مطالعه روش های مقاوم سازی لرزه ای ساختمان های بتن مسلح واقع در شهرستان کازرون با استفاده از روش TOPSIS

دریافت مقاله: ۱۳۹۶-۱۱-۲۰
پذیرش مقاله: ۱۳۹۷-۴-۲۴

محمدرضا احسان دوست *
کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاداسلامی،واحدکازرون،باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان،کازرون،ایران
e.ehsandoost20@gmail.com

آریانپور، یاسر
دانشجوی دکترا و معاونت آموزشی موسسه آموزش عالی لیان، موسسه آموزش عالی لیان - دانشکده مهندسی.بوشهر.ایران
yaser.a@yahoo.com

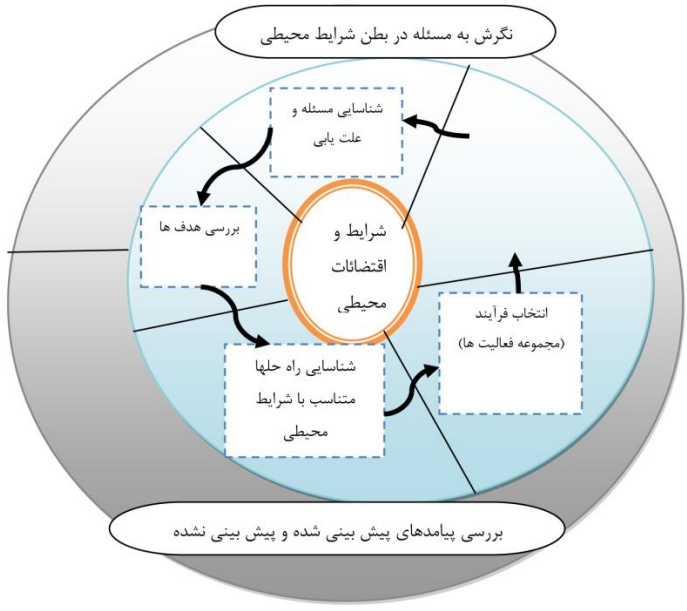
چکیده:
بطورکلی دلایل مختلفی برای مقاوم سازی سازه ها وجود دارد از جمله آنها می توان به ساختمان های آسیب دیده در اثر وقوع زلزله و ساختمان هایی که به دلیل تغییر ضوابط آئین نامه مقاومت کافی ندارند ویا ساختمان هایی که کاربری آنها تغییر داده شده است ،اشاره کرد در این راستا مهندسین و محققین کشور درتلاش هستند تا با استفاده از روش های محاسباتی، بهترین راه حل را با کمترین هزینه و بالاترین ضریب اطمینان بدست آورند. با توجه به این که برخی از سازه های موجود در شهرستان کازرون ویژگی های یک سازه مقاوم در برابر زلزله را ندارند، و بیشتر آنها مطابق با آئین نامه ویرایش دوم زلزله ایران و قبل از آن ساخته شده اند، لازم است نسبت به بررسی آنها، اقدام شود تا در ادامه با راه حل های مناسب، بهسازی در آن صورت گیرد. در این پژوهش، در ابتدا به تحلیل و بررسی روش های مقاوم سازی لرزه ای ساختمان های متعارف بتن مسلح که در شهرستان کازرون مورد مطالعه قرار گرفته و پس از آن با استفاده از نظر متخصصین و توزیع و جمع آوری و تحلیل پرسشنامه هدفمند و روش TOPSIS به اولویت بندی روش مناسب برای مقاوم سازی لرزه ای ساختمان های بتن مسلح متعارف در شهرستان کازرون پرداخته شده است. نتایج این پژوهش نشان دهنده این است که از اولویت های مهم مقاوم سازی ساختمان های بتن مسلح متعارف در شهرستان کازرون روش های غلاف فولادی، غلاف بتن مسلح و دیوار برشی بتن مسلح و استفاده از FRP است.

کلمات کلیدی: ساختمان بتن مسلح، بهسازی و مقاوم سازی، TOPSIS،شهرستان کازرون

۱-مقدمه

زلزله مـی توانـد یکـی از اثرگـذارترین پدیـده هـای طبیعـی در زنـدگی و رفتـار مـردم یـک جامعـه باشد.کشـور ایـران نیـز بـه علـت واقـع شـدن بـر روی کمربنـد لـرزه ای آلـپ-هیمالیـا درگیـر ایـن مسـئله بـوده و زلزلـه هـای بزرگـی را تـاکنون تجربـه کـرده اسـت.زلزله بم،منجیل،طبس،زرنـد و نظـایر آن مـی توانـد موییـد ایـن گفتـار باشـد.باتوجه بـه آنچـه گفتـه شـد لـزوم داشـتن سـاختمان هـای مقـاوم کـه در سـطح عملکـرد مناسـب توانـایی بـه حـداقل رسـاندن خسـارت جـانی و مـالی هنگـام زلزلـه را داشـته باشـند،امری ضـروری بـوده و یکـی از مهـم تـرین چـالش هـای مهندسـین سـازه در دهـه هـای اخیـر بـه شمارمی رود.آیین نامـه هـای متعـددی نیـز بـه همـین منظـور تهیـه شـده انـد.(۱)اسـتفاده از سـاختمان هـای بـتن مسـلح از چند دهه پیش در کشـور مـا متـداول بـوده اسـت. بسـیاری از سـاختمان هـای موجـود زمـانی طراحـی و اجـرا شـده انـد، کـه مبـانی طراحـی لـرزه ای بـه خـوبی شـناخته شـده نبـوده اسـت . آئـین نامـه هـا ، دسـتورالعمل هـای مشخصـی و اسـتاندارد ۲۸۰۰ یا وجود نداشته و یا در صورت وجود، بـه دلیـل نـو پـا بـودن بـه صـورت الـزام آور اجـرا نمـی شـده ، لـذا ایـن سـاختمان ها دارای مقاومت، سختی و شکل پذیری کافی برای پاسخ به نیازهای لرزه ای نیستند(۲-۳).

در حالت کلی دو روش برای افـزایش ظرفیـت لـرزه ای سـازه هـا وجـود دارد .مـی تـوان کـل سـازه را بـا اضـافه کـردن اعضـای جدید همانند دیوار برشی فولادی یـا بـتن مسـلح، مهاربنـد فـولادی، دیوارهـای پرکننـده، کابـل هـای پـس تنیـده، میراگرهـا و غیره تقویـت نمـود و یـا اینکـه بـا تـرمیم و تقویـت اعضـای موجـود هماننـد اسـتفاده از پوشـش هـای FRP و سـایر روش هـای مرسوم برای تقویت موضعی تیرها و سـتون هـای بـتن مسـلح آسـیب پـذیر و نیازمنـد بـه تقویـت اسـتفاده کـرد .البتـه لازم بـه ذکـر اسـت، روش منحصـر بـه فـردی بـرای رسـیدن بـه پاسـخ سـازه ای قـانع کننـده وجـود نـدارد و الگوهـای مقـاوم سـازی متفاوتی را می توان برای تقویت یـک سـازه خـاص بـه کـار بـرد .ولـی در تمـامی روش هـا، معمـولاً اهـداف و معیارهـا افـزایش اسـتحکام و مقاومـت سـازه هـا، افـزایش انعطـاف پـذیری و شـکل پـذیری و یـا مجموعـه ای از دو خاصـیت مـذکور دنبـال مـی گردد که اهمیت هـر یـک از معیارهـای فـوق بـه منظـور انتخـاب روش تـرمیم بسـتگی بـه اهمیـت، ارتفـاع، مقاومـت و انعطـاف پـذیری سـازه و همچنـین پـلان مربوطـه دارد.(۴)انتخـاب روش هـای مقـاوم سـازی بسـتگی بـه پارامترهـای متعـددی از جملـه نـوع سیسـتم بـاربر قـائم و جـانبی،نوع مصـالح،فناوری موجـودونیروی کـار مـاهر دارد. در فرآینـد اتخـاذ تصـمیم هـای سازمانی، مدیران معمولاً بـرای پیـروی از عقلانـی بـودن رویکردهـا، مسـئله پـیش روی خـود را تعریـف و تمـام حقـایق آن را بـا توجه به افق زمانی، سطح پوشـش و حساسـیت گـردآوری مـی کننـد .راهکارهـا را تنظـیم و آنهـا را اولویـت بنـدی مـی کننـد، سپس یکی از راهکارها را که با شـرایط، توانمنـدی هـا، امکانـات و زمـان تطـابق پیـدا مـی کنـد انتخـاب مـی کننـد و بـه اجـرا در مـی آورنـد .اساسـاً در شناسـایی مسـائل دو نـوع طـرز تفکـر خطـی(تحلیلـی تجزیـه مـدار)و طـرز تفکـر غیرخطـی (سیستمی)که منجر به تدوین مدل باز تصمیم گیری با تعامل با محیط می شود،وجود دارد(شکل۱).



شکل (۱)- نگرش طرز تفکر سیستمی(۵)

هدف از انتخاب راه کار، حل مسئله برای رسیدن به هدف های از پیش تعیین شده است .تصمیم یک پایان نیست، بلکه فقط ابزاری برای نیل به پایان (هدف)است. که تصمیم گیر، راهکاری را انتخاب می کند که او را به هدف برساند . بنابراین، این انتخاب را نباید به منزله یک عمل مجزا تلقی کرد.اگر این طور باشدکه عواملی که منجر به اخذ تصمیم و هدایت آن می شود احتمالاً کنار گذاشته خواهند شد .به ویژه اینکه، مراحل تصمیم گیری باید، اجرا، کنترل و ارزشیابی آثار راه کارها را هم شامل شوند .نقطه حساس و با اهمیت این است که تصمیم گیری یک عمل مکانیکی نیست، بلکه یک فرآیند پویاست .در حالی که اکثر مدیران راه کارهایی انتخاب می کنند که دستیابی به آنها به زیان هدف های دیگر منجر می شود .عوامل متعددی در انتخاب تکنیک مقاوم سازی تاثیر دارند که در زیر به بخشی از آنها می پردازیم:

الف- ارزش سازه در مقابل اهمیت آن

ب-نیروی انسانی موجود.

پ-طول مدت اجرا یا زمان عدم استفاده.

ت-تکمیل و تقویت براساس عملکرد مورد نظر کارفرما .

ث- توجه به تناسب زیبا شناسی (معماری).

ج- تداخل برگشت پذیری.

چ- کنترل کیفی سطح عملکرد .

ح- اهمیت تاریخی و سیاسی سازه .

خ- سازگاری روش مقاوم سازی باسیستم سازه ای موجود .

د- نامنظمی در سختی،مقاومت و شکل پذیری.

ذ- مواد ترمیمی و روش های موجود مقاوم سازی.

۲- بررسی روش های مقاوم سازی و بهسازی لرزه ای ساختمانهای بتن مسلح

۲-۱)تقویت سازه با اضافه کردن اعضای جدید

الف) اضافه کردن دیوار برشی

دیوارهـای برشـی بـه لحـاظ دارا بـودن سـختی و مقاومـت زیـاد، در برابـر نیروهـای جـانبی و مهمتـرین عنصـر مقـاوم سـازه در برابر نیروهای جانبی می باشـند .بـه عبـارت دیگـر افـزایش تعـداد دیوارهـای برشـی از روش هـای مناسـب بـرای تقویـت سـازه موجود در برابر زلزله و بهبود رفتار آن اسـت .اسـتفاده از دیواربرشـی بتنـی بـا توجـه بـه وزن بـالایی کـه بـه سـازه تحمیـل مـی کنند و حجم بالایی که دارد بـرای مقـاوم سـازی سـاختمان هـای کوتـاه مرتبـه توصـیه مـی شـود .در ایـن حالـت بـرش پایـه افزایش یافته و به دلیـل افـزایش فشـار، تقویـت شـالوده سـازه موجـود زیـر دیـوار برشـی اضـافه شـده هزینـه بـالایی را در پـی دارد. اسـتفاده از دیـوار برشـی فـولادی بـه دلیـل زمـان نصـب و سـاخت از لحـاظ اقتصـادی مزایـایی دارد و همچنـین هزینـه تقویت سایر اجزاء سـاختمان نظیـر شـالوده را چنـدان تحـت تـأثیر قـرار نمـی دهـد .امـا یکـی از معایـب ایـن دیوارهـای برشـی فولادی کمانش موضعی یا کلـی در نـواحی فشـاری اسـت کـه مقاومـت برشـی، سـختی و ظرفیـت اسـتهلاک انـرژی را کـاهش مـی دهـد کـه بـرای جلـوگیری از ایـن کمـانش، سـخت کننـده بـه آن اضـافه کـرده کـه باعـث افـزایش هزینـه هـای سـاخت می‌گردد(۴).

ب)اضافه کردن بادبندهای فولادی

اضـافه شـدن بادبنـدهای هـم محـور و بـرون محـور فـولادی بـه قـاب هـای بـتن مسـلح باعـث افـزایش مقاومـت جـانبی قـاب مـی‌گـردد .بادبنـدها بـه حالـت هـای فشـاری، کششـی و بـه اشـکال V، X (Chevron) و زانـویی اجـرا مـی گردنـد. اصـولاً بادبندهای کششـی نسـبت بـه بادبنـدهای فشـاری در سـیکل هـای متنـاوب بارگـذاری، رفتـار لـرزه ای بهتـری داشـته و حلقـه های هیسـترزیس آنهـا باریـک شـدگی کمتـری داشـته و افـت سـختی کمتـری دارنـد .مزایـای ایـن روش عبارتنـد از :افـزایش مقاومت و شکل پذیری سـازه، اعمـال وزن کمتـر بـه سـازه، امکـان اسـتفاده از بازشـو و پنجـره در قـاب بادبنـدی شـده، اجـرای نسبتاً آسـان و کنتـرل کیفیـت سـاده تـر مـی باشـد. عیـب روش فـوق عـدم اتصـال مناسـب بـین بادبنـد فـولادی و قـاب بـتن مسلح است که اتصال را حـین زلزلـه آسـیب پـذیر مـی سـازد .در صـورتی کـه در اعضـای فشـاری بادبنـد کمـانش اتفـاق نمـی افتـد و امکـان تشـکیل مفصـل خمیـری فشـاری فـراهم مـی گـردد، یعنـی رفتـار ایـن اعضـا در کشـش و فشـار یکـی شـوند، اعضای مهاری می توانند در کشش و فشـار بـه تسـلیم برسـند .در مقـاوم سـازی قـاب هـای بـتن مسـلح بـه کمـک بادبنـدهای فـولادی مشـخص شـد کـه بادبنـدهای فـولادی مـی تواننـد تـا ۹۰ درصـد ظرفیـت بـاربری جـانبی سـازه را ارتقـا ببخشـد و مهمترین نکته که بایـد مـورد توجـه قـرار گیـرد نـوع اتصـال مهاربنـد بـه قـاب مـی باشـد کـه بـالاترین تـأثیر را روی عملکـرد مهاربند می گذارد(۶).

ج- اضافه کردن میراگرها

اضافه کردن میراگرها سبب می شود میرایـی افـزایش یافتـه و باعـث کـاهش دامنـه نوسـان و بـه دنبـال آن کـاهش پاسـخ لـرزه ای سازه شود .معمولاً میراگرها روی بادبند، بین بادبند، تیر، بین دیوارها یا بین دیوار و تیر نصب می شوند.

۲-۲)تقویت سازه با ترمیم اعضای موجود به وسیله ورق های FRP

FRP[1] نوعی ماده کامپوزیت متشـکل از دو بخـش فیبـر یـا الیـاف تقـویتی اسـت کـه بـه وسـیله یـک مـاتریس رزیـن از جـنس پلیمر احاطه شده است .فیبرهای تشکیل دهنـده مـی تواننـد در یـک راسـتا یـا دو راسـتای عمـود بـر هـم قـرار داشـته باشـند . به طـور کلـی FRP هـا بـه دو شـکل ورقـه هـای FRP و میلگردهـایFRP وجـود دارنـد و بـراین اسـاس فیبـر تشـکیل دهنـدهٔ آن بـه دسـته هـای CFRP بـا الیـاف از جـنس کـربن، GFRP بـا الیـاف از جـنس شیشـه و AFRP بـا الیـاف از جـنس آرامیـد هسـتند..از آنجـایی کـه در قریـب بـه اتفـاق سـاختمان هـا تنهـا یـک بـار عملیـات مقـاوم سـازی صـورت مـی گیـرد، انتخـاب بهترین روش با توجه به نیاز سـاختمان بسـیار حـائز اهمیـت اسـت .در مقـاوم سـازی سـاختمان هـا روش کـاملی وجـود نـدارد و تمـام روش هـا دارای محاسـن و معـایبی هسـتند کـه بـرای انتخـاب هـر کـدام از آنهـا بایـد عـلاوه بـر محاسـن، بـه معایـب و

---

[1] *Fiber Reinforced polymer or plastic*

محدودیتهای آنها نیز توجه شود .در زمینه روش های مختلف مقاوم سازی ساختمان های بتنی تحقیقات بسیاری انجام شده است .به عنوان مثال می توان به نتایج محققانی که با استفاده از الیاف تقویت کننده پلیمری در ستون های بتن مسلح باعث می شود که ۱۹ درصد افزایش مقاومت و افزایش شکل پذیری به میزان 38 درصد منجر شود و بدینوسیله باعث هدایت نقطه شکست سازه از داخل ستون ها به داخل تیرها می شود(۷).

۳-مروری بر تحقیقات صورت گرفته

عباسی دزفولی و همکارش با توزیع پرسشنامه به تحلیل و بررسی روش های مرسوم مقاوم سازی لرزه ای ساختمان‌ها از دیدگاه مدیریت ساخت پرداختند .در مطالعات آنها روش های شناسایی شده مشتمل بر موارد مطابق جدول(۱) بوده است.

جدول (۱):انواع روش های شناخته شده برای مقاوم سازی ساختمان های بتنی

روش های شناخته شده برای مقاوم سازی ساختمان ساختمان های بتنی	غلاف بتن مسلح	پارچه FRP	غلاف بتن مسلح	غلاف فولادی
	میلگرد FRP	مهاربند فولادی	پیش تنیدگی	میان قاب
	دیوار برشی فولادی	جداساز	FRP	مهاربند پیرامونی

همچنین براساس مطالعات آنها شش معیار اصلی برای انتخاب روش مقاوم سازی مشتمل بر محدودیت زمانی، هزینه اجرایی، اهداف عملکردی، پرهیز از ریسک، ضرورت در خدمت بودن ساختمان، محدودیت پلان و نما برای اجرا بود . در مطالعات آنها استفاده از دیوار برشی بتن مسلح، غلاف فولادی، پارچهFRP مرسوم ترین روشهای مقاوم سازی لرزه ای نتیجه گیری شد(۸).

Badouxو Jirsa(۹) در سال ۱۹۹۰یک آزمایش بارگذاری چرخه ای را روی قاب های مقاوم سازی شده با مهاربندهای داخل قابی انجام دادند .برخی دیگر از محققین (۱۰-۱۱) تاثیر بکارگیری اعضاء خرپایی را برای مقاوم سازی قاب بتن مسلح بررسی نمودند.

در مطالعه روشنکار و همکارش معمول ترین روش های یاد شده مقاوم سازی، استفاده از دیوار برشی بتن مسلح، بادبند فولادی، غلاف بتن مسلح،غلاف فولادی، پوشش FRP ، مصالح میان قاب عنوان شده است .در بین روش های موجود برای تقویت ساختمان های دارای قاب بتن مسلح، استفاده از بادبند فولادی به دلیل سرعت عمل و سادگی در اجرا، آسان بودن و کم هزینه تر بودن ترمیم و یا تعویض سیستم بادبندی آسیب دیده بعد از وقوع زلزله و نداشتن محدودیت جهت عبور لوله های آب، برق و تأسیسات، بهترین روش شناخته شد(۱۲).

ناطقی الهی (۱۳) مهاربندهای فولادی داخلی را برای بهبود ظرفیت باربری ساختمان هشت طبقه در ایران به کار برد.

Ghobarahو همکارانش (۱۴) ساختمان های بتن مسلح غیرشکل پذیر موجود را به کمک مهاربندهای فولادی V معکوس هم محور و برون محور مقاوم سازی نمودند.

عباسی طرئی و همکارانش روش های سبک سازی و کاهش وزن ساختمان، محدود نمودن در استفاده از سازه یا تغییر کاربری، استفاده از ورق های پوشش یا غلاف، افزودن مهاربند هم محور یا برون محور فولادی، افزودن دیوار برشی بتن مسلح یا فولادی، استفاده از جداگرهای پایه و پی های لغزشی، استفاده از میراگرهای اصطکاکی هیسترزیس و ویسکوالاستیک، و استفاده از روش های ترکیبی فوق برای بهسازی لرزه ای سازه های بلند مرتبه فولادی معرفی کردند(۱۵).

ماهری و کوهساری (۱۶) یک کار آزمایشگاهی بارافزون(Pushover) را روی قاب های بتن مسلح مهاربندی شده با اعضاء فولادی انجام دادند . در این مطالعه به منظور دستیابی اهداف ابتدا قاب های بتن مسلح برای مقاوم سازی، بر اساس ویرایش دوم " آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله"(۱۷) بارگذاری لرزه ای گردیده و طراحی کردند.

سپس بارهای لرزه ای افـزایش یافتـه کـه بـر اسـاس اسـتاندارد ۲۸۰۰ ویـرایش سـوم(۱۸) محاسـبه شـده بـه قـاب هـا اعمـال گردیدند.

احمدی مقدم و همکـارش در مقالـه خـود اسـتفاده از دیـوار برشـی فـولادی، تقویـت مهاربنـد، تقویـت و سـبک سـازی اعضـای سازه ای، تقویت مسیر بار و اضافه کـردن اجـزا قـائم بـاربر جـانبی جدیـد، مـنظم سـازی شـکل کلـی سـاختمان، مقابلـه بـا اثـر ساختمان های مجاور و کاهش نیروهـای زلزلـه وارد بـه سـاختمان هـا را روش هـای مقـاوم سـازی بـرای سـازه عنـوان کردنـد . در مطالعه آنها روش های عمـومی مقـاوم سـازی اسـکلت، شـامل تعبیـه مهاربنـدهای مناسـب در هـر دو راسـتا و تعبیـه دیـوار برشی و تعبیه میان قاب های مناسب نتیجه گیری کردند(۱۹).

براساس گزارش FEMAروش های بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود عبارتند از:

الف- رفع بی نظمی های موجود در پلان و ارتفاع

ب- تکمیل مسیر انتقال نیرو.

پ- اضافه کردن سیستمهای باربر جانبی.

ت- کاهش وزن ساختمان.

ث- افزایش مقاومت و یا جایگزین کردن اعضا و المانهای ضعیف سازه.

ج- استفاده از سیستم های جداساز لرزه ای.

چ- استفاده از سیستمهای فعال و غیر فعال اتلاف انرژی(۲۰).

روش غـلاف فـولادی و دیـوار برشـی در حـالاتی کـه بـه تعـداد کمتـری از آنهـا در بهسـازی احتیـاج باشـد در مـوارد خـاص مناسـب هسـتند .در حـالی کـه بادبنـدهای فـولادی در صـورت اطمینـان از اجـرای مناسـب و کنتـرل کیفـی دقیـق گزینـه مناسب است .نتیجه مطالعات باورسایی موارد مذکور را نشان داد(۲۱).

۴-معرفی منطقه مورد مطالعه

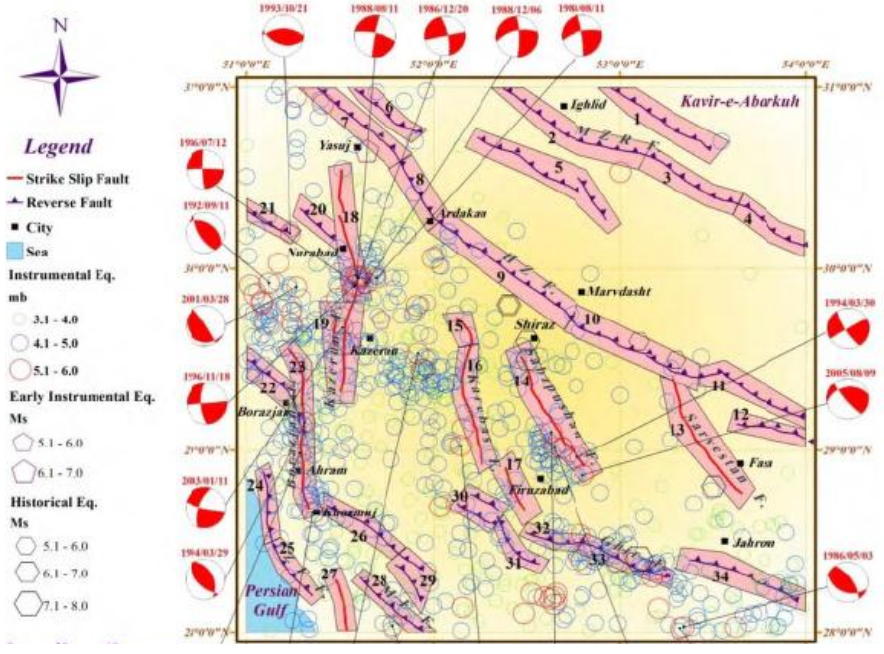
وجود گستره پایـدار سـپر اوراسـیا و تـنش هـای فشارشـی ناشـی از حرکـت صـفحه عربـی در راسـتای شـمال-شـمال شـرقی و حرکت صفحه هنـد در راسـتای شـمال-شـمال غربـی، موجـب حرکـت و جابجـایی هـای نسـبی متفـاوت در قطعـات گونـاگون پوسـته ایـران مـی شود.شهرسـتان کـازرون در ۵۱ درجـه و ۳۹ دقیقـه و ۱۵ ثانیـه طـول شـرقی و ۲۹ درجـه و ۲۷ دقیقـه عرض شمالی واقع شده است. شهرسـتان کـازرون مرکـز**شـهر کـازرون** دربخـش بـاختری **اسـتان فـارس** ودرجنـوب غربـی ایـران اسـت.این شهرسـتان بـا برخـورداری از ارزش‌هـای معمـاری ونیـز از آنجـا کـه مجموعـه‌ای ازآثارباسـتانی وبناهـای تـاریخی رادرخودجـای داده اسـت،دربین شـهرهای ایـران حـائز اهمیـت اسـت.قرارگیری شهرسـتان کـازرون دربـین راه‌هـای ارتبـاطی کشـور(ازخاوربه **شهرشـیراز**،ازشـمال بـه **شهرسـتان ممسـنی** وازبـاختروجنوب بـه **اسـتان بوشـهر**وازجنـوب خاوری بـه **شهرستان فراشـبند**)،موقعیـت ویـژه‌ای بـه ایـن شهرسـتان بخشـیده اسـت (شـکل۲). ایـن ناحیـه کـه در ایالـت لرزه زمین ساختی زاگرس واقع شده، از نظر زمین ساختی ناحیه ای فعال است.

شکل(۲) :موقعیت ناحیه مورد مطالعه (قسمت دایره ای) بر روی نقشه

درشهرستان کازرون،گسل کازرون که به گسل قطرکازرون معروف است وگسل منطقه‌کوهمره سرخی ازجمله گسل‌های این شهرستان به شمارمی‌روندکه نسبت به دیگرگسل‌ها فعال‌ترند.سوابق لرزه‌خیزی شهرستان کازرون نشان‌دهنده‌ی آن است که کازرون روی کمربندزلزله است وبارها به سبب زلزله باخاک یکسان شده است.درجه‌ی خطرنسبی زلزله درشهرستان کازرون دارای دامنه زیاداست(جدول۲-شکل۳).آخرین زلزله درشهرستان کازرون،زلزله‌ی سال۱۳۸۹به قدرت ۶/۱ ریشتربود.جمعیت این شهردرسال۱۳۹۰بالغ بر۱۴۰,۸۶۹نفربوده است.ارتفاع این شهرازسطح دریا۸۶۰متربوده ودارای آب وهوایی معتدل است.

جدول (۲): خطرنسبی زمین‌لرزه درشهرستان کازرون (۲۲)

ناحیه‌ی خطر	خطرزمین‌لرزه(کیفی)	محدوده‌ی شتاب مبنای طرحی(g)	محدوده سرعت مبنای طراحی(cm/s)	وسعت ناحیه (کیلومترمربع)
ناحیه۲	بالا	۰/۳۲<a≤۰/۳۷	۲۰<v<۱۵	۵۶۳۴۰



شکل (۳) -نقشه لرزه زمین ساختی استان فارس (۲۳)

۵-روش تحقیق

جمع آوری اطلاعات و تحلیل آنها باید به نوعی باشد که جامعه ی آماری مورد بررسی را به طور کامل پوشش دهد و حجم اطلاعات دریافتی به حدی باشد که سطح اطمینان آن بالا باشد و بتوان به آن استناد شود .در این مطالعه روش‌های گردآوری اطلاعات به شرح زیر می باشد.

۵-۱) پرسشنامه

در این تحقیق تمام اعضای جامعه شانس یکسانی در انتخاب نمونه دارند و با توزیع پرسشنامه میان ۱۳ متخصص بتن با درجه کارشناسی ارشد و دکتری و میانگین سابقه اجرایی ۱۴/۳سال در پروژه های کشور بودند که بیشتر افرادی که پرسشنامه را تکمیل کرده اند متخصصین ساخت و ساز در شهرستان کازرون و همچنین از اساتید دانشگاهی این شهرستان بوده اند. در نهایت عوامل مؤثر به ترتیب درجه اهمیت مرتب شده و مهمترین عامل انتخاب شده است .در این پژوهش، از قاعده ی ترکیبی به منظور استخراج اطلاعات استفاده شده است .این قاعده بدین صورت است که ترکیب وزنی از هر دسته را به عنوان یک اولویت به کار می گیرد(۲۴).

۵-۲- روش TOPSIS

روش TOPSIS ، یکی از روش های معروف تصمیم گیری چندمعیاره کلاسیک می باشد که اولین بار توسیط هوانگ و یون(۲۵) معرفی شد. این روش بر اساس این مفهوم است که گزینه منتخب باید کمترین فاصله را از راه حل مثبت ایده آل داشته باشد(یعنی دستیابی به کمترین شکاف در هر معیار) و بیشترین راه حل منفی ایده آل را داشته باشد(یعنی دستیابی به سطوح حداکثری در هر معیار).TOPSIS شاخصی را تعریف می کند که شباهت به راه حل مثبت ایده آل و دوری از راه حل منفی ایده آل خوانده می شود .سپس در این روش گزینه ای انتخاب می شود که بیشترین شباهت را به راه حل ایده آل مثبت دارد(۲۶)این روش خصوصاً در حل مسائل تصمیم گیری گروهی در فضای فازی کارایی دارد.(۲۷)در ادامه بطور مختصربه منطق نظریه فازی پیش از توسعه TOPSIS فازی می پردازیم. این مفهوم ریاضی برگرفته شده از کار بایوکوزکان وفیض اوگلو و نبول[۲] (۲۸) کو و دیگران(۲۰۰۷)[۳]و وانگ و چانگ (۲۰۰۷)است.

۵-۲-الف)الگوریتم

الف) تبدیل ماتریس تصمیم گیری موجود به یک ماتریس بی مقیاس شده با استفاده از رابطه(۱) نشان داده شده است:

رابطـــــــــه۱

$$n_v = \frac{r_v}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_v^{\,2}}}$$

ب) ایجاد ماتریس بی مقیاس وزین با مفروض بودن بردار W به عنوان ورودی به الگوریتم یعنی:

$$w = \{w_1, w_2, ..., w_n\} \approx (DM)$$

رابطه۲

$$F = V = N_D W_{n*n=} \begin{vmatrix} v_{11,...} v_{1j,...} v_{1n} \\ v_{m1}, ..., v_{mj.}, .. v_{mm} \end{vmatrix}$$

F= ماتریس بی مقیاس وزین

به طوری که N_D ماتریسی است که امتیازات شاخص ها در آن بی مقیاس و قابل مقایسه شده است و W_{n*n} ماتریسی است قطری که فقط عناصرقطر اصلی آن، غیر صفر خواهد بود.

---

[۲] *Buyukozkan,Feyzioglu andNebol*

[۳] *Kuo*

برای گزینه ایده آل مثبت (A^+) و ایده آل منفی (A^-) تعریف کنیم:

رابطه ۳

$$A^+ = \left\{\left(\max V_{ij} I_j \in J\right),\left(\min V_{ij} Ij \in J^\circ\right) Ii = 1,2,...m\right\} = \left\{V_1^+, V_2^+, ..V_j^+, ..V_n^+\right\} \quad \text{گزینه ایده آل مثبت}$$

$$A^- = \left\{\left(\min V_{ij} I_j \in J\right),\left(\min V_{ij} Ij \in J^\circ\right) Ii = 1,2,...m\right\} = \left\{V_1^-, V_2^-, ..V_j^-, ..V_n^-\right\} \quad \text{گزینه ایده آل منفی}$$

به طوری که

$$J = \{j = 1,2,...,n\} \longrightarrow \{\quad \text{Jهای مربوط به سود} \quad\}$$

$$J^\circ = \{j = 1,2,...,n\} \longrightarrow \{\quad \text{J های مربوط به سود} \quad\}$$

پ)محاسبه اندازه جدائی(فاصله)

فاصله گزینه iام یا ایده آل با استفاده از روش اقلیدسی بدین قرار است:

رابطه ۴

$$d_{i+} = \left\{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^+)^2\right\}^{0.5} \quad i = 1,2,...,m$$

+di=فاصله گزینه i ام از ایده آل مثبت

$$d_{i-} = \left\{\sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^-)^2\right\}^{0.5} \quad i = 1,2,...,m$$

d_i^-=فاصله گزینه i ام از ایده ال منفی

ت) محاسبه نزدیکی نسبی A_i به راه حل ایده آل منفی، این نزدیکی نسبی به صورت زیر تعریف می گردد:

$$0 \le cl_{i+} < 1$$
$$i = 1,2,...m$$

رابطه ۵

$$cl_i = \frac{d_i}{(d_{i^+} + d_{i^-})}$$

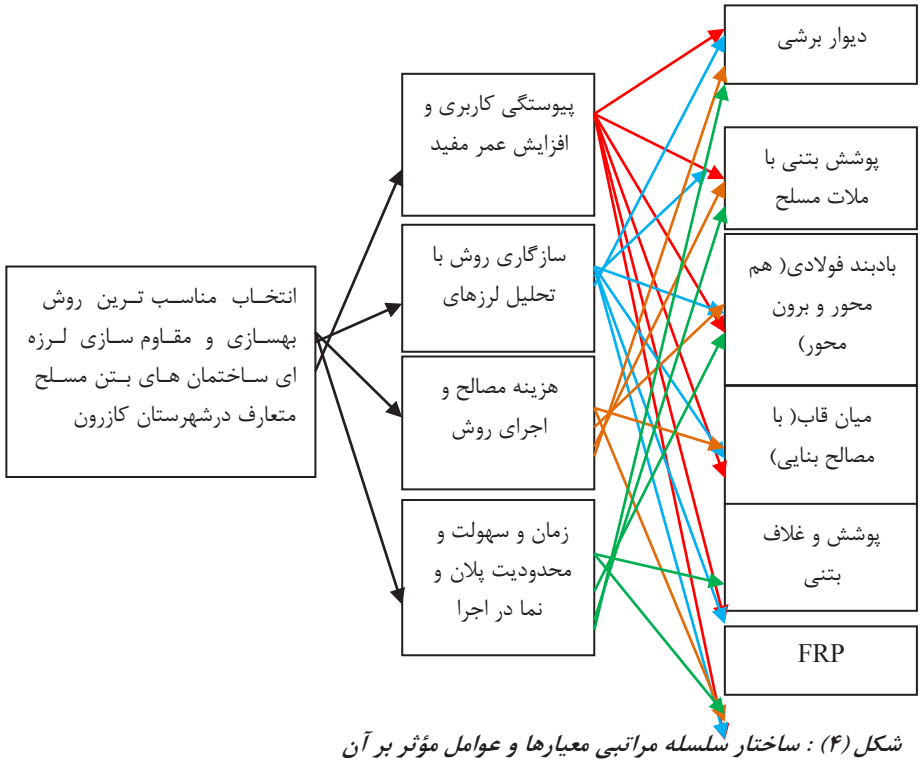
ملاحظه می شود که چنانچه $A_i=A^+$ گردد آنگاه $d_{i+}=0$ بوده و بر این اساس $cl_{i+}=1$ خواهد شد و در صورتی که $A_i=A^-$ شود آنگاه $d_{i-}=0$ بوده و $cl_{i+}=0$خواهد شد.بنابراین هر اندازه گزینه A_iبه راه حل ایده ال (A^+)نزدیک تر باشد،ارزش cl_{i+}به واحد نزدیک تر خواهد بود.

ج)رتبه بندی گزینه ها بر اساس ترتیب نزولی cl_{i+}می توان گزینه های موجود از مساله مفروض را رتبه بندی نمود(۲۹).

۶-گزینه ها و معیارهای مورد ارزیابی

با توجه به قسمت های پیشین معیارهای در نظر گرفته شده در این مدل سازی ،زمان و سهولت و محدودیت پلان و نما در اجرا ، هزینه مصالح و اجرای روش ، سازگاری روش با تحلیل لرزه ای ، پیوستگی کاربری و افزایش عمر مفید بوده است و عوامل مؤثر در اولویت بندی روش های متعارف بهسازی عبارتند از: بادبند فولادی(هم محور و برون محور)، دیوار برشی، میان قاب(با مصالح بنایی) ، غلاف بتن مسلح، استخراج شد، که در شکل شماره (۴) ساختار سلسله مراتبی این مسئله نشان داده شده است .در سطح اول ساختار، هدف مسئله که اولویت بندی روش های

متعارف بهسازی در شهرستان کازرون می باشد، آورده شده است .در سطح دوم معیارهای مؤثر در این اولویت بندی و در سطح سوم روش های شناسایی شده برای اولویت بندی نشان داده شده است .قابل ذکر است که، استفاده از روش های مشتمل بر کابل های پس تنیده و پیش تنیده و جدایش گرهای پایه و میراگرهای استاتیکی هیسترزیس و ویسکوالاستیک که از روش های متعارف نمی باشد، از محدوده این پژوهش خارج است.



شکل (۴) : ساختار سلسله مراتبی معیارها و عوامل مؤثر بر آن

۷-نتایج حاصل از روش TOPSIS

در ماتریس مقایسات زوجی، مقدار هر عنصر ماتریس بیان گر درجه اهمیت معیار سطر نسبت به معیار ستون می باشد .در جدول (۳) ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها با توجه به معیار زمان و سهولت اجرا و محدودیت پلان و نما در اجرا نشان داده شده است .درایه های این ماتریس حاصل میانگین حسابی نظرات تصمیم گیرندگان مختلف با قدرت تصمیم گیری یکسان می باشند.

جدول(۳): ماتریس مقایسه زوجی گزینه ها با توجه به معیار زمان و سهولت اجرا و محدودیت پلان و نما در اجرا

روش های مقاوم سازی	بادبند فولادی (هم محور و برون محور)	دیوار برشی	میان قاب(با مصالح بنایی)	غلاف بتن مسلح	پوشش بتن مسلح	FRP
بادبند فولادی (هم محور و برون محور)	۱	۶,۹	۵	۳,۲	۱,۴	۱,۶
دیوار برشی	۱,۸	۱	۱,۴	۱,۶	۱,۹	۲
میان قاب(با مصالح بنایی)	۱,۶	۳,۲	۱	۱,۴	۱,۸	۲
غلاف بتن مسلح	۱,۴	۵	۳,۲	۱	۱,۶	۱,۸
پوشش بتن مسلح	۳,۲	۸	۷	۵	۱	۱,۴
FRP	۵	۹	۹	۷	۳,۲	۱

همان طور که مطابق جدول شماره (۳) نشان داده شده است استفاده از FRPبهترین عملکرد را با توجه به معیار زمان و سهولت اجرا ومحدودیت پلان و نما خواهد داشت.به همین ترتیب بقیه معیارها نیز وزن دهی می شوند پس از به دست آوردن وزن هر یک از گزینه ها با توجه به معیارهای مختلف ، اولویت هر یک از گزینه ها با توجه به معیارهای مختلف در جدول شماره (4)نشان داده شده است.

جدول ۴:اولویت بندی گزینه ها با توجه به معیارهای مختلف

معیارها / اولویت ها	زمان و سهولت و محدودیت پلان و نما در اجرا	هزینه مصالح و اجرای روش	سازگاری روش با تحلیل لرزه ای	پیوستگی کاربری و افزایش عمر مفید
اولویت اول	ورق FRP	ورق FRP	دیوار برشی	ورق FRP
اولویت دوم	پوشش بتن مسلح	پوشش بتن مسلح	بادبند فولادی هم محور و برون محور	پوشش بتن مسلح
اولویت سوم	بادبند فولادی هم محور و برون محور	میان قاب با مصالح بنایی	پوشش بتن با بتن مسلح	دیوار برشی
اولویت چهارم	غلاف بتن مسلح	غلاف بتن بتن مسلح	میان قاب با مصالح بنایی	غلاف بتن مسلح
اولویت پنجم	میان قاب با مصالح بنایی	بادبند فولادی هم محور و برون محور	غلاف بتن مسلح	میان قاب با مصالح بنایی
اولویت ششم	دیوار برشی	دیوار برشی	FRP	بادبند فولادی هم محور و برون محور

برای محاسبه ساختار با استفاده از روش TOPSIS نیاز به مقایسه زوجی معیارها نسبت به هم می باشد که این ماتریس مقایسات زوجی در جدول شماره (۵) نشان داده شده است.

جدول (۵):ماتریس مقایسه زوجی معیارها نسبت به هم

معیارها / مقادیر	زمان و سهولت اجرا و محدودیت پلان و نما	هزینه مصالح و اجرای روش	سازگاری روش با تحلیل لرزه ای	سازگاری روش در حالت بهره برداری بی وقفه
زمان و سهولت اجرا و محدودیت پلان و نما	۱	۳,۲	۱,۶	۱,۴
هزینه مصالح و اجرای روش	۱,۴	۱	۱,۸	۱,۶
سازگاری روش با تحلیل لرزه ای	۵	۷	۱	۳,۲
سازگاری روش در حالت بهره برداری بی وقفه	۳,۲	۵	۱,۴	۱

در روش TOPSIS لازم است مقادیر حداقل و حداکثر هر یک از معیارها تعیین گردد که در جدول شماره(۶) نشان داده شده است.

جدول (۶):مقادیر حداقل و حداکثر هر یک از مقادیر معیارها در روشTOPSIS

معیارها معیارها / مقادیر	زمان و سهولت اجرا و محدودیت پلان و نما	هزینه مصالح و اجرای روش	سازگاری روش با تحلیل لرزه ای	سازگاری روش در حالت بهره برداری بی وقفه
حداقل	۰,۰۰۰۸۲	۰,۰۰۰۹۷	۰,۱۰۳۲۲	۰,۰۰۶۲۶
حداکثر	۰,۱۷۰۹۶	۰,۲۰۵۱۱	۱,۷۹۶۶۱	۱,۱۴۲۶۹

برای هر یک از گزینه ها مقادیر ایده آل مثبت و منفی در جداول شماره (۷ و ۸)نشان داده شده است.

جدول (۷):مقادیر ایده آل مثبت هر یک از گزینه ها در روشTOPSIS

گزینه ها	وزن
بادبند فولادی (هم محور و برون محور)	۱,۲۳۷
دیوار برشی	۰,۶۴۷
میان قاب(با مصالح بنایی)	۱,۷۴۴۳
پوشش و غلاف بتنی	۱,۷۶۱۷
پوشش بتن مسلح	۰,۹۶۷۷
FRP	۱,۷۰۴۳۹

جدول (۸):مقادیر ایده آل منفی هر یک از گزینه ها در روشTOPSIS

گزینه ها	وزن
بادبند فولادی (هم محور و برون محور)	۱,۲۸۹۹۱
دیوار برشی	۱,۸۱
میان قاب(با مصالح بنایی)	۰,۴۱۲
غلاف بتن مسلح	۰,۳۷۴۸۲
پوشش بتن مسلح	۰,۹۶۷۸
FRP	۱,۱۷۸

نزدیکی نسبی هر یک از گزینه ها به راه حل ایده آل محاسبه شده که در جدول شماره (۹) نشان داده شده است.

جدول۹:مقدار نزدیکی نسبی گزینه ها به راه حل ایده آل و اولویت بندی گزینه ها با روشTOPSIS

گزینه ها	وزن
بادبند فولادی (هم محور و برون محور)	۰,۵۲۱۶۷
دیوار برشی	۰,۷۴۷۸۴
میان قاب(با مصالح بنایی)	۰,۱۹۸۶۷
غلاف بتن مسلح	۰,۱۸۴۳۱
پوشش بتن مسلح	۰,۶۲۶۲۷
FRP	۰,۴۱۲

در روش TOPSIS ، هر چه مقدار نزدیکی نسبی بیشتر باشد، گزینه متناظر با آن ایده آل تر است .با توجه به نتایج به دست آمده از روشTOPSIS مشخص شد که روش دیوار برشی بهترین سیستم به منظور بهسازی و مقاوم سازی لرزهای ساختمان های بتن مسلح می باشد.

۶-نتیجه گیری:

شهرستان کازرون ازجمله مناطقی درکشوراست که درمنطقه‌ی بالرزه‌خیزی زیادقراردارد. نتایج به دست آمده از این تحقیق پس از بررسی و آنالیز مقادیر به شرح زیر می باشد:

۱- با توجه به نتایج به دست آمده از جدول شماره (۴)استفاده از FRP بهترین سیستم بهسازی و مقاوم سازی سازه‌های بتن مسلح با توجه به معیار زمان وسهولت و محدودیت پلان و نما دارد.

۲- با توجه به نتایج به دست آمده از جدول شماره(۴)استفاده از FRP بهترین سیستم بهسازی و مقاوم سازی سازه‌های بتن مسلح با توجه به معیار هزینه مصالح و اجرای روش دارد.
۳- با توجه به نتایج به دست آمده از جدول شماره (۴) دیوار برشی بهترین سیستم بهسازی و مقاوم سازی سازه های بتن مسلح با توجه به معیار سازگاری روش با تحلیل لرزه ای دارد.
۴- با توجه به نتایج به دست آمده از جدول شماره (۴) استفاده از FRP بهترین سیستم بهسازی و مقاوم سازی سازه های بتن مسلح با توجه به معیار پیوستگی کاربردی و افزایش عمر مفید دارد.
۵- با توجه به جدول شماره (۵)مشخص شد که معیار سازگاری روش با تحلیل لرزه ای مهمترین معیار در انتخاب بهترین سیستم بهسازی و مقاوم سازی است.
۶- با در نظر گرفتن وزن تک تک معیارها و استفاده از روش TOPSIS و همچنین در نظر گرفتن تمامی جوانب دیوار برشی به عنوان بهترین سیستم بهسازی و مقاوم سازی انتخاب شده است.

۷- قدردانی

بدین‌وسیله ازاساتید محترم رشته‌ی مهندسی عمران دانشگاه خلیج‌فارس بوشهرو همچنین سازمان نظام‌مهندسی شهرستان کازرون که درطول انجام این پروژه همکاری‌های لازم رابه عمل‌آورده‌اندتشکربه عمل می‌آید.

منابع

۱-ح-عرب زاده،ا.شرفایی و ا.بارانی ،"مقایسه عملکرد سیستم ترکیبی قاب خمشی بتنی با مهاربند فولادی و دیگر سیستم های دوگانه،"دومین کنفرانس بتن ایران،۱۳۹۲.
۲-ه،حسنی،"بهسازی ساختمان های بتنی با استفاده از پانلهای سه بعدی،"پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه صنعتی شریف ،تهران،۱۳۹۱.
۳-یاسر یدالهی، مسعود قلیزاده، حامد همدانی" بررسی اثر الیاف FRP در مقاومسازی قابهای بتن مسلح "مجموعه مقالات هفتمین
کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه سیستان و بلوچستان،1392 .
۴-محسن احمدی" بررسی روشهای مقاوم سازی در سازه های بتن آرمه "مجموعه مقالات اولین همایش منطقه ای مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار،1390 .
۵-جواد خزایی، میثم شایسته" بررسی عوامل مؤثر در تصمیمگیری "مجموعه مقالات همایش ملیی سیازه، راه، معمیاری، دانشیگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، ۱۳۹۰.
۶-گرامی، م .و بزاز، م .و عندلیب، ز،" مقاوم سازی قاب های بتن مسلح به کمک بادبندهای فولادی "چهاردهمین کنفرانس دانشجویان مهندسی عمران سراسر کشور، تهران،1387 .
۷-قدرتی، ا و رادمان، ب .،" بهسازی لرزهای ساختمان های بتن مسلح تقویت شده با الیاف " CFRP چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، تهران، ۱۳۸۷.
۸-عبدالکریم عباسی دزفولی، محمد ایزدیار" تحلیل و بررسی روشهای مرسوم مقاوم سازی لرزهای ساختمان های بتنی از دیدگاه مدیریت ساخت "مجموعه مقالات هفتمین کنگره ملی مهندسی عمران، زاهدان، ۱۳۹۲.
9-Badoux M, Jirsa JO. Steel bracing of RC frames for seismic retrofitting. J Structural Engineering ASCE 1990; 116(1): 55–74.
10-Higashi Y, Endo T, Shimizu Y. Experimental studies on retrofitting of reinforced concrete structural members. In: Proceedings of the second seminar on repair and retrofit of structures. Ann Arbor (MI): National Science Foundation; 1981. p.p. 126–155.
11- Ohishi H, Takahashi M, Yamazaki Y. A seismic strengthening design and practice of an existing reinforced concrete school building in Shizuoka city. In: Proceedings of the ninth world conference on earthquake engineering. Vol. VII. 1988. p.p. 415–420.

۱۲-شهاب روشنکار، علی ضیا شمس" ارائه یک روش بهینه مقاوم سازی لرزهای با توجه به پارامترهای کارایی، هزینه و زمان "مجموعه مقالات سومین کنفرانس سالیانه بتن ایران، تهران،1390 .
13-Nateghi-Alahi F. Seismic strengthening of eightstorey RC apartment building using steel braces. Engineering Structure 1995; 17(6): 455–461.
14-Ghobarah A., Abou Elfath H. Rehabilitation of a reinforced concrete frame using eccentric steel bracing. Engineering Structure 2001; 23:745-755.
۱۵- مرضیه عباسی طرئی، عباس حق اللهی، محمد صادق طاهر طلوع دل" پیشنهاد روش نوین بهسازی لرزهای سازه های بلند مرتبه فولادی "مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی سازه، زلزله، ژئوتکنیک، مازندران، ۱۳۹۱.
16-Maheri MR, Kousari R, Razazan M. Pushover tests on steel X-braced and knee-braced RC frames. Engineering Structure 2003; 25(13): 1697–1705.
۱۷-مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ،« آیین نامه طراحی ساختمانها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) ویرایش دوم»،۱۳۷۸.
۱۸-مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ،« آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله(استاندارد ۲۸۰۰) -ویرایش سوم»۱۳۸۴.
۱۹-حامد احمدی مقدم، لیلا کاسب نژاد" بررسی روشهای مقاوم سازی و بهسازی سازه های فلزی موجود(مطالعه موردی :سالن ورزشی مرکز تربیت معلم رشت)"مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی سازه، زلزله، ژئوتکنیک، مازندران،۱۳۹۱.
20-FEMA-172: "Techniques for the Seismic Rehabilitation of Existing Buildings", Federal Emergency Management Agency, Washington, 2007.
۲۱-محمد باورسایی" مقایسه چند روش بهسازی ساختمان های بتنی در برابر نیروی زلزله "مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی عمران شهری، دانشگاه آزاد اسالمب واحد سنندج، ۱۳۹۰.
۲۲-آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها دربرابرزلزله استاندار ۲۸۰۰ویرایش۴.
۲۳-مدنی، ح.، (۱۳۸۵) ، زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک [کتاب]، انتشارات جهاد دانشگاهی.
۲۴-حامدرضا طارقیان ،" برنامه ریزی و کنترل پروژه "، چاپ اول، ، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد ،۱۳۸۸.
25-Hwang .C.L., Zadeh L.A., Decision-making in a fuzzy environment, Management Sciences 17, 141-164 1970.
26-Wang, T.-C., & Chang, T.-H.(2007). Application of TOPSIS in evaluating initialtraining aircraft under a fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 33(4), 870–880.
27-Kuo, M.-S., Tzeng, G.-H., & Huang, W.-C. (2007). Group decision making based on concepts of ideal and anti-ideal points in fuzzy environment. Mathematical and Computer modeling, 45(3/4), 324–339.
28-Buyukozkan, G., Feyziog˘lu, O., &Nebol, E. (2007).Selection of the strategic alliance partner in logistics value chain. International Journal of Production Economics, 113(1), 148–158.
29 -اصغرپور،محمدجواد" .تصمیم گیری های چندمعیاره "،انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.

Study on Seismic Retrofitting Methods of Reinforced Concrete Buildings in Kazerun City by Using TOPSIS Method

Mohammadreza Ehsandoost*
Msc Graduate of civil engineer,Department of Civil Engineer Young Researchers Club Kazerun Branch Islamic Azad University Kazerun,Iran
e.ehsandoost20@gmail.com

Yaser Aryanpour
PhD student of civil engineer,Department ofCivil Engineering,lian Institute of Higher Education,Bushehr,iran

Abstract
In this paper, it is attempted to obtain the best solution with the lowest cost and highest reliability coefficient using computational methods. Due to the fact that some of the existing structures in Kazerun do not have the characteristics of an earthquake resistant structure and most of them are made in accordance with the provisions of the second edition of Iran's earthquake before and after it, it is necessary to review their design. In this research, at first the seismic retrofitting methods of conventional RC structures analyzed and evaluated that were studied in Kazerun city and then, using experts' opinion, distributed, collected and analyzed by purposeful questionnaire using TOPSIS method to prioritize the appropriate method for seismic retrofit of conventional reinforced concrete buildings in Kazerun city. The results of this research indicate that the main priorities of retrofitting of conventional reinforced concrete buildings in the Kazerun city are steel sheets, reinforced concrete jacket, reinforced concrete shear walls or using of FRP wrapping.
key words: *Reinforced Concrete Building, Refurbishment and Retrofitting, TOPSIS, Kazerun City*