J. Analysis of Structure and Earthquake
Volum 19,Issue 4, winter 2023
Issn: 2821-0999
وبگاه مجله: www.civil-strj.maragheh.iau.ir
آنالیز سازه - زلزله
فصلنامه علمی
دوره ۱۹، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

Risk Management in FRP-Strengthened Concrete Beams

Habiballah Poornamazian
Department of Civil Engineering, Najafabad branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
Mohsen Izadinia*
Department of Civil Engineering, Najafabad branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran
izadinia@iaun.ac.ir

DOI 10.30495/CIVIL.2023.699954

Keywords:
risk management,
project management,
strengthening with FRP,
EBR,
NSM

Abstract

Adopting risk management is a must, inevitable in all construction projects. Risk management is very important in retrofitting of the projects. Strengthening the reinforced concrete beams with respect to their type and how they are made is assessed in this study. Although both of the near-surface mounted (NSM) and externally bonded reinforcement (EBR) methods have advantages and disadvantages and it depends on the reinforced member and the project conditions, but in general, the NSM method outperforms the EBR while somehow (EBR) is adopted more. A researcher-designed questionnaire consists of ten restrictive factors regarding NSM implementation. The responding persons consist of skilled experts with at least five years of experience in this field. The execution of risk management in NSM, obstacles on the way of implementation, and the effect of risk management on the functionality of these factors are of concern here. The obtained data is assessed through statistical tests. The factors of more execution time, lack of experts, high volume, low knowledge on the client, uninformed employers, consultants and contractors about the existence of this method, complexities in the calculation, big calculating mass, concrete cover 5-7 cm, FRP rebar needed in NSM, high implementation cost and high FRP implementation cost are considered as the restrictive factors affecting NSM implementation. The initial assumption that the ten factors were restrictive as to NSM implementation led to proving that the factor of lack of information about this method within the client, contractor, and consultant was the most effective as a restriction. This proof was obtained through the statistical tests conducted on the assumptions.

.This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license:

(http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مدیریت ریسک در تیرهای بتنی مقاوم‌سازی شده با FRP

حبیب الله پورنمازیان
گروه مهندسی عمران، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
محسن ایزدی‌نیا*
گروه مهندسی عمران، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
izadinia@iaun.ac.ir*

تاریخ دریافت : ۰۱ آذر ۱۴۰۱ تاریخ پذیرش: ۰۹ اسفند ۱۴۰۱

چکیده

در دنیای امروز، در انجام تمامی پروژه‌های ساختمانی با ریسک روبه‌رو هستیم. مدیریت ریسک در مقاوم‌سازی پروژه‌ها امری بسیار مهم می‌باشد. مقاوم‌سازی تیرهای بتن آرمه با توجه به نوع و روش آن از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. بر این اساس در پژوهش حاضر به بررسی و کاربرد مدیریت ریسک در مقاوم‌سازی تیرهای بتن آرمه با استفاده از روش نصب لایه‌های FRP به صورت خارجی(EBR) و روش نصب در نزدیک سطح (NSM) پرداخته شده است.اگر چه هر دوی این روش‌های مزایا و معایبی دارند و این مساله به عضو مقاوم سازی شده و شرایط پروژه بستگی دارد ، ولی به طور کلی می توان گفت روش NSM عملکرد بهتری نسبت به روش EBR دارد ولی روش EBR برای مقاوم سازی تیرها بیشتر استفاده می شود. لذا در این پژوهش پرسشنامه‌ای حاوی موانع اجرای روش NSM طراحی و تدوین گردید. سپس این پرسشنامه بین کارشناسان و افراد خبره با سابقه‌ی بیشتر از۵ سال در امر مقاوم‌سازی توزیع شد. این پرسشنامه وضعیت اجرای مدیریت ریسک در روش NSM، موانع اجرا و تاثیر مدیریت ریسک بر عملکرد مقاوم‌سازی تیرهای بتن آرمه با استفاده از روش EBR و روش NSM را شناسایی و بررسی می‌کند. بعد از جمع‌آوری اطلاعات، با بهره گیری از آزمون‌های آماری این اطلاعات مورد بررسی قرار گرفت. در پرسشنامه فاکتورهای مدت زمان بیشتر اجرا، کمبود افراد خبره، حجم بالای عملیات اجرایی، عدم اطلاع کارفرمایان و مشاوران و پیمانکاران در زمینه‌ی وجود این روش، پیچیدگی محاسبات، حجم بالای محاسبات، نبود امکان ایجاد پوشش موردنیاز(۷- ۵ سانتیمتر) روی میلگردها، دشواری تهیه ی میلگرد FRP مورد نیاز در روشNSM، هزینه‌ی اجرای بالا و جدا شدگی FRP به همراه رویه‌ی بتنی به عنوان موانع اجرای NSM معرفی گردیده و در ابتدای امر فرض بر آن شد که فاکتورها به عنوان موانع اجرای NSM تاثیرگذار می‌باشند، سپس با توجه به نتایج حاصل شده از آزمون‌های آماری درستی این فرض‌ها اثبات گردید. همچنین با توجه به تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزار SPSS ، عدم اطلاع کارفرمایان و مشاوران و پیمانکاران در زمینه‌ی وجود روش NSM بیشترین تاثیر را به عنوان مانع اجرای روش NSM دارد.

کلید واژگان: مدیریت ریسک، مدیریت پروژه، مقاوم سازی با NSM،EBR،FRP.

۱- مقدمه

یکی از مباحث مهم و مطرح در زمینه مدیریت پروژه، بحث مدیریت ریسک می‌باشد. مدیریت ریسک مفهومی است که امروزه در تمامی صنایع مختلف مورد استفاده است. بر اساس تعریف راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه[1]، مدیریت ریسک یکی از فرایندهای ۹ گانه مدیریت پروژه می باشد. این موضوع نشان دهنده ارتباط قوی بین مدیریت ریسک و موفقیت پروژه است. با وجود این که مدیریت ریسک به عنوان سخت ترین حوزه در مدیریت پروژه محسوب می شود، کاربرد آن در همه پروژه‌ها جهت جلوگیری از عواقب منفی رو به افزایش است[2]. این موضوع در کشورهای صنعتی هم مبحث نوینی در مدیریت پروژه‌ها است. در این مسیر امری که بسیار مهم تلقی می گردد، شناخت انواع ریسک ها و رویکرد های مورد نیاز برای مقابله با آنها است. بر این اساس در پژوهش حاضر به بررسی و کاربرد مدیریت ریسک در مقایسه مقاوم سازی تیرهای بتن آرمه با استفاده از روش EBR و NSM پرداخته شده است. روش NSM با وجود عملکرد بهتر نسبت به روش EBR، کمتر مورد استفاده قرار می گیرد. لذا نویسندگان با استفاده از نظرات کارشناسان، مدیریت ریسک و روش‌های آماری، به بررسی مشکلات استفاده از روش NSM می پردازند. نویسندگان در بین منابع موجود، پژوهشی که در حوزه‌ی مدیریت ریسک دو روش EBR و NSM انجام شده باشد را پیدا نکردند ولی مطالعات سازه‌ای در خصوص دو روش EBR و NSM انجام شده است که تعدادی از آنها به شرح زیر است:

تنگ و همکاران [3]، آزمایشات خمشی را بر روی تیرهای بتن‌آرمه که با میله‌های CFRP به روش NSM مقاوم شده بودند، انجام دادند. از نتایج این تحقیق می‌توان گفت تیرهای تقویت‌شده با میله‌های GFRP به روش NSM به طور معنی داری به میزان ۲۳ تا ۵۳ درصد بیشتر از تیرهای تقویت نشده ظرفیت خمشی بالاتری را به ثبت رساندند.

بوانگ و همکاران [4] با هدف بررسی رفتار تیر بتن آرمه تقویت شده با میله‌های GFRP در طول بارگذاری بوسیله قراردادن سنسورهای کرنش سنج در طول میله‌های FRP در محل مناسب ۴ تیر را با بارگذاری دو نقطه‌ای مورد بررسی قرار دادند که از نتایج آن می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱- میزان افزایش بار تسلیم از ۱۰ تا ۲۰ درصد در نمونه‌های تقویت شده گزارش شده است.

۲- میزان افزایش بار نهایی تا ۳۸ درصد در نمونه‌های تقویت شده گزارش شده است.

کریمی و ناصری [5] به بررسی رفتار تیرهای خمشی بتن مسلح تقویت شده با CFRP به دو روش EBR و NSM پرداختند. آنها با استفاده از تحلیل‌های نرم افزاری به این نتیجه رسیدند که نتایج عددی نمونه‌های تقویت شده، مقاومت و سختی بیشتری نسبت به نتایج نمونه‌های آزمایشگاهی، از خود نشان می‌دهند.

باروس و دیاس [6] برای ارزیابی کارآیی استفاده از تسمه‌های FRP به روش NSM در مقاوم‌سازی تیرها، رفتار تیرهای مقاوم شده، با این تکنیک را با رفتار تیرهایی که صرفاً با خاموت‌های فولادی به صورت متداول مسلح‌شده و تیرهایی که با ورقه‌های CFRP به روش EBR مقاوم‌سازی شده بودند را مقایسه نمودند. قابل ذکر است که در این آزمایشات، نمونه‌هایی که با مصالح CFRP به هر یک از روش‌های EBR یا NSM مقاوم شده بودند، فاقد هرگونه تسلیح‌کننده‌ی برشی فولادی بودند. نتایج ثبت شده بدین ترتیب بوده است:

۱- روش NSM موثرترین روش در مقاوم‌سازی برشی تیرها با استفاده از مصالح CFRP می‌باشد.

۲-در مقایسه با تیرهای مسلح‌شده با خاموت‌های فولادی، تیرهای مقاوم‌شده به روش NSM دارای ظرفیت باربری نهایی تقریباً برابر و افزایش ۹ درصدی در مقدار تغییر شکل‌نهایی بودند.

۳-حالت‌های شکست در تیرهای مقاوم‌شده به روش NSM، نرم‌تر از حالت‌های مشاهده‌شده در تیرهای مقاوم‌شده به روش EBR بودند.

دی‌لورنزیس و نانی [7]، تعداد هشت نمونه تیر بتنی شکل را مورد آزمایش قراردادند (۲ تیر به عنوان شاهد و ۶ تیر مقاوم شده). آنها از میله‌های آجدار CFRP برای مقاوم‌سازی تیرها به روش NSM استفاده کردند.از نتایج این تحقیق می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- در غیاب خاموت‌های فولادی، تیر مقاوم‌شده به روش NSM افزایش ۱۰۶ درصدی در ظرفیت باربری را نسبت به نمونه‌ی مبنا نشان داد.

۲-درخصوص تیرهایی که دارای خاموت‌های فولادی بودند، تیر مقاوم شده به روش NSM افزایش ۳۵ درصدی در ظرفیت باربری نسبت به تیر مقاوم نشده را به ثبت رساند.

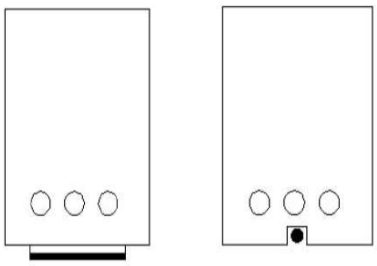
در ادامه به توضیح مختصری درمورد روش EBR و روش NSM پرداخته شده است.

۱-۱- مقاوم‌سازی با روش EBR و روش NSM

استفاده از روش NSM، برای سازه‌های بتنی ابداع تازه ای نمی باشد. اولین بار در لایلند فنلاند در سال ۱۹۴۹دال عر شه پل بتنی در ناحیه ممان منفی تقویت شد. در این سازه، میلگردهای فولادی در شکاف ایجاد شده در پوشش بتنی واقع شد و شیار با ملات سیمان پر شد. از

سال ۱۹۶۰استفاده از چسب‌های قوی مثل اپوکسی در ساخت و سازهای صنعتی یک حرکت رو به جلویی در ا ستفاده از میلگردهای فولادی شد، که باعث نیاز دوباره آنها به کاور بتن می‌شد [8]. تحقیقاتی که تاکنون انجام گرفته اند، نشان می‌دهند که در روشEBR، به دلیل جداشدگی پیش از موعد، استفاده از کل مقاومت کششی FRP امکان پذیر نیست. برای بالابردن کارایی روش EBRسیستم‌های مهارکننده متفاوتی ارائه شده است [9].

از آنجایی که در روش EBR مصالحFRP در سطوح خارجی نمایان هستند، عملکرد مصالح‌کنندگی این مصالح می‌تواند تحت تأثیر اثرات منفی سیکل‌های یخ زدن و ذوب شدن قرارگیرد. همچنین سیستم‌های EBR در معرض آسیب‌های محیطی قرار دارند[10]. با توجه به ضعف‌های گفته شده تلاش‌های متعددی برای غلبه بر این ضعف‌ها صورت‌گرفته که یکی از قابل قبول‌ترین آنها روش NSMبا استفاده از میلگردها یا تسمه‌هایFRP می‌باشد [11]. شکل زیر، تفاوت دو روش را به صورت شماتیک نشان می دهد.



شکل۱- مقاوم‌سازی به روشEBR و NSM [12]

۲- مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با استفاده از روش مطالعه‌ی میدانی انجام شده است و محققین پرسشنامه‌ای حاوی موانع اجرای روش NSM تهیه و تدوین کردند و بین ۵۰ نفر با سابقه ی بیش از ۵ سال در امر مقاوم سازی، توضیح کردند و ۴۶ نفر به پرسشنامه پاسخ دادند سپس با استفاده از اطلاعات بدست آمده از پرسشنامه‌ها، فرمول‌های آمار و نرم افزار SPSS، فاکتورهایی که به عنوان موانع اجرای روش NSM فرض شده بودند، به اثبات رسیدند.

۳-۳-روش اجرای پژوهش مدیریت ریسک

۳-۳-۱-روش نمونه گیری و حجم نمونه

جامعه آماری عبارت است ار تعدادی از عناصر مطلوب مورد نظر که حداقل دارای یک صفت مشخصه باشند. صفت مشخصه، صفتی است که بین همه عناصرجامعه آماری مشترک بوده و متمایز کننده جامعه آماری از سایر جوامع باشد[13]. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کلیه مهندسان و کارشناسان حاضر در چندین پروژه مقاوم سازی ساختمان های مختلف در کشور ایران بوده که دارای تجربه فعالیت حدود ۱۰سال در صنعت ساخت و مقاوم‌سازی پروژه‌های عمرانی را دارند.

برای انتخاب نمونه‌های آماری جهت استفاده از روش‌های تحلیلی آمار استنباطی، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده می‌شود و فرمول مورد استفاده در این تحقیق فرمول کوکران در نظر گرفته شده است. اندازه نمونه از طریق فرمول کوکران در حالت در دسترس بودن تعداد اعضا جامعه استفاده می‌شود که با توجه به اینکه مقدار خطا با پارامتر d نشان داده شده است، تعداد نمونه برمبنای فرمول شماره ۱ محاسبه می گردد.

$$n=\frac{\frac{Z^2pq}{d^2}}{1+\frac{1}{N}\left(\frac{z^2pq}{d^2}-1\right)}$$

رابطه ۱:

که هرکدام از پارامترها در فرمول مذکور عبارتند از:

n حجم نمونه

N حجم جامعه آماری

Z مقدار متغیر نرمال واحد استاندارد، که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۱/۹۶ می باشد.

P مقدار نسبت صفت موجود در جامعه است. اگر در اختیار نباشد می توان آن را ۰/۵ درنظر گرفت. در این حالت مقدار واریانس به حداکثر مقدار خود می رسد.

q درصد افرادی که فاقد آن صفت در جامعه هستند (q =1-p)

d درجه اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب معمولا d را ۰/۰۵در نظر می‌گیریم[13] .

در فرمول و با سطح اطمینان ۹۵٪ مقدار Z که از جدول نرمال استاندارد استخراج می‌گردد برابر ۱/۹۶ بوده و همچنین پارامترهای p و q برابر با ۰/۵ می‌باشد. در این شرایط تعداد نمونه مورد نیاز که با n نشان داده می‌شود برابر با ۴۶ می‌باشد.

با توجه به محدودیتی که شرکت‌ها در ارائه اطلاعات خود دارند برخی از افرادحاضر به پاسخگویی به سوالات این پرسشنامه نخواهند شد در هر صورت طبق قضیه حد مرکزی اگر تعداد پاسخ دهندگان بیش از ۳۰ نفر باشند، می‌توان تجزیه و تحلیل را انجام داد و نتایج را به جامعه توسعه داد.

۳-۲- جمع‌آوری داده‌ها

در پژوهش حاضر داده‌ها به روش میدانی و از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شده است. در روش میدانی، پرسشنامه یکی از متداولترین طرق جمع‌آوری اطلاعات است.

۳-۳- ویژگی‌های ابزار جمع‌آوری اطلاعات

در تعریف ابزار اندازه‌گیری می‌توان گفت: وسایلی هستند که محقق به کمک آنها قادر است اطلاعات مورد نیاز خود را گردآوری نماید[14]. به منظور جمع‌آوری داده‌ها، موانع اجرای روش NSM با توجه به مطالعات گذشته استخراج می‌شود. بر اساس مرور ادبیات انجام شده بر مقالات محققین و مباحث نظری در این زمینه و استفاده از دیدگاه‌های صاحب نظران و نیز مساعدت و راهنمایی استاد راهنما در زیر فاکتورهایی معرفی و پرسشنامه محقق ساخته شده و شامل مجموعه‌ای از پرسش‌ها که به صورت بسته (دارای مقیاس) طراحی گردید و پس از انجام آزمون‌های روایی و پایایی مورد تایید قرار گرفته و در جامعه آماری مورد بررسی توزیع شد.

این پرسشنامه شامل دو قسمت بود که در بخش اول پرسشنامه وضعیت جمعیت شناختی مانند سن، تحصیلات، سابقه کاری و جنسیت مورد بررسی قرار می‌گیرد و قسمت دوم به بررسی موانع بکارگیری روش NSM در پروژه‌های عمرانی پرداخته شد. در این بخش با کمک از ادبیات موضوعی موجود در این زمینه ۱۰ مانع اصلی بر سر بکارگیری روش NSM در پروژه های عمرانی استخراج شده و از کارشناسان و مدیران پروژه خواسته می‌شود که به سوالات پرسشنامه مذکور براساس مقیاس ۱ تا ۵ (۵= تأثیر خیلی زیادی دارد و ۱= تأثیر خیلی کمی دارد) پاسخ داده و آنها را رتبه‌بندی نمایند. این بخش به شناسایی مهم‌ترین عوامل مانع بکارگیری روش NSM در پروژه‌های ساخت کمک می‌کند.

مقیاس لیکرت به عنوان یکی از متداول ترین ابزار جمع آوری اطلاعات در تحقیقات پیمایشی مورد استفاده قرار می گیرد و عبارت است از مجموعه ای از پرسش‌های هدف دار که نظر، دیدگاه و بینش یک فرد پاسخگو را مورد سنجش قرار می‌دهد [14]. این مقیاس یک طیف ۵ مقداره می‌باشد که به هر گزینه مقداری بین ۱ تا ۵ را اختصاص می‌دهد.

جدول۱- نمره دهی به سوالات در طیف لیکرت

گزینه انتخابی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	بسیار زیاد
امتیاز	۱	۲	۳	۴	۵

۳-۴- روایی[1] ابزار تحقیق

سنجش روایی یکی از مهم‌ترین بخش‌های مطالعات پرسشنامه محور است. باید توجه داشت که بدون آگاهی از روایی ابزار اندازه‌گیری، نمی توان به دقت و درستی داده‌های حاصل از آن، اطمینان یافت [15]. موضوع روایی از آن جهت اهمیت دارد که اندازه گیری‌های نامناسب و ناکافی می تواند هر پژوهش علمی را بی ارزش و ناروا سازد. همان‌طور که گفته شد در واقع روایی با این سوال در ارتباط است که آیا ما همان چیزی را که در نظر داریم، اندازه گیری می کنیم؟[16].

در این پژوهش برای ارزیابی روایی محتوایی از نظر ده نفر از مهندسان عمران با سابقه بیش از 5 سال در این زمینه، در مورد میزان هماهنگی محتوای ابزار اندازه‌گیری و هدف پژوهش، استفاده شد.

به این ترتیب متخصصان ((مربوط بودن)) ، ((واضح بودن)) و ((ساده بودن)) هر سوال پرسشنامه را بر اساس یک طیف لیکرت چهار قسمتی مشخص کردند. متخصصان مربوط بودن هر سوال را از نظر خودشان از ۱(مربوط نیست)،۲(نسبتا مربوط است)،۳ (مربوط است)، تا (۴ کاملا مربوط) است مشخص نمودند. ساده بودن سوال نیز به ترتیب از ۱(ساده نیست)،۲(نسبتا ساده است)،۳(ساده است)،۴(ساده مربوط است) و واضح بودن سوال نیز به ترتیب از ۱(واضح نیست)،۲(نسبتا واضح است)،۳(واضح

[1] Validity

است)، تا ۴(واضح مربوط است)مشخص می‌شود و سپس شاخص روایی محتوایی (CVI) طبق دستور زیر محاسبه شد[17].

رابطه ۲:

$$CVI=\frac{\text{۱- نسبت تعداد ارزیابانی که به آیتم نمره ۳و۴ داده اند}}{\text{تعداد کل ارزیابان}}$$

حداقل مقدار قابل قبول CVI برابر با ۰/۷۹ است که در این پژوهش همه سوال‌ها این مقدار را کسب نمودند و لذا پرسشنامه پژوهش از نظر روایی محتوا تایید شد. بدین ترتیب پرسشنامه از نقطه نظر اینکه تا چه میزان سوالات طراحی‌شده شاخص‌های مورد نظر را به درستی می‌سنجند، مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از رفع اشکالات، فرم نهایی تهیه شد و پرسشنامه در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و نتایج استخراج گردید.

۳-۵- پایایی[2] ابزار تحقیق

پایایی به معنای آن است که پرسشنامه تا چه حد قابلیت تکرار دارد و اگر با همان واحد تحلیل مکرر به کار رود، نتایج یکسانی به دست می‌آید یا خیر؟ یکی از خصوصیات هر آزمون خوبی دارا بودن همسانی درونی و پایانی آن می‌باشد. برای اندازه گیری پایایی در این پژوهش از روش آلفای کرونباخ استفاده شد که یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌هاست. روش آلفای کرونباخ برای سنجش میزان سازگاری درونی گویه‌های یک شاخص، عمدتا برای پرسشنامه‌هایی به کار می‌رود که سوالات آن به صورت طیف طراحی شده و جواب‌های آن چندگزینه‌ای است. مقدار روش آلفای کرونباخ از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

رابطه ۳:

$$\alpha=\frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum_{i=1}^{k}s_i^2}{\sigma^2}\right] \quad -۲$$

که در آن k تعداد سوالات ، s_i^2 واریانس نمرات مربوط به سوال i ام و σ^2 واریانس جمع نمره‌های پاسخگو (واریانس کل شاخص) است .البته اگر به جای ماتریس واریانس- کواریانس، مقادیر ماتریس همبستگی برای ما مشخص باشد، در آن صورت مقدار آلفا از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است که برابر با مقدار استاندارد شده آلفا نیز می‌باشد:

رابطه۴:

$$\alpha=\frac{k\rho}{1+\rho(K-1)} \quad -۳$$

که در آن ρ میانگین ضرایب همبستگی بین سوالات پرسشنامه است. لازم به ذکر است که در خروجی نرم افزارSPSS زمانی که تمام سوالات، استاندارد شوند، مقدار استاندارد شده آلفا نیز ذکر می‌شود که باید در گزارش ارائه شود.

از میان ۵۰ پرسشنامه توزیع شده درمیان مدیران و کارشناسان شرکت ۴۶ مورد از آنها تکمیل و به دست ما بازگردانده شد و تعداد ۴ پرسشنامه به دلیل عدم همکاری افراد در تکمیل نمودن آن و یا ناقص بودن اطلاعات آنها، کنار گذاشته شد.

۳-۶- متدلوژی مراحل تحقیق

۳-۶-۱-آماراستنباطی و آزمون فرضیه‌ها

بعد از توصیف متغیرها وپاسخ‌های بدست آمده از جامعه آماری در این بخش به بررسی فرضیه‌های مطرح شده و آزمون آماری مورد استفاده در پژوهش پرداخته می‌شود تا با تحلیل یافته‌ها، صحت و سقم فرضیات از نظر آماری مورد بررسی قرار گیرد.

۳-۶-۲- بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف[3]

برای استفاده از تکنیک آماری ابتدا باید مشخص شود که داده‌های جمع آوری شده از توزیع نرمال برخوردار است یا غیرنرمال؟ چون در صورت نرمال بودن توزیع داده‌های جمع آوری شده برای آزمون فرضیه‌ها می توان از آزمون‌های پارامتریک استفاده نمود و درصورت غیرنرمال بودن از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده کرد .

آزمون کولموگروف–اسمیرنوف نرمال بودن توزیع داده‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که بیان گردید، اگر داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند امکان استفاده از آزمون پارامتریک وجود دارد و در غیر این صورت باید از آزمون ناپارامتریک استفاده کنیم. فرض نرمال بودن داده ها در آزمون کلموگرف اسمیرنف به صورت زیر می‌باشد.

$$\begin{cases} H_0: \text{داده ها از توزیع نرمال پیروی می کنند} \\ H_1: \text{داده ها از توزیع نرمال پیروی نمی کنند} \end{cases}$$

[2] Reliability

[3] Kolmogorov- Smirnov test

پس از تعیین نرمال و یا غیرنرمال بودن داده‌ها می توان از آزمون‌های پارامتریک و یا آزمون‌های ناپارامتریک استفاده کرد.
در این پژوهش درصورتیکه داده‌ها از توزیع نرمال پیروی کنند جهت بررسی اهمیت آن‌ها از آزمون پارامتریک T و در صورت غیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون استفاده می کنیم.

۳-۶-۴- آزمون پارامتریک T تک نمونه‌ای

این آزمون جهت انجام آزمون فرض پیرامون میانگین یک جامعه استفاده می‌شود. در بیشتر پژوهش‌هایی که با مقیاس لیکرت انجام می‌شوند جهت بررسی فرضیه‌های پژوهش و تحلیل سوالات تخصصی مربوط به آنها از این آزمون استفاده می‌شود.

$$\begin{cases} H_0 : \mu \geq 3 \\ H_1 : \mu \prec 3 \end{cases}$$

در این آزمون، چنانچه سطح معنی‌داری کم‌تر از مقدار خطا باشد، چنین استنباط می‌شود که میانگین جامعه مورد نظر مقدار آزمون‌شده نیست. حال برای دریافتن این موضوع که میانگین جامعه بالاتر از مقدار
در آزمون T یک نمونه‌ای چنان‌چه حد بالا و حد پایین هر دو مثبت باشند، بدین معنی است که میانگین جامعه در مورد آن متغیر بیش‌تر از مقدار مورد آزمون می‌باشد. همچنین چنان‌چه اولی مثبت و دومی منفی باشد، میانگین جامعه تقریبا مقدار آزمون است. هم‌چنین منفی‌بودن این دو مقدار، بدین معنی است که میانگین متغیر مورد نظر در جامعه کم‌تر از مقدار آزمون است و این متغیرها در جامعه‌ی مورد بررسی در سطح پایینی قرار دارند. روش دیگر سنجش براساس مقایسه میزان خطا با خطای مجاز است که در این تحقیق به کارگرفته شده است.

۳-۶-۵- آزمون ناپارامتریک ویل کاکسون تک نمونه‌ای

این آزمون نیز مانند آزمون T جهت انجام آزمون فرض پیرامون میانگین یک جامعه اســتفاده می‌شــود. آزمون میانگین یک جامعه بر مبنای توزیع ویل کاک سون یک آزمون ناپارامتریک می‌با شد که در آن به این مو ضوع پرداخته می‌شــود که میانگین یک جامعه، به چه میزان از یک مقدار ثابت بیش‌تر و یا کم‌تر ا ست. فر ضیه ی برر سی شده در این آزمون به صورت زیر می باشد.

$$\begin{cases} H_0 \\ H_1 \end{cases}$$

در این آزمون، چنانچه ســطح معنی‌داری کم‌تر از مقدار خطا باشــد، چنین استنباط می‌شود که میانگین جامعه مورد نظر مقدار آزمون‌شده نیست.
در آزمون ویل کاکســون یک نمونه‌ها روش‌های متفاوتی برای ســنجش وجود دارد ولی روش به کار گرفته شــده پژوهشــگران ســنجش براســاس مقایسه میزان خطا با خطای مجاز است.

۴- تجزیه و تحلیل یافته های پژوهش

۴-۱- جمع آوری داده ها

در این تحقیق پس از شنا سایی و تعیین جامعه ی آماری پر سشنامه های تولید شده در بین پا سخ دهندگان توزیع شد و سپس به ارزیابی داده های استخراج شده بر مبنای طیف لیکرت پرداخته شد.

۴-۱-۱- توصیف ویژگی های جمعیت شناختی نمونه های آماری

به طور کلی ۴۶ نفر از خبرگان در صنعت ساخت به سوالات پر سشنامه پا سخ داده‌اند. در جدول ذیل م شخ صات پا سخ دهندگان بر مبنای سن، تحصیلات، سابقه کاری و جنسیت ارائه می شود.

جدول۲- ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه آماری

ردیف	ویژگی	مقدار	فراوانی	درصد
۱	سن	کمتر از ۳۰ سال	۱۴	۳۰
		بین ۳۱ تا ۴۰ سال	۲۳	۵۰
		بین ۴۱ تا ۵۰ سال	۷	۱۵
		بیشتر از ۵۰ سال	۲	۵
۲	میزان تحصیلات	کارشناس	۳۴	۷۴
		کارشناس ارشد	۹	۲۰
		دکترا	۳	۶
۳	سابقه کاری	کمتر از ۹ سال	۱۶	۳۵
		۹-۱۷ سال	۲۱	۴۶
		۱۷-۲۵ سال	۵	۱۱
		۲۵-۳۳ سال	۳	۶
		بالاتر از ۳۳	۱	۲
۴	جنسیت	مرد	۳۹	۸۵
		زن	۷	۱۵

۴-۲- تحلیل توصیفی داده‌ها

در ادامه به بررسی توصیفی داده‌های گردآوری شده در پرسشنامه خواهیم پرداخت. در این بخش از تحقیق ابتدا پاسخ‌های هر یک از پرسش‌ها را مورد ارزیابی قرار دادیم و در ادامه پاسخ پرسش‌ها را به طور کلی ارزیابی کردیم.

جدول۳- تحلیل توصیفی داده های پرسشنامه شناسایی موانع اجرای **NSM**

فاکتورها	جامعه آماری	دامنه	کمترین	بیشترین	میانگین
مدت زمان بیشتر اجراء	۴۶	۴	۱	۵	۳/۵۰
کمبود افراد خبره	۴۶	۴	۱	۵	۴/۳۰
حجم بالای عملیات اجرایی	۴۶	۴	۱	۵	۳/۷۱
عدم اطلاع کارفرمایان،مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود این روش	۴۶	۴	۱	۵	۴/۵۲
پیچیدگی محاسبات	۴۶	۴	۱	۵	۳/۷۸
حجم بالای محاسبات	۴۶	۴	۱	۵	۳/۵۲
نبود امکان ایجاد پوشش موردنیاز(۷-۵سانتی متر)روی میلگردها	۴۶	۴	۱	۵	۳/۵۶
سختی تهیه میلگرد FRP مورد نیاز در این روش	۴۶	۴	۱	۵	۳/۶۵
هزینه اجرای بالا	۴۶	۴	۱	۵	۳/۶۳
جداشدگی FRP به همراه رویه بتنی	۴۶	۴	۱	۵	۳/۶۰

جدول۴- مجموعه ی داده‌های پرسشنامه شناسایی موانع اجرای NSM

گزینه های معتبر	تعداد تکرار	درصد	درصد معتبر	درصد تجمعی
۱	۲۸	۶,۱	۶,۱	۶,۱
۲	۴۵	۹,۸	۹,۸	۱۵,۹
۳	۹۳	۲۰,۲	۲۰,۲	۳۶,۱
۴	۱۲۸	۲۷,۸	۲۷,۸	۶۳,۹
۵	۱۶۶	۳۶,۱	۳۶,۱	۱۰۰/۰
کل	۴۶۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰	

۴-۳- بررسی پایایی سوالات شناسایی موانع اجرای NSM

همانطور که در قسمت‌های قبل عنوان شده، بررسی کیفیت پرسشنامه و مطلوبیت آن منوط به بررسی روایی و پایایی، آزمون‌هایی در نظر گرفته خواهد بود. برای پایایی پرسشنامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شد و در صورتی که آلفای کرونباخ ۰/۷ یا بیشتر باشد، پرسشنامه از پایایی قابل قبولی برخوردار بوده و می توان از بابت همبستگی درونی سوالات مطمئن بود. ولی اگر آلفای کرونباخ عددی کمتر از ۰/۷ بدست آید بهتر است سوالاتی که با سایر سوالات همبستگی کمتری دارد شناسایی و از مجموعه سوالات حذف گردد تا مقادیر آلفا افزایش یابد. پس از جمع آوری اطلاعات از طریق جمع آوری پاسخ‌های داده شده به پرسشنامه، آلفای کرونباخ را با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه شد. همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌گردد آلفای کرونباخ کلیه سوالات پرسشنامه فوق ۰/۷۹۴ است که مقداری بالاتر از ۰/۷ دارد. لذا پایایی پرسشنامه قابل قبول می‌باشد.

جدول۵- آلفای کرونباخ تمامی فاکتورهای پرسشنامه شناسایی موانع اجرای NSM

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
VAR00001	94/71	124/892	0/418	0/782
VAR00002	94/37	130/958	0/315	0/787
VAR00003	94/53	128/254	0/359	0/785
VAR00004	94/45	128/333	0/456	0/781
VAR00005	94/71	127/712	0/397	0/783
VAR00006	94/84	127/135	0/453	0/781
VAR00007	94/47	129/094	0/305	0/787
VAR00008	94/78	126/933	0/417	0/872
VAR00009	94/80	130/121	0/339	0/786
VAR00010	94/75	128/354	0/382	0/784

۴-۴- آزمون نرمال بودن داده‌ها

در پژوهش با توجه به این که فرضیه ها از نوع رابطه‌ای می باشند، لذا ابتدا باید نرمال بودن داده‌ها بررسی شود تاپس از آن آزمون مناسب جهت بررسی فرضیه‌های رابطه‌ای انتخاب شود. آزمون کولموگروف - اسمیرنوف به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد که در آن:

فرض صفر (H_0): نوع توزیع رتبه‌بندی در نمونه‌ها یکسان است (داده‌ها نرمال هستند).

فرض صفر (H_1): نوع توزیع رتبه‌بندی در نمونه‌ها یکسان نیست (داده ها نرمال نیستند).

فرمول آزمون کولموگروف -اسمیرنوف عبارت است از:

رابطه ۵:

$$D_C = Max\frac{|F(n_i) - F(n_{ith})|}{n}$$

تابع توزیع تجمعی مورد انتظار $= \frac{|F(n_{ith})|}{n}$

تابع توزیع تجمعی مشاهده شده $= \frac{|F(n_i)|}{n}$

برای تعیین نرمال بودن داده‌ها همانطور که بیان گردید از آزمون کلموگروف–اسمیرنف(K-S) استفاده می‌کنیم. این آزمون در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام گرفته است. در صورتی که مقدار p-value (یا همان Sig) این آزمون کمتر از ۰/۰۵ شود فرض نرمال بودن داده‌ها رد می‌گردد و در غیر این صورت فرض نرمال بودن تایید می‌شود. نتایج این آزمون در ذیل گزارش شده است.

جدول۶- نتایج آزمون کلموگروف– اسمیرنف پرسشنامه شناسایی موانع اجرای NSM

فاکتورها	اندازه‌ی جامعه	آمار توزیع نرمال	معیار تصمیم	نرمال و غیرنرمال بودن
مدت زمان بیشتر اجراء	۴۶	۱/۴۴۴	۰/۰۳۱	غیر نرمال
کمبود افراد خبره	۴۶	۱/۷۴۰	۰/۰۰۵	غیر نرمال
حجم بالای عملیات اجرایی	۴۶	۱/۲۸۲	۰/۰۷۵	نرمال
عدم اطلاع کارفرمایان،مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود این روش	۴۶	۲/۳۶۱	۰/۰۰۰	غیر نرمال
پیچیدگی محاسبات	۴۶	۱/۷۸۸	۰/۰۰۳	غیر نرمال
حجم بالای محاسبات	۴۶	۱/۴۳۱	۰/۰۳۳	غیر نرمال
نبود امکان ایجاد پوشش موردنیاز(۷–۵سانتی متر)روی میلگردها	۴۶	۱/۴۹۴	۰/۰۲۳	غیر نرمال
صعبوت تهیه میلگرد FRP مورد نیاز در این روش	۴۶	۱/۶۱۲	۰/۰۱۱	غیر نرمال
هزینه اجرای بالا	۴۶	۱/۲۶۰	۰/۰۸۳	نرمال
جداشدگی FRP به همراه رویه بتنی	۴۶	۱/۶۶۶	۰/۰۰۸	غیر نرمال

با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون فوق، از آنجا که مقدار p-value حجم بالای عملیات اجرایی و هزینه اجرای بالا بیشتر از ۰/۰۵ بوده در نتیجه فرض نرمال بودن این داده‌ها رد نمی‌گردد و این متغیرها نرمال می‌باشند. همچنین از آنجا که مقدار p-value بقیه عوامل کمتر از ۰/۰۵ می باشد فرض نرمال بودن داده‌های این متغیرها رد می گردد.

۴-۵- آزمون‌های آماری

در این بخش جهت ارزیابی فاکتورهای موجود بر سر اجرای مدیریت ریسک و میزان اهمیت آنها بر طبق آنچه در فصل قبل گفته شد، با استفاده از دو آزمون T و ویلکاکسون، میزان تاثیرگذار بودن فاکتورها را مورد ارزیابی و بررسی قرار می‌دهیم. در مورد فاکتورهایی که دارای توزیع غیرنرمال بود آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون و در مورد فاکتورهای که دارای توزیع نرمال بود از آزمون پارامتریک T استفاده شد. نتایج این آزمون‌ها در جدول ذیل گزارش گردیده است.

جدول۷-نتایج آزمون ویلکاکسون برای پرسشنامه شناسایی موانع اجرای NSM

فاکتورها	اندازه جامعه	اندازه جامعه مورد آزمون	آماره ویلکاکسون	سطح معناداری آزمون	میانه تخمین زده شده
مدت زمان بیشتر اجراء	۴۶	۳۵	۵۶۲	۱	۴
کمبود افراد خبره	۴۶	۴۰	۶۱۶	۰/۹۹۷	۳/۵
جداشدگی FRP به همراه رویه بتنی	۴۶	۳۶	۴۸۶	۰/۹۹۲	۳/۵
عدم اطلاع کارفرمایان،مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود این روش	۴۶	۳۶	۵۹۰	۱	۴
پیچیدگی محاسبات	۴۶	۳۵	۴۸۵/۵	۰/۹۹۷	۳/۵
حجم بالای محاسبات	۴۶	۳۵	۴۶۵	۰/۹۹۳	۳/۵
نبود امکان ایجاد پوشش موردنیاز(۷-۵سانتی متر)روی میلگردها	۴۶	۳۲	۴۲۰	۰/۹۹۸	۳/۵
صعبوت تهیه میلگرد FRP مورد نیاز در این روش	۴۶	۳۶	۵۹۵/۵	۱	۴

جدول۸- نتایج آزمون T برای پرسشنامه شناسایی موانع اجرای NSM

متغییر	جامعه آماری	میانگین	انحراف معیار	میانگین انحراف معیار	Tجدول	T محاسباتی	سطح معناداری آزمون
هزینه اجرای بالا	۴۶	۳/۴۹	۱/۱۳۸	۰/۱۵۹	۳/۷۵۷	۳/۰۸	۰/۹۹۸
حجم بالای عملیات اجرایی	۴۶	۳/۵۲۹	۱/۱۳۸	۰/۱۵۹	۳/۷۹۶	۳/۳۲	۰/۹۹۹

به منظور بررسی و پاسخ به این سوال از آزمون میانگین یک جامعه استفاده گردید، استناد به نمرات بدست آمده از نمونه و انجام آزمون T و ویل کاکسون یک نمونه‌ای نتایج تحلیل در بالا نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقدارسطح معناداری آزمون (P-value یا بعبارتی Sig) از مقدار خطای ۰/۰۵ بزرگتر می باشد، لذا فرض صفر مبنی براینکه میانگین تاثیرگذاری فاکتورهای در نظر گرفته شده بزرگتر از ۳ می باشد تایید گردیده است.

به طور کلی نتایج آزمون‌ها به ازای تمامی فاکتورهای تاثیرگذار به عنوان موانع اجرای NSM نشان می‌دهند. P-value آزمون‌ها به ازای تمامی متغیرها از ۰/۰۵بیشتر می‌باشد که این مقادیر نشان می‌دهد میانگین فاکتورها از مقدار ۳ بیشتر می‌باشد و این نشان دهنده‌ی تاثیرگذار بودن فاکتورهای در نظر گرفته شده به عنوان موانع اجرای NSM می باشند.

۵- بحث

امروزه از روش NSM کمتر از روش EBR برای مقاوم‌سازی تیرهای بتن آرمه استفاده می‌شد ولی به دلیل استفاده‌ی بیشینه از مقاومت کششی FRP در روش NSM، عملکرد روش NSM بهتر از روش EBR است. لذا در این پژوهش، پرشسنامه‌ای حاوی موانع اجرای روش NSM تهیه شد و بین متخصصین مقاوم سازی توزیع شد. پس از جمع آوری پرسشنامه‌ها و استفاده از اطلاعات آن‌ها، به کمک فرمول‌ها و روشهای آماری به تجزیه و تحلیل اطلاعات پرداخته شد و در نهایت هر ده عامل که در ابتدا به عنوان موانع اجرای NSM فرض شده بودند، به اثبات رسیدند و فاکتور عدم اطلاع کارفرمایان و مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود روش NSM به عنوان فاکتوری به بیشترین تاثیر را در عدم اجرای روش NSM دارد، اعلام شد.

۶- نتیجه گیری

در این قسمت از پژوهش، حاصل کار، یعنی آنچه که در قسمت تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق بدست آمده است، به صورت خلاصه مورد بحث قرار می گیرد.

جهت انجام این پژوهش در ابتدا به بیان کلیات اجرای مراحل تحقیق شامل جامعه آماری مورد بررسی، تعداد نمونه در نظر گرفته شده، آزمون های آماری و غیره پرداخته شد، سپس پرسشنامه‌ای حاوی فاکتورهایی به عنوان موانع اجرای روشNSM تهیه و توزیع گردید، این فاکتورها عبارت بودند از:

مدت زمان بیشتر اجراء، کمبود افراد خبره، حجم بالای عملیات اجرایی، عدم اطلاع کارفرمایان و مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود این روش، پیچیدگی محاسبات، حجم بالای محاسبات، نبود امکان ایجاد پوشش موردنیاز(۷-۵سانتی متر) روی میلگردها، دشواری تهیه میلگرد FRP مورد نیاز در این روش، هزینه اجرای بالا و جداشدگی FRP به همراه رویه بتنی.

در ادامه پس از جمع آوری پرسشنامه‌ها، محاسبات آماری دقیق صورت گرفت و نتایج حاصل از پژوهش به شرح زیر بیان می گردد:

با توجه به این که فاکتورهای فوق، در تمامی آزمون های آماری، مقدار آمار آزمونشان در محدوده قابل قبول قرار گرفتند، هر ده عامل که در ابتدا به عنوان موانع اجرای NSM فرض شده بودند، به اثبات رسیدند و مورد تایید قرار گرفتند.

فاکتورهای مدت زمان بیشتر اجراء، کمبود افراد خبره، عدم اطلاع کارفرمایان و مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود روش NSM،

پیچیدگی محاسبات، حجم بالای محاسبات، نبود امکان ایجاد پوشش موردنیاز(۷-۵سانتی متر) روی میلگردها، صعبوت تهیه میلگرد FRP مورد نیاز در روش NSM و جداشدگی FRP به همراه رویه بتنی، با توجه به نرمال نبودن آنها، از طریق آزمون ویلکاکسون به اثبات رسیدند و فاکتورهای حجم بالای عملیات اجرایی و هزینه اجرای بالا به دلیل نرمال بودن آنها، از طریق آزمون T به اثبات رسیدند.

همچنین با توجه به ستون میانگین از جدول شماره ی ۳، به دلیل این که میانگین عددی فاکتور عدم اطلاع کارفرمایان و مشاوران و پیمانکارن در زمینه وجود روش NSM از همه ی فاکتور ها بیشتر است، پس این فاکتور بیشترین تاثیر را به عنوان عدم اجرای روش NSM دارد.

۷- منابع

[1] Stackpole CS. A User's Manual to the PMBOK Guide. John Wiley & Sons; 2013.

[2] Potts k. Construction Cost Management, Taylor & Francis, 2008: 306.

[3] Tang WC, Balendran RV, Nadeem A, Leung HY. Flexural strengthening of reinforced lightweight polystyrene aggregate concrete beams with near-surface mounted GFRP bars. Building and environment. 2006; 41(10): 1381-93.

[4] Wang B, Teng JG, De Lorenzis L, Zhou LM, Ou J, Jin W, Lau KT. Strain monitoring of RC members strengthened with smart NSM FRP bars. Construction and Building Materials. 2009; 23(4): 1698-711.

[5] کریمی، محمد سعید؛ ناصری، مهران. بررسی عددی رفتار تیرهای خمشی بتن مسلح تقویت شده با CFRP به دو روش چسباندن و نزدیک سطحی NSM، سومین کنفرانس بین المللی بتن و توسعه، تهران، ۱۳۸۸.

[6] Barros JA, Dias SJ. Near surface mounted CFRP laminates for shear strengthening of concrete beams. Cement and Concrete Composites. 2006; 28(3): 276-92.

[7] De Lorenzis L, Nanni A. Shear strengthening of reinforced concrete beams with near-surface mounted fiber-reinforced polymer rods. Structural Journal. 2001; 98(1): 60-8.

[8] Asplund SO. Strengthening bridge slabs with grouted reinforcement. In Journal Proceedings 1949; 45 (1), 397-406.

[9] Khalifa A, Alkhrdaji T, Nanni A, Lansburg S. Anchorage of surface mounted FRP reinforcement. Concrete International-Detroit-. 1999; 21: 49-54.

[10] Barros JA, Fortes AS. Flexural strengthening of concrete beams with CFRP laminates bonded into slits. Cement and Concrete Composites. 2005; 27(4): 471-80.

[11] De Lorenzis L, Nanni A. Shear strengthening of reinforced concrete beams with near-surface mounted fiber-reinforced polymer rods. Structural Journal. 2001; 98(1): 60-8.

[12] Hajihashemi A, Mostofinejad D, and Azhari, M. Srengthening of RC structures Using Anchored Prestressed Near Surface Mounted FRP Bars, Proceeding of Eccomas Thematic Conference on Computational Methods in structural and Engineering; 2007 June; Greece. 1023-35.

[13] آذر، عادل؛ مومنی، منصور. آمار و کاربرد آن در مدیریت، جلد ۱، انتشارات سمت، ایران چاپ هفدهم، ۱۳۹۰.

[14] حافظ نیا ،محمدرضا. مقدمه ای بر روش تحقیق در علوم انسانی ، انتشارات سمت ، تهران چاپ هشتم، ۱۳۸۹.
[15] سکاران، اوما، روشهای تحقیق در مدیریت، ترجمه: محمد صائبی و محمود شیرازی، تهران، مرکز آموزش مدیریت دولتی ریاست جمهوری، چاپ دهم، ۱۳۹۱.
[16] خاکی، غلامرضا. روش تحقیق در مدیریت، انتشارات بازتاب، تهران، چاپ سوم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ۱۳۸۷.
[17] سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ حجازی، الهه. روش های تحقیق در علوم رفتاری ، ویرایش اول ، چاپ بیست و پنجم، ۱۳۹۲.