



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه

Civil & Project Journal (CPJ)

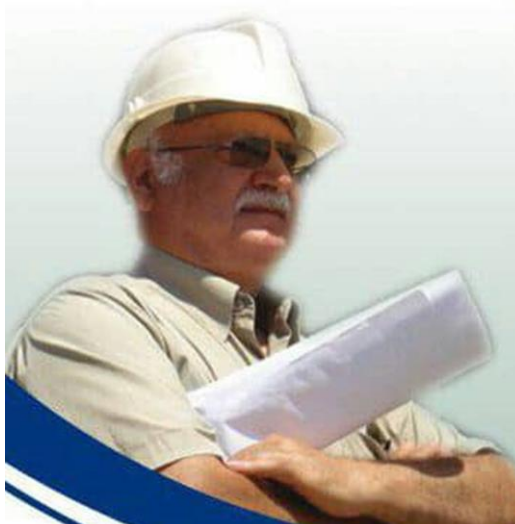
ISSN: ۲۶۷۶-۵۱۱X

ماهنامه عمران و پروژه

اعتبار، چابکی، پاسخگویی

سال سوم، شماره ۹، شماره

پیاپی ۳۱، آذر ۱۴۰۰



 نشریه عمران و پروژه Civil & Project Journal (CPJ)	نشریه علمی تخصصی "عمران و پروژه" سال سوم، شماره ۹، آذر ۱۴۰۰ شماره پیاپی: ۳۱ شاپا الکترونیکی: ISSN(Online): ۲۶۷۶-۵۱۱X
فهرست کلی مطالب	
سرمقاله (سخن سردبیر و مدیر مسوول)	
مقاله شماره ۱	
مقاله شماره ۲	صاحب امتیاز:
مقاله شماره ۳	دکتر علی قربانی
مقاله شماره ۴	مدیر مسوول:
مقاله شماره ۵	دکتر علی قربانی
مقاله شماره ۶	سردبیر:
	دکتر علی قربانی
	معاون سردبیر:
اعضای هیات تحریریه	دکتر مریم قربانی
دکتر محمد رضا قاسمی، دکتر بهروز حسینی، دکتر علی معصومی	مدیر علمی و اجرایی:
دکتر سید محمد شبیری، دکتر مجید قلعهکی، دکتر حسین	مهندس فاطمه شوکتی گورابی
نادرپور، دکتر آرمین منیر عباسی، دکتر سید علی رضویان امره	نشریه عمران و پروژه
بی، دکتر محمد رضا خزایی، دکتر وحید افشین مهر، دکتر محمد	نشریه عمران و پروژه با شماره مجوز ۸۵۱۴۱ مورخ ۰۲/۰۲/۱۳۹۸ و شماره، ISSN: ۲۶۷۶-۵۱۱X نشریه ای تخصصی
مهدی گودرزی سروش، دکتر امین قربانی، دکتر بهنوش سلیم	و علمی و مبتنی بر یافته های پژوهشی در حوزه مهندسی
بهرامی، دکتر جلال ایوبی نژاد، دکتر هادی فضلی، دکتر کامران رحیم	عمران و پروژه های عمرانی می باشد که با بهره گیری از هیات
اف، دکتر محمد امین توتونچیان، دکتر حسین معز، دکتر مهدی	تحریریه و تیم داوران با درجه بالای آکادمیک و تجربیات علمی
محرمی، دکتر حسن دیواندری، دکتر مسعود عامل سخی، دکتر احسان	و اجرایی، با انتشار مستمر و منظم ماهیانه، محلی برای درج و
اتنی عشیری، دکتر محمد نجیم واحدی، دکتر سید علی سید	نشر مقالات و نتایج آخرین یافته های علمی و پژوهشی
رزاقی، دکتر علی قربانی	دانشمندان و اندیشمندان و دانشجویان کلیه گرایش های
	مهندسی عمران و مهندسی مدیریت ساخت و مدیریت پروژه در
	کشور می باشد.
	چشم انداز این مجله بر "تبدیل به مجله برتر در حوزه مدیریت
	پروژه و مدیریت ساخت کشور" است. استراتژی کلی این مجله
	علمی" اعتبار، چاپکی، پاسخگویی" می باشد.
	آدرس دفتر نشریه عمران و پروژه
	تهران، میدان هفت تیر، خیابان بهار شیراز، پلاک ۱۴۶، واحد ۶
	کد پستی: ۱۵۶۴۸۶۷۱۳۳
	تلفن: ۰۲۱-۷۷۶۵۷۹۰۸، فکس: ۰۲۱-۸۸۰۲۷۵۷۹
	وب سایت: www.cpjournals.com
	پست الکترونیک: cpjournals.com@gmail.com
جهت ارسال مقاله به وب سایت نشریه مراجعه گردد.	

سخن سردبیر و مدیر مسوول

خرد هر کجا گنجی آرد پدید

ز نام خدا سازد آن را کلید

فرستی دوباره دست داد تا به مناسبت انتشار شماره‌ی تازه‌ی نشریه عمران و پروژه ، با خوانندگان و اندیشمندان گرانمایه سلام و عرض ادب و سخن بگوییم. باید اعتراف کنیم که هرگز فکر نمی‌کردیم شماره های ی پیشین ماهنامه و مقاله‌های آن تا این حد مورد استقبال و تحسین بی‌نظیر شما استادان عزیز و متخصصان گران‌عمرانی دانشگاه های کشور و نیز دست‌اندرکاران محترم حوزه‌های مدیریت ساخت، مدیریت پروژه و معماری قرار گیرد. این همه، از لطف و فضل بیکران خداوند متان است و بس.

اعتقاد ما بر این است که با آگاهی و درک عمیق دانش مهندسی آن هم به صورت کاربردی و توسعه‌ی افق‌های دید و نگرش‌ها و نیز به‌کارگیری روش‌های نوین در زمینه‌ی مهندسی عمران، مدیریت ساخت و مدیریت پروژه های مهندسی و فنی ، می‌توان هدفی را که مقام معظم رهبری برای ترویج علم کاربردی ترسیم کرده‌اند، با جدیت، پیگیری و اجرایی کرد. در این راستا، این نشریه تمام عزم خود را جزم و بر اساس استراتژی آن که مبتنی بر اعتبار، چابکی و پاسخگویی است محلی برای این حوزه علمی خواهد بود.

نشریه عمران و پروژه با شماره مجوز ۸۵۱۴۱ مورخ ۰۲/۰۲/۱۳۹۸، و شماره، ISSN: ۲۶۷۶-۵۱۱X نشریه ای تخصصی و علمی و مبتنی بر یافته های پژوهشی در حوزه مهندسی عمران و پروژه های عمرانی می باشد که با بهره گیری از هیات تحریریه و تیم داوران با درجه بالای آکادمیک و تجربیات علمی و اجرایی، با انتشار مستمر و منظم ماهیانه، محلی برای درج و نشر مقالات و نتایج آخرین یافته های علمی و پژوهشی دانشمندان و اندیشمندان و دانشجویان کلیه گرایش های مهندسی عمران و مهندسی مدیریت ساخت و مدیریت پروژه در کشور می باشد. چشم انداز این مجله بر " تبدیل به مجله برتر در حوزه مدیریت پروژه و مدیریت ساخت کشور " است. تبدیل شدن مجله به مرجع علمی معتبر در کشور در حوزه مهندسی عمران و بالادست مدیریت ساخت و مدیریت پروژه و حمایت از دانش کاربردی با لحاظ اثرات متقابل این دو مقوله، چشم انداز پنجساله اول این مجله می باشد.

حوزه و قلمرو موضوعی نشریه جهت پذیرش مقالات به شرح ذیل می باشد:

حوزه های مهندسی عمران:

عمران-عمران،عمران-سازه،عمران-راه و ترابری،عمران-حمل و نقل،عمران-محیط زیست،عمران- مکانیک خاک و پی،عمران- سازه های هیدرولیکی،عمران- زلزله

حوزه های مهندسی عمران مدیریت ساخت :

مدیریت محدوده،مدیریت یکپارچگی،مدیریت هزینه،مدیریت زمان،دیریت کیفیت،مدیریت ریسک،مدیریت تدارکات،مدیریت منابع انسانی،مدیریت ماشین آلات،مدیریت ارتباطات،مدیریت مالی،مدیریت دعاوی،مدیریت زیست محیطی،مهندسی سیستم ها،حقوق مهندسی،اخلاق مهندسی در حوزه کلیه پروژه های عمرانی

حوزه های میان رشته ای فنی و مدیریتی

در این جا بر خود لازم می دانیم از مساعی و راهنمایی های ارزشمند همکاران محترم هیات علمی در دانشگاه های مختلف و نیز کارشناسان اجرایی و علمی نشریه به پاس راهنمایی های ارزشمندشان در جهت بهبود سطح کیفی سپاسگزاری نماییم. همچنین، مراتب قدردانی و سپاس خود را از همکاران ارجمندمان در هیات تحریریه محترم، داوران محترم و کارشناسان محترم نشریه که برای داوری و چاپ و انتشار بهنگام ماهنامه تلاشی شایسته دارند، قدردانی می نماییم. در پایان، خاطرنشان می کنیم اگرچه در این مدت کوتاه، روند دریافت مقالات پرمایه ی پژوهشگران و اندیشمندان فرهیخته، با رشدی چشمگیر روبه رو بوده، دوام حضور این مجله به عنوان تنها ماهنامه علمی- تخصصی در این حوزه مدیریت پروژه و مدیریت ساخت ، بدون مشارکت فزاینده ی شما و ارسال مقالات ارزنده ی میدانی و علمی امکان پذیر نیست.

علی قربانی

مدیر مسوول و سردبیر

نشریه عمران و پروژه



Title

Author^۱, Author^{۲*}

^۱-Degree or academic position, dept. name of organization, City, Country

Email:

^{۲*}-Degree or academic position, dept. name of organization, City, Country

Email:

ABSTRACT

*This electronic document is a “live” template and already defines the components of your paper [title, text, heads, etc.] in its style sheet. *CRITICAL: Do Not Use Symbols, Special Characters, or Math in Paper Title or Abstract. (Abstract), max: ۲۰۰ words*

Keywords: Word ۱, Word ۲, Word ۳, Word ۴, Min=Δ, max=Λ

All rights reserved to Civil & Project Journal.



www.cpjournals.com

عنوان مقاله) الگوی تهیه و شیوه نگارش مقاله

نام و نام خانوادگی نویسنده اول^۱، نام و نام خانوادگی نویسنده دوم^۲،

^۱ -رتبه علمی یا سمت نویسنده، نام دانشگاه یا سازمان، شهر، کشور
پست الکترونیکی:

^۲ -رتبه علمی یا سمت نویسنده، نام دانشگاه یا سازمان، شهر، کشور
پست الکترونیکی:

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱

چکیده

این نوشته، شیوه نگارش و تهیه مقاله را برای نشریه عمران و پروژه ارائه می‌دهد. روش قالب‌بندی مقاله و بخش‌های مختلف آن، انواع قلم‌ها و اندازه آنها مشخص است. کلیه سبک‌های مورد نیاز برای بخش‌های مختلف مقاله، از جمله عناوین، نویسندگان، چکیده، متن اصلی و ... از پیش تعریف شده‌اند و نویسنده کافی است سبک مربوطه را برای بخش مورد نظر مقاله انتخاب و سپس شروع به تایپ نماید. چکیده مقاله باید در یک پاراگراف تهیه شود و حداکثر شامل ۳۰۰ کلمه باشد. چکیده باید شامل بیان مسأله، روش تحقیق و نوآوری مقاله، هدف و نتایج بدست آمده باشد. لطفاً در نظر داشته باشید که تعداد صفحات مقاله از ۲۰ صفحه بیشتر نشود. چکیده فارسی حداقل ۲۰۰ کلمه و حداکثر ۳۰۰ کلمه.

کلمات کلیدی: کلمه ۱، کلمه ۲، کلمه ۳، کلمه ۴، کلمه ۵. حداقل ۵ حداکثر ۸

۱- مقدمه

این نوشته، روش تهیه مقالات را نشان می‌دهد. برای نگارش مقاله از نرم‌افزار ورد آفیس میکروسافت^۱ ۲۰۱۳ یا نگارش‌های بعدی آن استفاده می‌شود. روش قالب‌بندی مقاله، اندازه صفحه و بخش‌های مختلف آن، انواع قلم^۲ و اندازه آنها مشخص می‌شود.

اندازه صفحات ۲۹/۷×۲۱ سانتی متر (آ^۳) و حاشیه‌های بالا، پایین، چپ و راست هر صفحه به ترتیب برابر با ۲، ۳، ۱/۷ و ۱/۷ سانتی‌متر و شیرازه^۴ برابر ۰ سانتی متر انتخاب شود. متن اصلی مقالات باید به صورت تک ستونی تهیه شود. چکیده، عنوان مقاله، نام نویسندگان، کلمات کلیدی، شماره گذاری صفحات و سرصفحه باید مطابق این الگو تهیه شوند. کلیه سبک‌های^۵ مورد نیاز برای بخش‌های مختلف مقاله، از جمله عناوین، نویسندگان، چکیده، متن و ... از پیش تعریف شده‌اند. نویسنده کافی است سبک مربوطه را برای بخش مورد نظر مقاله انتخاب نموده و سپس شروع به تایپ آن نماید. این مقاله مطابق سبک‌های مورد نظر تنظیم شده و نویسنده می‌تواند به عنوان الگو مقاله خود را روی این نوشته‌ها تایپ نماید و یا بعد از تایپ می‌تواند قسمت مورد نظر را انتخاب و روی سبک مربوطه کلیک نماید. شکل ۱ محل سبک‌ها را در نرم افزار ورد نشان می‌دهد.

برای تمامی بخش‌ها نوع قلم پارسی بی‌نازنین^۶ می‌باشد. برای نوشته‌های انگلیسی همواره از قلم تایمز نیو رومن^۷ استفاده شود. اندازه قلم‌ها در جدول ۱ مشخص شده است. اندازه قلم لاتین دو واحد کمتر از اندازه قلم پارسی در هر موقعیت است. برای تمام عناوین از قلم سیاه^۸ استفاده شود. برای اسامی متغیرها می‌توان از حروف انگلیسی استفاده نمود، برای این منظور از قلم انگلیسی تایمز نیو رومن کج^۹ با اندازه ۹ استفاده شود. اندازه قلم استفاده شده در پانویشت^{۱۰} برای کلمات انگلیسی ۷ و کلمات پارسی ۹ می‌باشد. شماره پانویشت‌ها در هر صفحه از ۱ شروع می‌شود و پانویشت‌ها زیر همان صفحه می‌آیند.

مابقی این نوشته به صورت زیر تنظیم می‌شود. انواع مقاله و ساختار آنها در بخش دو توضیح داده می‌شود. در بخش سوم، نکات مهم مربوط به تنظیم و نوشتار مقاله بیان می‌شود و در انتها نتیجه‌گیری انجام خواهد شد.

جدول ۱: اندازه قلم‌ها

سبک	اندازه قلم
عنوان اصلی	۱۷ سیاه
عناوین شماره دار	۱۴ سیاه
عناوین بدون شماره	۱۴ سیاه
زیر عنوان	۱۳ سیاه
عنوان شکل و جدول	۱۰ سیاه
مشخصات نویسنده	۱۰ سیاه
متن چکیده	۱۲
کلمات کلیدی	۱۲
متن اصلی	۱۲

^۱ Microsoft Office Word ۲۰۱۳

^۲ Font

^۳ A4

^۴ Gutter

^۵ Style

^۶ B Nazanin

^۷ Times New Roman

^۸ Bold

^۹ Italic

^{۱۰} Footnote

در این بخش نکات مهم که بایستی در تنظیم مقاله رعایت شوند، به ترتیب توضیح داده می‌شوند.

۲- عنوان مقاله

عنوان بایستی کوتاه و بیانگر کامل موضوع پژوهش و نوآوری باشد. بدیهی است که مقالات مروری فاقد نوآوری می‌باشد. از کلمات مختصرنویسی شده (م. ن. ش.) و انگلیسی استفاده نشود. عنوان نباید بیشتر از دو سطر باشد. قبل از تایپ عنوان برای تنظیمات اندازه و نوع قلم بر روی سبک عنوان مقاله کلیک نمایید.

۳- نام نویسندگان

نام نویسندگان مطابق سبک نام نویسندگان، بعد از عنوان مقاله همانند صفحه اول این نوشته درج می‌شود. از نوشتن عناوین آقا، خانم، دکتر، مهندس خودداری شود. برای نوشتن مشخصات نویسندگان از سبک مشخصات نویسندگان استفاده نمایید. رتبه علمی اعضای هیئت علمی یکی از عناوین مربی، استادیار، دانشیار و استاد می‌باشد. ذکر کلمه دانشجو و مقطع تحصیلی برای رتبه علمی دانشجویان الزامی می‌باشد. بعنوان مثال، دانشجوی دکتری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، ali@pnu.ac.ir. فارغ التحصیلان مقطع لیسانس، فوق لیسانس و دکتری که عضو هیئت علمی نیستند می‌توانند رتبه علمی را درج نمایند و یا به ترتیب کلمات کارشناس، کارشناس ارشد و دکتری را به جای رتبه علمی درج نمایند. ترجیحا از آدرس رایانامه دانشگاه استفاده کنید.

۴- چکیده

عنوان چکیده بایستی مطابق سبک‌های مربوطه شامل سبک عنوان چکیده و سبک متن چکیده برای متن چکیده بایستی در یک پاراگراف تنظیم شود و حداکثر شامل ۳۰۰ کلمه باشد. چکیده باید شامل بیان مسأله، اندیشه جدید، نوآوری مقاله، هدف و نتایج بدست آمده باشد. بدیهی است که مقالات مروری فاقد نوآوری می‌باشد. چکیده مقاله مروری شامل بیان مسأله، کارهای انجام شده، مزایا و معایب و مرزهای دانش و رهنمودهایی برای پژوهش‌های آتی می‌باشد.

۵- کلمات کلیدی

حداقل ۵ و حداکثر ۸ کلمه بعنوان کلمات کلیدی انتخاب می‌شود. این کلمات باید موضوعات اصلی و فرعی مقاله را نشان دهند. کما به عنوان جداکننده و نقطه به عنوان تمام کننده استفاده می‌شوند. بعد از آخرین کلمه بلافاصله نقطه گذاشته می‌شود. از سبک عنوان کلمات کلیدی برای عنوان کلمات کلیدی و سبک متن کلمات کلیدی برای کلمات استفاده می‌شود.

۶- بخش‌های اصلی

بخش‌های اصلی مقاله پژوهشی شامل مقدمه، کارهای انجام شده، روش تحقیق، بحث بر روی نتایج و جمع بندی می‌باشد؛ و بخش‌های اصلی مقاله مروری شامل مقدمه، کارهای انجام شده و نتیجه‌گیری است. در هر یک از بخش‌های اصلی از سبک عناوین شماره دار برای عناوین و سبک متن اصلی برای متن استفاده می‌شود.

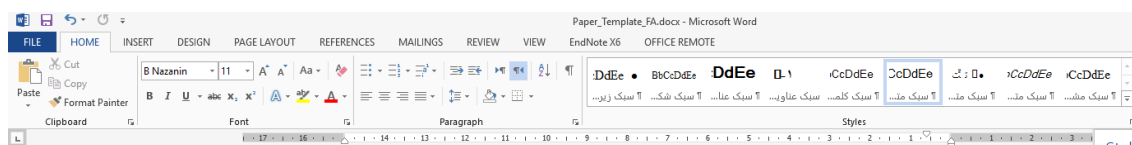
۷- قواعد نوشتاری

در نگارش متن از جملات طولانی استفاده نمی‌شود. از کاما (،) برای جداسازی اجزای یک جمله که نیاز به مکث باشد و از نقطه ویرگول (؛) برای جداسازی دوجمله که با هم ارتباط معنایی دارند، استفاده شود. نقطه نیز برای جدا کردن جملات مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای کلمات فنی تا حد امکان از معادل‌های پارسی استفاده شود. در چنین مواقعی اگر احتمال می‌دهید خواننده با معادل پارسی آشنا نباشد، از پانویس برای نوشتن معادل انگلیسی استفاده شود. این کار را در اولین کاربرد معادل‌های پارسی انجام دهید. دقت کنید تمام علامت‌ها مثل نقطه، ویرگول، نقطه ویرگول، دونقطه و علامت سوال باید به کلمه قبل از خود چسبیده باشند و از کلمه بعدی تنها به اندازه یک فضای خالی فاصله وجود داشته باشد.

در افعال حال و گذشته استمراری باید دقت شود که "می" از جزء بعدی فعل جدا نماند. برای این منظور از فاصله متصل استفاده کنید. برای نوشتن فاصله متصل کلید کنترل^{۱۱} را به همراه کلید- فشار دهید. همچنین دقت شود که جزء می و جزء بعدی فعل بصورت یکپارچه نوشته نشود. بنابراین "می شود" و "میشود" اشتباه و درست آن "می‌شود" است. در مورد "ها"ی جمع نیز دقت کنید که از کلمه جمع بسته شده جدا نوشته شود؛ مگر در کلمات تک هجایی مثل آنها. برای جدانویسی نیز از فاصله متصل استفاده کنید. مثلاً "پردازنده‌ها" را بصورت "پردازنده‌ها" بنویسید. در مورد کلمات حاوی همزه برای نمونه به املای کلمات "مسأله"، "منشأ"، "رئیس"، و "مسؤول" دقت کنید. همچنین، همزه در انتهای کلماتی که به الف ختم می‌شوند، نوشته نمی‌شود و در صورت اضافه شدن به کلمه بعدی، از "ی" استفاده می‌شود، به عنوان مثال "اجرا شده" و "اجرای برنامه". در متن از اعداد پارسی استفاده کنید.

۸- شکل‌ها و جدول‌ها

تمامی شکل‌ها و جدول‌ها باید دارای عنوان باشند. عنوان شکل‌ها در زیر شکل و عنوان جدول‌ها در بالای جدول قرار می‌گیرند. بعنوان مثال به جدول ۱ مراجعه نمایید. در صورتی که از شکل‌ها یا جدول‌های سایر منابع استفاده شود، باید مرجع در انتهای عنوان شکل یا جدول ذکر شود. برای نوشتن عنوان شکل یا جدول از سبک جدول یا شکل استفاده کنید. هر شکل یا جدول باید دارای یک شماره باشد که برای هر کدام از ۱ شروع می‌شود. در هنگام ارجاع به شکل یا جدول از شماره آن استفاده کنید و از بکار بردن عباراتی همچون «شکل زیر» خودداری نمایید. تمام جدول‌ها و شکل‌ها باید در متن مورد ارجاع قرار گیرند. یک جدول یا شکل نباید قبل از ارجاع در متن ظاهر شود. بهتر است شکل‌ها با فاصله یک سطر از متن جدا شوند و به صورت وسط‌چین درج شوند.



شکل ۱: محل سبک‌ها در نرم افزار ورد.

شکل ۱ نمونه‌ای از چنین تنظیمی را نشان می‌دهد. لطفا عنوان جداول و اشکال به صورت بالا بنویسید. شماره شکل به کلمه چسبیده باشد و یک فاصله تا دو نقطه داشته باشد، عنوان نیز یک فاصله بعد از دو نقطه داشته باشد، در انتها نقطه قرار گیرد.

^{۱۱} Ctrl

۹- روابط و عبارات ریاضی

برای نوشتن روابط و عبارات ریاضی بهتر است از ابزار ویرایشگر معادلات^{۱۲} در نرم افزار ورد استفاده شود. برای هر رابطه ریاضی باید یک شماره در نظر گرفته شود. لطفاً از کپی کردن روابط به صورت عکس پرهیز کنید. این شماره را در داخل دو کمان^{۱۳} و بصورت راست چین قرار دهید. تمام متغیرها، پارامترها، و نمادهای یک عبارت ریاضی باید تعریف شوند. اگر قبل از نوشتن رابطه ریاضی این کار انجام نشده باشد، باید بلافاصله پس از رابطه ریاضی این تعاریف بیان شوند. مانند:

$$VOW_w = a_1 \times 10^{-1} + a_2 \times 10^{-2} + a_n \times 10^{-n} \quad (1)$$

که در آن VOW_w مقدار پیمایش و a_i وزن یال پیمایشی روی گراف است. اگر تعداد متغیرها و پارامترها برای تعریف در ادامه متن زیاد باشد، از فهرست علائم در بخش ضمایم استفاده و یا بصورت فهرست در زیر رابطه تعریف شود.

برای نوشتن روابط ریاضی می توان بدون بکارگیری ابزار ویرایشگر معادلات، از بالانویسی^{۱۴}، زیر نویسی^{۱۵} و نمادهای یونانی بهره گرفت. این روش بیشتر برای ارجاع به متغیرها در متن مناسب است. این روش موجب می شود که فاصله سطرها به دلیل عدم استفاده از ابزار فرمول نویسی زیاد نشود و تنظیمات صفحه بهم نریزد.

در صورتی که یک رابطه ریاضی طولانی باشد و در یک سطر جا نشود، می توان آن را در دو یا چند سطر نوشت. در این حالت باید سطرهای دوم به بعد با تورفتگی شروع شوند. همچنین می توان شماره آن را نیز در یک سطر مستقل نوشت. رابطه ریاضی (۲) را ببینید.

$$\begin{aligned} P_Y &= P_{.a_1} \times P_{a_1 a_2} \times \dots \times P_{a_{n-1} a_n} \\ &= P_{.a_1} \prod_{i=2}^n P_{a_{i-1} a_i} \end{aligned} \quad (2)$$

یک رابطه ریاضی یا عبارت ریاضی حتماً باید بعد از ارجاع آن در متن ظاهر شود.

۱۰- نتیجه گیری

در بخش نتیجه، نکات مهم و نتایج به دست آمده توضیح داده می شوند. همچنین در این بخش باید سهم علمی مقاله بصورت واضح بیان شود. هرگز عین مطالب چکیده در این بخش تکرار نشود. نتیجه می تواند به کاربردها و اهمیت پژوهش انجام شده اشاره کند؛ نکات مبهم و معایب روش جدید مطرح شود و یا گسترش موضوع بحث را به زمینه های دیگر پیشنهاد دهد.

سپاسگزاری

بخش سپاسگزاری در صورت نیاز بصورت کوتاه و در یک بند آماده شود. بخش سپاسگزاری دارای شماره نیست بنابراین عنوان این بخش با سبک عناوین بدون شماره نوشته شود. به طور مثال: نویسندگان این مقاله از هم فکری تمام اعضای کمیته علمی انجمن مهندسی سازه ایران کمال سپاسگزاری را دارند.

^{۱۲} Equation Editor

^{۱۳} Parentheses

^{۱۴} Superscript

^{۱۵} Subscript

مراجع

بخش مراجع در انتهای مقاله قرار گیرد و عنوان آن دارای شماره نیست. تمام مراجع حتماً باید در متن مقاله مورد ارجاع واقع شده باشند.

برای منابع و مراجع استفاده از روش (APA) مجاز است.

منابع فارسی نیز به انگلیسی ترجمه و درج گردند. ذکر منابع فارسی سبب عدم بررسی می گردد. در انتهای درج انگلیسی عبارت Persian درج گردد.

(در صورتی که فرمت نوشتن مراجع رعایت نشود، مقاله شما مورد بررسی قرار نمی گیرد).

روش (APA):

روش ارجاع داخل متون (APA) باشد، یعنی منابع مورد استفاده در متن به این صورت درج شود:
- نام خانوادگی نویسنده یا نویسندگان، تاریخ انتشار (مظفر، ۱۳۷۵).

- فهرست منابع در آخر مقاله بر حسب حروف الفبایی نام خانوادگی نویسنده، به شکل زیر تنظیم گردد:
الف) کتاب: نام خانوادگی و نام نویسنده، سال انتشار، نام کتاب، نام مترجم، محل انتشار، نام ناشر، شماره چاپ، تاریخ انتشار، شماره جلد.

ب) مقاله: نام خانوادگی و نام نویسنده، سال انتشار، عنوان مقاله، نام نشریه، محل انتشار، شماره مجله و شماره صفحات.
ج) مجموعه مقالات: نام خانوادگی و نام نویسنده، سال انتشار، عنوان مقاله، نام و نام خانوادگی گردآورنده، عنوان مجموعه مقالات، سال، شماره صفحات.

د) پی‌نوشت‌های توضیحی در پایان همان صفحه آورده شود.



Reinforcement Of Short Hinged Column With Reinforced Concrete By Steel Belt Under Reciprocating Loading By Finite Element Method

Reza Shirvani Shiri^{۱*}, Amirhossein Bazaee^۲, Morteza Jamshidi^۳, Meysam Memar^۴

^{۱.*} M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Zand Institute of Higher Education, fars, Iran
Email: Reza.Shirvani^{۱*}@Yahoo.Com

^۲. Instructor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University Firoozabad Branch (Meymand Center), Fars, Iran
Email: Amirhosseinbazaee@Gmail.Com

^۳. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University Chalous Branch, Mazandaran, Iran
Email: Jamshidi.Iaus@Gmail.Com

^۴. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Zand Institute of Higher Education, Fars, Iran
Email: Maysam.Memar@Gmail.Com

ABSTRACT

Shorter columns absorb more seismic force than conventional columns due to their higher stiffness. For this reason, short columns are seriously damaged during an earthquake and sometimes cause damage to the entire structure. It has been shown that when short columns are displaced as much as long columns, they absorb more energy. As a result, this phenomenon causes shear and joint failure in the short column. In this research, using the experimental results of a short column that has been affected by lateral reciprocating loads, an attempt was made to select the most optimal form with the help of steel sheets covered in different shape patterns to be developed by scientific study. Provide design relationships for this retrofit method. For this purpose, to determine the effect of reinforcement on the short column, six different modes of installation of the proposed steel cover in Abacus software were used for finite element analysis. Also, the studied short column was subjected to reciprocating cyclic loading according to the ATC^{۲۴} standard pattern. The results of this study showed that the reinforcement of the short column with integrated steel sheet is able to increase the seismic resistance of the column by ۴۹%, but the most optimal method of reinforcement in terms of strength and volume of steel used is the reinforcement method with mesh pattern installation.

Keywords: Reinforcement, Short Column, Steel Jacket, Hysteresis, Seismic Behavior



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

مقاوم سازی ستون کوتاه کلاhek دار بتن مسلح به وسیله ی تسمه فولادی تحت بارگذاری رفت و برگشتی به روش اجزاء محدود

رضا شیروانی شیرینی^{۱*}، امیرحسین بازاری^۲، مرتضی جمشیدی^۳، میثم معمار^۴

^{۱*} - دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش سازه، گروه مهندسی عمران، موسسه غیرانتفاعی زند شیراز، فارس، ایران
پست الکترونیکی: Reza.shirvani19@Yahoo.com

^۲ - مربی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزآباد (مرکز میمند)، فارس، ایران
پست الکترونیکی: Amirhosseinbazaee@Gmail.Com

^۳ - استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، مازندران، ایران
پست الکترونیکی: Jamshidi.laus@Gmail.Com

^۴ - استادیار، گروه مهندسی عمران، موسسه غیرانتفاعی زند شیراز، فارس، ایران
پست الکترونیکی: Maysam.Memar@Gmail.Com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۳

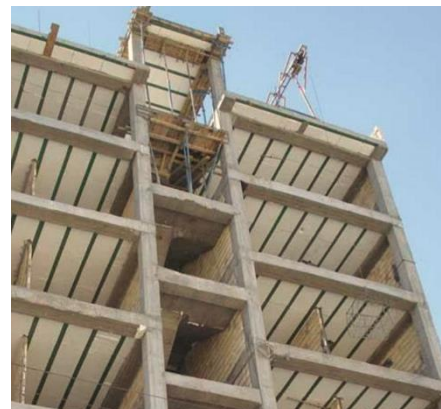
چکیده

ستون های کوتاه در مقایسه با ستون های معمولی به دلیل سختی بیشتر، نیروی زلزله بیشتری را جذب می کنند. به همین دلیل ستون های کوتاه در هنگام وقوع زلزله آسیب جدی می بیند و بعضاً باعث تخریب کل سازه می شوند. ثابت شده است که وقتی ستون های کوتاه به اندازه ستون های بلند در معرض جابجایی قرار می گیرند، میزان انرژی بیشتری را به خود جذب می نمایند. در نتیجه این پدیده باعث شکست برشی و مفصلی در ستون کوتاه می گردد. در این تحقیق با بهره گیری از نتایج آزمایشگاهی یک ستون کوتاه که تحت اثر بارهای رفت و برگشتی جانبی قرار گرفته، تلاش گردید تا به کمک ورق های فولادی با پوشش در الگوهای شکلی مختلف، بهینه ترین حالت آن انتخاب گردد تا با بررسی علمی نیز توسعه روابط طراحی این روش مقاوم سازی فراهم شود. بدین منظور برای تعیین اثر مقاوم سازی بر روی ستون کوتاه نیز از شش حالت مختلف نصب کاور فولادی پیشنهادی در نرم افزار آباکوس برای تحلیل اجزا محدود استفاده شد. همچنین ستون کوتاه مورد مطالعه، تحت بارگذاری چرخه ای رفت و برگشتی مطابق با الگوی استاندارد ATC 24 قرار گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان داد که تقویت ستون کوتاه با ورق فولادی یکپارچه قادر است تا ۴۹٪ مقاومت لرزه ای ستون را افزایش دهد اما بهینه ترین روش مقاوم سازی از نظر مقاومت و حجم فولاد مصرفی، روش تقویتی با الگوی نصب تسمه بند مشبک می باشد.

کلمات کلیدی: مقاوم سازی، ستون کوتاه، ژاکت فولادی، هیستریزیس، رفتار لرزه ای

۱- مقدمه

در برخی مواقع ممکن است ستون ها در یک تراز یا طبقه مشخص به جهت قرار گیری ساختمان روی سطح شیبدار یا محدود شدن ستون و دیوار با عناصر غیر سازه ای مانند دیوار و بازشوها، همچنین بدلیل اختلاف تراز طبقه در ساختمان های دوبلکسی، پایه پل ها و سایر موارد، طول ستون نسبت به بعد آن کوتاه شود که اصطلاحاً به آن پدیده ستون کوتاه گفته می شود. از طرفی یکی از مهم ترین المان های سازه ای، ستون های کوتاه می باشند که نقش ویژه ای در ظرفیت باربری و انتقال کلیه بارهای ثقلی و جانبی سازه را به عهده دارند. لذا تخریب یا شکست زودرس این عضو در سازه، ناشی از بارهای وارده به دلیل احتمال انهدام کل سازه مورد قبول نمی باشد. آنچه که از تجربیات و پژوهش های گذشته بدست آمده، ثابت نموده که در جریان بارگذاری رفت و برگشت زلزله، ستون های کوتاه و بلند (در تراز یک طبقه با سطح مقطع یکسان) به یک اندازه جابجایی افقی خواهند داشت، در نتیجه وقتی ستون های کوتاه به اندازه ستون های بلند در معرض جابجایی قرار می گیرند، میزان انرژی بیشتری را به خود جذب می نمایند که این پدیده باعث شکست برشی و مفصلی در ستون کوتاه می گردد. (۱، حبیب-نژاد، ۱۳۹۵) همچنین ماهیت شکست برشی در ستون های کوتاه به گونه ای است که آن را به بدترین نوع شکست و خرابی در سازه تبدیل می نماید، بطوریکه در صورت ایجاد ستون کوتاه اگر نیروی اضافی برشی بر سازه وارد شود، (به ویژه در ساختمان های بلند) نیز باعث سقوط کل سازه خواهد شد. (م.دهقانی، ۱۳۹۴) از نظر فنی و مهندسی نیز در طراحی زمانی که نسبت طول مؤثر ستون به کوچک ترین بعد جانبی آن کمتر از ۱۲ باشد ستون کوتاه ایجاد می شود. پدیده ستون کوتاه در طول زلزله های گذشته خسارات زیادی را به ساختمان ها وارد نموده است. اولین اقدام در مقابله با ستون کوتاه، جلوگیری از بوجود آمدن آن می باشد. اما در ساختمان هایی که اقدامات لازم جهت عدم بروز بوجود آمدن ستون کوتاه در طرح و اجرا مورد توجه قرار نگرفته باشد، باید تدابیر مقاوم سازی اندیشید. گاهی مواقع عدم استفاده از بروز اختلاف ارتفاع در سازه نیز باعث تحمیل هزینه های گزاف مربوط به افزایش ارتفاع فنداسیون و سایر هزینه های جانبی می گردد که در مقایسه با بروز پدیده ستون کوتاه نیز توجیه اقتصادی ندارد. حتی در سازه هایی که در چندین سال قبل ساخته شده است امروزه نیاز است که برای ستون های کوتاه بوجود آمده که مورد فرسودگی و استهلاک ناشی از بارهای جانبی مانند زلزله در طول چند سال از سپری شدن عمر سازه، تدابیر لازم اندیشیده شود. لذا در این شرایط گزینه مقاوم سازی ستون های کوتاه پیش رو خواهد بود. پژوهشگران همواره به دنبال راهکارهایی برای افزایش مقاومت و دوام المان های سازه ای در برابر بارهای جانبی ناشی از زلزله بوده اند. لکن بسیاری از موارد مانند عدم بروزرسانی دانش نسبت به زمان، تغییرات آیین نامه ها، عدم اجرای صحیح و اشکالات طراحی باعث بروز و رشد روش هایی شده است که ناچار به مقاوم سازی المان های مختلف سازه ای با استفاده از مصالح و روش های مختلف می گردد. (م.غنام، ۲۰۱۴) با توجه به این بیانات، در این تحقیق استفاده از ورق های فولادی متصل به سطوح بتنی که منجر به تقویت برشی و خمشی عضو می گردد، مدنظر قرار گرفته است.



تصویر ۱ علل بروز ستون کوتاه در برخی از ساختمان [۵]

۲- ژاکت فولادی

برای تقویت ستون کوتاه در برابر بارهای جانبی ناشی از زلزله، تاکنون روش های مقاوم سازی مختلفی پیشنهاد شده یا بکار رفته است که از آن جمله می توان به مقاوم سازی با ژاکت بتنی، مقاوم سازی با ژاکت فولادی، مقاوم سازی با میلگرد Gfrp به روش Nsm، مقاوم سازی با ورق Frp، مقاوم سازی با انواع سخت کننده ها و سایر روش ها اشاره نمود. مهندسين و محققين هميشه در پي يافتن سيستم سازه ای ایده آل برای مقاومت در برابر بارهای جانبی زلزله می باشند، بطوریکه در کنار مقاومت و سختی بالا، شکل پذیری بیشتری نیز داشته باشند تا اثر تخریبی نیروهای وارده را با جذب انرژی تعدیل کرده و به حداقل برسانند. لذا مقاوم سازی با ژاکت فولادی که دارای مزیت های نسبی در هر سه زمینه فوق می باشد برای مقابله با نیروهای جانبی زلزله در ساختمان ها، به ویژه در بناهای قدیمی و مستهلک که بیش از سه دهه از عمر آن می گذرد و یا سازه هایی که ایرادات اجرایی یا طراحی در آن ها سهواً منظور گشته نیز مطرح و مورد توجه قرار گرفته است. ژاکت های فولادی، با افزایش مقاومت و شکل پذیری سازه ها، سبب می شوند تا مقاطع تیر و ستون در نقاط آسیب دیده خود به واسطه ورق های فولادی تقویت شوند. (احیب-نژاد، ۱۳۹۵) همچنین در ستون هایی که از آرماتورهای طولی و عرضی مناسبی استفاده نشده است و در اثر فشار بارها یا ترک خوردگی، بتن مقاومت خود را از دست داده می توان برای جلوگیری از کمایش آرماتورهای طولی ستون یا تیر ها از ژاکت فلزی استفاده نمود. بنابراین استفاده از این روش یکی از بهترین و در عین حال کم دردسر ترین روش ها برای بالا بردن استحکام و ایستایی ساختمان است.

در مقاوم سازی با ژاکت فولادی علی رغم افزایش مقاومت سازه و بالا بردن ظرفیت خمشی و برشی آن نیز دارای معایبی نظیر، افزایش وزن سازه متاثر از وزن فولاد، دسترسی سخت به برخی از مقاطع سازه و مشکل اتصال بین فولاد و بتن بدلیل احتمال خوردگی فولاد می باشد. عموماً وزن و ابعاد بالای فولاد در این روش از مقاوم سازی سبب بروز مشکل و پیچیدگی در ساخت و حمل این اجزا می شود. ژاکت فولادی با توجه به کاربری آن برای هر نوع سازه، ممکن است طراحی متفاوتی داشته باشد. بنابراین نیاز به محاسبات دقیق و مهندسی شده در این زمینه وجود دارد. نحوه اتصال این قطعات نیز ممکن است در هر سازه با دیگر سازه ها متفاوت باشد. این روش همچنین هنگامی که نیاز به ایجاد سازه جدید و اتصال آن به المان قدیمی باشد نیز استفاده می شود. به عنوان نمونه زمانی که ارتفاع ستون در برخی از نواحی ساختمان بیشتر باشد و بخواهند المان یا سازه دیگر را به میانه آن اتصال دهند، از این روش استفاده می کنند. (م. دهقانی، ۱۳۹۴)



تصویر ۲ انواع روش های مقاوم سازی ستون بتنی با ورق فولادی [۴]

۳- پیشینه تحقیق

ل. مینگ^۱ و همکاران (مقاله مرجع) در سال ۲۰۱۹ میلادی به بررسی و مقاوم سازی ستون کوتاه کلاهی دار بتن مسلح بوسیله ورق های FRP پرداخت. این تحقیق تاثیر لایه های کامپوزیت و نسبت تعداد آن ها را بر روی ستون کوتاه و همچنین کم نمودن تراکم خاموت ها را بر روی رفتار لرزه ای ستون های بتنی مسلح شده با الیاف کامپوزیت را به روش آزمایشگاهی و تحلیل عددی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این پژوهش با نمونه آزمایشگاهی این مدل صحت سنجی شده است. همچنین در محاسبات عددی به بررسی و تحلیل مقاوم سازی این ستون با نصب ورق های FRP در یک، دو، سه و چهار لایه پرداخته شد. مدلسازی این تحقیق نشان داد که با افزایش ورق های کامپوزیت از ۱ تا ۳ لایه، به ترتیب با افزایش میزان تحمل ظرفیت بار بیشینه (بار پیک)، نسبت شکل پذیری و جابجایی، و ظرفیت اتلاف انرژی ستون ها افزایش پیدا می کند، اگرچه این پارامترها با افزایش بیشتر لایه ها به ۴ دورپیچ، اثر محدودی دارد و میزان اندکی ظرفیت را افزایش می دهد. بعلاوه، افزایش لایه ها به ۴ ورق، تاثیر ناچیزی بر ظرفیت جذب انرژی بار رفت و برگشتی شبه زلزله دارند. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش تراکم خاموت، بار تسلیم، بار بیشینه و بار نهایی ستون تغییر محسوسی نخواهد داشت، اما ضریب شکل پذیری و ظرفیت اتلاف انرژی ستون را افزایش می دهد. علاوه بر این، برای یک ستون کوتاه تقویت شده، با سه لایه الیاف کامپوزیت، نسبت به ستون کوتاه با تراکم خاموت کم (با فواصل ۵۰ سانتی متر) در مقایسه با ستون کوتاه با دو لایه ورق کامپوزیتی و با تراکم خاموت بالا (با فواصل ۱۵۰ سانتی متری) با عملکردی بهتر و مقاوم تر در برابر نیروهای رفت و برگشتی شبه زلزله است. از این حیث، بنظر می رسد که الیاف FRP نقش بسزایی در تقویت ستونی که ساختار خاموت آن ضعیف است دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که این ستون در اثر بار رفت و برگشتی دچار شکست مفصلی می گردد. در نتایج این تحقیق آورده شده که ستون کوتاه بتنی با نصب ۴ لایه ورق دارای بیشتری ظرفیت و با اختلاف اندکی، ستون با ۳ لایه ورق FRP دارای بهینه ترین حالت در شرایط یکسان بارگذاری می باشد. (ل. مینگ، ۲۰۱۹)

م. غنام^۲ و همکاران در سال ۲۰۱۴ به اثر مقاوم سازی و رفتار ستون های بتن مسلح با استفاده از تکنیک ژاکت فولادی پرداختند. در این تحقیق سه متغیر در نظر گرفته شده است که شامل نحوه ی اتصال ورق تقویت کننده (با استفاده از زوایا، سطح مقطع و ضخامت مختلف) اندازه و تعداد صفحات فولادی می باشد. آن ها تعداد هفت نمونه ستون که شامل پنج نمونه تقویت شده با اشکال پیشنهادی و تجربی و دو نمونه تقویت نشده مورد بررسی آزمایشگاهی قرار دادند و میزان ظرفیت باربری هر کدام مورد مقایسه قرار گرفته است. همچنین برای بررسی میزان شکل پذیری و تعیین ضریب رفتار این ستون ها از مدل اجزای محدود در نرم افزار انسیس استفاده شده است. نتایج این تحقیق ثابت نمود که طرح های تقویت شده تاثیر بسزایی بر میزان ظرفیت باربری ستون دارند. همچنین از دیگر نتایج مهم کسب شده در این تحقیق نیز تاثیر زاویه قرارگیری پلیت ها و پس از آن اندازه پلیت و ضخامت ورق در افزایش میزان ظرفیت باربری ستون و به تعویق انداختن لحظه گسیختگی ستون می باشد. یافته های این تحقیق نشان داد که استفاده از طرح تقویتی تسمه مشبک با متد نصب یک در میان در ستون بتنی می تواند تا ۳۵٪ میزان ظرفیت باربری و نیز تا ۲۳٪ میزان شکل پذیری ستون را افزایش دهد. (م. غنام، ۲۰۱۴)

ژ. ژانگ و همکاران در سال ۲۰۱۵ به بررسی رفتار ستون های تقویت شده بوسیله پلیت های فولادی یکپارچه با مقاطع مستطیلی و دایره ای پرداختند. در این تحقیق ابتدا یک نمونه واقعی ساخته و مورد آزمایش قرار گرفت و در آن آثار خصوصیات هندسه مقطع مانند نسبت بُعد ستون، شعاع گردشدگی گوشه ها و جزئیات فولادگذاری مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استناد به نتایج آن، به بررسی اثر طرح تقویتی عددی به روش اجزا محدود برای ستون های بتنی با تغییر تراکم خاموت ها و محصور شدگی متفاوت ورق فولادی پرداخته شد که این نمونه ها شامل ستون های با مقاطع دایره ای و مستطیلی می شود. نتایج نمونه آزمایشگاهی با مدل عددی صحت سنجی شد و پس از حصول اطمینان از درستی عملکرد آن ها، رفتار ستون های بتنی تحت چند سناریو مختلف مورد ارزیابی پارامتری قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که محصور شدگی ستون با ورق فولادی در افزایش مقاومت و شکل پذیری ستون، تا حدود زیادی به هندسه مقطع و تراکم خاموت ها بستگی دارد. همچنین در ادامه بیان شد که محصورشدگی با ورق فولادی می تواند تا ۳۵٪ ظرفیت خمشی ستون را افزایش دهد اما وزن مرده سازه را بسیار افزایش می برد. (ژ. ژانگ، ۲۰۲۰)

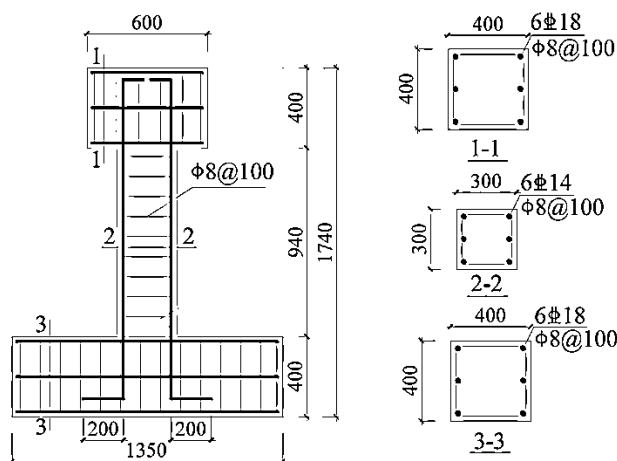
^۱ Liu.ming^۲ Mohamad.ghaanam

۳- مدلسازی

تحقیق حال حاضر بر اساس یک مطالعه آزمایشگاهی و عددی صورت گرفته با نرم افزار آباکوس می باشد که در دانشگاه (ژاو - چین) در سال ۲۰۱۹ میلادی توسط ل. مینگ^۴ و همکاران صورت گرفته است. مدل تحت مطالعه به بررسی یک ستون کوتاه می پردازد که در قسمت فوقانی دارای سر ستون (کتیبه) و در قسمت تحتانی به فنداسیون متصل می باشد. نحوه بارگذاری در مدل آزمایشگاهی بوسیله جک هیدرولیکی است که بصورت نیروی جانبی رفت و برگشتی افزایشده به سرستون اعمال می شود. در این تحقیق برای اندازه گیری میزان تنش و کرنش در بازوی جک هیدرولیک و سر ستون از کرنش سنج تک محوری بهره گیری شده است. مدل عددی مورد مطالعه مطابق با نمونه آزمایشگاهی و عددی مقاله مرجع^۵ ساخته شده که متشکل از یک ستون کوتاه به ارتفاع ۹۴۰ میلیمتر و مقطع ۳۰۰*۳۰۰ میلیمتر می باشد. این ستون کوتاه بوسیله ۶ میلگرد طولی با قطر ۱۴ میلیمتر که در دو جهت قرار گرفته اند مسلح شده است. میلگردهای طولی بوسیله خاموت با قطر ۸ میلیمتر و در فواصل ۱۰۰ میلیمتری نسبت به یکدیگر کار گذاشته شده است. (ل. مینگ، ۲۰۱۹) سایر ویژگی های مرتبط با ابعاد و اندازه مطابق با تصویر شماره ۳ می باشد. همچنین بتن مورد استفاده جهت ساخت ستون کوتاه در این تحقیق نیز دارای وزن مخصوص ۲۵۵۰ کیلوگرم در هر متر مکعب و میزان مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن ۴۰ مگاپاسکال بدست آمده است.



تصویر ۴ ستون کوتاه تحت بارگذاری جانبی در مطالعه آزمایشگاهی [۱]



تصویر ۳ جزئیات ابعاد و اندازه گذاری ستون کوتاه مورد مطالعه در مقاله مرجع [۱]

مدل های عددی مورد مطالعه در این تحقیق عبارتند از ۷ نمونه ستون کوتاه (۶ طرح تقویتی + ۱ طرح صحت سنجی) با ابعاد، اندازه و مشترکات یکسان با نمونه آزمایشگاهی که هر کدام با ورق های فولادی در روش های نصب مختلف تقویت شده اند. طرح کلی تقویتی و نامگذاری نمونه های عددی مورد مطالعه به شرح جدول شماره ۱ است.

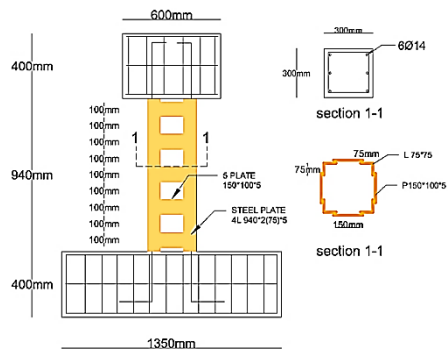
^۳ Zhaw-china

^۴ L.ming

^۵ Liu Ming, Yin Shiping, and Chen Wenjie "Seismic Behaviour of TRC-Strengthened RC Columns under Different Constraint Conditions"

جدول ۱ نامگذاری نمونه های مورد مطالعه در این تحقیق

نام مدل	ابعاد پلست تقویت mm	آرماتور بندی ستون کوتاه	ابعاد ستون کوتاه mm	توضیحات	شماتیک کاور فلزی
Model-0	—	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	مقاوم سازی نشده	—
Model-1	4 L 75*940*5 5 P 150*100*5	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	تقویت شده با فولاد تسمه بند مشبک	
Model-2	4 L 75*940*5 7 P 150*50*5	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	تقویت شده با فولاد تسمه بند مشبک	
Model-3	4 L 75*940*5 3 P 150*150*5	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	تقویت شده با فولاد تسمه بند مشبک	
Model-4	4 L 75*940*5 5 P 180*100*5 <30d	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	تقویت شده با فولاد تسمه بند زیگزاگی	
Model-5	4 L 75*940*5 2 P 300*300*5	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	تقویت شده با کاور فولادی در قسمت بالایی و پایینی	
Model-6	4 P 300*940*5	LR 6 ϕ 14 TR ϕ 8 @100	940*300*300	تقویت شده با فولاد یکپارچه	
میلگرد طولی	LR	قطر میلگرد	ϕ	نشی	L
میلگرد عرضی	TR	فاصله میلگرد عرضی	@	پلست	P

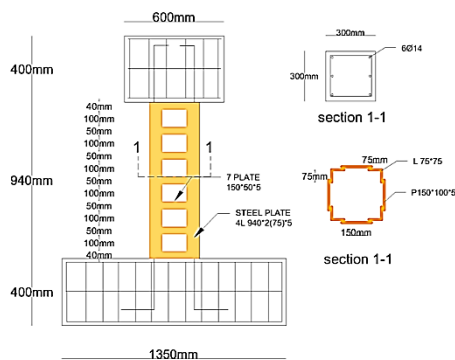


تصویر ۵ جزئیات ابعاد و اندازه ستون MODEL-۱

۳-۱- نمونه MODEL-۱

مدل مذکور بوسیله یک ژاکت فولادی مشبک به روش تسمه بند، مقاوم سازی شده است. این ژاکت فولادی متشکل از ۴ عدد نشی به طول ۹۴۰ میلیمتر و عرض آن در هر سمت ۷۵ میلیمتر و ضخامت آن ۵ میلیمتر می باشد. همچنین پلست های فولادی این ژاکت تقویتی نیز بطول ۱۵۰ میلیمتر، ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر و ضخامت ۵ میلیمتر می باشد. پلست ها در اندازه های ۱۰۰ میلیمتر بصورت متناوب به نشی ها متصل شده است. تعداد پلست های فولادی در هر سمت ۵ عدد و مجموعاً ۲۰ عدد می باشد.

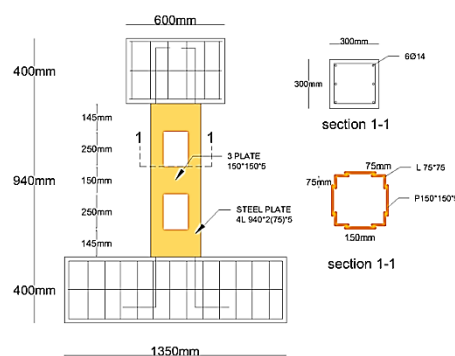
۳-۲- نمونه ۲-MODEL



تصویر ۶ جزئیات ابعاد و اندازه ستون MODEL-۲

مدل مذکور بوسیله یک ژاکت فولادی مشبک به روش تسمه بند مقاوم سازی گردیده است. این ژاکت فولادی متشکل از ۴ عدد نبشی به طول ۹۴۰ میلیمتر و عرض آن در هر سمت ۷۵ میلیمتر و ضخامت آن ۵ میلیمتر می باشد. همچنین پلیت های فولادی این ژاکت تقویتی نیز بطول ۱۵۰ میلیمتر، ارتفاع ۵۰ میلیمتر و ضخامت ۵ میلیمتر می باشد. پلیت های در اندازه های ۱۰۰ میلیمتر بصورت متناوب به نبشی ها متصل شده است. تعداد پلیت های فولادی در هر سمت ۷ عدد و مجموعاً ۲۸ عدد می باشد.

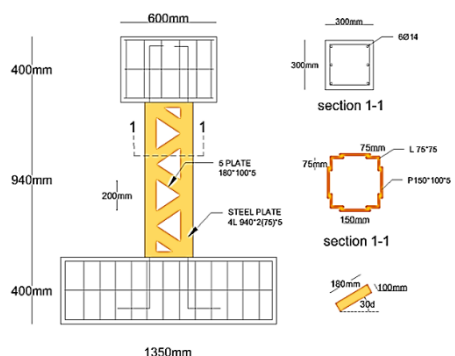
۳-۳- نمونه ۳-MODEL



تصویر ۷ جزئیات ابعاد و اندازه MODEL-۳

مدل مذکور بوسیله یک ژاکت فولادی مشبک به روش تسمه بند مقاوم سازی گردیده است. این ژاکت فولادی متشکل از ۴ عدد نبشی به طول ۹۴۰ میلیمتر و عرض آن در هر سمت ۷۵ میلیمتر و ضخامت آن ۵ میلیمتر می باشد. همچنین پلیت های فولادی این ژاکت تقویتی نیز بطول ۱۵۰ میلیمتر، ارتفاع ۱۵۰ میلیمتر و ضخامت ۵ میلیمتر می باشد. پلیت های در اندازه های ۲۵۰ میلیمتر بصورت متناوب به نبشی ها متصل شده است. تعداد پلیت های فولادی در هر سمت ۳ عدد و مجموعاً ۱۲ عدد می باشد.

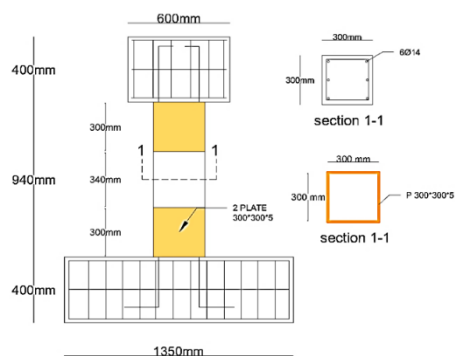
۳-۴- نمونه ۴-MODEL



تصویر ۸ جزئیات ابعاد و اندازه MODEL-۴

مدل مذکور بوسیله یک ژاکت فولادی مشبک به روش زیگزاگی مقاوم سازی گردیده است. این ژاکت فولادی متشکل از ۴ عدد نبشی به طول ۹۴۰ میلیمتر و عرض آن در هر سمت ۷۵ میلیمتر و ضخامت آن ۵ میلیمتر می باشد. همچنین پلیت های فولادی این ژاکت تقویتی نیز بصورت مورب که نسبت به محور افق ۳۰ درجه است و بطول ۱۵۰ میلیمتر، ارتفاع ۱۰۰ میلیمتر و ضخامت ۵ میلیمتر می باشد. پلیت های در اندازه های ۲۰۰ میلیمتر بصورت متناوب به نبشی ها متصل شده است. تعداد پلیت های فولادی در هر سمت ۵ عدد و مجموعاً ۲۰ عدد می باشد.

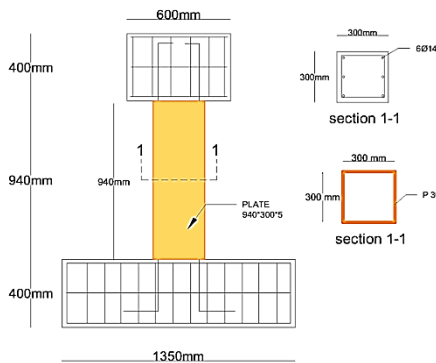
۳-۵- نمونه ۵-MODEL



تصویر ۹ جزئیات ابعاد و اندازه ستون MODEL-۵

مدل مذکور بوسیله دو ژاکت فولادی نیم پارچه به اندازه ی تقریباً ۱/۳ طول ستون کوتاه مقاوم سازی گردیده است. این ژاکت فولادی متشکل از ۴ عدد پلیت به طول ۳۰۰ میلیمتر و عرض ۳۰۰ میلیمتر و ضخامت ۵ میلیمتر می باشد که هر کدام بصورت یک مقطع مربع شکل در وجه پایینی و بالایی در فاصله ۳۴۰ میلیمتری نسبت به یکدیگر نیز ستون کوتاه را محصور می نمایند. تعداد پلیت های فولادی در هر سمت ۲ عدد و مجموعاً ۸ عدد می باشد.

۳-۶- نمونه ۶-MODEL



تصویر ۱۰ جزئیات ابعاد و اندازه ستون ۶-MODEL

مدل مذکور بوسیله یک ژاکت فولادی یکپارچه به اندازه ی کل طول ستون کوتاه مقاوم سازی گردیده است. این ژاکت فولادی متشکل از ۴ عدد پلیت به طول ۹۴۰ میلیمتر و عرض ۳۰۰ میلیمتر و ضخامت ۵ میلیمتر می باشد کاملاً ستون را محصور نموده است. تعداد پلیت های فولادی در هر سمت ۱ عدد و مجموعاً ۴ عدد می باشد.

۴- رفتار مصالح

۴-۱- رفتار بتن

بهترین مدل رفتاری برای شبیه سازی بتن در نرم افزار آباکوس، مدلی است که ترکیبی از رفتار خطی و خرابی پلاستیسیته را نمایش دهد. بر همین مبنا محققان توصیه کردند که رفتار ایزوتروپیک خرابی الاستیک را با مفهوم رفتار ایزوتروپیک پلاستیک در فشار و کشش بتن می توان ترکیب نمود. کتابخانه مصالح در نرم افزار آباکوس نیز از چنین مدلی برای شبیه سازی رفتار بتن استفاده می نماید. در مدل Concrete Damaged Plasticity (CDP) این نرم افزار برای بتن، رفتار پلاستیک (در کشش و فشار) تعریف شده است که می توان با وارد کردن پارامترهای مناسب، میزان خرابی دل خواه برای کشش و فشار را جهت شبیه سازی با نمونه آزمایشگاهی وارد نمود. برای معرفی رفتار کامل بتن با مدل CDP باید علاوه بر پارامترهای الاستیک (مدول الاستیسیته و ضریب پواسون) نیز مقادیر عددی پنج پارامتر پلاستیک و پارامترهای اختصاصی معرف رفتار بتن در کشش و فشار به نرم افزار آباکوس داده شوند. (رادمنش، بازایی، ۱۴۰۰) در این پژوهش مقدار پارامتر ویسکوزیته ۰/۰۰۱، مقدار پارامتر مدول الاستیسیته برابر ۲۳/۵ گیگا پاسکال و مقدار ضریب پواسون برابر ۰/۲ در نظر گرفته شده است. در مدل آزمایشگاهی این پژوهش از بتن ۴۰ مگاپاسکال استفاده شده است که بر همین اساس پارامترها و خصوصیت این بتن را در نرم افزار بر اساس اعداد مشخصه و آزمایشگاهی ثبت شده است. (ل.مینگ، ۲۰۱۹) جدول ۲ مقادیر عددی جهت تعریف رفتار بتن را نشان می دهد.

جدول ۲ مقادیر عددی جهت تعیین رفتار بتن در نرم افزار آباکوس [۶]

وزن مخصوص	مقاومت	زاویه	خروج از	f_b/f_{bc}	k	ویسکوزیته	مدول	ضریب
	فشاری بتن	اتساع	محوریت				الاستیسیته	پواسون
۲۵۵۰ Kg/m ³	۴۰ MPA	۳۰	۰/۱	۱/۱۶	۰/۵۵	۰/۰۰۱	۲۳/۵ Gpa	۰/۲

۴-۲- رفتار فولاد

میلگرد بکار رفته جهت تسلیح ستون کوتاه بتنی نیز از نوع A-۳ آجدار می باشد. برای معرفی آرماتورهای طولی و عرضی از المان های سیمی^۶ سه بعدی با تغییر شکل های غیر خطی استفاده می شود. در این نوع المان ها، تنها نیروی محوری انتقال یافته و هیچ گونه لنگری ایجاد نمی شود. آرماتورها به صورت یک جا با المان های بتن تعریف شده و نیز در بتن جاسازی می شوند. (رادمنش، بازایی، ۱۴۰۰) جدول ۳ مقادیر عددی جهت تعریف رفتار فولاد در نرم افزار آباکوس نشان می دهد. همچنین برای معرفی پلیت های فولادی تقویتی از فولاد St۳۷ با شکل پذیری متوسط استفاده گردیده است. مدول الاستیسیته فولادها عمدتاً بین ۱۰^۶ * ۱/۹ تا ۲/۱

^۶ Wire

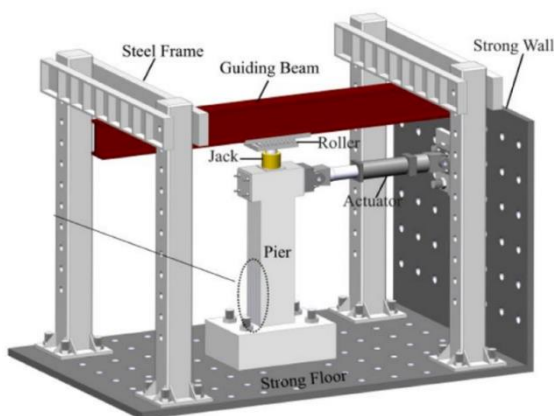
کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد. همچنین ضریب پواسون فولاد نیز بین ۰/۲۵ تا ۰/۳ می باشد. در این تحقیق به روش آزمون و خطا و تطبیق نتایج مدل عددی با نمونه آزمایشگاهی نیز مدول الاستیسیته فولاد $۱۰^۶ * ۲$ پواسون آن ۰/۳ در نظر گرفته شده است.

جدول ۳ مقادیر عددی جهت تعیین رفتار فولاد در نرم افزار آباکوس [۶]

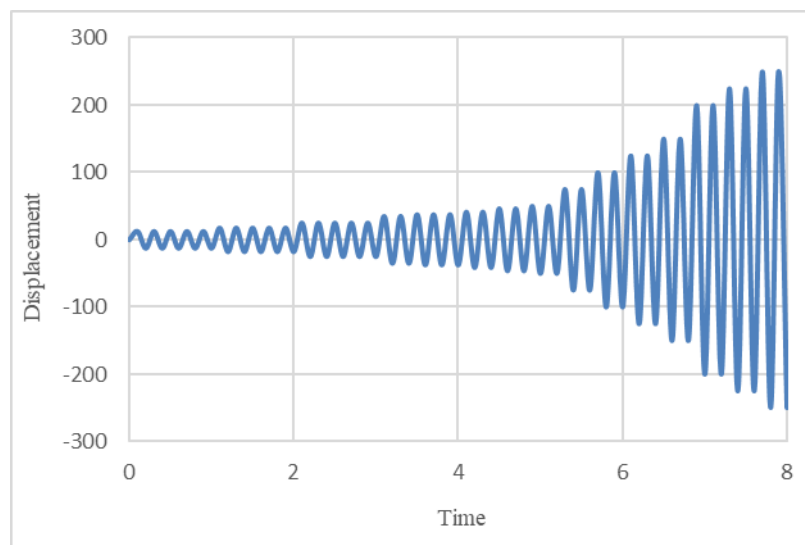
مشخصات فولاد	وزن مخصوص	مدول الاستیسیته	نسبت پواسون	Fy/Mpa	Fu/Mpa
Φ ۱۴				۴۶۳	۵۹۷
Φ ۸	۷۸۵۰	$۲ \times ۱۰^۶ \text{ kg/cm}^۲$	۰/۳	۳۲۵	۴۹۶
Plate St ^{۳۷}				۲۹۵	۳۹۸

۵- بارگذاری

نوع بارگذاری جانبی اعمال شده بر روی این ستون بصورت جابجایی- زمان می باشد. بار جانبی وارده به صورت رفت و برگشتی در پریود زمانی منظم اعمال می گردد. این بار شبیه ساز نیروی وارده ناشی از زلزله است که تا لحظه گسیختگی ستون و ایجاد شکست مفصلی ادامه خواهد داشت. در این تحقیق الگوی بارگذاری چرخه ای مطابق با دستور العمل ATC۲۴ لحاظ شده است. (ل.مینگ، ۲۰۱۹) نیرو جانبی بوسیله جک هیدرولیکی که در انتهای قسمت فوقانی ستون قرار گرفته، طی دو سیکل تکرار شونده با ضریب افزون شده تحت اثر شتاب سازه در تناوب زمانی ۰/۱ ثانیه وارد می گردد. (میزان ثقل ۹/۸۱- مفروض است)



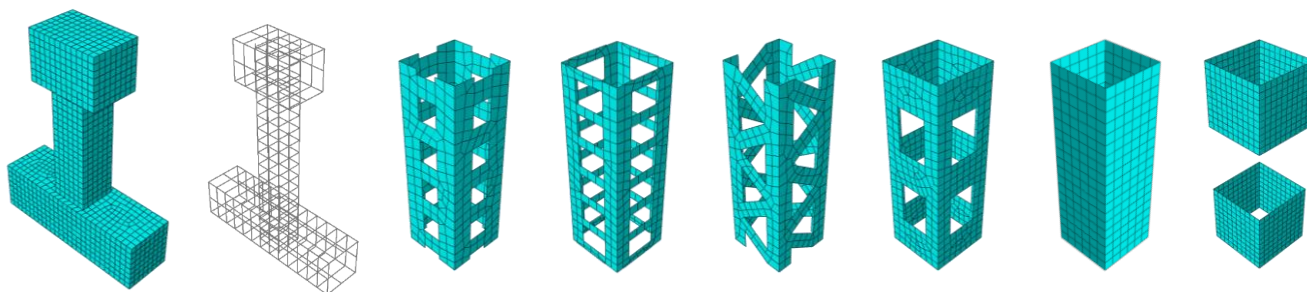
تصویر ۱۱ نحوه ایجاد بارگذاری بر روی ستون کوتاه مورد تحقیق



نمودار ۱ چرخه بارگذاری رفت و برگشتی اعمال شده به مدل مورد تحقیق [۱]

۶- مش بندی

روش حل در نرم افزار آباکوس بر پایه اصول اجزاء محدود و تقسیم مدل طراحی شده به المان های کوچکتر می باشد که هر کدام از این المان های کوچک شده، مش^۷ نامیده می شود. بدین منظور نرم افزار قادر است تا با معادلات تعبیه شده برای آن ها تحلیل را انجام و مسئله را حل نمایند. (رادمنش، بازایی، ۱۴۰۰) در این تحقیق جهت تحلیل عددی مدل های مورد نظر از روش تکرار نیوتن رافسون^۸ برای دستیابی به همگرایی استفاده شده است. برای مدل سازی بتن به دلیل رفتار سه بعدی آن از المان C3d8r (المان پیوسته، سه بعدی ۸ نقطه ای با انتگرال کاهش یافته) و برای مدل سازی میلگردهای طولی و عرضی از المان T3d2 استفاده گردید که المانی یک بعدی با قابلیت تحمل فشار یا کشش می باشد و در هر گره، سه درجه آزادی انتقالی در جهات Z، Y، X دارد. همچنین برای ژاکت فولادی نیز از S4r که المانی با ضخامت کم و کاهش یکپارچه سازی می باشد نیز استفاده گردیده است. در مدل سازی برای المان بتن و فولاد مش بندی از تکنیک Structure و برای ژاکت فولادی از تکنیک Quad Free و مدل مونتاژ شده از مش بندی Free استفاده گردیده است.



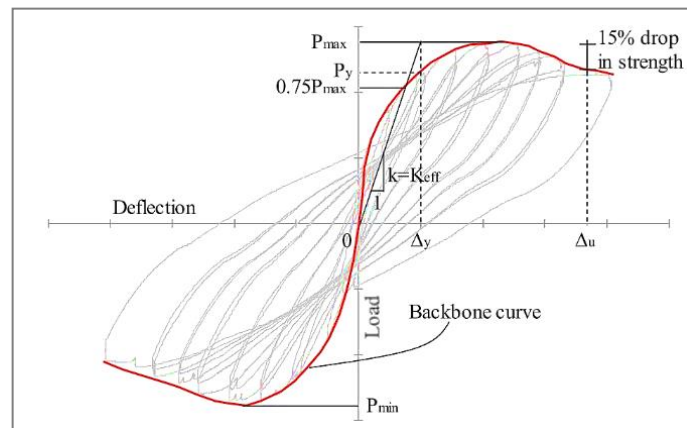
تصویر ۱۲ مش بندی آرماتور و بتن ستون کوتاه و کاورهای فولادی تقویتی در نرم افزار آباکوس

۷- نوع تحلیل

جهت استخراج منحنی هیستریزیس مدل های مورد مطالعه در این تحقیق نیز از تحلیل استاتیکی غیر خطی استفاده شده است. بدین ترتیب نیروی جانبی بصورت افزایشده و گام به گام زیاد می شود و باعث هُل دادن سازه می شود. این افزایش بارگذاری تا جایی ادامه می یابد که سازه دچار اولین مفصل پلاستیک شود. پس از تشکیل اولین مفصل پلاستیک، سازه همچنان مقاوم است و می توان بارگذاری را افزایش داد. این افزایش نیرو تا جایی ادامه پیدا می کند، تا سازه کاملاً تخریب شود. (رادمنش، بازایی، ۱۴۰۰) در این روش به طور مستقیم تغییر مکان کلی توسط یک شتاب نگاشت مشخص به سازه اعمال می شود. نتایج این تحلیل جهت ترسیم نمودار هیستریزیس برای تحلیل اثرات زلزله بر روی ستون ها مورد استفاده قرار گرفته است. در بارگذاری سیکلی در ابتدا مقاومت به دلیل رفتار سخت شونده گی افزایش یافته اما در نهایت، سختی (شیب منحنی) و مقاومت در اثر رفتار نرم شونده گی کاهش می یابد و به اصطلاح، منحنی های هیستریزیس نسبت به حالت اولیه اندکی باریک تر می شوند. (اسفندیاری، ۱۳۹۷) تفاوت منحنی های هیستریزیس در بارگذاری یکنواخت و سیکلی نیز ناشی از همین مورد یعنی زوال سختی و مقاومت می باشد. لازم به ذکر است که با متصل نمودن انتهای هر سیکل رفت و برگشتی در نمودار هیستریزیس نیز می توان منحنی پوش آور آن را رسم نمود. تصویر شماره ۱۳ بیانگر این مساله است.

^۷ Mesh

^۸ Newton Raphson



تصویر ۱۳ نحوه استخراج منحنی پوش آور از منحنی هیستریزیس [۳]

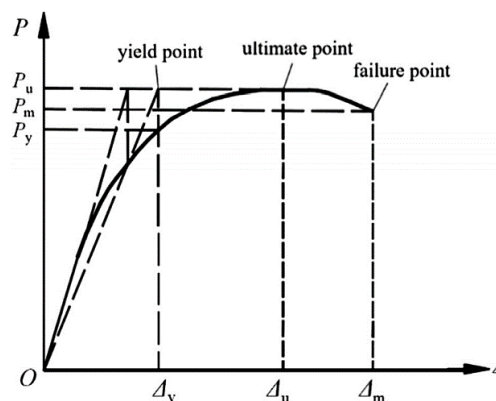
۸- نسبت شکل پذیری

میزان شکل پذیری یک المان سازه‌ای نشان دهنده توانایی یک عضو در جذب نیرو و ایجاد تغییر شکل در اثر بارهای وارده در محدوده خطی و غیر خطی می باشد. قابلیت یک سازه در داشتن تغییر مکان بالاتر از رفتار خطی و جذب انرژی در تغییر شکل های بزرگ به وسیله رفتار غیر خطی را نسبت شکل پذیری می گویند. (اسفندیاری، ۱۳۹۷) نسبت شکل پذیری از رابطه شماره ۱ تعیین می گردد.

$$\mu = \frac{\Delta_m}{\Delta_y} \quad (۱)$$

Δ_m : تغییر شکل نهایی عضو (ناحیه گسیختگی)

Δ_y : تغییر شکل حد جاری شدن (ناحیه خطی)



تصویر ۱۴ نشانه گذاری نقاط ارتجاعی، ماکزیمم و گسیختگی در نمودار پوش آور [۴]

۹- شاخص اقتصادی

جهت دست یابی به اقتصادی ترین و نیز بهینه ترین طرح مقاوم سازی، هر طرح را با در نظر گرفتن مساحت، حجم و وزن فولاد مصرفی بر اساس مقاومت کسب شده مورد بررسی قرار می گیرد. شاخص اصلی که جهت اقتصادی نمودن طرح مقاوم سازی استفاده می شود، نیز از حاصل تقسیم میزان مقاومت و مساحت یا وزن المان تقویتی مصرفی بدست می آید. به کسر مذکور در این تحقیق، شاخص هزینه طرح یا شاخص اقتصادی گفته می شود. (رادمنش، بازایی، ۱۴۰۰)

$$\text{Cost Index} = A/B$$

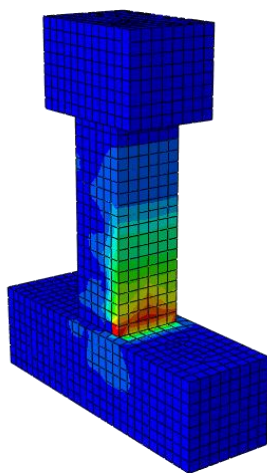
A: مقاومت طرح تقویت شده

B: میزان فولاد مصرفی

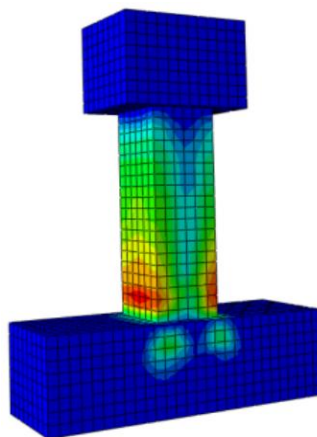
هر چه این شاخص عدد بالاتری را نشان دهد بدان معناست که در طرح مذکور، با صرف هزینه کمتر مقاومت بیشتری از طرح مورد نظر اخذ می گردد و این یعنی در بعد ساخت، طرح تقویتی مذکور اقتصادی و بهینه تر است.

۱۰- صحت سنجی

با توجه به نتایج بدست آمده از نتایج تحلیل محاسباتی و روش آزمایشگاهی نیز مشخص گردید که ستون کوتاه مورد مطالعه دچار شکست مفصلی در پای ستون و ترک های خمشی در سطوح میانی گردیده است. با عنایت به مدلسازی عددی در نرم افزار آباکوس مشخص است که انطباق خوبی بین نتایج عددی و آزمایشگاهی برقرار می باشد. میزان اختلاف اندکی که در نتایج بوجود آمده است ناشی از غیر قابل پیش بینی بودن دقیق رفتار بتن در محدوده ی پلاستیک می باشد.



(۳) نوع شکست مفصلی حاصل از تحلیل در این مطالعه



(۲) نوع شکست مفصلی در مدل عددی [۱] مرجع

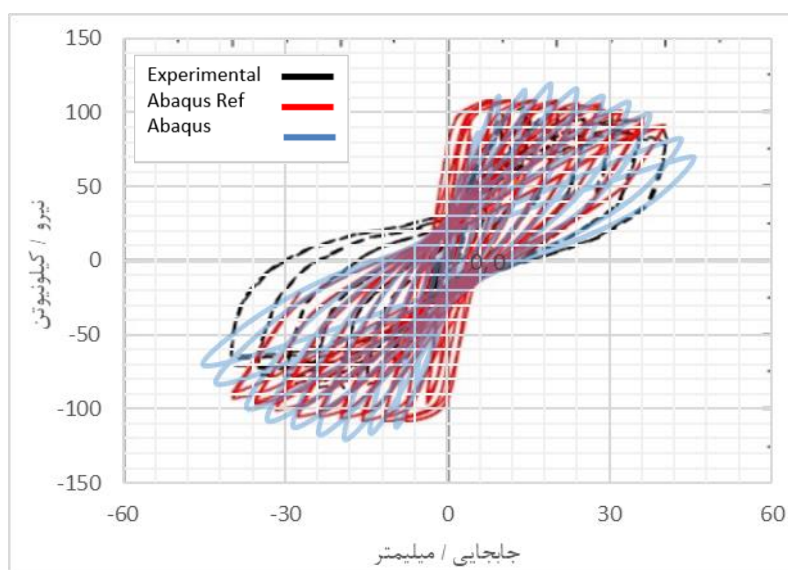


(۱) نوع شکست مفصلی در محیط آزمایشگاه [۱]

تصویر ۱۵ مقایسه نواحی ترک و آسیب مدل آزمایشگاهی، مدلسازی عددی مرجع و مدلسازی عددی بدست آمده در این تحقیق [۱]

جدول ۴ مقایسه پارامترهای عددی مستخرج از نمودار پوش آور و میزان اختلاف آن با داده های مقاله مرجع [۱]

نام مدل	نقطه عملکرد		نقطه ماکزیمم		نقطه خرابی		شکل پذیری
	Yeild Point / Kn	Δy / mm	Peak Point / Kn	Δp / mm	Failure Point / Kn	Δf / mm	μ_r
Reference	۸۵/۳	۷/۸۱	۱۰۶/۴	۲۰/۰۲	۹۰/۴۴	۳۷	۴/۴۲
	-۷۰/۴۹	-۸/۹۳	-۸۶/۶	-۱۹/۹۳	-۷۳/۶۱	-۳۶/۸	
Model-۰	۸۷/۲	۶/۶۴	۱۱۶/۱۷	۱۸/۸	۹۴/۳	۳۸	۵/۳۳
	-۹۳/۰۸	-۷/۴۸	-۱۱۸/۳۳	-۱۷/۳	-۸۷/۶	-۳۷/۴	
درصد اختلاف	۷/۵%	۲/۵%	۹/۲%	۰/۷%	۵/۰%	۲/۰%	-



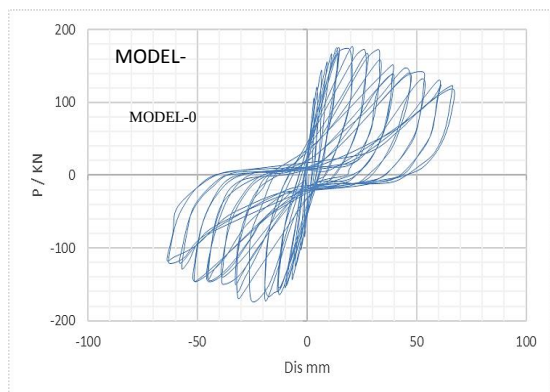
نمودار ۲ مقایسه و همپوشانی منحنی هیستریزس مدل سازی عددی با داده های آزمایشگاهی و عددی مقاله رفرنس [۱]

۱۱- یافته های تحقیق

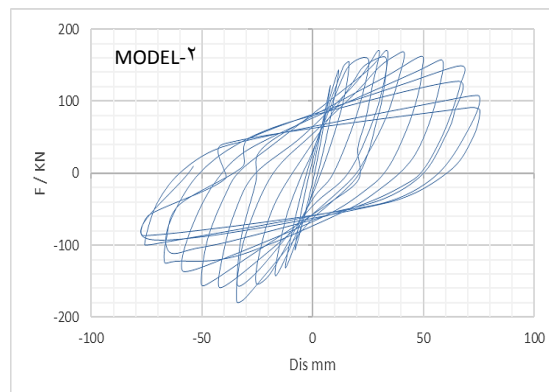
یکی از خصوصیات مصالح که پس از بدست آمدن نمودار تنش- کرنش می توان محاسبه نمود، میزان شکل پذیری آن ها می باشد. شکل پذیری به صورت نسبت کرنش متناظر با حد نهایی، به کرنش متناظر با حد تسلیم گفته می شود. (اسفندیاری، ۱۳۹۷) رفتار هیستریزس سازه ها متأثر از میزان ظرفیت باربری و تغییر سیکل های پیوسته در مدهای رفت و برگشتی سیستم می باشد به گونه ای که اگر حلقه های منحنی هیستریزس باریک باشند، نشان دهنده استعداد کم مقاومت در برابر زلزله بوده و سازه توان اندکی از خود برای جذب و اتلاف انرژی بروز می دهد و اگر حلقه های هیستریزس پهن باشد، به نشانه استعداد خوب مقاومت در برابر زلزله بوده و سازه ظرفیت زیادی جهت اتلاف انرژی دارد. (احیب-نژاد، ۱۳۹۵) در این تحقیق نیز برای بررسی رفتار ستون های تقویت شده در برابر بار جانبی نیز منحنی های هیستریزس نیرو - تغییر مکان مطابق با جدول شماره ۵ آورده شده است.

جدول ۵ مقایسه پارامترهای عددی و نسبت شکل پذیری مستخرج از نمودار پوش آور در مدل های مورد تحقیق

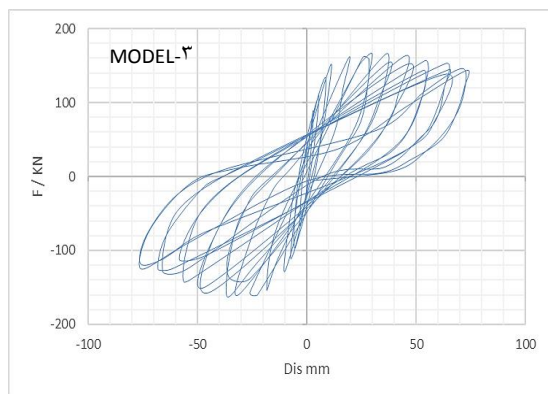
شکل پذیری μ	نقطه عملکرد		نقطه ماکزیمم		نقطه خرابی		شکل پذیری μ
	Yield Point / kn	Δy / mm	Peak Point / kn	Δm / mm	Failure Point / kn	Δf / mm	
۵/۳۳	۸۷/۲	۶/۶۴	۱۱۶/۱۷	۱۸/۸	۹۴/۳	۳۸	۵/۳۳
	-۹۳/۰۸	-۷/۴۸	-۱۱۸/۳۳	-۱۷/۳	-۸۷/۶	-۳۷/۴	
۷/۳۳	۱۵۸/۲	۸/۲	۱۶۹/۳	۳۱/۹	۱۲۴/۲	۶۰/۲	۷/۳۳
	-۱۵۴/۳	-۷/۹	-۱۷۰/۳	-۳۲/۲	-۱۲۹/۸	-۵۷/۹	
۸/۹۲	۱۴۲/۳	۸/۶	۱۷۰/۲	۳۱/۱	۱۲۵/۴	۷۷/۶	۸/۹۲
	-۱۳۷/۷	-۸/۴	-۱۷۴/۶	-۳۳/۴	-۱۲۱/۶	-۷۴/۲	
۸/۱۷	۱۴۸/۶	۸/۱	۱۶۷/۶	۲۹/۲	۱۲۳/۵	۶۹/۹	۸/۱۷
	-۱۵۱/۲	-۸/۶	-۱۶۵/۱	-۳۲/۷	-۱۲۱/۸	-۶۶/۷	
۷/۸۷	۱۴۳/۶	۹/۲۲	۱۶۸/۸	۳۳/۲	۱۲۱/۴	۶۹/۸	۷/۸۷
	-۱۵۶/۲	-۸/۰۴	-۱۶۶/۵	-۳۱/۸	-۱۱۸/۴	-۶۶/۲	
۵/۷۸	۱۱۳/۳	۹/۱	۱۴۰/۳	۲۴/۳	۹۹/۸	۵۱/۳	۵/۷۸
	-۱۲۰/۴	-۸/۳۸	-۱۴۳/۲	-۲۲/۱	-۱۰۷/۱	-۴۹/۸	
۹/۶۴	۱۳۶/۵	۹/۲	۱۷۶/۸	۳۷/۱	۱۳۶/۶	۸۸/۳	۹/۶۴
	-۱۳۳/۲	-۹/۵	-۱۷۴/۶	-۳۵/۳	-۱۳۲/۱	-۹۲/۱	



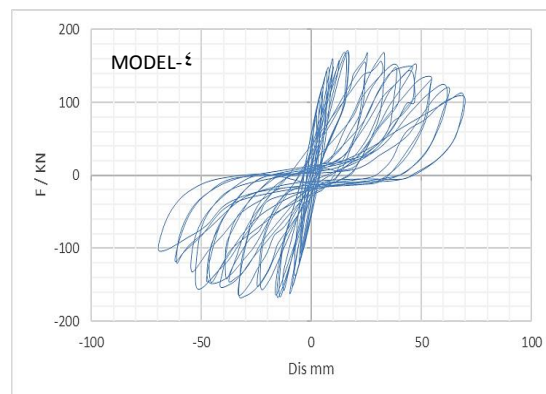
نمودار ۴ منحنی هیستریزس نمونه MODEL-۱



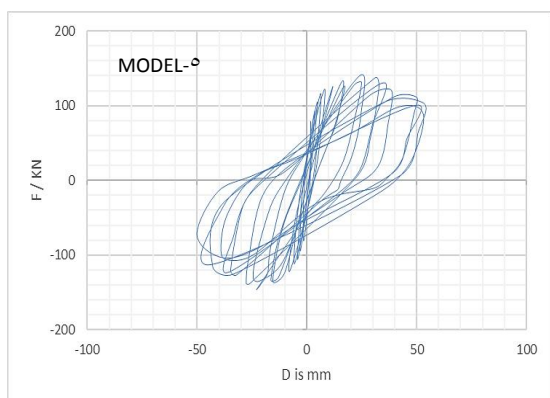
نمودار ۳ منحنی هیستریزس نمونه MODEL-۲



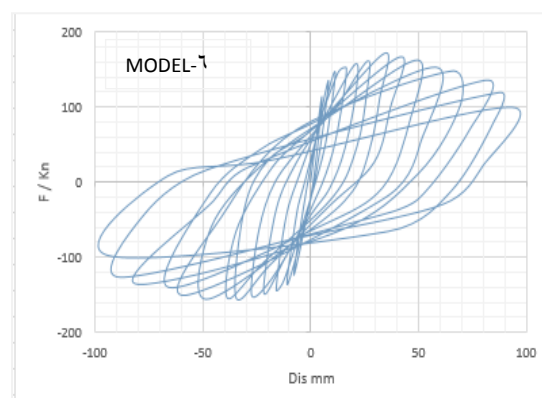
نمودار ۶ منحنی هیستریزیس نمونه MODEL-۳



نمودار ۵ منحنی هیستریزیس نمونه MODEL-۴

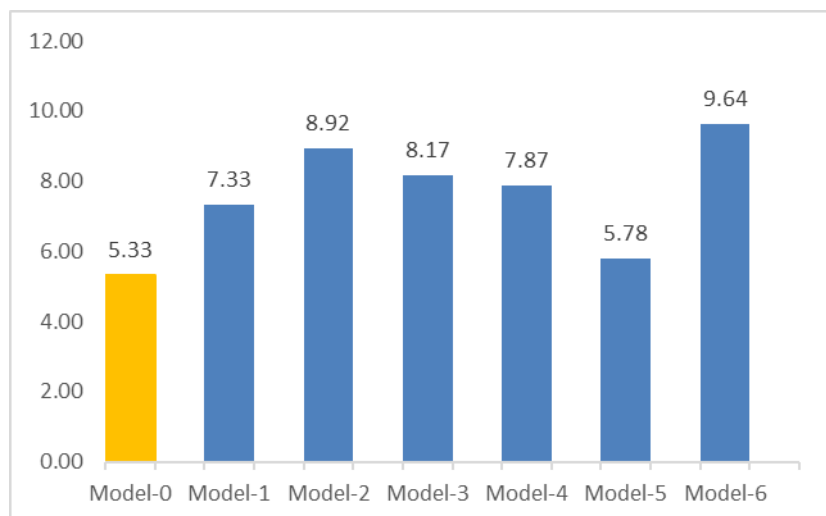


نمودار ۷ منحنی هیستریزیس نمونه MODEL-۵



نمودار ۸ منحنی هیستریزیس نمونه MODEL-۶

نتایج بدست آمده از نمودارهای هیستریزیس، نشان داد که در نمونه های ۱-۲-۳-۴-۶ MODEL نسبت شکل پذیری (μ) جانبی (محدوده ی پلاسیسیته) در سیکل های متوالی افزایش می یابد و این نشان دهنده آن است که ستون های تقویت شده دارای چرخه های پایدار هیستریزیس و رفتار لرزه ای خوب می باشند. از سوی دیگر عدم تنزل مقاومت و افت سختی در چرخه های هیستریزیس در اینگونه ستون ها بیانگر شکل پذیری زیاد و ظرفیت بالای جذب انرژی در این سیستم می باشد. در نهایت Model-۶ با نسبت شکل پذیری ۹/۶۴ دارای بیشترین شکل پذیری و Model-۵ با نسبت شکل پذیری ۵/۷۸ دارای کمترین شکل پذیری در مقایسه با سایر نمونه ها می باشند.

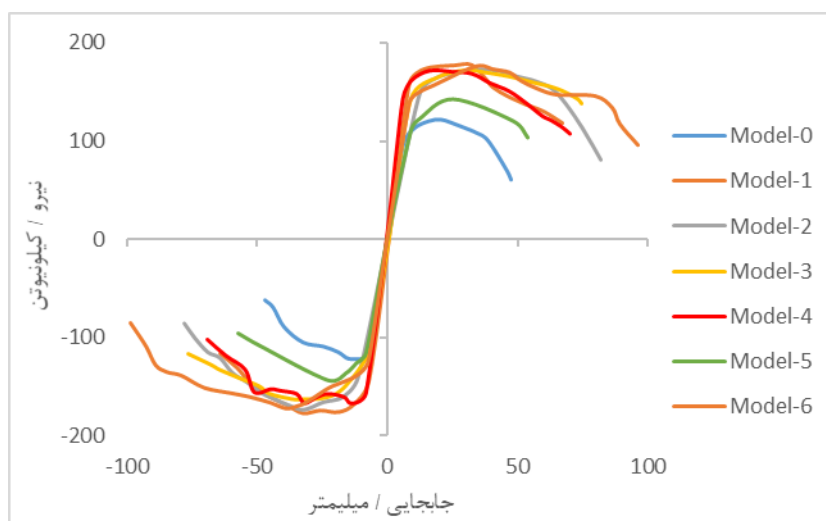


نمودار ۹ مقایسه نسبت شکل پذیری در حالت غیر خطی در مدل های مورد تحقیق

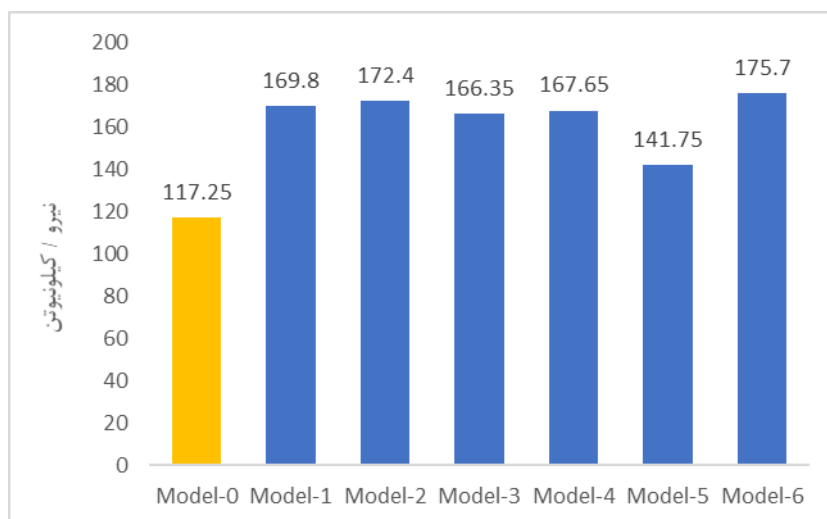
میزان ظرفیت جانبی ستون های تقویت شده مطابق با جدول شماره ۶ است. مشاهده می شود که در این روش مقاوم سازی با ژاکت فولادی میزان رفتار ستون ها متأثر از تغییر الگوهای شکلی متفاوت است اما این اختلاف به استثنای Model-۵ چندان زیاد نیست. قابل ذکر است که نمونه Model-۶ نیز دارای بیشترین ظرفیت جانبی به میزان ۱۷۵/۷ کیلو نیوتن که نسبت به نمونه بدون تقویتی، ۴۹٪ رشد دارد و نمونه Model-۵ دارای حداقل ظرفیت جانبی به میزان ۱۴۱/۷۵ که در مقایسه با نمونه بدون تقویتی ۲۰٪ رشد داشته است.

جدول ۶ مقایسه میزان ظرفیت باربری جانبی در مدل های مورد تحقیق

نام مدل	حداکثر مقاومت جانبی (کیلو نیوتن)	درصد تغییرات (%)
Model-۰	۱۱۷/۲۵	۰
Model-۱	۱۶۹/۸	۴۴
Model-۲	۱۷۲/۴	۴۷
Model-۳	۱۶۶/۳۵	۴۱
Model-۴	۱۶۷/۶۵	۴۲
Model-۵	۱۴۱/۷۵	۲۰
Model-۶	۱۷۵/۷	۴۹



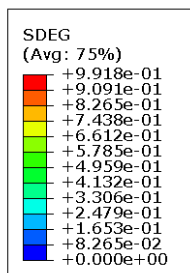
نمودار ۱۰ مقایسه منحنی های هیستریزیس مدل های تحلیلی مورد تحقیق



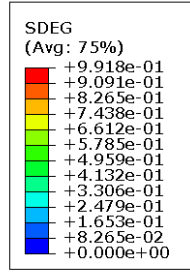
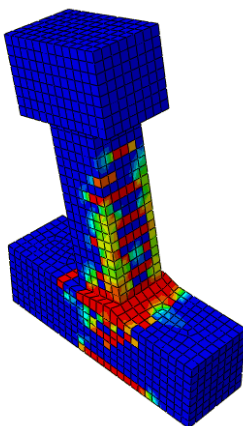
نمودار ۱۱ مقایسه حداکثر ظرفیت باربری جانبی ستون های مورد تحقیق

۱۲- مد شکست

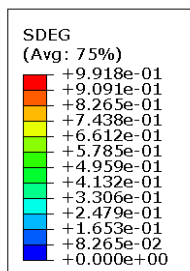
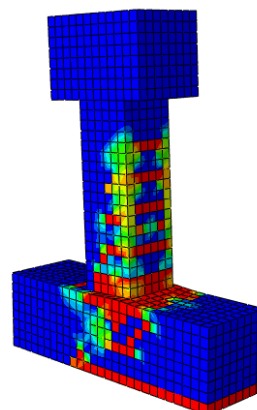
با تامل بر روی نحوه ی شکست و پارامتر آسیب پذیری ستون های کوتاه مورد مطالعه مطابق تصویر شماره ۱۶ مشخص می باشد که Model-۳ ترک های خمشی کمتری را تجربه نموده و رفتار ترد و شکننده تری دارد که نشان از عملکرد نامطلوب آن نسبت به سایر نمونه ها است. از جهتی مد شکست Model-۶ شکست خمشی را نشان می دهد. مابقی نمونه ها علرغم سختی بیشتر نسبت به نمونه Model-۶ علاوه بر تحمل ترک های خمشی نیز بر اثر ایجاد شکست مفصل در پای ستون گسیخته شده اند.



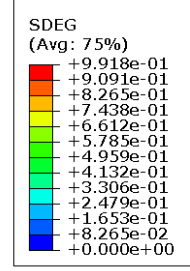
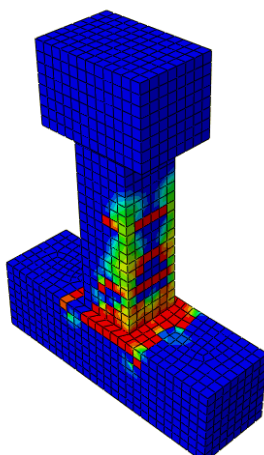
MODEL-۱



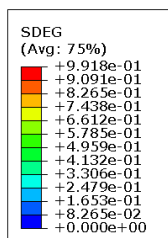
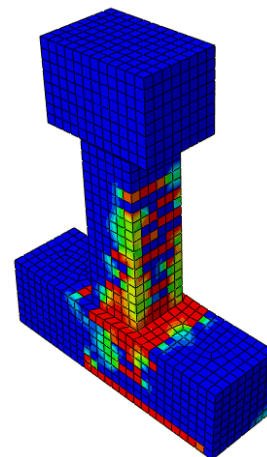
MODEL-۲



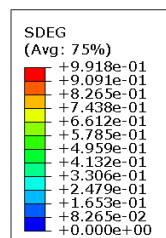
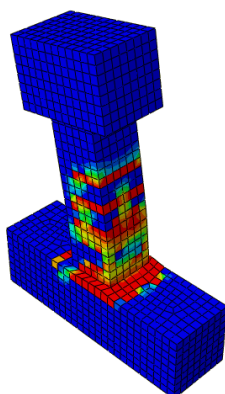
MODEL-۳



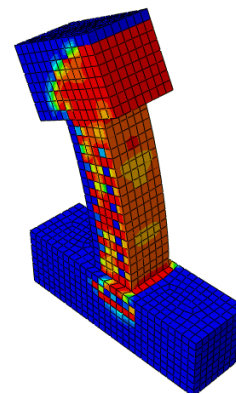
MODEL-۴



MODEL-۵



MODEL-۶



تصویر ۱۶ مقایسه نواحی آسیب و شکست ستون های مورد مطالعه

۱۳- شاخص اقتصادی طرح

یکی از پارامترهای حساس در طراحی بدست آوردن سازه های اقتصادی و در عین حال با عملکرد مطلوب می باشد. بتن مصالحی با مقاومت و سختی بالا، دوام قابل قبول و ارزان قیمت و نیز فولاد مصالحی با شکل پذیری زیاد و مقاومت بالا می باشد. لذا ترکیب هوشمندانه این دو مصالح، یک سیستم موثر و کارآمدتر را در مقایسه با استفاده مجزا از آن ها ارائه می دهد. مطابق جدول شماره ۷ شاخص اقتصادی طرح بر اساس مساحت فولادی مصرفی نسبت به حداکثر ظرفیت جانبی هر کدام از ستون های مقاوم سازی شده نشان می دهد. همانطور که قبلاً اشاره شد، هر چه میزان عدد شاخص اقتصادی طرح بزرگ تر باشد، الگوی شکلی طرح تقویتی نیز بهینه ترین و نیز اقتصادی ترین حالت ممکن می باشد. مطابق با نتایج بدست آمده در این تحقیق نیز بطور میانگین Model-۲ در شاخص مورد نظر جز بهینه ترین طرح مقاوم سازی و در مقابل آن Model-۶ جز گران ترین طرح الگوی شکلی طرح تقویتی می باشد. قابل ذکر است که در طرح مقاوم سازی اولویت با عملکرد سازه ای و رفتار لرزه ای آن است و شاخص هزینه در اولویت های بعدی قرار دارد. لذا این شاخص بعنوان برتری الگوی شکلی خاصی محسوب نمی شود و صرفاً جهت مقایسه انجام شده است.

جدول ۷ مقایسه شاخص اقتصادی طرح های مقاوم سازی

نام مدل	شاخص اقتصادی بر اساس ظرفیت جانبی
Model-1	5.01
Model-2	5.67
Model-3	5.08
Model-4	4.62
Model-5	5.02
Model-6	3.97

۱۴- نتیجه گیری

هدف اصلی این تحقیق، مقاوم سازی ستون های کوتاه با ژاکت فولادی در الگوهای مختلف شکلی تحت بارگذاری جانبی با جنبه های گوناگون مقاومت، نسبت شکل پذیری و شاخص اقتصادی بوده است. لذا نتایج به دست آمده نشان داد که مقاوم سازی با ژاکت فولادی یک الگوی مناسب جهت افزایش ظرفیت باربری و نیز شکل پذیری موثر در ستون های کوتاه می باشد. منحنی های هیستریزس این ستون ها پایدار و با سطح محصور شده زیاد می باشند که با افزایش سختی ستون ها ظرفیت باربری آن ها افزایش می یابد. بطور خلاصه نتایج بدست آمده عبارتند از:

۱. میزان ظرفیت باربری جانبی ستون تقویت شده با فولاد یکپارچه در نمونه Model-۶ به علت افزایش سطح مقطع فولادی بیشتر از سایر نمونه های تقویت شده می باشد و باعث استفاده حداکثری از ظرفیت خمشی این ستون می گردد. اما ضمن در نظر گرفتن افزایش ناچیز آن نسبت به سایر الگوهای شکلی و نیز بدلیل بکارگیری مساحت بیشتر که در نتیجه افزایش وزن سازه را در برخواهد داشت، استفاده از این الگوی تقویتی توجیه پذیر نمی باشد.

۲. با توجه به ضرورت ایجاد شکل پذیری بیشتر در ستون های کوتاه نیز در ستون تقویت شده Model-۶ تغییر شکل بیشتری حاصل می گردد که تفاوت عمده در خاصیت پلاستیک فولاد است، زیرا فولاد پس از رسیدن به تنش تسلیم به رفتار خود در ناحیه پلاستیک ادامه می دهد.

۳. ژاکت فولادی با الگوی شکلی تسمه بند نیز باعث افزایش سختی و ظرفیت باربری در ستون های کوتاه می گردند اما بهینه ترین الگوی شکلی ضمن در نظر گرفتن نسبت شکل پذیری و میزان مقاومت و شاخص هزینه نیز نمونه Model-۲ اقتصادی ترین یا بهینه ترین مدل تقویتی می باشد.

۴. به استناد از نمودارهای هیستریزس بدست آمده از نتایج این تحقیق محرز شد که پس از بارگذاری و باربرداری های متوالی خرابی ستون با تسلیم و گسیختگی ژاکت فولادی شروع می شود که این نوع خرابی به صورت ترد و شکننده نمی باشد و این امر نقش به سزایی در بالا بردن ضریب ایمنی جانی ساکنین ساختمان دارد.

۵. نوع شکست تمامی ستون های تقویت شده نیز علرغم افزایش میزان ظرفیت باربری و شکل پذیری نیز شکست مفصلی در پای ستون است به استثنای Model-۶ که بدلیل شکل پذیری بیشتر نسبت به سایر نیز نوع شکست آن خمشی می باشد.

سپاسگزاری

قدردانی فراوان از دپارتمان فنی و مهندسی موسسه آموزشی "ماهرشو..." شهر شیراز برای همکاری در روند مدلسازی و کوشش های موثر و لازم که جهت ثمربخش بودن این تحقیق داشته اند.

مراجع

- [۱] Liu Ming, Yin Shiping, and Chen Wenjie "Seismic Behaviour of TRC-Strengthened RC Columns under Different Constraint Conditions" Jiangsu Key Laboratory of Environmental Impact and Structural Safety in Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou ۲۲۱۱۱۶, China-۲۰۱۹
- [۲] Jianwei Zhang, "Seismic behavior of high-strength concrete columns reinforced with high strength steel bars" College of Architecture and Civil Engineering, Beijing University of Technology, Beijing, China, ۲۰۲۰
- [۳] Asghar Habibnejad Koraim, Hamid Moharremi, Ali Mazrouei "Study of the effect of column stiffness on the behavior of thin-walled steel shear walls" Journal of Civil Engineering and Surveying, University of Tehran, Volume ۴۵, Number ۲ - Serial Number ۵۲۷۵۳۵, Summer ۲۰۱۱, pp. ۱۶۹-۱۷۸
- [۴] Mohamad Ghannam, "Numerical investigation for the behaviour of stiffened circular concrete filled double tube columns", Structural Engineering Department, Faculty of Engineering, Mansoura University, Mansoura, Dakahlia ۳۵۵۱۶, Egypt, ۲۰۲۰
- [۵] Mojtaba Dehghani Mohammadabadi "Study of the effect of connecting concrete and steel jacket in improving the bearing capacity of reinforced concrete columns", Civil Engineering Thesis Master of Structural Engineering, Islamic Azad University, Yazd Branch, Summer ۲۰۱۴ (persian)
- [۶] Saeed Radmanesh, Amir Hossein Bazai, Roozbeh Aghamajidi "Optimization of reinforced concrete beams reinforced with rebars and FRP sheets in different installation methods by finite element method", Journal of Civil Engineering and Project, Volume ۳, Number ۲ - Serial Number ۲۴, May ۱۴۰۰, Page ۳۲-۴۷ (persian)



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

Investigation Of The Effect Of RCMT Chloride Ion Penetration On Heavy Concrete Containing Ilmenite Powder

Farzad Lohrasbi^{۱*}, Amirhossein Bazaei^۲, Mohamad Mehdi Jabbari^۳

^{۱*}- Master Student Of Structural Engineering, Department Of Civil Engineering, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Fars, Iran

Email: Farzadlohrasbi۱۳۶۲@Gmail.Com

^۲- Instructor, Department Of Civil Engineering, Islamic Azad University, Meymand Branch (Firoozabad), Fars, Iran

Email: Amirhosseinbazaee@Gmail.Com

^۳- Assistant Professor, Department Of Civil Engineering, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Fars, Iran

Email: Jabari@Iaushiraz.Ac.Ir

ABSTRACT

One of the important differences between the properties of ordinary concrete and heavy concrete is the use of metal or mineral aggregates instead of sand in concrete. Using ilmenite powder as a substitute for currently used heavy metals such as lead in concrete can reduce costs as well as sustainability and environmental protection. Use of heavy concrete to prevent harmful radiation for construction of hospital, military, nuclear centers and also to increase durability and resistance to wear and penetration of chloride ions for the construction of offshore concrete structures such as ports, offshore oil rigs, breakwater walls and Lighthouse or used in dam industry. In this research, an attempt was made to evaluate the durability of heavy concrete against intrusion by using a laboratory program using heavy grain of ilmenite and in order to support the production of domestic industries and mines using ilmenite powder of titanium mine in Kahnooj city of Kerman province. Chloride attack ions should be treated by RCMT method. In this research, samples made according to ACI standard by absolute volumetric method and laboratory optimization based on the type and properties of materials used have been prepared. The heavy concrete mixing plan has been adapted by replacing ilmenite powder with a maximum size of ۱ mm in volume ratios of ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪، replacing sand in concrete and cement grade of ۴۵۰ kg per cubic meter. The results of this study show that the use of ilmenite powder in heavy concrete increases the density of concrete and reduces the penetration rate of attack ions in concrete, so that by adding ۲۰٪ and ۳۰٪ ilmenite powder in the concrete structure, respectively, chloride ion penetration coefficient of ۲۷٪ And is reduced by ۲۲٪.

Keywords: Heavy Concrete, Ilmenite, Chloride Ion Infiltration, RCMT Test



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه

Civil & Project Journal (CPJ)

بررسی تاثیر نفوذ یون کلراید به روش RCMT در بتن سنگین حاوی پودر ایلمنیت

فرزاد لهراسبی^{۱*}، امیرحسین بازایی^۲، محمد مهدی جباری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، فارس، ایران
پست الکترونیکی: farzadolhrasbi1362@gmail.com

۲- مربی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میمند (فیروزآباد)، فارس، ایران
پست الکترونیکی: Amirhosseinbazaee@gmail.com

۳- استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، فارس، ایران
پست الکترونیکی: jabari@iaushiraz.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵

چکیده

از تفاوت های مهم خواص بتن معمولی و بتن سنگین، استفاده از سنگ دانه های فلزی یا معدنی به جای شن و ماسه در بتن می باشد. بکارگیری از پودر ایلمنیت بعنوان جایگزین فلزات سنگین مورد استفاده حال حاضر مانند سرب در بتن می تواند باعث کاهش هزینه ها و نیز سبب پایداری و حفظ محیط زیست شود. کاربری بتن سنگین جهت جلوگیری از تشعشعات مضر برای ساخت مراکز بیمارستانی، نظامی، هسته ای و نیز جهت افزایش دوام و مقاومت در برابر سایش و نفوذ یون مهاجم کلراید برای احداث سازه های بتنی دریایی مانند اسکله بنادر، سکوها های نفتی دریایی، دیوار موج شکن و فانوس دریایی و یا در صنایع سد سازی مورد استفاده قرار می گیرد. در این تحقیق تلاش گردید تا با بهره گیری از یک برنامه آزمایشگاهی با استفاده از سنگین دانه ایلمنیت و در راستای حمایت از تولید صنایع و معادن داخلی با استفاده از پودر ایلمنیت معدن تیتانیوم شهرستان کهنوج استان کرمان به بررسی میزان مقاومت دوام بتن سنگین در برابر نفوذ یون مهاجم کلراید به روش RCMT اقدام گردد. در این تحقیق نمونه های ساخته شده بر اساس استاندارد ACI به روش حجمی مطلق و بهینه یابی آزمایشگاهی بر اساس نوع و خصوصیت مصالح مورد استفاده تهیه شده است. طرح اختلاط بتن سنگین با جایگزینی پودر ایلمنیت با حداکثر اندازه ۱ میلیمتر در نسبت های حجمی ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪ جایگزین ماسه موجود در بتن و عیار سیمان ۴۵۰ کیلوگرم در هر متر مکعب اقتباس شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که استفاده از پودر ایلمنیت در بتن سنگین باعث افزایش تراکم بتن و کاهش نرخ نفوذ یون مهاجم در بتن می گردد بطوریکه با افزودن به ترتیب ۲۰٪ و ۳۰٪ پودر ایلمنیت در ساختار بتن نیز ضریب نفوذ یون کلراید ۲۷٪ و ۲۲٪ کاهش پیدا می کند.

کلمات کلیدی: بتن سنگین، ایلمنیت، نفوذ یون کلراید، تست RCMT

۱- مقدمه

امروزه انواع مختلفی از بتن ها تولید و عرضه می شوند که هر کدام از بتن ها نیز با داشتن ویژگی ها و خصوصیات بسیار متفاوت خود، دارای کاربردهای فراوانی هستند و در صنایع مختلفی نیز از آن ها استفاده می شود. یکی از مهم ترین عناوین بتن نیز بتن سنگین می باشد که با داشتن ویژگی های خاص در صنایع بسیار گسترده ای مورد استفاده واقع شود. بتن سنگین بتنی می باشد که در آن به جای استفاده از سنگدانه های معمولی، از مواد و عناصر سنگین وزنی مانند دانه های فلزی یا معدنی و سنگدانه های ویژه استفاده می شود. به همین دلیل وزن بتن های سنگین در مقایسه با بتن های معمولی بیشتر می باشد. (م.حیدری، ۱۳۹۵) وزن بتن های سنگین نیز بر اساس مقدار سنگدانه ی به کار رفته در تولید آن متفاوت خواهد بود اما مطابق تعریف استاندارد ACI از بتن سنگین نیز بتنی که اساساً دارای وزن مخصوص بیشتری نسبت به بتن های معمولی که عمدتاً می تواند بین ۱/۵ تا ۲/۵ برابر وزن مخصوص بتن معمولی باشد نیز بتن سنگین تلقی می شود. همچنین مطابق با تعریف مبحث نهم مقررات ملی ساختمان به بتنی که دارای وزن مخصوص بالای ۳۰۰۰ کیلوگرم در هر متر مکعب باشد نیز بتن سنگین بحساب می آید. (ع.باقری، ۱۳۹۱) در طرح مخلوط ساخت بتن های سنگین، مهم ترین هدف دستیابی به وزن زیاد آن است و حتی میزان مقاومت آن در اولویت های بعدی قرار دارد. به همین منظور در اکثر آیین نامه ها، حداقل وزن مخصوص مجاز را لحاظ می کنند. بدلیل آنکه سنگدانه های بتن سنگین اکثراً دارای چگالی بالا هستند و وزن بتن را تا حدود زیادی افزایش می دهند. (م.حیدری، ۱۳۹۵)

یکی از موارد استفاده از بتن سنگین، ساخت سازه های دریایی است. در محیط دریا بسیاری از سازه ها نظیر پایه های پل، موج شکن ها، اسکله ها، فانوس دریایی، تونل های زیر دریا و غیره از بتن سنگین ساخته شده اند. استفاده از بتن سنگین در ساخت سازه های دریایی بسیار رایج است و دلیل آن نیز وزن مخصوص بالا و دوام سایشی و صلبیت آن در برابر موج های دریا می باشد. لازم به ذکر است که در هنگام استفاده از بتن در ساخت سازه های دریایی باید بررسی هایی انجام شود در نتیجه باید بتن بر مبنای اصول تایید شده باشد تا مشکلی در ساخت و نگهداری این سازه ها ایجاد نشود. اگر در انتخاب مصالح بکار گرفته شده جهت ساخت بتن سنگین شناخت کافی حاصل نشود کیفیت سازه تا حد زیادی کاهش پیدا می کند و در نتیجه سازه دریایی در زمان کوتاه تری دچار فساد و خرابی می شود. (ف.رائی، ۱۳۹۸) علرغم آنکه بتن و بتن مسلح در مقایسه با فولاد از دوام بسیار زیادی برخوردار هستند ولی در محیط های خورنده سخت نظیر سواحل و بنادر و جزایر خلیج فارس و دریای عمان به شدت در معرض آسیب قرار می گیرند و لذا عمر مفید آن ها بسیار کاهش می یابد. یکی از عمده ترین خرابی های این نوع سازه ها، خوردگی آرماتور در بتن مسلح بر اثر نفوذ یون کلراید و کربناتاسیون بتن است. این خسارت عمده ترین خسارت وارد بر سازه های بتن آرمه می باشد. (ع.دلنواز، ۱۳۹۸) لذا با توجه به چالش های موجود و برطرف نمودن این عوارض با بکارگیری از پودر ایلمنیت^۱ در بتن جهت ساخت بتن سنگین و افزایش وزن مخصوص بتن جهت کاربری های مختلف باید بررسی گردد که میزان دوام بتن ساخته شده با پودر ایلمنیت در معرض نفوذ یون کلراید چگونه خواهد بود.

استفاده از پودر ایلمنیت در بتن بعنوان جایگزین بخشی از سنگدانه ها برای ساخت و تهیه بتن سنگین، از نگاه زیست محیطی حائز اهمیت می باشد. با در نظر گرفت آنکه ایلمنیت نوعی پسماند صنعتی تلقی می شود، این امر موجب صرفه جویی در بکارگیری از منابع طبیعی و هم چنین کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از ذخیره سازی این ضایعات صنعتی می گردد. (ع.بداللهی، ۱۳۹۳) در عین حال بتن تولیدی دارای تخلخل کمتر، مقاومت بیشتر و ارزاتر در دسترس قرار می گیرد. سنگ دانه های معمولی حدوداً بین ۶۰ تا ۷۵ درصد حجم بتن را تشکیل می دهند از این رو با جایگزینی سنگین دانه های فلزی یا معدنی به جای سنگدانه های معمولی سبب تغییر خواص فیزیکی، دوام و در بعضی اوقات، شیمیایی در بتن می گردد. پژوهش های زیادی برای ارزیابی مصرف سنگدانه های سنگین به عنوان مصالح برای تولید بتن سنگین انجام شده است. باریت، هماتیت، دولومیت و سایر سنگدانه ها یا فلزات سنگین به عنوان یک ماده جایگزین شن یا ماسه در بتن برای چندین دهه استفاده شده است. استاندارد ASTM-C۳۳ ملزومات را برای استفاده از تنظیم دانه بندی و حفظ تخلخل و

^۱ Ilmenite

تراکم فلزات سنگین را به عنوان سنگ دانه بتن فراهم نموده است. اما تحقیقات زیادی به منظور بررسی استفاده از ضایعات اکسید تیتانیوم یا ایلمنیت در بتن صورت نگرفته است. طبق اندک تحقیقات انجام شده ثابت شده است، استفاده از ایلمنیت به عنوان سنگ دانه در مخلوط های بتنی باعث بهبود مقاومت فشاری و خمشی بتن شده و علاوه بر آن میزان جذب آب بتن تولیدی را افزایش داده است. همچنین موجب افزایش وزن مخصوص بتن شده و میزان عبور تشعشعات را کاهش می دهد.

ساکر^۲ و همکاران در سال ۲۰۰۶ میلادی به بررسی اثر پودر سیلیس و خاکستر پسته برنج بر خصوصیات رفتاری بتن سنگین پرداخت. در این تحقیق تاثیر استفاده از پودر سیلیس و خاکستر پسته برنج به عنوان جایگزینی جزئی برای سیمان در بتن مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین سنگدانه های ایلمنیت و باریت به عنوان سنگدانه های با چگالی بالا جایگزین بخشی از شن و ماسه مصرفی در بتن مورد استفاده قرار گرفتند. در این تحقیق رفتار فیزیکی و مکانیکی و دوام مانند: رفتار فشاری، کششی، خمشی و مدول الاستیسیته و مقاومت چسبندگی نمونه های ساخته شده بتن سنگین مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین در این مطالعه به بررسی ریز ساختار بتن با کمک تصاویر الکتریکی روبشی و تجزیه و تحلیل اثر امواج مادون قرمز و پرتو گاما و امواج حرارت را در نمونه های ساخته شده پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که بتن حاوی سنگدانه ایلمنیت به میزان ۱۵٪ جایگزینی ماسه مصرفی در بتن به همراه ۱۵٪ پودر سیلیس جایگزین سیمان مصرفی در بتن دارای بیشترین تراکم بوده است. همچنین مخلوط بتن با خاکستر پسته برنج و سنگدانه ایلمنیت میزان جذب موثری در برابر تشعشعات مضر داشته ولی مخلوط بتن با سیلیس مقاومت فشاری و کششی بیشتری نسبت به نمونه قبلی (نمونه حاوی پسته برنج) کسب نموده است.

خلف^۳ و همکاران در سال ۲۰۱۹ میلادی به مروری بر بتن های سنگین و بررسی نقش انواع سنگدانه های سنگین در ترکیب این دسته از بتن ها پرداختند. آن ها از ریز دانه های ایلمنیت، باریت، همتایت، دولومیت، مگانیت، جهت دستیابی به یک بتن متراکم و توپر برای کاهش عبور تشعشعات و پرتوها گاما و ایکس در ساختمان های هسته ای و بیمارستان ها استفاده کردند. در این تحقیق ساخت بتن با چگالی بالا و میزان مناسب کارایی (اسلامپ) مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت تا ضمن مرتفع نمودن نیاز برای ساخت بتن مقاوم و سازه ای بتوان مانع گسترش تشعشعات مضر گردید. به همین منظور نسبت آب به سیمان نمونه های بتنی را کاهش داده و برای حفظ کارایی بتن از روان کننده استفاده نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از پودر ایلمنیت می تواند تا ۳۰ درصد عبور پرتوها زیان بار را کاهش دهد.

کنتراس^۴ و همکاران در سال ۲۰۱۸ میلادی به بررسی بازیافت سنگدانه ایلمنیت (پودر ایلمنیت بازیافتی حاصل از لنت ترمز اتومبیل و گل جوش) به عنوان یک افزودنی در سیمان های تجاری پرتلند OPC پرداختند. این افزودنی در نسبت های وزنی ۵/۲، ۵ و ۱۰ درصد وزنی سیمان در بتن اضافه شده است. در این پژوهش آزمایشات مربوط به عبور تشعشعات گاما، ایکس و آلفا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که وجود اکسید تیتانیوم در ساختار پودر ایلمنیت موجب جذب تشعشعات رادیو اکتیو در بتن می گردد. از دیگر نتایج حاصل از این پژوهش که می توان به آن اشاره کرد نیز افزودن گل ایلمنیت به همراه سیمان OPC است که نقش مفیدی در جهت کاهش گرمای هیدراتاسیون، تنظیم زمان گیرش، انبساط و انقباض خطی در مقایسه با سیمان معمولی می گردد. علاوه بر موضوعات ذکر شده مشخص گردید که افزودن ۵٪ پودر ایلمنیت در بتن باعث کاهش عبور تشعشعات رادیو اکتیو و سایر تشعشعات زیان بار از بتن می گردد.

سامارین^۵ و همکاران در سال ۲۰۱۴ به بررسی تاثیر دمای بالا با کوره آتش بر روی خواص بتنی سنگین (بتن حاوی باریت و ایلمنیت) پرداختند. آنها اذعان داشتند که دما در استفاده از بتن برای محافظت از راکتورهای هسته ای نقش مهمی دارد. در این تحقیق به اثر دوام مختلف (۱، ۲ و ۳ ساعت) در دمای بالا (۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۹۵۰ سانتی گراد) بر خصوصیات فیزیکی، مکانیکی و دوام بتن

^۲ Sakr^۳ Khalaf^۴ Conteras^۵ Samarin

سنگین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بتن دارای افزودنی سنگدانه ایلمنیت بیشترین تراکم، مدول الاستیسیته و کمترین درصد جذب را دارد و همچنین دارای مقادیر مقاومت فشاری، کششی، خمشی و پیوند نسبت به بتن شن و ماسه است. بتن دارای سنگدانه ایلمنیت بالاترین میزان تضعیف پرتوهای گاما را نشان داد. زمان قرار گرفتن در معرض آتش (گرمایش) با خصوصیات مکانیکی انواع بتن متناسب بود. بتن دارای سنگدانه ایلمنیت در برابر درجه حرارت بالا مقاومت بیشتری داشت. همچنین ثابت شد که هوا به عنوان یک سیستم خنک کننده در ساختار بتنی در معرض دمای بالا از آب بهتر است زیرا آب منجر به آسیب زیادی در خصوصیات بتن می شود.

۲- اهداف

بصورت کلی علت خرابی و زوال بتن هایی که در معرض و مجاورت آب دریا هستند، به چندین پارامتر فیزیکی و شیمیایی مختلف بستگی دارد. تخمین عملکرد دوام بتن در معرض آب دریا امکان پذیر نیست. بدلیل آنکه مجموعی از واکنش های شیمیایی در شرایط نابرابر در حال فعل و انفعالات است که موجب شروع این خرابی می گردد و انجام آزمایشات شبیه سازی این شرایط جهت تخمین و بررسی دوام بتن در بهترین حالت، تنها می تواند به عنوان یک کنش از چند واکنش مورد استفاده قرار گیرد. تهدیدات بتن را در مجاورت با آب دریا می توان به چندین عامل از قبیل: ۱. یون های مخرب ۲. نمک و سولفات ها ۳. جزر و مد یا سیکل تر و خشک شدن پیاپی ۴. جانوران دریایی (ترشح اسیدی بعضی از نرم تنان و باکتری ها) ۵. فشاری هیدرو استاتیک ۶. تغییرات دمایی ۷. مه دریایی (وجود باد و رطوبت) ۸. نیروی امواج و سایر موارد دانست که وقوع یک یا چند عامل با یکدیگر نیز باعث خرابی زودرس در بتن ها خواهد گردید. (س.لسانی، ۱۳۹۴)

با توجه به گوناگونی عوامل تهدید بتن در مجاورت دریا و عدم امکان بررسی های همه جانبه در راستای سنجش دوام بتن نیز در این تحقیق صرفاً به بررسی میزان مقاومت فشاری ۲۸ روزه و تاثیر یون های مهاجم کلراید به روش RCMT در بتن سنگین بسنده خواهیم نمود که تا چه اندازه بکارگیری پودر ایلمنیت در ساختار بتن موجب بهبود خواست افزایش وزن مخصوص و کیفیت بتن می گردد. با در نظر گرفتن اینکه یکی از بزرگترین معادن سنگ ایلمنیت دنیا و بزرگترین معدن سنگ تیتانیوم خاورمیانه در شهرستان کهنوج واقع در استان کرمان قرار گرفته است و نیز بدلیل عدم توجه به این ماده، تاکنون به لحاظ تجاری به تولید و استفاده انبوه در بتن نگردیده است. بنابراین هدف از انجام این تحقیق نیز ساخت بتن سنگین و بررسی میزان دوام در برابر یون مهاجم کلراید با افزودن پودر ایلمنیت در بتن می باشد. در این تحقیق استفاده از ماده ارزان قیمت کنسانتره معدنی ایلمنیت به عنوان عنصر سنگین وزنی که باعث افزایش وزن مخصوص بتن می گردد و تحلیل دوام آن در محیط های خورنده بررسی می گردد. روش تحقیق مبتنی بر روش آزمایشگاهی می باشد.

۳- علل خرابی بتن در آب دریا

طبعاً آب دریا حاوی یون های مخرب بسیاری می باشد که هر کدام بصورت جداگانه اثر سویی بر روی بتن می گذارند، لکن ممکن است اثر تخریب ترکیب تمامی عوامل، کمتر از اثر هر کدام به صورت جداگانه باشد. بطور میانگین آب دریا دارای ۳/۵ درصد وزنی نمک محلول است. (س.لسانی، ۱۳۹۴) نتیجه سایر پژوهش های انجام شده نشان می دهد که میزان یون های موجود در آب خلیج فارس در مقایسه با سایر دریاهای دیگر بیشتر است که از جمله دلایل آن نیمه بسته بودن خلیج فارس است که تنها دروازه خروجی آن تنگه هرمز می باشد و مورد بعدی به دلیل جزر و مد بسیار محدود آب های خلیج فارس و دریای عمان می باشد که تبادل خیلی کم دارند. (ع.پرتویی، ۱۳۹۵) تبخیر آب باعث می شود که لایه هایی از نمک بر روی سطوح جزر و مد باقی بماند. نمک باقیمانده پس از گذشت مدت زمان و تبخیر متوالی در حجم قابل توجهی افزایش می یابد. همچنین این عارضه در طول روزهای سال در معرض رطوبت نسبی هوا که ممکن است بین ۵ تا ۹۰ درصد متغیر باشد و تحت تاثیر وزش باد که حاوی یون کلر است قرار گرفته که باعث تشدید اثر خوردگی می گردد. خوردگی فولاد مدفون در بتن بدلیل واکنش های شیمیایی است که به وسیله مقاومت الکتریکی موجود سطح فولاد، PH خمیر سیمان و نفوذ مخرب هایی مانند کلرایدها و اکسیژن درون بتن بوجود می آید. برای اینکه فولاد مدفون در بتن الکتروشیمیایی شود نیز بتن باید به اندازه کافی نفوذپذیر بوده تا اکسیژن به عمق بتن و فولاد راه یابد. قابل ذکر است که هنگام جزر و مد آب دریا این اکسیژن برای تخریب

تامین می گردد. اما سرعت خوردگی فولاد مدفون در بتن بستگی به غلظت یون کلراید و PH بتن دارد. شایان ذکر است که میزان نفوذپذیری بتن مهم ترین عامل تعیین کننده در دوام دراز مدت بتن می باشد. همچنین ترک های خمشی بوجود آمده در بتن، سرعت نفوذ یون کلر و سایر یون ها را افزایش می دهد و در نتیجه خوردگی تشدید می شود. در این حالت خوردگی نیز موجب افزایش ترک در بتن می شود. بنابراین طرح اختلاط مناسب بتن و اجرای صحیح بتن ریزی از عوامل مهم در دوام دراز مدت می باشد. اما پوشش بتنی که در قسمت زیر منطقه جزر و مد وجود دارد به دلیل آنکه اکسیژن وجود ندارد و همچنین لایه های محافظتی تشکیل می شوند، وضعیت به بحرانی منطقه جزر و مد نیست. در بالای منطقه جزر و مد عامل دیگری که باعث تخریب بتن می شود، سایش است. (س.لسانی، ۱۳۹۴) در این شرایط استفاده از بتن سنگین و کاملاً متراکم شده، مناسب می باشد. همچنین استفاده از دانه های سنگین جهت ساخت بتن چگال نیز مقاومت سایشی را به مقدار قابل توجهی افزایش می دهند. (م.گلدوست، ۱۳۹۵)

۴- کاربردهای بتن سنگین

بتن سنگین به طور ویژه به عنوان سپر محافظ در مقابل تشعشع به کار می رود. این بتن جهت جلوگیری از تشعشع سایر اشعه ها بکار می رود و اصولاً در سازه های تاسیسات اتمی و یا بیمارستان ها و هر جا که امکان تشعشعات رادیواکتیو یا پرتوهای X، گاما و آلفا وجود دارد استفاده می شود. همچنین از بتن سنگین در ساخت وزنه های تعادلی (بتن های وزنی) و یا در مواردی که نیاز به افزایش بار مرده سازه، (بدون افزایش حجم) نیاز باشد استفاده می گردد. بعنوان مثال جهت وزنه بار تعادل در تاور کرین ها استفاده می شود. استفاده از بتن سنگین در سازه های نظامی و پدافند غیر عامل نیز مورد استفاده قرار می گیرد. به وفور برای ساخت سنگرهای نظامی و یا ساخت پناه گاه های زیر زمینی یا ساخت انبارهای مقاوم در برابر انفجار مانند دیواره های گاوصندوق برای نگهداری ملزومات گران بها و سایر موارد مشابه کاربرد دارد. استفاده از بتن سنگین جهت ساخت سازه های دریایی مانند انواع پایه های پل، دیوار موج شکن، فانوس دریایی و امثالهم به دلیل صلبیت و کنترل جابجایی در اثر امواج دریا نیز مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین بدلیل تراکم بالای بتن های سنگین نیز احتمال خرابی و سولفاته شدن این نوع بتن در قیاس با سایر بتن های معمولی کمتر می باشد قابل ذکر است که در ایران در ساخت نیروگاه های اتمی بوشهر و نیروگاه آب سنگین اراک، از بتن سنگین استفاده شده است.



ج) کاربرد بتن سنگین در ساخت مراکز هسته ای



ب) کاربرد بتن سنگین در دیوار موج شکن



الف) کاربرد بتن سنگین در سدسازی

تصویر ۱ کاربردهای بتن سنگین در سازه های مختلف

۵- برنامه آزمایشگاهی

استفاده از روش وزنی، که اساس روش ACI برای مخلوط های بتنی با وزن معمولی را تشکیل می دهد، برای طرح اختلاط بتن سنگین مناسب نیست. دلیل آن هم این است که با توجه به وزن مخصوص بالای سنگین دانه های مورد استفاده در ساخت بتن سنگین نیز امکان جایگزینی آن با سنگدانه معمولی بتن را ندارد، زیرا از لحاظ حجمی یکسان نخواهند بود. بنابراین می بایست افزودنی های با چگالی بالا را جایگزین حجمی از سنگدانه مورد استفاده در بتن نمود. در این تحقیق برنامه آزمایشگاهی ساخت بتن سنگین با پودر ایلیمینیت جهت

تعیین مقاومت فشاری و دوام بتن در برابر نفوذ یون مهاجم کلراید به روش RCMT انجام گرفته است. برای این منظور مجموعاً ۱۵ نمونه بتنی ساخته شده است که تعداد ۱۰ نمونه مکعبی (میانگین دو نمونه برای هر طرح) با ابعاد ۱۵۰ * ۱۵۰ * ۱۵۰ میلیمتر جهت سنجش مقاومت فشاری ۲۸ روزه مطابق با استاندارد ASTM-C۱۰۹ و همچنین تعداد ۵ نمونه استوانه ای ۵۰ * ۱۰۰ میلیمتر جهت بررسی دوام در برابر یون کلراید با سن ۲۸ روزه مطابق با استاندارد NT-BUILD-D۴۹۲ برای آزمایش در نظر گرفته شد. تعیین نسبت های مصالح بتن سنگین مشابه بتن معمولی است، اما به دلیل خشن بودن مخلوط بتن سنگین باید از ماسه با مدول نرمی کمتر استفاده شود و یا نسبت ماسه به شن افزایش یابد. طرح اختلاط نمونه شاهد مورد استفاده در این تحقیق نیز بر مبنای روش حجم مطلق محاسبه و پس از آن با توجه به نوع مصالح مصرفی به روش آزمون و خطا و به استناد از نتایج سایر پژوهش های قبلی بهینه یابی شده و انتخاب گردیده است. طرح اختلاط بتن سنگین با در نظر گرفتن حداکثر اندازه اسمی شن ۱۹ میلیمتر و عیار سیمان ۴۵۰ کیلوگرم در هر متر مکعب و نسبت آب به سیمان ۰/۴۵ اقتباس شده است. طرح مخلوط بر اساس جایگزینی پودر ایلمنیت در نسبت های حجمی ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪، ۴۰٪ ماسه موجود در بتن صورت گرفته است. در ادامه وزن مخصوص کلیه نمونه ها مطابق با استاندارد ASTM-C۱۳۸ و میزان روانی بتن نیز مطابق با استاندارد ASTM-C۱۴۳ انجام گرفته است.

جدول ۱ طرح اختلاط نمونه های بتنی مورد آزمایش

طرح	ردیف	نام انحصاری	سیمان	شن	ماسه	ایلمنیت	آب	نسبت حجمی ایلمنیت جایگزین ماسه
			kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	lit/m ³	
شاهد	۱	CON	۴۵۰	۷۲۰	۱۲۸۰	-	۲۰۲	-
تجزیه	۲	HC-I ۱۰٪	۴۵۰	۷۲۰	۱۱۵۰	۴۲۴	۲۰۲	۱۰٪
	۳	HC-I ۲۰٪	۴۵۰	۷۲۰	۱۰۲۴	۸۴۸	۲۰۲	۲۰٪
	۴	HC-I ۳۰٪	۴۵۰	۷۲۰	۸۹۶	۱۲۷۲	۲۰۲	۳۰٪
	۵	HC-I ۴۰٪	۴۵۰	۷۲۰	۷۶۸	۱۶۹۶	۲۰۲	۴۰٪

۶- اختلاط

در این تحقیق برای ساخت بتن سنگین، کلیه سنگ دانه ها پس از آبکش کردن و رسیدن به حالت اشباع با سطح خشک (حالت SSD) به همراه ماسه طبیعی به داخل میکسر ریخته شده و به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط شدند. در ادامه سیمان و نصف آب و پودر ایلمنیت مورد نیاز اضافه و پس از ۳۰ ثانیه اختلاط، نصف دیگر آب اضافه و به مدت ۲ دقیقه دیگر مخلوط شدند. در پایان، آزمایش اسلامپ و وزن مخصوص بتن تازه برای تمامی نمونه ها انجام شد. قابل ذکر است که سرعت دوران میکسر بتن ۱۵ دور در دقیقه بوده است.



تصویر ۲ فلوچارت تصویری ترتیب و زمان اختلاط مصالح در این تحقیق

۶-۱- سیمان

سیمان مورد استفاده در این آزمایش از نوع تیپ ۲ با برند تجاری سیمان سپاهان اصفهان می باشد. سیمان سپاهان تیپ ۲ معمولاً دیرگیرتر و در مقایسه با سیمان تیپ ۱ حرارت کمتری تولید می کند. بنابراین در بتن ریزی های حجیم نیز می تواند گزینه مناسبی باشد. این سیمان دارای وزن مخصوص ۱/۱۵ کیلوگرم می باشد. سایر مشخصات این سیمان مطابق با جدول شماره ۲ و ۳ می باشد.

جدول ۲ ساختار شیمیایی سیمان تیپ ۲ سپاهان (ماخذ: شرکت سیمان سپاهان اصفهان)

C ₂ A	I.R	L.O.I	OS ₂	MgO	FE ₂ O ₂	AL ₂ O ₂	SiO ₂
%۵/۸۰	%۰/۳۵	%۱	%۲/۳۵	%۲/۲۰	%۳/۹۵	%۴/۷۰	%۲۰/۹

جدول ۳ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی سیمان تیپ ۲ سپاهان (ماخذ: شرکت سیمان سپاهان اصفهان)

سطح مخصوص (بلین)	انبساط اولیه (اتوکلاو)	زمان گیرش دقیقه	مقاومت فشاری کیلوگرم بر سانتیمتر مربع			وزن مخصوص
cm/gr	%	اولیه	نهایی	۳روزه	۷روزه	۲۸روزه
۲۸۵۰	۰/۰۷	۱۵۰	۱۸۵	۱۸۵	۳۰۴	۴۲۰
۱- ۱/۳						

۶-۲- ماسه

ماسه مورد استفاده برای ساخت بتن سنگین در این آزمایش از نوع ماسه شکسته کوهی معدن مرادی که در فاصله ۱۲ کیلومتری شمال غرب شهرستان شیراز واقع شده است، استفاده گردیده. ماسه مذکور دارای وزن مخصوص ظاهری با سطح اشباع (SSD) ۲۵۹۰ کیلوگرم بر متر مکعب و در حالت خشک نیز ۱۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب تعیین شده است. میزان جذب آب ماسه مطابق با استاندارد ASTM-C۱۲۸ نیز ۱/۵۷ درصد می باشد. در این آزمایش، حداکثر اندازه دانه بندی ماسه بین ۰ تا ۴/۷۵ میلیمتر در نظر گرفته شده. همچنین مدول نرمی ماسه استفاده شده در این تحقیق به استاندارد ASTM-C۱۳۶ نیز ۳ می باشد.

جدول ۴ مشخصات ماسه مصرفی جهت ساخت بتن سنگین در این تحقیق

نوع سنگدانه	حداکثر قطر سنگدانه	حداکثر قطر mm	وزن مخصوص خشک	وزن مخصوص SSD	جذب آب
kg/m ³	kg/m ³	%	kg/m ³	kg/m ³	%
ماسه	۴/۷۵	۳	۱۶۵۰	۲۵۹۰	۱/۵۷

۳-۶- شن

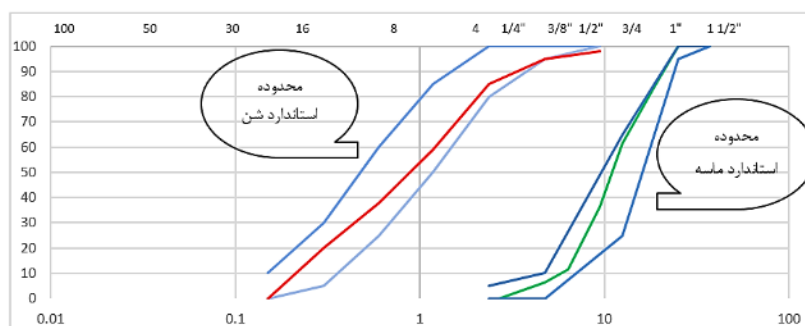
درشت دانه مورد استفاده جهت ساخت بتن مورد آزمایش در این تحقیق، مخلوط نخودی و بادامی با حداکثر اندازه ۱۹ میلیمتر می باشد که از معدن مرادی واقع در ۱۲ کیلومتری شمال غرب شهرستان شیراز، تهیه گردیده است. وزن مخصوص ظاهری در حالت SSD، ۲۷۴۰ کیلوگرم در هر متر مکعب و در حالت خشک نیز ۱۴۲۰ کیلوگرم در هر متر مکعب می باشد. میزان جذب آب درشت دانه نیز برابر با ۱/۹ درصد می باشد.

جدول ۵ مشخصات شن مصرفی جهت ساخت بتن سنگین در این تحقیق

نوع سنگدانه	حداکثر قطر سنگدانه	میزان جذب آب	وزن مخصوص SSD	وزن مخصوص خشک
بادامی	mm	%	kg/m ³	kg/m ³
نخودی	۱۹	۱/۹	۲۷۴۰	۱۴۲۰

۴-۶- دانه بندی سنگدانه

تقسیم بندی سنگدانه های مصرفی جهت ساخت بتن سنگین در این تحقیق نیز مطابق با استاندارد ASTM-C۳۳ صورت پذیرفت. هدف از این کار، توزیع ذرات و دانه های سنگی طی ابعاد و اندازه مختلف جهت تراکم بهتر مصالح در بتن است. در آزمایش دانه بندی سنگدانه ها، مصالح خشک سنگی با ایجاد لرزه توسط الک های مختلف شماره بندی شده عبور داده شدند و اندازه دانه های روی هر الک و مقدار آن مشخص گردید. نمودار شماره ۱ محدوده دانه بندی و دامنه سنگدانه ها را نشان می دهد.



نمودار ۱ نمودار دانه بندی شن و ماسه مورد استفاده جهت ساخت بتن و انطباق آن با محدوده استاندارد

۵-۶- ایلمنیت

سنگدانه ایلمنیت، اولین بار در کشور روسیه کشف و از آن به عنوان یک ماده با سختی و وزن مخصوص بالا یاد می شود. میزان سختی ماوس^۶ این ماده بین ۵/۵ تا ۶ گزارش شده است. ایلمنیت جزو کانی های سنگین و با چگالی بالا محسوب می شود به نحوی که به خاطر چگالی نسبتاً بالا، از آن برای سنگین کردن یا تقویت مقاومت سایشی مواد مانند تولید لنت ترمز یا ساخت بدنه چاه نفت استفاده می شود. (sakt, ۲۰۰۶) این ماده معدنی که غالب ساختمان ترکیب آن را عنصر تیتانیوم تشکیل داده است، منبع خوبی برای به دست آوردن این

^۶ Hardly Mouse

عنصر نیز محسوب می شود. عمده ساختار تشکیل دهنده ایلمنیت، اکسید آهن و اکسید تیتانیوم است که با نماد FeTiO_3 معرفی می شود. در واقع ایلمنیت زائده سنگ معدن تیتانیوم می باشد که امروزه در صنایع مختلف به کار برده می شود. (khalaf, 2019) شکل ظاهری این ماده بواسطه نوع معدن و استخراج آن متفاوت می باشد همچنین رنگ آن بسته به خلوص آن از سیاه تا قهوه ای می تواند متغیر باشد. این ماده معدنی در معادن مختلفی در سراسر جهان از جمله روسیه، برزیل، کانادا، سریلانکا، نروژ، چین، آفریقای جنوبی موجود است. در ایران نیز معدنی از این ماده معدنی وجود دارد که بارزترین آن ها در شهرستان کهنوج واقع در استان کرمان و منطقه قره آغاج در استان آذربایجان غربی قرار دارد. (م. گلدوست، ۱۳۹۵) ایلمنیت بدلیل داشتن چگالی بالا، سختی ماوس بالا، بسیار مناسب برای ساخت بتن سنگین با مقاومت فشاری بالا، انقباض کم و دوام بالا می باشد.

سنگ ایلمنیت به کار برده شده در این تحقیق از معادن شهرستان کهنوج واقع در استان کرمان تهیه شده است. پودر مربوطه در اندازه دانه بندی حداکثر ۱ میلیمتر بصورت آماده خریداری شده و با توجه به نوع آزمایش نیز جهت جایگزین نمودن بخشی از ماسه مورد استفاده قرار داده شده است. وزن مخصوص ایلمنیت تهیه شده در این آزمایش ۴۲۴۰ کیلوگرم در متر مکعب می باشد.

جدول ۶ ساختار شیمیایی پودر ایلمنیت مورد استفاده در این تحقیق (ماخذ: واحد تحقیقات معدن تیتانیوم استان کرمان)

نام عنصر	ساختار شیمیایی	مقدار %
اکسید تیتانیوم	TiO_2	۴۸/۱
اکسید سوم آهن	Fe_2O_3	۳۱/۲
آهک	CaO	۰/۱۲
اکسید آهن	FeO	۱۱/۹
سیلیس	SiO_2	۲/۴
اکسید آلومینیوم	Al_2O_3	۱/۵۲
اکسید باریم	BaSO_4	۲/۲۳
سولفات باریم	BaO	۱/۷۲

جدول ۷ مشخصات فیزیکی پودر ایلمنیت مورد استفاده در این تحقیق (ماخذ: واحد تحقیقات معدن تیتانیوم استان کرمان)

حداکثر اندازه اسمی	درصد تخلخل	جذب آب	درصد ساییدگی	مدول نرمی
mm	%	%	%	
۱	۳	۲/۲	۸	۱/۸۵



د) ماسه با حداکثر اندازه ۴/۷۵ میلیمتر



ج) سیمان تیپ ۲

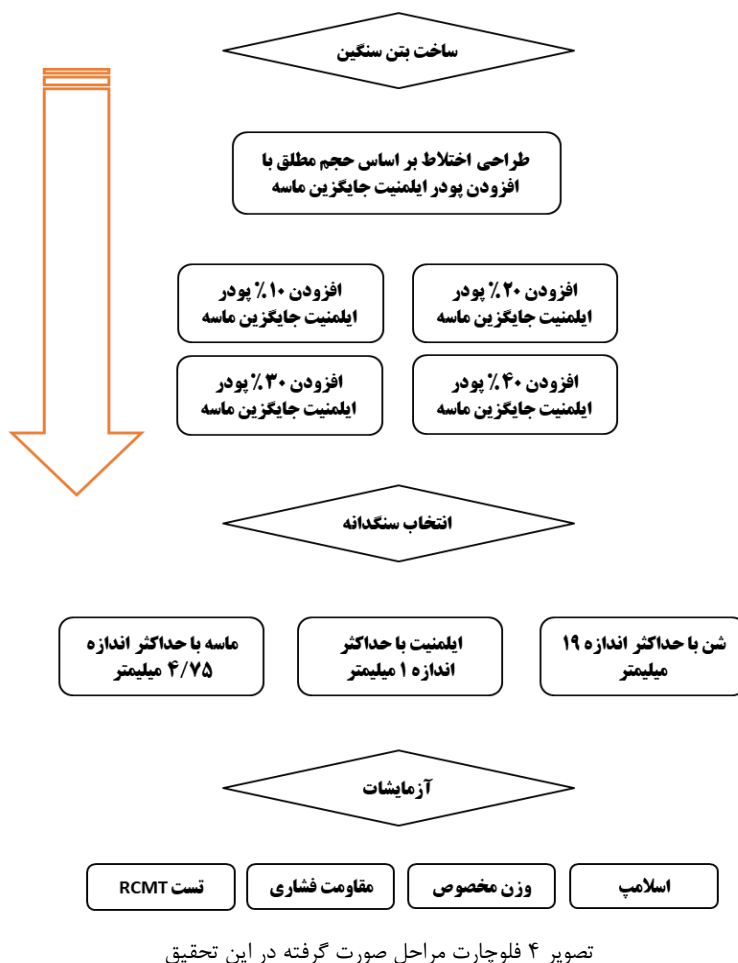


ب) شن با حداکثر اندازه ۱۹ میلیمتر



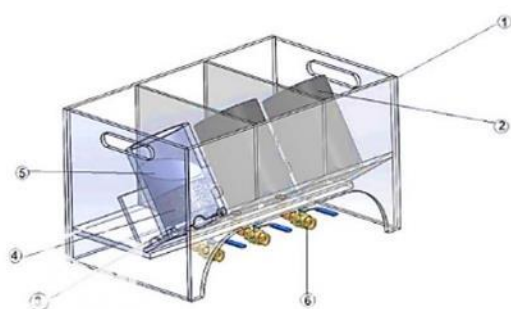
الف) پودر ایلمنیت

تصویر ۳ مصالح بکاربرده شده جهت ساخت بتن سنگین در این تحقیق



۷- تست RCMT

هدف از انجام این آزمایش، تعیین مدلی است که بتوان در پیش بینی فرآیند خوردگی منجر به خرابی بتن مورد استفاده قرار گیرد. این آزمایش شبیه سازی حالت غیر پایدار است و مقاومت بتن را در مقابل نفوذ کلرید ارزیابی می کند. (ا. پیلوار، ۱۳۹۵) نمونه ها بتنی بصورت استوانه ای مطابق با استاندارد NT-BUILD-D۴۹۲ در ابعاد به قطر ۱۰۰ و ارتفاع ۵۰ میلیمتر بریده شدند. در تست RCMT نمونه ها ابتدا باید کاملاً شسته و تمیز شوند که هیچ گونه آلودگی بر روی آن ها باقی نماند. سپس سطح نمونه ها کاملاً خشک گردد و در درون محفظه خلاء طوری قرار داده شوند که هر دو سطح نمونه ها در فضای خالی قرار گیرند. نحوه قرار گیری نمونه ها مطابق با تصویر شماره ۵ می باشد. در مخزن محلول نیز مقدار ۱۰ درصد نمک طعام به عنوان محلول کاتولیت قرار داده می شود. همچنین به میزان ۰/۳ محلول سدیم هیدروکسید به عنوان آنولیت بر روی نمونه ها ریخته می شوند. سپس ۳۰ ولت پتانسیل بین الکترودها اعمال می شود. البته شدن جریان قابل اندازه گیری می باشد و اگر ضرورت داشته باشد پتانسیل اعمال شده باید تنظیم شود. مدت آزمایش بستگی به پتانسیل اعمال شده دارد. بعنوان مثال اگر جریان اولیه حدود ۳۵ میلی آمپر باشد نشان می دهد که پتانسیل ۳۰ ولت نیز مناسب است. در این مطالعه هر کدام از نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در وضعیت مذکور مورد آزمایش قرار گرفتند. وضعیت قرار گیری هر نمونه در دستگاه مشابه تصویر شماره ۵ می باشد.



(۱) محفظه کلی

(۲) استوانه نگهداری نمونه بتنی

(۳) محلول نمک

(۴) نمونه بتن عمل آوری شده

(۵) محلول هیدروکسید

تصویر ۵ آزمایش RCMT و قرار گیری محفظه بتن در محلول

در پایان آزمایش می توان ضریب مهاجرت را مطابق رابطه (۱) محاسبه کرد. (ا. پیلوار، ۱۳۹۵)

$$D_{nssm} = \frac{0.0239 (273+T)L}{(U-2)t} * [[X_d - 0.0238] * \sqrt{\frac{(273+T)Tx_d}{U-2}}] \quad (1)$$

D_{nssm} : ضریب مهاجرت حالت غیر پایدار

U : ولتاژ اعمال شده

T : مقدار میانگین دمای اولیه و نهایی در محلول آنولیت بر حسب سانتی گراد

L : ضخامت نمونه بر حسب میلیمتر

X_d : مقدار میانگین، عمق نفوذ بر حسب میلیمتر

t : مدت زمان انجام آزمایش بر حسب ساعت

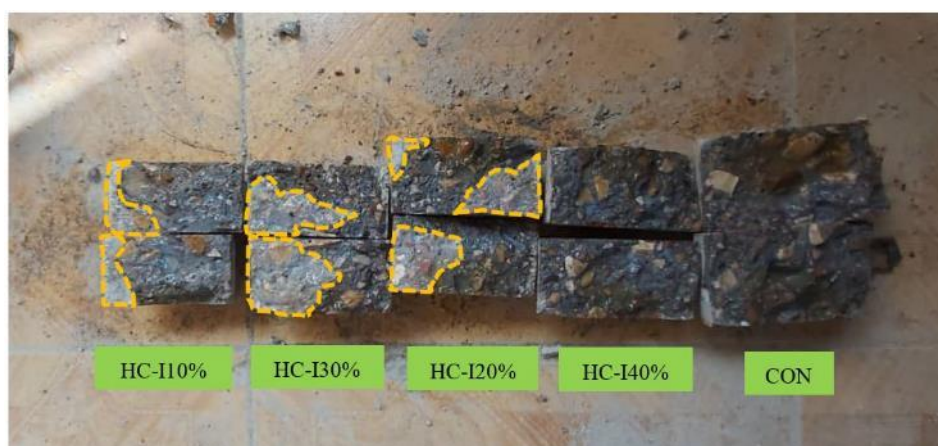


تصویر ۶ تست RCMT بر روی نمونه های مورد مطالعه

برای آنکه عمق نفوذ کلراید در اندازه گیری شود، نمونه ها را پس از اتمام آزمایش به دو نیم تقسیم نموده و سپس محلول نیترات نقره با خلوص ۰/۱ درصد بر روی سطح شکسته شده اسپری می گردد. لذا میزان عمق بتن که در اثر این روند دچار تغییر رنگ می گردد نیز اندازه گیری شده و با استفاده از رابطه ۲ این میزان معین می گردد.

$$M = \frac{h}{Vt} \quad (2)$$

در این رابطه M نرخ نفوذ یون کلر بر حسب میلیمتر در ولت ساعت، h میانگین عمق نفوذ یون کلر بر حسب میلیمتر، V ولتاژ اعمال شده به آزمونه ها بر حسب ولت، t مدت زمان آزمایش بر حسب ساعت می باشد.



تصویر ۷ پاشش محلول جهت اندازه گیری عمق نفوذ

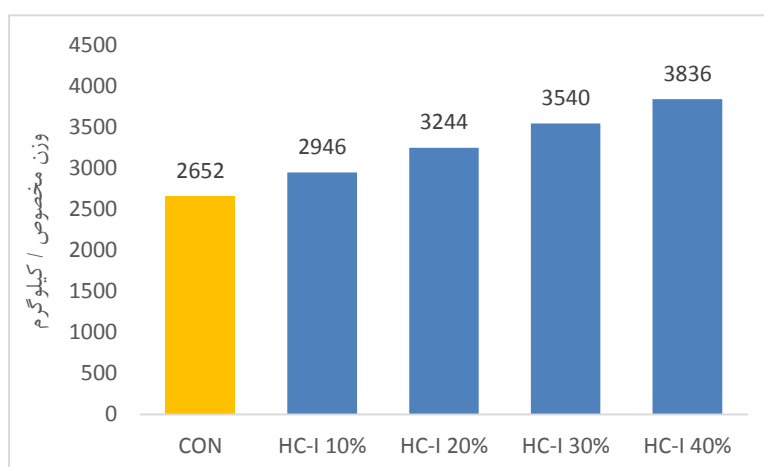
۱۰- یافته ها

۱۰-۱- وزن مخصوص

یکی از مهم ترین پارامترها و معیارهای طرح مخلوط مورد پژوهش در این تحقیق میزان وزن مخصوص بتن می باشد. مطابق با تعریف مبحث نهم مقررات ملی ساختمان از بتن سنگین نیز بتن با وزن مخصوص بالای ۳۰۰۰ کیلوگرم در هر متر مکعب، بتن سنگین تلقی می گردد. میزان وزن مخصوص هر نمونه ی مورد آزمایش در جدول شماره ۸ آورده شده است. نتایج این آزمایش مشخص نمود که نمونه بتن دارای ۱۰٪ پودر ایلمنیت با وزن مخصوص ۲۹۴۶ کیلوگرم در هر متر مکعب در زمره بتن های سنگین قرار نمی گیرد. اما با این حال طرح ۱۰٪ HC-I در مقایسه با نمونه شاهد ۱۱٪ درصد افزایش وزن را نشان می دهد. در طرح ۲۰٪ HC-I که بیانگر بتن دارای ۲۰٪ پودر ایلمنیت می باشد نیز میزان وزن مخصوص در مقایسه با نمونه شاهد ۲۲٪ افزایش یافته است. همچنین وزن مخصوص طرح HC-I ۳۰٪ با ۳۰٪ پودر ایلمنیت در مقایسه با نمونه شاهد ۳۳٪ افزایش یافته است. در انتها طرح ۴۰٪ HC-I با ۴۰٪ پودر ایلمنیت در مقایسه با نمونه شاهد ۴۴٪ افزایش وزن داشته است. پرواضح است که با افزودن هر چه بیشتر پودر ایلمنیت بعنوان جایگزین حجمی ماسه، وزن مخصوص بتن افزایش پیدا می نماید که این مهم نشأت گرفته از چگالی بالای ایلمنیت می باشد.

جدول ۸ مقایسه وزن مخصوص تمامی نمونه های مورد آزمایش

نام طرح	CON	HC-I ۱۰٪	HC-I ۲۰٪	HC-I ۳۰٪	HC-I ۴۰٪
وزن مخصوص kg/m ³	۲۶۵۲	۲۹۴۶	۳۲۴۴	۳۵۴۰	۳۸۳۶



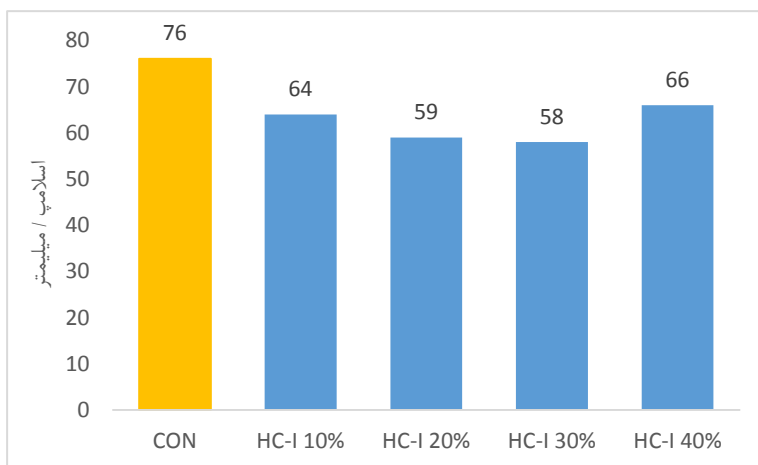
نمودار ۲ مقایسه وزن مخصوص نمونه های مورد آزمایش

۱۰-۲- روانی بتن

میزان اسلامپ بتن، معیاری برای بررسی جریان پذیری یا روانی بتن تازه پیش از استفاده در محل مورد نیاز می باشد. همچنین بر مبنای الزامات مبحث نهم مقررات ملی ساختمان در خصوص میزان روانی بتن های سنگین نیز میزان کارایی لازم را بین ۵۰ تا ۷۵ میلیمتر، کفایت می کند. با توجه به در نظر گرفتن استفاده از پودر ایلمنیت خشک (بدون رطوبت) و میزان جذب آبی که این ماده در بتن خواهد داشت و همچنین دارا بودن سطح خشن بتن سنگین نیز با افزودن هر چه بیشتر از پودر ایلمنیت در بتن میزان روانی آن کاهش می یابد. از طرفی ضمن در نظر گرفتن سطح مخصوص دانه های ایلمنیت که دارای ابعاد گرد گوشه هستند و به راحتی بر روی یکدیگر لغزش دارند نیز با افزودن آن بعضاً شاهد افزایش روانی بتن خواهیم بود. این دو عامل مهم سبب شد تا در نمونه حاوی ۱۰٪ پودر ایلمنیت شاهد ۱۵٪ کاهش روانی بتن در مقایسه با نمونه شاهد باشیم، که علت آن می تواند جذب آب بتن توسط ایلمنیت موجود در آن باشد. در طرح دارای ۲۰٪ پودر ایلمنیت نیز شاهد کاهش ۲۲٪ روانی بتن نسبت به نمونه شاهد هستیم که علت آن مشابه اند از وضعیت قبل می باشد. در نمونه دارای ۳۰٪ پودر ایلمنیت، ضمن افزایش قابل توجه پودر ایلمنیت در بتن نیز به همان اندازه شاهد کاهش روانی بتن خواهیم بود، زیر دو عامل جذب آب پودر ایلمنیت و لغزش دانه های گرد گوشه این ماده سبب خنثی شدن هر دو عامل گردید و در نهایت میزان کارایی در مقایسه با نمونه شاهد ۲۳٪ کاهش یافت. در انتها، نمونه دارای ۴۰٪ پودر ایلمنیت متاثر از حالت قبل، میزان جذب آب ایلمنیت مغلوب سطح مخصوص آن گردید و در نهایت باعث کاهش ۱۳٪ روانی بتن در مقایسه با نمونه شاهد شده است. در مجموع کلیه اسلامپ های بدست آمده در طرح های مورد آزمایش در محدوده مجاز بوده اما به جهت مرتفع نمودن این پدیده نیز می توان قبل از استفاده از پودر ایلمنیت در بتن، سطح آن را به حالت ssd یا اشباع درآورد و یا از فوق روان کننده استفاده نمود تا ضمن برآورد میزان کارایی مناسب نیز شاهد افت کیفیت و مقاومت در بتن نباشیم.

جدول ۹ مقایسه میزان روانی تمامی نمونه های مورد آزمایش

نام طرح	CON	HC-I ۱۰٪	HC-I ۲۰٪	HC-I ۳۰٪	HC-I ۴۰٪
میزان روانی (میلیمتر)	۷۶	۶۴	۵۹	۵۸	۶۶



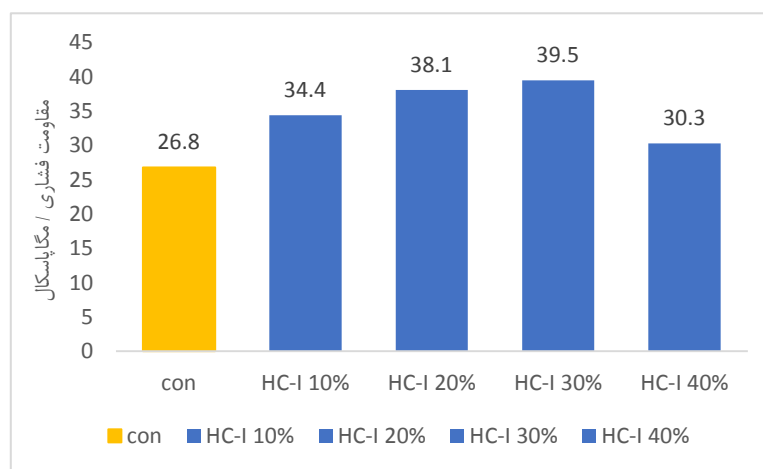
نمودار ۳ مقایسه میزان روانی تمامی نمونه های مورد آزمایش

۱۰-۳- مقاومت فشاری بتن

به کارگیری سنگدانه های سنگین علرغم افزایش چگالی نسبت به سنگدانه های معمولی نیز تأثیر خوبی هم بر روی مشخصه مقاومت بتن می گذارند. مطابق مشاهدات و نتایج کسب شده می توان اذعان نمود که نوع دانه بندی و اندازه سنگین دانه ایلمنیت به سبب متراکم نمودن بتن و پر نمودن فضای خالی بین سنگدانه های معمولی و همچنین به دلیل مقاومت و سختی بالای این ماده، سبب افزایش مقاومت فشاری بتن می گردد. نتایج بدست آمده از آزمایشات مقاومت فشاری نمونه ها در سن ۲۸ روزه، مطابق جدول شماره ۱۰ و نمودار شماره ۴ نشان می دهد که بهینه ترین طرح اختلاط ساخت بتن سنگین نیز متعلق به طرح HC-I ۲۰٪ یعنی بتن دارای ۲۰٪ پودر ایلمنیت می باشد و در ادامه آن بیشترین میزان مقاومت فشاری کسب شده متعلق به طرح مخلوط HC-I ۳۰٪ یعنی بتن دارای ۳۰٪ پودر ایلمنیت جایگزین حجمی ماسه می باشد. نتایج این آزمایش صراحتاً مشخص نمود که افزودن بیش از حد از پودر ایلمنیت در بتن به تناسب باعث افزایش مقاومت فشاری نخواهد شد. چه بسا که این امر مستلزم آزمایش و بهینه یابی بر اساس نوع مصالح مصرفی و اندازه مصرفی آن ها می باشد. در طرح مخلوط HC-I ۴۰٪ شاهدیم که با افزایش پودر ایلمنیت به میزان ۴۰٪ حجمی جایگزین ماسه نیز میزان مقاومت فشاری بتن کاهش می یابد که علت آن ناشی از برهم خوردن دانه بندی بین ریز دانه و درشت دانه بتن و در نتیجه ایجاد فضای خالی مابین سنگدانه ها می باشد.

جدول ۱۰ مقایسه مقاومت فشاری کسب شده تمامی نمونه های بتن مورد آزمایش

تاریخ نمونه	HC-I ۴۰٪		HC-I ۳۰٪		HC-I ۲۰٪		HC-I ۱۰٪		CON
	مقاومت	درصد تغییر	مقاومت	درصد تغییر	مقاومت	درصد تغییر	مقاومت	درصد تغییر	مقاومت
	فشاری	نسبت به نمونه	فشاری	نسبت به نمونه	فشاری	نسبت به نمونه	فشاری	نسبت به نمونه	فشاری
	MPA	شاهد	MPA	شاهد	MPA	شاهد	MPA	شاهد	MPA
	شاهد	شاهد	شاهد	شاهد	شاهد	شاهد	شاهد	شاهد	شاهد
۲۸ روزه	۲۶/۸	۳۴/۴	۲۲٪	۳۸/۱	۲۹٪	۳۹/۵	۳۲٪	۳۰/۳	۱۱٪



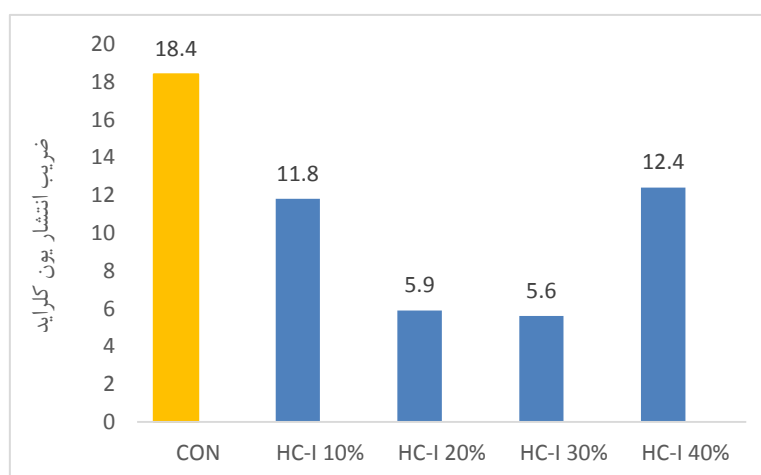
نمودار ۴ مقایسه مقاومت فشاری کسب شده تمامی نمونه های بتن مورد آزمایش

۱۰-۳- نفوذ یون کلراید

نتایج بدست آمده از تست RCMT به شرح جدول شماره ۱۱ می باشد که بیانگر ضریب نفوذ یون کلراید در هر نمونه بتنی است. بر مبنای آزمایشات صورت گرفته نیز میزان ضریب نفوذ یون کلراید در بتن شاهد $10^{-12} \times 18/4$ می باشد. همچنین میزان ضریب نفوذ یون کلراید در بتن HC-I ۱۰٪ دارای ۱۰٪ پودر ایلمنیت می باشد نیز در مقایسه با نمونه شاهد ۳۵٪ کاهش داشته است. در ادامه طرح HC-I ۲۰٪ و ۳۰٪ دارای ۲۰٪ و ۳۰٪ ایلمنیت هستند به ترتیب در مقایسه با نمونه شاهد کاهش ۲۷٪ و ۲۲٪ درصدی نفوذ یون کلراید در بتن را کسب کرده اند. در انتها طرح HC-I ۴۰٪ دارای ۴۰٪ پودر ایلمنیت است، نیز کاهش ۳۲٪ ضریب نفوذ یون کلراید را نشان می دهد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که سنگ دانه های ایلمنیت به دلیل اندازه، نوع دانه بندی و خاصیت جذب می توانند ضریب نفوذ کلراید را در بتن کاهش دهند اما با افزایش این ماده و برهم خوردن ترکیب و نظم دانه بندی و نیز به تناسب آن افزایش فضای مویینه باعث می گردد تا یون کلراید در خلل و فرج و عمق بتن نفوذ کرده و باعث خرابی و زوال آن گردد. در نتیجه بهینه یابی طرح مخلوط با توجه به نوع و خصوصیات هر مصالح جهت بهبود و افزایش دوام و خواص بتن سنگین از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. بنظر می رسد با تولید یا تهیه ایلمنیت در دامنه اندازه ماسه می تواند تاثیر به مراتب بهتری را در بتن سنگین ایجاد نمود.

جدول ۱۱ مقایسه ضریب یون کلراید در نمونه های مورد آزمایش

نام طرح	CON	HC-I ۱۰٪	HC-I ۲۰٪	HC-I ۳۰٪	HC-I ۴۰٪
ضریب انتشار یون کلراید $\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	۱۸/۴	۱۱/۸	۵/۹	۵/۶	۱۲/۴



نمودار ۵ مقایسه ضریب یون کلراید در نمونه های مورد آزمایش

۱۱- نتیجه گیری

در این تحقیق تلاش گردید تا با بهره گیری از سنگین دانه معدنی ارزان قیمت و در راستای حمایت از تولید صنایع و معادن داخلی با استفاده از پودر ایلمنیت معدن تیتانیوم شهرستان کهنوج استان کرمان که بعنوان بزرگترین معدن خاورمیانه محسوب می شود استفاده شود. همچنین در ادامه به بررسی دوام بتن ساخته شده در برابر نفوذ یون کلراید جهت بکارگیری در سازه های بتنی دریایی مانند اسکله بندار، سکوه های نفتی و یا هر نوع سازه بتنی که در مجاورت یون کلراید می باشند نیز بهینه یابی طرح اختلاط ضمن در نظر گرفتن رفتار و مقاومت آن مورد بررسی قرار گیرد. با مقایسه نتایج بدست آمده و جمع بندی آن ها نیز می توان اذعان نمود که بتن دارای ۲۰٪ پودر ایلمنیت جایگزین حجمی ماسه موجود در بتن سنگین دارای بهینه ترین حالت ممکن می باشد.

- نتایج آزمون مقاومت فشاری بتن سنگین مورد مطالعه ثابت کرد که استفاده از ۳۰٪ پودر ایلمنیت جایگزین حجمی ماسه در بتن نیز باعث افزایش ۳۲٪ مقاومت ۲۸ روزه بتن سنگین بعنوان بالاترین مقاومت فشاری کسب شده در بین سایر طرح ها و پس از آن افزودن ۲۰٪ پودر ایلمنیت جایگزین حجمی ماسه در بتن موجب افزایش ۲۹٪ مقاومت فشاری در بتن بعنوان بهینه ترین حالت از منظر اقتصادی خواهد گردید. همچنین افزودن بیش از ۳۰٪ حجمی پودر ایلمنیت در بتن نیز باعث برهم خوردن دانه بندی و تراکم بتن گردیده و باعث کاهش مقاومت بتن می گردد.

- نتایج حاصل از آزمایش روانی بتن سنگین مورد مطالعه ثابت نمود که استفاده از حداکثر ۳۰٪ حجمی پودر ایلمنیت در بتن بدلیل میزان درصد جذب آب و خشن بودن سطح بتن سنگین نیز میزان کارایی یا روانی بتن را کاهش می دهد. اما در صورت استفاده از بیش از ۳۰٪ حجمی پودر ایلمنیت در بتن به دلیل سطح مقطع کروی شکل و لغزیدن دانه ها و ساختار بتن بر روی یکدیگر نیز میزان

روانی یا کارایی بتن ضمن خشک بودن نیز افزایش می یابد. لذا توصیه می گردد قبل از استفاده از پودر ایلمنیت در بتن ابتدا آن را به حالت مرطوب با سطح خشک (SSD) در آورده و در راستای کاهش نسبت آب به سیمان و افزایش کیفیت و دوام بتن از انواع مکمل های روان کننده استفاده گردد.

- مطابق با تعاریف مراجع و استانداردهای مختلف در خصوص تعریف بتن سنگین با وزن مخصوص بالای ۳۰۰۰ کیلوگرم در هر متر مکعب نیز بررسی ها نشان داد که استفاده از حداقل ۲۰٪ پودر ایلمنیت جایگزین حجمی ماسه موجود در بتن، مجاز است.
- مطابق نتایج بدست آمده از تست RCMT انجام شده بر روی نمونه های مورد مطالعه محرز گردید که استفاده از ۳۰٪ حجمی پودر ایلمنیت در بتن نیز تا ۲۷٪ باعث کاهش نرخ ضریب نفوذ پذیری یون کلراید در بتن و همچنین با کمی اختلاف استفاده از ۲۰٪ حجمی پودر ایلمنیت در بتن سنگین تا ۲۲٪ کاهش ضریب نفوذ پذیری یون مهاجم در بتن گردیده که متناسب با آن افزایش دوام بتن در برابر یون مهاجم پدید می آید.

سیاسگزاری

قدردانی فراوان از دپارتمان فنی و مهندسی موسسه آموزشی "ماهرشو..." شهرستان شیراز برای همکاری در روند انجام آزمایشات و کوشش های موثر و لازم که جهت ثمربخش بودن این تحقیق داشته اند.

مراجع

- [۱] K. Sakra, E. El-Hakim, Atomic Energy Authority, Hot Laboratory Center, Radiation Protection Department, P.O. Box ۱۳۵۷۵۹, Kalubiyah, Cairo-A.R.E., Egypt B Metallurgy Department-Nuclear Research Center, Atomic Energy Authority, Cairo, Egypt, "Effect Of High Temperature Or Fire On Heavy Weight Concrete Properties" ۲۰۰۶
- [۲] Mohammed A. Khalaf, Cheah Chee Ban, Mahyuddin Ramli, School Of Housing, Building And Planning, Universiti Sains Malaysia, ۱۱۸۰۰ Usm, Malaysia, "The Constituents, Properties And Application Of Heavyweight Concrete: A Review" ۲۰۱۹
- [۳] Manuel Contreras Llanes^۱ & Manuel Jesús Gázquez González^۲ & Silvia María Pérez Moreno^۱ & Juan Pedro Bolívar Raya, "Recovery Of Ilmenite Mud As An Additive In Commercial Portland Cements" ۲۰۱۸
- [۴] Misagh Goldoost Rezaei, Hadi Tarvirdizadeh Sangari, "Study Of The Advantages And Disadvantages Of Light And Heavy Structural Concretes" Fourteenth International Congress Of Civil Engineering - Tehran, Iran, ۲۰۱۶ (Persian)
- [۵] Ali Yadollahi, Ali Mohammad Ajrlou, Ahmad Reza Zolfaghari, "Protection Against Gamma Rays Using Heavy Concrete Containing Lead Slag" Journal Of Engineering Geology, Volume ۹, Number ۴ Winter ۲۰۱۵ (Persian)
- [۶] Farnaz Rathi, Mansour Razavi, Iman Mobasherpour, "The Effect Of Temperature On The Behavior Of Iron-Titanium Carbide Composite Prepared From Ilmenite Mineral By Spark Plasma Center" Quarterly Journal Of Advanced Materials And Technologies, Volume ۸, Number ۳, Fall ۲۰۱۸, Pp. ۳۷-۳ (Persian)
- [۷] Shahriar Ghamami, Amir Kazemi, Nastrin Bagheri, "Extraction And Purification Of Titanium Dioxide Nanoparticles With Titanium Tetrachloride From Ilmenite Concentrate Of Kahnooj Mine In Kerman" Journal Of Applied Chemistry, Year ۱۵, Issue Summer ۲۰۱۶ (Persian)
- [۸] Alireza Habibi, Yaser Rahmani, Sarkoot Saeedpour, "Optimization Of Heavy Concrete Mixing Design Based On Laboratory Results" Journal Of Civil Engineering Modares, Volume ۱۸, Number ۶, ۲۰۱۶ (Persian)
- [۹] Saeed Lisani, Ali Sadr Mumtazi "Effect Of Acid Corrosive Environments On The Performance Of Lightweight Concrete Containers Containing Silica Soot" M.Sc. Thesis In Civil Engineering, Islamic Azad University, Shahroud Branch, Faculty Of Engineering, ۲۰۱۶ (Persian)

[۱۰] Abbas Partovi Deilami, Mirahmad Leshteh Nashaei, Mir Abdolhamid Mehrdad "Study Of The Effect Of Using Sea Salt Water Instead Of Drinking Water On The Mechanical Behavior Of Concrete" Master Thesis In Civil Engineering, University Of Guilan, University Campus, ۲۰۱۵ (Persian)



The effect of project manager coaching skills in gaining feedback from interactive communication with project stakeholders

(Project about Landscaping project and cultural buildings of Mashhad airport)

Javad Sadegh^{۱*}, Mohsen Gerami^۲, Gholamhossen Radmard Ghadiri^۳

^۱-phd student, Management & Construction, Azad University, Iran
Email: javadsadegh۳۰@gmail.com

^۲-Professor, Semnan University, Semnan, Iran
Email: Mgerami@semnan.ac.ir

^۳- Assistant Professor, Ferdosi University, Mashhad, Iran
Email: radmardghadiri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶

ABSTRACT

In this study, in order to identify the effect of coaching skills of the manager of landscaping projects and cultural buildings of Mashhad airport in obtaining feedback from the interactive relationship with the project stakeholders, coaching skills indicators and components of each have been identified. Given that coaching is a set of skills of active listening, empathy and questioning in the context of building trust, by searching the text of books, standards, articles, interviews, etc., components for these skills are extracted and a group of experts and specialists in the field. Coaching and project management in the Delphi process reached a consensus on these components and to measure the impact of each of these components on stakeholder interaction and their effective feedback to the project manager, questionnaires based on a ۵-point Likert scale were used. These questionnaires among the statistical population of the present study include internal and external stakeholders of the project under study, such as: direct employees in the project, employees in other parts of the project, airport project investors, residents and employees near the airport, people whose business is affected. It is the airport and people who come to the airport for travel or other purposes were distributed and collected. Analysis of the descriptive statistical data of this study by SPSS software indicates that: Participants will interact with the project manager to a large extent to the project manager if any of the components of coaching skills occur. By inferential analysis of statistics, active listening skills, confidence building, questioning and empathy were ranked respectively and it was concluded that active listening skills, empathy, questioning and confidence building have a significant correlation with each other and this correlation can be generalized to the statistical community.

Keywords: coaching, feedback, interactive communication, project management, stakeholders, empathy, questioning, active listening, trust building

All rights reserved to Civil & Project Journal.



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

نقش مهارت های کوچینگ مدیر پروژه در کسب بازخورد از ارتباط تعاملی با ذی نفعان پروژه

(پروژه مورد محوطه سازی و ساختمانهای فرهنگی فرودگاه مشهد)

جواد صادق^{۱*}، محسن گرامی^۲، غلامحسین رادمرد قدیری^۳

^{۱*} - دانشجوی دکتری مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، ایران

پست الکترونیکی: javadsadegh30@gmail.com

^۲ - استاد دانشگاه، دانشگاه سمنان، ایران

پست الکترونیکی: mgerami@semnan.ac.ir

^۳ - استادیار دانشگاه، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

پست الکترونیکی: radmardghadiri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶

چکیده

در این پژوهش باهدف شناسایی نقش مهارت های کوچینگ مدیر پروژه های محوطه سازی و ساختمان های فرهنگی فرودگاه مشهد در کسب بازخورد از ارتباط تعاملی با ذی نفعان پروژه به شناسایی شاخص های مهارت کوچینگ و مؤلفه های هر یک پرداخته شده است. با توجه به این که کوچینگ مجموعه ای از مهارت های شنیدن فعال، همدلی و پرسشگری در بستر اعتماد سازی است، با جستجو در متن کتاب ها، استانداردها، مقالات و مصاحبه، مؤلفه هایی برای این مهارت ها استخراج و جمعی از کارشناسان و متخصصین حوزه های کوچینگ و مدیریت پروژه در فرایند دلفی بر روی این مؤلفه ها به اجماع رسیدند و برای سنجش میزان تأثیر هر یک از این مؤلفه ها در تعامل ذی نفعان و بازخورد مؤثر آنها به مدیر پروژه از پرسشنامه هایی مبتنی بر طیف ۵ گزینه ای لیکرت استفاده شده است. این پرسشنامه ها در بین جامعه آماری پژوهش حاضر شامل ذی نفعان داخلی و خارجی پروژه مورد مطالعه مانند: شاغلین مستقیم در پروژه، شاغلین در سایر بخش های پروژه، سرمایه گذاران پروژه های فرودگاهی، ساکنین و شاغلین در مجاورت فرودگاه، افرادی که بخشی از کسب و کارشان تحت تأثیر فرودگاه می باشد و افرادی که به منظور سفر یا سایر موارد به فرودگاه مراجعه می کنند توزیع و جمع آوری گردید. تجزیه و تحلیل داده های آماری توصیفی این پژوهش، توسط نرم افزار SPSS بیانگر این است که: مشارکت کنندگان در صورت بروز هر یک از مؤلفه های مهارت های کوچینگ از طرف مدیر پروژه به میزان زیاد تا خیلی زیاد با مدیر پروژه تعامل و بازخورد خواهند داشت. با تجزیه و تحلیل استنباطی آماره ها، مهارت های شنیدن فعال، اعتماد سازی، پرسشگری و همدلی به ترتیب رتبه بندی گردید و نیز نتیجه گیری شد که مهارت های شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتماد سازی همبستگی معنی داری با یکدیگر دارند و این همبستگی قابل تعمیم به جامعه آماری می باشد.

کلمات کلیدی: کوچینگ، بازخورد، ارتباط تعاملی، مدیریت پروژه، ذی نفعان، همدلی، پرسشگری، شنیدن فعال، اعتماد سازی.

۱- مقدمه

در کشور ما پروژه‌های عمرانی بسیاری به انجام رسیده است و یا در حال انجام است و مدیران و دست‌اندرکاران این پروژه‌ها در جهت تأمین کیفیت موردنظر در پروژه‌ها تلاش می‌نمایند. باتوجه به انحرافات و ناکامی‌هایی مشهود در برنامه اجرایی این پروژه‌ها می‌توان عنوان کرد که، عوامل مؤثر در هر پروژه فقط محدود به کیفیت مصالح مصرفی و اجرا نیست بلکه پروژه باید با عواملی مانند هزینه و مدت پیش‌بینی شده را هم در نظر گرفت. آنچه فراتر از عوامل یاد شده و منابع فیزیکی برای تکمیل پروژه‌ها ضرورت دارد مدیریت ذی‌نفعان پروژه که عمدتاً از نوع عوامل انسانی و دارای فکر، روح و عواطف انسانی هستند، می‌باشد؛ لذا شناسایی و تعامل با آنها و توجه به خواسته‌هایشان در چگونگی موفقیت پروژه تأثیر خواهد داشت و این نکته به معنای نیاز به مهارت‌هایی است که می‌تواند تمام عوامل مؤثر در پروژه اعم از انسانی و غیرانسانی را در پروژه یکپارچه و بهینه سازد بنابراین شناخت و استفاده از مهارت‌های انسانی مانند کوچینگ توسط مدیر پروژه ضروری و مفید خواهد بود؛ لذا چندی بعدی بودن رشته مدیریت پروژه به این معنا که در این رشته به‌منظور تربیت مدیران پروژه بسیاری از علوم از جمله علوم مدیریتی مالی حقوقی فنی و روان‌شناختی و غیره آموزش داده شوند مشهود خواهد بود.

از طرفی در پروژه‌هایی که تغییرات زیادی را تجربه می‌کنند، مشارکت پویا و همکاری با ذی‌نفعان پروژه ضرورت پیدا می‌کند، لذا بحث و مذاکره تعاملی و پربار با ذی‌نفعان و تصمیم‌گیری به‌موقع، باعث کاهش ریسک، ایجاد اعتماد و پشتیبانی از اصلاحات، کاهش هزینه‌ها و افزایش احتمال موفقیت در پروژه خواهد شد. یکی دیگر از نکات مهم در مدیریت تعامل ذی‌نفعان، همراستا سازی خواسته‌های ذی‌نفعان و اهداف استراتژیک پروژه با یکدیگر است و در صورتی که بین اهداف پروژه و خواسته‌های ذی‌نفعان یکپارچگی وجود نداشته باشد، نه پروژه به اهدافش خواهد رسید و نه ذی‌نفعان به منافعشان. بنابراین در طول اجرای پروژه باید نظارت شود که همه چیز در راستای اهداف استراتژیک و کسب‌وکار پروژه در حرکت است. ایجاد خواسته‌ها و نیازهای جدید تغییر در خواسته‌ها و نیازهای موجود و عدم درک صحیح خواسته‌های ذی‌نفعان از جمله مواردی است که باید به دقت نظارت و کنترل شوند.

۲- تعاریف پروژه و مدیریت پروژه

کتابچه راهنمای مؤسسه مدیریت پروژه PMI که در مورد اصول دانش مدیریت پروژه است، پروژه را این‌گونه تعریف می‌کند: " تلاشی گذرا به‌منظور خلق محصول یا خدمتی منحصر به فرد صورت می‌گیرد. منحصر به فرد یعنی اینکه محصول یا خدمت به‌صورت مشخص با سایر محصولات یا خدمات مشابه تفاوت دارد." (۲۰۱۷PMBOK).

ترنر یک پروژه را این‌چنین تعریف می‌کند: "... تلاشی است که در آن انسان، (یا ماشین)، مواد و منابع مالی به شکل جدید سازماندهی می‌شوند تا محدوده مشخصی از کار که واجد مشخصات تعریف شده است، باتوجه به محدودیت‌های هزینه‌ای و زمانی انجام شود تا در نتیجه، سود که به‌صورت اهداف کمی و کیفی تعریف شده است به دست آید." (بورک و زرگر آزاد ۱۳۹۴).

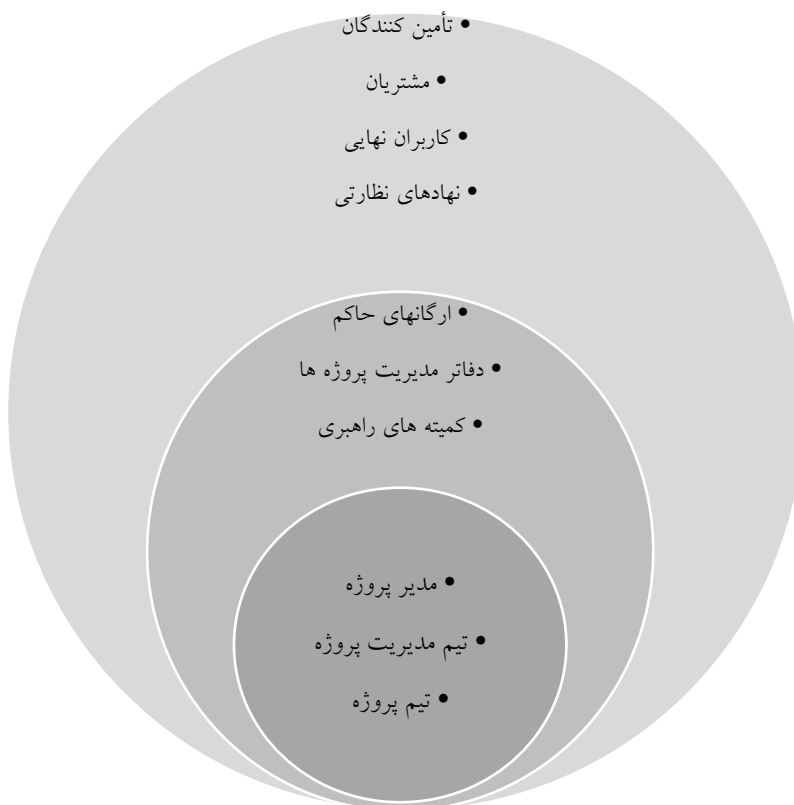
پرینس ۲ پروژه را این‌گونه تعریف می‌کند: "پروژه سازمانی موقت است که باهدف تحویل یک یا چند محصول کسب‌وکار بر اساس مورد کسب‌وکار توافق شده ایجاد می‌گردد" (حاجی یخچالی، مقدسی بردر و ۲۰۱۷AXELOS).

در راهنمای استاندارد مدیریت پروژه ویرایش ششم تأکید شده است: در پروژه‌هایی که میزان زیادی از تغییرات را تجربه می‌کنند، نیاز به مشارکت پویا و همکاری با ذی‌نفعان پروژه دارند، برای کمک به‌موقع، بحث و مذاکره و پربار و تصمیم‌گیری، تیم‌های سازگار به‌جای اینکه در لایه‌های مدیریتی وارد شوند، به طور مستقیم با ذی‌نفعان مشارکت می‌کنند. اغلب با مشتری، کاربر و یا توسعه‌دهنده در فرایند ایجاد همکاری پویا که منجر به مشارکت بیشتر ذی‌نفعان و رضایت بالای آنها می‌شود، تبادل اطلاعات می‌کنند. تعاملات منظم با ذی‌نفعان در سراسر پروژه، باعث کاهش ریسک، ایجاد اعتماد و پشتیبانی از اصلاحات زودهنگام در چرخه پروژه می‌شود، بنابراین موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش احتمال موفقیت در پروژه خواهد شد (۲۰۱۷PMBOK).

ویرایش هفتم استاندارد مدیریت پروژه با رویکردی متفاوت نسبت به گذشته در تیرماه سال ۱۴۰۰ هجری شمسی (۲۰۲۱ July) منتشر شده است و می‌توان مشاهده کرد این نسخه، به جنبه‌های انسانی پروژه توجه دارد و نگاه ویژه‌ای به تعامل با ذی‌نفعان و تیم پروژه دارد. به‌طوری که دامنه عملکرد ذی‌نفع را به‌عنوان یکی از دامنه‌های هشت‌گانه عملکرد مدیریت پروژه بیان می‌کند (جدول ۱) و نمونه‌هایی از ذی‌نفعان را مثال می‌زند (شکل ۱).

جدول ۱: دامنه عملکرد سهامدار - مأخذ: PMBOK^۷ (ترجمه نگارنده)

دامنه عملکرد ذی‌نفع	
ذی‌نفع دامنه عملکرد فعالیت‌ها و توابع مرتبط با ذی‌نفعان را بیان می‌کند	اجرای مؤثر این دامنه عملکرد منجر به نتایج دلخواه زیر می‌گردد:
	- یک رابطه کاری مولد با ذی‌نفعان در طول پروژه.
	- توافق ذی‌نفعان با اهداف پروژه.
	- ذی‌نفعان پروژه را حمایت می‌کنند.

شکل ۱: نمونه‌هایی از ذی‌نفعان پروژه - مأخذ: PMBOK^۷ (ترجمه نگارنده)

۳- ارتباطات تعاملی

مطالعه درباره ارتباط انسانی، تاریخ دیرینه و بلندمرتبه‌ای دارد. هرچند پیشینه بنیادی این علم به یونان و روم باستان می‌رسد، پژوهش عالمانه در موضوع مسائل ارتباطات شفاهی مؤثر در جامعه معاصر هنوز در راه رشد و بالندگی است. نه تنها روش‌های سنتی پژوهش درباره - جنبه‌های - این فعالیت مختص آدمی در حال پیشرفت است، بلکه امروز نوآوری در روش‌ها نیز چاره‌ساز است. بدین معنی که افراد

بسیاری نظرگاه‌های جدیدی را در فرایند ارتباط کلامی پرورده‌اند. عراق نیست اگر بگوییم، پویایی نظری و جنب جوش بسیار، از مشخصات بارز تحقیقات اخیر در ارتباط کلامی است (میلر و ذکاوتی ۱۳۹۷).

روی برکو ارتباطات را این‌گونه تعریف می‌کند: "ارتباطات^۱ فرایندی است آگاهانه یا ناآگاهانه، خواسته یا ناخواسته که از طریق آن احساسات نظرات، به شکل پیام‌های کلامی و غیرکلامی بیان گردیده، سپس ارسال، دریافت و ادراک می‌شوند. این فرایند ممکن است ناگهانی^۲ عاطفی^۳ و یا بیانگر^۴ (مبین اهداف خاص برقرارکننده ارتباط)، باشد" (برکو ۱۳۸۹) و می‌افزاید: "توانایی برقراری ارتباط مناسب قدرت شما را در تبادل نظرات افزایش می‌دهد و تخیلات مبهمه مبدل به واقعیت می‌شوند نظرات جدید چک می‌گیرد بررسی و طبقه بندی شده و سرانجام به نظرات قبلی افزوده می‌شوند". مردم در سه سطح: درون فردی، میان فردی و عمومی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. ارتباطات درون فردی^۵، همان ارتباط با خود است، این نوع ارتباط فعالیت‌هایی مثل پرورش افکار، تصمیم‌گیری، گوش‌دادن، و خودنگری را شامل می‌شود. ارتباطات میان فردی^۶ (ارتباط با دیگران)، ارتباط و مراودات بین دو فرد اطلاق می‌شود. این ارتباط شامل گفت-وگو، مصاحبه و مذاکره گروهی می‌شود. در ارتباطات عمومی^۷ (جمعی) فرد پیامی را به جمعی از مخاطبین می‌فرستد. این ارتباط ممکن است مستقیم (نظیر ارتباط رودرو (چهره به چهره) پیامی از گوینده به شنونده منتقل می‌شود) یا غیرمستقیم (نظیر پیامی که توسط رادیو و تلویزیون پخش می‌شود) باشد (برکو ۱۳۸۹).

برلو در سال ۱۹۶۰ تعریف علمی ارتباطات را این‌گونه عنوان داشت: "ارتباطات، فرایندی پویا، پیوسته، برگشت‌ناپذیر، تعاملی و زمینه‌ای می‌باشد" (Berlo ۱۹۶۰):

- ✓ ارتباطات، فرایندی پویا^۸ است: زیرا پیوسته از حالتی به حالت دیگر تغییر می‌کند. اگر دیدگاه‌ها توقعات، احساسات و عواطف افرادی که در حال برقراری ارتباط هستند تغییر کند و ماهیت ارتباط آنها نیز تغییر می‌کند.
- ✓ ارتباطات، فرایندی پیوسته^۹ است: زیرا هرگز متوقف نمی‌شود. همه ما افکار و اطلاعات دریافتی را در هنگام خواب و رویا، تفکر و بیان آن‌ها، پرورش می‌دهیم. مغز ما همواره فعال است و ما همواره در حال برقراری ارتباط هستیم.
- ✓ ارتباطات، فرایندی برگشت‌ناپذیر^{۱۰} است: زیرا هنگامی که پیامی به می‌فرستیم، نمی‌توانیم آن را بی‌اثر سازیم. هنگامی که زبان را در دهان می‌جنبانیم، نگاهی معنادار می‌اندازیم، یا عصبانی می‌شویم، دیگر نمی‌توانیم آن را پاک کنیم. عذرخواهی و انکار ما نیز نمی‌تواند آنچه که اتفاق افتاده است اثر سازد.
- ✓ ارتباطات، فرایندی تعاملی^{۱۱} است، زیرا پیوسته با خود و دیگران در تماس هستیم اطرافیان نسبت به سخنان و اعمال ما واکنش نشان می‌دهند و ما نیز در برابر سخنان و اعمال دیگران واکنش نشان می‌دهیم و به پاسخ‌گویی می‌پردازیم بنابراین چرخه‌ای از کنش و واکنش‌ها مبنای اساس فعالیت‌های ارتباطی ما قرار می‌گیرد.

^۱ -Communication

^۲ -Accidental

^۳ -Expressive

^۴ -Rhetorical

^۵ -Intrapersonal communication

^۶ -Interpersonal communication

^۷ -Public communication

^۸ -Dynamic

^۹ -Continuous

^{۱۰} -Irreversible

^{۱۱} -Interactive

✓ ارتباطات، فرایند محتوایی^{۱۲} (زمینه‌ای) است، زیرا ارتباطات و وابستگی زیادی به کل تجربه انسانی ما دارد. پیچیدگی ارتباطات، ما را وادار می‌کند. تا دانش و مهارت‌های لازم برای برقراری ارتباط را کسب کنیم و با محیط هماهنگ می‌گردیم.

۴- انواع ارتباطات با ذی‌نفعان

استاندارد مدیریت پروژه ویرایش هفتم در خصوص ارتباطات با ذی‌نفعان چنین بیان می‌دارد: "ارتباط با ذی‌نفعان می‌تواند از طریق کتبی یا کلامی انجام شود و می‌تواند رسمی یا غیررسمی باشد"، (۲۰۲۱ YPMBOK) نمونه‌هایی از هر نوع ارتباط در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲: انواع ارتباطات مآخذ: پم‌باک ۷

نوع	رسمی	غیررسمی (دوستانه)
کلامی	ارائه‌ها - بررسی پروژه - جلسات توجیهی - دموهای محصولات - طوفان فکری	گفتگو بحث‌های موقت
مکتوب	گزارش پیشرفت کار - اسناد پروژه - مورد تجاری	یادداشت‌های مختصر - پست الکترونیک - پیام کوتاه - شبکه‌های اجتماعی

این استاندارد روش‌های ارتباطی را شامل فشار، کشش و ارتباطات تعاملی دانسته است و برای ارتباط با ذی‌نفعان این‌گونه پیشنهاد می‌کند:

✓ فشار^{۱۳} دهید. برای ارتباطات یک‌طرفه با ذی‌نفعان منفرد یا گروه‌های ذی‌نفعان از ابزاری مانند یادداشت‌ها، ایمیل‌ها، گزارش وضعیت، نامه صوتی و غیره استفاده شود. ارتباطات فشاری می‌تواند برای اندازه‌گیری سریع واکنش و ارزیابی درک ذی‌نفعان بکار رود.

✓ بکشید^{۱۴}. اطلاعاتی که ذی‌نفع درخواست می‌کند، به‌وسیله مراجعه یک عضو تیم پروژه به اینترنت یا شبکه داخلی برای یافتن خط‌مشی‌ها یا الگوهای ارتباطی، جستجوی اینترنتی و استفاده از منابع اطلاعاتی آنلاین، در اختیار آن‌ها قرار دهید. اطلاعات کششی برای سنجش غیرمستقیم نگرانی‌های سهام‌داران استفاده می‌شود.

✓ تعامل کنید: ارتباط تعاملی عمیق‌تر از ارتباط فشاری یا کششی است و شامل تبادل اطلاعات با یک یا چند ذی‌نفع مانند مکالمه، تلفن، تماس‌ها، جلسات، طوفان مغزی، دموهای محصول و مواردی از این دست است.

با بهره‌گیری از تمامی انواع ارتباطات می‌توانید حلقه‌های مفیدی برای بازخورد سریع اطلاعات به وجود آورید و:

- میزان شنیدن پیام توسط طرف ذی‌نفع را تأیید کنید.

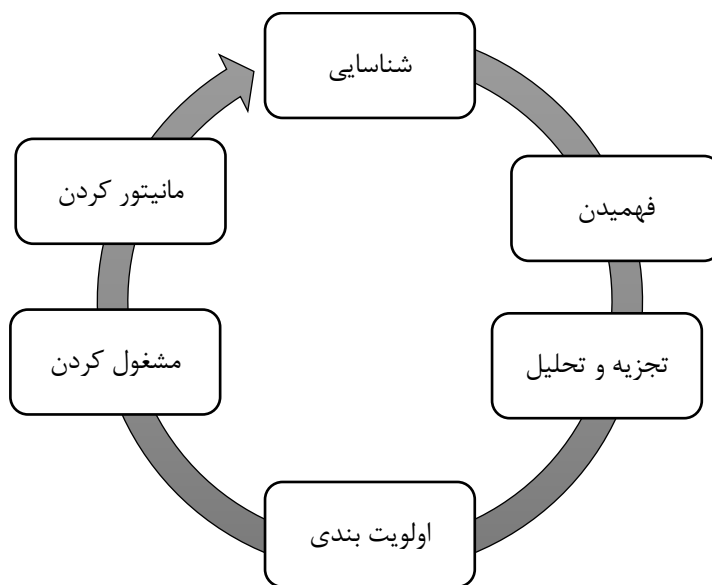
^{۱۲} - Contextual

^{۱۳} - Push

^{۱۴} - Pul

- تعیین کنید که آیا ذی‌نفعان با پیام موافق هستند.
- پیام‌های ظریف یا سایر پیام‌های ناخواسته را که گیرنده شناسایی کرده است، شناسایی کنید.
- بینش مفید جدیدی کسب کنید.

استاندارد مدیریت پروژه ویرایش هفتم با رویکردی متفاوت با نسخه‌های پیشین خود مواردی را برای تعامل با ذی‌نفعان پروژه به‌منظور کسب بازخورد و مشارکت آن‌ها در پروژه مورد تأکید قرار داده است. این استاندارد مشارکت ذی‌نفعان را شامل اجرای استراتژی‌ها و اقدامات برای ارتقا محصول و بهره‌وری دانسته و مشارکت ذی‌نفعان را فرایندی دانسته که از قبل یا هنگام آغاز اجرای پروژه شروع می‌شود در طول پروژه ادامه می‌یابد و بدین منظور چرخه‌ای برای تعامل با ذی‌نفعان پیشنهاد می‌کند (شکل ۲)، (۲۰۲۱ YPMBOK).



شکل ۲: چرخه تعامل با ذی‌نفعان - مأخذ: پم باک ۷

۵- کوچینگ

واژه کوچ از کوکس به معنای روستایی در کشور مجارستان که در آنجا کالسکه‌های باکیفیت بسیار عالی و گران‌قیمت تولید می‌شده است نشئت گرفته است در قرن نوزدهم، دانشجویان دانشکده‌های انگلستان واژه کوچینگ را برای توصیف بعضی از استادانی که در درس‌ها به آنها کمک می‌کردند و دروس مشکل را به زبان ساده برای آنها تدریس می‌کردند به کار گرفتند. آنها استدلال کردند، خودشان در کالسکه افرادی که به آنها در درس کمک می‌کنند سوار شده‌اند. برخلاف اینکه کوچینگ به‌عنوان روشی مؤثر و کارآمد، شناخته شده است، در تعاریف آن اختلاف نظر زیادی وجود دارد و دیدگاه‌های متفاوتی نسبت به آن وجود دارد. صاحب‌نظران و متخصصان، تعاریف‌های گوناگونی از کوچینگ دارند که برخلاف تفاوت ظاهری، همه آنها مفهوم کوچینگ را در قالب جملاتی خاص بیان کرده‌اند (نظری و عطار زاده ۱۳۹۷).

۵-۱- تعاریف کوچینگ

رادمرد قدیری در کتاب مهارت‌های پایه کوچینگ، برای کوچینگ تعاریف زیر را عنوان می‌دارد:

- کوچینگ فرایندی تعاملی است که در آن مکالماتی میانی کوچ (فرد کوچ‌کننده) و کوچی (فرد کوچ شونده) انجام می‌گیرد که هدف آن کمک به کوچی در جهت دستیابی به موفقیت فردی و حرفه‌ای است.

- شبیه به شراکتی است که به کوچی در راستای دستیابی به خواسته‌های شخصی و حرفه‌ای یاری می‌رساند.

- فرایندی است که در آن محیطی ایجاد می‌شود تا کوچی یاد بگیرد، رشد کند و طوری عمل کند که به صورت چشمگیری امکان موفقیت را در رسیدن به اهداف کوتاه مدت و بلندمدت، افزایش دهد.

- هنر آسان کردن با آزادسازی قابلیت‌های فردی برای رسیدن به اهداف معنادار و مهم است (بر اساس تعریف فیلیپ روسینسکی)، (رادمرد قدیری، مهارت های پایه کوچینگ ۱۳۹۸).

آنتونی ام گرانت در مقاله‌ای کوچینگ را فرایندی نظام مند و مبتنی بر همکاری که نتیجه گرا و متمرکز بر راه حل است و در آن کوچ به کارآموز - یا کوچی - در ارتقاء عملکرد، تجربه زندگی، خودآموزی و رشد شخصی کمک می‌کند، تعریف نموده است (Grant ۲۰۱۳).

مارسلو پاترسه کوچینگ را این گونه تفسیر کرده است: "کوچینگ هنر بهبود عملکرد دیگران است. مدیرانی که کوچ هستند تیم‌های خود را به یادگیری و به چالش کشیدن کارشان تشویق می‌کنند. آنها با کمک به کارکنان خود در تعریف و دستیابی به اهداف، شرایط را برای توسعه مستمر ایجاد می‌کنند. یک کوچ خوب ابتدا گوش می‌دهد، سؤالات جستجو می‌پرسد، بازخورد سازنده ارائه می‌دهد و آماده تولید ایده‌های خلاقانه است" (Patrese ۲۰۱۰).

قدیری در تحقیقی بیان داشته است که: "فلسفه کوچینگ این است که انسان‌ها، افرادی کاردان، خلاق، باانرژی، با حکمت و توانا هستند. آنها می‌توانند با یاری یک کوچ زندگی‌شان را سریع تر و آسان تر بسازند. کوچینگ با بسیاری از نظریه‌های اولیه روان‌شناسی (مانند آدلر، یونگ، آلیس) و نظریه‌های کنونی مانند روان‌شناسی مثبت گرا و درمان‌های راه حل محور، از یک خانواده هستند" (رادمرد قدیری و وظیفه دوست، ۱۳۹۶).

۵-۲- ابزارهای کوچینگ

رادمرد قدیری ابزارهایی مختلفی که یک کوچ برای اداره فرایند کوچینگ میتواند استفاده کند (رادمرد قدیری، مهارت های پایه کوچینگ ۱۳۹۸):

شکل ۳: ابزارهای کوچینگ - مأخذ: رادمرد قدیری



۶- روش شناسی تحقیق

پژوهش حاضر به بررسی نقش کوچینگ در کسب بازخورد در ارتباط تعاملی مدیر پروژه با ذی‌نفعان پروژه محوطه‌سازی و ساختمان‌های فرهنگی فرودگاه مشهد می‌پردازد. باتوجه به ماهیت پروژه‌های زیربنایی کشور و اینکه این قبیل پروژه‌ها در سراسر کشور وجود دارند از بین صدها پروژه‌ای که (عموماً دولتی هستند)، در زیرگروه پروژه‌های بزرگ ساختمانی و حمل و نقل ریلی و هوایی پروژه‌های پیمانکاری در مجموعه فرودگاه شهید هاشمی‌نژاد مشهد به‌عنوان قلمرو مکانی پژوهش انتخاب شده‌اند.

این پژوهش از نوع تحقیقات کاربردی و روش بررسی آن روش ترکیبی (پیمایشی - توصیفی و تحلیلی) است. جامعه مورد مطالعه، ذی‌نفعان فرودگاه از جمله: افرادی که به طور مستقیم در پروژه‌های فرودگاهی شاغل هستند (کارفرما - مشاور - پیمانکار) و یا در سایر مجموعه‌های خدماتی فرودگاه اشتغال دارند، افرادی که به‌نوعی در بخش‌هایی از فرودگاه سرمایه‌گذاری کرده‌اند (تأمین‌کنندگان مالی بخش‌های مانند اپرون، و ترمینال‌ها، پارکینگ‌ها، غرفه‌داران و شرکت‌های خدماتی، چارتر کنندگان و...). افراد و گروه‌هایی که در مجاورت فرودگاه شاغل یا ساکن هستند، پرسنل و مدیران ادارات و نهادهای دولتی و نیمه‌دولتی، افراد و مؤسساتی که بخشی از کسب کار آنها از فعالیت فرودگاه تأثیر می‌پذیرد (فعالین حوزه حمل‌ونقل، هتل‌ها و اقامتگاه‌ها، آژانس‌های خدمات مسافرتی، راهنمایان سفر، پزشکان و بیمارستان‌های توریست سلامت و...)، افرادی که به‌منظور سفر، استقبال، مشایعت و یا سایر موارد به فرودگاه مراجعه می‌کنند و ... می‌باشد.

از آنجایی که جامعه مورد مطالعه در این پژوهش از گروه‌های مختلف شامل افراد، نهادها، ادارات، فعالین صنایع، بنگاه‌های اقتصادی و ... تشکیل یافته است، لذا به روش نمونه‌گیری قضاوتی، از طبقه‌های مختلف و برای تعیین حجم نمونه باتوجه به حجم کم جامعه آماری در هر طبقه پرسش‌نامه تهیه گردیده و از روش نمونه‌گیری قضاوتی استفاده شد. حجم جامعه آماری این پژوهش حدود ۷۲۰۰۰ نفر به شرح جدول زیر برآورد گردیده است که با استفاده از فرمول کوکران (محاسبات آنلاین) برای حجم نمونه ۳۸۳ نفر محاسبه گردید.

به‌منظور مشارکت افراد در این پژوهش و بر اساس گروه‌های جامعه‌های آماری، پرسش‌نامه‌هایی در قالب فرم‌های الکترونیکی از طریق اپلیکیشن‌های اجتماعی به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم (با واسطه مرتبط با هریک از گروه‌های آماری) و با اولویت ردیف‌های ۱ الی ۴ به‌صورت قضاوتی برای افراد بسیاری از جامعه آماری ارسال گردید و در نهایت پرسش‌نامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۳: حجم نمونه آماری پژوهش - مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

ردیف	عنوان جامعه آماری	تعداد نمونه	حجم جامعه آماری	توضیحات
۱	شاغلین مستقیم در پروژه‌های فرودگاهی (کارفرما - مشاور - پیمانکار)	۲۲	۱۰۱	پیمانکار ۶۵ نفر مشاور ۲۰ نفر کارفرما ۱۶ نفر
۲	شاغلین در سایر مجموعه‌های خدماتی فرودگاه	۲۱	۳۰۰	صفحه ۱۹۵ سالنامه آماری خراسان رضوی (رضوی ۱۳۹۷)
۳	افرادی که در بخش‌هایی از فرودگاه سرمایه‌گذاری کرده‌اند	۱	۳	بررسی میدانی
۴	شاغلین و ساکنین در مجاورت فرودگاه	۴۲	۱۷۷۰۰۰	اطلس محلات مشهد منطقه ۷- بهار ۹۹، (مشهد ۱۳۹۹)
۵	پرسنل و مدیران ادارات و نهادهای دولتی و نیمه‌دولتی	۸۱	۱۴۲۴۴۵	صفحه ۱۹۵ سالنامه آماری خراسان رضوی (رضوی ۱۳۹۷)
۶	افرادی که بخشی از کسب کار آنها از فعالیت فرودگاه تأثیر می‌پذیرد	۳۷	۳۵۰۰	برآورد قضاوتی
۷	افرادی که به‌منظور سفر و یا سایر موارد به فرودگاه مراجعه می‌کنند	۱۸۱	۳۵۷۰۶+۶۸۴۰۱۸	جمع نفرت ورودی و مسافری حج و متوسط دو نفر مشایعت‌کننده
	مجموع	۳۸۵	۷۱۶۱۲۱	حداقل حجم نمونه مورد نیاز ۳۸۳ بر اساس فرمول کوکران

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ادبیات و مبانی نظری، تدوین فرضیه‌ها و ارائه استانداردها و الگوی اولیه موضوع و همچنین استخراج شاخص‌های هر یک از مهارت‌های شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی از روش‌های کتابخانه‌ای (مطالعه کتاب‌ها، مقالات، مجلات، طرح‌های پژوهشی و پایگاه‌های اطلاعاتی اینترنتی) استفاده شده است.

بالین حال در این پژوهش هم از پرسش‌نامه و هم تکنیک دلفی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شده است. با بکارگیری فرایند دلفی مبتنی بر ساختار ارتباط، گروهی متشکل از ۱۰ نفر متخصص کوچینگ و ۶ نفر از مدیران و مهندسين پروژه (مورد مطالعه) در خصوص شاخصه‌های هر یک از مهارت‌های کوچینگ به اتفاق نظر رسیدند و در نهایت پس از تجزیه و تحلیل نظرات گروه مشارکت‌کننده در فرایند دلفی، شاخص‌های مورد اتفاق نظر برای سنجش میزان تاثیر هریک از آنها در پرسش‌نامه تنظیم و تدوین گردید.

در پژوهش حاضر، روایی پرسش‌نامه مورد استفاده به صورت روایی صوری بوده؛ بدین معنی که پرسش‌نامه‌ها در فرایند دلفی مورد اتفاق نظر متخصصین امر قرار گرفت و با بهره‌گیری از نظرات و پیشنهادها، روایی پرسش‌نامه تأیید گردید.

در پژوهش حاضر برای بررسی پایایی سؤال‌های پرسش‌نامه طراحی شده، از آزمون آلفای کرونباخ (α) استفاده شده است. روش آلفای کرونباخ که برای سنجش میزان سازگاری درونی گویه‌های یک شاخص به کار می‌رود، عمدتاً برای پرسش‌نامه‌هایی به کار می‌رود که گویه‌ها یا سؤالات آن معمولاً به صورت طیف لیکرت (و نیز فاصله‌ای یا نسبی) طراحی شده و جواب‌های آن چندگزینه‌ای می‌باشند. روش تجزیه و پژوهش حاضر تجزیه و تحلیل اطلاعات فراوانی پاسخ‌ها، میانگین و درصد وزنی امتیازها و نرم‌افزارهای مورد استفاده برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، SPSS و EXCEL می‌باشند.

۷- یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل آن‌ها

اطلاعات مورد نیاز در خصوص موضوع مورد مطالعه از دو روش اسنادی و میدانی و در روش میدانی از تکنیک‌های دلفی و پرسش‌نامه برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است.

مشارکت‌کنندگان در فرایند دلفی شامل ۱۰ نفر از فعالان و متخصصین حوزه کوچینگ و ۶ نفر از مدیران و مهندسين شاغل در پروژه مورد مطالعه بودند که در دو مرحله شاخص‌هایی برای هریک از مهارت‌های شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی در این مرحله مورد توافق واقع شد.

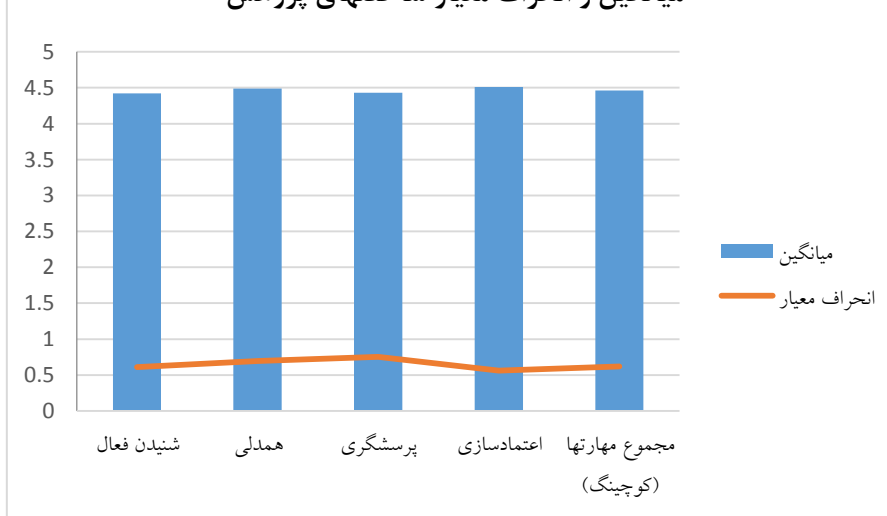
در این بخش پژوهشگر با استفاده از مشخصه‌هایی مورد توافق در فرایند دلفی سؤالات پرسش‌نامه را در قالب چهار گروه سؤالات مهارت شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی به منظور پاسخگویی به سؤالات فرعی پژوهش طراحی کرده است که در نهایت پرسش‌نامه‌های فعلی، نهایی گردیده و در اختیار پاسخگویان قرار گرفته است.

برای تحلیل و بررسی نقش مهارت‌های کوچینگ مدیریت پروژه در کسب بازخورد از ارتباط تعاملی با ذی‌نفعان پروژه که شامل مهارت‌های (شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی) می‌باشند. همان گونه که در جدول ۴ و نمودار ۱ قابل مشاهده می‌باشد. بیشترین میانگین در بین مهارت‌های مورد مطالعه متعلق به مهارت اعتمادسازی با میانگین ۴/۵۱ می‌باشد که در عین حال نیز دارای انحراف معیار کمتری نسبت به سایر مهارت‌ها می‌باشد. در مرتبه بعدی مهارت همدلی با میانگین ۴/۴۹ می‌باشد. همچنین بطور کلی مجموع مهارت‌ها که کوچینگ شناخته می‌شود با میانگین ۴/۴۶ و انحراف معیار ۰/۶۱۷ می‌باشد.

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار امتیاز هریک از مهارت‌ها و ضریب تغییرات میزان تعامل و بازخورد - مأخذ: یافته‌های پژوهش - ۱۴۰۰

مهارت	تعداد	میانگین	واریانس	انحراف معیار	مجموع	ضریب تغییرات
شنیدن فعال	۳۸۵	۴/۴۲	۰/۳۷۴	۰/۶۱۱	۱۷۰۴	۰/۱۳۸
همدلی	۳۸۵	۴/۴۹	۰/۴۸۲	۰/۶۹۴	۱۷۲۸	۰/۱۵۴
پرسشگری	۳۸۵	۴/۴۳	۰/۵۶۵	۰/۷۵۱	۱۷۰۶	۰/۱۶۹
اعتمادسازی	۳۸۵	۴/۵۱	۰/۳۱۷	۰/۵۶۳	۱۷۳۶	۰/۱۲۴
مجموع مهارت‌ها (کوچینگ)	۳۸۵	۴/۴۶	۰/۳۸۱	۰/۶۱۷	۱۷۱۸	۰/۱۳۸

میانگین و انحراف معیار شاخصهای پژوهش



نمودار ۱: میانگین و انحراف معیار شاخص‌های پژوهش - مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

۷-۱ - شاخص‌های مهارت شنیدن فعال

در جهت تحلیل و بررسی شاخص‌های مهارت شنیدن فعال با استفاده از ۱۱ مؤلفه (عدم پیش‌داوری، تمرکز و حضور فیزیکی، بازخورد دادن و خلاصه کردن، توجه به زمینه‌های احساسی و تجربیات مخاطب، استفاده از تماس چشمی و زبان بدن، تصدیق و تحسین، یادداشت نکات مهم، توجه به همه بخش‌های صحبت مخاطب، عدم برداشت ذهنی (ذهن‌خوانی) از صحبت‌ها، عدم قطع صحبت‌های مخاطب و پرهیز از پند و اندرز و عدم توجه به اشیاء و افراد دیگر حین گفتگو با مخاطب) مورد بررسی قرار گرفته است که درصد و مقدار فراوانی، میانگین، انحراف هر یک از مؤلفه‌های مهارت شنیدن فعال در جدول ۵ را می‌توان مشاهده نمود. همان‌طور که در جدول مذکور مشاهده می‌گردد در بین مؤلفه‌های مهارت شنیدن فعال بیشترین میانگین متعلق به مؤلفه عدم توجه هم‌زمان با جلسه به تلفن همراه، رایانه و اشیاء و افراد (۴/۵۵) است و کم‌ترین میانگین نیز متعلق به مؤلفه بازخورد دادن و خلاصه کردن با میانگین (۴/۴۳) است. در جهت تحلیل و بررسی بیشتر مهارت موردنظر از ضریب تغییرات استفاده شده و مشاهده می‌گردد متریب ضریب تغییرات متعلق به مؤلفه توجه به زمینه‌های احساسی و تجربیات مخاطب و بیشترین ضریب تغییرات مربوط به مؤلفه توجه به همه بخش‌های صحبت مخاطب می‌باشد.

جدول ۵: آماره های توصیفی و معنا داری مؤلفه های مهارت شنیدن فعال - مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

ردیف	شرح	تعداد	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱	چون پیش داوری و قضاوت عجولانه نمی کند	۳۸۵	۴/۴۸۰۵	۰/۶۸۴۸۵	۰/۶۸
۲	چون حضور فیزیکی و تمرکزش را در جلسه حفظ می کند	۳۸۵	۴/۴۶۴۹	۰/۶۸۰۴۱	۰/۶۸
۳	چون در حین گفتگو، آنچه که مطرح کردم را به نشانه تأیید شنیدنش به اختصار بیان می کند	۳۸۵	۴/۴۳۱۲	۰/۶۷۳۹۷	۰/۶۷
۴	چون به زمینه های احساسی و تجربیات من توجه دارد	۳۸۵	۴/۵۰۳۹	۰/۶۰۸۶۸	۰/۶۱
۵	چون در حین گفتگو علایمی مانند تماس چشمی و تکان دادن سر از خود نشان می دهد	۳۸۵	۴/۵۱۴۳	۰/۶۷۷۳۳	۰/۶۸
۶	چون صحبت های من را تصدیق و ایده هایم را تحسین می کند	۳۸۵	۴/۴۴۴۲	۰/۶۷۹۰۲	۰/۶۸
۷	چون نکات مهم صحبت های من را یادداشت می کند	۳۸۵	۴/۵۰۹۱	۰/۶۸۵۰۷	۰/۶۹
۸	چون فقط به بخشی از صحبت های من توجه می کند که به آن علاقه دارد	۳۸۵	۴/۴۸۳۱	۰/۶۹۶۲۳	۰/۷۰
۹	چون از آنچه مطرح کرده ام برداشت ذهنی خود را می کند	۳۸۵	۴/۵۳۵۱	۰/۶۳۶۹۲	۰/۶۴
۱۰	چون حرف مرا قطع می کند و سعی می کند من را راهنمایی کند و پند و اندرز می دهد	۳۸۵	۴/۴۳۶۴	۰/۶۷۴۴۸	۰/۶۷
۱۱	چون هم زمان با جلسه با من به تلفن همراه، رایانه و اشیا و افراد دیگر توجه می کند	۳۸۵	۴/۵۴۸۱	۰/۶۴۸۲۴	۰/۶۵

۷-۲- شاخص های مهارت همدلی

در جهت تحلیل و بررسی شاخص های مهارت همدلی با استفاده از ۵ مؤلفه (درک مخاطب، توجه به احساسات، نیازها و خواسته های مخاطب، صداقت، ایجاد شرایط بدون قضاوت در گفتگو و تمرکز روی خود مخاطب نه روی موقعیت او) مورد بررسی قرار گرفته است که درصد و مقدار فراوانی، میانگین، انحراف هر یک از مؤلفه های مهارت همدلی در جدول ۶ است. همان طور که در جدول مذکور مشاهده می گردد در بین مؤلفه های مهارت همدلی بیشترین میانگین متعلق به مؤلفه درک مخاطب (۴/۶۱) است و کمترین میانگین نیز متعلق به تمرکز روی خود مخاطب نه روی موقعیت او (۴/۵۰) است. در جهت تحلیل و بررسی بیشتر مهارت موردنظر از ضریب تغییرات استفاده شده و مشاهده می گردد که مؤلفه صداقت کمترین ضریب تغییرات و مؤلفه های ایجاد شرایط بدون قضاوت در گفتگو و تمرکز روی خود مخاطب نه روی موقعیت او بیشترین ضریب تغییرات را دارند.

جدول ۶: آماره های توصیفی و معنا داری مؤلفه های مهارت همدلی - مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

ردیف	شرح	تعداد	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱۲	چون من را درک می کند	۳۸۵	۴/۶۱۰۴	۰/۶۲۸۲۴	۰/۶۳
۱۳	چون به احساسات نیازها و خواسته های من احترام می گذارد و نگران آن ها است	۳۸۵	۴/۵۶۳۶	۰/۶۲۲۲۷	۰/۶۲
۱۴	چون فردی صادق است	۳۸۵	۴/۶۰۲۶	۰/۵۹۵۵۵	۰/۶۰
۱۵	چون برای گفتگو شرایط سالم و غیر تهدیدکننده (بدون قضاوت) به وجود می آورد	۳۸۵	۴/۵۱۴۳	۰/۶۵۵۷۰	۰/۶۷
۱۶	چون روی من تمرکز دارد نه روی موقعیت من	۳۸۵	۴/۵۰۹۱	۰/۶۶۹۶۹	۰/۶۷

۷-۳- شاخص‌های مهارت پرسشگری

در جهت تحلیل و بررسی شاخص‌های مهارت پرسشگری با استفاده از ۷ مؤلفه (پرسش تعمق‌برانگیز، جستجوی فرضیات، بررسی مبانی و دلایل و مدارک، زاویه دید و چشم‌انداز، پرسش‌هایی در مورد فرجام و پیامدها، توجه به دیگر خواسته و توانایی‌های درونی، تصمیم‌گیری در مورد راه‌حل) مورد بررسی قرار گرفته است که درصد و مقدار فراوانی، میانگین، انحراف هر یک از مؤلفه‌های مهارت پرسشگری در جدول ۷ را می‌توان مشاهده نمود. همان‌طور که در جدول مذکور مشاهده می‌گردد در بین مؤلفه‌های مهارت پرسشگری بیشترین میانگین متعلق به مؤلفه پرسش تعمق‌برانگیز (۴/۵۹) است و کم‌ترین میانگین نیز متعلق به مؤلفه پرسش‌هایی در مورد فرجام و پیامدها (۴/۴۹) است. در جهت تحلیل و بررسی بیشتر مهارت موردنظر از ضریب تغییرات استفاده شده و مشاهده می‌گردد کم‌ترین ضریب تغییرات متعلق به مؤلفه زاویه دید و چشم‌انداز و بیشترین ضریب تغییرات مربوط به مؤلفه‌های جستجوی فرضیات، بررسی مبانی و دلایل و مدارک و تصمیم‌گیری در مورد راه‌حل می‌باشد.

جدول ۷: آماره‌های توصیفی و معناداری مؤلفه‌های مهارت پرسشگری - مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

ردیف	شرح	تعداد	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱۷	چون با پرسش‌های ساده مرا به تفکر عمیق‌تر به موضوع می‌کشاند	۳۸۵	۴/۵۸۹۶	۰/۶۶۳۷۱	۰/۶۶
۱۸	چون با پرسش‌هایی، موجب می‌شود که در مورد چگونگی فرضیات آنچه که بدون دلیل پذیرفته‌ام تفکر کنم	۳۸۵	۴/۵۱۱۷	۰/۶۷۷۳۸	۰/۶۸
۱۹	چون با پرسش‌هایی سبب می‌شود در مورد مبانی دلایل و مدارک استدلال‌هایم بیشتر بررسی کنم	۳۸۵	۴/۵۱۴۳	۰/۶۷۷۳۳	۰/۶۸
۲۰	چون با پرسش‌هایی موجب توجهم به زوایای دید دیگری به استدلال‌هایم می‌شود	۳۸۵	۴/۵۱۱۷	۰/۶۳۳۶۸	۰/۶۳
۲۱	چون با پرسش‌هایی باعث تفکر بیشترم به فرجام و پیامد استدلال‌هایی که بیان می‌کنم می‌شود	۳۸۵	۴/۴۹۶۱	۰/۶۶۹۷۴	۰/۶۷
۲۲	چون با پرسش‌هایی موجب توجهم به خواسته‌ها و توانایی‌های درونی دیگرم می‌شود	۳۸۵	۴/۵۲۹۹	۰/۶۵۷۳۰	۰/۶۶
۲۳	چون با پرسش‌هایی نظر مرا در خصوص راه‌حل‌های انجام خواسته‌هایم جویا می‌شود	۳۸۵	۴/۵۱۴۳	۰/۶۸۱۱۷	۰/۶۸

۷-۴- شاخص‌های مهارت اعتمادسازی

در جهت تحلیل و بررسی شاخص‌های مهارت اعتمادسازی با استفاده از ۱۰ مؤلفه (صداقت و راست‌گویی و درستی، اهمیت به آینده و سعادت مخاطب، به‌کارگیری قراردادهای محکم و روشن، احترام به قدرت فهم، شیوه یادگیری و شخصیت مخاطب، حمایت از فعالیت‌ها و عملکردهای پروژه که همسو با اهداف مخاطب است، تضمین محرمانگی مذاکرات، از این شاخه به آن شاخه نپریدن، همدلی با مخاطب و رعایت شأن او، حفظ آرامش در شرایط سخت و ثبات شخصیت) مورد بررسی قرار گرفته است که درصد و مقدار فراوانی، میانگین، انحراف هر یک از مؤلفه‌های مهارت پرسشگری در جدول ۸ را می‌توان مشاهده نمود. همان‌طور که در جدول مذکور مشاهده می‌گردد در بین مؤلفه‌های مهارت اعتمادسازی بیشترین میانگین متعلق به مؤلفه ثبات شخصیت (۴/۶۱) است و کم‌ترین میانگین نیز متعلق به مؤلفه به‌کارگیری قراردادهای محکم و روشن (۴/۴۱) است. در جهت تحلیل و بررسی بیشتر مهارت موردنظر از درصد میزان موافقت پاسخگویان با مؤلفه‌های استفاده شده و مشاهده می‌گردد که پاسخگویان بیش از ۸۸/۲۶ درصد با مؤلفه‌های مهارت پرسشگری موافقت داشته‌اند. باتوجه به آنچه که در جدول مذکور بدست آمده است مشاهده می‌گردد که مؤلفه‌ها دارای انحراف معیار در حد قابل قبولی می‌باشند.

جدول ۸: آماره های توصیفی و معناداری مؤلفه های مهارت اعتمادسازی - مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

ردیف	شرح	تعداد	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۲۴	چون همواره صداقت و راست گویی و درستی از خود نشان می دهد	۳۸۵	۴/۶۴۱۶	۰/۶۰۰۶۴	۰/۶۰
۲۵	چون به آینده و سعادت من اهمیت می دهد	۳۸۵	۴/۵۵۰۶	۰/۶۰۲۲۱	۰/۶۰
۲۶	چون قراردادهای محکم و روشنی تنظیم می کند و به وعده هایش عمل می کند	۳۸۵	۴/۴۸۵۷	۰/۶۷۳۴۸	۰/۶۷
۲۷	چون به قدرت فهم، شیوه یادگیری و شخصیت من احترام می گذارد	۳۸۵	۴/۵۶۶۲	۰/۶۱۳۵۶	۰/۶۱
۲۸	چون از فعالیت ها و عملکردهای پروژه که همسو با اهداف من است حمایت می کند	۳۸۵	۴/۵۶۱۰	۰/۶۱۸۳۳	۰/۶۲
۲۹	چون محرمانگی گفتگوهایمان را با عملکردش تضمین می کند.	۳۸۵	۴/۵۹۴۸	۰/۶۰۱۱۹	۰/۶۰
۳۰	چون از این شاخه به آن شاخ می پرد و حرف های بی حاصل می زند	۳۸۵	۴/۵۴۲۹	۰/۶۱۱۴۰	۰/۶۱
۳۱	چون با من همدلی می کند و شان مرا رعایت می کند.	۳۸۵	۴/۵۴۵۵	۰/۶۴۰۳۴	۰/۶۴
۳۲	چون آرامشش را در شرایط سخت حفظ نمی کند	۳۸۵	۴/۵۰۶۵	۰/۶۴۵۹۷	۰/۶۵
۳۳	چون ثبات شخصیت ندارد.	۳۸۵	۴/۶۱۵۶	۰/۵۹۳۱۶	۰/۵۹

۷-۵- تحلیل آمار استنباطی

با توجه به این که شاخص ها از ترکیب کردن شاخص های پژوهش که در قالب طیف لیکرت می باشند و مقیاس پژوهش به مقیاس فاصله ای تغییر می یابد، لذا برای بررسی نرمال بودن توزیع ابعاد پژوهش از خطای استاندارد ضرایب چولگی و کشیدگی استفاده گردیده است. به شکلی که اگر مقدار خطای استاندارد ضرایب چولگی و کشیدگی کمتر از ۲- و یا بیشتر از ۲+ باشد، در این صورت فرض نرمال بودن توزیع رد می شود. در عین حال نیز اگر مقدار عددی ضرایب چولگی و کشیدگی بین ۱.۵- و ۱.۵+ باشد نیز توزیع شاخص های پژوهش نرمال می باشد (جدول ۹). بنابراین با توجه به آنچه که در جدول نتایج آزمون نرمال بودن در مورد شاخص های دانش و آگاهی زیست محیطی طبیعت گرد ها قابل مشاهده می گردد، توزیع تمام شاخص های پژوهش دارای نرمال می باشد.

جدول ۹: نتایج آزمون نرمال بودن آماره های مهارت های کوچینگ - مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۰

شاخص	تعداد نمونه	میانگین	چولگی		کشیدگی		نتیجه آزمون
			ضریب	خطا	ضریب	خطا	
شنیدن فعال	۳۸۵	۴/۴۸	-۰/۸۰۷	۰/۱۲۴	-۰/۴۸۶	۰/۲۴۸	تأیید نرمال بودن
همدلی	۳۸۵	۴/۵۶	-۱/۱۰۵	۰/۱۲۴	۰/۳۱۳	۰/۲۴۸	تأیید نرمال بودن
پرسشگری	۳۸۵	۴/۵۲	-۱/۰۷۴	۰/۱۲۴	۰/۱۵۸	۰/۲۴۸	تأیید نرمال بودن
اعتمادسازی	۳۸۵	۴/۵۶	-۱/۱۹۸	۰/۱۲۴	۱/۰۰۶	۰/۲۴۸	تأیید نرمال بودن

۶-۶- رتبه بندی مؤلفه های پژوهش

برای بررسی و رتبه بندی مهارت های کوچینگ با توجه به ترتیبی بودن مؤلفه ها از آزمون فریدمن استفاده شده است. با توجه به میزان معنی داری (صفر) طبق جدول ۱۰ که کمتر از مقدار ۰.۰۵ است می توان گفت که با اطمینان نود و پنج درصد مؤلفه های مهارت های کوچینگ با همدیگر تفاوت معنی دار داشته و قابلیت این را دارند که به کل جامعه تعمیم داده شوند.

جدول ۱۰: میزان معناداری آزمون فریدمن در مؤلفه‌های کلی پژوهش - مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

میزان معناداری	درجه آزادی	Chi-Square	مهارت
۰.۰۰۰	۴	۱۵۰۷	مهارت کوچینگ

اکنون برای اینکه مشخص شود مهارت‌های کوچینگ نسبت به یکدیگر چقدر تفاوت دارد و میزان کدام مهارت نسبت به مهارت دیگر بالاتر است باید از میانگین رتبه‌ای استفاده کرد. لذا باتوجه به آنچه که در جدول ۱۰ جدول ۱۱ قابل مشاهده است بالاترین رتبه متعلق به مهارت شنیدن فعال و پس از آن مهارت‌های اعتمادسازی، پرسشگری و همدلی در مرتبه‌های بعدی خواهند.

جدول ۱۱: رتبه و میانگین رتبه‌ای مهارت‌های کوچینگ - مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

رتبه	میانگین رتبه‌ای	مهارت
۱	۳/۸۷	مهارت شنیدن فعال
۴	۱	مهارت همدلی
۳	۲	مهارت پرسشگری
۲	۳/۱۲	مهارت اعتمادسازی

۶-۷- بررسی رابطه بین مهارت‌های کوچینگ

برای بررسی همبستگی و رابطه بین مهارت‌های کوچینگ باتوجه به فاصله‌ای بودن مقیاس شاخص‌ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شده است. در این آزمون فرضیه صفر عدم وجود رابطه خطی بین شاخص‌ها را نشان می‌دهد، اما اگر سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰.۰۵ به دست آید می‌توان فرضیه صفر را رد کرد و وجود رابطه معنی‌دار بین شاخص‌های مورد مطالعه را پذیرفت، جدول ۱۲ نشان می‌دهد مهارت شنیدن فعال با آماره پیرسون ۰.۸۲، مهارت همدلی با آماره پیرسون ۰.۸ و مهارت پرسشگری با آماره پیرسون ۰.۸۱ و میزان معنی‌داری ۰.۰۰ که کمتر از ۰.۰۵ است، دارای رابطه‌ای متوسط تا قوی و معنی‌دار با مهارت اعتمادسازی می‌باشد و قابلیت تعمیم به کل جامعه را دارد که گویای این واقعیت است که بکارگیری مهارت‌های شنیدن فعال، همدلی و پرسشگری در بستر اعتمادسازی موجب کسب بازخورد مؤثر در ارتباط تعاملی می‌شود. علاوه بر این می‌توان مشاهده کرد که مهارت‌های مورد مطالعه با یکدیگر دارای رابطه متوسط تا قوی و معنی‌دار می‌باشد و می‌توان آن را به کل جامعه تعمیم داد.

جدول ۱۲: آماره‌های میزان همبستگی پیرسون و معناداری مهارت‌های کوچینگ - مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۰

ابعاد	آماره	شنیدن فعال	همدلی	پرسشگری	اعتمادسازی
شنیدن فعال	آماره پیرسون	۱	۰/۸۰۹	۰/۸۲۷	۰/۸۲۰
	میزان معناداری	.	.	.	.
	مجموع	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵
همدلی	آماره پیرسون	۰/۸۰۹	۱	۰/۸۵۲	۰/۸۰۹
	میزان معناداری	.	.	.	.
	مجموع	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵
پرسشگری	آماره پیرسون	۰/۸۲۷	۰/۸۵۲	۱	۰/۸۱۴
	میزان معناداری	.	.	.	.
	مجموع	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵
اعتمادسازی	آماره پیرسون	۰/۸۲۰	۰/۸۰۹	۰/۸۱۴	۱

				میزان معناداری	
۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵	۳۸۵	مجموع	

۶-۸- نتیجه گیری یافته های پژوهش

در این بخش پژوهشگر با استفاده از مشخصه‌هایی مورد توافق در فرآیند دلفی سؤالات پرسش‌نامه را در قالب چهار گروه سولات مهارت شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی به منظور پاسخگویی به سؤالات فرعی پژوهش طراحی کرده است و جهت پاسخگویی در میان پاسخگویان شامل: تعداد ۲۲ نفر از شاغلین مستقیم در پروژه‌های فرودگاهی (کارفرما- مشاور- پیمانکار)، ۲۱ نفر از شاغلین در سایر مجموعه‌های خدماتی فرودگاه، یک نفر افرادی که در بخش اپرون فرودگاه سرمایه‌گذاری نموده، ۴۲ نفر از شاغلین و ساکنین در مجاورت فرودگاه، ۸۱ نفر از پرسنل و مدیران ادارات نهادهای دولتی و نیمه‌دولتی، ۳۷ نفر از افرادی که بخشی از کسب کار آنها از فعالیت فرودگاه تأثیر می‌پذیرد، ۱۸۱ نفر از افرادی که به منظور و یا سایر موارد به فرودگاه مراجعه می‌کنند که تعداد ۳۸۵ پرسش‌نامه را تکمیل نموده‌اند. توزیع و جمع‌آوری گردید.

با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و EXCEL داده‌های جمع‌آوری شده تجزیه و تحلیل گردید و وزن هر یک از عوامل، مجموع وزن، میانگین وزن و انحراف معیار همچنین ضریب تغییرات هر یک از عوامل محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس بر اساس میانگین رتبه‌ای به دست آمده مؤلفه‌های اولویت هریک از مهارت‌ها رتبه‌بندی گردید و رابطه بین مهارت‌های کوچینگ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۷- نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

۷-۱ نتیجه گیری

کلیه فرضیات تحقیق مورد تأیید قرار گرفته است و نحوه و اولویت تأثیر متغیرهای مستقل مهارت شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی با استفاده از آزمون فریدمن منتج شده به شرح جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱۳: اولویت تأثیر بر متغیر وابسته - مأخذ: یافته‌های پژوهش - ۱۴۰۰

اولویت	متغیر
۱	شنیدن فعال
۲	اعتمادسازی
۳	پرسشگری
۴	همدلی

مطابق سایر یافته‌های پژوهش در خصوص همبستگی بین مهارت‌های مورد پژوهش در جامعه آماری مورد بررسی، مطابق بررسی‌های آماری ارائه شده مشخص گردید که برای بررسی همبستگی و رابطه بین مهارت‌های کوچینگ با توجه به فاصله‌ای بودن مقیاس شاخص‌ها از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شده است. در این آزمون فرضیه صفر عدم وجود رابطه خطی بین شاخص‌ها را نشان می‌دهد، اما اگر سطح معنی‌داری آزمون کمتر از ۰.۰۵ به دست آید می‌توان فرضیه صفر را رد کرد و وجود رابطه معنی‌دار بین شاخص‌های مورد مطالعه را پذیرفت، جدول نشان می‌دهد مهارت شنیدن فعال با آماره پیرسون ۰.۸۲، مهارت همدلی با آماره پیرسون ۰.۸ و مهارت پرسشگری با آماره پیرسون ۰.۸۱ و میزان معنی‌داری ۰.۰۰ که کمتر از ۰.۰۵ است، دارای رابطه‌ای متوسط تا قوی و معنی‌دار با مهارت اعتمادسازی می‌باشد و قابلیت تعمیم به کل جامعه را دارد که گویای این واقعیت است که بکارگیری مهارت‌های شنیدن فعال،

همدلی و پرسشگری در بستر اعتمادسازی موجب کسب بازخورد مؤثر در ارتباط تعاملی می‌شود. علاوه بر این می‌توان مشاهده کرد که مهارت‌های مورد مطالعه با یکدیگر دارای رابطه متوسط تا قوی و معنی‌دار می‌باشد و می‌توان آن را به کل جامعه تعمیم داد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود در تمامی متغیرها، اکثریت جامعه نمونه مورد سنجش اظهار داشته‌اند که در صورت بروز مهارت‌های کوچینگ از طرف مخاطب (مدیر پروژه) بازخورد و تعامل زیاد متمایل به خیلی زیادی از خود نشان خواهند داد.

با عنایت به موارد فوق می‌توان گفت که در ارتباط تعاملی مدیر پروژه مورد مطالعه با ذی‌نفعان پروژه آشنایی و به‌کارگیری مهارت‌های کوچینگ شامل شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی توسط مدیر پروژه، در کسب بازخورد مؤثر ذی‌نفعان نقش دارد و با فرض اینکه بازخورد مؤثر از طرف ذی‌نفعان موجب موفقیت پروژه خواهد شد می‌توان نتیجه گرفت به‌کارگیری مهارت‌های کوچینگ توسط مدیریت پروژه در موفقیت پروژه نیز نقش خواهد داشت.

به همین ترتیب و بر اساس مطالعات و نتایج این پژوهش می‌توان عنوان داشت که به‌کارگیری مهارت‌های شنیدن فعال، همدلی، پرسشگری و اعتمادسازی توسط مدیر پروژه محوطه‌سازی و ساختمان‌های فرهنگی فرودگاه مشهد در کسب بازخورد از ارتباط تعاملی با ذی‌نفعان نقش خواهد داشت.

۷-۲- ارائه پیشنهادات

بکارگیری مهارت‌های کوچینگ در تعامل مؤثر با ذی‌نفعان پروژه به‌صورت خاص و به‌طور عام در تمامی ارتباطات روزمره مؤثر می‌باشد لذا در ادامه پیشنهاد می‌گردد:

در قدم اول، ذی‌نفعان پروژه و تأثیر آنها در پروژه در تمامی مراحل اجرایی پروژه (آغازین - اجرایی و پایانی) شناسایی و در خصوص چگونگی تعامل با آنها برنامه‌ریزی شود.

در قدم‌های بعدی برنامه مؤثری در خصوص تعامل با این ذی‌نفعان و کسب و سنجش بازخورد آنها به اتفاقات پروژه مورد تحلیل واقع شود.

با آموزش و فرهنگ‌سازی بکارگیری مهارت‌های کوچینگ توسط مدیر پروژه و تیم پروژه زمینه کسب بازخورد مؤثر از ذی‌نفعان مهیا گردد.

۷-۳- پیشنهادهایی بر اساس محدودیت‌ها

شرایط پیچیده اقتصادی و بروز حوادث و اتفاقات فورث‌ماJOR مانند پاندمی بیماری کووید ۱۹ از سال ۱۳۹۸ در جهان پدیدار گشت و وجود نگرش‌ها و انگیزه‌های منفی و اهداف غیر همسوی ذی‌نفعان و تأثیر قوی و البته مخفی برخی دیگر از ذی‌نفعان می‌تواند تأثیرات ناخواسته و خارج از کنترل در پروژه به وجود آورد و از طرفی باتوجه به رویکرد متفاوت ویرایش جدید استاندارد مدیریت پروژه و فلسفه کوچینگ که بر خودآگاهی استوار است. پیشنهاد می‌گردد در تمامی ارتباطات انسانی پروژه از فلسفه کوچینگ بهره‌برداری شود.

۷-۴- پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده

در اینجا لازم است باتوجه به جدید بودن رویکرد توجه به ابعاد روان‌شناختی انسانی در دانش مدیریت پروژه و نوپا بودن روش‌های کوچینگ به موضوعات و زمینه‌هایی که از دید پژوهشگر، برای پژوهش‌های مرتبط مناسب به نظر می‌رسند. اشاره شود:

✓ شناسایی سایر عوامل مؤثر بر ارتباط تعاملی در پروژه

✓ شناسایی عواملی که باعث بهبود فرهنگ سازمانی در پروژه می‌گردد.

✓ توجه به آموزش و کسب مهارت کوچینگ توسط تیم پروژه.

✓ شناسایی دقیق ذی‌نفعان و نقش آن‌ها در پروژه‌های کشور و بخصوص پروژه‌های فرودگاهی.

منابع:

منابع فارسی:

- برکو، روی. ام. ۱۳۸۹. مدیریت ارتباطات، فردی و عمومی. دفتر پژوهشهای فرهنگی.
- بورک، روری، و محمدرضا زرگر آزاد. ۱۳۹۴. فنون مدیریت، برنامه ریزی و کنترل پروژه. تهران: انتشارات اطلاعات.
- حاجی یخچالی، سیامک، علی مقدسی بردر، و AXELOS. ۲۰۱۷. PRINCE ۲. موسسه تحقیقات رهنمود الن.
- رادمرد قدیری، غلامحسین. ۱۳۹۸. مهارت های پایه کوچینگ. تهران: شرکت چاپ و نشر بازرگانی.
- رادمرد قدیری، غلامحسین، و حسین وظیفه دوست. ۱۳۹۶. "طراحی و تبیین مدل مفهومی مربیگری مدیریت و اعتماد سازی در بستر فرهنگ سازمانی." نشریه علمی پژوهشی و اطلاع رسانی مدیریت (نشریه علمی پژوهشی و اطلاع رسانی مدیریت) ۹۳.
- رضوی، سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان. ۱۳۹۷. سالنامه آماری استان خراسان رضوی سال ۱۳۹۵. تهران: سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان رضوی.
- مشهد، شهرداری. ۱۳۹۹. اطلس محلات مشهد جلد هشتم. مشهد: بوی شهر بهشت.
- میلر، جرالدر، و علی ذکاوتی. ۱۳۹۷. ارتباط کلامی. تهران: سروش.
- نظری، مینا، و ایمان عطار زاده. ۱۳۹۷. "ارزیابی شاخص ها و مهارت های کوچینگ در سازمان های تجاری برای ارتقاء برنامه ریزی های راهبردی." سومین کنفرانس ملی مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات و پردازش داده ها. تهران.
- یخچالی، سیامک حاجی. ۱۳۹۹. مدیریت پروژه موفق با پرینس ۲. موسسه تحقیقات رهنمود الن.

منابع لاتین:

- Berlo, David K. ۱۹۶۰. The Process of Communication. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Grant, Anthony M. ۲۰۱۳. The Efficacy of Coaching. UK.
- Patrese, Marcello - Granchi, Guido. ۲۰۱۰. "An effective project manager coaching approach". CONFERENCE PAPER Leadership, Talent Management. milan: Project Management Institute. ۱.
- PMBOK. ۲۰۱۷. A guid to the project management body of knowledge v. ۶ project mangment institue.
- PMBOK. ۲۰۲۱. A Guide to the Project Management Body of Knowledge Seventh Edition. USA: Project Management Institute.



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

Effective Policies and Components to Achieve Sustainable Transportation by Introducing Practical Strategies

Hasan Divandari^۱, Mohammad Reza Fazlolollahi^{*۲}

^۱- Department of Civil Engineering, Nowshahr Branch, Islamic Azad University, Nowshahr, Iran
divandari@iauns.ac.ir

^{*۲}-Phd student, Engineering Faculty, University of Islamic azad, Ayatollah amoli, Amol, Iran
Eng.mrf14@yahoo.com

ABSTRACT

With the increasing population of urbanization and the use of private transportation, the depreciation of public transportation in Iran's metropolises and issues such as environmental, traffic, visual and air pollution, urban management policies in this direction Appropriate solutions such as sustainable urban development should be adopted. This article intends to show by introducing practical strategies at the level of metropolitan management To achieve sustainable urban development, the component of sustainable transport development must first be taken seriously. Sustainable transport is a set of integrated, dynamic, continuous policies and guidelines that include economic, social, and environmental goals that ensure the equitable distribution and efficient use of resources to meet the transportation needs of society and future generations. Brings with it. The method of collecting information and data is library and case study. The purpose of this article is to address the important components of transportation network planning and the dimensions of sustainability in urban transportation networks, the process of determining the policies of senior managers in order to achieve the development of urban sustainability through sustainable development. Transportation is achieved through strategic management and the use of the swot model.

Keywords: Urban Sustainability Development, Transportation, Strategy Management, Environment, Swot Matrix

All rights reserved to Civil & Project Journal



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه
Civil & Project Journal (CPJ)

سیاست ها و مولفه های موثر جهت دستیابی به حمل و نقل پایدار با معرفی

استراتژی های کاربردی

حسن دیوانداری^۱، محمد رضا فضل الهی^۲*

۱. گروه مهندسی عمران، واحد نوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، نوشهر، ایران

h.divandari@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، واحد آیت الله آملی، دانشگاه آزاد اسلامی، آمل، ایران

eng.mrf69@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵

چکیده

با گسترش روز افزون جمعیت شهر نشینی و استفاده از وسایل حمل و نقل شخصی، مستهلک شدن وسایل حمل و نقل عمومی در کلانشهر های ایران و موضوعاتی نظیر ناهنجاری های زیست محیطی، ترافیکی، بصری و آلودگی هوا، سیاست های مدیریت شهری را در این مسیر قرار می دهد که راهکاری مناسب نظیر توسعه پایدار شهری اتخاذ شود. این مقاله قصد دارد با معرفی استراتژی های کاربردی در سطح مدیریت کلان شهری نشان دهد، برای رسیدن به توسعه ی پایدار شهری باید مولفه توسعه پایدار حمل و نقل ابتدا جدی گرفته شود. حمل و نقل پایدار مجموعه ای از سیاست ها و دستور العمل های یکپارچه، پویا، پیوسته و در بردارنده اهداف اقتصادی، اجتماعی، و زیست محیطی است که توزیع عادلانه و استفاده موثر از منابع جهت رفع نیاز های حمل و نقل جامعه و نسل های آتی را به همراه دارد. شیوه ی جمع آوری اطلاعات و داده ها بصورت کتابخانه ای و مطالعه موردی می باشد. هدف از این مقاله این است که به مولفه های مهم برنامه ریزی شبکه های حمل و نقلی و ابعاد پایداری در شبکه های حمل و نقل شهری، نحوه ی روند تعیین سیاست گذاری های مدیران ارشد در راستای رسیدن به توسعه ی پایداری شهری از طریق توسعه پایدار حمل و نقل با مدیریت استراتژیک و استفاده از مدل SWOT دست یافته شود.

کلمات کلیدی: توسعه پایداری شهری، حمل و نقل، مدیریت استراتژی، زیست محیطی، ماتریس SWOT

۱- مقدمه

در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران به دلیل نارسایی و کمبود سرمایه گذاری های انجام شده در امور زیربنایی جامعه، نیاز به سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل به موازات توسعه اقتصادی بیشتر احساس می شود. با توجه به اینکه حمل و نقل به صورت معمول یک دهم ارزش افزوده اکثر اقتصاد ها را مستقیماً شامل می شود و به صورت غیرمستقیم اگر مورد بازبینی قرار دهیم توسعه سیستم های حمل و نقل، جز پایه های رشد اقتصادی بوده و اساسی ترین نقش را برای شکوفایی اقتصادی و توسعه شهری ایفا می کند (خاکساری، ۱۳۹۲).

در تعریف مشترک پایداری و توسعه پایدار و در این راستا حمل و نقل پایدار را تلاشی برای ایجاد توازن کیفیت های محیطی، اجتماعی و اقتصادی در زمان حال و آینده دانست. شهر ها به عنوان مهمترین بستر برای تحقق توسعه پایداری شهری به شمار می روند. با تلفیق سایت های برنامه ریزی شهری و برنامه های توسعه ی حمل و نقل و برطرف کردن ضعف مدیریتی، می توان ضمن حفظ کیفیت محیط شهری، سطح مبنای دسترسی را برای شهروندان فراهم نمود (سلطانی، ۱۳۹۰). بنابراین حمل و نقل می تواند و باید به عنوان ابزاری برای دستیابی به توسعه پایدار مطرح گردد.

حمل و نقل پایدار مجموعه ای از سایت ها و دستورالعمل های مدیریتی کلان می باشد که یکپارچه، پویا و پیوسته است و اهداف اقتصادی اجتماعی و زیست محیطی را برای توزیع عادلانه و استفاده موثر از منابع جهت رفع نیازهای حمل و نقل جامعه و نسل های آتی را دنبال می کند. به عبارتی دیگر توسعه پایدار در بخش حمل و نقل سیستمی است که ضمن پاسخ به تقاضای جابجایی انسان، کالا و اطلاعات، دارای ویژگیهای دسترس پذیری، ایمنی، امنیت، سازگاری با محیط زیست و قابل استطاعت بودن میباشد (استادی جعفری، ۱۳۹۰).

ابعاد پایداری حمل و نقل شهری و شاخص های آن برگرفته از تحلیل محتوای متون شامل محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی است. مشخص می شود که برای رسیدن به حمل و نقل پایداری شهری نیاز به مدیران با توانایی سایت گذاری می باشد که بتوانند تمام استانداردها در مولفه های ذکر شده به نحوه قابل قبولی اجرایی کنند.

همان طور که ذکر شده است توسعه پایداری شهری زمانی به وجود می آید که زمینه ی دسترسی تمام سطوح و خدمات شهری برای مردم حاصل شود.

امروزه مدیران شهری در اقصی نقاط جهان از لحاظ مدیریتی با شرایط متغیر و پیچیده ای روبرو هستند. انتظارات مردم در مقابل افزایش علم و فناوری به شدت در حال افزایش است. مردم خواهان انواعی از سیستم های مدیریتی و برنامه ریزی شهری اند که در دسترس بوده و در مقابل نیازهای آنها پاسخگو و مسئول باشند.

تغییر و تحولات سریع در عرصه های سیاسی، اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی و فناوری ناتوانی رویکردهای فعلی به امر مدیریت و برنامه ریزی توسعه شهری را جهت رویارویی با این تغییرات آشنا می سازد. این رویکردها غالباً راه حل هایی برای مسائل گذشته اند (نخعی، ۱۳۹۰). تشکیلات مدیران شهری به طور عمده بر اساس ساختارهای هرمی و سلسله مراتب متمرکز قرار دارد. این ساختار ها معمولاً با توجه به تفکیک کارکردها و دپارتمان های گوناگون تا حد زیادی به شکل بخشی عمل می کند (حاجی پور، ۱۳۹۱).

در اکثر برنامه ریزی ها مدیریت های شهری قادر نیستند چارچوب و ساز و کارهای مناسبی را جهت مواجهه با شرایط متغیر پیشامد فراهم سازند. در این مقاله به مطالبی می پردازیم که مدیران کلان شهری حمل و نقل بتوانند با توجه به در نظر گرفتن نقاط ضعف و قوت و همچنین بررسی فرایندهای تصمیمات مدیریت شهری در مقابل تمامی تغییرات آنی عکس العمل های مناسبی را در دستورالعمل های خود نشان دهند.

برای رسیدن به توسعه پایدار که نشأت گرفته از یک تصمیم همه جانبه است و تمام جوانب را رعایت می کند، مدل آماده ای برای مدیریت توسعه پایدار باعث می شود در ابتدا نقاط قوت و ضعف، فرصت ها و تهدیدهای توسعه حمل و نقل پایدار شهری تعیین شود و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته شود تا بتوان فرآیند توسعه پایدار شهری را از طریق توسعه پایدار حمل و نقلی را فراهم آورد. به اعتماد صاحب نظران مشکل مدیریتی از مهمترین عوامل دستیابی به توسعه پایدار محسوب می گردد.

۲- مبانی نظری

این مقاله با مرور مقالات، مجلات، سایت های داخلی و خارجی متنوعی در حوزه مدیریت، حمل و نقل و مطالعات اجتماعی به بررسی مطالب زیر می پردازد که مبنای تحلیل سیاست گذاری های مدیران برای رسیدن به توسعه حمل و نقل پایدار می باشد:

ویژگی های یک شهر پایدار، ابعاد پایداری حمل و نقل شهری، شاخص های پایداری حمل و نقل شهری با استفاده از تحلیل محتوای متون، بررسی ابعاد پایداری حمل و نقل شهری، نمونه های برنامه ریزی شبکه های حمل و نقل، ابعاد موثر پایداری در برنامه ریزی های شبکه های حمل و نقل شهری نام برده می شود و همچنین ارتباط بین تعیین مولفه های کاربردی برای توسعه پایداری شهری و کاربرد مدل SWOT برای رسیدن به اهداف مدیران و تعیین استراتژی های مختلف بررسی می شود.

۲-۱- ویژگی های یک شهر پایدار

با توجه به اینکه یکی از ارکان مهم شهر پایدار، حمل و نقل پایدار می باشد، به تعریف حمل و نقل پایدار می پردازیم:

با وجود اینکه تلاش برای تعریف حمل و نقل پایدار بسیار مشکل می باشد اما یکی از جامع ترین تعاریف، تعریفی است که دانشگاه مرکز ونینگ برای حمل و نقل پایدار ارائه داده است، سیستم حمل و نقل پایدار، سیستمی است که:

- دسترسی اساسی افراد و جوامع را به شیوه ای ایمن و سازگار با سلامت انسان و اکوسیستم و با عدالت درون و بین نسل ها تأمین می کند.

- در استطاعت است، به طور کارآمد عمل می کند، انتخاب حالت حمل و نقل عرفه می کند از اقتصادی پویا حمایت می کند.
- انتشار گازهای گلخانه ای را محدود می سازد، مصرف منابع تجدید ناپذیر را برای سطح بازدهی پایدار، استفاده مجدد و بازیافت عناصر آن به حداقل می رساند و استفاده از زمین و تولید صدا را به حداقل می رساند.

به منظور درک بهتر مفهوم و ویژگی های حمل و نقل پایدار، این الگوی توسعه را با شیوه های متداول کنونی مقایسه نموده- اند، که در جدول شماره ۱ بصورت کامل مقایسه آورده شده است (پرستون، ۲۰۱۰).

جدول ۱: مقایسه الگوی توسعه حمل و نقل پایدار و شیوه های متداول کنونی

شیوه های متداول کنونی (BAU) ^۱	حمل و نقل پایدار (ST) ^۱
به کمیت و جابجایی تاکید می کند. (بیشتر وسریعتر)	به کیفیت و قابلیت دسترسی تاکید دارد. (نزدیک تر)
اغلب فاقد پیوستگی مناسب بین حالت ها می باشد.	به پیوستگی متقابل تاکید می کند.
به کمیت تاکید می کند. (تک حالتی ^۴ -خودرویی)	به کثرت گرایی تاکید دارد. (چند حالتی ^۲)
بر مبنای پیش بینی های احتمالی تقاضا، برنامه ریزی و طراحی می شود.	وارونه عمل می کند، از یک دیدگاه مرجع به برنامه ریزی و تدارک (تعمق و تصمیم)
جاده ها را بدون توجه به هزینه های محیطی و اجتماعی، به منظور پاسخگویی به تقاضا گسترش می دهد.	تقاضای جابجایی با حمل و نقل را مدیریت می کند. تمام هزینه ها را در برنامه ریزی و تدارک، یکپارچه می کند.
برنامه ریزی حمل و نقل در اغلب سیلو های مجزا از برنامه ریزی مناطق محیطی و اجتماعی	برنامه ریزی حمل و نقل یکپارچه با مناطق وابسته دیگر تاکید می کند.
به یک حالت تاکید می کند. (تک-حالتی، خودرویی)	به کثرت گرایی تاکید دارد. (چند حالتی)

^۱ -Sustainable Transportation

^۲ -Business as usual (BAU)

^۳ -Muly-Modality

^۴ -Uni-Modality

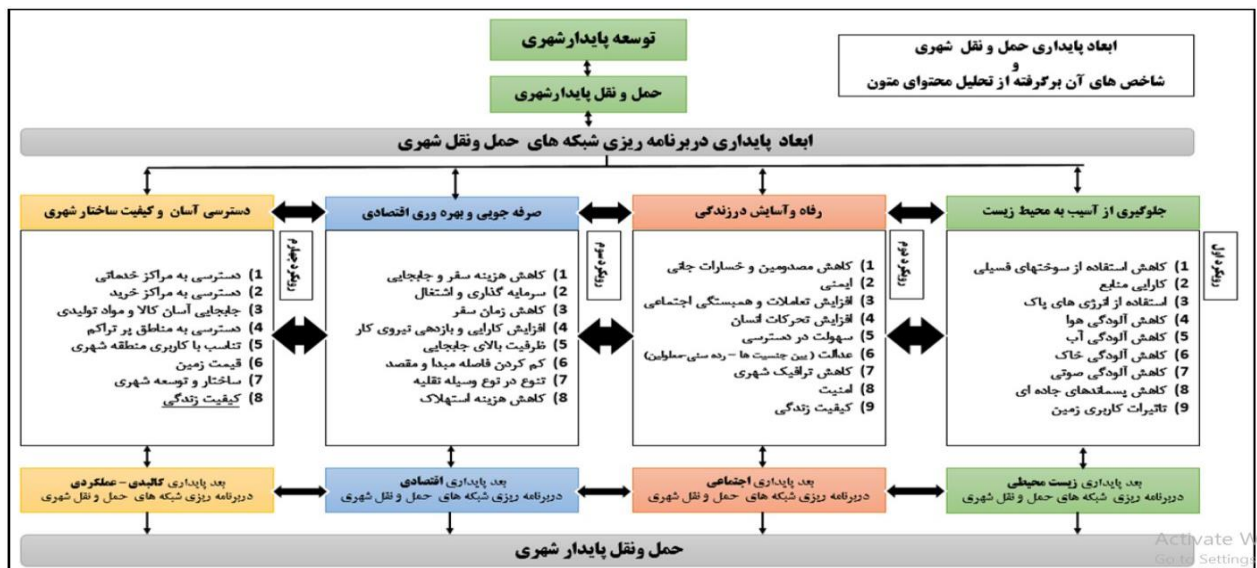
^۱BAU: در حمل و نقل به معنای ساخت جاده های بیشتر و گسترش آن بوده است، که این منجر به کاهش ازدحام ترافیک نخواهد شد، بلکه منجر به رانندگی بیشتر، سفرهای طولانی تر برای مردم و باربری، رشد افقی و مصرف انرژی و زمین بیشتر خواهد شد (NEWMAN، ۱۹۹۲).

یک شهر پایدار دارای این ویژگی ها است:

- ۱- وجود اقتصاد پایدار شهری، به صورتی که سریعاً به طور عادلانه بین شهروند تقسیم شود.
- ۲- همبستگی و انسجام شهری و نبود محله های جدا افتاده.
- ۳- سرپناه پایداری شهری که منظور مسکن مناسب و قابل تهیه و برای همه شهروندان است.
- ۴- دسترسی همه شهروندان به امکانات رفاهی شهری.
- ۵- شهری در هماهنگی با محیط زیست پایدار.
- ۶- زندگی پایدار شهری که منظور وجود یک شهر ارزنده فعال است.
- ۷- مردم سالاری و دخالت مردم در امور برنامه ریزی و اجرایی شهر.

برای رسیدن به یک شهر پایدار نیاز به حمل و نقل پایدار داریم، برنامه ریزی شبکه های حمل و نقل شهری با بررسی ابعاد مختلف پایدار شهری از جمله؛ ۱- جلوگیری از آسیب به محیط ۲- رفاه و آسایش در زندگی ۳- صرفه جویی و بهره وری ۴- دسترسی آسان و کیفیت ساختار می پردازد که در شکل ۱ صفحه ۶ به تفصیل پرداخته می شود.

در پژوهش حاضر شیوه تحقیق، توصیفی و روش جمع آوری اطلاعات مبتنی بر شیوه ی کتابخانه ای و اسنادی است. بدین منظور با از استفاده از کتب، مقالات، پژوهش ها، گزارش ها و منابع صرفاً لاتین مرتبط با موضوع (شاخص های جهانی حمل و نقل پایدار استخراج شده و پس از ارزیابی آنان پرداخته شد).



شکل ۱: ابعاد پایداری حمل و نقل.

^۱ Business an Usual

۲-۲- شاخص کالبدی توسعه پایدار

دسترسی مراکز خدماتی، دسترسی مرکز خرید، جابجایی آسان کالا و مواد تولیدی، دسترسی مناطق پرتراکم، تناسب با کاربری منطقه شهری، قیمت زمین، کیفیت زندگی ساختار و توسعه شهری. نقش آنها در برنامه ریزی شرکت‌های حمل و نقل ارتقای رضایت مصرف کنندگان، تشویق به استفاده از کاربری‌های مختلط، بسترسازی منابع و امکانات برای ارتباطات الکترونیکی، تنوع در نوع وسایل حمل و نقل سبز، کاهش هزینه‌های مصرف کنندگان، کاهش مصرف انرژی مدیریت مصرف برنامه ریزی برای حمل و نقل سبز، کاهش مخارج ناشی از تصادفات جاده‌ای، کاهش هزینه‌ها برای حمل و نقل جاده‌ای، حمایت از حمل و نقل ریلی و زیرزمینی، ارتقای کیفیت زیرساخت‌ها حمایت از کیفیت زندگی اجتماعی، حمایت از اقتصادی اجتماعی و سایر موارد دیگر از نقش شاخص کالبدی توسعه پایدار است. پایداری عموماً به منظور دنبال کردن روند ها، مقایسه مناطق و فعالیت ها، ارزیابی سیاست ها و گزینه های ویژه برنامه ریزی و مجموعه اهداف اجرا، با استفاده از مجموعه ای از شاخص های قابل اندازه گیری ارزیابی می شود (Litman, ۲۰۰۳).

۲-۳- برنامه ریزی شبکه های حمل و نقل شهری

در پژوهش‌های متعددی تقسیم بندی های گوناگونی از مولفه‌ها و شاخص‌های پایداری حمل و نقل شهری به عمل آمده است. به طور کلی در تمام مطالعات انجام شده محققان در تحقیقات خود سه شاخص اصلی ۱- پایداری اقتصادی ۲- پایداری اجتماعی ۳- پایداری محیط زیست را برای حمل و نقل پایدار شهری در نظر گرفته اند.

موثر ترین شاخص‌های کاربردی حمل و نقل پایدار شهری از دیدگاه شهروندان مولفه ی قیمت زمین و کیفیت زندگی بیشترین سهم را در تغییرات شاخص کاربردی دارد و متغیر دسترسی به مناطق پرتراکم ترین سهم دارد از دیدگاه مسئولان متغیر کیفیت زندگی و دسترسی مراکز خرید بیشترین سهم و متغیر دسترسی به مناطق پرتراکم کمترین سهم را دارد.

پیامدهای زیست محیطی و اجتماعی در توسعه حمل و نقل پایدار:

- گسیختگی اجتماعی بیشتر، رشد افقی تخریب بیشتر منابع طبیعی، مسافت‌های طولانی تر برای مقاصد.
- قطبی شدن بی عدالتی بیشتر اجتماعی بین کسانی که بسیار زیاد می‌شود و آنهایی که از مزایای جابجایی و دسترسی محروم هستند، بزهکاری بیشتر.
- خطر بیشتر برای کسانی که در خودروها نیستند، به ویژه کودکان اشخاص آسیب‌پذیر دیگر.
- تنوع و گوناگونی کمتر فرهنگی و اجتماعی، دموکراسی کمتر سیاسی، مشارکت کمتر (Adams, ۲۰۰۰).

چالش پیش روی تغییر از شیوه های متداول کنونی و حمل و نقل پایدار بسیار است. شیوه های متداول کنونی همه ی جنبه های زندگی، سلامت اکوسیستم، زیست پذیری جوامع، دسترسی مشاغل و خدمات، هزینه کالاهای اساسی و مواد غذایی را متاثر نموده

است. یکی از شیوه‌های افزایش درک جهانی راجع به شیوه‌های متداول کنونی جلب توجه جهانیان به کثرت جابجایی شخصی و باربری و افزایش تورم و پراکندگی آن در جامعه باشد مفهوم ((جابجایی مفرط^۱)) از آدامز در این رابطه بسیار مفید می‌باشد.

موضوعات مشترک پیرامون شیوه‌های سنجش پایداری حمل و نقل بر این نکته تاکید دارد که پایداری در خصوص حمل و نقل مسافر باید:

- نیازهای دسترسی و جابجایی اساسی را به شیوه ای تامین نماید که منجر به تنزل محیط زیست نگردد.
- منابع پایه ای که به آن وابسته می باشد را تهی نگرداند.
- اهداف متعدد اقتصادی و زیست محیطی را برآورده سازد.
- کارآیی را در استفاده کلی منابع حداکثر برساند.
- دسترسی به کار، کالا و خدمات را بهبود بخشیده یا حفظ نماید درعین حال که طول سفرها را کاهش می دهد و زیست پذیر و

کیفیت های انسانی مناطق شهری را ارتقا می دهد. (Schill, P. And Kenworthy, J. R. ۱۹۹۹)

بنابراین سیاستهای توسعه پایدار در بردارنده ی اقداماتی برای کاهش نیاز برای جابجایی باشند و شرایط مطلوبی برای حالت‌های حمل و نقلی که دوستدار محیط زیست بوده فراهم کند و از نظر مصرف انرژی کارآمد باشند.

۲-۴- عوامل موثر در انتخاب شاخص ها

به منظور به دست آوردن اطلاعات دقیق و مفید، انتخاب و شاخص ها باید به دقت صورت گیرد. در بیشتر موارد انتخاب یک شاخص کافی نبوده و باید مجموعه ای از شاخص ها انتخاب گردد و چنین مجموعه ای باید گسترده‌ای از اهداف بلند مدت و کوتاه مدت برنامه ریزی را منعکس نماید. بنابراین در این مقاله سعی شده است که هرکدام شاخص ها به صورت بسیار بسیط به تفکیک ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی آورده شود.

که همه ی اثرات در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در جدول شماره ۲ بیان شده است؛

^۱ -Hypermobility

جدول شماره ۲: اثرات حمل و نقل پایدار

اقتصادی	اجتماعی	زیست محیطی
ازدحام ترافیک	عدالت اجتماعی	آلودگی آب و هوا
موانع جابجایی	اثرات برجایابی محرومان	تغییرات اقلیمی
زیان‌های تصادفات	اثرات بر سلامت انسان	اثرات آلودگی صوتی
هزینه‌های تسهیلات	انسجام اجتماع	تخریب زیستگاه
هزینه‌های مصرف	زیست پذیری اجتماع	اثرات هیدرولوژی
تقلیل منابع تجدیدناپذیر	زیبایی شناختی	تقلیل منابع تجدید ناپذیر

۲-۵- مدیریت توسعه حمل و نقل پایدار و تعیین راهبرد های مدیریت با استفاده از مدل SWOT

فقدان برنامه ریزی راهبردی برای سامانه های حمل و نقل شهری علاوه بر اینکه موجب تکرار سرمایه گذاری های مشترک در زیر ساخت های جامعه میشود، باعث ناهماهنگی و ناسازگاری این سامانه ها با یکدیگر نیز شده و ممکن است مشکلات بیشماری را در اتصال زیر سامانه ها به یکدیگر ایجاد کند.

زمینه ایجاد و توسعه حمل و نقل پایدار در شهر می تواند باعث موثرترین ابزار هدایت توسعه شهر، شکل دهی به محیط و ارتقای کیفیت زندگی شهری شود. مدیران با توجه به نقاط قوت و ضعف، فرصت ها و تهدیدهای توسعه حمل و نقل پایدار شهری با استفاده از مدل SWOT که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته می شود به ارائه راهبرد های مناسب می پردازند.

دیگر اهمیت بالای استفاده مدل SWOT و تاثیر گذاری آن بر بسیاری از حوزه های اقتصادی، اجتماعی، توسعه راهبردی، سیاست گذاری، محیط زیست باعث شده است که در تمام دنیا، مدیران تلاش کنند حمل و نقل را در قالب مدیریت جامع حمل و نقل سازماندهی کنند و با استفاده از جدیدترین روش های طراحی و برنامه ریزی به اهداف کلان مدیریتی دست پیدا کنند.

در اکثر شهرهای کشور برنامه ریزی اصولی در زمینه حمل و نقل پایدار صورت نگرفته و زیر ساخت های ضعیف حمل و نقل موجود، کفاف جمعیت رو به رشد شهر را ندارد. در این مقاله ابتدا با بررسی شاخص های توسعه حمل و نقل پایدار پرداختیم و سپس به شناخت عوامل و زمینه های قوت، ضعف، فرصت و تهدید و همچنین به شناسایی و تحلیل عوامل موثر بر توسعه حمل و نقل پایدار در شهر ها می پردازیم.

برای رسیدن به اهداف پروژه و استفاده از مدل SWOT نیاز به مطالعات میدانی و کتابخانه ای می باشد سپس این داده ها بر اساس مدل SWOT تجزیه و تحلیل می شوند. که البته میتوانیم بعد از تجزیه و تحلیل با ماتریس برنامه ریزی کمی راهبردی (msqp) ترسیم راهبرد ها را با محاسبه امتیاز TAS، راهبرد مناسب را انتخاب کنیم.

به طور مثال با الگوی SWOT میتوانیم به این نتایج برسیم: تعریض معابر، احداث بزرگراه ها، احداث پل ها، احداث تونل ها و همچنین ساماندهی معابر، احداث تقاطع های غیرهمسطح و تغییر مسیر معابر و تغییر کاربری بتوانیم بر بافت کاربرد منطقه آثار عمیقی بر جای بگذاریم.

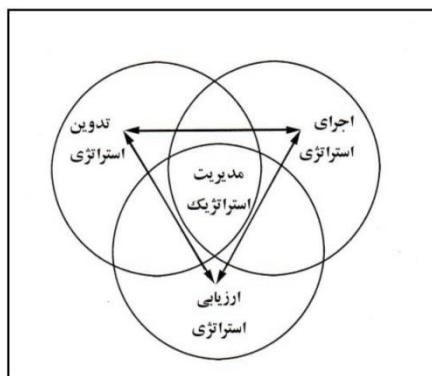
یا اینکه با استفاده از رویکرد تحلیل عوامل استراتژیک *SWOT* به این نتیجه برسیم که با استفاده از سامانه های اتوبوس *BRT* در شهرها بتوانیم آسیب پذیری بالای شهری در مقابل عوامل زیست محیطی را کاهش دهیم و همچنین از ترافیک و آلودگی ها آن بکاهیم.

۲-۶ - برنامه ریزی راهبردی

مدیریت راهبردی، برنامه ای هماهنگ، جامع و پیوسته است که استعداد ممتاز سازمان و محیط را پیوند می دهد و منظور از آن، تحقق هدف های سازمان در چارچوب اجرای صحیح مدیریت است (بشر دوست، ۱۳۹۰) فرایند مدیریت راهبردی در برگرفته سه مرحله است؛

تدوین راهبردها، اجرای راهبردها و ارزیابی راهبردها. مقصود از تدوین استراتژی تعیین مأموریت سازمان، عواملی که در این محیط خارجی یک سازمان تهدید می کنند، یا فرصت ها را به وجود می آورند، نقاط قوت و ضعف داخلی سازمان، هدف های بلند مدت، در نظر گرفتن راهبردهای گوناگون و انتخاب راه های خاص برای ادامه فعالیت است. مواردی که در زمینه تدوین استراتژی ها مطرح می شوند عبارتند از: تعیین نوع فعالیتی که سازمان می خواهد به آن بپردازد، فعالیت هایی که می خواهند متوقف سازد، شیوه تخصیص منابع، تصمیم گیری درباره دادن یا متوقف ساختن فعالیت ها (طیعی، ۱۳۸۶).

در شکل ۳ زیر یک الگوی مناسب از فرآیند استراتژیک بسیار متداول را نشان می دهد. در این الگو رابطه بین اجزا اصلی فرآیند مدیریت راهبردی را نشان می دهد. برنامه ریزی و مدیریت راهبردی یکی از ارکان مهم مدیریت در یک سازمان و سامانه است. بررسی عوامل درونی و بیرونی بخشی مهمی از برنامه ریزی و مدیریت راهبردی است. چرا که فرآیند مدیریتی هر سازمان متأثر از فرآیند تعامل آن با محیط بیرونی است. ماتریس قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدها (*SWOT*) یکی از الگوهای معروف برنامه ریزی و مدیریت راهبردی است.

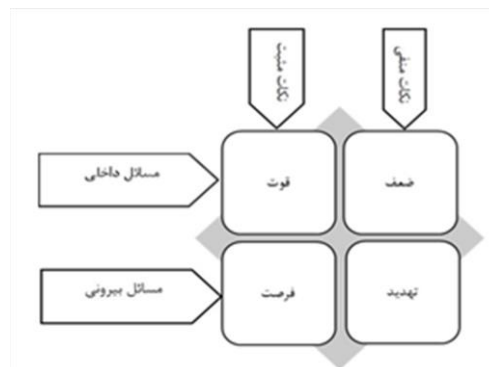


شکل ۲: تعامل بخش های سه گانه مدیریت استراتژیک [پاداش، ۱۳۸۹]

۳ - تکنیک *SWOT*

یکی از مناسب ترین تکنیک های برنامه ریزی و تجزیه و تحلیل راهبرد، ماتریس *SWOT* می باشد که امروزه به عنوان ابزاری نوین و تحلیل عملکردی فوق العاده، موثر و گسترده می تواند مورد استفاده مدیران، طراحان و برنامه ریزان قرار گیرد (نیلسون، ۲۰۰۴).

برای این منظور، نقاط قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدها در چارچوب کلی *OS, OW, TS, TW* پیوند داده می شوند و گزینه های استراتژی از بین آنها انتخاب میشود که در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل شماره ۳: ماتریس SWOT

تکنیک SWOT به متخصصین امکان می‌دهد تا عوامل را به عوامل درونی (ضعف‌ها و قوت‌ها) و عوامل بیرونی (تهدیدها و فرصتها) در رابطه با یک تصمیم مشخص طبقه‌بندی کنند و آنها را به مقایسه فرصت‌ها و تهدیدات با قوت‌ها و ضعف‌ها قادر می‌سازد.

(Shrestha et al., ۲۰۰۴). پژوهشگر پس از تکمیل داده‌های جدول SWOT، در مرحله بعدی یعنی تدوین راهبردها، ابتدا از حاصل تعامل دو به دو میان عوامل چهارگانه قوت، ضعف، فرصت و تهدید در دو ضلع جدول SWOT، چهار دست‌راهمبرد را پیشنهاد می‌دهد؛

الف- راهبرد تهاجمی SO: این راهبرد از برخورد قوت‌های درونی با فرصتهای بیرونی حاصل می‌شوند و سعی بر استفاده حداکثری از فرصت‌های محیطی با به‌کارگیری نقاط قوت دارند.

ب- راهبرد های انطباقی WO: این راهبردها از برخورد ضعف‌های درونی با فرصت‌های بیرونی حاصل می‌شوند و در راستای استفاده از مزیت‌های بالقوه‌ای که در فرصت‌های محیطی نهفته است، برای جبران نقاط ضعف موجود تدوین می‌شود.

ج- راهبرد های اقتضایی ST: این راهبردها از برخورد قوت‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها دارد.

د- راهبرد های تدافعی WT: این راهبردها از برخورد ضعف‌های درونی با تهدیدهای بیرونی حاصل می‌شوند و برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و نقاط ضعف می‌باشد.

مراحل تکنیک swot

برای ساخت ماتریس نقاط قوت، ضعف، نقاط فرصت و تهدید باید به شرح زیر اقدام نمود:

۱- شناسایی اصلی‌ترین نقاط قوت، ضعف ایجاد ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (EFI)

۲- شناسایی اصلی‌ترین فرصت‌ها و تهدیدها و ایجاد ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE)

۳- تدوین راهبردها و تشکیل ماتریس تهدیدات، فرصت ها، نقاط ضعف و نقاط قوت (SWOT)

۴- ترسیم ماتریس داخلی و خارجی (EI)

۱-۳- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (EFI)

در این مرحله ابتدا اصلی ترین و مهم ترین نقاط قوت و ضعف توسعه پایدار حمل و نقل در کلانشهرهاست که توسط پرسشنامه و مصاحبه از کارشناسان و متخصصین در زمینه حمل و نقل شهری اخذ می گردد، فهرست شده است و برای تشخیص میزان تاثیرگذاری هریک از عوامل، با توجه به نظر آنها به هریک از معیارها از صفر تا یک ارزش و ضریب خاصی داده می شود، بطوری که مجموع ضرایب برابر یک شود. با مشخص کردن میزان اثربخشی راهبردهای کنونی و نشان دادن واکنش نسبت به عوامل، به روش زیر نمراتی داده شده است. ۱) نمره یک بنگر ضعف اساسی ۲) نمره ۲ بیانگر ضعف عادی ۳) نمره ۳ بیانگر قوت عادی ۴) نمره ۴ بیانگر قوت بسیار بالا، است. سپس برای تخمین نمره نهایی ضریب هر عامل در نمره آن ضرب می شود. در نهایت مجموع نمره های نهایی محاسبه شده تا نمره نهایی عوامل داخلی به دست آید (نمره نهایی نباید بیشتر از چهار و کمتر از یک باشد).

۱-۴- ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE)

در این مرحله نیز مهم ترین فرصت ها و تهدیدات توسعه پایدار حمل و نقل در کلانشهرهاست فهرست شده است و برای تشخیص میزان تاثیرگذاری هریک از عوامل، با توجه به نظر آنها به هریک از معیارها از صفر تا یک ارزش و ضریب خاصی داده می شود بطوری که مجموع ضرایب برابر یک شود. با مشخص کردن میزان اثربخشی راهبردهای کنونی و نشان دادن واکنش نسبت به عوامل، به روش زیر نمراتی داده شده است. ۱) نمره یک بنگر ضعف اساسی ۲) نمره ۲ بیانگر ضعف عادی ۳) نمره ۳ بیانگر قوت عادی ۴) نمره ۴ بیانگر قوت بسیار بالا، است. سپس برای تخمین نمره نهایی ضریب هر عامل در نمره آن ضرب می شود. در نهایت مجموع نمره های نهایی محاسبه شده تا نمره نهایی عوامل داخلی به دست آید (نمره نهایی نباید بیشتر از چهار و کمتر از یک باشد).

۵- تدوین راهبرد حمل و نقل پایدار شهری

ماتریس سوات امکان تدوین چهار انتخاب یا راهبرد متفاوت (دفاعی، انطباقی، اقتضائی و تهاجمی) را از طریق ترکیب ماتریس عوامل داخلی و ماتریس عوامل خارجی فراهم می آورد البته در جریان عمل برخی راهبردها با یکدیگر همپوشانی داشت به طور همزمان و هم آیند با یکدیگر به اجرا در می آورد. البته در جریان عمل برخی از راهبردها با یکدیگر همپوشانی داشته و یا بطور همزمان و هماهنگ با یکدیگر به اجرا در می آیند. بر حسب وضعیت سیستم چهار دسته راهبردی که از نظر درجه کنشگری متفاوت هستند، به شرح زیر می توان تدوین نمود.

۵-۱- راهبرد دفاعی (حداقل-حداقل)

هدف کلی این راهبرد، که می توان آن را «راهبرد بقا» نیز نامید، کاهش ضعف های سیستم به منظور کاستن و خنثی سازی تهدیدات استو حالت آن تدافعی می باشد.

۵-۲- راهبرد انطباقی (حداقل-حداکثر)

این راهبرد تلاش دارد تا با کاستن از ضعف‌ها بتواند حداکثر استفاده از فرصت‌های موجود را ببرد. یک سازمان ممکن است در محیط خارجی خود متوجه وجود فرصت‌های شود ولی به واسطه ضعف‌های سازمانی خود قادر به بهره‌برداری از آنها نباشد. در چنین شرایطی اتخاذ راهبرد انطباقی می‌تواند امکان استفاده از فرصت را فراهم آورد. بنابراین این راهبرد ضمن تاکید بر نقاط ضعف درونی سعی در بهره‌گیری از فرصت‌های بیرونی در جهت رفع نقاط ضعف فراوی توسعه پایدار حمل و نقل در کلانشهرها را داشته باشد.

۵-۳- راهبرد اقتضایی (حداکثر - حداقل)

این راهبرد بر پایه بهره‌گرفتن از قوت‌های سیستم برای مقابله با تهدیدات تدوین می‌گردد و هدف آن به حداکثر رساندن نقاط قوت و به حداقل رساندن تهدیدات است. با وجود این، از آنجا که تجارب گذشته نشان داده است که کاربرد نابجای قدرت می‌تواند نتایج نامطلوبی به بار آورد، هیچ سازمانی نباید به طور نسنجیده و غیر اصولی از قدرت خود برای رفع تهدیدات استفاده کند.

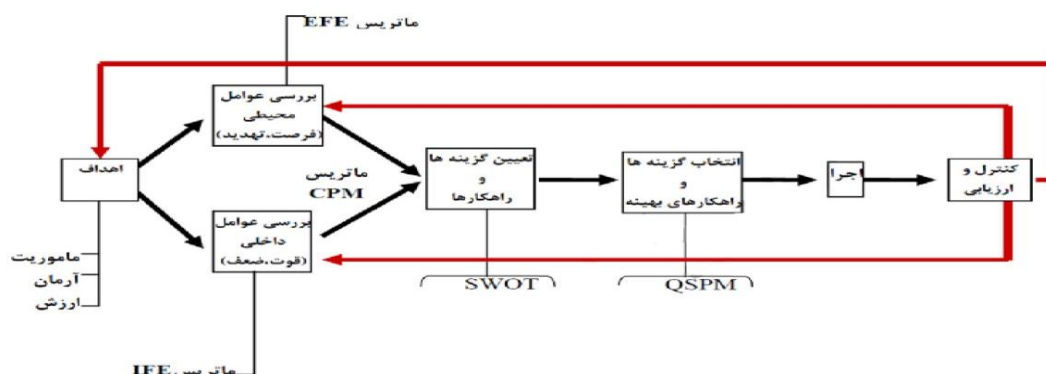
۵-۴- راهبرد تهاجمی (حداکثر - حداکثر):

تمام سیستم‌ها خواهان وضعیتی هستند که قادر باشند همزمان قوت و فرصت‌های خود را به حداکثر برسانند. برخلاف راهبرد دفاعی یک راه حل واکنشی است، راهبرد تهاجمی یک راه حل کنشگر است. در چنین وضعیتی تلاش می‌شود تا با استفاده از نقاط قوت از فرصت‌های خارجی حداکثر بهره‌برداری صورت گیرد.

۵-۵- ماتریس داخلی و خارجی (IE)

در این مرحله بر حسب نمرات نهایی حاصل از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی وضعیت توسعه پایدار حمل و نقل در کلانشهرها از میان موقعیت‌های چهارگانه (تهاجمی، اقتضایی، انطباقی و دفاعی) مشخص می‌شود. بدین منظور امتیاز وزنی کل ماتریس عوامل داخلی و امتیاز وزنی کل ماتریس عوامل خارجی را استخراج کرده و در جدول ماتریس داخلی-خارجی (IE) ترسیم می‌کنیم. بنابراین نتایج بدست آمده از ارزیابی ما از عوامل داخلی (IE) به دست می‌آید.

با بررسی و تحلیل SWOT، ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (EFI)، ماتریس ارزیابی خارجی (EFE) و نتایج بدست آمده از آنها و تدوین راهبرد حمل و نقل پایدار شهری، الگوی مدیریت راهبردی را طبق شکل ۴ زیر می‌توانیم تعرف کنیم.



شکل شماره ۴: الگوی مدیریت راهبردی (طیعی، ۱۳۸۶)

۶- نتیجه گیری

مدیریت در حوزه ی حمل و نقل پایدار شهری همواره چالشی پایان ناپذیر برای مدیران شهری در کشور ما بوده است مخصوصاً برای شهری که الگوی پایداری شهری را در سطح کلان مدیریتی سازمان مد نظر قرار داده باشد.

ویژگی های پایدار شهری مدیران را به سمتی سوق می دهد که برای جلب رضایتمندی شهروندان سیاست های راهبردی خود را بر اساس متد و مدل های مدیریتی روز دنیا برنامه ریزی کنند تا بتوانند به اهداف تعیین شده ی سازمان دست پیدا کنند. بی نظمی و تغییرات آنی و کوتاه مدت و مداوم در مولفه های اساسی حمل و نقل در کنار مسائلی مانند؛ سیاست های متغیر دولت ها، تعدد مولفه های تاثیر گذار بر روند حمل و نقل، آشنا نبودن با مولفه های توسعه پایداری شهری، مولفه های توسعه حمل و نقل پایدار و فرآیند تصمیم گیری و تصمیم سازی از بررسی بر روی نقاط قوت، ضعف، فرصت ها و تهدیدات باعث گردیده که مدیریت در حوزه ی حمل و نقل پایدار یکی از مهم ترین و پیچیده ترین حوزه های مدیریتی محسوب گردد. مدیران در راستای توسعه ی حمل و نقل پایدار باید به مولفه های اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی و کالبدی اشراف و علم کافی داشته باشند تا بتوانند برای رسیدن به اهداف راهبردی خود از چالش های پیش رو عبور کنند.

مدل SWOT به مدیران کمک میکند تا از تمام ظرفیت های سازمان خود بهره کافی را ببرند، هزینه ها را کاهش دهند، گلوگاه های بحران را رصد نمایند، ضعف ها خود را کاهش و قدرت های خود را افزایش دهند و از تمام تهدیدات، فرصت خلق کنند و بهره وری کافی را از بودجه های تعیین شده، نیروی انسانی و تجهیزات ببرند و همچنین باعث شوند محیط زیست آسیب کمتری را در راستای این نوع نگرش در مدیریت متحمل شوند.

در پایان آنچه مسلم است برای حل مشکلات حمل و نقل در تمام شهرهای کشور به مدیران و برنامه ریزان حوزه حمل و نقل پیشنهاد میشود که آینده پژوهی را در دستور کار خود قرار دهند و به مسیر پیش بروند که همگام و حتی جلوتر از سطح بین المللی بتوانند تصمیم گیری نمایند و به آنها عمل کنند، زیرا این حوزه سرشار از بی ثباتی و آکنده از عدم قطعیت هاست و در صورتی که بدون استفاده از متد مدیریتی و برنامه ریزی روز استفاده نشود میتواند باعث برهم خوردن سیاست های راهبردی و توازن کیفیت عملکردی خدمات شود و بر روی مولفه های توسعه ی حمل و نقل پایدار تاثیر گذار شود.

۷- منابع

بیضایی، ابراهیم، ۱۳۸۲، اصول کاربردی اقتصاد حمل و نقل، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها، انتشارات دنیای اقتصاد، ۳، ۱۳۹۷

تفضلی، محمد سروش و سید محمد سید حسینی و مهدی نبی زاده، ۱۳۹۰، اولویت بندی سیاست های عمده ی حمل و نقل پایدار بر اساس اثربخشی در هریک از ابعاد سه گانه ی توسعه پایدار و بر اساس ترکیب سه بعد، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران، ۲۰ صفحه

جهانشاهی، کاوه، ۱۳۸۷، حمل و نقل کاربری زمین و توسعه پایدار، جستارهای شهرسازی، شماره ۲۶ و ۲۷.

حاجی پور، خلیل و عماد کتابچی و محمد حسین پور، ۱۳۹۱، شهرسازی نوین راهی به سوی ایجاد محلات پایدار، مجله منظر، شماره ۱۸، صفحات ۸۱ تا ۸۶

- خاکساری، علی، ۱۳۹۲، حمل و نقل شهری با تأکید بر جنبه های اجتماعی، تهران: انتشارات آگه، چاپ اول.
- سعیدنیا، احمد، ۱۳۸۱، حمل و نقل شهری (کتاب سبز شهرداری، جلد سوم) سازمان شهرداری های کشور
- راهنورد، بابک، ۱۳۹۲، نقش کارآمد مجتمع های ایستگاهی مترو در توسعه اقتصادی - اجتماعی شهر تهران، مجموعه مقالات یازدهمین کنگره جغرافیدانان ایران
- سلطانی، علی، ۱۳۹۰، مباحثی در حمل و نقل شهری با تأکید بر رویکرد پایداری انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز
- غفوریان، مهسا، ۱۳۹۰، برنامه ریزی راهبردی توسعه حمل و نقل محور در بهبود استفاده از اراضی شهری نمونه موردی ایستگاه صادقیه، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- کیوی، ریمون، ۱۳۸۸، روش تحقیق در علوم اجتماعی، ترجمه عبدالحسین نیک گهر، چاپ چهارم، تهران: نشر توتیا
- مظفری پور، نجمه و حاتمی، مریم، ۱۳۹۹، ارزیابی سیستم های جامع حمل و نقل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP جهت تحقق توسعه پایدار شهری در ایران سومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری، مشهد.
- میرزایی، مهدی، ۱۳۹۰، تحلیل توسعه نظام حمل و نقل پایدار شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری و منطقه ای، دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده معماری و شهرسازی
- نخعی، عیسی و هیرش محمدی پور و غلامرضا مروجی، ۱۳۹۰، ارزیابی سیستم های حمل و نقل پایدار با استفاده از روش های تصمیم گیری چند معیاره در یک محیط غیرقطعی: مطالعه موردی شهر تهران، یازدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران.
- نورالهی، حانیه و ناصر برکپور، ۱۳۹۳، ارزیابی آثار احداث سیستم ریلی درون شهری بر کیفیت محیط شهری مطالعه موردی: خط یک قطار شهری مشهد، محل نشر مهندسی حمل و نقل - سال پنجم - شماره سوم.
- وگنر، میشل، ۱۳۸۹، حمل و نقل و توسعه شهر، ترجمه حمید فتوحی، شهرداری ها، شماره ۴۱.

- Adams, J. (2000), "Hypermobility", Prospect, March, pp, 27-31, (2009) World automobile population 2005/2020
- Caubel, David (2004), Methodologies and Tools to Evaluate Issues Relating to Land-Use And /or Social Aspects of Urban Transportation Policies: An Accessibility Concept Linked Approach, World Conference on Transportation Research (www.wctr.org.tr).
- Caubel, David (2004), Methodologies and Tools to Evaluate Issues Relating to Land-Use And /or Social Aspects of Urban Transportation Policies: An Accessibility Concept Linked Approach, World Conference on Transportation Research (www.wctr2004.org.tr).
- Clercq, Frank, and Luca Bertolini, (2003), "Achieving sustainable accessibility: An evaluation of policy measure in the Amsterdam area", Built Environment 29 (1), p, 38
- Cobb, Clifford, Ted Halstead and Jonathan Rowe (1999), The Genuine Progress Indicator, Redefining Progress (www.rprogress.org).
- Deakin, E. (2002). Sustainable Transportation: U.S. Dilemmas and European Experiences. Journal of the Transportation Research Board, 1792, 1-1\.
- Dixon, Frank (2004), Gross National Happiness: Improving Unsustainable Western Economic Systems, presented at the GNH Conference in Thimphu, Bhutan, Centre for Science and Environment (www.cseindia.org/programme/pov-env/national-happiness.PDF), February.
- Duncan, Bruce, and John Hartman, (1996), "Sustainable urban transportation initiatives in Canada", Paper submitted to the APEC Forum on Urban Transportation, Seoul, South Korea, November 20-22.
- EEA(2001), Indicators Tracking Transport and Environment Integration in the European Union, Agency, Environment Union (<http://reports.eea.eu.int/term2001/en/term2001.pdf>), 2001.
24. Frank, L. D. (2000). Land use and transportation interaction - Implications on public health and quality of life. Journal of Planning Education and Research, 20(1), 6-21.
17. Gakenheimer, R. (ed) (1978), "The Automobile and the Environment: An International Perspective", MIT Press, Cambridge, MA. <http://cst.uwinnipeg.ca/>.



Assessment of Response Modification Factor for Dual SMRF-BRBF Structures under Near and Far Fault Ground Motions

Seyed Ali Seyed Mahmoud^۱, Hamid Saberi^{۱*}, Vahid Saberi^۲

^۱- Department of Civil Engineering, West Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

^{*} ^۲- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Eyvanekey University, Semnan, Iran

^۲- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Eyvanekey University, Semnan, Iran
Iran

ABSTRACT

Application of dual SMRF-BRBF system can be considered as an appropriate choice for resisting seismic loads in high seismicity regions. Taking advantage of having buckling resistant braces which can resist high axial compressive forces without local and global buckling, buckling restrained bracing frame (BRBF) system can be used as an efficient alternative for conventional bracing system. Response modification factor (R factor) is required for seismic design of structures. Therefore, in this research, performance-based R factor is evaluated for dual SMRF-BRBF structures. Considering the fact that in addition to structural properties the seismic load characteristics effect on the load-carrying capacity and R factor, R factor is evaluated specifically for near fault ground motions. To consider the effect of performance level, the R factor is calculated distinctly for Life Safety (LS) and Collapse Prevention (CP) limit states. Nonlinear time history and pushover analysis results are employed for determination of ductility, over-strength and R factor of the sample structures. According to the obtained results, the average of R factor coincident to LS and CP performance levels is ۱.۱ and ۷.۹, respectively. The comparison of results obtained for near fault records with those obtained for far fault motions reveals that the R factor is averagely ۲۵% lower for near fault ground motions.

Keywords: Dual SMRF-BRBF system, Response modification factor, Performance level, Near fault ground motion, Far fault ground motion

All rights reserved to Civil & Project Journal.



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه

Civil & Project Journal (CPJ)

ارزیابی ضریب رفتار سیستم دوگانه قاب خمشی فولادی و مهاربندی شده کمانش تاب تحت رکوردهای نزدیک و دور از گسل

سید علی سید محمود^۱، حمید صابری^{۲*}، وحید صابری^۳

۱- کارشناس ارشد، گروه عمران، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

aliseyedmahmoud@gmail.com

۲- استادیار، گروه عمران، دانشگاه ایوانکی، سمنان، ایران

saberi.hamid@gmail.com

۳- استادیار، گروه عمران، دانشگاه ایوانکی، سمنان، ایران

saberi.vahid@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵

چکیده

استفاده از سیستم‌های دوگانه قاب خمشی فولادی و قاب مهاربندی شده برای سیستم باربر جانبی سازه‌هایی که در مجاورت گسل‌های فعال قرار دارند یک انتخاب مناسب به حساب می‌آید. در این میان، سیستم قاب مهاربندی شده با مهاربندهای کمانش تاب (BRBF) با بهره‌گیری از مهاربندهایی که تحت نیروی فشاری بدون کمانش موضعی قادر به تحمل نیروها و تغییر شکل‌های بزرگ هستند می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای سیستم مهاربندی سنتی در سیستم‌های دوگانه مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اینکه برای طراحی سازه‌ها با استفاده از روش‌های تحلیل خطی لازم است ضریب رفتار سازه مشخص باشد، در این پژوهش به برآورد ضریب رفتار این سازه‌ها بر اساس سطح عملکرد پرداخته می‌شود. از آنجا که علاوه بر مشخصات سازه، ویژگی‌های بار لرزه‌ای نیز بر ظرفیت باربری و در نتیجه ضریب رفتار سازه تأثیر می‌گذارد، برآورد ضریب رفتار در این تحقیق به طور ویژه برای رکوردهای نزدیک به گسل انجام شده است. همچنین برای لحاظ مفهوم سطح عملکرد در فرآیند طراحی، مقادیر ضریب رفتار برای دو سطح عملکرد ایمنی جانی (LS) و جلوگیری از فروریزش (CP) (به صورت جداگانه برآورد می‌شود. برای این هدف، از نتایج تحلیل‌های بارافزون و دینامیکی افزایشی (IDA) استفاده گردید و پارامترهای رفتار غیر خطی نظیر اضافه مقاومت و ضریب رفتار برای سازه‌های نمونه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام تحلیل‌های دینامیکی تحت زلزله-های نزدیک به گسل از ۱۰ رکورد ثبت شده در مجاورت گسل که دارای ماهیت پالسی هستند، استفاده شد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، برای سطح عملکرد "ایمنی جانی" میانگین ضریب رفتار قاب‌های نمونه برابر ۶/۱ و برای سطح عملکرد "جلوگیری از فروریزش برابر ۷/۹ به دست آمد. همچنین مقایسه ضریب رفتار محاسبه شده برای زلزله‌های نزدیک به گسل با مقادیر به دست آمده برای رکوردهای دور از گسل نشان می‌دهد که به طور میانگین ضریب رفتار سازه‌ها برای رکوردهای نزدیک به گسل به طور میانگین ۲۵ درصد کمتر است.

کلمات کلیدی: سیستم دوگانه قاب خمشی فولادی و مهاربند کمانش تاب، ضریب رفتار، سطح عملکرد، زلزله نزدیک به گسل، زلزله دور از گسل.

۱- مقدمه

سازه‌های واقع در مناطق لرزه‌خیز نیازمند سیستمی در جهت مقاومت در برابر بارهای جانبی زلزله هستند. این سیستم باید علاوه بر مقاومت و سختی کافی، اقتصادی نیز باشد و بتواند در تحریکات شدید رفتار غیر ارتجاعی زیاد به جهت جذب و مستهلک کردن انرژی از خود نشان دهد. از نظر تاریخی، مهاربندها از پایان قرن ۱۹ تاکنون برای پایداری جانبی اکثر ساختمانهای بلند دنیا مورد استفاده بوده‌اند. به عنوان مثال مجسمه آزادی که در سال ۱۸۸۳ در نیویورک ساخته شد، یکی از سازه‌های مهاربندی شده بزرگ است. در سه دهه بعد از آن تعداد زیادی ساختمان بلند با قاب فولادی مهاربندی شده در شیکاگو و نیویورک ساخته شد. ساختمان ۷۵ طبقه وولورد به ارتفاع ۲۴۱ متر که در سال ۱۹۱۳ تکمیل گردید رکورددار ساختمانهای بلند در آن زمان بود. از سیستم‌های باربر جانبی رایج و موثر مقاوم در برابر نیروی جانبی، می‌توان قاب‌های مهاربندی جانبی را نام برد. استفاده از قاب‌های مهاربندی شده به اوایل قرن بیستم میلادی باز می‌گردد. سختی، مقاومت و اقتصادی بودن قاب‌های مهاربندی شده باعث شده که این سیستم‌ها یکی از رایج‌ترین سیستم‌های باربر جانبی در ساختمان‌های فولادی در مناطق با خطر لرزه‌خیزی بالا باشند. طراحی سیستم‌های مهاربندی در محدوده ارتجاعی غیر اقتصادی است. بنابراین این سیستم‌ها در ناحیه تغییر شکل‌های غیرارتجاعی طراحی می‌شوند. طراحی سیستم به نحوی است که مهاربند در نیروهای فشاری بزرگ، کماتش غیرارتجاعی کند و در نیروهای کششی بزرگ تسلیم شود. ایده مهاربندهای کماتش تاب اولین بار در ژاپن در سال ۱۹۷۱ مطرح شد. او برای جلوگیری از کماتش عضو فولادی پیشنهاد کرد که این عضو می‌تواند مابین پانلهای بتنی تحت فشار قرار گیرد. این سیستم مهاربندی پس از زلزله نرتیچ در آمریکا مورد استقبال و پذیرش واقع شد و در فاصله‌ی نسبتاً کمی در آیین‌نامه‌های آمریکا معرفی و ضوابطی برای آن ارائه شد. در مهاربندهای کماتش تاب هدف مقابله با آثار نامطلوب ناشی از کماتش مهاربند فشاری است. این طرح چند سال بعد توسط یک تیم تحقیقاتی ژاپنی، اصلاح گردید و منجر شد به آنچه امروزه به عنوان مهاربند کماتش تاب می‌شناسیم. طی این تحقیق رفتار نوعی مهاربند متشکل از هسته فولادی محصور شده در داخل حفاظ فولادی که از ملات پر شده است مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت. ایده اصلی این طرح جداسازی تحمل بار فشاری توسط هسته مرکزی و جلوگیری از کماتش این هسته توسط حفاظ فولادی بود. رفتار هسته فولادی در داخل حفاظ کاملاً به سختی نسبی هسته و حفاظ فولادی وابسته است. نوع دیگری از مهاربندهای کماتش تاب، مهاربندهای کماتش تاب تمام فولاد است. در این مهاربندها هسته داخلی بین مکانیزم کماتش تاب ساخته شده تمام فولاد محصور شده بنابراین از هزینه‌ی ملات جلوگیری می‌شود. زمان ساخت کوتاه‌تر شده و می‌توان بعد از زلزله به منظور بازرسی به راحتی جدا کرد. اجزای تشکیل دهنده‌ی مهاربند کماتش تاب به شرح زیر می‌باشد:

بخش تسلیم شونده مهار شده: این بخش فولادی می‌تواند دارای مقطع مستطیلی یا صلیبی باشد. این بخش به منظور تسلیم شدن در هنگام بارهای سیکلی طراحی می‌شود. فولاد نرم که شکل‌پذیری بالایی دارد در این بخش مطلوب است. **بخش تسلیم نشدنی مهار شده:** این بخش که از طریق ملات اینکسینگ محصور شده است، معمولاً ادامه بخش تسلیم شونده مهار شده است اما برای اطمینان از رفتار ارتجاعی مساحتش زیاد است. **بخش تسلیم نشدنی مهار نشده:** این بخش معمولاً ادامه بخش تسلیم نشدنی مهار شده است که به منظور اتصال مهاربند به قاب مورد استفاده قرار می‌گیرد. **عامل جداکننده و ماده منبسط شونده:** ماده خنثی مثل لاستیک که می‌تواند انتقال نیروی برشی بین فولاد محصور شده و ملات مورد استفاده را حذف کند و یا به حداقل برساند. **مکانیزم کماتش تاب:** این مکانیزم از ملات یا فولاد محصور کننده مثل یک مقطع تو خالی تشکیل شده است [۱].

ماهری و همکاران در سال ۲۰۰۳، به آزمایش‌های بار افزون بر روی قاب‌های بتن مسلح با مهاربندهای ضربدیری و زانویی پرداختند. آن‌ها دریافتند که مهاربندهای زانویی برای طراحی یا ارتقاء سیستم برای سطح خطر فروریزش مؤثرتر است **Error! Reference source not found.** مکر و همکاران در سال ۲۰۰۴، به بررسی اثر سختی ستون بر روی رفتار لرزه‌ای قاب مهاربندی شده پرداختند. آن‌ها نشان دادند که اگر ستون‌ها نتوانند لنگر را تحمل نمایند، تحلیل دینامیکی غیرخطی تاریخچه زمانی نشان می‌دهد که یک مکانیزم طبقه‌ی نرم به احتمال زیاد رخ داده است و باعث ایجاد تغییرشکل‌های بزرگ متمرکز تنها در یک طبقه می‌شود **Error! Reference source not found.** کیم و چویی در سال ۲۰۰۵، به ارزیابی ضرایب اصلاح مقاومت قاب‌های مهاربند شورون پرداختند. آن‌ها نشان دادند که ضرایب

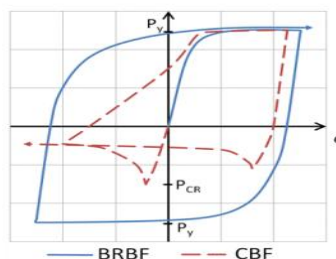
اصلاح مقاومت برای سازه‌های مورد مطالعه کمتر از مقادیر مطرح شده در آیین‌نامه‌های طراحی می‌باشد اما این مطلب برای سازه‌های مهاربندی شورون کوتاه مرتبه صادق نمی‌باشد. همچنین آن‌ها نشان دادند که نتایج تحلیل دینامیکی افزایشی هم‌خوانی خوبی با نتایج حاصل از تحلیل بار افزون دارد. **Error! Reference source not found.** اوکاواکی و هارت در سال ۲۰۰۷، با انجام تحقیقات آزمایشگاهی به ارزیابی رفتار چرخه‌ای تیر پیوند پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که رفتار چرخه‌ای این المان تحت بارهای زلزله پایدار است و قابلیت استهلاک انرژی زیادی دارد. به‌ویژه برای حالتی که رفتار المان تیر پیوند برشی است، میزان استهلاک انرژی بیشتر است. **Error! Reference source not found.** عسگریان و همکاران در سال ۲۰۰۹، نتایج تحلیل‌های خطی و غیرخطی بار افزون را برای تعیین ضریب رفتار سازه‌های مهاربندی شده کمانش‌تاب مورد استفاده قرار دادند و نشان دادند که روش تحلیل بار افزون با دقت مناسبی می‌تواند برای تعیین مشخصات رفتار غیر ارتجاعی سازه‌ها در سطوح مختلف شدت لرزه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. **Error! Reference source not found.** محمودی و زارعی در سال ۲۰۱۰، با استفاده از روش تحلیل بار افزون مقادیر ضریب رفتار سازه‌های مهاربندی سنتی و کمانش‌تاب (با پیکربندی‌های مختلف) را ارزیابی نمودند. آن‌ها نشان دادند که ضرایب اصلاح پاسخ برای قاب‌های مهاربندی کمانش‌تاب (BRBFs)^۱ نسبت به (CBFs)^۲ بالاتر است. همچنین آن‌ها نشان دادند که تعداد دهانه مهاربند و ارتفاع ساختمان تأثیر زیادی بر ضرایب اصلاح پاسخ دارد. **Error! Reference source not found.** ایزدینیا و همکاران در سال ۲۰۱۲، با استفاده از نتایج تحلیل بار افزون با الگوهای مختلف بار جانبی ضریب رفتار سازه‌های قاب خمشی را برآورد نمودند و نشان دادند که روش تحلیل بار افزون تطبیقی با لحاظ مدهای بالاتر می‌تواند نسبت به روش تحلیل بار افزون سنتی نتایج دقیق‌تری را به همراه داشته باشد. هر چند دقت روش‌های تحلیل بار افزون نسبت به روش‌های دینامیکی غیرخطی کمتر است. **Error! Reference source not found.** محمودی و عبدی در سال ۲۰۱۲، به ارزیابی ضرایب اصلاح پاسخ قاب‌های دارای میراگر TADAS پرداختند. آن‌ها نشان دادند که ضرایب اصلاح پاسخ برای قاب‌های خمشی فولادی دارای میراگر TADAS نسبت به قاب‌های خمشی بدون میراگر بالاتر است. همچنین آن‌ها دریافتند که تعداد طبقات ساختمان اثر بیشتری بر روی ضریب اصلاح پاسخ می‌گذارد. **Error! Reference source not found.** عبداله‌زاده و همکاران در سال ۲۰۱۳، به بررسی ضریب رفتار قاب‌های دوگانه فولادی با مهاربندهای هم‌محور بزرگ‌مقیاس پرداختند. منظور از مهاربند هم‌محور بزرگ‌مقیاس مهاربندی می‌باشد که هر دو طبقه را به‌صورت ضربدری به هم متصل می‌کند. **Error! Reference source not found.** رحمانی و همکاران در سال ۲۰۱۳، به مقایسه پارامترهای لرزه‌ای در سیستم‌های دوگانه مجهز شده با مهاربندهای هم‌مرکز و برون‌محور با اتصالات صفحه کناری پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که سیستم کمانش‌تاب برون‌محور باعث افزایش شکل‌پذیری می‌گردد. **Error! Reference source not found.** استفان میهن و همکاران در سال ۲۰۱۴، به بررسی عملکرد لرزه‌ای سیستم‌های قاب مهاربندی شده مقاوم در برابر کمانش پرداختند. آن‌ها نشان دادند که آزمایش‌های صورت گرفته رفتار خوب مهاربندها را نشان می‌دهد. **Error! Reference source not found.** کلانی و همکاران در سال ۲۰۱۵، به ارزیابی پاسخ ضریب اصلاح قاب‌های مهاربندی شده هم‌مرکز و قاب‌های خمشی ویژه در ساختمان‌های دوبلکس پرداختند. آن‌ها نشان دادند که ضریب رفتار با افزایش ارتفاع سازه به ۱۰ طبقه نسبت به سازه با مدل‌های معمولی افزایش می‌یابد. **Error! Reference source not found.** سلطانقرایی و همکاران در سال ۲۰۱۶، با استفاده از نتایج تحلیل‌های دینامیکی افزایشی، پارامترهای رفتار غیرخطی قاب‌های خمشی فولادی منظم در ارتفاع را برای سطوح مختلف عملکرد برآورد نمودند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که با افزایش ارتفاع سازه مقدار ضریب رفتار سازه کاهش می‌یابد. **Error! Reference source not found.** تقی‌نژاد و همکاران در سال ۲۰۱۸، به ارزیابی جابجایی نسبی طبقه تحت تحلیل بار افزون بر روی قاب‌های خمشی بتن‌آرمه پرداختند. آن‌ها با استفاده از تحلیل‌های بار افزون تحت الگوهای مختلف و تاریخچه زمانی غیرخطی برای چندین قاب خمشی بتن‌آرمه با ارتفاعات مختلف جابجایی نسبی طبقه را پیش‌بینی نمودند و به ارزیابی و مقایسه سطوح خطا پرداختند. **Error! Reference source not found.** صادقی و همکاران در سال ۲۰۲۰، سازه‌های قاب خمشی فولادی سه‌بعدی با شکل‌پذیری ویژه ۴، ۸ و ۱۲ طبقه تحت تحلیل‌های غیرخطی موردنظر شامل تحلیل‌های استاتیکی غیرخطی بار افزون و دینامیکی غیرخطی افزایشی قرار دادند و در نهایت به‌منظور بررسی

^۱ Buckling Restrained Braced Frames^۲ Concentric Braced Frames

ظرفیت فروریزش آن‌ها از منحنی‌های شکست استفاده شده است. **Error! Reference source not found.** هاشمی و همکاران در سال ۲۰۲۰، دو قاب با تعداد طبقات ۶ و ۱۲ دارای مهاربندهای کمانش‌تاب بر اساس ضوابط آیین‌نامه‌ای به صورت سه‌بعدی طراحی و سپس قاب کناری آن‌ها در نرم‌افزار OpenSees به صورت دو بعدی در دو حالت با و بدون آلیاژ حافظه دار شکلی مدل‌سازی کرده‌اند و در نهایت نقش آلیاژهای حافظه دار شکلی در آن با استفاده از تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی افزایشی (IDA) تحت ۷ زوج شتاب‌نگاشت دور از گسل پیشنهادی دستورالعمل FEMA P۶۹۵ بررسی نموده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که ظرفیت فروریزش قاب‌های دارای مهاربند مجهز به آلیاژ حافظه دار شکلی نسبت به مهاربند کمانش‌تاب بیش‌تر می‌باشد. **Error! Reference source not found.**

۲- معرفی مهاربند کمانش‌تاب

سیستم‌های مهاربندی همگرای رایج دارای مشکل ذاتی تفاوت رفتار در کشش و فشار می‌باشند. این مهاربندهای معمولی می‌بایستی تغییر مکان‌های بزرگ ناشی از زلزله را به صورت رفت و برگشتی در کشش به صورت محوری و در فشار به صورت مقاومت پس از کمانش تحمل نمایند. کمانش مهاربندها در فشار باعث کاهش شدید مقاومت، سختی و ظرفیت اتلاف انرژی در آن‌ها می‌شود. قاب‌های مهاربندی مقید شده در برابر کمانش، نوع خاصی از قاب‌های مهاربندی شده هم‌محور می‌باشند، که از کمانش کلی مهاربند و کاهش مقاومت و سختی در آن‌ها جلوگیری شده است. المان‌های مهاربندی توانایی جاری شدن و تأمین رفتار یکسان در کشش و فشار و در نتیجه جذب انرژی در سیکل‌های پایدار را دارا می‌باشند. مطابق شکل (۱)، مهاربندهای معمولی بر اساس رفتار فشاری فولاد طراحی می‌شوند، بدین معنی که کمانش مهاربند پیش از جاری شدن فولاد در فشار رخ ندهد. در نتیجه‌ی این طراحی تمامی ظرفیت فولاد به خصوص در کشش مورداستفاده نخواهد بود و این امر از توجیه اقتصادی این نوع مهاربند به شدت می‌کاهد. نکته‌ی قابل توجه دیگر در مورد مهاربندهای معمولی این است که در سیکل‌های بارگذاری منحنی هیستریزس رفتاری مناسبی از خود نشان نمی‌دهد و میزان شکل‌پذیری پایینی در مقایسه با سیستم‌های قاب خمشی دارد. این شرایط و رفتار نامناسب مهاربند معمولی با استفاده از قاب مهاربندی شده کمانش‌تاب قابل ارتقاء خواهد بود [۴].



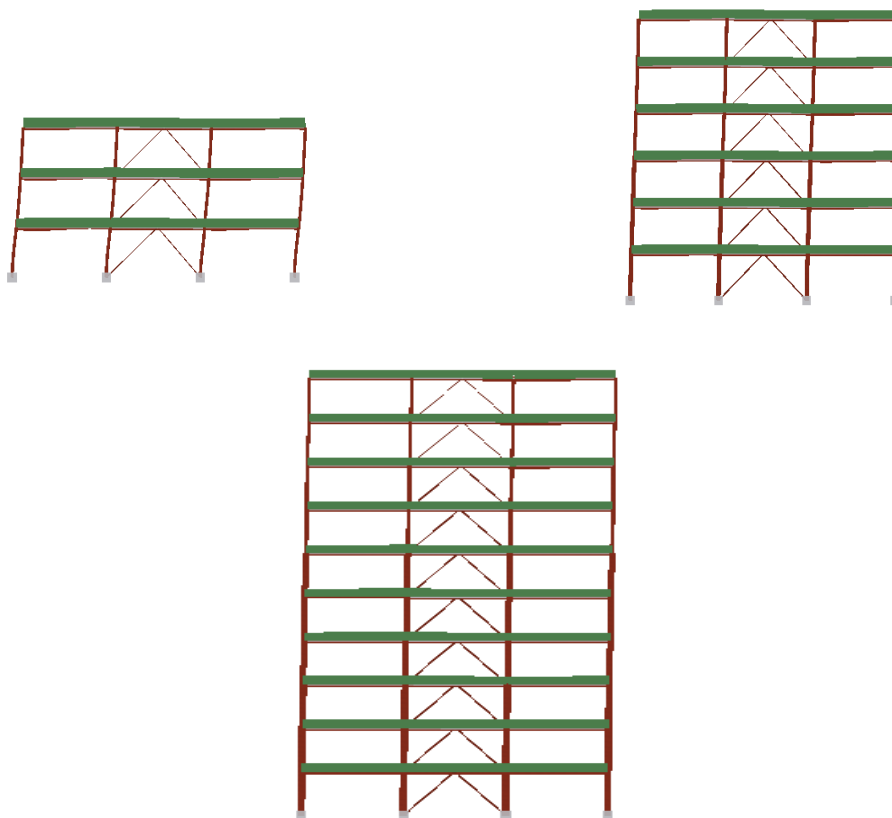
شکل ۱: رفتار چرخه‌ای پایدار مهاربند کمانش‌تاب در مقابل مهاربند معمولی [۴]

از مزیت‌های دیگر سیستم مهاربندی مقید شده در برابر کمانش، این است که می‌توان این مهاربندها را به صورت مهاربندهای قطری تک، در یک جهت قرارداد و مانند سیستم مهاربندی همگرای ویژه، نیاز به تحمل ۷۰٪ نیروی زلزله به تنهایی در یک جهت به صورت کششی یا فشاری نمی‌باشد. در صورت به کار بردن این سیستم در قاب‌های همگرای شورون (۷ و ۸)، به علت رفتار یکسان مهاربند در کشش و فشار، نیروی نامتعادل در تیر متصل شونده، به شدت کاهش یافته و می‌توان از تیرهای با مقاطع ضعیف‌تری نسبت به سیستم مهاربندی همگرای ویژه استفاده کرد. سیستم‌های قاب مهاربند کمانش‌تاب می‌توانند سختی الاستیکی فراهم کند که با قاب‌های مهاربندی شده واگرا قابل مقایسه است. تست‌های آزمایشگاهی متنوع با مقیاس واقعی نشان داده است که با طراحی و جزئیات بندی مناسب المان‌های قاب مهاربند کمانش‌تاب رفتار متقارن و چرخه‌ای پایدار در نیروهای کشش و فشاری به همراه تحمل تغییر شکل‌های بزرگ غیرخطی قابل مشاهده است. مهاربندهای کمانش‌تاب طوری ساخته می‌شوند که هسته بتواند در راستای طولی مستقل از ساز و کار جلوگیری از کمانش عمل کند. تاکنون آزمایش‌های متعددی بر روی انواع مختلف مهاربندهای کمانش‌تاب انجام شده است. نتایج این آزمایش‌ها نشان

داده که مهاربندهای کمانش تاب رفتار چرخه‌ای پایدار، منظم و نسبتاً متقارنی دارند و منحنی چرخه‌ای آن‌ها نزدیک به منحنی چرخه‌ای دوطبقی ایده‌آل است [۴].

۳- روش تحقیق

در پژوهش حاضر، سه سازه نمونه با تعداد طبقات ۳، ۶ و ۱۰ طبقه به عنوان سازه نمونه انتخاب شدند. همچنین، برای بارگذاری لرزه‌ای سازه‌ها از ۱۰ شتاب‌نگاشت که در حوزه نزدیک به گسل ثبت شده‌اند استفاده می‌شود. این رکوردها همگی روی خاک نوع ۳ بوده و دارای یک یا چند پالس سرعت هستند. دلیل انتخاب ۲ سازه نمونه لحاظ تأثیر تعداد طبقات بر متغیرهای مورد بررسی می‌باشد. این سازه‌ها دربرگیرنده طیف پرکاربرد سازه‌های BRBF هستند. هریک دارای سه دهانه به طول ۶ متر و طبقاتی با ارتفاع ۳/۲ هستند انتخاب شدند. این سازه‌ها بر اساس ضوابط مقررات ملی ساختمان و استاندارد ۲۸۰۰ ایران تحلیل و طراحی شده‌اند. از آنجا که برای انجام پژوهش لازم است تعداد زیادی تحلیل دینامیکی غیرخطی انجام شود، برای صرفه‌جویی در زمان، از قاب‌های دویعدی استفاده می‌شود. برای انجام تحلیل‌های غیرخطی لازم است مدل‌های غیرخطی برای سازه‌ها تعیین شوند که این کار می‌تواند به روشهای مختلفی انجام پذیرد. در این پژوهش از المان‌های فیبری برای شبیه‌سازی رفتار غیرخطی سازه‌ها استفاده می‌شود و برای این کار از نرم‌افزار SeismoStruct بهره گرفته می‌شود. و پیکربندی سازه‌ها در شکل (۲) نمایش داده شده است. مقاطع طراحی قاب‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.



شکل ۲: نمای قاب‌های مورد مطالعه در نرم افزار ساینزموستراکت
جدول ۱: مقاطع طراحی شده قاب‌های مورد مطالعه

سازه	طبقه	ستون‌ها	تیرها	مساحت مقطع هسته مهاربندها
۳ طبقه	۳-۱	Box ۲۰x۲۰x۱	H ۳۴x۲۰x۱X ۱.۴	۱۱
	۴-۶	Box ۲۴x۲۴x۱.۲	H ۳۴x۲۰x۱X ۱.۴	۱۲
۶ طبقه	۱-۳	Box ۳۰x۳۰x۱.۲	H ۳۴x۲۰x۱X ۱.۴	۱۷
	۹-۱۰	Box ۲۴x۲۴x۱.۲	H ۳۴x۲۰x۱X ۲	۱۴
۱۰ طبقه	۷-۸	Box ۲۶x۲۶x۱.۲	H ۳۴x۲۰x۱X ۱	۲۲/۶
	۴-۶	Box ۳۸x۳۸x۲	H ۳۴x۲۰x۱X ۲	۲۷
	۱-۳	Box ۴۴x۴۴x۳	H ۳۴x۲۰x۱X ۲	۲۷

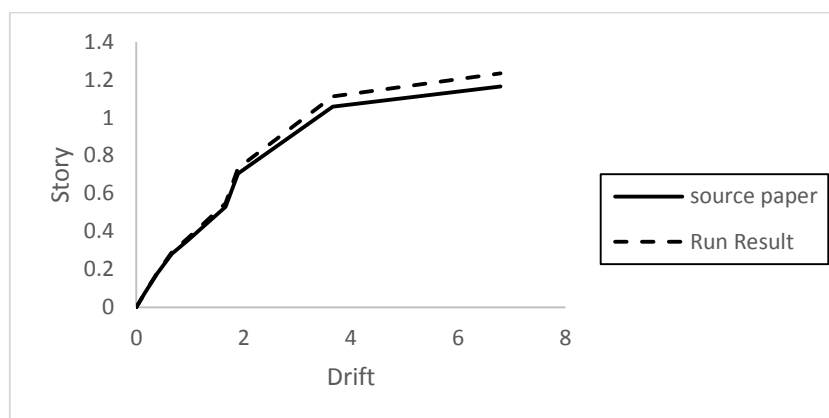
برای بارگذاری لرزه‌ای سازه‌ها از دو مجموعه رکورد دور و نزدیک به گسل مطابق جدول (۲) استفاده می‌شود. هر دو مجموعه رکورد روی خاک نوع ۳ ثبت شده‌اند. رکوردهای دور از گسل فاقد ماهیت پالسی هستند اما رکوردهای نزدیک به گسل به دلیل دارا بودن ماهیت جهت‌داری پیش‌رونده دارای یک یا چند پالس سرعت هستند. برای انتخاب مجموعه رکوردهای نزدیک به گسل معیارهای مختلفی توسط محققین پیشنهاد شده است. در این مطالعه منظور از رکوردهای نزدیک به گسل، شتاب‌نگاشت‌های ثبت شده در نزدیکی گسل‌های فعال است که پالس بزرگی در شتاب‌نگاشت سرعت دارند و حاوی اثرات جهت‌داری پیش‌رونده هستند. برای یافتن این نوع از رکوردها به مقالات معتبر در زمینه زلزله‌های نزدیک به گسل رجوع شد و رکوردهایی که به عنوان رکوردهای نزدیک به گسل شناخته شده‌اند و از طرف دیگر روی خاک نوع ۳ ثبت شده‌اند برای انجام تحلیل‌های دینامیکی انتخاب شدند.

جدول ۲: رکوردهای انتخابی برای انجام تحلیل‌های دینامیکی

شماره	شتاب نگاشت ثبت شده	بزرگا	فاصله (کیلومتر)	PGA(g)
شتاب نگاشت های دور از گسل				
۱#	Chi-Chi CHY۱۰۱-W, Taiwan, Sep ۲۰, ۱۹۹۹	۷.۶	۱۱.۱۴	۰.۳۵۳
۲#	Imperial Valley, H-E۰۱۲۴۰, October ۱۵, ۱۹۷۹	۶.۵	۱۰.۴	۰.۳۱۵
۳#	Loma Prieta, G۰۲۰۹۰, October =, ۱۹۸۹	۶.۹	۱۲.۷	۰.۳۲۲
۴#	Loma Prieta, G۰۳۰۹۰, October ۱۸, ۱۹۸۹	۶.۹	۱۴.۴	۰.۳۶۷
۵#	Northridge, CNP ۱۹۶, January ۱۷, ۱۹۹۴	۶.۷	۱۵.۸	۰.۴۲
۶#	Northridge, LOS۰۰۰, January ۱۷, ۱۹۹۴	۶.۷	۱۳	۰.۴۱
۷#	Tabas, BOS-T۱, Sep ۱۶, ۱۹۷۸	۷.۴	۲۶.۱	۰.۰۸۹
۸#	Kobe, HIK۰۰۰, January ۱۶, ۱۹۹۵	۶.۹	۹۵.۷۲	۰.۱۴۳
۹#	N. Palm Springs, TFS۰۰۰, July ۸, ۱۹۸۶	۶.۰۶	۶۴.۸	۰.۱۲۱
۱۰#	Manjil, ۱۸۸۰۴۰, June ۲۰, ۱۹۹۰	۷.۳۷	۶۴.۶۷	۰.۰۹۷
شتاب نگاشت های نزدیک به گسل				
۱#	Chi-Chi, TCU۰۵۲-N, Taiwan, Sep ۲۰, ۱۹۹۹	۷.۶	۰.۲۴	۰.۴۱۹
۲#	Chi-Chi, TCU۰۶۸-W, Taiwan, Sep ۲۰, ۱۹۹۹	۷.۶	۱.۰۹	۰.۵۶۶
۳#	, March ۱۳, ۱۹۹۲ Erzincan, ERZ-EW	۶.۹	۲	۰.۴۹۶
۴#	Northridge, RRS۲۲۸, January ۱۷, ۱۹۹۴	۶.۷	۷.۱	۰.۸۳۸
۵#	Northridge, SYL۳۶۰, January ۱۷, ۱۹۹۴	۶.۷	۶.۴	۰.۸۴۳
۶#	Landers, LUCMV۱-۲۸۰, ۱۹۹۲	۷.۳	۲۳.۶	۰.۲۵
۷#	Loma Prieta, ۰۰۹۰, October ۱۸, ۱۹۸۹	۶.۹	۱۱.۱	۰.۳۲۲
۸#	Imperial Valley, H-BRA۲۲۵, October ۱۵, ۱۹۷۹	۶.۵	۱۰.۴	۰.۱۶
۹#	Kobe, KJMA۰۰۰, January ۱۶, ۱۹۹۵	۶.۹	۰.۳	۰.۶۹۳
۱۰#	Cape Mendocino, Petrolia۰۰۰, ۱۹۹۲	۷	۸.۲	۰.۵۸۹

۳-۱- صحت سنجی

برای آنکه صحت روند مدلسازی غیر خطی سازه ها مورد تأیید قرار گیرد، در این بخش یکی از قاب های نمونه تحت یک رکورد زلزله تحلیل می شود و نتایج حاصل از تحلیل IDA قاب انتخابی با نتیجه مقاله مرجع مقایسه می شود تا مشخص شود که فرآیند مدلسازی به نحو صحیح انجام پذیرفته است. برای این منظور مدل قاب ۳ طبقه تحت رکورد زلزله Chi Chi تحلیل شده و نتایج آن با مقاله ارائه شده توسط سلطانقرایی و همکاران [۱۹] مورد مقایسه قرار گرفته است. نتیجه تحلیل در کنار منحنی IDA ارائه شده توسط مقاله مرجع در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل ۳: مقایسه نتایج مدل سازی با مقاله مرجع [۱۹].

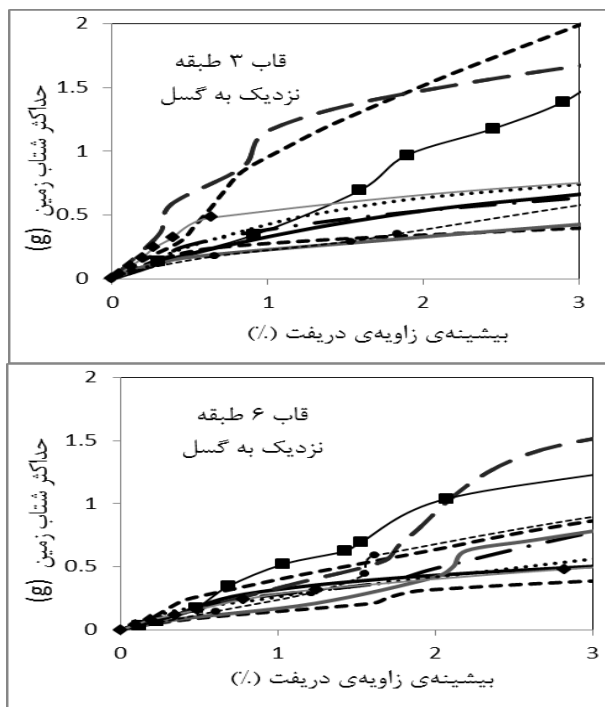
مطابق نمودارهای بالا، اختلاف بین نتایج حاصل از مدل سازی با مقاله مرجع کمتر از ۵ درصد بوده است که نتیجه قابل قبولی به شمار می رود. بنابراین می توان گفت دقت مدل سازی در حد قابل قبول است.

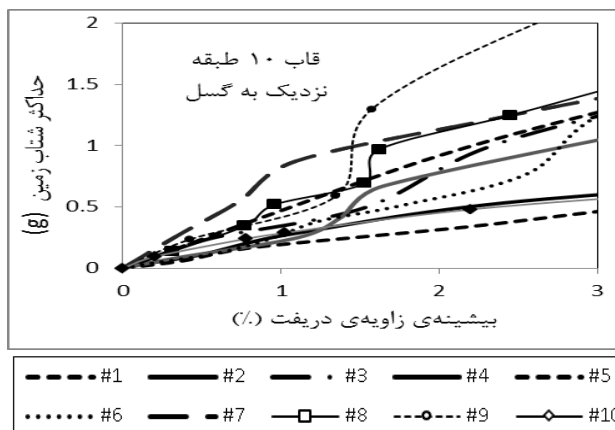
۴- تحلیل های دینامیکی افزایشی

تحلیل دینامیکی افزایشی در واقع مجموعه ای از تحلیل های دینامیکی غیرخطی است. در تحلیل دینامیکی غیرخطی افزایشی (IDA) بارهای زلزله در چند مرحله به سازه اعمال می گردد. به بیان دیگر، تحلیل دینامیکی افزایشی به لحاظ مدل سازی و نحوه اعمال بارهای زلزله مشابه روش تحلیل تاریخچه زمانی است. در این تحلیل بار زلزله به صورت شتاب نگاشت به سازه اعمال می گردد اما برخلاف روش دینامیکی غیرخطی که شتاب نگاشت زلزله فقط یکبار به سازه وارد می شود و پاسخ سازه اندازه گیری می شود در تحلیل دینامیکی افزایشی، شتاب-نگاشت زلزله با ضرایب مقیاس مختلف، مقیاس سازی شده و به سازه اعمال می گردد. این کار تا جایی ادامه می یابد که سازه ناپایدار گردد یا اینکه از معیارهای عملکردی مورد نظر تجاوز کند.

۴-۱- منحنی های IDA تحت رکوردهای نزدیک به گسل

در شکل (۴) منحنی های حاصل از تحلیل IDA برای سازه های نمونه و تحت رکوردهای نزدیک به گسل نشان داده شده است. در این نمودارها، محور قائم بیانگر شدت زلزله بر حسب PGA و واحد گرانش زمین (g) است و محور افقی حداکثر دررفت نسبی طبقات بر حسب درصد است.



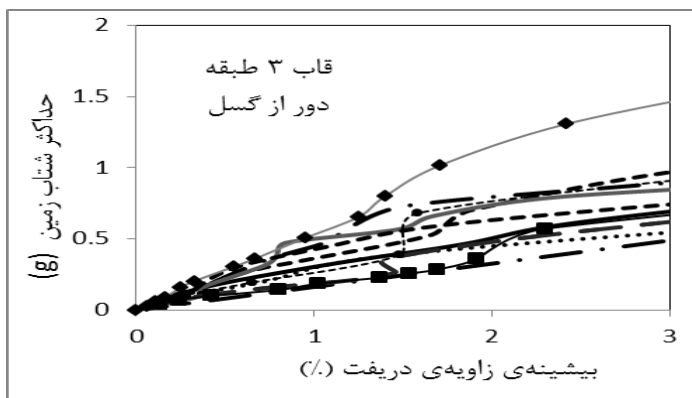


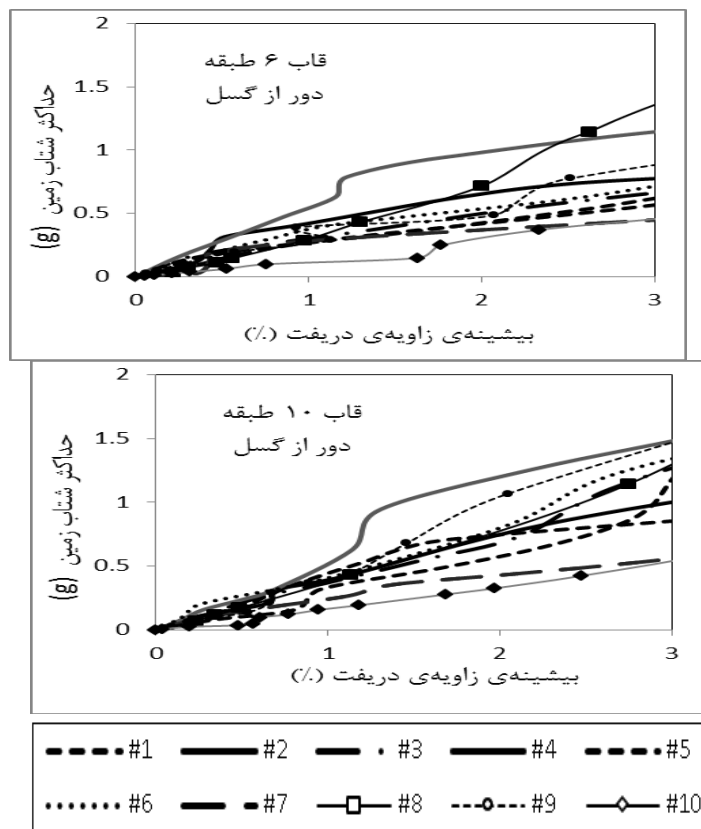
شکل ۴: منحنی‌های IDA تحت رکوردهای نزدیک به گسل

در شکل (۴)، منحنی‌ها با اندیس #۱ تا #۱۰ شماره‌گذاری شده‌اند که معرف شماره رکورد مربوطه در جدول (۲)، (جدول معرفی رکوردها) می‌باشد. همانطوری که ملاحظه می‌شود پاسخ هر سازه تحت رکوردهای مختلف متغیر است و حتی در PGA یکسان نیز پاسخ یکسانی ندارد، زیرا علاوه بر PGA، عواملی چون محتوای فرکانسی و مدت زمان زلزله بر پاسخ سازه تأثیر دارند. به همین دلیل است که برای یافتن پاسخ قابل اعتماد از چندین رکورد مختلف استفاده می‌شود تا بتوان با میانگین‌گیری به نتایج قابل اعتماد دست یافت. با استفاده از منحنی‌های IDA می‌توان مشخص کرد که هر سازه تحت هریک از رکوردهای زلزله در چه شدتی به سطح عملکرد LS یا CP رسیده است، زیرا حد عملکرد LS و CP به ترتیب معادل پاسخ حداکثر دررفت نسبی طبقات ۱/۵٪ و ۲٪ در نظر گرفته شده است.

۴-۲- منحنی‌های IDA برای رکوردهای دور از گسل

مطابق روندی که برای رکوردهای نزدیک به گسل طی شد، تحلیل‌های دینامیکی سازه‌های نمونه برای رکوردهای دور از گسل نیز تکرار شد. نتایج تحلیل‌های مربوط به رکوردهای دور از گسل در شکل (۵) نشان داده شده است.





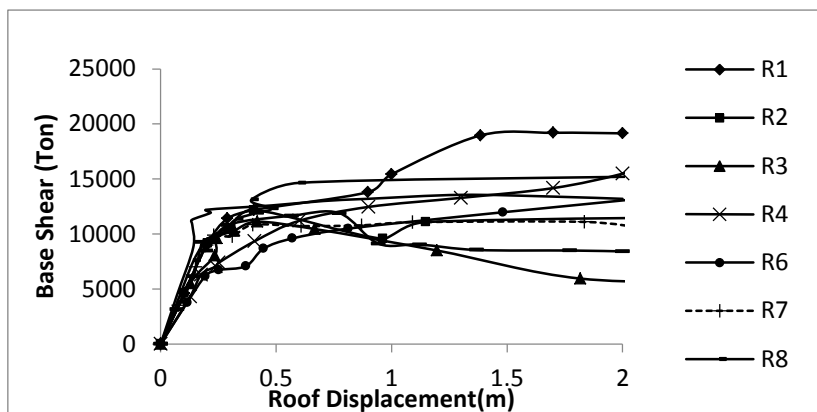
شکل ۵: منحنی‌های IDA تحت رکوردهای دور از گسل

در شکل بالا، منحنی‌ها با اندیس #۱ تا #۱۰ شماره‌گذاری شده‌اند که معرف شماره رکورد مربوطه در جدول معرفی رکوردها می‌باشد. بر اساس نمودارهای نمایش داده شده در شکل (۵) می‌توان ملاحظه نمود که پاسخ دررفت نسبی سازه‌های نمونه تحت رکوردهای مختلف متفاوت است، هرچند در تمامی موارد شیب منحنی با نزدیک شدن سازه به مقادیر پاسخ بزرگ تغییر مکان به تدریج کاهش یافته است. این روند بیانگر آن است که با وارد شدن پاسخ سازه به محدوده رفتار غیرارتجاعی پاسخ تغییر مکانی سازه با افزایش کم در شدت زلزله به سرعت افزایش می‌یابد و سازه به ناپایداری نزدیک می‌شود.

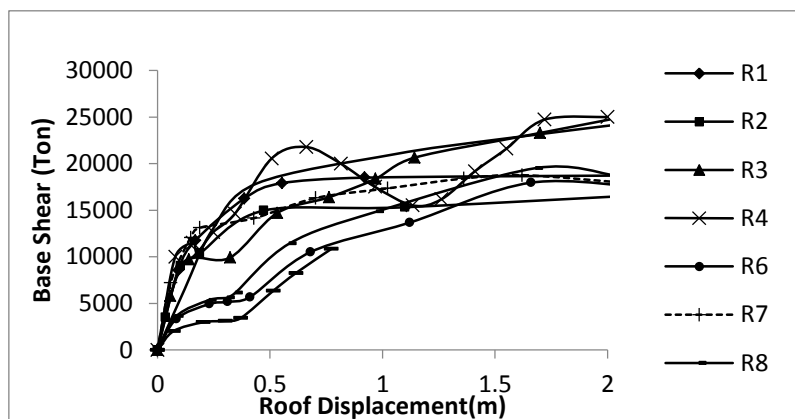
۳-۴- منحنی‌های برش پایه بر حسب جابجایی نسبی بام

با توجه به هدف از تحلیل‌های IDA در این تحقیق که یافتن مقادیر برش پایه تسلیم سازه‌ها می‌باشد، در منحنی‌های زیر تغییرات برش پایه سازه بر حسب تغییر مکان بام برای قالب‌های نمونه و تحت مجموعه رکوردهای انتخابی به نمایش در آمده است. برای تهیه این منحنی‌ها از تحلیل‌های دینامیکی افزایشی استفاده شده است و در شدت‌های لرزه‌ای مختلف، پاسخ دررفت بام و برش پایه سازه تعیین گشته و از متصل نمودن این نقاط برای شدت‌های مختلف زلزله منحنی تغییرات برش پایه بر حسب تغییر مکان نسبی بام ترسیم می‌شود. برای تعیین پاسخ برش پایه، در گام‌های متوالی بارگذاری دینامیکی حاصل جمع مؤلفه‌های افقی پاسخ تکیه‌گاه‌ها با هم جمع می‌شود و نهایتاً بیشترین پاسخ برش پایه سازه حین بارگذاری دینامیکی لرزه‌ای به عنوان پاسخ برش پایه سازه گزارش می‌شود. همچنین، پاسخ حداکثر دررفت نسبی بام نیز به روش مشابه تعیین می‌شود. برای این کار، پاسخ تغییر مکان بام در گام‌های بارگذاری دینامیکی رصد شده و

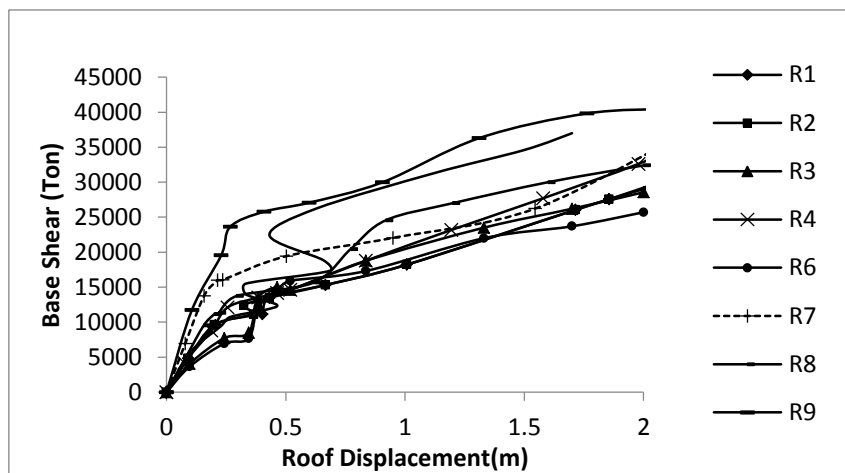
مقدار بیشینه آن به عنوان دررفت (تغییر مکان نسبی) بام گزارش می‌گردد. البته با توجه به اینکه شاخص تغییر مکان نسبی بام معیار دقیقی برای اندازه‌گیری رفتار غیر خطی سازه نیست، معمولاً به جای آن از پاسخ حداکثر دررفت نسبی طبقات استفاده می‌شود که همبستگی بیشتری با میزان رفتار غیر خطی در سازه و سطح عملکرد آن دارد. نتایج حاصل از تحلیل‌های دینامیکی افزایشی در این مطالعه نشان داد که برای سازه‌های ۳، ۶ و ۱۰ طبقه، پاسخ حداکثر دررفت نسبی طبقات به ترتیب $1/2$ ، $1/3$ و $1/5$ برابر دررفت نسبی بام است. اساساً با افزایش ارتفاع سازه و فاصله گرفتن توزیع دررفت طبقات از حالت خطی و افزایش پراکندگی پاسخ تغییر مکانی طبقات به دلیل افزایش مشارکت موده‌های بالاتر، با اضافه شدن ارتفاع اختلاف بین پاسخ حداکثر دررفت نسبی بام و حداکثر دررفت نسبی طبقات افزایش می‌یابد. در نمودارهای زیر تغییرات برش پایه بر حسب دررفت نسبی بام تحت زلزله‌های نزدیک به گسل



شکل ۶: تغییرات برش پایه قاب ۳ طبقه تحت رکوردهای نزدیک به گسل

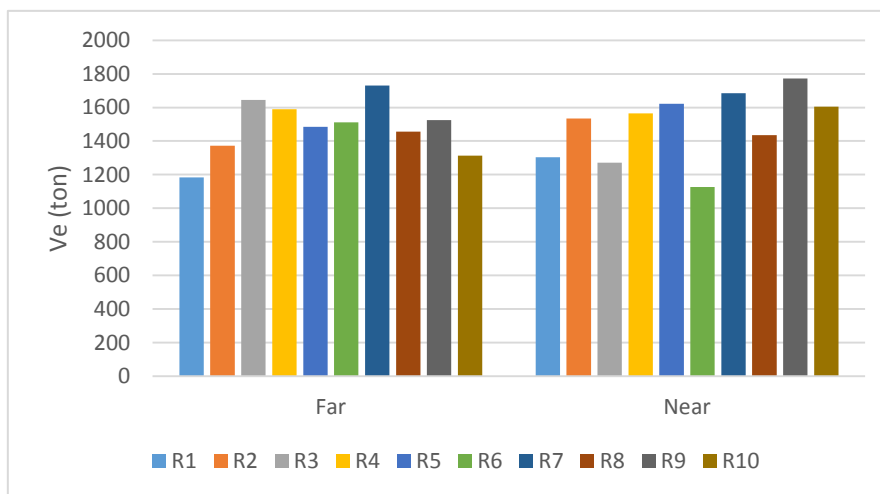


شکل ۷: تغییرات برش پایه قاب ۶ طبقه تحت رکوردهای نزدیک به گسل

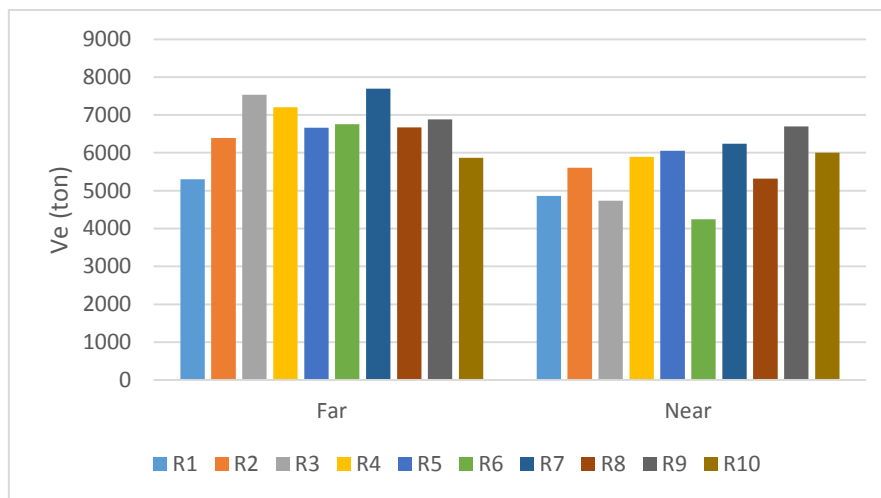


شکل ۸: تغییرات برش پایه قاب ۱۰ طبقه تحت رکوردهای نزدیک به گسل

مطابق نمودارهای ارائه شده، شکل (۶) تا شکل (۸) روند تغییرات برش پایه بر حسب دریافت نسبی بام تقریباً روند مشخصی دارد. ابتدا منحنی‌ها شکل خطی دارند و سختی سازه زیاد است و سپس با ورود سازه به ناحیه رفتار غیر ارتجاعی شیب منحنی‌ها به سرعت کاهش می‌یابد و حتی در مواردی منفی می‌شود. آنچه که این منحنی‌ها بیان می‌کنند آن است که پاسخ برش پایه پس از رسیدن به یک مقدار حدی با یک شیب بسیار کم افزایش می‌یابد و بر خلاف پاسخ برش پایه، در ناحیه رفتار غیر خطی افزایش پاسخ دریافت نسبی بام با سرعت انجام می‌شود. همانطور که از شکل‌های بالا مشاهده می‌شود، می‌توان پاسخ برش پایه متناظر با پاسخ مشخصی از دریافت در سازه را تعیین نمود. حال اگر دریافت متناظر با یک سطح عملکرد مورد نظر باشد، برش پایه متناظر با آن سطح عملکرد را می‌توان از روی منحنی قرائت کرد و به آن برش تسلیم می‌گوییم (V_y). این کار برای سازه‌های نمونه به انجام رسید و مقادیر برش تسلیم برای هر سازه و تحت هریک از رکوردهای زلزله برای دو سطح عملکرد LS و CP به دست آمد. به عنوان مثال، در نمودارهای میله‌ای شکل‌های (۹) و (۱۰) توزیع مقادیر برش پایه تسلیم قاب ۱۰ طبقه نشان داده شده است.



شکل ۹: توزیع مقادیر V_y برای قاب ۱۰ طبقه و سطح عملکرد ایمنی جانی



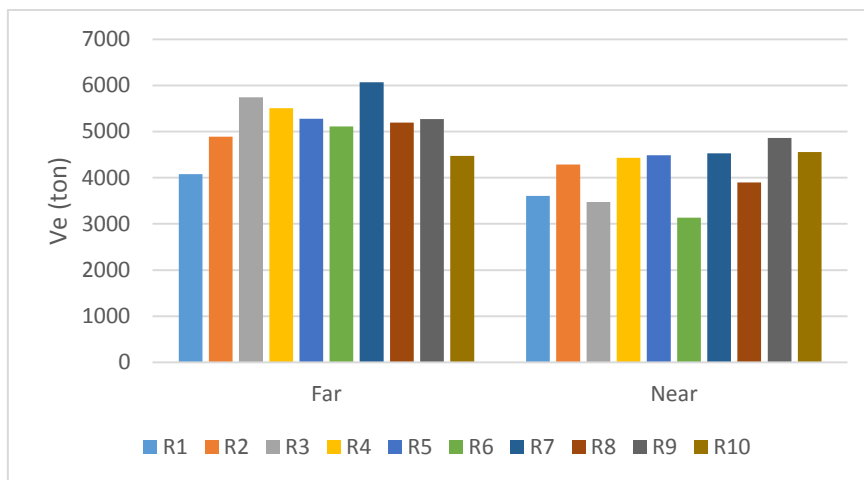
شکل ۱۰: توزیع مقادیر V_y برای قاب ۱۰ طبقه و سطح عملکرد جلوگیری از فروریزش

با داشتن پاسخ برش تسلیم هر قاب تحت رکوردهای زلزله از میانگین‌گیری بین آنها می‌توان برش تسلیم کلی برای محاسبه ضریب رفتار را به دست آورد. در بخش‌های بعدی مقادیر میانگین برش تسلیم و کاربرد آنها در تعیین ضریب رفتار قاب‌ها ارائه گردیده است.

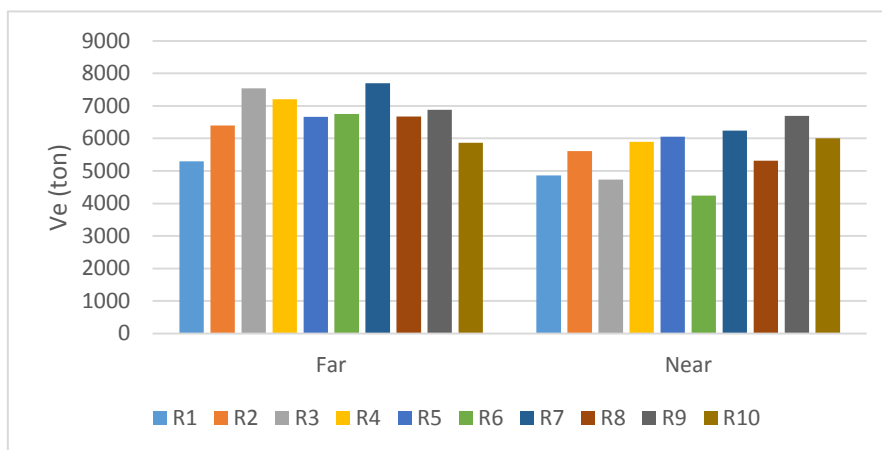
۴-۴- تحلیل‌های دینامیکی خطی

با داشتن مقادیر برش پایه متناظر با ورود سازه به محدوده رفتار غیر ارتجاعی (V_s) که از تحلیل بارافزون به دست می‌آید و همچنین با داشتن مقادیر V_y ، برای محاسبه ضریب رفتار تنها کافی است مقدار پاسخ برش پایه ارتجاعی V_E را داشته باشیم. برای تعیین برش پایه ارتجاعی از نتایج تحلیل‌های دینامیکی خطی استفاده می‌شود.

برخلاف تحلیل‌های دینامیکی افزایشی (IDA)، که تحلیل‌های دینامیکی با ضرایب مقیاس مختلف انجام می‌شود، برای تحلیل‌های دینامیکی خطی برای هر سازه، هر رکورد زلزله و هر سطح عملکرد، تنها یک ضریب مقیاس احتیاج است. برای یافتن ضرایب مقیاس مورد نیاز، کافی است از روی منحنی‌های IDA مقادیر شدت لرزه‌ای (PGA) متناظر با سطح عملکرد سازه مورد نظر تحت آن رکورد تعیین شده و تحلیل دینامیکی خطی برای آن ضریب مقیاس انجام شود. به عبارت دیگر برای هر سازه و هر رکورد زلزله مقدار PGA متفاوتی برای تعیین برش پایه ارتجاعی در نظر گرفته می‌شود به نحوی که پاسخ برش ارتجاعی سازه تحت رکورد مورد نظر برای شدت متناظر با سطح عملکرد مشخص تعیین شود. اختلاف تحلیل دینامیکی خطی با دینامیکی غیر خطی در نرم‌افزار مدلسازی رفتار غیر خطی در اعضای سازه است. در مدل‌های خطی، مقدار تنش تسلیم مصالح ۱۰۰ برابر افزایش داده شد تا تضمین شود که هیچ یک از اعضا حین اعمال بارهای زلزله وارد ناحیه رفتار غیر خطی نمی‌شوند. به این ترتیب مقادیر پاسخ برش پایه ارتجاعی V_E برای هر سازه و تحت هر رکورد زلزله تعیین شد. به طور مثال، توزیع مقادیر برش پایه ارتجاعی قاب ۱۰ طبقه تحت رکوردهای انتخابی در نمودارهای میله‌ای شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نشان داده شده است.



شکل ۱۱: توزیع مقادیر V_e برای قاب ۱۰ طبقه و سطح عملکرد ایمنی جانی



شکل ۱۲: توزیع مقادیر V_e برای قاب ۱۰ طبقه و سطح عملکرد جلوگیری از فروریزش

مقادیر پاسخ برش ارتجاعی برای دو قاب دیگر نیز به روش مشابه تعیین گردید و از میانگین گیری بین آنها برش ارتجاعی میانگین جهت برآورد ضریب رفتار سازه‌ها به دست آمد. نتایج حاصله در بخش بعدی ارائه شده است.

۴-۵- برآورد پارامترهای رفتار غیر خطی سازه‌ها

پس از تعیین مقادیر برش پایه حد رفتار ارتجاعی، برش پایه تسلیم و برش پایه الاستیک سازه‌های نمونه تحت رکوردهای انتخابی، کافی است با میانگین گیری بین رکوردهای آن مجموعه، مقدار میانگین آنها تعیین شده و با استفاده از روابط ارائه شده، ضریب رفتار و سایر پارامترهای مورد نظر محاسبه گردد. در جدول (۳) میانگین برش تسلیم (V_y) و برش ارتجاعی (V_e) حاصل محاسبات انجام شده و پارامترهای به دست آمده ارائه گردیده است.

جدول ۳: میانگین برش تسلیم (V_y) و برش ارتجاعی (V_e)

سازه	سطح عملکرد	زلزله‌های دور از گسل		زلزله‌های نزدیک به گسل	
		V_y (ton)	V_e (ton)	V_y (ton)	V_e (ton)
۳ طبقه	LS	۶۱۲	۱۹۰۵	۵۷۶	۱۴۸۰
۶ طبقه	LS	۸۰۳	۲۸۴۰	۷۳۸	۲۳۲۰
۱۰ طبقه	LS	۱۲۸۷	۵۱۶۸	۱۲۷۲	۴۱۳۰
۳ طبقه	CP	۶۶۳	۲۳۶۰	۶۴۴	۱۸۰۰
۶ طبقه	CP	۸۶۲	۳۶۹۲	۸۰۵	۲۹۵۰
۱۰ طبقه	CP	۱۳۸۰	۶۷۱۸	۱۴۲۰	۵۶۰۰

مقادیر ارائه شده در جدول (۳) در واقع میانگین پارامترهای به دست آمده برای هر سازه و تحت رکوردهای هر مجموعه رکورد (دور یا نزدیک) هستند. همچنین واحد اندازه‌گیری برش در این جداول بر حسب ton است. با تکمیل اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه ضریب رفتار، فرایند تعیین پارامترهای مربوط به این ضریب محاسبه گردیده و نتایج به دست آمده در ادامه ارائه شده است. در جدول (۴) محاسبه ضریب رفتار برای رکوردهای نزدیک به گسل جدول محاسبات مربوط به ضریب رفتار قاب‌های مورد مطالعه تحت رکوردهای نزدیک به گسل ارائه شده است.

جدول ۴: محاسبه ضریب رفتار برای رکوردهای نزدیک به گسل

تعداد طبقات	سطح عملکرد	V_s (Ton)	$R_s = 1.155 \times V_y / V_s$	$RD = V_e / V_y$	$R = R_s \times RD$
۳ طبقه	LS	۳۳۱.۰۰	۲.۰۱	۲.۵۷	۵.۱۶
۶ طبقه	LS	۴۴۱.۰۰	۱.۹۳	۳.۱۴	۶.۰۸
۱۰ طبقه	LS	۸۱۰.۰۰	۱.۸۱	۳.۲۵	۵.۸۹
۳ طبقه	CP	۳۳۱.۰۰	۲.۲۵	۲.۸۰	۶.۲۸
۶ طبقه	CP	۴۴۱.۰۰	۲.۱۱	۳.۶۶	۷.۷۳
۱۰ طبقه	CP	۸۱۰.۰۰	۲.۰۲	۳.۹۴	۷.۹۹

مطابق نتایج ارائه شده، برای زلزله‌های نزدیک به گسل ضریب رفتار متناظر با سطح عملکرد CP بزرگتر از سطح عملکرد LS است و این اختلاف به دلیل افزایش شکل‌پذیری در نظر گرفته شده برای سطح عملکرد CP در مقایسه با سطح عملکرد LS است. چند نکته مهم را می‌توان در رابطه با ضریب رفتار سازه‌های نمونه تحت رکوردهای نزدیک به گسل مورد اشاره قرار داد. نکته اول آن است که مقدار ضریب اضافه‌مقاومت که در اینجا با علامت R_s نشان داده می‌شود و بیانگر نسبت برش واقعی در سازه به برش طراحی است برای سطح عملکرد ایمنی جانی حول عدد ۱/۹ نوسان می‌کند. برای سطح عملکرد جلوگیری از فروریزش مقدار ضریب اضافه‌مقاومت حول عدد ۲/۱ تغییر می‌کند. دلیل این اختلاف آن است که در شدت‌های لرزه‌ای بزرگتر که متناظر با سطح عملکرد CP است، استفاده بیشتری از فاکتورهای دخیل در اضافه‌مقاومت سازه می‌شود، مثلاً تأثیر درج‌ات نامعینی یا سخت‌شدگی کرنشی در اعضای سازه با افزایش رفتار غیر خطی پرنرنگتر می‌شود. همچنین مشخص است که بخش عمده ضریب رفتار به R_D مربوط می‌شود که به دلیل شکل‌پذیری سازه ایجاد می‌شود.

شکل پذیری بالاتر در سطح عملکرد CP به دلیل لحاظ دریافت نسبی بزرگتر برای این سطح عملکرد در مقایسه با سطح عملکرد ایمنی جانی (LS) است. بنابراین، مشخص است که برای سطح عملکرد CP که متناظر با شکل پذیری بیشتر در سیستم سازه‌ای است، مقدار ضریب رفتار نیز افزایش یافته است. به عنوان مثال، ضریب رفتار متناظر با سطح عملکرد LS برای سازه‌های نمونه تحت رکوردهای نزدیک به گسل حول عدد ۶ نوسان می‌کند، در حالی که برای سطح عملکرد CP ضریب رفتار سازه‌ها در بازه ۶/۳ تا ۸/۰ متغیر است. در ادامه، محاسبات مربوط به تعیین ضریب رفتار سازه‌ها برای رکوردهای دور از گسل در جدول (۵) محاسبه ضریب رفتار برای رکوردهای دور از گسل جدول ارائه شده است.

جدول ۵: محاسبه ضریب رفتار برای رکوردهای دور از گسل

تعداد طبقات	سطح عملکرد	Vs (Ton)	$R_s = 1.155 \times V_y / V_s$	$RD = V_e / V_y$	$R = R_s \times RD$
۳ طبقه	LS	۳۳۱	۲.۱۴	۳.۱۱	۶.۶۵
۶ طبقه	LS	۴۴۱	۲.۱۰	۳.۵۳	۷.۴۴
۱۰ طبقه	LS	۸۱۰	۱.۸۴	۴.۰۱	۷.۳۷
۳ طبقه	CP	۳۳۱	۲.۳۱	۳.۵۶	۸.۲۴
۶ طبقه	CP	۴۴۱	۲.۲۶	۴.۲۸	۹.۶۷
۱۰ طبقه	CP	۸۱۰	۱.۹۷	۴.۸۷	۹.۵۸

بر اساس داده‌های ارائه شده در جدول (۵) مشخص می‌شود که میانگین ضریب اضافه مقاومت سازه‌های نمونه برای سطوح عملکرد LS و CP به ترتیب برابر ۲ و ۲/۳ است. همچنین میانگین ضریب R سازه‌های مورد مطالعه برای سطوح عملکرد LS و CP به ترتیب برابر ۷ و ۹ است. برای این رکوردها نیز بخش مهمی از ضریب رفتار به دلیل ضریب کاهش نیرو در اثر شکل پذیری ایجاد می‌شود.

۴-۶- تأثیر ارتفاع بر ضریب رفتار

مقایسه بین ضریب رفتار ۳ سازه نمونه نشان می‌دهد ارتفاع سازه (تعداد طبقات) تأثیر معناداری بر ضریب رفتار نداشته است، زیرا ضریب رفتار سازه ۶ طبقه از دو سازه دیگر بیشتر است. به نظر می‌رسد سازه ۶ طبقه عملکرد بهتری نسبت به دو سازه دیگر دارد زیرا به دلیل ارتفاع کمتر نسبت به قاب ۱۰ طبقه آسیب پذیری کمتری نسبت به آثار مدهای بالاتر و نیز پدیده پی-دلتا دارد و از طرف دیگر به خاطر بیشتر بودن تعداد طبقات نسبت به سازه ۳ طبقه استفاده بیشتری از تیپ بندی اعضا و افزایش درجه نامعینی دارد. بنابراین و با لحاظ اینکه متغیرهای زیادی روی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها نقش دارند نمی‌توان به سادگی راجع به اثر ارتفاع بر ضریب رفتار اظهار نظر کرد.

۴-۷- مقایسه ضریب رفتار برای رکوردهای دور و نزدیک به گسل

با مقایسه مقادیر ضریب رفتار برای زلزله‌های دور و نزدیک به گسل مشخص می‌شود که ضریب رفتار سازه‌ها برای زلزله‌های نزدیک به گسل به میزان قابل توجهی کمتر از مقادیر ارائه شده برای زلزله‌های دور از گسل است. دلیل این اختلاف عمدتاً به علت توان تخریبی بالاتر زلزله‌های نزدیک به گسل است، زیرا این نوع از رکوردهای زلزله با ایجاد تغییر شکل‌های بزرگ در شدت‌های کم باعث می‌شوند ظرفیت جذب انرژی سازه در ناحیه رفتار غیر خطی کاهش یابد. از دیدگاه محاسباتی نیز رسیدن به دریافت یکسان برای زلزله‌های نزدیک به گسل در شدت کمتری اتفاق می‌افتد که متناظر با مقادیر کمتر از V_e و نهایتاً ضریب رفتار کمتر است. با جمع بندی این نتایج می‌توان نتیجه گرفت که ضریب رفتار سازه‌های BRBF تحت زلزله‌های نزدیک به گسل حدود ۲۵ درصد کمتر از زلزله‌های دور از گسل است و از طرف دیگر ضریب رفتار متناظر با سطح عملکرد CP حدود ۳۰ درصد بزرگتر از سطح عملکرد LS است.

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش، پارامترهای رفتار لرزه‌ای سازه‌های نمونه، شامل ضریب اضافه مقاومت، شکل پذیری و ضریب رفتار، تحت زلزله‌های نزدیک به گسل مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای برآورد پارامترهای رفتار لرزه‌ای سازه‌های نمونه از روش تحلیلی استفاده شد. برای این منظور ابتدا ۲ قاب نمونه که دارای ۳، ۶ و ۱۰ طبقه هستند انتخاب شده و پس از تحلیل و طراحی در نرم افزار ETABS، در نرم افزار SeismoStruct به صورت غیرخطی مدل سازی شدند. برای تعیین وضعیت پاسخ دینامیکی سازه‌ها تحت بارهای زلزله از تحلیل دینامیکی استفاده می‌شود. برای این منظور تحلیل‌های دینامیکی افزایشی (IDA) برای هر سازه و تحت مجموعه از رکوردهای نزدیک به گسل و دور از گسل که جمعاً ۲۰ شتاب نگاشت می‌باشند، اجرا می‌شود. از تلفیق نتایج تحلیل‌های دینامیکی و بار افزون پارامترهای رفتار لرزه‌ای سازه‌ها برای سطوح عملکرد مختلف تعیین شد. با مقایسه این کمیت‌ها می‌توان دریافت که میزان تفاوت عملکرد سازه‌های BRBF تحت رکوردهای مختلف زلزله به چه میزان است و از سوی دیگر می‌توان برآورد نمود که تغییرات ضریب رفتار و متغیرهای وابسته به آن به چه میزان به مشخصات سازه و بارهای اعمالی بستگی دارد. پس از انجام تحلیل‌ها و پردازش داده‌های خروجی، نتایج زیر حاصل شد:

۱- برای سطح عملکرد "ایمنی جانی"، میانگین ضریب اضافه مقاومت قاب‌های نمونه، برای زلزله‌های نزدیک به گسل برابر ۱/۹ به دست آمده است. این مقادیر برای سطح عملکرد "جلوگیری از فروریزش برابر ۲/۱ می‌باشد.

۲- در سطح عملکرد "ایمنی جانی"، میانگین ضریب کاهش برش پایه ناشی از شکل پذیری (R_D) برای قاب‌های مورد مطالعه، برای زلزله‌های نزدیک به گسل برابر ۲/۹ به دست آمده است. این مقادیر برای سطح عملکرد "جلوگیری از فروریزش برابر ۳/۵ می‌باشد.

۳- برای سطح عملکرد "ایمنی جانی"، میانگین ضریب رفتار قاب‌های نمونه، برای زلزله‌های نزدیک به گسل برابر ۵/۷ حاصل شده است. این مقادیر برای سطح عملکرد "جلوگیری از فروریزش برابر ۷/۳ به دست آمد.

۴- به طور میانگین، مقدار ضریب رفتار به دست آمده برای سطح عملکرد "جلوگیری از فروریزش" ۲۵ درصد بیشتر از مقادیر مربوط به سطح عملکرد "ایمنی جانی" می‌باشد.

۵- به طور میانگین، مقدار ضریب رفتار به دست آمده برای زلزله‌های دور از گسل (۸/۲) حدود ۳۰ درصد بیش از مقادیر مربوط به زلزله‌های نزدیک به گسل (۶/۵) است.

باید بر این نکته تأکید کنیم که مقادیر ارائه شده برای ضریب رفتار جهت طراحی بر اساس حالات حدی به دست آمده‌اند و برای استفاده در طراحی به روش تنش مجاز باید در ضریب تصحیح بین ۱/۴ تا ۱/۵ ضرب شوند.

با جمع بندی نتایج حاصل از این مطالعه می‌توان گفت که سازه‌های دوگانه قاب خمشی فولادی ویژه و قاب مهاربندی شده کمانش تاب (SMRF-BRBF) با قابلیت جذب انرژی بالا در محدوده رفتار غیر ارتجاعی که همراه با شکل پذیری و ضریب رفتار بالای این سازه‌ها است می‌توانند به عنوان یک سیستم باربر جانبی با کارایی بالا جهت مقابله با نیروهای جانبی وارده از طرف بارهای زلزله در نواحی لرزه خیز مورد استفاده قرار گیرند؛ هرچند، در مواردی که استفاده از این سیستم‌ها برای حوزه نزدیک به چشمه لرزه‌زا انجام می‌شود باید از مقادیر ضریب رفتار کوچکتری نسبت به رکوردهای دور از گسل استفاده شود زیرا شکل پذیری سیستم‌های مهاربندی در برابر تحریکات پالسی زلزله‌های نزدیک به گسل کمتر از شکل پذیری آنها تحت رکوردهای دور از گسل است. همچنین نتایج نشان داد که اگر معیارهای دقیقی برای تعریف سطح عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها بر اساس پارامترهای پاسخ لرزه‌ای سازه‌ها مانند دریافت نسبی طبقات، وجود داشته باشد، در این صورت می‌توان ضریب رفتار را به طور جداگانه برای سطوح مختلف عملکرد تعیین و ارائه نمود.

مراجع

[۱] Priestley, M.; "Performance based seismic design", Bulletin of the New Zealand society for earthquake engineering, vol ۳۳, pp. ۳۲۵-۳۴۶, (۲۰۰۰).

- [۲] Maheri, M.R.; Kousari, R.; Razazan, M.; "Pushover tests on steel X-braced and knee-braced RC frames", Journal of Engineering Structures, vol ۲۵, pp. ۱۶۹۷-۱۷۰۵, (۲۰۰۳).
- [۳] MacRae, Gregory A.; Yoshihiro Kimura, M.ASCE.; M.ASCE, Charles Roeder.; "Effect of Column Stiffness on Braced Frame Seismic Behavior", Journal of Structural Engineering ASCE/MARCH, (۲۰۰۴).
- [۴] Kim, Jinkoo; Choi, Hyunhoon; "Response modification factors of chevron-braced frames", Journal of Engineering Structures, vol ۲۷, pp. ۲۸۵-۳۰۰, (۲۰۰۵).
- [۵] Okazaki, T.; Engelhard, M. D.; "Cyclic loading behavior of eccentric links constructed of ASTM A۹۹۲ steel", Journal of Constructional Steel Research, vol ۶۳, pp. ۷۵۱-۷۶۵, (۲۰۰۷).
- [۶] Asgarian, B.; Shokrgozar, H.R.; "BRBF Response modification factor", Journal of Constructional Steel Research, vol ۶۵, pp. ۲۹۰-۲۹۸, (۲۰۰۹).
- [۷] Mahmoudi, Mussa; Zaree, Mahdi; "Evaluating response modification factors of concentrically braced steel frames", Journal of Constructional Steel Research, vol ۶۶, pp. ۱۱۹۶-۱۲۰۴, (۲۰۱۰).
- [۸] Izadinia, M.; Rahgozar, M. A.; Mohammadrezaei, O.; "Response modification factor for steel moment-resisting frames by different pushover analysis methods", Journal of Constructional Steel Research, vol ۷۹, pp. ۸۳-۹۰, (۲۰۱۲).
- [۹] Mahmoudi, Mussa.; Abdi, Mohammad Ghasem.; "Evaluating response modification factors of TADAS frames", Journal of Constructional Steel Research, vol ۷۱, pp. ۱۶۲-۱۷۰, (۲۰۱۲).
- [۱۰] Abdollah Zadeh, Gholamreza; Mohammadi, Shahrouz; "Behaviour Factor of Double Steel Frame with Centric Braces of Large Scale", Journal of Modelling in Engineering, vol ۱۰, pp. ۱-۱۳, (۲۰۱۳).
- [۱۱] Rahmani, Z.; Naghipour, M.; Vaseghi Amiri, J.; Karimnezhad, R.; "Comparing Seismic Parameters in Dual Systems Equipped with Centric and Eccentric Braces and Side Plate Connection", Middle-East Journal of Scientific Research, vol ۱۴, pp. ۳۰۰-۳۰۸, (۲۰۱۳).
- [۱۲] Mahin, Stephan.; Uriz, Patxi.; Aiken, Ian.; Field, Caroline.; Ko, Eric.; "Seismic Performance Of Buckling Restrained Braced Frame Systems", International Journal of ۱۳ th World Conference On Earthquake Engineering Vancouver, pp. ۱-۱۴, (۲۰۰۴).
- [۱۳] Kalani Sarokolayi, Leila; Gholampour dehkordi, Sirous; Shafaghathi sefidab, Masoud; "Evaluating Response Modification Factors of Concentrically Braced and Special Moment Steel Frames in Duplex Buildings", Journal of Structural Engineering and Geotechnics, vol ۵, pp. ۳۱-۳۸, (۲۰۱۵).
- [۱۴] Soltangharai, V.; Razi, M.; Gerami, M.; "Comparative Evaluation of Behavior Factor of SMRF Structures for Near and Far Fault Ground Motions", Periodica Polytechnica, Civil Engineering, vol ۶۰, pp. ۷۵, (۲۰۱۶).
- [۱۵] Soltangharai, V.; Razi, M.; Gerami, M.; "Behavior factor of buckling restrained braced structures for near and far fault ground motions", International Journal of Structural Engineering, vol ۶, pp. ۱۵۸-۱۷۱, (۲۰۱۵).
- [۱۶] Taghinezhad, R.; Taghinezhad, A.; Mahdavi, V.; Soltangharai, V.; "Evaluation of story drift under pushover analysis in reinforced concrete moment frames", International Journal of Research and Engineering, vol ۵, pp. ۲۹۶-۳۰۲, (۲۰۱۸).
- [۱۷] Sadeghi, A., Hashemi, S., Mehdizadeh, K. "Probabilistic Assessment of Seismic Collapse Capacity of ۳D Steel Moment-Resisting Frame Structures". Journal of Structural and Construction Engineering, (۲۰۲۰).
- [۱۸] Pouraminian, M., Hashemi, S., Sadeghi, A., Pournabakhshian, S. "Probabilistic Assessment the Seismic Collapse Capacity of Buckling-Restrained Braced Frames Equipped with Shape Memory Alloys". Journal of Structural and Construction Engineering, (۲۰۲۰).
- [۱۹] Soltangharai, V., Razi, M., & Gerami, M. J. P. P. C. E. Comparative evaluation of behavior factor of SMRF structures for near and far fault ground motions. ۶۰(۱), ۷۵-۸۲. (۲۰۱۶).



Measuring Current Efficiency and Strategy for Improving Future Efficiency of Feasibility Phase in Construction Projects

Alireza Solhjoo^{۱*}, Towhid Pourrostan^۲, Mohsen Vafamehr^۳, Javad Majrouhi^۴

^۱- PhD Student in Construction Management, Azad University Central Tehran*

Email: a_solhjoo@yahoo.com

^۲- PhD in Construction Management, Assistant Professor, Azad University Central Tehran

Email: t.pourrostan@iauctb.ac.ir

^۳- PhD in Architectural Engineering, Professor, Iran University of Science & Technology

Email: vafamehr@iust.ac.ir

^۴- Javad Majrouhi, PhD in Construction Management, Assistant Professor, Azad University Central Tehran

Email: j.majrouhi@iauctb.ac.ir

ABSTRACT

In spite of the development of theories related to the early stages of the project life cycle (feasibility studies and initial planning), it is still unclear to what extent the project stakeholders have sufficient belief regarding the necessity and implementation of these initiation phases in practice. This research has been conducted with the aim of measuring the efficiency of implementation of feasibility study in construction projects (especially in Iran) and proposing a solution to improve its efficiency in the future. The data collection tool is questionnaire based and has been measured and analyzed using the relative importance index (RII) of the following items: Measuring the efficiency of existing feasibility methods, Developing and controlling its performance and Knowledge-based feasibility study. The results of this analysis revealed the factors such as (Sequence of tasks, bottom-up management and appropriate work breakdown structure) that are of particular importance for the development of the initial phase of projects. Also, the general findings indicate that this research can be used to clarify how to strengthen the link between related theories and the use of these theories in the implementation of projects in practice. In addition, this research can provide new insights for project managers and stakeholders towards the new knowledge-based management strategies and tools and also can implement the project team training system to improve the level of insight and understanding of project stakeholders from the early stages of the life cycle in the current practices of construction projects.

Keywords: Construction project management, Project life-cycle, feasibility study, initiate planning, project stakeholders



www.cpjournals.com

نشریه عمران و پروژه

Civil & Project Journal (CPJ)

سنجش کارائی فعلی و راهکار ارتقاء کارآمدی آتی مرحله امکان سنجی در

پروژه های ساختمانی

علیرضا صلح جو^{۱*}، رستم توحید پور، محسن وفا مهر^۲، جواد مجروحی^۴

۱- دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد تهران مرکزی*

پست الکترونیک: a_solhjoo@yahoo.com

۲- دکتری تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت، استادیار و عضو هیات علمی، دانشگاه آزاد تهران مرکزی

پست الکترونیک: t.pourrostan@iauctb.ac.ir

۳- دکتری تخصصی مهندسی معماری، استاد و عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران

پست الکترونیک: vafamehr@iust.ac.ir

۴- دکتری تخصصی مهندسی و مدیریت ساخت، استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد تهران مرکزی

پست الکترونیک: j.majrouhi@iauctb.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۵

چکیده

علیرغم توجه به توسعه نظریه های مربوط به مراحل آغازین چرخه حیات پروژه (مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی های اولیه) ، هنوز کاملاً مشخص و روشن نیست که ذینفعان و دست اندرکاران پروژه تا چه حد در مورد ضرورت و چگونگی پیاده سازی این مراحل در عمل اعتقاد دارند . این تحقیق با هدف سنجش میزان کارائی پیاده سازی این مرحله در پروژه های ساختمانی (خصوصاً در کشور ایران) و پیشنهاد راهکار ارتقاء کارآمدی آن انجام شده است . ابزار گردآوری اطلاعات، پرسشنامه محور بوده و با استفاده از شاخص اهمیت نسبی موارد ذیل مورد سنجش، تجزیه و تحلیل قرار گرفته است: (۱) سنجش کارایی روشهای موجود امکان سنجی؛ (۲) توسعه و کنترل عملکرد آن؛ و (۳) امکان سنجی دانش محور. در نتیجه این آنالیز، فاکتورهایی را که برای توسعه مرحله آغازین پروژه از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (توالی فعالیت ها، مدیریت پایین به بالا و ساختار شکست کار مناسب) آشکار ساخت. و یافته های کلی حاکی از این است که این تحقیق می تواند برای روشن کردن چگونگی تقویت پیوند بین تئوری های مرتبط و استفاده این نظریه ها در اجرای پروژه ها در عمل کاربرد داشته باشد. علاوه بر این، تحقیق حاضر می تواند بینش جدیدی را برای مدیران و دست اندرکاران پروژه ها به سمت استراتژی ها و ابزارهای جدید مدیریتی دانش محور مورد نیاز و پیاده سازی سیستم آموزش تیم پروژه برای ارتقاء سطح بینش و درک ذینفعان پروژه از مراحل آغازین چرخه عمر پروژه در شیوه های فعلی پروژه های ساختمانی فراهم نماید .

کلمات کلیدی:

مدیریت پروژه ساختمانی، چرخه عمر پروژه، مطالعات امکان سنجی، برنامه ریزی اولیه، ذینفعان پروژه.

مقدمه

در پروژه های ساختمانی که در محیط های رقابتی در حال اجرا می باشند ، پیاده سازی مراحل آغازین (امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه) پروژه برای شفاف سازی عملکرد پروژه بسیار حیاتی است (د اسنو و همکاران، ۲۰۱۶). به طور خاص ، فرآیند این مراحل آغازین ، برای اطمینان از اینکه پروژه ها اهداف خود را محقق می کنند ، باید به طور دقیق و کارآمد پیاده سازی شود (لاسلو ، ۲۰۱۰). علاوه بر این ، فرآیندهایی از قبیل (انتخاب مناسب ترین تکنیک ها و ابزارها، تعریف و سازمان دهی فعالیت ها ، و تخمین و تخصیص اقتصادی ترین روش تامین منابع) در چرخه حیات پروژه های ساختمانی بسیار ضروری هستند (اهوجا و تاوئنگادام ، ۲۰۱۴ ؛ کلسی و همکاران ، ۲۰۱۵).

هاگان (۲۰۱۸) استدلال کرد که امکان سنجی پروژه ، فرآیندهایی هزینه محور و زمان محور می باشند ، بنابراین ، مدیران پروژه و متخصصان امکان سنجی ، هنگام پیاده سازی و مدیریت این مراحل همواره با چالش هایی مواجه می باشند . (اوگلیتی ، ۲۰۱۵). مدیریت مراحل آغازین چرخه حیات پروژه یکی از فعالیت های بسیار مهم برای مدیران پروژه محسوب می گردد. در انجام این مرحله ، ضمن در نظر داشتن برقراری توازن بین زمان و هزینه بر پایه تخصیص منابع ، می بایست به موضوع حداقل رساندن مدت زمان پروژه نیز توجه کافی به عمل آید (المغربی و همکاران ، ۲۰۱۶). در این مراحل آغازین پروژه ، برنامه تخصیص منابع باید از توسعه قابل اعتماد برنامه ها اطمینان حاصل کند (کرزور ، ۲۰۱۹). مدیران و برنامه ریزان پروژه ، نیز باید برای برنامه ای که شامل هماهنگی مدیریتی کافی و توالی های صحیح باشد ، پاسخگو باشند (وینچ و کلسی ، ۲۰۱۵). شوبریس و وایت (۲۰۱۷) اظهار داشتند که شرکت های ساختمانی دارای پروژه های متعدد ، به رویکردهای هماهنگی بیشتری برای برنامه ریزی و کنترل ، نسبت به سازمان های تک پروژه یا دارای تعداد پروژه های کم در یک زمان نیاز دارند . یکی از موانع محتمل برای اینچنین رویکردهای هماهنگی ، ماهیت جریان تصمیم گیری در ساختار و سازمان پروژه می باشد

پیاده سازی امکان سنجی، بدون اطلاع از جزئیات و ساختار کار به موفقیت نائل نمی گردد . علاوه بر این ، یک فرایند امکان سنجی ناقص، ممکن است به مختل شدن ارزش مطالعات و همچنین کاهش قابل اعتماد بودن آنها منتهی گردد و از این رو منجر به جریان کنترل نشده پیشرفت پروژه منجر گردد (اندرسن ، ۲۰۱۴). طبق نظر اوبرلندر (۲۰۱۵) ، ردیابی برنامه های پروژه به درستی محقق نخواهد شد، مگر اینکه سیستم و فرآیند کنترل های موثری در پروژه پیاده سازی و برقرار شده باشد. طبق نظر اهاکوم (۲۰۱۶) سند خروجی مراحل آغازین پروژه ، به عنوان نظامی فعال در تشخیص و اصلاح انحرافات از برنامه محسوب می گردد. چوا و گودینوت (۲۰۱۶) اظهار کردند که تعریف یک ساختار شکست کار (WBS) مطلوب در مرحله آغازین چرخه حیات پروژه، باعث ارتقاء کیفیت ارتباط بین ارکان واجزاء پروژه و بنابراین پویایی بیشتر برنامه ها و همچنین عملکرد پروژه می گردد.

موضوعاتی که در این تحقیق گزارش شده است با هدف شناسایی و ارزیابی شیوه های فعلی انجام مراحل آغازین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه در پروژه های ساختمانی ایران صورت پذیرفته است . این تحقیق ، شامل دیدگاه های دست اندرکاران صنعت ساختمان در خصوص مراحل آغازین چرخه حیات پروژه ، همچنین عقاید این دست اندرکاران در روش های توسعه کاربرد این مطالعات و برنامه ریزی ها در کنترل فرآیندها پروژه ، و همچنین میزان آگاهی و دانش مرتبط با این مفاهیم می باشد . در بخش های بعدی این تحقیق ، مرور پژوهش های قبلی، روش تحقیق ، تجزیه و تحلیل و نتایج ، نظریه و پیاده سازی آن ، و در آخر ، نتیجه گیری اصلی و افق دیدی برای توسعه های آینده و کار در این زمینه مطرح خواهد شد .

مرور پژوهش ها

مرور پژوهش ها برای ارائه بینشی روشن و همچنین درک روشهای تحقیق مرتبط با مراحل آغازین چرخه حیات پروژه (مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه) تدوین شده است . با تمرکز بر سوال اصلی این تحقیق ، این مسئله بررسی می شود که ارکان و دست اندرکاران پروژه های ساختمانی تا چه میزان ، نظریه های موجود در مطالعات امکان سنجی دانش محور و تئوری های برنامه ریزی اولیه را در پروژه های در دست اجرای خود پیاده سازی می نمایند ؟ علاوه بر این ، پژوهش های بررسی شده نشان می دهد که سؤال این تحقیق

مسئله مهمی به نظر می رسد که نیاز به بررسی بیشتری از منظر مدیران پروژه و سایر ذینفعانی که در مراحل چرخه عمر پروژه ها خصوصاً مرحله ساخت دخیل هستند، دارد. لذا پژوهش های مرتبط در قالب دسته بندی ذیل، مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت:

۱- توسعه مرحله مطالعات و برنامه ریزی اولیه و کنترل عملکرد آن ۲- شناخت روش ها و ابزار مختلف انجام مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه پروژه ۳- آگاهی، اعتقاد و دانش مدیریتی در خصوص روشهای پیاده سازی مراحل آغازین چرخه حیات پروژه

توسعه مرحله مطالعات و برنامه ریزی اولیه و کنترل عملکرد آن

طبق اظهارات سگارا و وزل (۲۰۱۵)، عملکرد واقعی مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه به ارزیابی کیفیت برنامه های آینده پروژه، و همچنین شناسایی فرصتهایی برای پیشرفت پروژه کمک می کند. متخصصان مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزان به ترتیب باید این کارها را برای کنترل تخصیص منابع وفق محدودیت های برنامه در دستور کار خود قرار دهند (د اسنو، ۲۰۱۶). علاوه بر این، هاگان (۲۰۱۸) هدف اصلی کنترل برنامه را نوعی کنترل عملکرد واقعی به منظور ارائه اقدامات اصلاحی و تدوین برنامه های جبرانی لازم در صورت نیاز تعریف نموده است. برنامه ریزان و مدیران پروژه باید وضعیت و روند پیشرفت لحظه ای پروژه های خود را رهگیری نمایند، به عبارت دیگر با مقایسه پیشرفت واقعی با پیشرفت برنامه ای، از ایجاد فاصله بین این دو جلوگیری نمایند (یونگ و کانگ، ۲۰۱۷). رسورف و عبودی (۲۰۱۲) بر این باورند که، همبستگی متقابل بین زمان و هزینه یک پروژه، مستلزم پیاده سازی یک سیستم کنترل و بازخورد، خصوصاً هنگام مواجهه با برنامه جبران زمان از دست رفته می باشد. اوبرلندر (۲۰۱۵) اظهار داشت که پیاده سازی این فرآیند کنترل را می توان مشخصاً با یک برنامه عملیاتی که به سه مؤلفه اصلی (دامنه، زمان و هزینه) پیوند داده شده است، محقق ساخت. به نظر می رسد که یک تعریف کامل و استاندارد پروژه در مرحله آغازین پروژه، می تواند دو حوزه تعریف شکست کار و کیفیت آن را تحت پوشش خود قرار دهد، گرچه دومی احتمالاً به طور جداگانه در مشخصات و اسناد مربوط به خود تعریف شده است. در ارتباط با موضوع نحوه تبیین و بهره برداری از یک ساختار شکست کار (WBS) در پروژه، کوهلنس (۲۰۱۴) مفاهیم کلیدی در یک ماتریس WBS معمولی، که شامل یک سیستم کدگذاری دارای قابلیت پشتیبانی کنترل برنامه است را در مرحله آغازین پروژه به رسمیت شناخت. د اسنو (۲۰۱۶) در تحقیقی، عملکرد و تاثیر پیاده سازی مراحل آغازین امکان سنجی و برنامه ریزی در چرخه حیات پروژه را بر اساس ارزیابی معیارهای کیفیت تحویل پروژه از دیدگاه بهره برداران و سایر ذینفعان پروژه مورد بررسی تحلیل قرار داده است. تحقیق مذکور بر اساس معیارهای سنجش عملکرد که خطاهای موجود در ورودی فرآیند و دغدغه های رفتاری (مانند ارتباطات ضعیف، مهارت کم کارشناسان مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و شناخت ناکافی از ریسک های پروژه) را برجسته می کند، انجام پذیرفته است. سایر پژوهشگران نیز جنبه های عملکردی این مرحله آغازین را با رویکردها و دیدگاه های دیگری مورد بررسی قرار داده اند. به عنوان مثال، گلن وراثت و متوس (۲۰۱۸) خاطرنشان کردند که یک امکان سنجی و برنامه اولیه معتبر، باید به عنوان یک خط کش مقایسه ای برای بررسی پیشرفت واقعی با پیشرفت برنامه ای پروژه استفاده شود.

شناخت روش ها و ابزار مختلف انجام مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه پروژه

در حوزه دامنه و زمان پروژه های ساختمانی، روش های متعددی برای انجام مراحل آغازین پروژه (مطالعات و برنامه های اولیه پروژه) استفاده می شود، و منشأ و ریشه اولیه بیشتر این روشها در حوزه برنامه ریزی به جنگ جهانی دوم، یا حتی زودتر کشیده شده است. این روش ها شامل نمودار گانت، روش مسیر بحرانی (CPM)، و روش بررسی و ارزیابی برنامه (PERT) می باشند (هاگان، ۲۰۱۸). این روشها بیشترین کاربرد در صنعت ساخت داشته اند. (رند ۲۰۲۰)، اگرچه آنها به عنوان رویکردهای سنتی همواره مورد انتقاد قرار گرفته اند (آنتیل و وودهد، ۲۰۱۲). این روشها در ابتدا برای اهداف دیگری غیر از برنامه ریزی پروژه های ساختمانی توسعه یافته اند. نمودار گانت یک ابزار گرافیکی است که برای سازماندهی مجموعه ای از فعالیت ها در یک دوره زمانی مشخص استفاده می شود (ویلسون، ۲۰۱۳) و همچنین به عنوان ابزاری تصویری برای نظارت بر فعالیت های در حال پیشرفت پذیرفته شده است (نیکلاس و استین، ۲۰۱۲). CPM و

PERT نیز به موازات به منظور سازماندهی و برنامه ریزی پروژه های ساختمانی سنتی با مجموعه ای از وظایف مشخص شده در قالب WBS معرفی شدند (زیمنس، ۲۰۱۴). با این وجود، تمایز اصلی بین آنها این است که CPM مبتنی بر شبکه تعیین کننده ای است که از تخمین زمان واحد برای محاسبه مدت زمان برنامه استفاده می کند. PERT به عنوان یک شبکه با استفاده از برآورد سه نقطه ای زمان برای مدل سازی عدم اطمینان های مرتبط با تخمین مدت فعالیت توسعه داده شده است (زو و هیدی، ۲۰۱۵). این روش های سنتی به دلیل عدم توانایی آنها در مدل سازی ریسک ها و سایر عواملی که عدم پیش بینی و شناسایی آنها در مراحل آغازین چرخه حیات پروژه، می تواند منجر به برنامه ریزی و تخمین های اشتباه از آینده پروژه گردد، انتقاد های زیادی را به خود جلب کرد (یانگ، ۲۰۱۵). این انتقادات تا حدی از طریق توسعه و پیشرفت این روشها به روش های ریاضی مبتنی بر شبیه سازی، کاسته شد. این توسعه ها برای غلبه بر مشکلاتی مانند دقت تخمین و برآوردها، و همچنین تخصیص اعتبار منابع و اولویت های مرتبط با زمان واقعی برنامه ریزی انجام پذیرفت (هوانگ و وانگ، ۲۰۱۶)؛ کوکان، اوردم، نصری و پاک نژاد (۲۰۱۲) در حوزه هزینه نیز نیاز به دخیل کردن کارشناسان اقتصادی در این مراحل می باشد.

ابزارها و تکنیک ها کامپیوتری متعددی با مدل های شبیه سازی پیشرفته و همچنین روش های الگوریتمی برای برنامه ریزی محدودیت های منابع پروژه، یکپارچه سازی شده است. همانطور که به عنوان مثال توسط گرین وود، و یوهانسن (۲۰۱۷)؛ لیو و وانگ (۲۰۱۲)؛ و لانگ و اوساتو (۲۰۱۸) نشان داده شده است، این نویسندگان مسائل مربوط به مدل ها و الگوریتم های ریاضی شبکه محور را بررسی کرده اند. در واقع، سیستم های برنامه ریزی پیشرفته ای که از هر دو روش الگوریتمی و بهینه سازی استفاده می نمایند، در تحقیقات عملی مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. هدف از این تکنیک ها، بهینه سازی و ارائه بیشتر تخمین های قابل اعتماد از برنامه با مدت زمان نامشخص است، که با استفاده از رویکردهای سنتی قابل دسترسی نبوده است. (هوانگ و وانگ، ۲۰۱۶). هرچند این رویکردها پتانسیل های خوبی دارا بودند ولی، برخی از مشکلات یا کاستی های مرتبط با مراحل آغازین مطالعات و برنامه ریزی پروژه در آن ها قابل مشاهده است (چن و همکاران، ۲۰۱۲؛ جون-یان، ۲۰۱۲). علاوه بر این، سرپرست (۲۰۱۶) از روشها و تئوری های سنتی مطالعات و برنامه ریزی انتقاد کرد و علت این انتقاد را اینطور اعلام کرد که این روشها در برنامه ریزی پروژه های بزرگ تر و پیچیده تر، از کارایی کمتری برخوردارند.

آگاهی، اعتقاد و دانش مدیریتی در خصوص روشهای پیاده سازی مراحل آغازین چرخه حیات پروژه

ارتقاء دانش و شناخت مراحل آغازین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه پروژه و همچنین روشها و ابزارهای قابل استفاده برای مدیریت پروژه ها برای تمامی سازمانهایی که سعی در پیاده سازی اصولی این مراحل آغازین چرخه حیات پروژه را دارند، ضروری است (ویلکینز، ۲۰۱۵). از دیدگاه تولید، دانش مدیریت برنامه موضوع مهمی است که می بایست از نقطه نظر دانش و تجربه جهت قضاوت درباره مشکلات مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی با تمرکز بر زمان و هزینه مورد توجه قرار گیرد (سیور، ۲۰۱۷). این باعث استحکام پیوند بین تئوری های مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و به کار بردن آن ها در عمل می شود (اسمیت، فرانک، و یونسون، ۲۰۱۲). علاوه بر این، یانگ (۲۰۱۵) نیاز به این مسئله را برجسته کرد که ارتقاء شناخت و دانش است که می تواند سازگاری و استقبال ذینفعان پروژه را نسبت به پیاده سازی اصولی این مراحل آغازین چرخه حیات در پروژه ها بیشتر نماید. در واقع، مطالعات و پژوهش های کمی بر تمرکز روی ارتقاء باور و دیدگاه ذینفعان پروژه با رویکرد دانش محور بودن مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه صورت گرفته است. در میان آنها، اوگلیتی (۲۰۱۵) یک مدل الگوریتمی را برای ارزیابی برنامه ریزی دانش محور بر اساس اطلاعات ناقص معرفی کرد. تاچر (۲۰۱۰) یک مدل و ساختار دانش محور متصل به یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری، برای تدوین و بازنگری مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی معرفی کرد. این مدل با هدف اولیه حل مشکلات ناشی از امکان سنجی و برنامه ریزی مبتنی بر دانش بدون ساختار که توسط مدیران پروژه بر اساس تجربیات گذشته خود پیاده سازی میشود معرفی شد. در مورد مشابه، شوپریس و وایت (۲۰۱۷) استفاده از دانش را با رویکرد یکپارچه سازی با نرم افزار برای تجزیه و تحلیل برخی از عوامل مؤثر بر برنامه های پروژه مورد بررسی قرار دادند. یافته های این تحقیق نشان داد که اکثر مشکلات مراحل آغازین چرخه حیات پروژه به دلیل عدم آگاهی یا دانش و درک ناکافی ارکان پروژه در مورد

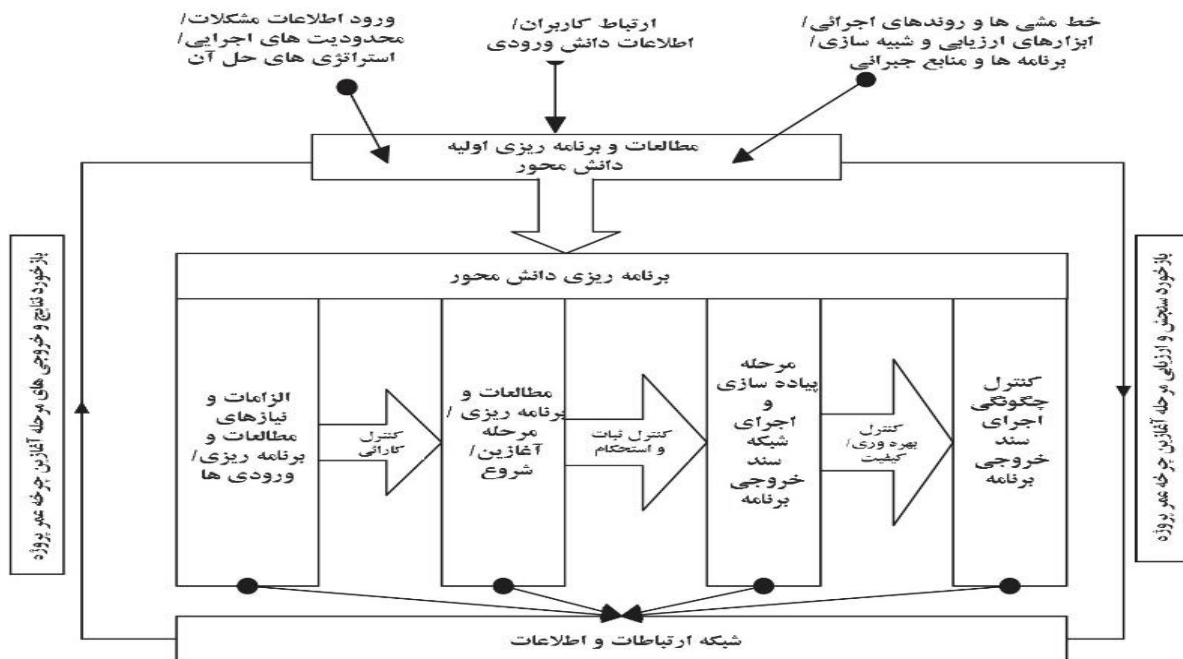
سیستم های پیاده سازی مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه در پروژه ها حادث می گردد. واکر و شن (۲۰۱۲) در مطالعه ای، انعطاف پذیری مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه و عملکرد برنامه پروژه را از طریق یک مدل یکپارچه با استفاده از چارچوبی برای کوتاه کردن زمان پروژه مورد بررسی قرار داد. این مدل به منظور تسهیل در انتقال و تبادل دانش و چشم انداز ذینفعان با روشی کارآمد تر به مرحله آغازین تدوین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و همچنین مراحل بعدی اجرای پروژه پیشنهاد داده شد. پژوهش دیگری در سال ۲۰۱۱، سگرا و وزل، دانش سازمانی لازم برای مرحله امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه را از دو منظر: توصیفی و تشریحی مورد بررسی قرار دادند. هرچند این مطالعات، دیدگاه هایی برای سنجش میزان سودمندی امکان سنجی و برنامه ریزی های اولیه مبتنی بر دانش در پروژه ها بیان کرده اند؛ با این حال، کاربرد و پیاده سازی عملی چنین رویکردهایی مستلزم بررسی بیشتری می باشد. در نتیجه، اینگونه فرض می شود که بررسی میزان درک ذینفعان پروژه از اصول و مفاهیم اساسی پیاده سازی مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه می تواند خلاء خاصی در دانش مورد نیاز این مرحله و همچنین فرصت هایی برای ارتقاء این اطلاعات را برجسته و مورد توجه قرار دهد. هرچند این تحقیق، میزان شناخت، دانش و آگاهی ارکان دست اندرکار پروژه های ساختمانی را از جمله موارد زیر مورد بررسی قرار داده است، اما محدود به این موارد نیست: (الف) مدیریت تدوین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مورد نیاز برای مرحله آغازین یک پروژه (ب) مفاهیم و اطلاعات ورودی لازم برای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی.

به طور خلاصه، تحقیقات قبلی در مورد استفاده از ابزارها و تکنیک های مختلف مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه حاکی از آن است که مهم تر از ابزار و تکنیک ها، نیاز به ارزیابی میزان درک و شناخت و اعتقاد ارکان صنعت ساخت با ضرورت پیاده سازی مراحل آغازین چرخه حیات پروژه وجود دارد. مادامی که دلایل دقیق و روشن پنهان شده در پشت این مشکلات روشن نشده باشد، می توان گفت که این مشکلات ناشی از درک نادرست ذینفعان از اصول اساسی پیاده سازی این مراحل آغازین در مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه ها، نشأت گرفته است. از مرور پژوهش های ارائه شده، می توان نتیجه گرفت که از ارکان دخیل در پروژه ها، انتظار می رود که شناخت و دانش صحیحی نسبت به چگونگی پیاده سازی مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی های مراحل آغازین چرخه حیات پروژه داشته باشند. علاوه بر این، از دست اندرکاران دخیل در صنعت ساخت انتظار می رود که توانایی این امر را داشته باشند که از میزان مناسب بودن و اثربخشی چنین روشهایی در برآورده ساختن نیازهای ذینفعان پروژه اطمینان داشته باشند. کار میدانی که در این پژوهش، انجام و شرح داده شده، موارد زیر را مورد سنجش و بررسی قرار خواهد داد:

(الف) دست اندرکاران و ذینفعان پروژه های ساختمانی تا چه حد با روش های پیاده سازی مراحل آغازین چرخه حیات پروژه ها، آشنا و به لزوم پیاده سازی آنها در مرحله آغازین پروژه ها اعتقاد دارند
(ب) آنها تا چه حد از پیاده سازی این مراحل رضایت دارند.

این رویکردهای مدیریت پروژه باید به میزان کافی در هر دو منظر نظری و عملی از طریق پیاده سازی این مراحل در پروژه های واقعی توسط مدیران پروژه برای کنترل مؤثرتر اهداف پروژه مورد توجه قرار گیرند.

در این پژوهش، الگوی شماتیک و مفهومی برای تدوین و پیاده سازی مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی دانش بنیان، پیشنهاد داده شده و همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده، اهمیت داشتن یک شناخت و درک مفهومی از مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه در مراحل آغازین چرخه حیات پروژه ها از نقطه نظر نقش های کلیدی، ورودی ها و خروجی ها برجسته شده است. اینگونه میتوان استدلال کرد که دستیابی به کیفیت بالا در تدوین و پیاده سازی الگوی بهینه مرحله آغازین چرخه حیات پروژه، مستلزم ارتقاء استاندارد مدیریتی بهینه و داشتن درک صحیح ذینفعان پروژه از جنبه های مذکور مطالعات و برنامه ریزی می باشد.



شکل (۱) - مدل دانش محور مرحله آغازین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی

اهمیت تحقیق

پژوهش های قبلی به اهمیت و لزوم وجود پیوندی ناگسستنی بین نظریه های مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه و پیاده سازی این تئوری ها در پروژه های اجرایی از دیدگاه ذینفعان و سازمان های پروژه نپرداخته اند. بدون آگاهی و داشتن کافی از لزوم این پیوند بین تئوری و عمل در حوزه مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه، مدیران و دست اندرکاران پروژه هنگام اجرای این موارد در مراحل آغازین چرخه حیات پروژه با چالشهای اساسی در خصوص چگونگی پیاده سازی این تئوری ها و مفاهیم در عمل روبرو می گردند. این چالش ها می بایست در هر دو سطح نظری و عملی از طرف سازمانها و ارکان دخیل در پروژه ارزیابی شود. بنابراین، این پژوهش سعی دارد تا بخشی از این شکاف و خلاء دانش را با ارزیابی و سنجش میزان آشنایی و شناخت ارکان دست اندرکار و ذینفعان پروژه در این زمینه به منظور همسویی این دانش با توسعه مفاهیم مدیریت پروژه برای تدوین سیستم اصولی و پیاده سازی صحیح و موثرتر مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه در مراحل آغازین چرخه حیات پروژه پوشش دهد.

از مرور پژوهش ها، تشخیص داده می شود که پیاده سازی موفق مراحل آغازین چرخه حیات پروژه، مستلزم بررسی مسائل اساسی به منظور ارتقاء کیفیت آن ها می باشد. همچنین نیاز به بررسی دیدگاه ارکان دست اندکار پروژه های ساختمانی و متعاقبا استفاده از این دیدگاه ها برای ارزیابی میزان شناخت از چگونگی پیاده سازی این مراحل مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه می باشد. برای تحقق این هدف، جامعه هدفی متشکل از ارکان پروژه دست اندکار صنعت ساخت، انتخاب و میزان درک و شناخت آنها از مفاهیم کلیدی و اصول اساسی مرحله آغازین مطالعات و برنامه ریزی اولیه از طریق تعدادی سؤالات، از جمله: شناخت مطالعات امکان سنجی، هماهنگی بین WBS و برنامه؛ منطق برای تعیین توالی صحیح فعالیت ها؛ داده ها برای برآورد مدت فعالیت؛ و روشها برای کنترل برنامه مورد ارزیابی قرار گرفته است. سوالات پیرامون فعالیت های مرحله آغازین پروژه و مطالعات و برنامه ریزی های لازم در این مرحله خصوصا از نگاه افراد و متخصصانی که در این حوزه ها در پروژه ها و سازمان ها مسئولیت دارند، تمرکز کرده است. از نقطه نظر ساختار یک سازمان، این دیدگاهها می توانند این مسئله را نمایان سازند که یک سازمان تا چه میزان از دیدگاه سنتی به مراحل آغازین چرخه حیات پروژه که به طور معمول در پروژه ها پیاده سازی می شود به دیدگاه های نوین دانش محور در این زمینه پیشرفت کرده است. پیش بینی می شود که

یافته های حاصل از بررسی میدانی این تحقیق در حوزه پروژه های ساختمانی کشور ایران، به توسعه بیشتر پیاده سازی صحیح مرحله نخست پروژه ها و همچنین تقویت پیوند بین تئوری و عمل در مرحله مطالعات و برنامه ریزی با شناسایی مؤثرترین مکانیسم های مورد نیاز برای تقویت سازمان دانش مورد نیاز برای نخستین مرحله چرخه عمر پروژه با هدف بهبود راندمان فرآیند ساخت کمک نماید.

روش تحقیق و جمع آوری اطلاعات

طراحی پرسشنامه

این تحقیق از یک طرح پیمایشی (نظرسنجی) برای کشف پتانسیل های موجود در معیارها و عوامل برگرفته از مرور پژوهش ها به منظور بوجود آوردن تغییری محسوس و مؤثر برای ارکان پروژه در فرآیند اجرای چرخه حیات پروژه های ساختمانی استفاده کرده است. در این خصوص طبق ادعای ایدل (۲۰۱۳) یک نظرسنجی مبتنی بر پرسشنامه، به مثابه یک رویکرد مثبت گرایانه، خصوصاً برای تحقیقات توصیفی که به دنبال بررسی و تجزیه و تحلیل مشکلات تحقیق در حوزه مورد بحث تحقیق، یعنی همان مطالعات و برنامه ریزی اولیه می باشد، محسوب می گردد. علاوه بر این، یک پیمایش و نظرسنجی مبتنی بر پرسشنامه انتخاب شده است، زیرا دسترسی به تعداد زیادی از منابع را میسر میسازد (لیو، ۲۰۱۲). بدین منظور، لیستی از معیارها یا بیانیه ها به استناد مرور پژوهش ها با در نظر گرفتن و تمرکز بر مواردی که در مطالعات قبلی مرتبط با مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه پروژه که مشخصاً مورد توجه و بررسی قرار نگرفته بود، تهیه و موضوع بررسی این تحقیق قرار گرفته است. سپس از روش طوفان فکری به همراه تجربیات خبرگان و دست اندرکاران صنعت ساخت، برای ایجاد یک مجموعه نهایی بیانیه های پرسشنامه، که به سه حوزه اصلی دسته بندی شده اند، استفاده شده است. پرسشنامه مشتمل بر سه بخش اصلی است: بخش اول ارزیابی دیدگاه پاسخ دهندگان در مورد میزان مناسب بودن و کارایی روش های امکان سنجی و برنامه ریزی موجود که در در عمل استفاده می شود؛ دومین بخش، ارزیابی دیدگاه پاسخ دهندگان از میزان آگاهی آنها از فرآیندهای روش های مربوط به توسعه مطالعات و برنامه و همچنین کنترل و نظارت بر آن؛ و سومین بخش، ارزیابی سطح دانش پاسخ دهندگان در خصوص تئوری های مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و مسئولیت ها و نقش های لازم در مرحله آغازین چرخه حیات پروژه. علاوه بر این، پرسشنامه شامل مجموعه ای از سؤالات باز با هدف اخذ نظرات بیشتر از پاسخ دهندگان در مورد موضوعات تحقیق می باشد.

انتخاب جامعه هدف و توزیع پرسشنامه

شرکت کنندگان در این تحقیق بر اساس دو رویکرد تصادفی و راحتی دسترسی انتخاب شدند. سه بسته پرسشنامه برای افراد دست اندرکار در پروژه ها و شرکت های ساختمانی دولتی، نیمه دولتی و خصوصی و کارشناسان اقتصادی و اساتید دانشگاه ارسال گردیده است. اکثر پاسخ دهندگان سازمان ها در شهر تهران واقع شده اند. علاوه بر این، شرکت کنندگان بر اساس معیارهایی از جمله مشارکت در مراحل مختلف چرخه حیات پروژه های ساختمانی و همچنین مقیاس های مختلف پروژه ها از اندازه متوسط تا بزرگ انتخاب شده اند. همچنین سعی شده است از شرکت کنندگانی در سطوح متفاوت دانش در مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه پروژه دعوت به عمل آید. پرسشنامه ها از طریق ایمیل و پیام رسان های تلفن همراه به شرکت کنندگان انتخاب شده توزیع گردید و معمولاً قبل از ارسال، اجازه ارسال از آنها اخذ می گردید و توضیحاتی به صورت تلفنی یا پیام صوتی نیز ارائه میشد. پژوهشگر، بعد از ارسال پرسشنامه، از شرکت کنندگان در مورد پرسشنامه، پیگیری و یادآوری به عمل آورد. ضمناً حجم جامعه آماری با استفاده از فرمول کوکران محاسبه گردید. از تعداد کل ۱۳۰ پرسشنامه که بر اساس معیارهای انتخاب، توزیع شده بودند، ۸۰ پرسشنامه بازگردانده و جمع آوری شد، سه پرسشنامه تکمیل نشده بود که در نتیجه ۷۷ پرسشنامه معتبر (یعنی ۷۷ نفر) برای استفاده در تحلیل قابل بهره برداری بود. به عنوان یک نتیجه گیری، میزان پاسخ دهی کلی ۶۱/۵ درصد بود که به نظر منطقی می رسد، به ویژه با توجه به مطالعات قبلی پروژه های ساختمانی که نرخ پاسخ دهی کمتری را تجربه کرده اند (لانگ، اوگانلانا، ۲۰۱۸؛ تام، و کنگ، ۲۰۱۶).

انتخاب رویکردهای تحلیل اطلاعات

پرسشنامه از مقیاس ۷ لیکرت (۱ = به شدت مخالف، ۷ = به شدت موافق) برای سنجش میزان موافقت یا مخالفت پاسخ دهندگان استفاده کرده است. جیمسون (۲۰۱۴) اظهار داشت که محققان تمایل بیشتری به استفاده از یک مقیاس ۷ نقطه ای که ممکن است در متنوع سازی پاسخ ها کمک کند، داشته اند، هرچند که این ممکن است به تغییرات قابل توجهی در بین میانگین رتبه بندی کلی منجر نشود. رتبه بندی کلی میزان اهمیت عوامل مورد بررسی در مطالعه با استفاده از روش شاخص اهمیت نسبی (RII) مورد بررسی قرار گرفت. RII به عنوان روشی مناسب برای تجزیه و تحلیل نظرسنجی از مطالعات حوزه صنعت ساخت با داده های مقیاس معمولی انتخاب شده است (هولت، ۲۰۱۴). زیرا فاصله بین مقادیر پاسخهای جمع آوری شده از طریق مقیاس عددی را نمی توان یکسان فرض کرد، استفاده از RII در تولید یک شاخص متوسط بر روی متغیرهای بازه دقیق تر است (هولت، ۲۰۱۴). RII به طور گسترده ای برای تجزیه و تحلیل داده های مقیاس لیکرت جهت اندازه گیری نظرات شرکت کنندگان در معیارهای خاص یا متغیرهایی در مطالعاتی که از نظر ماهیت با زمینه مطالعه این تحقیق مشابه است، استفاده می شود. (چان، ۲۰۱۵). موافقت های پاسخ دهنده برای این کار در این تحقیق از تبدیل شاخص ۷ رتبه ای لیکرت به شاخص های حسابی معادلات زیر جمع آوری شده است: (هولت ۲۰۱۴)

$$RII = [Ew/A*n], \quad 1$$

$$RII_{adjust} \text{ (for a 7-point scale)} = [(116.68*RII) - 16.68], \quad 2$$

$$\text{Where } E W(\text{in this study}) = (7*n_7 + 6*n_6 + 5*n_5 + 4*n_4 + 3*n_3 + 2*n_2 + n_1).$$

برای مقیاس ۷ نقطه ای، محدوده $RII = [1 - (1 / A_{max}) = 0.14 \text{ to } 0.86]$ ، در جایی که RII = شاخص اهمیت نسبی، w = وزن مخصوصی که توسط مخاطب به هر بیانیه داده شده، که، در این تحقیق، $A_{min} = 1.0$ to $A_{max} = 7.0$ متغیر است، جایی که ۱ نشان دهنده آن است که "به شدت مخالفم" و ۷ نشان دهنده "به شدت موافقم". حرف A در رابطه (۱) بالاترین امتیاز رتبه مورد استفاده (۷) را نشان می دهد، و n نشان دهنده تعداد کل پاسخ دهندگان که یک مورد خاص را انتخاب کرده اند می باشد. با این حال، باید توجه داشت که مقادیر RII (رابطه ۱) با توجه به تعداد کل پاسخ دهندگان تجزیه و تحلیل (تعداد = ۷۷) برای دست یافتن به تخمینی با دقت بیشتر در مورد متغیرهای بازه در بین رتبه بندی RII محاسبه شده است. (هولت، ۲۰۱۴).

تجزیه تحلیل داده ها و یافته ها

خصوصیات پاسخ دهندگان

همانگونه که در شکل ۲ برخی از جوامع هدف پاسخ دهندگان کلیدی به طور خلاصه نمایش داده شده است، پاسخ دهندگان از سازمان های مختلف انتخاب شده اند: حدود ۴۰٪ در شرکت های ساختمانی خصوصی و نیمه خصوصی مشغول به کار بودند، حدود ۲۵٪ در بخش های دولتی و حدود ۲۰٪ در شرکت های پیمانکاری و مدیریت ساخت، و مابقی در شرکت های مهندسان مشاور طراحی و سایر نقشها، مانند مدیران نگهداری و بهره برداران ساختمانها و همچنین اساتید دانشگاه و کارشناسان اقتصادی، پاسخ دهندگان را تشکیل می داد. علاوه بر این، عنوان شغلی پاسخ دهندگان حدود (۴۰٪) مدیر عامل و مدیر رده میانی، حدود (۲۹٪) مهندسین ارشد، (۱۱٪) مدیران پروژه، مابقی مدیر اجرا، مدیران کنترل پروژه و ریسک، هیات علمی دانشگاه و اقتصاددان بودند. از نظر تجربه و سابقه کار شکل (۲)، نشان می دهد که پاسخ دهندگان با سابقه کار ۶ تا ۱۰ سال و ۱۶-۲۰ سال بیشترین درصد پاسخ دهندگان را تشکیل می دهند.



شکل شماره (۲): مشخصات پاسخ دهندگان

میزان آشنایی، مناسب بودن و اثربخشی روشهای مطالعات و برنامه ریزی اولیه

در شکل شماره (۳) نتایج پاسخ ها درخصوص میزان مناسب بودن و اثربخشی روشهای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه نمایش داده شده است. با توجه به میزان آشنایی شرکت کنندگان با روش ها و ابزار مورد استفاده در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مورد بررسی در این تحقیق، که با $Q1$ نمایش داده شده است، برنامه ریزان هنوز هم ترجیح می دهند از روشهای سنتی استفاده کنند، مانند نمودارهای گانت در حوزه زمان و روش های سنتی مطالعات امکان سنجی در حوزه هزینه که در رتبه اول قرار گرفت ($R_{II\text{adjust}} = 0.439$). روش مسیری بحرانی و PERT هر دو رتبه مساوی کسب کردند ($R_{II\text{adjust}} = 0.435$). روشهای جدیدتر و نرم افزارهای جدید امکان سنجی پروژه ها، در رده پایین ترین ($R_{II\text{adjust}} = 0.197$) قرار گرفت. این نتیجه ممکن است به دلیل سهولت استفاده و درک اصول برنامه ریزی در روش های سنتی، در مقایسه با روش های مدرن حاصل شده باشد، همانطور که توسط $Q2$ ($R_{II\text{adjust}} = 0.638$) و $Q4$ ($R_{II\text{adjust}} = 0.671$) نشان داده شده است. انطباق آسان و درک موجود روش ها و جوابگوئی آنها در برنامه ریزی های انجام شده در پروژه های موجود رتبه تقریباً مساوی ($R_{II\text{adjust}} = 0.645$)، و با نشان $Q5$ نمایش داده شده است. پاسخ دهندگان اظهار داشتند که احتمال اینکه با استفاده از روشهای موجود، بتوان طبق برنامه، زمان و هزینه پروژه را در واقعیت محقق کرد، کم است ($R_{II\text{adjust}} = 0.610$). $Q6$ و همچنین دقت کمتری در تخمین عدم قطعیت ها در پروژه دارد ($R_{II\text{adjust}} = 0.569$). $Q7$ محدودیت ها در روشهای موجود حاکی از نیاز به یک تیم ماهرتر می باشد ($R_{II\text{adjust}} = 0.666$). $Q8$ روشهای کنونی برای استفاده در آینده مفید توصیه نشده است ($R_{II\text{adjust}} = 0.506$). $Q9$ دلیل این امر همانطور که قبلاً اشاره شد، ممکن است فقدان متخصصان ویژه مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه یا فقدان آگاهی کافی در مورد نظریه ها و مفاهیم و همچنین روشهای مربوط به این مرحله آغازین چرخه عمر پروژه باشد.

میزان کارائی و اثربخشی روش های موجود امکان سنجی و برنامه ریزی		نتایج RII	
		RII _{adjust}	Rank
Q1	آشنائی با، گانت چارت روش مسیر بحرانی تکنیک بررسی و ارزیابی برنامه مدیریت پروژه زنجیره بحرانی سیستم آخرین برنامه ریز	0.439 0.435 0.435 0.197 0.299	9 10 10 12 11
Q2	رضایت از مناسب بودن روش های موجود	0.638	5
Q3	دنبال کردن و پیگیری آسان حین استفاده روشهای موجود	0.649	3
Q4	فهم آسان روش های موجود در سازمان	0.671	1
Q5	کفایت روش های موجود از نظر دارا بودن نیازهای امکان سنجی و برنامه ریزی	0.645	4
Q6	در نظر داشتن ضرب العجل ها در روش های موجود	0.610	6
Q7	دقت تخمین عدم قطعیت ها در روش های موجود	0.569	7
Q8	استفاده از تیم مجرب برای پیاده سازی روش های موجود	0.666	2
Q9	مناسب بودن روش های موجود برای ادامه استفاده در آینده	0.506	8

شکل شماره (۳): رتبه بندی و ارزش گذاری میزان کارائی و اثر بخشی روش های موجود امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه

ساختار مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی، توسعه و کنترل عملکرد آن

در شکل شماره (۴)، به طور خلاصه، نظرات مربوط به ورودی های مرحله آغازین مطالعات و برنامه ریزی با استفاده از باورهای پاسخ دهندگان قابل مشاهده می باشد. که تقریباً توجه یکسانی که به Q_{10} ($RII_{adjust}=0.625$) تا Q_{12} ($RII_{adjust}=0.623$) معطوف شده است، نشانگر فاکتورهایی که به عنوان ورودی اصلی در تدوین برنامه در نظر گرفته شده است، می باشد. نتایج نشان داد که پاسخ دهندگان به ترتیب توجه بیشتری به توسعه WBS همانطور که Q_{11} ($RII_{adjust}=0.647$) و سایر اولویت های مربوط به مدیریت به روزرسانی مدت زمان فعالیت و وابستگی فعالیت همانطور که توسط Q_{13} ($RII_{adjust}=0.638$) و Q_{14} ($RII_{adjust}=0.664$) نشان داده شده، معطوف کرده اند. فاکتورهای دیگری مانند سیستم کدگذاری (Q_{15})، در رده پایین تری قرار گرفته است ($RII_{adjust}=0.614$)، هرچند WBS (Q_{11}) رتبه بالاتر را کسب کرده است ($RII_{adjust}=0.647$). اهمیت کمتری به تخصیص بافرهای احتمالی یا استفاده صحیح از ایمنی بافر همانطور که در Q_{17} ($RII_{adjust}=0.621$) نشان داده شده، معطوف شده است. با توجه به کنترل کیفیت کارائی برنامه، پاسخ دهندگان، رتبه و جایگاه سیستم کنترل معمول مبتنی بر رویکرد پایین به بالا را در رتبه بالاتری از پیاده سازی یک سیستم کنترل کارآمدتر، که می تواند خروجی های یک برنامه اجرا شده را نسبت به پایه ورودی های طرح اصلی ارزیابی کند، رتبه بندی کردند. این نتایج توسط Q_{18} ($RII_{adjust}=0.599$) و Q_{19} ($RII_{adjust}=0.663$) تایید می شود. با این حال، دامنه تغییرات کوچک در مقادیر RII، نشان می دهد که همه عوامل در طول مدت پروژه می بایست توسط مدیران پروژه و متخصصان مرحله آغازین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مورد توجه قرار گیرد.

فاکتور های اجرا و کنترل مرحله امکان سنجی و برنامه ریزی		نتایج RII	
		RII _{adjust}	Rank
Q10	ارائه داده های با تعریف مناسب از طریق ذینفعان	0.625	7
Q11	ساختار شکست کار مناسب با استفاده از نرم افزارهای موجود	0.647	3
Q12	ارتباطات مناسب بین فعالیت های پروژه	0.623	6
Q13	کنترل مدت زمان به روز شده	0.638	5
Q14	به هنگام سازی توالی فعالیت ها کنترل شده است	0.664	1
Q15	تعریف یک سیستم کدینگ برای شناسائی فعالیت های مختلف	0.614	9
Q16	مدیریت و کنترل فعالیت های مسیر بحرانی	0.643	4
Q17	استفاده از بافرهایی برای کنترل کیفیت برنامه	0.621	8
Q18	در نظر داشتن کنترل کیفیت در مرحله آغازین	0.599	10
Q19	پیاده سازی سیستم مدیریت پایین به بالا برای کنترل کنترل کیفیت برنامه	0.663	2

شکل شماره (۴): شاخص های ارزیابی و کنترل کارائی و توسعه مرحله امکان سنجی و برنامه ریزی

مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی دانش بنیان و نقش ها و مفاهیم لازم برای این مرحله آغازین پروژه

دیدگاه ذینفعان پروژه و سایر ارکان پروژه در مورد الزامات و مقتضیات دانش-محور مورد نیاز برای پیاده سازی مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه در عمل، موضوع مهم دیگری بود که در این فرم نظر سنجی مورد بررسی و سنجش قرار گرفت (شکل شماره ۵). انگیزه تیم متخصص در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه (Q۲۷) و ضرورت دانش کافی و مهارت مدیران پروژه و برنامه ریزان (Q۲۵) و همچنین مناسب سازی و به روزرسانی روشها یا رویکردهای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه (Q۲۴) در $R_{IIadjust}$ به ترتیب در ۰.۷۶۲، ۰.۷۳۹ و ۰.۷۳۴ در بالاترین رتبه قرار گرفته اند. این مقادیر و رتبه ها با یافته های قبلی که نشاندهنده سطح پایین تر آشنایی استفاده از روش های مختلف مطالعات و برنامه ریزی بود، سازگار است. این یافته ها ی مرتبط با میزان درک ذینفعان و سایر ارکان پروژه از مفاهیم مطالعات و برنامه ریزی، نتایج پژوهش قبلی را تأیید می کنند (اسمیت، ۲۰۱۶)، همچنین اهمیت نیاز به درک مفاهیم و روشهای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مبتنی بر دانش را برجسته می سازد. دو عامل دیگر که مهم شناخته شده اند عبارتند از: انتخاب تکنیکها یا روشهای مناسب مدیریت یک برنامه خوب (Q۲۲) و همچنین شناسایی دقیق ورودی ها و خروجی ها در مرحله قبل از برنامه (Q۲۳)، که هر دو با همان $R_{IIadjust}$ در ۰.۷۱۶ ارزیابی شده اند.

	نتایج RII	Rank
	$R_{IIadjust}$	
مفاهیم و نقش های امان سنجی و برنامه ریزی اولیه		
امکان سنجی و برنامه ریزی یک حوزه مهم برای تعامل سازمان با اجرا	0.712	5
برنامه ریزی انعکاس دهنده تمامی ورودی ها و نیازها	0.688	6
پاسخگویی و مسئولیت مدیران ساخت و اجرا در خصوص انتخاب روش های مناسب	0.716	4
تمامی ورودی ها و اطلاعات در مرحله قبل از شروع پروژه شناسایی و برنامه ریزی می شوند	0.716	4
مدت های امکان سنجی و برنامه ریزی ایا آخرین توسعه ها به روز میگردند	0.734	3
مدیران و برنامه ریزان درک و شناخت کافی از نرم افزارهای امکان سنجی و برنامه ریزی دارند	0.739	2
ترجمه برنامه های کوتاه مدت به برنامه های بلند مدت	0.649	10
اهمیت ویژه به ایجاد انگیزه تیم امکان سنجی و برنامه ریزی	0.762	1
کارائی پایین از نظر مدیریت منابع	0.712	5
کارفرماها درک و شناخت کافی از ضرورت مرحله امکان سنجی دارند	0.679	7
شناسایی تمامی عدم قطعیت ها و خطرات در برنامه ریسک در این مرحله قبل از شروع اجرا	0.651	9
پیاده سازی یک سیستم منظم کنترلی بالا به پایین	0.668	8
سازمان ها معمولاً از دانش موجود در پیاده سازی مرحله امکان سنجی رضایت دارند	0.641	11

شکل شماره (۵): شاخص های ارزیابی مفاهیم امکان سنجی و برنامه ریزی دانش محور

پاسخ دهندگان همچنین نگرانی مشابهی به اهمیت تعامل مرز مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و عملکرد منابع در مدیریت ساخت نشان دادند (با Q۲۰ و Q۲۸، که امتیاز $R_{IIadjust}$ را دارد، نشان داده شده است). همانطور که قبلاً مشخص شد، پاسخ دهندگان متفقاً بر این نظر بودند که فرایندهای امکان سنجی و برنامه ریزی منعکس کننده ورودی ها و نیازها (Q۲۱) با رتبه $R_{IIadjust}$ ۰.۶۸۸ قرار دارند، اگرچه درک کارفرما از فرآیند مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی (Q۲۹) پایین تر ($R_{IIadjust} = ۰.۶۷۹$) رتبه بندی شده است. با توجه به وجود سیستم های کنترل (Q۳۱)، از نظر پاسخ دهندگان استفاده از مدیریت از بالا به پایین نیز رتبه نسبتاً پایینی را به خود جلب کرد ($R_{IIadjust} = ۰.۶۶۸$). آگاهی شرکت کنندگان از نوع سیستم مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی (برنامه فشار یا برنامه کشش) توسط Q۲۶ نشان داده شده است. برای روشن شدن مسئله، یک برنامه فشار به این معنی است که یک طرف پروژه برای تأیید برنامه به طرفهای دیگر فشار می آورد، در حالی که، یک برنامه کششی نشان دهنده یک برنامه ریزی برای همکاری همه جانبه است. علاوه بر این، شناسایی محدودیت ها به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته اند (Q۳۰) و بنابراین درک ناکافی با رتبه نسبتاً پایینی

($RII_{adjust} = 0.649$) و ($RII_{adjust} = 0.651$) نشان داده شده است. به طور کلی، به نظر می‌رسد که پاسخ دهندگان نسبتاً از دانش مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی خود ($Q32$) همانطور که با پایین‌ترین رتبه نشان داده شده است راضی هستند ($RII_{adjust} = 0.641$). هرچند این یافته‌ها ضرورت برای تغییرات چشمگیر در شیوه‌های فعلی نشان نمی‌دهند، ولی یکی از خط‌مشی‌های بالقوه این تحقیق، در نظر گرفتن مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی مکمل برای مرحله آغازین چرخه حیات پروژه با استراتژی‌های مدیریتی جدید، که در بخش‌های بعدی برجسته شده است، خواهد بود.

ایده‌ها و ادراک پاسخ‌دهندگان برای بهبود و ارتقاء کارائی روش‌های فعلی

برای به دست آوردن بینش بیشتر نسبت به جنبه‌های دیگر تحقیق مانند مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی دانش‌بنیان، هر بخش از پرسشنامه توسط تعدادی از سؤالات باز، به منظور یافتن پیشنهاداتی برای بهبود کارائی و عملکرد این مرحله از پروژه پشتیبانی شده است. به طور کلی، پیشنهادات ارائه شده توسط پاسخ‌دهندگان می‌تواند برای مشخص شدن اینکه آیا ذینفعان و دست‌اندرکاران پروژه آگاهی کافی از مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی دانش‌محور و مفاهیم مورد استفاده در مرحله آغازین چرخه حیات پروژه دارند یا نه مورد استفاده قرار گیرند. از پاسخ‌دهندگان خواسته شده که چگونه می‌توان بر جریان کاستی‌های موجود در مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی به منظور دستیابی به پیشرفت‌های آینده با توجه به موارد ذیل غلبه کند:

(۱) استراتژی‌های مدیریتی مورد نیاز ارتقاء کارائی مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی و (۲) الزامات دانش مورد نیاز برای مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی موفق.

بهره‌وری تئوری‌ها و روشهای مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی

برخی از پاسخ‌دهندگان اقداماتی برای ارتقاء بازده مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی پیشنهاد داده‌اند. به معنای کلان‌تر، پاسخ‌دهندگان نیاز به طراحی سیستم مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی فعال‌تر برای کنترل کارآمدی این مرحله آغازین پروژه را برجسته کردند. اهم یافته‌های حاصل از پاسخ‌سؤالات باز، در قالب موارد ذیل، دسته‌بندی و در راستای موضوع تحقیق مورد بهره‌برداری قرار گرفت.

مرحله مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی از عناصر مهم موفقیت پروژه می‌باشند. یک امکان‌سنجی و برنامه‌فعال مناسب، جهت، اهداف، دامنه، کیفیت و در نهایت نتایج و خروجی‌ها برای هر پروژه خاص را به روشنی مشخص می‌سازد. هدف از برنامه‌ریزی پروژه تعریف فعالیت‌ها، مدت زمان، و منطق روابط بین آن‌ها برای پیاده‌سازی برنامه‌ریزی و نظارت، بروزرسانی و برقراری ارتباط با برنامه وضعیت فعلی و سنجش تغییرات پروژه می‌باشد. مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی حرفه‌ای یک نقشه راه تخصصی برای مدیریت بهینه فرآیند چرخه حیات پروژه به تیم مدیریت پروژه ارائه می‌دهد.

به منظور ارتقاء بهره‌وری برنامه‌های ساخت پروژه، تیم پروژه باید در شناسایی نقاط کانونی آنها فعال باشند.

به گفته آلساکینی. همکاران (۲۰۱۴)، سیستم‌های جدید امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی پویا، بسیار مناسب‌تر از سیستم‌های سنتی محسوب می‌گردند. زیرا برنامه‌ریزی فعال واقعی و مناسب به مدیران و برنامه‌ریزان پروژه اجازه می‌دهد تا فرصتی برای پیش‌بینی و طراحی اقداماتی برای رویدادهای آینده داشته باشند، بنابراین، این اقدامات پیشگیرانه را جلوتر از هرگونه انحراف احتمالی در برنامه اصلی انجام خواهند داد. در طرف مقابل، عدم موفقیت برخی از مدیران پروژه به دلیل عدم دستیابی به یک مطالعات امکان‌سنجی و برنامه‌ریزی واقعی و مناسب می‌باشد.

همچنین پاسخ‌دهندگان نگرانی‌هایی در خصوص ضرورت ارتقاء کارایی اجرا و کنترل برنامه با غلبه بر کاستی‌های ابزارها و روشهای استفاده شده موجود فعلی برای برنامه‌ریزی پروژه در سازمان‌های خود مطرح کرده‌اند.

پیاده سازی امکان سنجی و برنامه های پروژه های پیچیده، مستلزم نظارت از نزدیک و شناسایی اینکه کدام یک از سیستم های کنترل قابلیت مدیریت بهینه پروژه را دارد می باشد. همچنین مستلزم آموزش بهتر و درک بهتر از ابزارها و پیچیدگی های مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی فعالیت های ساختمانی به ویژه برای برنامه ریزان مبتدی می باشد.

به نظر میرسد ناکارآمدی سیستم سنتی مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و همچنین ناکارآمدی ابزارها و روشهای موجود مسئله ای مشترک از دیدگاه اکثر شرکت کنندگان درگیر می باشد. همانطور که مدیر ریسک خاطرنشان کرد، خطاب این کاستی ها می تواند فقدان یا عدم کفایت آموزش ویژه در مورد ابزارها و روشهای نوین برای تیمهای درگیر در این مرحله آغازین پروژه باشد.

هرچند نمودارهای کلاسیک نواری، رویکردهای ساده ای هستند که توسط تمامی ارکان یک پروژه قابل درک است. ارتقاء برنامه ریزی مستلزم پوشش دهی تمام افراد درگیر در پروژه با آموزش روشهای جدید میباشد.

نمودارهای CPM و Gantt مشکلاتی را برای مدیران پروژه، به وجود آورده اند. معمولاً بیشتر این روشها با برنامه نویسی خطی تدوین شده اند و هنگامی که تغییرات در فعالیت های جزئی رخ میدهد که مطابق با فعالیت های مسیر بحرانی نیست، مشکلاتی را ایجاد می کند.

مدیریت بافر ممکن است به عنوان ابزاری برای کنترل اجرای برنامه های پروژه، به ویژه برنامه های چند وظیفه ای (لیچ، ۲۰۱۸) مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، دینفعان و دست اندرکاران پروژه باید عوامل مهم دیگری را نیز، از جمله هماهنگی سیستم های تحویل و تأمین مصالح مورد نیاز هنگام توسعه برنامه، همبستگی برنامه پروژه با برنامه مدیریت ریسک، و در نظر گرفتن تاریخچه هواشناسی و مسائل ژئوپلیتیکی در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه در نظر داشته باشند.

در هنگام تهیه برنامه، بررسی تاریخچه هواشناسی سایت توصیه می شود. توصیه می شود که برنامه پروژه با برنامه با ماتریس ریسک پروژه همبستگی داشته باشد. در این مرحله، مشاور، پیمانکار اصلی، پیمانکاران فرعی، بهره بردار در طول تهیه و به روزرسانی مطالعات و برنامه ریزی دخیل باشند. در نظر گرفتن مسائل ژئوپلیتیکی که بر پیشرفت پروژه تأثیر می گذارد. برای در نظر گرفتن وضعیت مالی پیمانکاران اصلی، پیمانکاران فرعی و تأمین کنندگان. در حین آماده سازی برنامه ها مناسب خواهد بود که از اصل ۸۰/۲۰ پارتو استفاده کنید. و قرار دادن بافر / احتمالی بر روی کلیه فعالیت های پروژه بین ۱۰-۲۵٪.

پاسخ دهندگان همچنین روشن ساختند که نیاز به ارتقاء بهره وری تصمیم گیری برای کل فرایند برنامه ریزی وجود ملموس است. مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مناسب، منجر به تصمیم گیری بهتر و کاهش زمان و هزینه می شود. اگر برنامه ریزی خوبی وجود نداشته باشد، بسیاری از مشکلات مربوط به تأخیر پروژه و هزینه های اضافی مواجه خواهیم شد. همانطور که در بالا اشاره شد، ارتقاء کیفیت تصمیم گیری در خصوص فرایندهای پروژه همبستگی با درک مفاهیم رویکردهای مختلف مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و ویژگی های کلیدی و تئوری های اساسی آن توسط تیمهای مدیریت پروژه درگیر در این مرحله آغازین پروژه است.

بالا بردن سطح دانش و آگاهی در خصوص مطالعات و برنامه ریزی اولیه

بیشتر پیشنهادات یا نظرات ارائه شده توسط پاسخ دهندگان در مورد مفاهیم مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی دانش محور بر نیاز به استفاده از تیم متخصصین و کارشناسان ماهر در این زمینه، از جمله برنامه ریزان، و لزوم آموزش ارکان درگیر در پروژه تأکید کرده اند. مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی اولیه پروژه باید توسط افراد باتجربه و برنامه ریزانی که همه مشکلات پروژه در عمل و روند امکان سنجی و برنامه ریزی را می شناسند، تهیه گردد.

صلاحیت های رهبری پروژه در کنترل برنامه ها در میان ویژگی های اصلی موفقیت پروژه ها طبقه بندی شده اند (کریستین، ۲۰۱۷). همانطور که در بالا اشاره شد، سطح دانش دست اندرکاران پروژه باید با استفاده از برگزاری برنامه های آموزشی روش های جدید و رویکردهای رایانه ای ارتقاء یابد.

روش های سنتی دارای ویژگی های محدودی هستند. . . از این رو، متخصصان امکان سنجی و برنامه ریزی را برای پروژه اختصاص دهید که بتوانند از پیشرفته ترین رویکردها در این مرحله استفاده کنند.

کسب و ارتقاء دانش در مورد رویکردهای نوین مدیریت پروژه، عامل کلیدی در ارتقاء بهره وری فرآیند پروژه های ساختمانی می باشد. به عنوان مثال، تحقیق انجام شده در خصوص تجزیه و تحلیل ریسک های برنامه با استفاده از PERT مبتنی بر مدل شبیه سازی ایده های هوانگ (۲۰۱۳) نشان داد که مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی یکی از مهمترین مراحل پروژه است که به دانش و تجربه خاصی نیاز دارد. هوانگ، همچنین تصمیم گیری و تشکیل و تعریف تیم پروژه و حل مسئله را به عنوان مهمترین مسائل مهم برای مدیران پروژه برشمرد. نظرات پاسخ دهندگان پرسشنامه های این تحقیق، نشان داد که برای ارتقاء سطح دانش موجود، همه ارکان درگیر در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی می بایست در برنامه های آموزشی رویکردها، روشها و فنون جدید شرکت نمایند. کلیه افرادی که برنامه را در کارگاه اجرا می کنند باید در زمینه فنون جدید امکان سنجی و برنامه ریزی آموزش داده شوند. با روش ها و تکنیک های جدید مشکلی وجود ندارد به جز افرادی که به خوبی آموزش ندیده اند، بنابراین این افراد باعث کاهش کارایی امکان سنجی و برنامه ریزی می شود.

یافته ها نشان داده که اتخاذ تکنیک های جدید تنها در صورتی موثر و کارا خواهد بود که سیستم آموزش برای کارمندان پروژه پایه ریزی شود. به عنوان مثال، استدلال شده است که که توسعه مدل های امکان سنجی و برنامه ریزی مبتنی بر دانش برای مدیران و برنامه ریزان پروژه، زمینه مناسبتری برای ارزیابی کارآمد تر سیستم برنامه ریزی فراهم می سازد (میکولاکوا، ۲۰۱۸). این الگوها می توانند به عنوان یک ابزار پشتیبان توسط کسانی که به اندازه کافی از دانش مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی برخوردارند، مورد استفاده قرار گیرند. به طور خلاصه، می توان استدلال کرد که برای ارتقاء بهره وری و اثربخشی مرحله آغازین امکان سنجی و برنامه ریزی لازم است استراتژی ها و ابزارهای مدیریتی حمایتی دیگری را در نظر بگیرید. این ابزارها شامل تعدادی از اقدامات جدید مدیریتی از جمله: (آموزش مخصوصاً موضوعات خاص در مراحل خاص پروژه ها، توانایی هماهنگ ساختن مدلهای دانش بنیان با استفاده از ابزارها و روشهای مدرن تر، توانایی برقراری ارتباطات مؤثر و مدیریت اقدامات پیشگیرانه و جبرانی در هنگام اجرای برنامه؛ و در نظر گرفتن عوامل خارجی یا محیطی بر اساس درسهایی که از گذشته پروژه ها آموخته اند) می باشند.

تجزیه و تحلیل بحث ها و استدلال ها و آنالیز نتایج

یافته های این تحقیق در شناسایی عناصر یا عوامل مهم برای بهبود و غلبه بر کاستی های موجود در انجام مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه های ساختمانی کمک شایانی داشته است. پیامدهای مفید این یافته ها در ادامه مورد بحث قرار می گیرد:

آشنایی شرکت کنندگان باروشها و ابزارهای مختلف مطالعات و برنامه ریزی

ارکان پروژه تمایل دارند تا با آنچه به عنوان روشهای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی سنتی شناخته شده است، بیشتر آشنا شوند. در حالی که، دغدغه مهم مدیران پروژه یا سیاست گذاران پروژه های ساختمانی، گسترش فرهنگ استفاده از روشهای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی نوین پروژه که از طریق ابزارهای سنتی قابل دستیابی نیست، می باشد. مطابق با اظهارات کومار (۲۰۱۵)، استفاده از روش های سنتی در پروژه های ساختمانی در بسیاری از ساخت و سازهای شرکت ها تعبیه شده است. این نگرانی در مورد شرکت های ساختمانی کشور ایران هم وجود دارد که ارکان دست اندرکار پروژه به میزان کافی توجه به ابزارها و روشهای مختلف امکان سنجی و برنامه ریزی اتخاذ شده توسط شرکت هایشان نداشته اند. این تحقیق همچنین نشان می دهد که ارکان پروژه استفاده از ابزارهای سنتی را بسیار آسان تر و بهتر میدانند. این یافته های جدید در کنار یافته های مطالعات قبلی، دلالت بر نیاز به تمرکز مدیریتی خاص به سمت بهبود نگرش ارکان دست اندرکار پروژه درخصوص دانش و تجربه روشها و ابزار مختلف مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی و سیستم کنترل هزینه دارد. این درک باید توسط با آموزش و یادگیری با همکاری نرم افزار توسعه دهندگان و کارشناسان مطالعات امکان سنجی و برنامه

ریزی هدایت شود. این دغدغه هم جهت با یافته های تحقیقات قبلی، که نشان داد تیم های مدیریت پروژه به کمک و پشتیبانی ابزار در تفسیر نتایج برنامه، به ویژه در پروژه ها با فعالیتهای چندگانه و وابستگی به منابع نیاز دارند. او برلندر (۲۰۱۵) و یانگ (۲۰۱۵). به طور خلاصه، با وجود استفاده آسان از ابزارها و روشهایی مانند نمودار گانت و CPM / PERT، تلاش مهمی برای رشد درک از دیگر ابزارهای پیشرفته در صنعت ساختمان، برای مقابله با پیچیدگی های واقعی پروژه های ساختمانی ضروری است. با دستیابی به هدف درک روشهای مختلف امکان سنجی و برنامه ریزی، تیم مدیریت پروژه باید توانایی مدیریت بهینه چرخه عمر پروژه را طبق برنامه را داشته باشد. این منجر به افزایش رضایتمندی و اعتماد ذینفعان پروژه به قابلیت اطمینان به برنامه های پروژه، و ارتقاء انگیزه یادگیری سازمانی روش ها و تکنیک ها جدید می گردد.

درک از تعریف، توسعه و کنترل مطالعات و برنامه ریزی

از نظر فرآیند توسعه و کنترل مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه، تحقیق نشان داد که باید به تمامی ورودی های مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی توجه یکسانی شود. با این حال، نتایج، حاکی است که اولویت مدیریت باید به تدوین و تعریف بهینه یک ساختار شکست کار (WBS) مناسب و توسعه یافته متمرکز گردد. این نکته بسیار مهم است زیرا WBS وسعت ابعاد یک پروژه را در همان مراحل آغازین پروژه منعکس می کند. به عبارت دیگر، عدم وجود یک WBS روشن به معنای تعریف گنگ و نامفهوم مراحل بعدی یک پروژه است. نتایج همچنین حاکی از این است که دخیل بودن کامل ذینفعان پروژه، و همچنین شناسایی روابط متقابل بین فعالیت های پروژه در همان مرحله آغازین چرخه حیات و قبل از مرحله اجرای پروژه برای مدیریت و کنترل مؤثر آن پروژه بسیار مهم است. تانگ (۲۰۱۵) خاطرنشان کرد: خروجی های مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی باید با تمام ورودی های WBS برای ارتقاء بهره وری پروژه همخوان باشد. چوا و گودینوت (۲۰۱۶) دریافتند که یک WBS مناسب، قابلیت بیشتری به مدیران پروژه برای کنترل دقیق تر پروژه میدهد.

مسئله مهم دیگر، شناسایی صحیح مسیرهای مهم در برنامه و به روزرسانی منطق و مدت زمان پروژه می باشد. نکته مهم دیگری که باید در نظر گرفته شود، این است که برنامه های در حال توسعه نیاز به برنامه های اجرایی یا بافر دارد. این برای کنترل کنندگان برنامه زمانی در هنگام مقایسه واقعیت برنامه های اجرا شده در برابر برنامه های پایه بسیار اهمیت دارد. در مواردی که انحراف از برنامه یا کمبود منابع، مشاهده گردد، از برنامه های اجرایی یا بافرهای احتمالی با هدف نگهداری پروژه در مسیر استفاده می شود. در این رابطه، نواقص برنامه های بافر، قطعاً برنامه کل را تحت تأثیر قرار می دهد (لیچ، ۲۰۱۸). پیاده سازی موفقیت آمیز برنامه های پروژه مستلزم تعریف و تبیین یک سیستم نظارتی کارآمد برای اطمینان از انجام فعالیتهای مطابق برنامه از نظر هزینه، زمان و کیفیت میباشد. همانطور که قبلاً اشاره شد، انتخاب یک مکانیسم و سیستم کنترل و گزارش نامناسب می توانند به برنامه ریزی نامنظم یا غیر واقعی و در نهایت عملکرد و کارایی ضعیف پروژه منجر شود.

نتایج تحقیق همچنین حاکی از اتفاق نظر شرکت کنندگان در این نکته می باشد که استفاده از روشهای کنترل رایج، اولویت بالاتری نسبت به سایر روشهای سنجش تطبیقی خروجی و نتایج برنامه دارد. از آنجائیکه ابزارهای سنجش تطبیقی کارایی برنامه مورد انتقاد قرار گرفته، لذا خط مشی مدیریت پروژه در کنترل کارایی برنامه باید از روش تطبیقی به اقدامات یکپارچه تری هدایت شود (مایور، ۲۰۱۷). علاوه بر این، نتایج تحقیق حاکی از آن است که مدیران پروژه و برنامه ریزان آنها باید قادر به اعمال سایر روشهای سنجش کارایی برای عوامل مرتبط با پروژه (به عنوان مثال، ریسک و کنترل کیفیت) باشند و از روش رایج سنجش کارایی سنتی اجتناب ورزند. اولویل (۲۰۱۵) نشان داد که یک تجربه عملی سیستم کنترل و نظارت بر هزینه و زمان پروژه بر اساس کنترل های مدیریتی ad-hoc، به جای سیستم های نظارت معمول نقاط عطف پروژه پیاده سازی شده است. به طور خلاصه، یافته های کلی تحقیق نشان می دهد که ضرورت دارد تا ضمن تغییر رفتارهای سازمانی

فعلی در نظارت بر برنامه پروژه ها، یک سیستم کنترل کارآمد تر در کل فرآیند چرخه حیات پروژه های ساختمانی و همچنین در تمام سطوح مدیریتی و عملیاتی پروژه جایگزین و اجرایی شود.

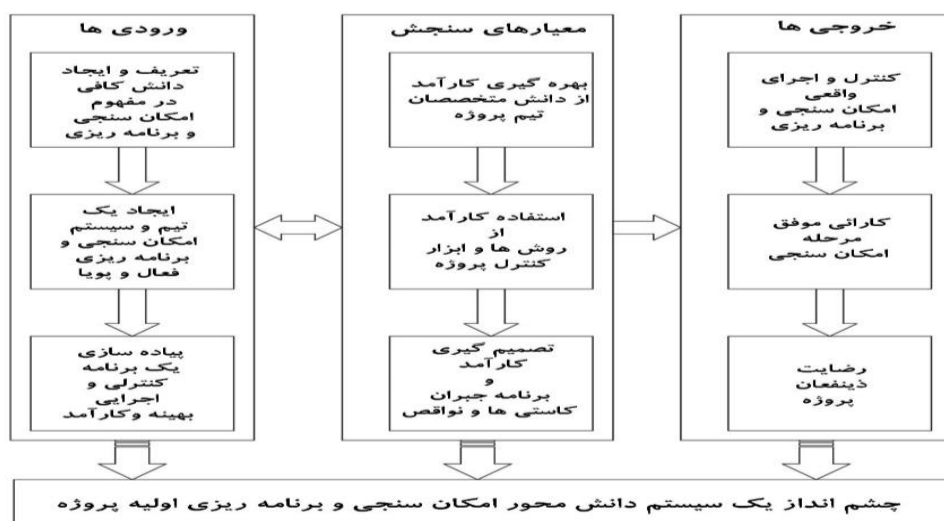
آشنائی ارکان پروژه از فرآیند و نقش های موجود در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی

دانش و آگاهی ارکان دست اندرکار پروژه از فرآیند و عناصر اصلی مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی در پروژه های ساختمانی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نتایج کلی این تحقیق نشان داد که ارکان دست اندرکار در پروژه بیشترین توجه را به عواملی از جمله ایجاد انگیزه در تیم، درک و شناخت کافی مدیر پروژه از مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه، و به روز کردن روشهای مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی معطوف داشتند. مدیران پروژه و برنامه ریزان باید از دانش کافی در مورد پیچیدگی برنامه های پروژه و منابع مرتبط برای نظارت کارآمدتر و تحلیل و پرداختن به کاستی ها در برنامه های برخوردار باشند (ویور، ۲۰۲۰).

ابعاد کیفیت و دقت برنامه می تواند با هماهنگی مناسب بین واقعیت اجرای و برنامه های کنترل پروژه، سنجیده و متوازن گردد. این توازن باید به طور روشن و دقیق در سطوح مختلف مدیریتی پروژه درک گردد. (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین، پایه گذاری این مسئله در اصول مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی برای تمامی ذینفعان پروژه لازم و ضروری است. کاستی هایی از این دست در میزان آگاهی و دانش ذینفعان پروژه در خصوص تئوری های دانش محور مورد نیاز در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه در پژوهش مک کی و ویرس (۲۰۱۱) مورد اشاره قرار گرفته است.

با این حال، به نظر نمی رسد که تلاش های صورت گرفته برای رفع این کاستی ها از طریق ارتقاء دانش ذینفعان پروژه تاکنون در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه منعکس شده باشد. هوانگ و نگ (۲۰۱۳) نشان داد که در پروژه های مدرن، به زمینه گسترده تری از دانش مدیریتی در پشت صلاحیت های فنی برای پاسخگویی مناسب به ریسک های پروژه نیاز است. به طور خلاصه، مدیریت پروژه های ساختمانی پیچیده، به مدیران و دست اندرکارانی نیاز دارد که دانش و آگاهی تخصصی در حوزه مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی داشته باشند. دستیابی به چنین دانشی برای دستیابی به تعریف مناسب مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی دارد، به نحوی که زمینه اندازه گیری، تحلیل و اصلاح برنامه های پروژه را برای ذینفعان و سایر ارکان دخیل در پروژه فراهم سازد.

بر اساس این یافته ها، یک چشم انداز توسعه یافته از مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی با رویکرد مبتنی بر دانش برای تقویت تعریف مؤثر از مراحل چرخه عمر پروژه ضروری است. این رویکرد برای استفاده بهینه از ورودی ها، اقدامات و نتایج سازماندهی می گردد (شکل شماره ۶).



شکل شماره (۶): چشم انداز سیستم امکان سنجی و برنامه ریزی دانش محور

نتیجه گیری و پیشنهادات

مرحله آغازین امکان سنجی پروژه، نقشه راهی را به سازمانهایی که نگران تحویل به موقع پروژه ها و استفاده کارآمد از منابع را دارند ارائه میدهد. هدف از این تحقیق، تعیین ماهیت و میزان کاستی ها در درک وضعیت پیاده سازی مرحله امکان سنجی خصوصا در کشور ایران بوده است. این پژوهش به منظور شناسایی و رتبه بندی فاکتورهای حاصله بر اساس نظرسنجی از ذینفعان مختلف پروژه در صنعت ساختمان انجام شده است. موارد مهمی به عنوان محدودیت های تحقیق وجود داشت. نخست اینکه، هرچند این پژوهش در یک حوزه محدود جغرافیایی انجام شده و نتایج بدست آمده نیز تحت تأثیر دیدگاههای صنعت بومی آن منطقه در یک زمان خاص بوده، ولی، این تحقیق ممکن است انگیزه کافی برای تشویق مدیران و ذینفعان پروژه برای برداشتن گام هایی برای افزایش مهارت و دانش در حوزه مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی ایجاد نماید. دوم اینکه، نتایج حاصله، منعکس کننده دیدگاههای رقابتی و تطبیقی تعدادی مهندس (از سازمانهای مختلف) دارای صلاحیت و دانش سطوح متفاوت در حوزه مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی میباشد. با وجود این محدودیت ها، یافته های تحقیق، نیاز توجه بیشتر به اصلاح و ارتقاء دانش مدیریت حرفه ای در سیستم مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه های ساختمانی را برجسته می سازد.

کمک به بخش تجربی و نظری

این تحقیق از هر دو دیدگاه نظری و عملی، با ایجاد بینش جدیدی به درک بهتر جنبه ها و مفاهیم مهم مرحله مطالعات و برنامه ریزی پروژه کمک شایانی خواهد کرد، چراکه اگر این مرحله به خوبی مورد بررسی قرار گیرد، می تواند به طور موثر یکپارچگی و توازن میان این ابعاد تئوری (نظری) و عملی (تجربی) را سطوح عملیاتی و مدیریتی ارتقا بخشد. مدیران و ذینفعان پروژه باید از وجود مکانیسم ها یا قوانینی که آنها را قادر به سنجش و بررسی سطح آگاهی متخصصان پروژه در طول اجرای مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مطمئن شوند. این مهم برای مدیریت پویای برنامه های پروژه با روشی واقع بینانه تر ضرورت دارد.

نتایج تحقیق همچنین حاکی از آن است که مدیران پروژه باید استراتژی های کنترلی کنونی خود را با نظام ها و سیستم های کنترل پروژه متفاوت تغییر دهند. بینش دیگری نیاز به جایگزین کردن است، یک رویکرد پیشگیرانه تر برای به حداقل رساندن ریسک های احتمالی در مرحله امکان سنجی، که اغلب به دلیل عدم دانش یا آگاهی در مورد تئوری ها و مفاهیم در مرحله مفهومی آغازین پروژه ظاهر می شوند. اتخاذ یک رویکرد پویا برای شناسایی و کاهش ریسک های احتمالی در همان مراحل آغازین و قبل از ورود به مراحل بعدی اجرائی پروژه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. علاوه بر این، سطح آگاهی ذینفعان از فرایندها و مفاهیم امکان سنجی باید در مراحل اولیه تعریف دامنه پروژه توسعه یافته و یکپارچه سازی گردد.

نتایج تحقیق همچنین نشان داد که مدیران و ذینفعان پروژه باید فلسفه مدیریتی جدیدی را با رویکرد تمرکز بر یکپارچگی و تقویت پیاده سازی سیستم آموزش سازمانی، و همچنین تقویت رشد و ارتقاء دانش اتخاذ نمایند. این استراتژی به تیم پروژه اجازه خواهد داد تا موانع اصلی مؤثر در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی را ارزیابی کنند. این استراتژی همچنین به کاهش حجم کار و کنترل کارآمدتر برنامه کمک خواهد کرد. در در این راستا، مدیران پروژه باید ابزارها و روشهای برنامه ریزی مناسب برای پروژه های پیچیده را به کار گیرند. هرچند که استفاده از این تکنیک ها و روشهای پیچیده باید با تلاشهایی برای ارتقاء انگیزه و آموزش تیم پروژه همراه باشد. سایر ذینفعان پروژه نیز باید با مفاهیم مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی آشنا باشند تا از انتخاب به صرفه ترین روش تخصیص منابع اطمینان حاصل کنند. مدیران پروژه باید به عنوان نفرات خط مقدم پروژه، باید با تعریف و ارائه یک برنامه یادگیری خلاق و به اشتراک گذاری دانش در پروژه حمایت و پشتیبانی نمایند.

یافته های این پژوهش از نقش مهمی در توسعه امکان سنجی و برنامه ریزی با سنجش اینکه به چه ميزانی دست اندرکاران پروژه چگونگی به کارگیری تئوریه ها را در عمل درک کرده اند، برخوردار است. از این نظر، یافته های پژوهش، افق مفیدی در مورد حوزه هایی از مدیریت پروژه که تحقیقات بیشتری لازم دارد را ارائه داده است. نخست اینکه امکان سنجی دانش بنیان، مسئله مهمی برای انجام

موفقیت آمیز فرآیندهای ساختمانی است. دوم اینکه، اقدامات قابل سنجش مهم مدیریتی را برای ارتقاء کیفی مرحله امکان سنجی برجسته کرده است؛ با این حال، برای پیاده سازی آن اقدامات، لازم است تا دست اندرکاران صنعت ساختمان از تجربیات خود بیاموزند در واقع، اینکه پیاده سازی چه میزان آموزش سازمانی در پروژه و سازمان مناسب است، همواره یک سؤال جالب بوده است که باید مورد بررسی قرار گیرد. سوم اینکه، تحقیق نشان داد که علیرغم وجود ابزارها و روشهای پیشرفته مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی در بازارها، ارکان دست اندرکار پروژه هنوز استفاده از روش های سنتی را ترجیح می دهند. بنابر این، عوامل مؤثر بر فرآیندهای تصمیم گیری هنگام انتخاب و اجرای ابزارهای مورد استفاده در مرحله امکان سنجی، باید مورد بررسی قرار گیرند. چهارم اینکه، این تحقیق حاکی از آن بود که ذینفعان پروژه باید شاخص های اصلی مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه را برای جلوگیری از عدم تطابق انتظارات آنها و برنامه های پروژه درک کنند. در این خصوص، همواره این نگرانی وجود دارد که عدم اعتماد از طرف ذینفعان اصلی، به ویژه کارفرما، اثربخشی مرحله امکان سنجی پروژه را تحت تأثیر قرار دهد. زیرا سطح اعتماد سهامداران پروژه به مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی، می تواند موفقیت پروژه را تعیین کنند. این ارتباط ناگسستنی نیاز به تحقیق و بررسی بیشتری دارد. این تحقیقات می تواند برای پوشش موضوعات مرتبط، مانند تأثیر سطوح مختلف دانش و شایستگی بر دیدگاه های مختلف سهامداران و ذینفعان پروژه در ارتباط با اثربخشی تعریف و دامنه پروژه، گسترش یابد. پنجم اینکه، موضوع نهایی که باید در نظر گرفته شود، موضوع استفاده از چشم اندازها و دیدگاه های مختلف مطالعات امکان سنجی برای ارزیابی عوامل مهم اثربخش بر پیاده سازی این مرحله آغازین در چرخه حیات پروژه های ساختمانی است.

در یافته های حاصل از شاخص اهمیت نسبی (RII) در خصوص امتیازدهی شیوه های فعلی که در عمل استفاده می شود، اختلافات اندکی بین پاسخ دهندگان در خصوص رتبه بندی اهمیت معیارهای مطالعه در مورد نیاز به ارزیابی بیشتر این حوزه مدیریت پروژه مشاهده گردید. مهمترین نتیجه گیری های حاصل از این تحقیق می تواند به شرح زیر خلاصه شود:

علی رغم وجود رویکردهای مدیریت مدرن، بیشتر ارکان دست اندرکار پروژه تمایل دارند تا از روش ها و ابزارهای سنتی در مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی استفاده نمایند، به نظر می رسد دلیل این باشد که ضمن آسان تر بودن اصول روش های سنتی، درک و اشتراک گذاری آن ها با جدیدترها نسبت به رویکردهای پیچیده امکان پذیرتر می باشد.

علیرغم اینکه بیشتر دست اندرکاران پروژه، اهمیت عوامل ورودی برای ساخت و مدیریت برنامه ها را تشخیص می دهند، وجود آگاهی از کاستی های رویکردهای امکان سنجی و برنامه ریزی فعلی و فراخوانی برای ارتقاء اثربخشی این رویکردها نیز مشاهده می شود. این نواقص و کاستی ها می تواند با درک رابطه بین WBS و برنامه پروژه، و همچنین مناسب بودن تکنیک ها و روشهای انجام مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی تقویت و برطرف گردد.

هرچند، اکثریت شرکت کنندگان با اظهاراتی که برای ارزیابی و سنجش آگاهی یا دانش اصول سازمانی و ورودی های مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه انجام می گردد موافقت، با این حال، یافته ها نشان می دهد که پیاده سازی مرحله مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی مبتنی بر دانش همچنان چالش برانگیز می باشد. بنابراین نتایج نشان می دهد که نیاز به پیاده سازی سیستم آموزش و یادگیری بیشتر در تئوری ها و مفاهیم مرحله آغازین مطالعات امکان سنجی و برنامه ریزی پروژه، همچنین کاربرد این تئوری ها در پروژه های ساختمانی کماکان وجود دارد.

منابع

- Ahuja, V., & Thiruvengadam, V. (۲۰۱۴). Project scheduling and monitoring: Current research status. Construction Innovation: Information, Process, Management.
- Alsakini, W., Wikström, K., & Kiiras, J. (۲۰۱۴). Proactive schedule management of industrial turnkey projects in developing countries. International Journal of Project Management.
- Andersen, E. S. (۲۰۱۴). Activity planning is hazardous to your project's health! International Journal of Project Management.

- Antill, J. M., & Woodhead, R. W. (۲۰۱۲). Critical path methods in construction practice (۳rd ed.). New York, NY: Wiley- Interscience.
- Cegarra, J., & Wezel, W. (۲۰۱۵). A comparison of task analysis methods for planning and scheduling. In C. F. Jan, W. Toni, & W. John (Eds.), Behavioral operations in planning and scheduling.
- Chan, D. W., & Kumaraswamy, M. M. (۲۰۱۵). A comparative study of causes of time overruns in Hong Kong construction projects. International Journal of Project Management.
- Chen, S.-M., Griffis, F. H., Chen, P.-H., & Chang, L.-M. (۲۰۱۲). Simulation and analytical techniques for construction resource planning and scheduling. Automation in Construction.
- Christian, J. (۲۰۱۷). Risk assessment in construction schedules. Journal of Construction Engineering and Management.
- Chua, D. K., & Godinot, M. (۲۰۱۶). Use of a WBS matrix to improve interface management in projects. Journal of Construction Engineering and Management.
- De Snoo, C., Van Wezel, W., & Jorna, R. J. (۲۰۱۶). An empirical investigation of scheduling performance criteria. Journal of Operations Management.
- Glenwright, E., & Mattos, A. D. (۲۰۱۸). The case for construction schedule validation and auditing. AACE International Transactions.
- Greenwood, D. J. (۲۰۱۷). An efficient method construction projects with resource constraints. International Journal of Project Management.
- Haugan, G. T. (۲۰۱۸). Project planning and scheduling. Leesburg Pike, VA: Management Concepts Press.
- Herroelen, W., & Leus, R. (۲۰۱۶). On the merits and pitfalls of critical chain scheduling. Journal of Operations Management.
- Holt, G. D. (۲۰۱۴). Asking questions, analysing answers: Relative importance revisited. Construction Innovation: Information, Process, Management.
- Huang, J. W., & Wang, X. X. (۲۰۱۶). Risk analysis of construction schedule based on PERT and MC simulation. In ۲۰۱۶ International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering.
- James, T. (۲۰۱۷). A comparison of email and postal surveys. The Irish Journal of Psychology.
- Kelsey, J. (۲۰۱۵). What do construction project planners do? International Journal of Project Management.
- Kelsey, J. M., Winch, G. M., & Penn, A. (۲۰۱۵). Understanding the project planning process.
- Kerzner, H. (۲۰۱۹). Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling.
- Kuklan, H., Erdem, E., Nasri, F., & Paknejad, M. J. (۲۰۱۲). Project planning and control: An enhanced PERT network. International Journal of Project Management.
- Kumar, P. P. (۲۰۱۵). Effective use of Gantt chart for managing large scale projects.
- Laslo, Z. (۲۰۱۰). Project portfolio management: An integrated method for resource planning and scheduling to minimize planning/scheduling-dependent expenses. International Journal of Project Management.
- Leach, L. P. (۲۰۱۸). Buffers: Key to project schedule success.
- Lim, A., Ma, H., Rodrigues, B., Teck Tan, S., & Xiao, F. (۲۰۱۱). New concepts for activity float in resource-constrained project management.
- Liu, S.-S., & Wang, C.-J. (۲۰۱۲). Optimizing linear project scheduling with multi-skilled crews. Automation in Construction.
- Long, L. D., & Ohsato, A. (۲۰۱۸). Fuzzy critical chain method for project scheduling under resource constraints and uncertainty. International Journal of Project Management.
- Luu, V. T., Kim, S. Y., Tuan, N. V., & Ogunlana, S. O. (۲۰۱۲). Quantifying schedule risk in construction projects using Bayesian belief networks. International Journal of Project Management.
- Maylor, H. (۲۰۱۷). Beyond the Gantt chart: Project management moving on. European Management Journal.
- McKay, K. N., & Wiers, V. (۲۰۱۱). Unifying the theory and practice of production scheduling. Journal of Manufacturing Systems.
- Oberlander, G. D. (۲۰۱۵). Project management for engineering and construction.
- Olawale, Y., & Sun, M. (۲۰۱۵). Construction project control in the UK: Current practice, existing problems and recommendations for future improvement. International Journal of Project Management.
- Oppenheim, A. N. (۲۰۱۳). Questionnaire design, interviewing and attitude measurement. London, UK.
- Plotnick, F. (۲۰۲۰). CPM in construction management. New York: McGraw-Hill Professional.
- Rand, G. (۲۰۲۰). Critical chain: The theory of constraints applied to project management. International Journal of Project Management.
- Rasdorf, W., & Abudayyeh, O. (۲۰۱۲). Cost- and schedule- control integration: Issues and needs. Journal of Construction Engineering and Management.

- Rowley, J. (۲۰۱۴). Designing and using research questionnaires. Management Research Review.
- Saver, J. (۲۰۱۷). Knowledge-based design of scheduling systems. Intelligent Automation & Soft Computing.
- Shobrys, D. E., & White, D. C. (۲۰۱۷). Planning, scheduling and control systems, Computers & Chemical Engineering.
- Tam, V. W. Y., Shen, L. Y., & Kong, J. S. Y. (۲۰۱۶). Impacts of multi-layer chain subcontracting on project management performance. International Journal of Project Management.
- Walker, D. H. T., & Shen, Y. J. (۲۰۱۲). Project understanding, planning, flexibility of management action and construction time performance.
- Weaver, P. (۲۰۲۰). Scheduling in the age of complexity. Paper presented at the Sixth Annual PMI College of Scheduling Conference.
- Wilkins, D. E. (۲۰۱۵). A call for knowledge-based planning. AIMagazine.
- Wilson, J. M. (۲۰۱۳). Gantt charts: A centenary appreciation. European Journal of Operational Research.
- Yang, J. B. (۲۰۱۵). Comparison of CPM and CCS tools to construction project. Proceedings of Third **International Structural Engineering and Construction Conference**.