.ir on 2025-10-26

توسعه سامانه مبتنی بر شبکه و یادگیری ماشین برای مدیریت زمان پروژههای ساختمانی کوچک

مهران تواضعی $^{\prime}$ / احسان اله اشتهار دیان $^{\prime *}$

تاریخ انتشار مقاله: ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش نهایی : ۱۴۰۳/۰۳/۰۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵

چکیده

پروژههای ساختمانی کوچک، نقش تعیین کنندهای در تأمین مسکن موردنیاز جوامع داشته و از مهمترین محرکهای اقتصاد کشورها محسوب میشوند. یکی از مهمترین و رایجترین مشکلات قابل مشاهده در پروژههای ساختمانی کوچک، مدیریت نامناسب زمان و وقوع تأخیرهای متعدد است. پژوهش حاضر، به دنبال معرفی یک ابزار کارآمد برای پاسخگویی به چالشهای مدیریت زمان در پروژههای ساختمانی کوچک است. برای این منظور، یک سامانه مدیریت زمان با استفاده از قابلیتهای شبکه و یادگیری ماشین، در هفت بخش مجزا ایجاد شده است. بخشهای مختلف سامانه، امکان شناسایی فعالیتهای پروژه و روابط پیشنیازی آنها، تخمین حجم کار فعالیتها، محاسبه مدتزمان اجرای فعالیتها، پیگیری پیشرفت پروژه و همچنین پیشبینی وقوع عوامل تأخیر محاسبه مدتزمان اجرای فعالیتها، پیگیری پیشرفت پروژه و همچنین پیشبینی وقوع عوامل تأخیر زمان در چند پروژه در حال اجرا به کار گرفته شده و نظرات کارکنان شرکتهای پیمانکاری، به عنوان کاربران سامانه جمعآوری شده است. بررسی نظرات کارکنان شرکتهای پیمانکاری، به نسبتاً کم آنان از میزان کاربرپسند بودن، سامانه مدیریت زمان عملکرد نسبتاً موفقی در بهبود نسبتاً کم آنان از میزان کاربرپسند بودن، سامانه مدیریت زمان عملکرد نسبتاً موفقی در بهبود مدیریت زمان و کاهش تأخیرها داشته است.

ساباد

شماره ۹۰، تابستان ۱۴۰۳ ۲۱–۷

واژگان کلیدی: مدیریت زمان، پروژههای ساختمانی کوچک، مبتنی بر شبکه، یادگیری ماشین.

۱- کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۲- دانشیار گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۱ – مقدمه

پروژههای ساختمانی کوچک، با وجود نقش تعیین کنندهای که در وضعیت رفاهی شهروندان و توسعه کشورها دارند، همواره با چالشهای فراوانی روبرو بودهاند. به کارگیری روشهای غیرعلمی و تکیهبر آزمون وخطا را می توان از مشخصات بارز مدیریت پروژهها در این حوزه دانست.

با وجود آگاهی نسبی از ضرورت ایجاد تحولی مثبت، پروژههای ساختمانه کوچک که عمدتاً ساختمانهای مسکونی اجرا شده در بخش خصوصی هستند، بهاندازه کافی موردتوجه محققین قرار نگرفتهاند[۱]. یکی از رایج ترین چالشهای مشاهده شده در این پروژهها، ضعف در مدیریت زمان و وقوع تأخیرهای متعدد و در برخی موارد طولانی مدت است. بررسی اجمالی فضای کاری این پروژهها نشان می دهد عدم آشنایی کارکنان شاغل در این بخش با دانش مدیریت زمان و همچنین عدم دسترسی به ابزارهای کارآمد مدیریت زمان، از مهم ترین دلایل تداوم وضعیت موجود است.

با توجه به مطالب ذکر شده، می توان یکی از راه حلهای احتمالی بهبود شرایط فعلی را توسعه و به کارگیری یک ابزار مدیریت زمان متناسب با تواناییها و نیازهای شرکتهای پیمانکاری فعال در این حوزه دانست. ابزار موردنظر، باید ضمن به کارگیری فناوریهای نوین، دسترسی مناسبی را برای کارکنان، در داخل و خارج محیط کارگاه فراهم نماید. با توجه به بهبود وضعیت پوشش اینترنت و در دسترس قرار گرفتن سختافزارهای مختلف با قابلیت اتصال به اینترنت، سامانههای مبتنی بر شبکه را میتوان بستری مناسب برای توسعه ابزار مدیریت زمان دانست. همچنین به کار گیری اطلاعات پروژههای گذشته و اجرای خود کار بخش عمده فرآيند توسط ابزار مديريت زمان، ميتواند پاسخ مناسبی به چالش دانش و تجربه ناکافی کارکنان شرکتهای پیمانکاری باشد. در ادامه، برخی از پژوهشهای صورت گرفته در زمینه توسعه سامانههای مبتنی بر شبکه برای مدیریت پروژههای ساختمانی و همچنین به کارگیری اطلاعات پروژههای گذشته در بهبود مدیریت زمان یروژههای ساختمانی، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

با پیشرفت اینترنت در دهههای گذشته، شبکه جهانی اطلاعات تبدیل به بستری مناسب برای دسترسی به اطلاعات و برنامههای کاربردی شده است. برای استفاده از محتواهای موجود در شبکه، کاربران صرفاً باید به اینترنت داشته و یک برنامه مرورگر روی سختافزار خود داشته باشند؛ بنابراین شبکه مستقل از مکان بوده و به راحتی با استفاده از سختافزارهای مختلف قابل دسترسی است[۲] و [۳]. با آشکار شدن قابلیتهای شبکه

و مزیتهای به کار گیری آن، پژوهشهای متعددی بهمنظور توسعه سامانههای مبتنی بر شبکه برای مدیریت حوزههای مختلف پروژههای ساختمانی انجام شده است. در یکی از این پژوهشها، محققین یک سامانه مدیریت اطلاعات را برای پروژههای ساختمانی توسعه دادهاند. سامانه مذکور، قابلیت ذخیره و دسترسی متمرکز به اطلاعات را در تمامی طول چرخه عمر پروژه برای تیمهای طراحی و اجرا فراهم نموده است[۴]. در پژوهشی دیگر، محققین با توسعه یک سامانه مبتنی بر شبکه، امکان نظارت بر عملکرد پروژه را فراهم نمودهاند. سامانه مذکور، با قابلیت اندازهگیری شاخصهای عملکرد در حوزههای نیروی انسانی، زمان، هزینه، کیفیت، ایمنی، محیطزیست و رضایت مشتری، منجر به تسهیل در نظارت بر عملکرد پروژه شده است[۵]. در یژوهشی دیگر، محققین یک سامانه مبتنی بر شبکه را برای مدیریت یکیارچه زمان و هزینه توسعه دادهاند. سامانه موردبحث، از یک مدلسازی شیءگرا بهره گرفته و شامل مجموعهای از اشیاء کنترلی، شاخصهای عملکرد منابع، الگوریتمهای تخمین انحراف، معیارهای ارزیابی و همچنین الگوریتمهای استدلال و پیشبینی است. قابلیتهای ارائه شده در این سامانه عبارتند از ایجاد گزارش وضعیت پروژه براساس روش ارزش کسب شده، تحلیل انحرافها و شناسایی عوامل مشکل آفرین و درنهایت، ایجاد یک محیط کارآمد برای اشتراکگذاری دادهها و تولید و انتشار به موقع گزارشهای پیشرفت[۶]. در پژوهشی دیگر، محققین یک سامانه مبتنی بر شبکه را برای برنامهریزی و کنترل یکپارچه مصالح در پروژههای ساختمانی توسعه دادهاند. سامانه مذکور، قابلیتهایی مانند مدیریت انبارداری، تخمین موجودی، ثبت درخواستها و همچنین نظارت بر مصرف مصالح را فراهم نموده است[۷]. در پژوهشی دیگر با هدف بهبود وضعیت مدیریت تدارکات، محققین یک سامانه مبتنی بر شبکه مناقصه الکترونیکی را برای نهادهای عمومی کشور نیجریه توسعه دادهاند. این سامانه، تمامی فعالیتهای اصلی چرخه حیات دوره تدارکات را پشتیبانی میکند[۸].

همانطور که در ابتدای این بخش اشاره شد، یکی از چالشهای مهم در مسیر مدیریت مؤثر زمان در پروژههای ساختمانی، وابستگی شدید به دانش، مهارت و تجربه کارکنان است. برای پاسخ به چالش مذکور، گروهی از پروژههای المکان به کارگیری اطلاعات جمع آوری شده از پروژههای گذشته را در مراحل برنامهریزی و کنترل زمان پروژههای جدید فراهم نمایند. پژوهشهای صورت گرفته برای مرحله برنامهریزی، بر دو هدف کلی "برآورد مدتزمان فعالیتها" و "ایجاد نسخه اولیه زمانبندی" متمرکز بوده است. همچنین پژوهشهای صورت گرفته برای مرحله کنترل، بیشتر به دنبال صورت گرفته برای مرحله کنترل، بیشتر به دنبال

"شناسایی عوامل تأخیر، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه" و درنهایت، "توسعه ابزارهایی برای پایش وضعیت پیشرفت پروژه، شناسایی عوامل تأخیر احتمالی و پیشنهاد اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه" بودهاند. در ادامه، گزیدهای از این پژوهشها ارائه خواهد شد.

یکی از چالشهای مهم در مراحل ابتدایی پروژهها، ایجاد برنامه زمانبندی با سطح دقت مناسب است[۹]. سابقه و تجربه کارشناس مربوطه، نقش بسیار مهمی در شناسایی فعالیتهای پروژه، تعیین روابط پیشنیازی و البته برآورد مدتزمان فعاليتها دارد. مى توان انتظار داشت، در شرایطی که مسئول برنامهریزی از دانش کافی برخوردار نباشد، برنامه زمانبندی کارایی خود را از دست داده و منجر به اتلاف زمان و هزینه پروژه خواهد شد. برای حل این مشکلات، پژوهشگران به دنبال راهحلهایی برای به کارگیری تجربیات پروژههای پیشین و کاهش نقش نیروی انسانی بودهاند[۱۰] و [۱۱]. در یکی از این پژوهشها، محققین یک سامانه خبره را معرفی نمودهاند که با به کار گیری مجموعهای از قوانین یایه و الگوهای از پیش تعریف شده، نسخهای از زمانبندی اولیه را برای پروژه ایجاد مینماید[۹]. در پژوهشی دیگر با هدف بهبود برآورد مدتزمان اجرای فعالیتهای ساختمانی، محققین نرمافزاری مبتنی بر شبکههای عصبی مصنوعی توسعه دادهاند که قابلیت تخمین مدتزمان آرماتوربندی و بتنریزی اجزاء ساختمان بتنی را فراهم مینماید[۱۱]. در یژوهشی دیگر، محققین ترکیبی از روشهای داده کاوی و پردازش زبان طبیعی را برای استخراج و به کارگیری دانش موجود در زمانبندی پروژههای پیشین مورداستفاده قرار دادند. ابزار توسعه یافته در این پژوهش، قابلیت ایجاد برنامه زمانبندی پروژه را بهصورت خودکار فراهم مینماید[۱۲].

با اتمام مرحله برنامهریزی، نوبت به کنترل زمانبندی میرسد. کنترل مؤثر پروژه، نیازمند شناسایی دلایل عملکرد غیرقابل قبول و البته پیشنهاد اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه است[۱۳]؛ بنابراین کسب دانش کافی در خصوص عوامل تأخیر و اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه، از اهمیت فراوانی برخوردار بوده و پژوهشهای متعددی در این زمینه صورت گرفته است. بررسی تحقیقات انجام شده در کشورهای مختلف نشان میدهد، مهم ترین عوامل تأخیر شناسایی شده در پروژههای ساختمانی، عبارتند از مشکلات مالی پیمانکار، کارفرما و تأخیر در پرداختها، مشکلات مالی پیمانکار، ضعف در نقشهها و مدارک فنی، نوسان قیمت و تورم، دستورات تغییر، دوباره کاری به علت خطاهای اجرایی، ضعف در مدیریت کارگاهی پیمانکار، ارتباط نامناسب ضعف در مدیریت کارگاهی پیمانکار، ارتباط نامناسب بین بخشهای مختلف پروژه، مشکلات در تأمین مصالح ساختمانی و شرایط نامساعد آب و هوایی[۱۴]

جمعبندی پژوهشهای مذکور نشان میدهد تقریباً در تمامی موارد، محققین عوامل تأخیر را در گروههای مختلف طبقهبندی نمودهاند و ضمن رتبهبندی عوامل تأخیر براساس اهمیت و فراوانی وقوع، بهندرت اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه مناسبی برای مقابله با آنها ارائه کردهاند[۲۲] تا کته قابل توجه دیگر اینکه، در اکثر پژوهشهای مورد بررسی، شناسایی عوامل تأخیر و اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه، به صورت کلی و در سطح پروژه انجام شده است. برای مقابله با عوامل تأخیر و اجرای اقدامات اصلاحی و برای مقابله با عوامل تأخیر و اجرای اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه وجود نداشته باشد. در نقطه مقابل، برخی از پژوهشگران سعی نمودهاند ابزارهایی را برای شناسایی پژوهشگران سعی نمودهاند ابزارهایی را برای شناسایی انحرافها، پیشبینی عوامل تأخیر و ارائه پیشنهادات اصلاحی و پیشگیرانه در موقعیت مناسب توسعه دهند.

در یکی از اولین پژوهشهای انجام شده در این زمینه، توسعه یک سامانه پشتیبان تصمیم به عنوان مکملی برای نرمافزارهای تجاری مدیریت زمان موردتوجه قرار گرفته است. سامانه مذكور، قابليت شناسايي عوامل تأخير و پیشنهاد اقدامات اصلاحی مناسب را فراهم نموده است[۲۵]. در پژوهشی دیگر، محققین چارچوب کلی سامانهای را ارائه نمودهاند که مشکلات موجود در اجرای فعالیتها را با استفاده از اطلاعات درج شده در گزارشهای روزانه کارگاهی شناسایی نموده و اقدامات اصلاحی مناسبی را با استفاده از منطق فازی پیشنهاد مینماید[۲۶]. در پژوهشی دیگر با هدف فراهم نمودن ابزاری برای کنترل یکیارچه زمانبندی و هزینه پروژه، محققین یک فرآیند استدلالی مبتنی بر منطق فازی را معرفی نمودهاند. چارچوب فرآیند استدلال، شامل مجموعهای از انحرافهای ارزش کسب شده، شاخصهای عملکرد، عوامل منجر به انحراف، اقدامات اصلاحی و همچنین روابط علی است[۱۳]. در پژوهشی دیگر، محققین با استفاده از روش فازی- عصبی، پایگاه دانشی را ایجاد نمودهاند که تأثیر مشکلات ایجاد شده در هر مرحله از پروژه را بر تأخیر در پیشرفت مراحل بعدی ارزیابی مینماید[۲۷]. در یکی از آخرین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، پژوهشگران با استفاده از جریان دادههای بدست آمده از کارگاه و به کارگیری الگوریتمهای یادگیری ماشین، تأخیرهای احتمالی در اجرای فعالیتها را پیشبینی نموده و تخمین دقیق تری از مدت زمان اجرای فعالیتهای آتی ارائه کردهاند[۲۸].

با توجه به مطالب ذکر شده در خصوص مدیریت زمان در پروژههای ساختمانی کوچک و ضرورت توسعه ابزاری کارآمد برای مقابله با چالشهای موجود، پژوهش حاضر به دنبال توسعه و معرفی سامانهای برای مدیریت زمان این پروژهها است. بررسی پژوهشهای پیشین نشان می دهد،

No. 90 / Summer 2024

به کارگیری قابلیتهای موجود در شبکه و همچنین یادگیری ماشین می تواند راه حل مناسبی برای ایجاد سامانه مذکور باشد. در بخش بعد، مراحل مختلف توسعه سامانه مدیریت زمانبر مبنای فناوریهای مذکور، شرح داده

۲– توسعه سامانه مدیریت زمان

فرآیند توسعه نرمافزارها را می توان به چهار مرحله شناسایی و تحلیل الزامات، طراحی، پیادهسازی و ارزیابی تقسیمبندی نمود[۲۹]. در این بخش، سه مرحله اول توسعه سامانه مدیریت زمان را شرح داده و جزئیات مربوط به ارزیابی آن در بخش بعد ارائه خواهد شد.

۲. ۱ شناسایی و تحلیل الزامات

به منظور شناسایی الزامات کاربران، مصاحبههای نیمه ساختاریافته با تعدادی از کارشناسانی که تجربه مناسبی در شرکتهای پیمانکاری ساختمانی داشتهاند انجام شده است. با تحلیل دادههای بدست آمده از مصاحبهها و همچنین در نظر گرفتن محدودیتهای فنی و زمانی پژوهش، الزامات نهایی سامانه مدیریت زمان به شرح زیر استخراج شده است:

- ۱) سادگی رابط کاربری
 - ۲) دسترسی مداوم
 - ٣) سرعت ياسخگويي
 - ۴) امنیت
- ۵) امکان دسترسی از طریق سختافزارهای مختلف
 - ۶) امکان استخراج لیست فعالیتهای یروژه
 - ۷) امکان ایجاد خودکار برنامه زمانبندی
 - Λ) امکان برآورد مدتزمان اجرای فعالیتها
 - ٩) قابلیت پیش بینی عوامل تأخیر احتمالی
 - ۱۰) نمایش ساده زمانبندی
- ۱۱) قابلیت ثبت و پیگیری میزان پیشرفت فعالیتها و
 - ۱۲) قابلیت ثبت کارکرد یا عدم کارکرد روزانه
 - ۱۳) پشتیبانی از زبان فارسی و تاریخ شمسی

۲. ۲ طراحی

طراحی سامانه مدیریت زمان، با در نظر گرفتن الزامات

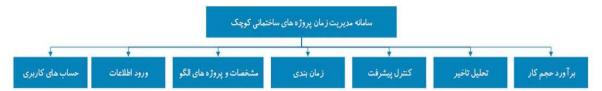
ذکر شده در بخش قبل انجام شده است. در این مرحله، با توجه به اهداف پژوهش، عملکردهای مورد انتظار سامانه استخراج شده و برای هر یک از عملکردها، بخش مجزایی در نظر گرفته شده است. همچنین نحوه تعامل بخشهای مختلف، اطلاعات موردنیاز هر بخش و نحوه ذخیره آنها و درنهایت رابط کاربری سامانه طراحی شده است. در ادامه، توضیحاتی در خصوص عملکرد بخشهای مختلف و همچنین رابط کاربری ارائه خواهد شد.

۲. ۲. ۱ بخشهای مختلف سامانه مدیریت زمان

سامانه مدیریت زمان از هفت بخش یا اپلیکیشن تشکیل شده که هرکدام عملکرد مستقلی دارند. تصویر ۱ ساختار کلی سامانه را نمایش می دهد.

- ۱) /یلیکیشن مدیریت حسابهای کاربری: این بخش از سامانه، امکان اعتبارسنجی و دسترسی کاربران به بخشهای دیگر را فراهم مینماید.
- ۲) /یلیکیشن ورود مقادیر: این بخش از سامانه، امکان ورود مقادیر و تنظیمات اولیه توسط مدیر سایت را فراهم مینماید. این اطلاعات در جداول پایگاه داده ذخیره شده و در اختیار کاربران نهایی سامانه قرار خواهد گرفت.
- ۳) /یلیکیشن مشخصات و یروژههای الگو: این بخش از سامانه، اطلاعات پروژه در دست اجرای کاربر را دریافت نموده و پروژههای الگوی متناسب را به کاربر معرفی مینماید. همچنین در این بخش، سامانه براساس پروژه الگوی منتخب کاربر، یک پروژه منحصربهفرد ایجاد مینماید.
- ۴) /پلیکیشن زمانبندی: در این بخش از سامانه، مدتزمان اجرای فعالیتها و تاریخ آغاز پروژه از کاربر دریافت شده و محاسبات مسیر بحرانی صورت می گیرد. همچنین تاریخهای آغاز و پایان فعالیتها استخراج می شود.
- ۵) /یلیکیشن کنترل پیشرفت: در این بخش از سامانه، اطلاعات مربوط به ميزان پيشرفت فعاليتها از كاربر دریافت شده و امکان پیگیری پیشرفت پروژه فراهم
- ۶) / *پلیکیشن تحلیل تأخیر:* در این بخش از سامانه، وقوع يا عدم وقوع عوامل تأخير براي فعاليتهاي مختلف پیشبینی میشود. برای پیشبینی تأخیر در این بخش، از اطلاعات پروژههای گذشته، مشخصات پروژه در دست اجرا و همچنین الگوریتم درخت تصمیم استفاده می شود.
- ۷) / *پلیکیشن برآورد حجم کار:* در این بخش از سامانه، حجم کار فعالیتهای مختلف برآورد میشود. تخمین حجم کار، با استفاده از اطلاعات پروژههای گذشته،

شماره ۹۰، تابستان ۱٤۰۳ No. 90 / Summer 2024



شكل ١. ساختار كلى سامانه مديريت زمان

نزدیک ترین همسایگان صورت می گیرد.

۲. ۲. ۲ رابط کاربری سامانه مدیریت زمان

رابط کاربری سامانه را میتوان به دو بخش کلی مدیریت و کاربر تقسیم نمود. تصویر ۲، صفحه مدیریت سامانه را نمایش میدهد. در این صفحه، مدیر سامانه میتواند مشخصات فنی از جمله فعالیتها، عوامل تأخیر، پروژههای الگوی و غیره را تعریف نماید.

صفحات مربوط به کاربر سامانه عبارتند از حساب کاربری، تعيين مشخصات يروژه، انتخاب يروژه الگو، جزئيات يروژه الگو، تعيين مدتزمان فعاليتها، جزئيات برآورد حجم كار فعالیتها، محاسبات زمانبندی، نمایش زمانبندی، کنترل پیشرفت و جزئیات پیشبینی عوامل تأخیر. در ادامه این بخش، محتوای هر یک از صفحات ذکر شده و همچنین شیوه تعامل کاربر با سامانه شرح داده خواهد شد.

صفحه حساب کاربری: تصویر ۳، صفحه حساب کاربری سامانه را نمایش می دهد. در این صفحه، کاربر می تواند با

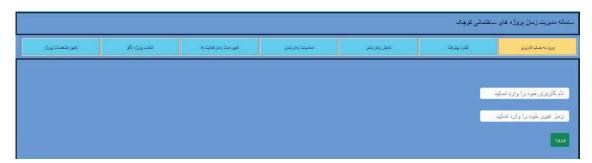
مشخصات یروژه موردنظر و همچنین الگوریتم وارد نمودن اطلاعات کاربری معتبر، وارد حساب خود شود صفحه تعیین مشخصات پروژه: تصویر ۴، صفحه تعیین مشخصات پروژه را نمایش میدهد. در این صفحه، کاربر باید مشخصات پروژه در دست اجرای خود را وارد نماید. این اطلاعات عبارتند از کاربری ساختمان، تعداد طبقات ساختمان، تعداد طبقات پارکینگ، تعداد طبقات انبار، زیربنای هر یک از طبقات، نوع اسکلت، تعداد واحد در هر طبقه، تخریب، گودبرداری، نمای ساختمان، نوع فونداسيون، نوع سقف، تعداد اتاق خواب هر واحد، أسانسور، سیستم سرمایشی و گرمایشی و درنهایت کاربری هر یک از طبقات.

صفحه انتخاب پروژه الگو: تصویر ۵، صفحه انتخاب پروژه الگو را نشان می دهد. در این صفحه، سامانه پروژههای الگویی که با اطلاعات وارد شده توسط کاربر مطابقت داشتهاند را نمایش میدهد. کاربر میتواند با کلیک کردن روى هر يک از پروژهها وارد صفحه جزئيات پروژه الگو شود. درنهایت، کاربر پروژههای الگوی پیشنهادی را بررسی نموده و پروژه الگویی که بیشترین انطباق را با پروژه در دست اجرا دارد انتخاب مىنمايد.

ورود اطلاحات-پشفیان منبشم	
پر آوردهای مقانیر فار	🛊 اطاقه کردن 🧪 تغییر
تغريب	🛊 اشقه کرین 🧪 تغییر
تعد طيقت تيز	💠 استاقه کاربن 🥕 تغییر
تعاد طينت ساختان	🛊 اصفا کران 🎤 اعین
تعاد طيقات پارفيتگ	🛊 تشاقه کردن 🧪 تغییر
تغريف ثيد غاى اجرابي	👉 اشاقه کرین 🥕 تغییر
سنة كارى	🛊 اشاقه کرین 🧪 تغییر
زيريتان فرايفا ترطيتك	🛊 استفاکرین 🧪 تغییر
سيستم ساره اي	🛊 استفاکرین 🥕 تعییر
سيستوسرديشي	🛊 اشاقه کردن 🥜 تغییر
منيستة فرمنيشي	🛊 اشاقة كرين 🧪 تغيير
عرامل تنفير	🛊 شاقه کردن 🧪 تعییر
قفيت ها	🗼 اشاقه کردن 🧪 تغییر
غرع أرستور	🍎 اشاقه کردن 🧪 تغییر

شكل ٢. صفحه مديريت

شماره ۹۰، تابستان ۱٤۰۳ No. 90 / Summer 2024



شکل ۳. صفحه حساب کاربری



شكل ۴. صفحه تعيين مشخصات پروژه

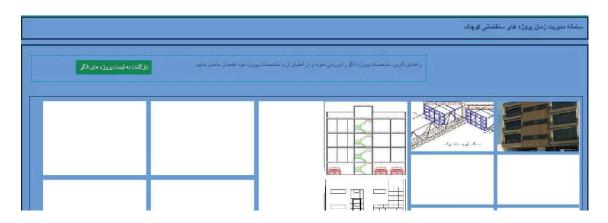


شكل ۵. صفحه انتخاب پروژه الگو



شكل ۶. صفحه جزئيات پروژه الگو

شماره ۹۰، تابستان ۹۲۰۳ No. 90 / Summer 2024



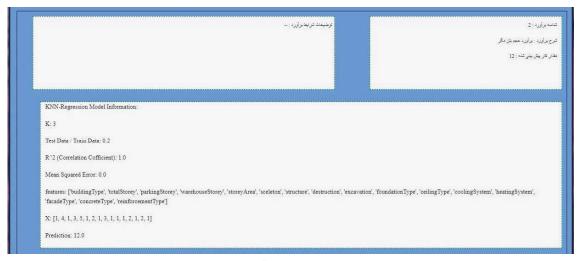
شكل ٧. صفحه تعيين مدتزمان فعاليتها

صفحه جزئیات پروژه الگو: تصویر ۶۰ صفحه جزئیات پروژه الگو را نمایش میدهد. در این صفحه، ویژگیهای مختلف يروژه الگو با استفاده از چند تصوير ساده نمايش داده شده

صفحه تعیین مدتزمان فعالیتها: تصویر ۷، صفحه تعیین مدتزمان فعالیتها را نشان میدهد. در این صفحه، هر یک از فعالیتهای پروژه در یک ردیف نمایش داده شده است. در سمت راست هر ردیف، از کاربر خواسته شده است مدتزمان هریک از فعالیتها را وارد نماید. همچنین کاربر می تواند فعالیتهایی را که در پروژه وجود ندارد و یا قبلا اجرا شده و خاتمه یافتهاند را حذف نماید. با توجه به اینکه تعیین مدتزمان اجرای فعالیتها نیاز به دانش و تجربه کافی دارد، در این صفحه سعی شده است اطلاعات مناسبی در اختیار کاربر قرار داده شود. در بخش میانی هر ردیف، سامانه برآوردهایی از حجم کار فعالیت ارائه مینماید. کاربر میتواند با کلیک کردن روی هر یک از برآوردها، وارد

صفحه جزئیات برآورد حجم کار فعالیتها شود. پس از اینکه کاربر شناخت مناسبی از حجم کار فعالیتها بدست آورد، می تواند مدت زمان اجرای فعالیت را محاسبه نماید. برای این منظور، سامانه اطلاعات مربوط به میزان کارکرد روزانه اکیپهای اجرایی مرسوم در اجرای فعالیتهای مختلف را در سمت چپ هر ردیف نمایش میدهد. کاربر مى تواند با وارد نمودن مقدار حجم كار فعاليت و همچنين انتخاب اكيپ اجرايي موردنظر خود، مدتزمان احتمالي هر فعالیت ۱٫ محاسبه نماید.

صفحه جزئیات برآورد حجم کار فعالیتها: تصویر ۸، صفحه جزئیات برآورد حجم کار فعالیتها را نمایش می دهد. در این صفحه، مقدار برآورد شده برای حجم کار فعالیت موردنظر، همراه با توضیحاتی در خصوص شرایط برآورد ارائه شده است. همچنین در این صفحه، اطلاعاتی در خصوص مدل رگرسیون نزدیک ترین همسایگان نمایش داده شده است. لازم به ذکر است، اطلاعات مذکور، برای



شکل ۸. صفحه جزئیات بر آورد حجم کار

شماره ۹۰، تابستان ۱٤٠٣ No. 90 / Summer 2024



شكل ٩. صفحه محاسبات زمان بندى

اهداف یژوهشی مفید بوده و برای کاربران سامانه کاربرد زمانبندی را نشان میدهد. در قسمت بالای این صفحه، خاصی ندارد.

> صفحه محاسبات زمانبندی: تصویر ۹، صفحه محاسبه زمان بندی را نمایش می دهد. در این صفحه، اطلاعات مربوط به زمانبندی ایجاد شده در مراحل قبل، نمایش داده شده است. این اطلاعات شامل مدتزمان، پیشنیازها، زودترین زمان آغاز، زودترین زمان پایان، دیرترین زمان آغاز، دیرترین زمان پایان، شناوری و همچنین بحرانی یا غیربحرانی بودن هر یک از فعالیتها است. در این صفحه، کاربر ضمن بررسی و اطمینان از صحت اطلاعات نمایش داده شده، تاریخ موردنظر خود برای آغاز پروژه را تعیین مىنمايد.

در بخش پایین این صفحه نیز اطلاعاتی در خصوص تاریخ آغاز و پایان برنامهریزی شده، پیشرفت برنامهریزی شده و پیشرفت واقعی فعالیتها نمایش داده شده است. همچنین کاربر می تواند پیشرفت برنامه ریزی شده و واقعی را در سطح يروژه مشاهده نمايد. لازم به ذكر است، اطلاعات مربوط به پیشرفت فعالیتها و همچنین وضعیت اجرای فعالیتها، از اطلاعات وارد شده توسط کاربر در صفحه كنترل پيشرفت استخراج شده است.

نمودار گانت پروژه نمایش داده شده است. نمودار مذکور،

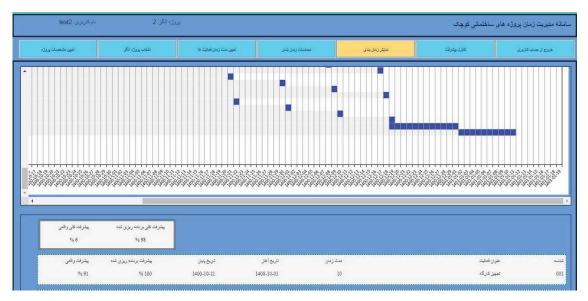
علاوه بر نمودار میلهای تاریخهای برنامهریزی شده برای

فعاليتها، وضعيت واقعى اجرا يا عدم اجراي فعاليتها را

با درج علامت X در تاریخهای موردنظر مشخص می کند.

صفحه كنترل پیشرفت: تصویر ۱۱، صفحه كنترل پیشرفت

صفحهنمایش زمانبندی: تصویر ۱۰، صفحهنمایش



شکل ۱۰. صفحهنمایش زمانبندی

شماره ۹۰، تابستان ۱٤٠٣ No. 90 / Summer 2024



شكل ١١. صفحه كنترل پيشرفت

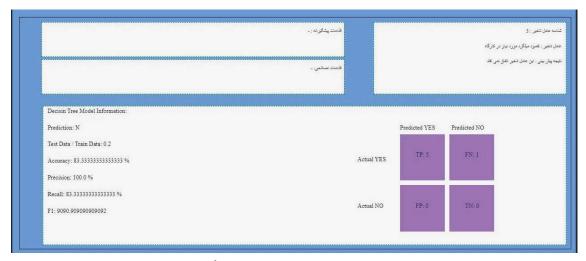
را نمایش می دهد. در این صفحه، کاربر باید اطلاعات مربوط به پیشرفت فعالیتها را به صورت روزانه وارد نماید. همانطور که در تصویر مشاهده میشود، برای هر یک از فعالیتها یک ردیف در نظر گرفته شده است. در سمت راست هر ردیف، کاربر باید درصد پیشرفت فعالیت را وارد نماید. همچنین کاربر باید تعیین نماید که آیا بخشی از فعالیت، در تاریخ موردنظر اجرا شده است یا خیر. در بخش میانی هر ردیف، کاربر می تواند عوامل تأخیر مشاهده شده در حین اجرای هر یک از فعالیتها را ثبت نماید. در سمت چپ هر ردیف نیز، عوامل تأخیر احتمالی برای هر یک از فعالیتها نمایش داده شده است. کاربر می تواند با کلیک کردن بر روی هر یک از عوامل مذکور، وارد صفحه جزئیات پیش بینی عوامل تأخیر شود.

صفحه جزئيات پيشبيني عوامل تأخير: تصوير ١٢، صفحه جزئیات پیشبینی عوامل تأخیر را نمایش میدهد. در این صفحه، وقوع يا عدم وقوع عامل تأخير و همچنين اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه مربوطه، قابل مشاهده است. همچنین اطلاعاتی در خصوص مدل درخت تصمیم مربوطه ارائه شده است که برای اهداف پژوهشی مفید بوده و برای کاربران سامانه کاربرد خاصی ندارد.

تصویر ۱۳، فرآیند طی شده توسط کاربر در حین تعامل با سامانه را به صورت خلاصه نمایش می دهد.

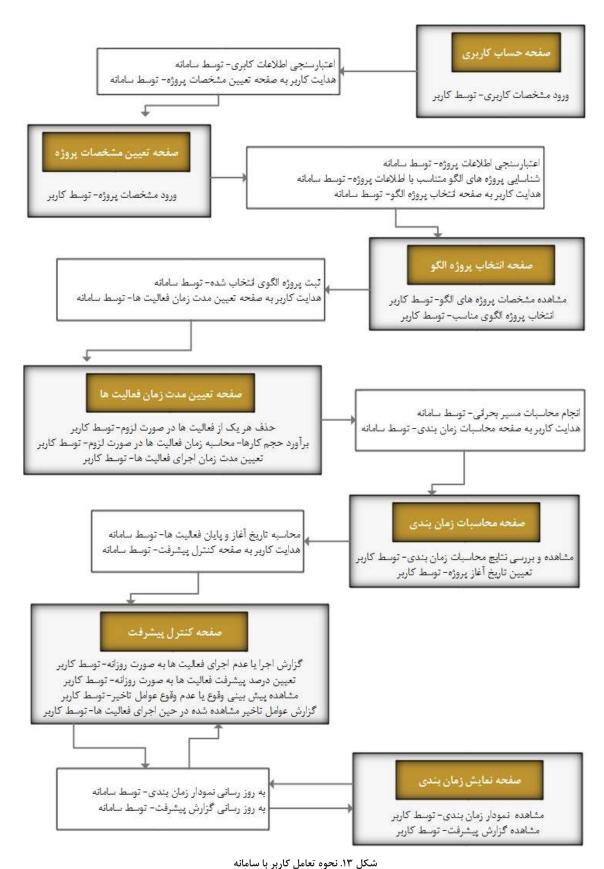
۲. ۳ پیادهسازی

پیادهسازی سامانه مدیریت زمان با استفاده از چارچوب



شكل ١٢. صفحه جزئيات پيشبيني عوامل تأخير

شماره ۹۰، تابستان ۱٤۰۳ No. 90 / Summer 2024



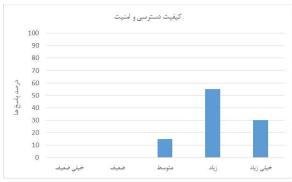
ساعر ۱۰۰۰ عرب عربی عربیر پا

Mo. 90 / Summer 2024 ماره ۹۰، تابستان ۹۰۰ علماره ۹۰ تابستان ۲۵۰ الم





سامانه مدیریت زمان را نشان میدهد. همانطور که در تصویر مشاهده میشود، کاربران از سرعت پاسخگویی و دسترسی مداوم به سامانه رضایت نسبی داشتهاند. همچنین به نظر می رسد کاربران نسبت به کیفیت ذخیره و نگهداری اطلاعات اطمينان حاصل نمودهاند.



شکل ۱۵. ارزیابی کاربران از کیفیت دسترسی و امنیت سامانه

۳. ۳ کیفیت برنامه زمانبندی

تصویر ۱۶، ارزیابی کاربران را از کیفیت برنامه زمانبندی نشان میدهد. همانطور که از نمودار مذکور میتوان دریافت، در این بخش نیز میزان رضایت کاربران بالاتر از حد متوسط بوده است. بازخوردهای دریافت شده از کاربران نشان میدهد، برخی از آنان تعداد محدود پروژههای الگوی تعریف شده در سامانه و عدم امکان انتخاب بین گزینههای مختلف را مهم ترین ایراد مشاهده شده در این بخش عنوان نمودهاند.

۳- ارزیابی سامانه مدیریت زمان

آماده شده است.

به منظور ارزیابی عملکرد سامانه، حسابهای کاربری برای تعدادی از پیمانکاران مشغول در پروژههای ساختمانی کوچک فعال شده است. از کارکنان شرکتهای پیمانکاری خواسته شده است تا سامانه را برای مدیریت زمان یکی از پروژههای در دست اجرای خود به کار گیرند. با گذشت چند هفته از بهکارگیری سامانه، نظرات کاربران در خصوص جنبههای مختلف عملکرد سامانه جمعآوری شده است. در ادامه، میزان رضایت کاربران براساس معیارهای مختلف مورد بررسی قرار می گیرد.

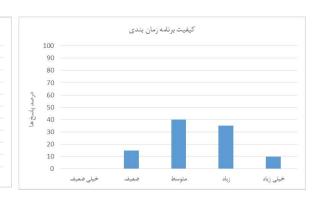
مربوطه، تعریف پروژههای الگو و درنهایت، وارد نمودن مجموعه دادههای موردنیاز الگوریتمهای یادگیری ماشین،

سامانه مدیریت زمان برای به کارگیری در پروژههای واقعی

۳. ۱ میزان کاربریسند بودن

تصویر ۱۴، میزان کاربرپسند بودن سامانه مدیریت زمان را از دید کاربران نمایش میدهد. همانطور که در این تصویر مشاهده میشود، میزان رضایت نسبی از رابط کاربری و نحوه گردش کار سامانه در سطح پایینی قرار داشته است. به نظر میرسد ایجاد تغییرات کلی در شیوه تعامل کاربر با سامانه و بهبود رابط کاربری، برای افزایش میزان رضایت كاربران الزامي است.

شماره ۹۰، تابستان ۱٤٠٣ No. 90 / Summer 2024



شکل ۱۸. ارزیابی کاربران از کیفیت پیشبینی تأخیر

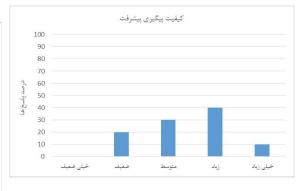
كيفيت پيش بيني تاخير

100 90 80

شکل ۱۶. ارزیابی کاربران از کیفیت برنامه زمانبندی

۳. ۴ کیفیت پیگیری پیشرفت

تصویر ۱۷، ارزیابی کاربران را از کیفیت پیگیری پیشرفت نشان میدهد. همانطور که از اطلاعات نمودار میتوان دریافت، میزان رضایت کاربران در این زمینه نیز بالاتر از متوسط است. برخی از کاربران، عدم امکان ثبت گزارش پیشرفت مشروح را مهمترین نقطهضعف این بخش عنوان نمودهاند.



شکل ۱۷. ارزیابی کاربران از کیفیت پیگیری پیشرفت

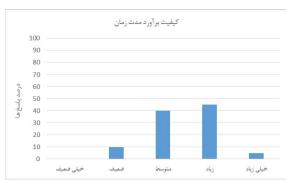
۵٫۳ کیفیت پیشبینی تأخیر

£4~.:i_₽ .

تصویر ۱۸، ارزیابی کاربران را از کیفیت پیشبینی تأخیر نمایش میدهد. با توجه به نمودار، میزان رضایت براساس این معیار پایین تر از حد متوسط است. بازخوردهای دریافت شده از کاربران نشان میدهد، تعداد محدود عوامل تأخیر ثبت شده در سامانه و در برخی موارد، پیشبینیهای نادرست ارائه شده را میتوان از مهمترین دلایل عدم رضایت نسبی کاربران دانست. انتظار میرود با تکمیل اطلاعات موجود در پایگاه دادهها، بهبود قابل ملاحظهای در این زمینه به وجود آید.

۶,۳ کیفیت بر آورد مدتزمان

تصویر ۱۹، ارزیابی کاربران را از کیفیت برآورد مدتزمان فعالیتها نمایش می دهد. با توجه به نمودار مذکور، سطح رضایت کاربران از کیفیت برآوردهای مدتزمان فعالیتها، بالاتر از متوسط است. بازخوردهای دریافت شده از کاربران نشان می دهد، می توان با تکمیل اطلاعات موجود در پایگاه دادههای سامانه و افزایش دقت برآوردها، سطح رضایت کاربران را در این زمینه افزایش داد.



شکل ۱۹. ارزیابی کاربران از کیفیت برآورد مدتزمان

۴- نتیجهگیری

پژوهش حاضر، به دنبال معرفی ابزاری برای بهبود وضعیت مدیریت زمان در پروژههای ساختمانی کوچک بوده است. برای این منظور، ضمن شناسایی الزامات شرکتهای پیمانکاری فعال در این حوزه، یک سامانه مدیریت زمان مبتنی بر شبکه و یادگیری ماشین، توسعه داده شده است. سامانه مذکور، قابلیت ایجاد خودکار زمانبندی در مرحله برنامهریزی و همچنین کنترل پیشرفت را در حین اجرای پروژه فراهم مینماید. نتایج ارزیابی کارآمدی نشان میدهد، سامانه مدیریت زمان معرفی شده در پژوهش حاضر، با وجود عدم دستیابی به سطح رضایت مناسب در

No. 90 / Summer 2024 ماره ۹۰، تابستان ۹۳ العالم ۱۶۰۳ شماره ۹۰ شماره ۱۶۰۳ تابستان ۱۶۰۳ شماره ۱۹۰۳ شماره ۱۹۰۳ شماره ۱۶۰۳ شماره ۱۶۰۳ شماره ۱۶۰۳ شماره ۱۶۰۳ شماره ۱۹۰۳ شمار ۱۹۰۳ شماره ۱۹۰۳ شماره ۱۹۰۳ شمار ۱۹۰۳ شماره ازاد ۱۹۰۳ شماره ازاد ۱۹۳ شماره

Visualization, Information Modeling, and Simulation, American Society of Civil Engineers Reston, VA: 215-223.

- [13] Li, J., et al. (2005). "A reasoning process in support of integrated project control." Canadian journal of civil engineering 32 (3): 500-516
- [۱۴] کاظمی، عالیه و کاظمی، محمدحسین و کاتبی، علی، ۱۴۰۰، اولویتبندی عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژههای ساختوساز در ایران، مهندسی عمران و محیطزیست دانشگاه تبریز، ۸۵–۹۸
- [۱۵] الوانچی، امین و حاجی یخچالی، سیامک و فرمانی، نیما، ۱۳۹۸، ارزیابی و پیشنهاد راهکار مقابله با عوامل مؤثر در تأخیر در روند اجرای پروژههای مسکونی در شهر مشهد، مهندسی عمران شریف، ۱۳۰۰۲ ۱۳۰۰۲
- [۱۶] جباری، علیرضا و صبحیه، محمدحسین و عزیزی، مجتبی، ۱۳۹۹، بررسی و طبقهبندی علل ایجاد تا خیرات در پروژههای عمرانی و ارائه راهکارهایی جهت کاهش زمان تأخیر در پروژه (مطالعه موردی: پروژه اداری تجاری در شهر تهران)، پانزدهمین کنفرانس بینالمللی مدیریت پروژه ایران، تهران
- [17] Ogunlana, S. O., et al. (1996). "Construction delays in a fast-growing economy: comparing Thailand with other economies." International journal of project Management 14(1): 37-45.
- [18] Kaming, P. F., et al. (1997). "Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia." Construction Management & Economics 15(1): 83-94.
- [19] Amoatey, C. T., et al. (2015). "Analysing delay causes and effects in Ghanaian state housing construction projects." International Journal of Managing Projects in Business.
- [20] Sweis, G., et al. (2008). "Delays in construction projects: The case of Jordan." International journal of project Management 26(6): 665-674.
- [21] Kog, Y. C. (2018). "Project management and delay factors of public housing construction." Practice Periodical on Structural Design and Construction 23(1): 04017028.
- [22] McCord, J., et al. (2015). "Understanding delays in housing construction: evidence from Northern Ireland." Journal of Financial Management of Property and Construction.
- [23] Megha, D. and B. Rajiv (2013). "A methodology for ranking of causes of delay for residential construction projects in Indian context." International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering 3(3): 396-404.
- [24] Bajjou, M. S. and A. Chafi (2020). "Empirical study of schedule delay in Moroccan construction projects." International Journal of Construction Management 20(7): 783-800.

معیار کاربرپسند بودن، به صورت کلی عملکرد موفقی در بهبود مدیریت زمان پروژههای ساختمانی کوچک داشته است.

مراجع

- [1] Koushki, P., et al. (2005). "Delays and cost increases in the construction of private residential projects in Kuwait." Construction Management and Economics 23(3): 285-294.
- [2] Nitithamyong, P. and M. J. Skibniewski (2004). "Webbased construction project management systems: how to make them successful?" Automation in construction 13(4): 491-506.
- [3] Huang, W., et al. (2010). "A novel lifecycle model for Web-based application development in small and medium enterprises." International Journal of Automation and Computing 7(3): 389-398.
- [4] Lam, H. and T. Y. P. Chang (2002). "Web-based information management system for construction projects." Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering 17(4): 280-293.
- [5] Cheung, S. O., et al. (2004). "PPMS: a web-based construction project performance monitoring system." Automation in construction 13(3): 361-376.
- [6] Moselhi, O., et al. (2004). "Web-based integrated project control system." Construction Management and Economics 22(1): 35-46.
- [7] Afolabi, A., et al. (2017). Characteristics of a webbased integrated material planning and control system for construction project delivery. World Conference on Information Systems and Technologies, Springer.
- [8] Abdullahi, B., et al. (2019). "Development of web-based e-Tendering system for Nigerian public procuring entities." International Journal of Construction Management: 1-14.
- [9] Chevallier, N. J. and A. D. Russell (2001). "Developing a draft schedule using templates and rules." Journal of construction engineering and management 127(5): 391-398.
- [10] Faghihi, V., et al. (2015). "Automation in construction scheduling: a review of the literature." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 81(9): 1845-1856.
- [11] Golizadeh, H., et al. (2016). "Automated tool for predicting duration of construction activities in tropical countries." KSCE Journal of Civil Engineering 20 (1): 12-22.
- [12] Amer, F. and M. Golparvar-Fard (2019). Formalizing construction sequencing knowledge and mining company-specific best practices from past project schedules. Computing in Civil Engineering 2019:

No. 90 / Summer 2024

[Downloaded from journalabadi.ir on 2025-10-26]

- [25] Yates, J. K. (1993). "Construction decision support system for delay analysis ".Journal of construction engineering and management 119(2): 226-244.
- [26] Russell, A. D. and A. Fayek (1994). "Automated corrective action selection assistant." Journal of construction engineering and management 120(1): 11-33
- [27] Wang, C.-H., et al. (2007). "PCM in Taiwan: A diagnosis knowledge-base in PCM plan/design phase." Journal of computing in civil engineering 21(2): 102-111.
- [28] Awada, M., et al. (2021). "Data-Driven Machine Learning Approach to Integrate Field Submittals in Project Scheduling." Journal of Management in Engineering 37(1): 04020104.
- [29] Chan, S.-L. and N.-N. Leung (2004). "Prototype web-based construction project management system." Journal of construction engineering and management 130(6): 935-943.
- [30] Vincent, W. S. (2021). Django for beginners: Build websites with Python and Django ,WelcomeToCode.

No. 90 / Summer 2024

Development of machine learning and web-based system for time management of small building projects

Mehran Tavazoei¹, Ehsanollah Eshtehardian^{2*}

Abstract

Small building projects have an important role in providing housing for communities and are considered one of the most important drivers of countries' economy. One of the most important and common problems in small building projects is improper management of time and the occurrence of numerous and longtime delays. This study aims to introduce an efficient tool to answer the challenges of time management in small building projects. For this purpose, a time management system using web and machine learning capabilities has been developed. Different parts of the system, provide capabilities for identifying project activities and their precedencies, estimating the work volume of activities, tracking the progress of the project, and finally, predicting delay factors and proposing appropriate predictive and corrective actions. With the completion of the development phase, the time management system has been implemented in an ongoing project and the opinions of employees of contracting companies have been collected as users of the system. By reviewing the opinions of users, it was found that despite relatively low satisfaction with the level of user-friendliness, the time management system has been relatively successful in improving time management and reducing delays.

Keywords: time management, small building projects, web-based, machine learning.

لگوى لاتين نشريه

No. 90 / Summer 2024 7-21

¹⁻ Master's in Project Management and Construction, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

²⁻ Associate Professor, Department of Construction and Project Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

^{*} Corresponding Author: eshtehardian@modares.ac.ir