

بررسی عوامل تاثیر گذاری خود ترمیم کننده بتن و میزان سطح

پایداری لرزه ای سازه های مسکونی پیش ساخته

سعید عظمتی^۱، مهدی یوسفی^۲، یاسمن یگانه^۳، حمیدرضا حق نیاز^۴، گلبرگ مختاری^۵

استادیار گروه معماری، دانشکده معماری، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه ایوانکی، سمنان

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه ایوانکی، سمنان

^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه ایوانکی، سمنان

^۵ دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، دانشگاه ایوانکی، سمنان

saeed.azemati@iau.ac.ir

چکیده

بتن به دلیل استحکام، دوام و هزینه نسبتاً پایین، ماده ای است که در سراسر جهان، کاربرد بسیاری در ساخت و ساز دارد. با اینحال، ترک برداشتن و تخریب بتن حتی در ابتدای عمر آن اجتناب ناپذیر است. از این رو قطعاً به تعمیر و ترمیم نیاز دارد. ترک خوردگی در سطح بتن موجب کاهش دوام مصالح می گردد. بنابراین با جلوگیری از گسترش ترکهای کوچک در هنگام وقوع آن از به وجود آمدن ترکهای بزرگتر پیشگیری می شود. یک روش افزودن موادی است که بتن بتواند در هنگام ایجاد ترک، خودش را ترمیم کند. بتن خود ترمیم شونده یک ماده پیشرفته است که از خواص میکروارگانیزمها مانند باکتریها، قارچها و مواد معدنی که می توانند به مخلوط بتن اضافه شوند برای ترمیم ترکها و سایر آسیبها در سازه های بتنی بدون دخالت انسان استفاده می کند، که با استفاده از فناوری نانو ساخته شده است که به آن اجازه می دهد در صورت آسیب ناشی از آب و هوا، سایش یا عوامل دیگر خود را تعمیر کند و به لطف کپسولهای تعبیه شده با عوامل التیام دهنده می تواند خود را با ظاهر شدن ترکها ترمیم کند و همچنین تأثیر زیست محیطی کمی به جای بگذارد زیرا نیازی به منابع اضافی برای تعمیر و نگهداری ندارد. بتن خود ترمیم شونده راه حلی مقرون به صرفه برای ساختمان های مسکونی و تجاری ارائه می دهد که به آنها اجازه می دهد برای سالهای آینده دوام بیشتری داشته باشند و ظاهر بهتری داشته باشند.

این می تواند تفاوت بزرگی در طول عمر سازه ها و روسازی ها و همچنین کاهش هزینه های مربوط به نگهداری و تعمیرات ایجاد کند. علاوه بر این، بتن خود ترمیم شونده را می توان برای کاربردهای عایق صدا و عایق رطوبتی نیز مورد استفاده قرار داد که باعث افزایش ایمنی و کارایی در هنگام ساخت ساختمان می شود. با این ویژگیها، این احتمال وجود دارد که بتن خود ترمیم شونده در آینده بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. روش تحقیق انتخابی کیفی و تحلیل محتوا است که در گام نخست با بررسی منابع کتابخانه ای و اسناد، مقالات و کتب، به استخراج مولفه های موثر بر خود ترمیم شوندگی بتن پرداخته ایم.

کلمات کلیدی: بتن / خود ترمیم شوندگی / مصالح نوین / سازه مسکونی پیش ساخته / ترمیم بتن

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۱. مقدمه

«خود ترمیم شونده» در علم مواد، به معنای توانایی ترک برای جلوگیری از رشد خود در طول زمان و تولید بتنی هوشمند با قابلیت ترمیم ترک به وسیله برهم کنش شیمیایی و فیزیکی بدون دخالت نیروی انسانی است. (۱)

بتن یکی از مصالح اصلی در سازهها است. از جمله مهمترین ویژگیهای آن، مقاومت فشاری بالای بتن می باشد. از جمله خواص نامطلوب بتن میتوان به عدم پایداری در مقابل ترک و مقاومت کششی پایین اشاره کرد. ترکهای کوچک در بتن موجب ایجاد خطر در کل سازه میشود، به این دلیل که نفوذ آب در داخل ترکها موجب تنزل خواص بتن و خوردگی فولاد شده و طول عمر سازه را کاهش میدهد. تعمیر سازههای موجود با اپوکسی یا پخش ملات بتن روی سطح آسیب دیده انجام میشود که باید با شرایط سازه موجود هماهنگی داشته باشد تا اطمینان از عملکرد آن حاصل شود. تعمیرات نیازمند گذشت زمان زیاد و هزینه بالایی میباشد، همچنین اگر در بخشی از سازه امکان دسترسی و یا تعمیر وجود نداشته باشد عملاً این مهم غیرقابل انجام است. از لحاظ اقتصادی محدود کردن ترکها بسیار مقرون به صرفهتر از ترمیم آنها پس از گذشت زمان و عمیقتر شدن ترکها است. (۲)

بتن خودمتراکم SCC یکی از دستاوردهای نوین فناوری بتن است که سالهاست در اروپا، آمریکا و ژاپن استفاده می شود و روز به روز بر اهمیت آن نزد مهندسان این حوزه افزوده می شود. مزایای این بتن بیشتر از بتن معمولی است که شامل سیالیت بالا، جدانشدن سنگدانه ها از هم و پدیده آب انداختگی است. بتن خودمتراکم، افزون بر اینکه توانایی لازم برای عبور از فضای میان میلگردهای فلزی را دارد، میتواند بدون عمل ویرنه زیر وزن خود متراکم شود. بتن خودمتراکم، بازه گستردهای از طرحهای اختلاط را که خواص بتن تازه و سخت شده برای کاربری های خاص را دارا باشد در بر میگیرد، اگرچه مقاومت، همچنان معیار اصلی موفقیت این بتن است، اما ویژگی های بتن تازه آن بسیار گسترده تر از بتن معمولی و متراکم شده توسط لرزاننده هاست این خواص مطلوب باید در زمان و محل بتن ریزی حفظ شوند. (۱)

پیشساختگی، اعضای سازه های با کیفیت بالا، کارآمدی بیشتر، صرفهجویی در وقت و هزینه کمتر را به همراه داشته است. سیستمهای پیشساخته کارآمدی و فواید اثبات شدهای در زمینه محصولات، کنترل کیفیت و هزینه دارند. با وجود این، صنعت پیشساخته سازی به جهت وجود مسائلی که به طور حل نشدهای باقی ماندهاند به پتانسیل کامل خود نرسیده است. این مشکلات برخاسته از اتصال بین المانهای پیشساخته است که صنعت پیشساختگی را با مانع روبهرو کرده. بعضی از ساختمانهای پیشساخته در طی زلزله های گذشته به دلیل عدم توجه به طراحی اتصالاتشان دچار شکست شدهاند. در حالی که مطالعات آزمایشگاهی و تحلیلی زیادی بر روی عملکرد اتصالات تیر به ستون یکپارچه تحت بارهای چرخهای غیر الاستیک صورت گرفته است، تعداد کمی از مطالعات بر روی عملکرد اتصالات بتنی پیشساخته و حتی کمتر در مورد اتصالات تیر به ستون پیشساخته مقاوم خمشی صورت گرفته است. مسئله اصلی مربوط به ظرفیت اتلاف انرژی و مقاومت پایین در اتصالات پیشساخته است. سازه های بتنی پیشساخته کمتر به صورت شکلپذیر رفتار میکنند و تمایل به رفتار غیر الاستیک ناپایداری نسبت به ساختمانهای درجا دارند که این به دلیل تمرکز کرنشهای غیر الاستیک در منطقه اتصال آنها است. (۳)

به طور کلی سیستم های نوین پیشساخته نقش تعیین کننده ای در فرآیند ساخت صنعتی به عهده دارند، این سیستم های ساخت عامل و حامل ظرفیت های فراکاربردی به درون پروژه ها هستند. طراحی سیستم ساخت بر اساس اهداف فراکاربردی انجام می شود و هر سیستم ساختی بر اساس ترکیب تعدادی از این اهداف شکل می گیرد. اهداف طراحی در سیستم ساخت شامل سبک بودن، ایمنی، عایق بودن، انعطاف پذیری در طراحی، بازیافت بسیار مناسب، سرعت در تولید و ساخت، سهولت در اجرا، امکان توسعه و تغییر، سفارش پذیر، توسعه عمودی، با محدودیت در قیمت تمام شده و غیره است. (۴)

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۲. بتن خودترمیم شونده

با توجه به ویژگیهای ذاتی بتن و محیطهای مختلف بتن ریزی وقوع ترک در هنگام قالبگیری و سرویسدهی بتن امری اجتنابناپذیر است. ترکها مسیر ورود مواد تهاجمی مضر به داخل بتن می شوند. در نتیجه بتن آسیب دیده و تخریبهای مختلف بوجود می آید برای سازه های بتن مسلح ترکهای گسترده باعث آسیب و خوردگی آرماتور می شود. در نتیجه آسیب به آرماتور موجب خوردگی و خراب شدن کل سیستم می شود.

بنابراین نگهداری بتن از ترک خوردگی اهمیت دارد با این حال، تشخیص بعضی از ترکها بسیار دشوار است به ویژه هنگامی که ترکها نامرئی یا غیرقابل دسترسی باشند. با الهام از ماهیت آب انداختگی بتن یا ترمیم خود به خودی استخوانهای شکسته شده در موجودات زنده همین مفهوم توسط دانشمندان در مواد مهندسی گنجانیده شده است و باعث می شود آنها توانایی ترمیم یا بهبودی صدمات توسط خودشان را داشته باشند به عنوان نوعی ماده ترمیم کننده بتن خودترمیم کننده نیز بتن خود ترمیم یا خود آب بند نامیده می شود و ذات این بتن است که محصولات چسب لازم را تهیه می کند که در صورت بروز آسیب می تواند ترکها را پر کند به طور کلی بتن خود ترمیم شونده به دو دسته بتن ترمیم کننده خودکار و مستقل طبقه بندی میشود. (۵)

۳. مواردی از بتن خودترمیم شونده:

- ۱- بتن با افزودنی های کریستالی
- ۲- بتن با افزودنی های میکروسیلیس
- ۳- بتن با افزودنی های براده ی چوب
- ۴- بتن باکتریایی

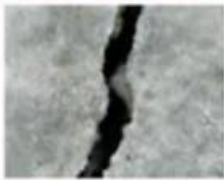
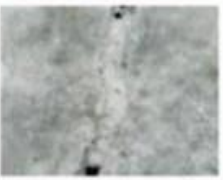
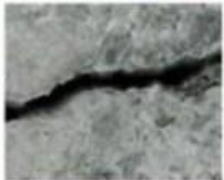



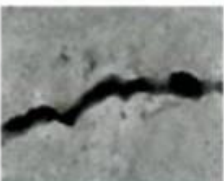
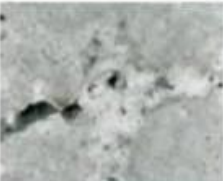


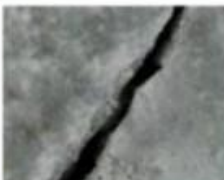

۱.۳. بتن با افزودنی های کریستالی:

- ۱- وجود مواد افزودنی کریستال شونده باعث افزایش مقاومت فشاری شد.
- ۲- نمونه های با افزودنی های کریستالی رفتارهای پایدار و قابل اعتماد در آزمایش های ترمیم نشان می دهند، که حاوی پراکندگی پایین و روند واضح تری نسبت به نمونه های بتن شاهد هستند.
- ۳- نمونه های بتن حاوی افزودنیهای کریستال شونده در محیط غوطه ور در آب، بیشترین میزان بهبود خود را با مقادیر حدود ۰/۹ حتی برای عرض های بزرگتر (حدود ۰/۳ میلی متر) و حتی در چندین نمونه با ترمیم کامل به دست آمد.
- ۴- نمونه های بتن حاوی افزودنیهای کریستال شونده در عدم حضور آب به صورت غیرفعال باقی ماندند و خاصیت خودترمیمی از خود نشان ندادند.
- ۵- ترتیب نرخ ترمیم برای همه نمونه ها در سه شرایط محیطی به صورت زیر است: غوطه ور در آب (نزدیک ۰/۸۵) < تر و خشک شدن های متناوب (نزدیک ۰/۵۹) < خشک (نزدیک ۰/۲۶۵). (۶)

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

		بتن شاهد		بتن با مواد افزودنی کریستال شونده	
		قبل از ترمیم	بعد از ترمیم	قبل از ترمیم	بعد از ترمیم
شرایط محیطی	عوطله و در در آب				
		بسته شدگی ترک: ۸۹٪		بسته شدگی ترک: ۱۰۰٪	
	تروعیسنگ شدن های متناوب				
	بسته شدگی ترک: ۶۴٪		بسته شدگی ترک: ۷۲٪		
	عسنگ				
	بسته شدگی ترک: ۰٪		بسته شدگی ترک: ۰٪		

شکل ۱. مقایسه نمای ترک در ۰ و ۴۲ روز بعد از ترمیم برای بتن کریستالی و بتن شاهد تحت سه شرایط محیطی متفاوت (۶)

۲.۳. بتن با افزودنی های میکروسیلیس:

میکروسیلیس ها مواد بسیار نرمی با قطر ۰/۱ تا ۰/۳ میکرون (حدود ۱۰۰ برابر نرم تر از سیمان) و جرم مخصوص ۲/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب و سطح مخصوص ۲۰ متر مربع در گرم میباشند. این مواد بصورت دوده همراه گازهای کوره الکتریکی کارخانجات سیلیس و آلیاژهای آن ایجاد می شود. ذرات فوق ۵۰ تا ۱۰۰ مرتبه از ذرات سیمان کوچکتر بوده و بعنوان پرکننده اجزای متشکله بتن و یک چسبنده موثر عمل مینماید. از آنجا که رسیدن به مقاومت بالا در بتن از اهداف دست اندرکاران کارهای بتنی در دو دهه اخیر بوده است ابتدا این نوع بتن با مقاومت بیش از ۵۰ مگا پاسگال ساخته شد. با پایین آوردن نسبت آب به سیمان تا حد ۰/۳ رسیدن به چنین مقاومتی بسیار آسان است برای ساخت بتن هایی با مقاومت بیشتر و در حد ۸۰ تا ۱۱۰ مگا پاسگال و برای تقویت ناحیه فصل مشترک سنگدانه درشت و خمیر سیمان مواد سیلیسی فعال و غیر بلوری به نام دوده سیلیس به کار گرفته شد.

استفاده از افزودنی میکروسیلیس سبب افزایش مقاومت فشاری می شود که این مزیت در بتن هایی که نقش سازه ای دارند،

مانند بتن خودتراکم، مورد استفاده قرار می گیرد. (۷)

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

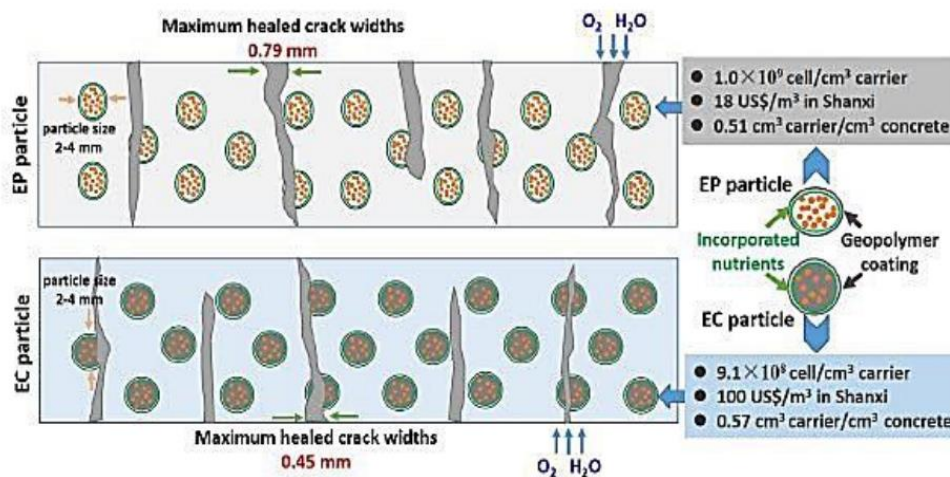
senaconf.ir

۳.۳. بتن با افزودنی های براده چوب:

استفاده از افزودنی حباب زا و براده چوب در عین حال که منجر به کاهش مقاومت فشاری گردیده سبب کاهش چگالی نیز می شود که این خود برای استفاده ی غیر سازه ای و ساخت بتن سبک یک مزیت بشمار می رود. علاوه بر این استفاده از افزودنی حباب زا به منظور حفظ نسبت آب به سیمان بکار می رود. از دیگر مزایای استفاده از براده چوب عمل آوری داخلی آن است که و بتن های ساخته شده کمتر نیاز به عمل آوری خارجی و نگهداری پس از ساخت دارند و نیز عدم فروپاشی آن پس از شکست می باشد که می تواند کاربرد گسترده ای در ساخت پانل های پیش ساخته برای کاهش صدمات زلزله داشته باشد. (۸)

۳.۴. بتن باکتریایی:

روش خود ترمیمی با اضافه کردن باکتری نیز یکی از جدیدترین روشهای ترمیم ترک در سازه های بتنی است. در این روش از باکتریهای خاصی که مقاومت زیادی در برابر محیطهای قلیایی دارند استفاده میشود. این باکتریها تا زمان شکل گیری ترک در بتن به حالت اسپور (اصطلاحاً در خواب) باقی میمانند و پس از ایجاد ترک شروع به فعالیت کرده و به مقدار زیادی رسوب کربنات کلسیم تولید میکنند به طوری که بتن قادر به ترمیم ترک های خود خواهد بود. طبق تحقیقات گزارش شده امبولایزیشن یک رویکرد کارآمد برای بتنهای خود ترمیم مبتنی بر باکتری است که به صورت کپسول حاوی باکتری یا مواد مغذی به ماتریس بتن اضافه می شود تا ظرفیت تولید مواد معدنی باکتریایی با راندمان بالا در طی یک دوره ی زمانی حفظ شود. مراحل عملکرد این روش و ترمیم ترک در شکل به صورت شماتیک نشان داده شده است. (۹)



شکل ۲. عملکرد خود ترمیمی با استفاده از روش امبولایزیشن باکتریها (۹)

۴. شناخت انواع ترک

معمولاً در سطوح بتنی ترک هایی مشاهده می شوند که بعضی از این ترک ها بلافاصله پس از اتمام بتن ریزی روی سطوح ظاهر می شوند که می تواند ناشی از عواملی مختلفی همچون جابه جا شدن آرماتور ها ، طرح اختلاط نامناسب ، عدم ویبره کافی و... باشد ، الزام به یادآوری است که به وجود آمدن ترک در سطوح با کرمو شدن بتن کاملاً متفاوت می باشد. گاهی ترک ها چندین ساعت پس از بتن ریزی یا گاهی سالها بعد روی سطوح بتنی ظاهر می شوند که می تواند ناشی از عوامل مختلف باشد. در جدول شماره یک ، علت به وجود آمدن تعدادی از ترک ها در زمان های مختلف پس بتن ریزی آورده شده است. (۱۰)

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

جدول شماره ۱ علت انواع ترک ها در زمانهای مختلف پس از بتن ریزی (۱۰)

نوع ترک	زمان پیدایش
حرکت و تکان خوردن میلگردها	ساعات اولیه
ترک خوردگی ناشی از نشست خمیری بتن	بین ۱۰ دقیقه تا ۳ ساعت بعد از ریختن
ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی پلاستیک	بین ۳۰ دقیقه تا ۶ ساعت بعد از جای دادن بتن
ترکهای ناشی از انقباض حرارتی در کوتاه مدت	۱ روز تا ۲ یا ۳ هفته بعد از بتن ریزی
ترکهای ناشی از جمع شدگی در اثر خشک شدن در دراز مدت	بین چند هفته تا چند ماه بعد از بتن ریزی

۵. سازه‌های پیش‌ساخته

پیشرفت‌های گسترده در صنایع گوناگون و مزایای حاصل از آنها به ندرت در صنعت ساختمان دیده می‌شود. جایگزین‌سازی ساختمان‌سازی متداول و فعالیت‌های دستی در کارگاه با سیستم‌های ساختمانی پیش‌ساخته در اغلب مراحل و فرآیندهای ساختمان‌سازی به عنوان پاسخی به این کاستی معرفی می‌شود. امکان استفاده، مزایا، معایب، جنبه‌های اقتصادی، الگوهای مؤثر، موانع و توسعه پیش‌ساختگی در صنعت ساختمان‌سازی مورد بحث قرار گرفته است و به منظور مقایسه این موارد، پرسشنامه‌ای به دست‌اندرکاران صنعت ساختمان در شهر تهران و شهرهای جدید پردیس و پرد اراکه شده است. از پرسشنامه‌های تکمیل شده، داده‌ها استخراج و دسته‌بندی شده است. براساس یافته‌ها، مزایای مختلف پیش‌ساختگی دارای ارزش‌های متفاوتی هستند و نظارت بهتر بر ارتقاء کیفیت محصولات پیش‌ساخته، حائز بالاترین ارزش می‌باشد. برخی از معایب سیستم‌های ساختمانی پیش‌ساخته نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. طبق داده‌های به‌دست آمده، ساختمانهای پیش‌ساخته در برابر تغییرات آبی منعطف نیستند. لذا، مورد صلبیت در برابر تغییر به‌عنوان مهمترین نارسایی پیش‌ساختگی مورد شناسایی قرار گرفته است. بررسی امکان به‌کارگیری سیستم‌های پیش‌ساخته در پروژه‌های ساختمانی نیز نشان می‌دهد که سیستم‌های ساختمانی متداول برای ساخت فونداسیون و اجزای غیراستاندارد مناسب‌تر می‌باشد. این در حالی است که اجزای ساختمانی پیش‌ساخته نیز برای اجرای قابهای سازه‌های فولادی، پوشش‌های خارجی، سقف‌های بتنی و سیستم‌های دیوار خشک ارجحیت دارند. بسیاری از اجزای ساختمانی پیش‌ساخته نیز قابلیت باربری داشته و ارتقاء اجزای ساختمانی پیش‌ساخته سبک وزن باید مدنظر قرار گیرد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که سیستم‌های ساختمانی متداول، نتایج رضایت بخشی در صنعت ساختمان نداشته‌اند. با این وجود، از طریق به‌کارگیری روش‌های پیش‌ساختگی می‌توان ضایعات حاصل از ساخت و ساز را تا نصف کاهش داد. همچنین، استفاده از طرح‌های ساختمانی استاندارد و منظم در این زمینه مؤثر خواهد بود و با بهره‌گیری از فرآیندهای مکانیزه، استفاده از مصالح بازیافت شده یا قابل بازیافت و مونتاژ اجزای ساختمانی پیش‌ساخته به روش صنعتی می‌توان هزینه‌ها را تا حد چشمگیری کاهش داد. (۱۱)

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

به منظور آشکارسازی مزایا، موانع و توسعه بیشتر پیش‌ساختگی در کارگاه‌های ساختمان‌سازی، پرسش‌نامه‌هایی برای ۶۰ بخش شامل: دست‌اندرکاران، مشاوران، پیمانکاران اصلی و جزء مشغول فعالیت ساختمانی در شهر تهران و شهرهای جدید پردیس و پرند ارائه شد. از سی و هفت پرسشنامه تکمیل شده، نتایج زیر حاصل شد: (۱۱)

جدول شماره ۲ مزایا و معایب سازه پیش‌ساخته در پرسشنامه (۱۱)

مزایا	معایب
طراحی قوی در مراحل اولیه	غیر منعطف در برابر تغییرات
نظارت بهتر	هزینه اولیه زیاد
کاهش هزینه ساخت	کمبود پژوهش‌های مرتبط
کاهش زمان ساخت	ترک‌های ناشی از انقباض حرارتی در کوتاه مدت
ارتقاء کارکرد زیست محیطی	ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی در اثر خشک شدن در دراز مدت
یکپارچگی ساختمان	زمان‌بر در مراحل اولیه طراحی
جنبه‌های زیبایی‌شناسانه	تجربه اندک پیمانکاران

۱.۵. نقاط قوت و ضعف ساختمان‌های پیش‌ساخته بتنی

۱.۱.۵. نقاط قوت

- ۱_ کاهش مدت زمان اجرای پروژه به دلیل سرعت اجرا در ساخت و ساز با استفاده از قطعات بتنی پیش‌ساخته نسبت به بتن درجا.
- ۲_ قابلیت استفاده مجدد از اجزا ساخته شده ساختمان که باعث صرفه‌جویی در انرژی می‌شود.
- ۳_ کاهش مصرف منابع طبیعی و مواد اولیه و میزان مصرف مصالح در سطحی بهینه قرار می‌گیرد.
- ۴_ کاهش تلفات و پرت مصالح و کاهش ضایعات مواد اولیه و استفاده بهتر از منابع ملی به دلیل تولید انبوه و تولید محصولات معیوب کمتر.
- ۵_ افزایش امکان اجرای همزمان چند پروژه بر اساس سرمایه‌گذاری اولیه، که باعث بازگشت سریعتر سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری سریعتر از پروژه می‌شود.
- ۶_ امکان اجرای حجم عملیات بالاتر و امکان ساخت و ساز بیشتر را در یک دوره زمانی مشخص فراهم می‌آورد که این امر باعث افزایش تولید ناخالص ملی می‌گردد.
- ۷_ بالا رفتن سطح مهارت و آموزش و افزایش رقابت‌پذیری در بازار کار.
- ۹_ بهبود و ارتقای کیفیت محصول نهایی که علاوه بر افزایش دوره کارکرد باعث حذف هزینه‌های مربوط به ترمیم و بازسازی‌های احتمالی در دوره بهره‌برداری خواهد شد.
- ۱۰_ کاهش تأثیر عوامل محیطی و جوی در طول دوره ساخت که پیشرفت و اجرای عملیات را از دمای محیط و شرایط آب و هوایی منطقه مستقل می‌نماید.

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۲.۱.۵. نقاط ضعف

- ۱- افزایش خطرات و احتمال شکستگی و آسیب دیدگی قطعات پیش ساخته در حین جابجایی و انبار کردن و مشکلات در حمل و نقل.
 - ۲- انعطاف پذیر بودن ساخت و ساز و عدم انعطاف نسبت به تغییرات.
 - ۳- نیاز بیشتر به سرمایه گذاری اولیه اجرای پروژه.
 - ۴- افزایش نیاز به انبار در محل کارگاه ساختمانی و احیاناً نبودن مکان مناسب برای انبار قطعات با توجه به ابعاد سایت.
 - ۵- افزایش مصرف انرژی در دوره ساخت به دلیل انجام فرایندها در کارخانه نیاز بیشتری به مصرف انرژی است.
 - ۶- کاهش احساس رضایت، آسایش و راحتی ساکنان. (۱۲)
- ### ۶. اثر زلزله در سازه های پیش ساخته:

- ۱- این نوع سازه ها قادر هستند تا قابلیت خود مرکزی خود را تحت زلزله های با شدت زمین لرزه سطح طراحی حفظ کنند و همچنین تغییر شکل ماندگار سیستم در انتهای بارگذاری صفر است.
- ۲- برای حالتی که از کابلهای پس کشیده کناری به عنوان جاذب انرژی در سازه استفاده شود مقدار بسیار کوچکی از انرژی زلزله توسط این کابلها جذب شده و فرآیند استهلاک انرژی با خرد شدن بتن در پایه های فشاری دیوار انجام خواهد شد.
- ۳- در زلزله های حوزه نزدیک قابلیت باربری جانبی این نوع از سازه ها ارتباط مستقیمی با مضمون فرکانسی شتاب نگاشت داشته و لذا از حساسیت بیشتری نسبت به سیستم های سازه ای دیگر برخوردار هستند.
- ۴- افزایش ارتفاع محصور شدگی به مقداری بیش از حداقل الزام تعیین شده توسط آیین نامه میتواند منجر به گسترش رفتار مطلوب لرزه ای سیستم دیوارهای پیش ساخته و همچنین افزایش سطح پایداری سازه تحت زلزله هایی با شدت بزرگ ترین زمین لرزه در نظر گرفته شده شود.
- ۵- انتظار می رود استفاده از تجهیزات استهلاک انرژی خارجی با عملکرد پیوسته تأثیر مطلوبی بر عملکرد استهلاک انرژی سیستم و جلوگیری از خرابی بتن و ناپایداری زودتر از موعد داشته باشد. (۱۳)

۷. پیشنهادهایی برای ارتقای جایگاه این صنعت:

- ۱- فعال نمودن مراکز تحقیقاتی پژوهشی کاربردی، تخصیص بودجه مناسب و کافی به این مراکز، افزایش کیفی و کمی فعالیت های تحقیق و توسعه، تعریف پروژه های تحقیقاتی برای بررسی تجارب مفید سایر کشورها و ارائه راهکارهایی برای استفاده از تجارب مفید آنها در داخل کشور.
- ۲- برگزاری همایش ها و کنفرانس های علمی.
- ۳- حفظ و توسعه نام و اسم تجاری برای محصولات پیش ساخته تولیدی و سعی در معرفی جایگاه و تبلیغ آن در سطح استانداردهای بین المللی با افزایش تولید، کیفیت و نفوذ در بازارها.
- ۴- تدوین ضوابط و نظارت و کنترل کیفیت ساخت و نصب قطعات پیش ساخته بتنی.
- ۵- انطباق پذیری بیشتر سیستم های ساخت ساختمان های پیش ساخته با انواع معماری.
- ۶- فرهنگ سازی در جامعه جهت استفاده از خانه های پیش ساخته بتنی.
- ۷- فرهنگ سازی، اطلاع رسانی و تبلیغات عمومی با تأکید و تبلیغات بر روی پروژه هایی که به نحوه مطلوب در حال بهره برداری هستند.
- ۸- تعریف پروژه های تحقیقاتی برای امکان سنجی، بومی سازی و ساخت تجهیزات مورد نیاز توسعه صنعت احداث ساختمان های پیش ساخته در داخل کشور.
- ۹- اعتماد سازی و استفاده بیشتر از حمایت ها و تسهیلات و سرمایه گذاری بین المللی.
- ۱۰- تعریف پروژه های پیش ساخته بتنی با ویژگی های متنوع در نقاط مختلف کشور.
- ۱۱- ایجاد بستر مناسب و الزام مشاوران به ارائه و مقایسه گزینه های ساخت پیش ساخته با روش های سنتی.

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۱۲- تدوین قوانین تشویق کننده برای استفاده از پیش ساخته سازی توسط دولت و شهرداری ها.

۱۳- پرداخت بارانه به ازای هر مترمربع احداث ساختمان پیش ساخته.

۱۴- اولویت بندی پرداخت وام ساخت مسکن جهت احداث ساختمان های پیش ساخته.

۱۵- بهره گیری از توان علمی و اجرایی نیروهای تحصیل کرده و نخبگان دانشگاهی در کادرسازی، افزایش کیفیت و بهبود مدیریت، کنترل و نظارت پروژه های احداث ساختمان های پیش ساخته.

۱۶- بهره گیری از سیستم های فناوری اطلاعات در تحلیل پروژه ها، ثبت تجارب و اطلاعات قابل استفاده در پروژه های آتی ساختمان های پیش ساخته برای پیش گیری از تکرار ضعف ها در آینده و استفاده مفیدتر از فرصت ها. (۱۲)

منابع

۱. مهرآور، ستاره، حیدری، مژگان، و نورانیان، حسین. (۱۴۰۰). مروری بر انواع روش های خود ترمیم.
۲. دهقانی، حمزه، و حمزه، رضا. (۱۳۹۹). ارزیابی خواص مکانیکی بتن خود ترمیم شونده حاوی میکروارگانسیم.
۳. آهوقلندری، سید نیرم، ومدح خوان، مرتضی. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر اتصالات فولادی رایج بر ضریب رفتار قاب های خمشی بتنی پیش ساخته.
۴. سلطانی، علیرضا، معصومی علی، و طبابایی فر، حمیدرضا (۱۳۸۹). بررسی سیستم انبوه سازی قاب پیش ساخته و نیمه پیش ساخته بتن مسلح از دیدگاه سازه ای.
۵. عباسی دزفولی، عبدالکریم. (۱۳۹۹). تحقیق و بررسی روش های ساخت و ترکیب انواع بتن هوشمند. آنالیز سازه - زلزله.
۶. قاسم زاده موسوی نژاد، سید حسین، رضانی خواجه غیاثی، محمد. (۱۳۹۹) تأثیر مواد افزودنی کریستال شونده بر خود ترمیمی بتن. تحقیقات بتن.
۷. ستایش فر، محمدرضا، و شکاری مهرآبادی، محمدرضا. (۱۳۹۴) بررسی تأثیر میکروسیلیس و پودر شیشه بر عملکرد بتن خود متراکم. کنفرانس ملی مصالح و سازه های نوین.
۸. آقاجانی، نوید، و حریمی، سمیه. (۱۳۹۵). مقایسه بتن همراه با میکروسیلیس، بتن همراه با براده چوب و بتن متخلخل، کنگره ملی مهندسی عمران.
۹. صالحی، پرینسا، زارع، پگاه، دباغ، هوشنگ، و آشننگرف، مراحم. (۱۳۹۷). بررسی دوام و خواص باکتریایی. نخبگان علوم و مهندسی.
۱۰. محسنی پور، وحیدرضا. (۱۳۹۹) بررسی روش های نوین ترمیم ترک در سطوح بتنی. رویکردهای نوین در مهندسی عمران.
۱۱. تقدیری، علیرضا، و قنبرزاده قمی، سارا. (۱۳۹۴). مزایای پیش ساخته سازی در مقایسه با ساخت و ساز متعارف. معماری و شهرسازی آرمان شهر.
۱۲. هروی، غلامرضا، و لایقه، ماهر. (۱۳۹۶). بررسی و ارزیابی صنعت احداث ساختمانهای پیش ساخته بتنی با رویکرد توسعه پایدار با استفاده از تحلیل Swot.
۱۳. قاسمی، زهرا، مکاری رحمدل، جواد، و شافعی، عرفان. (۱۳۹۹). عملکرد دیوارهای غیر متصل بتنی پیش ساخته پس کشیده تحت زلزله حوزه نزدیک. علوم و مهندسی زلزله.