



شناسایی و اولویت بندی ائتلاف ها در پروژه های ساخت و ساز با رویکرد ترکیبی FMEA و ناب

علی بابائیان جلودار¹، مجتبی احمدی نوذری²

¹کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه شهید بهشتی، ali.babaeianjelodar@gmail.com

²دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه مازندران، nozari.task@yahoo.com

چکیده

پروژه های ساخت و ساز انباشته از فعالیت های بدون ارزش افزوده می باشند، ناب نگرش جدید مدیریتی در عرصه تولید و ساخت و ساز است که در صدد حذف و از بین بردن هر فرآیند اضافی است که ارزش افزوده ای ایجاد نمی کند، کاهش این ائتلاف ها می تواند باعث بهبود عمده ای در عملکرد شود. این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت بندی ائتلاف ها در پروژه های ساخت و ساز صورت گرفته است بدین صورت که ابتدا با مرور جامع ادبیات و تشکیل جلسات گروه کانونی ائتلاف های مرتبط با فلسفه ناب در پروژه های ساخت و ساز شناسایی شدند، سپس با رویکرد FMEA ائتلاف های شناسایی شده اولویت بندی شدند، در پایان اجرای تحقیق انتظار برای تامین مالی پروژه از سوی کارفرما به عنوان خطرپذیرترین ائتلاف تعیین شد.

واژگان کلیدی: ائتلاف، پروژه های ساخت و ساز، ناب، FMEA

مقدمه

سیستم پروژه شامل اجزایی هست که ارتباطات متقابل بین آن‌ها و به موجب آن بهینه‌سازی عملکردشان در سازمان و محیط پروژه، باعث رسیدن به نتایج موفقیت آمیز پروژه به بهترین شکل ممکن می‌شود. منابع، فرآیند^۱ و محصول یا خدمت مورد انتظار، عوامل (اجزاء) این سیستم را تشکیل می‌دهند. بهینه‌سازی عملکرد این اجزاء از وظایف مدیر پروژه می‌باشد. در سال‌های اخیر مطرح‌شدن موضوع افزایش بهره‌وری پروژه‌ها با استفاده از تکنیک ناب^۲ باعث شده تا اصول مربوط به تفکر ناب^۳ بیش از پیش مورد توجه مدیران پروژه‌ها، قرار گیرد. استفاده از این اصول منجر به کاهش هزینه‌ها، کاهش زمان اجرای پروژه و به تبع آن بهره‌برداری زودتر و افزایش راندمان^۴ منابع می‌شود. بدین ترتیب به‌کارگیری اصول ناب در کنار استفاده از روش‌های مدیریت پروژه از جمله FMEA به‌طور قطع می‌تواند اثر تعیین‌کننده‌ای در توانمندسازی^۵ سازمان‌های پروژه محور^۶ ایفا کند.

تفکر ناب^۷ و ضرورت آن در پروژه‌های ساخت‌وساز

هسته " ناب " در استمرار مداوم بهبود فرآیندها نهفته است و فلسفه آن حذف کلیه فعالیت‌هایی است که ارزش‌افزوده‌ای ایجاد نمی‌کنند و اجرای آن‌ها باعث کاهش اتلاف‌ها در سازمان می‌شود. حذف و کاهش اتلاف‌ها در هر عنوان صنایع موجود یک هدف آرمانی هست. زیرا صرف‌نظر از کارهای بی‌مورد، هزینه‌های هنگفتی نیز به‌طور پنهان و آشکار به پیکره صنعت تزریق می‌کند. تفکر ناب به این هدف جامعه عمل پیوشاند. پروژه‌های ساخت‌وساز به دلیل ویژگی‌های خاص خود دارای اتلاف‌های فراوانی هست که در صورت کاهش آن‌ها مقادیر هنگفتی از هزینه‌های مصرفی صرفه‌جویی شود. همان‌طور که بیان شد تفکر ناب برای دستیابی به اهداف خود و طی گام‌های پیاده‌سازی اصول مربوطه، بر شناسایی و حذف اتلاف از فرآیندها تأکید می‌نماید. اتلاف به هر فعالیت انسانی اطلاق می‌شود که جاذب و مصرف‌کننده منابع و ذخایر است، ولی هیچ ارزشی نمی‌آفریند. هشت حوزه اتلاف عبارت‌اند از:

- انتظار و توقف
- تولید مازاد
- حمل‌ونقل غیرضروری
- موجودی اضافی
- حرکت غیرضروری
- فرایند اضافی
- خطا و دوباره‌کاری

¹ process

² lean techniques

³ lean thinking

⁴ Efficiency

⁵ Empowerment

⁶ Project-based organizations

⁷ lean thinking

• اتلاف در حوزه نیروی انسانی

- در پروژه‌های ساخت‌وساز نیز این هشت حوزه اتلاف به صورت زیر تعریف می‌شوند:
1. انتظار و توقف: انتظار یعنی توقف یک مرحله از فرآیند کار به علت تمام نشدن مرحله قبل. حذف این نوع اتلاف در پروژه به طور عمده بستگی دارد به نحوه برنامه‌ریزی صحیح و مدیریت زمان.
 2. تولید مازاد: تولید چیزهایی که کسی خواهان آن‌ها نیست، انجام کارها جلوتر از برنامه زمان‌بندی که باعث تداخل با سایر کارهای برنامه‌ریزی شده می‌شود.
 3. حمل‌ونقل غیرضروری: حمل‌ونقل بیهوده تجهیزات و مصالح که منجر به هدر رفتن هزینه و زمان می‌شود.
 4. موجودی اضافی: موجودی به مصالح و کالاهایی گفته می‌شود که بر روی آن‌ها کاری انجام نمی‌شود و در انتظار مصرف بسر می‌برند.
 5. حرکت غیرضروری: حرکت غیرضروری افراد و ماشین‌آلات. بدیهی است که کاهش این حرکت‌ها باعث افزایش بهره‌وری می‌گردد.
 6. فرآیند اضافی: فرآیندهای اضافی که باعث هدر رفتن منابع و مصالح می‌شوند.
 7. خطا و دوباره‌کاری: خطاها، نقص‌ها، خرابی‌ها و مواردی که منجر به اصلاح یا دوباره‌کاری می‌شوند.
 8. اتلاف در حوزه نیروی انسانی: عدم استفاده از تخصص‌ها، مهارت‌ها، ایده‌ها و پیشنهادهای ...

شایان ذکر است که تمرکز این تحقیق در شناسایی اتلاف‌های مرتبط با این هشت حوزه در پروژه‌های ساخت‌وساز می‌باشد.

تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن^۸ (FMEA)

این روش یک تکنیک مهندسی است، که به منظور مشخص کردن و حذف خطاها، مشکلات و اشتباهات بالقوه موجود سیستم، فرآیند تولید و ارائه خدمت، قبل از وقوع در نزد مشتری به کار برده می‌شود. همچنین می‌کوشد علل و اثرات مرتبط با آن را شناسایی و رتبه بندی کند. (عباسی 1394).

لیو^۹ FMEA را یک تکنیک آنالیز برای تعریف، شناسایی و برطرف کردن خطاهای آشکار یا خطاهایی که پتانسیل شکست دارند، معرفی می‌کند. و آن را قدرتمندترین و اثربخش ترین ابزار برای ایمنی و آنالیز قابلیت اطمینان سیستم، فرآیند، طراحی و خدمات در صنایع مختلف می‌داند. (لیو و همکاران 2013)

FMEA روشی سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از وقوع مشکل در محصول و فرآیند آن می‌باشد. این روش برای جلوگیری از بروز نقص، افزایش ایمنی و افزایش رضایت مشتری تمرکز دارد. روش صحیح این است که FMEA در مراحل مختلف طراحی محصول و یا توسعه فرآیند اجرا شود. از سویی دیگر، اجرای FMEA در محصولات و فرآیندها فواید قابل توجه‌ای به همراه خواهد داشت. (ای مک در موت^{۱۰} و همکاران).

تاریخچه FMEA

در سال 1960 مسائل ایمنی در صنعت هوا- فضا، انگیزه‌ی ایجاد FMEA در این صنعت گردید. چندی بعد به

⁸Failure Mode and Effect Analysis

⁹Liu

¹⁰Robin.E. McDermott, Raymond J. Mikulak, Michael R. Beurgard.

عنوان ابزاری کلیدی در افزایش ایمنی فرآیندهای صنعت شیمی مطرح شد. از گذشته تا کنون، هدف FMEA، پیشگیری از اتفاقات و تصادفات می‌باشد. (رابین و همکاران 2009).

بعدها در سال 1977 توسط صنعت خودروسازی استفاده شد. به دنبال آن در سال‌های اخیر، توسعه سیستم‌های تضمین کیفیت در صنعت خودرو، به خصوص وضع استاندارد QS-9000 در صنعت خودروسازی آمریکا، موجب رونق گرفتن این روش در صنعت خودروسازی شد.

هدف FMEA

هدف از FMEA در یک فرآیند یا یک محصول، پیشگیری از وقوع مشکل است (قبل از وقوع آن). بهینه سازی فرآیند باعث جلوگیری از هزینه‌های زیاد و کاهش زمان توسعه می‌شود. در نتیجه فرآیندی قوی و خلل ناپذیر خواهیم داشت، قبل از اینکه بحرانی بی موقع رخ دهد و نیاز به اصلاح مجدد باشد.

FMEA ابزار یا متدولوژی است سیستماتیک که به دلایل زیر استفاده می‌شود:

- شناسایی و اولویت بندی حالت‌های بالقوه خرابی در یک فرآیند، محصول.
- تعریف و اجرای اقداماتی برای رفع و حذف و یا کاهش میزان وقوع حالت‌های بالقوه خرابی.
- ثبت نتایج تحلیل‌های انجام شده، به منظور فراهم آوردن مرجعی کامل برای حل مشکلات بالقوه آینده. (بشیری 1391).

FMEA ابزاری است با کمترین ریسک، که برای پیش‌بینی مشکلات در طراحی و یا توسعه فرآیندها به کار می‌رود. همچنین تکنیکی است تحلیلی و متکی بر قانون (پیشگیری قبل از وقوع) که برای شناسایی خرابی‌های بالقوه به کار می‌رود. توجه به این تکنیک منجر به بالا رفتن امنیت و جلب رضایت مشتری، از طریق پیشگیری قبل از وقوع خرابی است.

فرآیند FMEA

هدف از FMEA جستجوی تمام مواردی است که باعث شکست یک فرآیند می‌شود. زمانی که یک محصول و یا خدمات در چارچوب استانداردها نباشد، کارایی خود را به درستی انجام ندهد و یا بد عمل کند، محصول یا خدمت شکست می‌خورد. ساده ترین موارد هم می‌تواند در معرض مشکلات بسیاری باشند. همچنین نقض می‌تواند در مورد اشتباه مصرف کننده باشد و باعث ایجاد خطا در محصول و خدمت شود. اما صرف نظر از این مورد بایستی تلاش‌های بسیاری انجام پذیرد تا رضایت مصرف کننده جلب شود و کارایی 100 درصد باشد.

عوامل شکست، الگوی شکست نامیده می‌شود. هر الگوی شکست یک اثر بالقوه دارد، اما احتمال وقوع بعضی از این آثار بیش از سایر موارد است. علاوه بر وجود آثار بالقوه، خطر نسبی نیز وجود دارد. در فرآیند FMEA در مرحله‌ی اول به شناخت شکست، آثار آن و خطرات و زیان‌هایی که در یک فرآیند وجود دارد پرداخته می‌شود. در مرحله‌ی دوم به کاهش و یا حذف کلی شکست‌ها منجر می‌شود.

در FMEA به این سوالات پاسخ داده می‌شود:

- اثر خرابی چه شدتی دارد؟ (عدد شدت).
- احتمال وقوع خرابی چقدر است؟ (عدد وقوع).

- قدرت تشخیص و کنترل موجود به چه میزان است؟ (عدد تشخیص).

ارزیابی خطرپذیری شکست

خطر و زیان یک شکست و آثار آن به سه عامل بستگی دارد:

شدت¹¹/S: ارزیابی و سنجش نتیجه شکست. اولین گام، آنالیز ریسک یا خطر، تعیین شدت آثار است. شدت یا وخامت خطر فقط در مورد «اثر» آن در نظر گرفته می‌شود. شدت یک مقیاس ارزیابی است که جدی بودن و شدت اثر یک شکست را در صورت ایجاد آن تعریف می‌کند، که بین 1 تا 10 ارزیابی می‌شود. به عبارتی دیگر مفهوم آن، ارزیابی سنجش نتیجه شکست می‌باشد.

احتمال وقوع¹²/O: احتمال یا به به عبارتی دیگر شمارش تعداد شکست‌ها است، که سبب ارزیابی بر حسب وقوع می‌باشد. احتمال وقوع مشخص می‌کند که یک علت یا مکانیزم بالقوه خطر با چه تواتری رخ می‌دهد.

تشخیص¹³/D: احتمال بازبایی شکست قبل از آن که اثر وقوع آن مشخص شود. یک مقیاس ارزیابی است که احتمال تشخیص شکست و یا اثر آن را قبل از وقوع تعریف می‌کند. ارزش یا رتبه تشخیص وابسته به جریان کنترل است. تشخیص اندازه گیری توانایی کنترل برای یافتن علت و مکانیزم شکست‌ها است.

با اطلاعاتی که از فرآیند داریم، الگوی شکست بالقوه و آثار آن را براساس سه عامل بالا درجه بندی می‌کنیم. اگر درجه‌های این سه عامل را با یکدیگر ضرب کنیم، نمره اولویت خطرپذیری (RPN¹⁴) برای هر الگو شکست بالقوه و آثار آن به دست می‌آید. (رابین و همکاران 2009)

$$RPN=S*O*D$$

ارزیابی نمره اولویت خطرپذیری

نمره اولویت خطرپذیری را با توجه به اطلاعاتی که از فرآیند یا یک محصول به دست می‌آید. الگوی شکست بالقوه و آثار آن بر اساس سه عامل (شدت* وقوع* تشخیص) درجه بندی می‌کنیم. این طبقه بندی از 1 تا 10 (پایین به بالا) می‌باشد. با ضرب این سه عامل نمره اولویت خطرپذیری برای هر الگوی شکست و اثر آن به دست می‌آید.

نمره اولویت خطرپذیری بین 1 تا 1000 و به منظور اقدامات اصلاحی لازم برای کاهش و یا حذف الگوی شکست بالقوه، در نظر گرفته شده است. آن الگوی شکست که دارای نمره اولویت RPN زیادی می‌باشد، باید در درجه اول بررسی قرار بگیرد (رابین و همکاران 2009).

بنابراین در این تحقیق اتلاف‌های شناسایی شده بر اساس نمره اولویت خطرپذیری (RPN) از بالاترین تا پایین ترین نمره اولویت بندی می‌شوند.

¹¹Severity

¹²Occurrence

¹³Detection

¹⁴Risk Priority No

پیشینه تحقیق

- هنری فورد یکی از اولین افرادی بود که نظریه تولید ناب را گسترش داد از ایده جریان پیوسته در خط اتصال قطعات ماشین مدل **T** استفاده کرد. او در اجرای استاندارد های تولید خیلی سخت گیر بود و اجرای این ایده باعث کاهش اتلاف ها شد اما به جای این که یک پروسه کششی نسبت به درخواست مصرف کننده ها باشد یک پروسه فشاری بود که باعث شد تعداد زیادی از اتومبیل ها به فروش نرسد و در نهایت باعث ضرر مالی زیادی شود. یکی دیگر از تولید کنندگان که بین سال های **1943** تا **1964** بر اساس ایده فورد اما بسیار انعطاف پذیر تر شروع به کار کرد، تایچی اهنو بود که سیستم تولید تویوتا را توسعه داد. او از روش تولید به هنگام **JIT** برای افزایش کارایی تولید استفاده کرد که خرید محصولات اولیه و تولید متناسب با نیاز مشتری، به صورت پیوسته و با راندمان بیشتری انجام می شد و باعث کاهش حجم تولیدات، افزایش کنترل کیفیت و اصلاح نقض ها گردید.
- در سال **1988**، گرافسیک در برنامه پژوهشی موتور خودرو برای اولین بار اصطلاح تولید ناب را به کار برد. علت این نام گذاری این بود که در مقایسه با تولید انبوه، میزان استفاده از تمام مصالح و امکانات کمتر بود.
- در سال **1990**، جیمز و مک و همکاران در کتاب ماشینی که دنیا را عوض کرد، تولید ناب را به عنوان یک تئوری که به ساده سازی و نظم دادن به محیط کاری کمک می کند، مطرح کردند و ادعا نمودند که این تئوری باعث کاهش اتلاف شده و نیروی کار، تجهیزات و محیط کاری را مطابق آنچه خواسته تغییر می دهد.
- لاپینسکی و همکاران در سال **2006** با استفاده از روش نقشه جریان ارزش (**VSM**) در یک مطالعه موردی توانستند از مرحله طراحی تا بهره برداری، اتلاف ها را شناسایی کرده، یک سیستم پیشبرد پایدار پروژه را بدون اعمال هزینه اضافی ارائه کنند و هزینه های اضافی را در دوران بهره برداری جبران کنند.
- تامس و ایکوما، در سال **2012** نشان دادند که اعمال اصول ساخت و ساز ناب در پروژه های ساختمان های مسکونی مدولار منجر به کاهش اتلافات مصالح و زمان چرخه به مقدار **64%** و **55%** و نهایتاً باعث کاهش ساعات تولید به میزان **31%** می شود.
- فیروزی و هروی در سال **2013** با بررسی اصول و روش های مدیریت ناب در پروژه های ساخت و ساز با محوریت پروژه های انبوه سازی مسکن و با بهره گیری از مطالعات کتابخانه ای و انجام مصاحبه، **7** گروه اصلی و زیر گروه های اتلافات را در پروژه ها شناسایی کرده و جهت کاهش آن ها با بهره گیری از مطالعات کتابخانه ای و انجام مصاحبه، گروه های اصلی و زیر گروه های اتلافات را در این پروژه ها شناسایی کرده و برای کاهش آنها به بررسی فراوانی نسبی و اهمیت آنها پرداخته اند.

روش تحقیق و تحلیل یافته ها

روش پژوهش در این تحقیق شامل دو گام اساسی است:

- 1) شناسایی اتلاف های مرتبط با فلسفه ناب در پروژه های ساخت و ساز
- 2) اولویت بندی اتلاف های شناسایی شده با استفاده از FMEA

گام اول: شناسایی اتلاف ها در پروژه های ساخت و ساز

همان طور که بیان شد هشت حوزه اتلاف در فلسفه ناب به شرح زیر می باشند:

- انتظار و توقف
- تولید مازاد
- حمل و نقل غیر ضروری
- موجودی اضافی
- حرکت غیر ضروری
- فرایند اضافی
- خطا و دوباره کاری
- اتلاف در حوزه نیروی انسانی

بمطالعه کتابخانه ای و مرور جامع ادبیات تحقیق و با تشکیل جلسات گروه کانونی با خبرگان اتلاف های مرتبط با هشت حوزه اتلاف شناسایی شدند که به شرح زیر می باشند:

حوزه اول: انتظار و توقف

1. انتظار برای گرفتن تأییدیه طرح و محاسبات از سوی مشاور و کارفرما
2. انتظار برای تأمین مالی پروژه از سوی کارفرما
3. معطل شدن پروسه اجرا به علت عدم برنامه ریزی دقیق
4. انتظار برای تأمین نیروی انسانی، تجهیزات و ماشین آلات
5. انتظار برای تأمین مصالح اولیه
6. توقفات ناشی از خرابی تجهیزات و ماشین آلات
7. تأخیر به علت اختلاف نظر بین تیم اجرایی و تیم مدیریت در چگونگی مراحل ساخت
8. تأخیر در تحویل زمین مربوط به انجام پروژه

حوزه دوم: تولید مازاد

1. هزینه اضافه نگهداری و انبارداری

حوزه سوم: حمل و نقل غیر ضروری

1. نقل و انتقال غیر ضروری تجهیزات و مصالح

حوزه چهارم: موجودی اضافی

1. مصالح مازاد بر مقادیر موردنیاز پروژه

حوزه پنجم: حرکت غیرضروری

1. جانمایی و دیاگرام حرکتی نامناسب افراد و ماشین آلات

حوزه ششم: فرایند اضافی

1. فعالیت‌های اضافی

حوزه هفتم: خطا و دوباره‌کاری

1. خطا در طراحی به علت نبود شناخت کافی از نیاز مشتری
2. خطا در طراحی به علت خطاهای انسانی یا نرم‌افزاری یا آیین‌نامه‌ای
3. اجرای نادرست و دوباره‌کاری در اثر عدم انطباق با نقشه‌های ارائه‌شده از طرف دفتر فنی
4. اجرای نادرست و دوباره‌کاری در اثر تغییرات در نقشه که اکثراً به دلیل تغییر نظر کارفرما یا مشاور حادث می‌شوند
5. حاصل نشدن مشخصات فنی موردنظر

حوزه هشتم: نیروی انسانی

1. عدم استفاده از مهارت، دانش و ایده‌های نیروی انسانی
2. استفاده از نیروی انسانی غیرمتخصص

بیست اتلاف شناسایی شده در جدول زیر جمع‌آوری شدند:

جدول 1 اتلاف‌ها در پروژه‌های ساخت و ساز

انتظار برای گرفتن تأییدیه طرح و محاسبات از سوی مشاور و کارفرما	1	ا
انتظار برای تأمین مالی پروژه از سوی کارفرما	2	
معطل شدن پروسه اجرا به علت عدم برنامه‌ریزی دقیق	3	
انتظار برای تأمین نیروی انسانی، تجهیزات و ماشین‌آلات	4	
انتظار برای تأمین مصالح اولیه	5	ه
توقفات ناشی از خرابی تجهیزات و ماشین‌آلات	6	
تأخیر به علت اختلاف نظر بین تیم اجرایی و تیم مدیریت در چگونگی مراحل ساخت	7	ز
تأخیر در تحویل زمین مربوط به انجام پروژه	8	
فعالیت‌های اضافی	9	ر
مصالح مازاد بر مقادیر موردنیاز پروژه	10	
جانمایی و دیاگرام حرکتی نامناسب افراد و ماشین‌آلات	11	س
هزینه اضافه نگهداری و انبار داری	12	
حاصل نشدن مشخصات فنی موردنظر	13	ت
خطا در طراحی به علت نبود شناخت کافی از نیاز مشتری	14	
خطا در طراحی به علت خطاهای انسانی یا نرم‌افزاری یا آیین‌نامه‌ای	15	ث
اجرای نادرست و دوباره‌کاری در اثر عدم انطباق با نقشه‌های ارائه‌شده از طرف دفتر فنی	16	
اجرای نادرست و دوباره‌کاری در اثر تغییرات در نقشه که اکثراً به دلیل تغییر نظر کارفرما یا مشاور حادث می‌شوند	17	ج
نقل و انتقال غیر ضروری تجهیزات و مصالح	18	
عدم استفاده از مهارت، دانش و ایده‌های نیروی انسانی	19	ف
استفاده از نیروی انسانی غیرمتخصص	20	

ی شناسایی شده با استفاده از FMEA

در این مرحله اولویت اتلاف های شناسایی شده با توجه به نمره ی اولویت خطرپذیری (RPN) و با استفاده از نظر خبرگان و ضرب سه عامل مربوطه بدست می آید، که به صورت جدول زیر می باشد:

رتبه	گزینه	ج
۱	انتظار برای تامین مالی پروژه از سوی کارفرما	د
۲	معطل شدن پروسه اجرا به علت عدم برنامه ریزی دقیق	و
۳	تاخیر در تحویل زمین محل انجام پروژه	ل
۴	توقفات ناشی از خرابی تجهیزات و ماشین آلات	2
۵	حاصل نشدن مشخصات فنی مورد نظر	۱
۶	جانمایی و دیاگرام حرکتی نامناسب افراد و ماشین آلات	و
۷	خطا در طراحی به علت خطاهای انسانی یا نرم افزاری یا آیین نامه ای	ل
۸	انتظار برای تامین نیروی انسانی، تجهیزات و ماشین آلات	و
۹	استفاده از نیروی انسانی غیر متخصص	ی
۱۰	اجرای نادرست و دوباره کاری در اثر عدم انطباق با نقشه های ارائه شده از طرف دفتر فنی	ت
۱۱	انتظار برای گرفتن تاییدیه طرح و محاسبات از سوی مشاور و کارفرما	ب
۱۲	اجرای نادرست و دوباره کاری در اثر تغییرات در نقشه که اکثرا به دلیل تغییر نظر کارفرما یا مشاور حادث می شوند	ز
۱۳	عدم استفاده از مهارت، دانش و ایده های نیروی انسانی	د
۱۴	انتظار برای تامین مصالح اولیه	ی
۱۵	هزینه اضافه نگهداری و انبارداری	۱
۱۶	خطا در طراحی به علت نبود شناخت کافی از نیاز مشتری	ت
۱۷	فعالیت های اضافی	لا
۱۸	تاخیر به علت اختلاف نظر بین تیم اجرایی و تیم مدیریت در چگونگی مراحل ساخت	ف
۱۹	مصالح مازاد بر مقادیر مورد نیاز پروژه	ه
۲۰	نقل و انتقال غیر ضروری تجهیزات و مصالح	ا

بحث و نتیجه گیری

توسعه نگرش ناب و استفاده از آن قطعا می تواند اثر تعیین کننده ای در توانمند سازی سازمان های پروژه محور در

حوزه ساخت و ساز کشور عزیزمان ایران داشته باشد. این پژوهش تکنیک هایی کاربردی در حوزه ساخت و ساز که با توجه به فرهنگ و شرایط کاری کشور، قابل بهره برداری تشخیص داده شده اند را به کار می گیرد و تغییر در نگرش مدیران و برنامه ریزان سازمان های پروژه محور را مهم ترین عامل در توانمندسازی این سازمان ها می داند، که تفکر ناب به عنوان الگو، مبنا و جهت گیری این تغییر می باشد. تفکر ناب نگرش جدید مدیریتی در عرصه صنعت و ساخت و ساز است، که در صدد حذف و از بین بردن هر فرآیند اضافی است که ارزش افزوده ای را ایجاد نمی کند. کاهش این **اتلاف ها** می تواند باعث بهبود عمده ای در عملکرد شود، اتلاف به هر فعالیت انسانی اطلاق می شود که جاذب و مصرف کننده منابع و ذخایر است، ولی هیچ ارزش افزوده ای نمی آفریند. هشت حوزه اتلاف عبارتند از: انتظار و توقف، تولید مزاد، حمل و نقل غیر ضروری، موجودی اضافی، حرکت غیر ضروری، فرآیندهای اضافی، خطا و دوباره کاری و نیروی انسانی. بامطالعه کتابخانه ای و مرور جامع ادبیات تحقیق در این هشت حوزه و با تشکیل جلسات گروه کانونی با خبرگان 20 اتلاف شناسایی شدند، سپس با استفاده از FMEA اولویت بندی اتلاف ها محاسبه شد، و در نهایت انتظار برای تامین مالی پروژه از سوی کارفرما به عنوان خطر پذیرترین اتلاف شناسایی شد، که نشان می دهد استفاده از روش تامین مالی مناسب برای شرکت های ساخت و ساز دارای اهمیت بسیار بالایی می باشد.

منابع داخلی و خارجی

1. تفکر ناب، ترجمه رادنژاد، چاپ سوم، انتشارات آموزه، ۱۳۸۲
2. جون آن سولمان، کاربرد تکنیک های تولید ناب در ساخت و ساز ناب، رساله فوق لیسانس کارشناسی ارشد، دانشکده، مهندسی عمران، دانشگاه سینسیناتی، سال 2004
3. جیمز ووماک، "تفکر ناب: ریشه کن کردن اتلاف و ارزش آفرینی در سازمان ها"، ترجمه آزاده رادنژاد، نشر آموزه، ویرایش 2003، چاپ دوم، 1387
4. حمید حسین انواری، سید بهزاد، تفکر ناب در پروژه های ساخت و ساز، کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تابستان 1387
5. عباسی، لیلی؛ (1394)، "شناسایی و ارزیابی ریسک با رویکرد FMEA با محوریت HSE (مورد مطالعه: پروژه های معدنی شرکت فکور صنعت تهران)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس 2، دانشگاه تهران.
6. فدایی، فرناز (1395) عارضه یابی محیط قانونی موثر بر توسعه کسب و کار های کوچک و متوسط با رویکرد FMEA، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی
7. مک در موت، رابین ای؛ میکولاک، ریموند جی؛ بیورگارد، مایکل آر؛ (1379) روش های تجربه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن، ترجمه مریم نوشاد حقیقی، چاپ اول، ناشر شرکت طراحی مهندسی و تامین قطعات ایران خودرو، تهران جاده مخصوص کرج.
8. موسسه مدیریت پروژه امریکا (۱۳۸۸) راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه (ویرایش چهارم)، ترجمه محسن ذکایی آشتیانی، انتشارات آدینه، تهران.
9. Bowles, J. B. (2004). An assessment of RPN prioritization in a failure modes effects and criticality analysis. Journal of the IEST, 47, 51-56.

10. Firoozi, M., and Heravi, G. (2013a). "A Lean Approach to Industrialized and Modular Homebuilding: Identification and Assessment of Wastes in Mass-Housing Projects", Proc., 4th Construction Specialty Conference, Montreal, Quebec.
11. Firoozi, M., and Heravi, G. (2013b). "Study of Lean Management Principles and Methods in Homebuilding: Identification and Assessment of Wastes in Mass-Housing Projects", Proc., 4th integrated facility engineering (CIFE), technical report 79, Stanford University
12. Krafcik, J.F. (1988). "Triumph of the lean production system", Solan Management Review 30 41-52.
13. Lapinski, A. R., Horman. M. J., Riley D. R. (2006). "Lean processes for sustainable delivery", Journal of construction engineering and management, 10(10), 1083-1091.
14. Ohno, T. (1988). Toyota Production System, Productivity press,
15. Project Management Institute (2012), A guide to the project management body of knowledge-PMBOK (5th edn), Project Management Institute Inc, Pennsylvania. QS-9000, 51(0), 463-469. Orlando, FL.

Identify and prioritize wastes in construction projects with a combination approach of lean and FMEA

Abstract

Construction projects are full of non-value added activities. lean is new management approach in the manufacturing and construction Which seeks to remove and eliminate any additional process that does not create added value. reducing this waste can cause major improvement in the performance. This study aimed to identify and prioritize wastes in construction projects have been. That first comprehensive review of the literature and focus group meetings wastes related primarily to the lean philosophy in construction projects were identified, and then by FMEA approach wastes were identified prioritized. At the end of the implementation of the research, Expected to finance the project by the employer will be determined as highest risk waste.

Key words: waste, construction projects, lean, FMEA