Archive of SID

Iran Occupational Health

Original Article
http://ioh.iums.ac.ir

Iran Occupational Health. 2020 (Feb-Mar);16(6):91-101.

Impact of safety investment on safety culture in construction projects: Case study of power plant construction projects

Vahid Zeinalabedin Tehrani, PhD Scholar in Construction Management, Department of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran
Omid Rezaeifar, (* Corresponding author) Associate Professor, Department of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran. orezayfar@semnan.ac.ir
Majid Gholhaki, Associate Professor, Department of Civil Engineering, Semnan University, Semnan, Iran
Yahya Khosravi, Department of Occupational Health and Safety Engineering, Non-communicable Diseases Research Center, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

Abstract

Background and aims: Construction industry is known as one of the most perilous industries in that it is involving the hazardous projects as well as the high manpower activities correlating with a high rate of work-related accidents. On the other hand, the high rate of accidents in the industry demanding a big budget for the damages; therefore, safety is strongly emphasized in the construction industry projects.
Iran holds 15th rank in the world's rank in terms of electricity generation and as a developing country needs to boost its electricity production by about five percent annually. On the other hand, some factors indicate the necessities of a focus on promoting safety and a safety culture in these projects; the risky nature of power plant construction, the increment in the number of contracting companies, the size of projects and the complexity of work procedures, and the natural outsourcing of activities, to name but a few.
The accidents of the construction industry caused by a variety of causes are generally categorized into two groups, those which are caused by dangerous situations or physics and ones with the reason correlated to the unsafe behaviors or the actions. Accordingly, many studies have focused on the behavior of individuals as one of the first-line factor of accidents, and it is believed that fostering an appropriate safety culture in the organization and individuals is a crucial strategy lessening the work-related accidents. The safety culture of an organization is the product of group and individual values, perspectives, anticipations, adequacies, and behavior patterns that ascertain the extent of their commitment to the organization proficiency, health style, and safety management. In general, the organizations with a strong safety culture which are gradually enhancing by time effectively prevent from individual and organizational disasters. According to several studies, there are disparate factors affecting the safety culture of the organization and the individuals. Given to the results of numerous studies, the safety investment in the projects has an impact on the safety culture and the safety performance. However, the degree of influence of each safety factor on the culture improvement is not assessed in the previous studies. Furthermore, it is necessary to recognize the effective type of investment impacting on the enhancement of the safety culture, in that the amount of safety investment in each project and the contracting company has limitations. The present study aimed at evaluating the impact of various safety investment methods on improving safety culture in the construction industry projects and for this reason we investigate the thermal power plant projects.
Methods: The current study inspecting the interactive effects of safety investment factors embodying the cost of safety training, the safety incentives, the safety personnel and the safety equipment on the safety culture in the power plant construction projects in Iran. The Structural Equation Modeling (SEM) method explores the interactive effects of various types of safety investments on the safety culture. The SEM as a multivariate method helps us to simultaneously investigate the relationship between independent and dependent structures in a theoretical model. The SEM is one of the most useful techniques analyzing the relationships between variables. Although variables are probably hypothetical or invisible (hidden variables), this method can specify complex relationships between variables.
Among different types of SEM method, the Partial Least Squares SEM (PLS-SEM) method was selected for this study since the data of the study were abnormal and abnormal data can be analyzed using PLS method. Additionally, the PLS method does not require a big sample size and it can compute the hidden structures in the small statistical population by linearly combining the observable variables through their weight relations. The PLS method can also be used both to evaluate hidden (or dependent) variables measured by observed variables (or indices) and to evaluate the relationship between variables (i.e., path coefficients of hypotheses). The software used in this study is Smart PLS Version 2.0.M3.
To achieve the objectives of the research, a conceptual model with four hypothetical paths was presented to investigate the impact of different types of investment methods on safety and ten indicators were used to evaluate the safety culture. The four hypotheses of this study including 1- Cost for safety training has a significant impact on the safety culture 2- Cost for promoting safety and incentives has a significant impact on the safety culture 3- Cost for safety personnel has a significant impact on the safety culture 4-

Keywords
Safety Culture,
Safety Investment,
Structural Equation Modeling (SEM),
Construction Industry,
Power Plant Projects

Received: 27/06/2018
Accepted: 26/12/2018

www.SID.ir

Archive of SID

Costs for safety equipment have a significant impact on the safety culture.
Structured questionnaire was used to collect data needed to evaluate the safety culture measurement model and safety investment. The statistical population is the contracting companies involved in the construction of gas, steam and combined cycle power plants to collect the required data. In order to collect the required research information, we made a connection with the project manager of 28 power plant projects, 19 of which participated in the study through which we receive the questionnaires from 62 specialized contractors. Having utilized the data collected from power plant construction projects, the proposed model was empirically tested using the SEM-PLS method and it was determined which method had a significant impact on improving the safety culture.

Results: According to the results of data analysis in this study, the factor analysis of all questions for assessing the indices of the safety culture is between 0.6 and 0.9 which is more than 0.4 and indicates that these criteria are suitable for measuring indicators. Also, the results of the measurement model parameters have acceptable reliability and validity. The results of the structural model also show that overall spending on investing in safety improves the safety culture in projects and shows three hypotheses of impact of cost of training, cost of incentives and cost of safety personnel with the path coefficients of +0.46, +0.26 and +0.09, respectively. They were confirmed with 95% confidence level. The path coefficient of +0.46 in the first hypothesis indicates that the investment in the safety training accounts for 46% of the variation in the safety culture variable. Hence, given the significant amount of path coefficients for this hypothesis, it can be concluded that increased investment in the safety training by contractors in power plant construction projects has a significant impact on improving their safety culture. +0.26 as the amount of the path coefficient of the second hypothesis showed that the costs of safety incentives in projects has an impact on the safety culture. Considering the path coefficient of +0.09 for the third hypothesis, which is not a significant amount, it can be concluded that the cost of safety personnel has a small impact on the safety culture; accordingly, merely compulsory investments such as costs for safety personnel, have little impact on improving the safety culture. The fourth hypothesis, namely, the effect of cost of safety equipment on safety culture was not confirmed by t = 1.384 on the bases of significant coefficient. Although this result indicates that the cost of the safety equipment reduces the accidents, does not directly have an impact on improving the safety culture.

Conclusion: Among the various methods of investing in the safety, the cost of safety training has the most significant effect on improving the safety culture of contractors, indicating that the safety training positively improves safety participation, awareness, knowledge, behavior, and motivation. The safety training directly effects on the safety culture. After the cost of safety training, the cost of safety incentives and publicity owned the second place in improving the safety culture. The costs for safety personnel have also been relatively influential on safety culture. The costs for safety equipment have no impact on improving the safety culture. The costs for safety equipment would be effective in the project if the safety training be emphasized to improve contractor safety performance. The results of this study help construction industry contractors to optimize safety culture, therefore, reduce work-related accidents by optimally spending on the safety.

The first limitation is that the research findings is not generalizable. As mentioned earlier, the culture of safety varies across different regions and industries. The findings of this research are based on the information of the construction of power plant projects in Iran and these findings should be interpreted within this limited context. The current study suffers from the other limitation which is the small sample size; since there is limited number of power plant projects and the accountability of the contractors is low. It is worth noting that PLS method, which is the most appropriate method of the structural equation analysis for the data with small sample size, was utilized to solve this problem. Moreover, this study merely investigates the impact of four investment methods. In the future for the future studies, by collecting additional datasets, different factors can be explored in other projects and regions and presented with separated models.

Conflicts of interest: None
Funding: None

How to cite this article:

Zeinalabedin Tehrani V, Rezaeifar O, Gholhaki M, Khosravi Y. Impact of safety investment on safety culture in construction projects: Case study of power plant construction projects. Iran Occupational Health. 2020 (Feb-Mar);16(6):91-101.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence

www.SID.ir

Archive of SID

مقاله پژوهشی
http://ioh.iums.ac.ir

سلامت کار ایران

دوره ۱۶، شماره ۶، بهمن و اسفند ۱۳۹۸

بررسی تاثیر هزینه سرمایه‌گذاری ایمنی بر فرهنگ ایمنی در پروژه‌های صنعت ساخت: مطالعه موردی پروژه‌های ساخت نیروگاهی

وحید زین‌العابدین تهرانی: دانشجوی دکتری مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

امید رضائی‌فر: (*نویسنده مسئول) دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. orezayfar@semnan.ac.ir

مجید قلهکی: دانشیار، دانشکده عمران، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

یحیی خسروی: گروه بهداشت حرفه‌ای و مهندسی ایمنی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بیماری‌های غیر واگیر، انشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

چکیده

زمینه و هدف: بهبود فرهنگ ایمنی راهکاری اساسی جهت کاهش حوادث شغلی در پروژه‌های صنعت ساخت محسوب می‌شود. مولفه‌های متعددی بر فرهنگ ایمنی سازمان و افراد تاثیرگذار است و در تحقیقات مختلفی به شناسایی این مولفه‌ها پرداخته شده است. از تحقیقات متعددی می‌توان نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاری‌های ایمنی در پروژه‌ها بر روی فرهنگ ایمنی و عملکرد ایمنی تاثیر گذار است؛ اما در هیچ یک از تحقیقات پیشین میزان تاثیر هر یک از فاکتورهای سرمایه‌گذاری ایمنی در بهبود فرهنگ ایمنی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. همچنین با توجه به اینکه میزان سرمایه گذاری ایمنی در هر پروژه و شرکت پیمانکاری مقدار محدود و مشخصی می‌باشد بنابراین دانستن این موضوع که کدام یک از انواع سرمایه گذاری بیشترین تاثیر را بر بهبود فرهنگ ایمنی دارد امری ضروری و مورد نیاز است. هدف این مطالعه بررسی تاثیر انواع روش‌های سرمایه‌گذاری ایمنی بر بهبود فرهنگ ایمنی در پروژه‌های صنعت ساخت است و به این منظور پروژه‌های ساخت نیروگاه حرارتی مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش بررسی: این مطالعه به بررسی اثرات تعاملی فاکتورهای سرمایه‌گذاری ایمنی شامل هزینه آموزش ایمنی، هزینه مشوق‌های ایمنی، هزینه پرسنل ایمنی و هزینه تجهیزات ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی در پروژه‌های ساخت نیروگاه برقی در ایران پرداخته است. برای این منظور از رویکرد مبتنی بر مدل‌سازی معادلات ساختاری جهت بررسی اثرات تعاملی انواع سرمایه‌گذاری‌های ایمنی بر فرهنگ ایمنی استفاده شد. بر این اساس یک مدل مفهومی با چهار مسیر مفروض برای بررسی تاثیر انواع روش‌های سرمایه‌گذاری بر ایمنی ارائه شد و از ده شاخص جهت اندازی گیری فرهنگ ایمنی استفاده شد. با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از پروژه‌های ساخت نیروگاهی، مدل مفروض با استفاده از روش SEM-PLS به صورت تجربی مورد آزمون قرار گرفت و مشخص شد که کدام یک از این روش‌ها تاثیر بیشتری بر بهبود فرهنگ ایمنی دارند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مدل ارائه شده جهت اندازه‌گیری فرهنگ ایمنی، برازش مناسبی دارد و به طور کلی صرف هزینه جهت سرمایه‌گذاری در ایمنی باعث بهبود فرهنگ ایمنی در پروژه‌ها می‌شود. سه فرضیه تاثیر هزینه آموزش، هزینه مشوق‌ها و هزینه پرسنل ایمنی به ترتیب با ضرایب مسیر ۰/۴۶+، ۰/۲۶+ و ۰/۰۹+ مورد تایید قرار گرفتند و مشخص شد که با سطح اطمینان ۹۵٪ مورد تایید هستند و فرضیه چهارم با توجه به ضریب معناداری t=۱/۳۸۴ مورد تایید قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری: در بین انواع روش‌های سرمایه‌گذاری در ایمنی به ترتیب هزینه جهت آموزش‌های ایمنی بیشترین تاثیر معنادار را بر بهبود فرهنگ ایمنی پیمانکاران دارد و بعد از آن هزینه جهت مشوق‌ها و تبلیغات ایمنی دومین رتبه را در بهبود فرهنگ ایمنی دارد. هزینه جهت پرسنل ایمنی نیز نسبتا بر فرهنگ ایمنی تاثیرگذار بوده است. هزینه جهت تجهیزات ایمنی تاثیری بر بهبود فرهنگ ایمنی ندارد و برای تاثیر بهتر این هزینه در پروژه باید بر آموزش‌های ایمنی نیز تاکید شود تا موجب بهبود عملکرد ایمنی پیمانکاران شود. نتایج این تحقیق به پیمانکاران صنعت ساخت کمک می‌کند تا با صرف بهینه هزینه‌های ایمنی به بهبود فرهنگ ایمنی و در نتیجه کاهش حوادث کاری در پروژه دست یابند.

تعارض منافع: *گزارش نشده است.*

منبع حمایت کننده: *حامی مالی نداشته است.*

کلیدواژه‌ها

فرهنگ ایمنی،

سرمایه گذاری ایمنی،

مدل‌سازی معادلات ساختاری،

صنعت ساخت،

پروژه‌های نیروگاهی

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۰۵

شیوه استناد به این مقاله:

Zeinalabedin Tehrani V, Rezaeifar O, Gholhaki M, Khosravi Y. Impact of safety investment on safety culture in construction projects: Case study of power plant construction projects. Iran Occupational Health. 2020 (Feb-Mar);16(6):91-101.

*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

صنعت ساخت و ساز یکی از پر مخاطره‌ترین صنایع در دنیا می‌باشد (۱، ۲). پروژه‌های ساخت نیروگاه برق از جمله پروژه‌های با مقیاس بزرگ هستند که با توجه به متنوع بودن کارهای اجرایی، دارای پیچیدگی بالایی نیز هستند و در نتیجه بسیار مستعد رخداد حوادث خواهند بود. ایران در رتبه پانزدهم از نظر تولید برق در جهان قرار دارد و به عنوان یک کشور در حال توسعه، نیاز دارد سالانه حدود پنج درصد تولید انرژی الکتریکی خود را افزایش دهد (۳). همچنین آمار نشان می‌دهد که بیش از ۸۰ درصد از برق مورد نیاز ایران از طریق نیروگاه‌های گازی، بخار و سیکل ترکیبی تامین می‌شود (۴). از طرفی ماهیت پرخطر ساخت پروژه‌های نیروگاهی، افزایش شرکت‌های پیمانکاری در این زمینه، حجم پروژه‌ها و پیچیدگی فرآیندهای کار و برون سپاری فعالیت‌ها به طور طبیعی لزوم توجه به ارتقاء ایمنی و فرهنگ ایمنی در این پروژه‌ها را آشکارتر کرده. حوادث در این صنعت ناشی از علل مختلفی است که به طور کلی می‌توان آنها را به حوادث ناشی از موقعیت‌ها یا فیزیک خطرناک و حوادث ناشی از رفتارها یا اقدامات ناامن طبقه بندی کرد (۵). بر این اساس در تحقیقات بسیاری بر روی رفتار افراد به عنوان یکی از عوامل اصلی حوادث توجه شده است (۶) و عقیده بر آن است که ایجاد فرهنگ ایمنی مناسب در سازمان و افراد، راهکاری مهم در جهت کاهش حوادث شغلی محسوب می‌شود (۷). به طورکلی سازمان‌هایی که دارای فرهنگ ایمنی قوی همراه با بهبود مستمر آن می‌باشند، عملکرد بهتری در پیشگیری از حوادث فردی و سازمانی خواهند داشت (۸).

مولفه‌های متعددی بر فرهنگ ایمنی سازمان و افراد تاثیرگذار است. در تحقیقات مختلف به شناسایی مولفه‌های موثر بر فرهنگ ایمنی پرداخته شده است. در تحقیقی که بر روی پروژه‌های نیروگاهی تولید برق در ایران انجام شد، ۹ فاکتور موثر بر فرهنگ ایمنی شناسایی شد (۹). اما در تحقیق مذکور میزان تاثیر هر یک از این فاکتورها بر فرهنگ ایمنی سنجیده نشده است. از تحقیقات متعددی می‌توان نتیجه گرفت که سرمایه‌گذاری‌های ایمنی در پروژه‌ها بر روی فرهنگ ایمنی و عملکرد ایمنی تاثیر گذارند (۱۴-۱۰). در تحقیقی که بر روی صنعت ساخت در سنگاپور صورت گرفت با استفاده از تحلیل همبستگی، مشخص شد که در شرکت‌های پیمانکاری عامل سرمایه گذاری در ایمنی روی فرهنگ ایمنی آنها تاثیر گذار است (۱۰) اما در تحقیق مذکور نیز میزان تاثیر هر یک از فاکتورهای سرمایه‌گذاری ایمنی در بهبود فرهنگ ایمنی مورد ارزیابی قرار نگرفته است. با توجه به اینکه میزان سرمایه گذاری ایمنی در هر پروژه و شرکت پیمانکاری مقدار محدود و مشخصی می‌باشد بنابراین دانستن این موضوع که کدام یک از انواع سرمایه گذاری بیشترین تاثیر را بر بهبود فرهنگ ایمنی دارد امری ضروری و مورد نیاز است.

در این تحقیق با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری[1] به بررسی تاثیر انواع روش‌های سرمایه گذاری ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی می‌پردازیم. SEM یکی از مناسب‌ترین تکنیک‌ها برای تحلیل روابط بین متغیرها می‌باشد (۱۷-۱۵). SEM یک روش چند متغیره است که اجازه می‌دهد تا همزمان به بررسی رابطه بین سازه‌های مستقل و وابسته در یک مدل نظری بپردازیم (۱۸). مزایای استفاده از SEM عبارتند از: ۱- می‌تواند روابط پیچیده میان متغیرها را مشخص کند، در حالی که متغیرها می‌توانند فرضی یا غیرقابل مشاهده باشند (متغیرهای پنهان) ۲- این روش تمام ضرایب در مدل را به طور همزمان برآورد می‌کند بنابراین می‌تواند اهمیت و قدرت یک رابطه خاص را در مدل‌های پیچیده ارزیابی کند ۳- مدل فرضی کل سیستم به صورت آماری و به طور همزمان با زیرشاخص‌های هر متغیر مورد ارزیابی می‌گیرد (۱۹، ۲۰).

در این تحقیق فاکتورهای سرمایه‌گذاری ایمنی و فرهنگ ایمنی به عنوان ساختارهای اصلی و روابط بین این فاکتورها (ساختارها) به عنوان مسیرهای فرضیه مورد بررسی قرار می‌گیرند. بدین منظور ابتدا به معرفی فاکتورها و روش ارزیابی هر یک از آنها در پروژه می‌پردازیم.

سرمایه‌گذاری در ایمنی: سرمایه‌گذاری‌های ایمنی شامل هزینه‌های صرف شده در فعالیت‌های پیشگیری

[1]. Structural Equation Modeling

www.SID.ir

Archive of SID

از حوادث (به عنوان مثال حقوق کارکنان ایمنی و هزینه‌های تجهیزات ایمنی) و زمان سرمایه‌گذاری شده در فعالیت‌های پیشگیری از حوادث (به عنوان مثال زمان صرف شده در آموزش ایمنی، زمان صرف شده جهت جلسات ایمنی و بازرسی‌ها) می‌باشد (۱۱). با توجه به مطالعات پیشین و اطلاعات موجود، فاکتورهای سرمایه گذاری ایمنی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت شامل موارد زیر می‌باشد. لازم به ذکر است برای اینکه بتوان سطح سرمایه‌گذاری ایمنی در پروژه‌ها با اندازه‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد، مبلغ هزینه‌های هر شاخص سرمایه‌گذاری تقسیم بر مجموع نفر روز کارکرد هر پروژه می‌شود (۱۲).

هزینه‌های پرسنل ایمنی (Cs[۲]): شامل حقوق پرسنل ایمنی مانند مامور ایمنی، ناظر ایمنی یا در پروژه‌های بزرگ مدیر ایمنی و کارکنان پشتیبان از آن‌ها می‌باشد.

$$(Cs) = \frac{\text{مجموع هزینه پرسنل ایمنی پروژه}}{\text{مجموع نفر روز کارکرد پروژه}}$$

هزینه تجهیزات ایمنی (Ce[۳]): شامل هزینه‌های تجهیزات حفاظتی فردی (PPE[۴])، حفاظ‌های ایمنی و سایر تجهیزاتی که جهت ایمنی در سایت‌ها به کار برده می‌شوند.

$$(Ce) = \frac{\text{هزینه تجهیزات و امکانات ایمنی پروژه}}{\text{مجموع نفر روز کارکرد پروژه}}$$

هزینه آموزش ایمنی (Ct[۵]): هزینه‌های آموزش ایمنی شامل هزینه‌های آموزش دوره‌های عمومی و تخصصی ایمنی و همچنین هزینه آموزش ایمنی قبل از شروع کار روزانه می‌باشد.

$$(Ct) = \frac{\text{مجموع هزینه آموزش در پروژه}}{\text{مجموع نفر روز کارکرد پروژه}}$$

هزینه مشوق ها و ترویج ایمنی (Ci[۶]): شامل هزینه‌های تابلوهای تبلیغاتی ایمنی، بنرها، پوسترها، جزوه‌های ایمنی و همچنین پاداش‌های مالی کارگران و کارکنانی که به استاندارد ایمنی دست می‌یابند.

$$(Ci) = \frac{\text{مجموع هزینه مشوق‌ها و ترویج ایمنی}}{\text{مجموع نفر روز کارکرد پروژه}}$$

فرهنگ ایمنی: به منظور ارزیابی فرهنگ ایمنی یک سازمان، می‌توان از انواع روش‌های کیفی (مثلا مشاهدات، بحث‌های گروهی متمرکز، بازبینی اطلاعات تاریخی و مطالعات موردی) و روش‌های کمی (نظری) استفاده کرد (۲۱). به نظر می‌رسد در میان محققان توافق وجود دارد که هر دو روش کیفی و کمی برای سنجش فرهنگ ایمنی کارکرد مخصوص خود را دارند (۲۲). با این وجود، رویکردهای کمی، بویژه نظرسنجی از افراد، اغلب از لحاظ زمان و هزینه اثربخشی بهتری دارد (۲۲). در نتیجه، نظرسنجی‌ها و پرسشنامه‌ها به طور گسترده‌ای برای ارزیابی فرهنگ ایمنی در صنایع مختلف از قبیل انرژی هسته‌ای، شیمیایی، ساخت و ساز، حمل و نقل و تولید مورد استفاده قرار گرفته است (۱۰). در تحقیقات محمد (۲۰۰۲) ده شاخص جهت ارزیابی جو ایمنی ارائه شد و این شاخص‌ها با استفاده از روش معادلات ساختاری در صنعت ساخت مورد ارزیابی قرار گرفتند (۲۳). از طرفی در مطالعه تجربی ارزیابی فرهنگ ایمنی در پروژه‌های صنعت ساخت که توسط تئو و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفت؛ نشان داده شد که استفاده از پرسشنامه جو ایمنی می‌تواند نشان دهنده سطح کلی فرهنگ ایمنی در پروژه‌های ساخت و ساز باشد (۲۴). بر این اساس فنگ (۲۰۱۳) پرسشنامه‌ای با ده شاخص ارزیابی جهت اندازه‌گیری فرهنگ ایمنی در پروژه‌های صنعت ساخت ارائه کرد (۱۲) که در پژوهش حاضر نیز از همان پرسشنامه استفاده می‌شود. ده شاخص اندازه‌گیری فرهنگ ایمنی عبارتند از: تعهد مدیریت (SC1)، ارتباطات و بازخوردها (SC2)، محیط نظارتی (SC3)، محیط حمایتی (SC4)، فشار کاری (SC5)، درک شخصی از خطر (SC6)، سطح صلاحیت و آموزش (SC7)، قوانین و رویه های ایمنی (SC8)، مشارکت کارکنان (SC9)، ارزیابی خطرات کاری (SC10). هر یک از این شاخص‌ها دارای زیر شاخه‌هایی هستند که جهت ارزیابی آن، با یک عبارت در خصوص آن پرسش می‌شود و پاسخ دهنگان با مقیاس پنج‌گانه لیکرت به آن پاسخ می‌دهند.

روش بررسی

این تحقیق مطالعه‌ای کاربردی از نوع کمی و تحلیلی است که با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری به طور همزمان به ارزیابی شاخص‌های فرهنگ ایمنی و همچنین به تحلیل و بررسی تاثیر روش‌های

[2]. Cost of staffing
[3]. Cost of equipment
[4]. Personal Protective Equipment
[5]. Cost of training
[6]. Cost of incentives

www.SID.ir

Archive of SID

سرمایه‌گذاری ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی می‌پردازد. بدین منظور مدل فرضی تحقیق با استفاده از داده‌های واقعی بدست آمده از طریق پرسش‌نامه به صورت تجربی مورد ارزیابی قرار میگیرد و هر یک از فرضیات تحقیق صحت سنجی می‌شود.

فرضیات و ساختار مدل: پس از معرفی فاکتورهای مورد بررسی در تحقیق و روش اندازی‌گیری هر کدام، به ساخت مدل تحقیق می‌پردازیم. به منظور ساخت مدل نظری تحقیق برای تحلیل روابط بین فاکتورهای سرمایه و فرهنگ ایمنی فرضیه‌های زیر جهت تحلیل و بررسی توسعه می یابد:

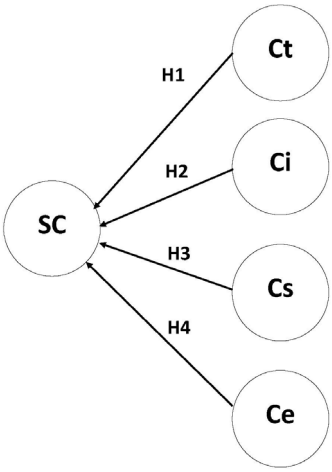
H1- هزینه جهت آموزش ایمنی (Ct) تاثیر به سزایی بر فرهنگ ایمنی (SC) دارد.

H2- هزینه جهت ترویج ایمنی و مشوق ها (Ci) تاثیر به سزایی بر فرهنگ ایمنی دارد.

H3- هزینه جهت پرسنل ایمنی (Cs) تاثیر به سزایی بر فرهنگ ایمنی دارد.

H4- هزینه جهت تجهیزات ایمنی (Ce) تاثیر به سزایی بر فرهنگ ایمنی دارد.

بر اساس فرضیه‌های بالا مدل فرضی در خصوص روابط همزمان تاثیر فاکتورهای سرمایه گذاری ایمنی و فرهنگ ایمنی در شکل ۱ نمایش داده شده است. در این مدل فاکتور فرهنگ ایمنی (SC) توسط شاخص‌های SC1 تا SC10 مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد و فاکتورهای سرمایه‌گذاری بر روی ایمنی از طریق مسیرهای H1 تا H4 بر روی فرهنگ ایمنی تاثیر می‌گذارند.



شکل ۱- مدل فرضی پژوهش

ابزار جمع‌آوری داده: برای جمع آوری داده‌های مورد نیاز جهت ارزیابی مدل اندازه‌گیری فرهنگ ایمنی و سرمایه‌گذاری ایمنی از ابزار پرسش‌نامه ساختار یافته استفاده شد. این پرسش‌نامه از ۳ قسمت اصلی تشکیل شده است. در بخش اول اطلاعات عمومی شرکت پیمانکار و ویژگی پروژه جمع‌آوری می‌شود، برای مثال نوع نیروگاه، نوع فعالیت پیمانکار و نفر روز کارکرد کارکنان مورد پرسش قرار می‌گیرد. در بخش دوم در خصوص اطلاعات مربوط به هزینه‌های سرمایه‌گذاری شده در ایمنی پروژه پرسش می‌شود، این موارد شامل هزینه پرسنل ایمنی، هزینه تجهیزات ایمنی، هزینه آموزش ایمنی، هزینه مشوق ها و ترویج ایمنی می‌باشد که جزییات آن در پرسش‌نامه پیوست ارائه شده است. در بخش سوم جهت ارزیابی فرهنگ ایمنی از شاخص‌ها ۱۰ گانه پرسش‌نامه فرهنگ ایمنی ارائه شده توسط فنگ (۲۰۱۳) استفاده شده است. هر یک از شاخص‌ها دارای زیر مجموعه‌هایی هستند که با یک عبارت در خصوص آن پرسش می‌شود و پاسخ‌دهنگان با مقیاس پنج‌گانه لیکرت به آن پاسخ می‌دهند. سوالات مربوط به این بخش نیز در پرسش‌نامه پیوست ارائه شده است.

قبل از توزیع پرسش‌نامه، جهت افزایش خوانایی، جامع بودن و صحت پرسش‌نامه اولیه، با استفاده از مصاحبه‌های ساختار یافته از تعدادی کارشناس خواسته شد که به قضاوت و اصلاح پرسش‌نامه بپردازند که این امر موجب تعدیل پرسش‌نامه اولیه گردید. مصاحبه شوندگان شامل ۲ مدیر پروژه، ۲ سرپرست ایمنی و ۳ افسر ایمنی بودند که همگی در پروژه‌های ساخت نیروگاهی شاغل بوده و بیش از ۱۰ سال در زمینه ایمنی سابقه داشتند.

جامعه آماری: جامعه آماری جهت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز تحقیق، شرکت‌های پیمانکار شاغل در ساخت نیروگاه‌ها گازی، بخار و سیکل ترکیبی می‌باشند. با توجه به پیچیدگی ساخت پروژه‌های نیروگاهی در ایران، معمولا ساخت نیروگاه‌ها به یک مدیر طرح واگذار می‌شود. مدیر طرح فعالیت‌های اصلی ساخت نیروگاه را به بخش‌های مختلف تقسیم‌بندی می‌کند و اجرای هر بخش را به پیمانکاران جز تخصصی واگذار می‌کند. برای مثال پروژه‌های نیروگاهی مورد مطالعه در این تحقیق شامل: پیمانکاران کارهای

www.SID.ir

Archive of SID

ساختمانی، ساخت استراکچر کولینگ ACC[7]، ساخت کولینگ هلر، نصب تجهیزات کولینگ، نصب توربین ژنراتور بخار، نصب سیستم بخار کمکی، نصب بویلرها، نصب توربین ژنراتور گازی و متعلقات، اجرای تاسیسات زیر ساختی، اجرای تاسیسات تصفیه آب و اجرای عملیات راه اندازی بودند.

جهت جمع آوری اطلاعات مورد نیاز تحقیق با مدیر طرح ۲۸ پروژه نیروگاهی ارتباط برقرار شد که از این بین، ۱۹ پروژه در این مطالعه شرکت کردند و از طریق آنها از ۶۲ پیمانکار تخصصی جزء پرسشنامه دریافت شد. در جدول ۱ تعداد پیمانکاران شرکت کننده در مطالعه و زمینه فعالیت هر کدام ارائه شده است.

تحلیل داده‌ها: با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسشنامه، فرضیات تحقیق و مدل فرضی به صورت تجربی با روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مورد ارزیابی قرار گرفت. روش SEM به دو دسته طبقه بندی می‌شود: CB-SEM[8] که روشی مبتنی بر کواریانس است و روش PLS-SEM[49] که بر مبنای حداقل مربعات جزئی است (۲۵). در این تحقیق از روش PLS-SEM استفاده شد چون داده‌های این پژوهش غیر نرمال بودند و با استفاده از روش PLS می‌توان داده‌های غیرنرمال را تحلیل کرد. همچنین روش PLS به تعداد نمونه‌های زیاد نیاز ندارد و می‌تواند ساختارهای آماری کوچک را به صورت ترکیب خطی از متغیرهای قابل مشاهده از طریق روابط وزنی آنها محاسبه کند (۲۶). بر این اساس حداقل تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای این روش برابر است با ۱۰ ضرب در تعداد بیشترین روابط موجود در بخش ساختاری مدل اصلی (۲۶) که این عدد در این تحقیق برابر می‌شود با ۴۰ عدد و با توجه به ۶۲ عدد نمونه جمع‌آوری شده این پژوهش این تعداد نمونه کفایت می‌کند. برنامه‌ای که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد Smart PLS Version: 2.0.M3 می‌باشد. روش PLS می‌تواند هم جهت ارزیابی متغیرها پنهان (یا وابسته) که توسط متغیرهای مشاهده شده (یا شاخص‌ها) اندازه‌گیری شده‌اند استفاده شود و هم جهت

جدول ۱- فراوانی پیمانکاران شرکت کننده در تحقیق

نوع فعالیت پیمانکاران	فراوانی	درصد
پیمانکار فعالیت‌های عمرانی	۹	۱۴/۵
سازه برج خنک کننده ACC	۶	۹/۷
سازه برج خنک کننده هلر	۵	۸/۱
نصب تجهیزات خنک کننده	۶	۹/۷
نصب توربین ژنراتور بخار	۵	۸/۱
نصب سیستم بخار کمکی	۵	۸/۱
نصب بویلرها	۵	۸/۱
نصب توربین ژنراتور گازی و متعلقات	۷	۱۱/۳
تاسیسات تصفیه آب	۸	۱۲/۹
بهره‌برداری	۶	۹/۷
تعداد کل	۶۲	

ارزیابی ارتباط بین متغیرها (یعنی ضرایب مسیر فرضیه‌ها) استفاده شود (۲۳). در این تحقیق فرهنگ ایمنی یک متغیر پنهان است که توسط پرسش‌های ارائه شده برای هر یک از شاخص‌های ده‌گانه SC1 تا SC10 اندازه‌گیری می‌شود. هر یک از متغییرهای سرمایه گذاری ایمنی با استفاده از فرمول‌های ارائه شده در بخش ۱-۱ به طور جداگانه اندازه‌گیری می‌شود و بر این اساس متغییرهای Ct ,Ci ,Cs Ce تنها توسط یک شاخص (یعنی مجموع هزینه صرف شده برای این متغیر تقسیم بر مجموع نفر روز کارکرد پروژه) تعریف و اندازه‌گیری می‌شوند. رابطه بین فاکتورهای سرمایه‌گذاری با فرهنگ ایمنی همان مسیر فرضیه‌های تحقیق است که با بررسی اندازه و علامت آنها قدرت تاثیر آنها در مدل، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

یافته‌ها

نتایج ارزیابی مدل معادلات ساختاری شامل ۲ بخش اصلی می‌باشد:

الف- ارزیابی مدل اندازه‌گیری: نشان دهنده ارتباط بین متغیرهای پنهان و شاخص‌های آنهاست و نشان می‌دهد که آیا متغیرهای پنهان با دقت و صحت اندازه‌گیری شده‌اند یا خیر. در واقع در مدل اندازه‌گیری، روایی و پایایی متغیرهای آشکار (سولات پرسشنامه) مورد ارزیابی قرار میگیرد، این معیارها عبارتند از:

7. Air-Cooled Condenser
8. Covariance-Based SEM
9. Partial Least Squares SEM

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج ارزیابی مدل اندازه گیری

شاخص	پایایی ترکیبی(CR)	میانگین واریانس (AVE)	آلفای کرونباخ (CA)
SC1	۰/۹۲	۰/۶۹	۰/۸۸
SC2	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۸
SC3	۰/۸۰	۰/۶۸	۰/۷۵
SC4	۰/۷۸	۰/۶۷	۰/۷۱
SC5	۰/۸۷	۰/۷۲	۰/۸۳
SC6	۰/۹۳	۰/۶۰	۰/۹
SC8	۰/۸۲	۰/۷۵	۰/۷۷
SC9	۰/۷۵	۰/۶۲	۰/۷۸
SC10	۰/۷۸	۰/۷	۰/۸۳
Ct	۱	۱	۱
Ci	۱	۱	۱
Cs	۱	۱	۱
Ce	۱	۱	۱

جدول ۳- نتایج برازش مسیرهای مدل فرضی

مسیر فرضیه	ضرایب مسیر	ضریب معناداری t	وضعیت فرضیه
Ct→ SC	+۰/۴۶	۶/۳۴۰	تایید
Ci→ SC	+۰/۲۶	۲/۵۴۵	تایید
Cs→ SC	+۰/۰۹	۱/۹۷۳	تایید
Ce→ SC	-	۱/۳۸۴	مردود

آنالیز بارهای عاملی (CFA[10]) که مقدار ملاک برای ارزیابی این معیار ۰/۴ می‌باشد (۲۷). معیار آلفای کرونباخ (CA[11]) و پایایی ترکیبی (CR[12]) که باید بالای ۰/۷ باشد (۲۸). میانگین واریانس (AVE[13]) که باید حداقل ۰/۵ باشد (۲۹). نتایج تحلیل داده‌ها در این تحقیق نشان می‌دهد آنالیز بار عاملی تمامی سوالات جهت ارزیابی شاخص‌های فرهنگ ایمنی بین ۰/۶ تا ۰/۹ می‌باشد که این مقادیر از ۰/۴ بیشتر است و نشان از مناسب بودن این معیارها جهت اندازه‌گیری شاخص‌ها است. همچنین نتایج خروجی نرم افزار Smart PLS برای معیارهای CA، CR و AVE در جدول شماره ۲ ارائه شده است که نشان می‌دهد شاخص‌های مدل اندازه‌گیری، روایی و پایایی قابل قبولی دارند. شایان ذکر است با توجه به اینکه در مدل ارائه شده هر یک از سازه های Ce, Cs, Ci, Ct تنها توسط یک شاخص تعریف و اندازه‌گیری شده‌اند بنابراین تمامی معیارهای اندازه‌گیری برای آنها برابر یک می‌باشد.

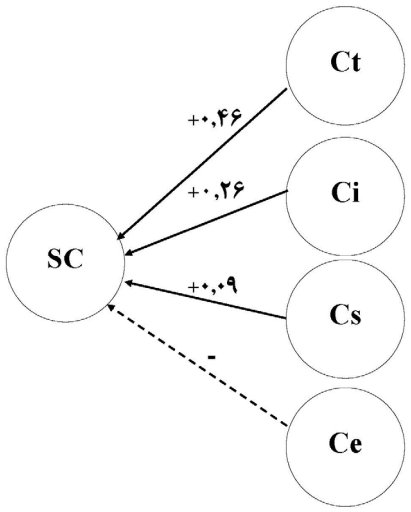
ب- ارزیابی مدل فرضی(ضرایب مسیر): پس از ارزیابی مدل اندازه‌گیری به ارزیابی مدل ساختاری و آزمون فرضیه‌های تحقیق پرداخته می‌شود. اولین معیار در ارزیابی مدل ساختاری ضریب معناداری t است که در Smart PLS با تکنیک Bootstrapping ارزیابی می‌شود و جهت تایید فرضیه در سطح اطمینان ۹۵٪ این ضریب باید بیشتر از ۱/۹۶ باشد (۳۰). در این تحقیق بر اساس پیشنهاد هیر (۲۰۱۱) تعداد bootstrap برابر ۵۰۰۰ در نظر گرفته شد (۲۸) و تعداد نمونه‌ها نیز مقدار ۶۲ عدد در نرم افزار وارد شد. مقادیر ضریب t برای هر یک از فرضیه‌های مدل در جدول ۳ ارائه شده است. با توجه به نتایج، دریافت می‌شود که فرضیه شماره ۴ که با سطح معناداری p=۰/۰۵ دارای ضریب t کمتر از مقدار قابل قبول (t=۱/۹۶) است و مردود می‌شود. مابقی فرضیه‌ها با سطح اطمینان بالای ۹۵٪ دارای ارتباط معنی داری می‌باشند و مورد تایید قرار می‌گیرند.

معیار دیگر جهت ارزیابی مدل فرضی معیار R^2 می‌باشد که نشان دهنده میزان تاثیر متغیرهای مستقل (یا برون‌زا) بر متغیر وابسته (درون‌زا) است. هرچه مقدار

[10]. Confirmatory Factor Analysis
[11]. Cronbach's Alpha
[12]. Composite Reliability
[13]. Average Variance Extracted

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- ضرایب مسیر مدل تحقیق

R^2 بیشتر باشد نشان از برازش بهتر مدل است. سه مقدار ضعیف (۰/۱۹)، متوسط (۰/۳۳) و قوی (۰/۶۷) برای ارزیابی R^2 معرفی شده است (۳۱). در این تحقیق متغیر فرهنگ ایمنی، متغیر وابسته‌ای است که تحت تاثیر متغیرهای مستقل دهگانه SC1 تا SC10 و فاکتورهای سرمایه‌گذاری ایمنی قرار دارد. مقدار R^2 برای متغیر وابسته فرهنگ ایمنی برابر ۰/۵۷ بدست آمد که باتوجه به مقادیری که قبل‌تر گفته شد، مناسب بودن برازش مدل ساختاری تایید می‌شود.

در نهایت با استفاده از مقادیر ضرایب مسیر که از نرم افزار Smart PLS استخراج می‌شود. می‌توان میزان تاثیر فاکتورهای سرمایه گذاری را بر روی فرهنگ ایمنی ارزیابی کرد. هرچه ضریب مسیر بالاتر باشد نشان دهنده قوی‌تر بودن تاثیر یک متغیر بر روی دیگری است. در شکل ۲ ضرایب مسیر خروجی نرم‌افزار برای مدل نمایش داده شده است و در جدول ۳ خلاصه مسیر فرضیه‌ها، ضرایب مسیرها، ضریب معناداری t حاصل از خروجی نرم افزار ارائه شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس مدل ارائه شده تحقیق و نتایج جدول ۳ می‌توان موارد ذیل را استخراج کرد:

فرضیه ۱ با توجه به مقدار t با سطح اطمینان ۹۵٪، مورد تایید است که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری و هزینه برای آموزش در زمینه ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی تاثیر معنی‌داری دارد. همچنین با توجه به ضریب مسیر ۰/۴۶+ می‌توان دریافت که سرمایه‌گذاری جهت آموزش ایمنی به میزان ۴۶٪ از تغییرات متغیر فرهنگ ایمنی را تبیین می‌کند. بنابراین با توجه به مقدار قابل توجه ضریب مسیر برای این فرضیه می‌توان نتیجه گرفت که افزایش سرمایه‌گذاری جهت آموزش ایمنی توسط پیمانکاران در پروژه‌های ساخت نیروگاهی تاثیر به سزایی در بهبود فرهنگ ایمنی آنها دارد. این موضوع با تحقیقات پیشین هم‌خوانی دارد که بیان می‌کنند آموزش ایمنی به طور مثبت با بهبود مشارکت ایمنی، آگاهی، دانش، رفتار و انگیزه ارتباط دارد (۳۲) و آموزش ایمنی می‌تواند به طور مستقیم بر روی فرهنگ ایمنی تاثیرگذار باشد (۳۳).

فرضیه ۲ با سطح اطمینان ۹۵٪ مورد تایید است و با توجه به ضریب مسیر ۰/۲۶+ می‌توان نتیجه گرفت در پروژه‌ها، صرف هزینه برای مشوق‌های ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی تاثیر گذار است. این یافته با نتایج تحقیق فنگ و همکاران (۲۰۱۳) هم‌خوانی دارد. آنها دریافتند که بعضی از انواع سرمایه‌گذاری که آنها را سرمایه‌گذاری‌های اختیاری می‌نامند (شامل هزینه برای مشوق‌های ایمنی، هزینه برای تبلیغات ایمنی، بروشورها، بنرها) به طور مستقیم بر روی فرهنگ ایمنی تاثیر گذار است و از این طریق به صورت غیر مستقیم بر روی کاهش حوادث پروژه تاثیر گذار است (۱۲). همچنین تئو و فنگ (۲۰۰۶) دریافتند که یک فرهنگ ایمنی خوب نتیجه تلاشی هماهنگ است، که نیاز به سرمایه‌گذاری در آموزش و در زمینه ارتقا انگیزه‌های ایمنی دارد (۳۴).

بر اساس مقادیر t فرضیه ۳ مورد تایید است اما با توجه به ضریب مسیر ۰/۰۹+ که مقدار قابل توجه‌ای نیست می‌توان نتیجه گرفت که هزینه جهت پرسنل ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی تاثیرگذار است اما این تاثیر اندک است. این موضوع نیز با تحقیقات تئو و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد که بیان می‌کند که سرمایه‌گذاری‌های اجباری از جمله هزینه جهت پرسنل ایمنی، به تنهایی موجب بهبود فرهنگ ایمنی نمی‌شوند (۱۱). همچنین فرضیه ۴ با توجه به مقدار ضریب معناداری t=۱/۳۸۴ مورد تایید نمی‌باشد و نشان‌دهنده این موضوع است که هزینه برای تجهیزات ایمنی با این که موجب کاهش حوادث می‌شود ولی به خودی خود

www.SID.ir

Archive of SID

تاثیری در جهت بهبود فرهنگ ایمنی ندارد. این نتیجه را می‌توان با مفهوم "جبران خسارت" توضیح داد؛ این مفهوم توسط گلر (۲۰۰۱) بیان شد که توضیح می‌دهد افراد تمایل دارند رفتار خود را به گونه‌ای تنظیم کنند تا سطح مشخصی از ریسک را درک کنند برای مثال اگر برای انجام کاری از حفاظ‌ها یا تجهیزات حفاظت فردی استفاده کنند ممکن است ریسک‌پذیری بیشتری داشته باشند و بدین ترتیب بی‌پرواتر عمل کنند (۳۵). همچنین نظریه هم‌ایستایی ریسک بیان می‌کند که میزان رفتار پر ریسک و میزان تلفات ناشی از حادثه در طول زمان در پروژه ثابت می‌ماند مگر اینکه از طریق آموزش این‌گونه رفتارها و فرهنگ اصلاح شود (۳۶).

این مطالعه به بررسی اثرات تعاملی فاکتورهای سرمایه‌گذاری ایمنی شامل هزینه آموزش ایمنی، هزینه مشوق‌های ایمنی، هزینه پرسنل ایمنی و هزینه تجهیزات ایمنی بر روی فرهنگ ایمنی در پروژه‌های ساخت نیروگاه برقی در ایران پرداخت. به منظور بررسی این تعاملات از رویکردی مبتنی بر SEM-PLS استفاده شد. ابتدا یک مدل مفهومی با ۴ مسیر مفروض برای بررسی روابط بین متغیرها ارائه شد و از ۱۰ شاخص جهت اندازی‌گیری فرهنگ ایمنی در این پروژه‌ها استفاده شد. سپس با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از طریق پرسشنامه، مدل مفروض به صورت تجربی مورد آزمون قرار گرفت. با توجه به نتایج جدول ۲ مفاهیم ذیل را می‌توان استخراج نمود:

- به طور کلی صرف هزینه جهت سرمایه‌گذاری در ایمنی باعث بهبود فرهنگ ایمنی در پروژه‌ها می‌شود.
- از میان فاکتورهای بررسی شده، هزینه جهت آموزش‌های ایمنی بیشترین تاثیر معنادار را بر بهبود فرهنگ ایمنی پیمانکاران دارد.
- هزینه جهت مشوق‌ها و تبلیغات ایمنی دومین رتبه را در بهبود فرهنگ ایمنی دارد.
- هزینه جهت پرسنل ایمنی به خودی خود تاثیر کمی بر بهبود فرهنگ ایمنی دارد.
- هزینه جهت تجهیزات ایمنی تاثیری بر بهبود فرهنگ ایمنی ندارد و برای تاثیر بهتر این هزینه در پروژه باید بر آموزش‌های ایمنی نیز تاکید شود تا موجب بهبود عملکرد ایمنی پیمانکار شود.

محدودیت‌ها

اولین محدودیت ، قابلیت تعمیم یافته‌های تحقیق است. همان طور که قبلا ذکر شد فرهنگ ایمنی در مناطق و صنایع مختلف، متفاوت است. یافته‌های این تحقیق بر اساس اطلاعات ساخت پروژه‌های نیروگاهی در ایران است و این یافته‌ها باید در همین محدوده تفسیر شوند. محدودیت دیگر در این تحقیق کم بودن تعداد نمونه‌ها است که به علت کم بودن تعداد پروژه های نیروگاهی و همچنین نرخ پایین پاسخگویی پیمانکاران می‌باشد. شایان ذکر است که جهت رفع این مشکل از روش PLS استفاده شد که مناسب‌ترین روش تحلیل معادلات ساختاری برای داده‌ها با تعداد نمونه‌های کم است. همچنین در این تحقیق تنها به بررسی تاثیر چهار روش سرمایه‌گذاری پرداخته شد. در آینده و در مطالعات بعدی می‌توان با جمع‌آوری مجموعه داده‌های بیشتر، فاکتورهای متفاوتی دیگری را در پروژه‌ها و مناطق دیگر بررسی کرد و برای آنها مدل‌های جداگانه‌ای ارائه داد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از حمایت‌های شرکت مپنا توسعه دو در ارائه اطلاعات و کارکنان محترمشان که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند صمیمانه تشکر می نماییم.

References

1. Khosravi Y, Asilian-Mahabadi H, Hajizadeh E, Hassanzadeh-Rangi N, Behzadan AH. Structural modeling of safety performance in construction industry. Iran J Public Health. 2014 Aug;43(8):1099–106.
2. Sacks R, Rozenfeld O, Rosenfeld Y. Spatial and Temporal Exposure to Safety Hazards in Construction. J Constr Eng Manag. 2009 Aug;135(8):726–36.
3. British Petroleum. BP Statistical Review of World Energy 2017. Br Pet. 2017;(66):1–52.
4. Tavanir org [Internet]. The Detailed Statistics of the Electricity Industry of Iran. 2018. Available from: http://amar.tavanir.org.ir/pages/report/index90.php
5. Kartam NA. Integrating Safety and Health Performance into Construction CPM. J Constr Eng Manag. 1997 Jun;123(2):121–6.
6. Khosravi Y, Asilian-Mahabadi H, Hajizadeh E, Hassanzadeh-Rangi N, Bastani H, Behzadan AH.

www.SID.ir

Archive of SID

Factors Influencing Unsafe Behaviors and Accidents on Construction Sites: A Review. Int J Occup Saf Ergon. 2014 Jan 8;20(1):111–25.

7. Guldenmund F. The nature of safety culture: a review of theory and research. Saf Sci. 2000 Feb 1;34(1–3):215–57.

8. Martín JE, Rivas T, Matías JM, Taboada J, Argüelles A. A Bayesian network analysis of workplace accidents caused by falls from a height. Saf Sci. 2009;47(2):206–14.

9. Arghami S, Pouya Kian M, Goudarzi R. Identification of Factors Affecting Safety Culture in Iranian Thermal Power Plants. J Occup Hyg Eng. 2016;

10. Feng Y, Teo EAL, Ling FYY, Low SP. Exploring the interactive effects of safety investments, safety culture and project hazard on safety performance: An empirical analysis. Int J Proj Manag. 2014;32(6):932–43.

11. Teo EA-L, Feng Y. The indirect effect of safety investment on safety performance for building projects. Archit Sci Rev. 2011 Feb 1;54(1):65–80.

12. Feng Y. Effect of safety investments on safety performance of building projects. Saf Sci. 2013;59:28–45.

13. Feng Y, Zhang S, Wu P. Factors influencing workplace accident costs of building projects. Saf Sci. 2015 Feb 1;72:97–104.

14. López-Alonso M, Ibarrondo-Dávila MP, Rubio-Gámez MC, Munoz TG. The impact of health and safety investment on construction company costs. Saf Sci. 2013 Dec 1;60:151–9.

15. Le Y, Shan M, Chan APC, Hu Y. Investigating the Causal Relationships between Causes of and Vulnerabilities to Corruption in the Chinese Public Construction Sector. J Constr Eng Manag. 2014 Sep;140(9):05014007.

16. Ning Y. Quantitative effects of drivers and barriers on networking strategies in public construction projects. Int J Proj Manag. 2014 Feb 1;32(2):286–97.

17. Xiong B, Skitmore M, Xia B, Masrom MA, Ye K, Bridge A. Examining the influence of participant performance factors on contractor satisfaction: A structural equation model. Int J Proj Manag. 2014 Apr 1;32(3):482–91.

18. Kline RB. Principles and practice of structural equation modeling. New York: Guildford Publications; 1998. 534 p.

19. Martínez-Córcoles M, Gracia F, Tomás I, Peiró JM. Leadership and employees' perceived safety behaviours in a nuclear power plant: A structural equation model. Saf Sci. 2011 Oct 1;49(8–9):1118–29.

20. Dion PA. Interpreting Structural Equation Modeling Results: A Reply to Martin and Cullen. J Bus Ethics. 2008 Dec 1;83(3):365–8.

21. Wreathall J. Organizational culture, behavioral norms and safety [Internet]. Austria: Installations. Vienna; 1995.

22. Wiegmann DA, Zhang H, von Thaden TL, Sharma G, Gibbons AM. Safety Culture: An Integrative Review. Int J Aviat Psychol. 2004 Apr;14(2):117–34.

23. Mohamed S. Safety Climate in Construction Site Environments. J Constr Eng Manag. 2002;128(5):375–84.

24. Teo EAL, Feng Y. The role of safety climate in predicting safety culture on construction sites. Archit Sci Rev. 2009 Feb 1;52(1):5–16.

25. Elazar J. Pedhazur. Multiple regression in behavioral research explanation and prediction [Internet]. 3rd ed. New York: Forth Worth Harcourt Brace College Publishers; 1997.

26. Zhao X, Hwang B-G, Pheng Low S, Wu P. Reducing Hindrances to Enterprise Risk Management Implementation in Construction Firms. J Constr Eng Manag. 2015 Mar;141(3):04014083.

27. Matsunaga M. How to Factor-Analyze your data right: Do's, Don'ts, and How-To's. Int J Psychol Res. 2010;

28. Hair JF, Ringle CM, Sarstedt M. PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. J Mark Theory Pract. 2011 Apr 1;19(2):139–52.

29. Fornell C, Larcker DF. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. J Mark Res. 1981 Feb;18(1):39.

30. Davison AC, Hinkley D V. Bootstrap methods and their application [Internet]. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.

31. Chin WW. The partial least squares approach for structural equation modeling [Internet]. NJ, US: Mahwah; 1998.

32. Lingard H. The effect of first aid training on Australian construction workers' occupational health and safety motivation and risk control behavior. J Safety Res. 2002 Jun 1;33(2):209–30.

33. Choudhry RM, Fang D, Mohamed S. Developing a Model of Construction Safety Culture. J Manag Eng. 2007 Oct;23(4):207–12.

34. Ai Lin Teo E, Yean Yng Ling F. Developing a model to measure the effectiveness of safety management systems of construction sites. Build Environ. 2006 Nov;41(11):1584–92.

35. Geller ES. The psychology of safety handbook. Lewis Publishers; 2001. 530 p.

36. Wilde GJS. The Theory of Risk Homeostasis: Implications for Safety and Health. Risk Anal. 1982 Dec 1;2(4):209–25.

www.SID.ir