



پرینت سه بعدی سازه‌ها

مشارکت هرچه بیشتر تکنولوژی
در ساختمان سازی

عملیات تعمیر و نگهداری در پروژه‌ها

گفت و گو با مهندس مسعود نوکلی پور، مدیر نگهداری و تعمیرات ابنیه فنی شهری
شهرداری اصفهان

سیستم ترونکو

روش نوین اجرای سازه‌های سبک

ماندن یا رفتن

مصاحبه با صاحبان تجربه در مسیر مهاجرت تحصیلی



بِسْمِ اللّٰهِ

صاحب امتیاز: دکتر کیاچهر بهفرنیا (رئیس دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان)

مدیر مسئول: دکتر محمدحسین گل محمدی (عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان)

سر دبیر: سیده فاطمه حسینی

دبیر: پارسا کلاهی

مدیران اجرایی: امیرحسین کهزادی و الهام احمدی

هیئت تحریریه: (به ترتیب حروف الفبا)

رضا محمدزاده

engrezamohammadzadeh@gmail.com

پارسا کلاهی

kolahi.parsa@gmail.com

والا مزروعی

v.mazrouei@gmail.com

امیرحسین کهزادی

Hosein.kohzadi98@gmail.com

لایا موسوی

layamousavi.id@gmail.com

فاطمه کیانی

Fatemehkianisalmi77@gmail.com

طراح جلد: بهداد متولی، دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان

ویراستار: سیده فاطمه حسینی و پارسا کلاهی

آدرس: اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی عمران، طبقه ۱، دفتر مجله پایا

صندوق پستی: ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱

وبسایت: www.paya.iut.ac.ir

ایمیل: paya@of.iut.ac.ir

کانال تلگرام و صفحه اینستاگرام: @payamagazine

مجله پایا دارای مجوز به شماره ۶۴۰/۰۰/۰۰۲۸ در تاریخ ۱۴۰۰/۰۲/۲۵ از معاونت فرهنگی و اجتماعی دانشگاه صنعتی اصفهان بوده و به صورت چاپی و الکترونیکی منتشر می‌شود.

حق نشر برای صاحب امتیاز محفوظ است.

فهرست

سیستم ترونکو، روش نوین اجرای سازه‌های سبک ۵



ماندن یا رفتن؟ ۹



در جستجوی شهرهای سبز ۱۲



پرینت سه‌بعدی سازه‌ها ۱۵



عملیات نگهداری و تعمیرات در پروژه‌ها ۲۰



بتن‌های مسلح پارچه‌ای ۲۳



چگونه با مجله پایا همکاری کنیم؟ ۲۸



از کلیه دانشجویان، محققین و اساتید محترم علاقه‌مند به انتشار محتوا در زمینه‌های علمی، فرهنگی و اجتماعی دعوت می‌شود که مطالب خود را از طریق راه‌های ارتباطی معرفی شده برای هیئت تحریریه مجله پایا ارسال نمایند.



برای دریافت نسخه چاپی از طریق ایمیل با ما در ارتباط باشید.



سخن سردبیر

باسمه تعالی

برای هر یک از ما تحصیل در دانشکدهٔ مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان، رنگ و بوی خاصی دارد؛ برای برخی یادآور روزهایی است پر از فشار و استرس امتحان و برای برخی یادآور خاطرات شیرینی که با دوستانشان خلق کردند. اما همهٔ ما بر این حقیقت واقفیم که دانشکدمان علی‌رغم همهٔ خوبی‌ها و مزیت‌هایش، دینش را آن‌چنان که شایسته بوده به اسم‌ورسم دانشگاه ادا نکرده است. همهٔ ما، حتی اگر سال‌ها پیش کوله‌بارمان را بسته و از این ساختمان پنج طبقه رفته باشیم، در کوچه‌پس‌کوچه‌های ذهنمان نادرستی‌ها و کج‌روی‌های فراوانی را سراغ داریم که در طول بهترین سال‌های عمرمان با گوشت و پوست لمس کرده‌ایم. کاستی‌هایی که شاید جنسشان برطرف نشدنی نبود اما سخنی از آن‌ها به میان نمی‌آمد؛ یا ساده از کنارشان می‌گذشتیم و نادیده می‌انگاشتیمشان یا می‌دیدیم و خودخوری می‌کردیم اما مجالی برای بروزشان نمی‌یافتیم، پس لاجرم در دنیای تکلیف و پروژه و امتحان غرق می‌شدیم و انگار، شتر دیدی ندیدی! پایا دانه‌ای بود که سرانجام پس از مراقبت‌های فراوان، در خاک دانشکدمان جوانه زد تا همگام با آن امیدهامان به گفتمان بیشتر برای اصلاح برخی مسائل و آگاهی بخشی‌های علمی و غیرعلمی تازه شود. پس از انتشار اولین شماره از پایا، که در اصل دستی بود که دوستانه برای همدلی بیشتر به طرف دانشجویان و اساتید دانشکده دراز شد، هم‌اکنون پس از تلاش‌هایی که از عمق وجودمان برای حفظ ساقهٔ نازک پایا داشتیم، دومین بارقهٔ امید هم تقدیم نگاهتان شد. همواره روز و شب را با اشتیاق همراهی نگاهتان و هم‌بانی‌ها و همکاری‌هایتان، برای تبدیل پایا به یک درخت تنومند و چیدن میوهٔ بالندگی‌های دانشکدهٔ عمران، سپری می‌کنیم و امیدواریم که با روشنایی وجودتان مسیر پرپیچ‌وخم پیش رو را روشن کنید.

سیده فاطمه حسینی
سردبیر مجلهٔ پایا

سیستم ترونکو، روش نوین اجرای سازه‌های سبک

والا مزروعی

دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



لعلیا موسوی

دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



توسعه علم ساختمان و دسترسی به فناوری‌های جدید در کنار احساس نیاز به شیوه‌های نوین ساختمان‌سازی متناسب با کاربردهای ویژه، راه را برای مطرح شدن ایده‌های جدید در این زمینه هموار نموده است. از جمله روش‌های نوین ابداع شده برای ساختمان‌های با ابعاد و ارتفاع محدود، سیستم ترونکو است که سال‌ها اجرا شده و نمونه‌هایی از آن در ایران نیز ساخته شده است.

ترونکو یک واژه اسپانیایی و در لغت به معنای الوار است. عملکرد این روش به سیستم ساخت و ساز سنتی خانه‌های چوبی با مقطع گرد، که در آمریکا و کانادا متداول است، شباهت دارد. تفاوت این روش با روش سنتی، مصالح جدید آن است که به جای الوارهای چوبی از لوله‌های گالوانیزه استفاده می‌شود.

در مقایسه با خانه‌های چوبی، به منظور حفظ طبیعت و استفاده کمتر از جنگل‌ها، مطابق شکل ۱- الف، سازه سیستم ترونکو به جای الوارهای چوبی از مقاطع دایره‌ای شکل گالوانیزه تشکیل شده است که همانند خانه‌های چوبی اجرا می‌شود. این لوله‌ها که حداکثر بیست سانتیمتر قطر دارند، از لحاظ ظاهری به الوارها بسیار شبیه می‌باشند ولی قطر کمتری نسبت به آن‌ها دارند. تفاوت دیگر، توخالی بودن آن‌ها است که همین ویژگی و وجود هوا در این لوله‌ها، آن‌ها را میل به عایق‌های حرارتی و صوتی نموده است؛ البته امکان رنگ‌آمیزی این لوله‌ها به منظور ایجاد تشابه بیشتر با الوارهای چوبی، همانند شکل ۱- ب، وجود دارد.

در سیستم ترونکو، المان‌های دیوار باربر، یا همان لوله‌های گالوانیزه، به صورت افقی اجرا می‌شوند و عناصر عمودی در آن وجود ندارند. اتصال لوله‌های گالوانیزه با زاویه نود درجه و توسط قطعات اتصالی خاص به یکدیگر انجام می‌گردد. همچنین در این سیستم تیر و ستونی وجود ندارد و دیوارها نقش نگهدارنده را بازی می‌کنند، سقف و دیوار به صورت یکپارچه عمل کرده و در نتیجه، برخلاف سازه‌های رایج، نه تنها مشکل اتصال مابین تیر و ستون وجود ندارد، بلکه در برابر نیروهای مانند زلزله



الف

شکل ۱: الف) سازه در حال اجرای سیستم ترونکو



ب

ب) ساختمان سیستم ترونکو که جهت متشابه شدن با الوارهای چوب رنگ آمیزی شده است.

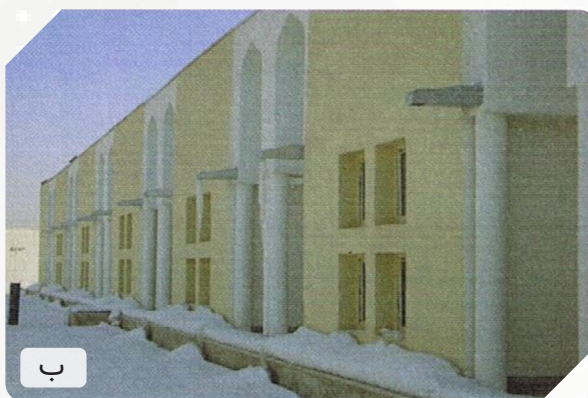
امکان اجرای سقف‌ها به صورت شیب‌دار، مسطح و یا ترکیبی نیز وجود دارد. مناسب‌ترین کاربرد این نوع از سازه، با توجه به محدودیت‌های آن، ساختمان‌های مسکونی تا سه طبقه، ساختمان مدارس یک طبقه و ساختمان درمانگاه‌ها تا دو طبقه است.

نیز مقاومت خوبی خواهد داشت. لازم به ذکر است که در اجرای این سیستم سازه‌ای، نیازی به نیروی متخصص نبوده و با آموزشی جزئی به نیروی انسانی، سازه قابل اجرا است. همچنین قابلیت ترکیب با مصالح و روش‌های دیگر مانند سقف دال را دارد و

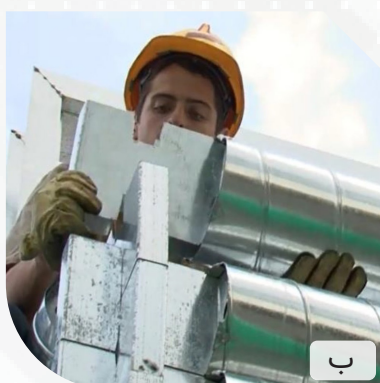


از جمله ویژگی‌های معماری و محدودیت‌های ساختمان‌سازی به روش ترونکو، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. شباهت‌های زیاد به ساختمان‌های چوبی
 ۲. تطابق شکل نهایی و ظاهری ساختمان به کمک اجرای نمای رایج در معماری منطقه
 ۳. محدود بودن زاویه اتصال دیوارها به نود درجه (هر چند قطعاتی برای ایجاد زوایای سی و شصت درجه نیز موجود است).
 ۴. محدود شدن فاصله دهانه‌های بدون ستون میانی به چهار متر و دهانه‌های دارای ستون میانی به هفت متر
 ۵. محدودیت اجرایی این ساختمان‌ها تا حداکثر سه طبقه و حداکثر ارتفاع تمام شده سقف (با احتساب ضخامت آن) چهار متر (به عبارتی حداکثر ارتفاع خالص داخلی سقف، ۳/۶۰ متر خواهد بود).
- در ایران اولین ساختمان اجرا شده با این سیستم یک مدرسه در شهر کاشان است که مساحت آن در حدود هزار متر مربع بوده و در مدت زمان سی و دو روز ساخته شده است. مطابق شکل ۲- الف و ب، در این بنا از اصول و نماسازی معماری سنتی ایران استفاده شده است و این امر انطباق این سیستم با معماری بومی را نمایان می‌سازد.



شکل ۲: الف و ب) ساختمان مدرسه اجرا شده در شهر کاشان با سیستم ترونکو



شکل ۳: الف) نصب زائده «H» شکل به ابتدا و انتهای لوله‌ها، ب) نمونه‌ای از اتصال معمولی که به صورت کام‌وزبانه انجام می‌گیرد.

اجزای اصلی سیستم ترونکو را می‌توان به این صورت طبقه‌بندی کرد:

۱. لوله‌های گالوانیزه: این لوله‌ها که به شکل الوار استفاده می‌شوند، مطابق شکل ۳- الف، در قسمت‌های ابتدایی و انتهایی دارای زائده‌ای H شکل هستند تا به صورت کام و زبانه به دیگر لوله‌ها متصل شوند. این لوله‌ها به وسیله دستگاه‌های مخصوص، که در شکل ۴ قابل مشاهده است، در طول‌های مورد نظر در کارگاه برش داده می‌شوند (طول این لوله‌ها به هفت الی هشت متر نیز می‌رسد). لازم به ذکر است که لوله‌های گالوانیزه به دلیل ضخامت کم (در نتیجه جرم کم) برخلاف ریل‌های راه‌آهن، مقاطع «ا» شکل و سایر سازه‌های فولادی، انقباض و انبساط‌های بسیار جزئی و نوسان‌های حرارتی کمی خواهند داشت.

۲. اتصالات معمولی: اتصال دو لوله با زاویه نود درجه مطابق با شکل ۳- ب، توسط این نوع از اتصالات (که اتصال معمولی نامیده می‌شود) انجام می‌شود.



شکل ۴: دستگاه تولید و برش لوله‌های گالوانیزه از ورق گالوانیزه که در کارگاه مستقر می‌شود.

1. Tongue and Groove

۷. سایر اجزاء: شامل نگهدارنده‌های عمودی، افقی و تیرهای اصلی که در بین لوله‌ها قرار می‌گیرند.

همچنین در سیستم ترونکو هیچ ستونی وجود ندارد و برای تأمین مقاومت آن در برابر بارهای جانبی مانند باد یا زلزله از روش‌های مختلف، از جمله مهاربندهای تسمه‌ای، استفاده می‌شود. دیوارهای ساختمان در سیستم ترونکو، در حکم سازه نگهدارنده ساختمان و پوشش نما است. وزن متوسط هر متر مربع سازه در این سیستم پانزده الی شانزده کیلوگرم بوده که معادل یک‌چهارم وزن سیستم‌های سنتی است و در نتیجه، سازه‌ای بسیار سبک و مقاوم در برابر زلزله به حساب می‌آید. در این سیستم سقف و دیوارها به صورت یکپارچه عمل می‌کنند که این امر مانع تمرکز تنش در اتصالاتی که معمولاً در زلزله آسیب‌پذیر هستند، می‌شود.

نکات اجرایی و مراحل اجرای سیستم ترونکو به صورت زیر خلاصه می‌گردد:
(شکل ۶ الف و ب).

۱. آماده‌سازی و تراکم زمین
۲. احداث پی با بتن سبک و به ضخامت پانزده تا بیست سانتی‌متر (باتوجه به اینکه سازه، سبک محسوب می‌شود).
۳. اجرای شبکه‌ای از میلگردهایی با قطر شش یا هشت میلی‌متر (این میلگردها باید به طور کامل از اطراف مهار شده باشند).
۴. قرارگیری صفحه‌های فولادی در لبه‌ها و به‌ویژه در محل تقاطع دیوارهای خارجی و نیز محل بازشوهای اصلی، همزمان با اجرای پی
۵. اتصال جوشی یا پیچی اولین سری لوله‌ها به صفحه‌های اتصال تعبیه شده در محل تقاطع دیوارهای خارجی
۶. نصب بازشوها در محل پیش‌بینی شده موازی با اجرای دیوارها
۷. قرارگیری تیرهای اصلی و فرعی در ارتفاع‌های مشخص
۸. اجرای لوله‌های سقف به منظور ایجاد پوشش
۹. نصب مهاربندهای تسمه‌ای فلزی
۱۰. اجرای پوشش نهایی.

۳. اتصالات دوتایی: در قسمت تقاطع‌ها و دیوارهای جداکننده از این نوع اتصالات که به شکل «H» یا «+» می‌باشند، استفاده می‌شود.

۴. پوشش نهایی: پوشش نهایی باتوجه به نظر معمار و در نظر گرفتن اقلیم منطقه انتخاب شده و به دنبال آن اتصال مناسب در نظر گرفته می‌شود.

۵. صفحه اتصال: صفحه اتصال در محل مناسب زیر تقاطع دیوارها، بازشوی درب‌ها و محل قرارگیری چهارچوب بر روی فونداسیون و قبل از عملیات بتن‌ریزی، به منظور اتصال سیستم به فونداسیون، قرار می‌گیرد. همچنین اولین ردیف دیوارها توسط اتصالات جوشی به صفحات اتصال متصل می‌شود تا از حرکت جانبی و دورانی آن‌ها جلوگیری شده و به صورت ثابت قرار گیرند.

۶. مهاربندهای تسمه‌ای: برای بالابردن مقاومت سازه و تقویت عملکرد آن در برابر بارهای جانبی، همانند شکل ۵- الف و ب، تسمه‌های فولادی از جنس گالوانیزه به صورت ضربدری (X شکل) بر روی پوشش سقف و دیوارها، در هر دو جهت، طراحی و اجرا شده که توسط اتصال‌های پیچی متصل می‌شوند.



الف



ب

شکل ۶: نحوه اجرای سیستم ترونکو



الف



ب

شکل ۵: اجرای مهاربندهای تسمه‌ای به صورت ضربدری بر روی الف) بر روی پوشش دیوار، ب) بر روی پوشش سقف



۳. پیش‌بینی سیستم مهاربند جانبی برای مقاومت در برابر باد و زلزله (طبق استاندارد ۲۸۰۰)

۴. رعایت حداکثر بار زنده سقف ۲۵۰ کیلوگرم بر متر مربع و بار مرده ۴۰۰ کیلوگرم بر متر مربع

۵. تمهیدات لازم متناسب با شرایط اقلیمی هر منطقه
همچنین برای بررسی هزینه‌های سیستم ترونکو باید به این مسائل اشاره کرد که با انتقال خط تولید به محل پروژه و باتوجه به اینکه ماده اولیه به صورت ورق گالوانیزه به سایت منتقل می‌شود، هزینه حمل و نقل و جابه‌جایی اجزا تا حد چشمگیری کاهش می‌یابد. همچنین در این سیستم، دستگاه‌ها به صورت کامپیوتری قطعات را به طور کاملاً دقیق برش می‌دهند، به این ترتیب دورریز مصالح به حداقل ممکن کاهش پیدا می‌کند. کوتاه‌بودن زمان اجرا باعث کاهش هزینه بالاسری و هزینه نگهداری سیستم در حین اجرا می‌شود و از طرفی هزینه اسکان کارگران، حق الزحمه آنان، هزینه آب و برق و سایر هزینه‌های مرتبط بسیار کمتر می‌شود؛ البته لازم است به بالابودن هزینه مصالح به دلیل جنس ورق‌ها نیز اشاره کرد.

در نهایت نیز مزایا و محدودیت‌های سیستم ترونکو را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود:

۱. سرعت و سهولت بالا در ساخت و اجرا (به طور مثال اجرای ۳۰۰ مترمربع سقف و دیوار با ۸۰ نفر ساعت نیروی انسانی)
۲. کاهش تنوع مصالح و سهولت در تهیه مصالح
۳. امکان تولید و اجرا در هر اقلیم و شرایط
۴. افزایش عمر مفید سازه تا بیش از ۶۰ سال
۵. امکان استفاده مجدد از مصالح
۶. عدم کاربرد در فضاهای وسیع

سیستم ساختمانی ترونکو برای ساختمان‌های با ارتفاع یک الی دو طبقه روش کاملاً مناسبی است. باتوجه به توسعه پایدار شهری که تمرکز آن بر روی ساختمان‌های با کارایی زیاد و ارتفاع کم است، می‌توان چنین نتیجه گرفت که سیستم ترونکو قابلیت تبدیل به یک سیستم پایدار در عرصه معماری را دارد. این سیستم هم از لحاظ بهینه‌سازی مصرف انرژی و هم از لحاظ کارایی، از سطح مطلوبی برخوردار بوده و توسعه پایدار را در معماری به ارمغان می‌آورد. در حالت کلی می‌توان نتیجه گرفت که این سیستم، یکی از راهکارهای مناسب در زمینه معماری صنعتی پایدار در جوامع در حال توسعه است که می‌توان از آن در ساختمان‌های صنعتی، اداری و خدماتی استفاده کرد.

در سیستم ترونکو، قابلیت اجرای کلیه پوشش‌های داخلی و خارجی وجود دارد و به طور کلی می‌توان پس از اجرای تأسیسات و لوله‌ها، از یونولیت یا رابیتس^۱ در نمای خارجی استفاده نمود که بر روی آن‌ها کلیه نماهای صنعتی و سنتی قابل اجرا می‌باشند. در داخل ساختمان باتوجه به نوع آن و نظر طراح، پلی‌استایرن با نازک‌کاری رنگ، چوب، سیمان و دیگر مصالح قابل استفاده هستند.

با وجود اینکه سیستم ترونکو از موسساتی مانند^۲ NES،^۳ BOCA و^۴ ICBO گواهینامه و مجوز ساخت دریافت کرده است، در طراحی این سیستم الزامات آیین‌نامه‌ای که در ادامه ذکر شده نیز باید رعایت گردد.

۱. تمهیدات مناسب جهت حفاظت ساختمان‌ها در برابر حریق (مبحث سوم مقررات ملی ساختمان) و صرفه‌جویی در مصرف انرژی (مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان)

۲. عایق‌بندی و تنظیم صدا (مبحث هجدهم مقررات ملی). لازم به ذکر است که لوله‌ها به دلیل تو خالی بودن و محفوظ شدن هوا در آن‌ها، می‌توانند عایق‌های حرارتی و صوتی خوبی باشند. در شرایط هوایی بسیار سرد، می‌توان از عایق‌های حرارتی برش داده شده که مطابق شکل ۷ مانند قطعه پازل بر روی لوله‌ها قرار می‌گیرند، استفاده کرد.



شکل ۷: عایق حرارتی اجرا شده بر روی لوله‌های گالوانیزه به صورت قطعه پازل

1. Rabitz
2. Building Officials and Code Administrators International, Inc.
3. Manufacturing Execution Systems
4. International Council of Building Officials

۵. حجم ورق یک دویستم حجم پروفیل ساخته شده است.

ماندن یا رفتن؟

؟ مصاحبه با صاحبان تجربه در مسیر مهاجرت تحصیلی



فاطمه کیانی

دانش‌آموخته دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشجوی کارشناسی ارشد
مهندسی محیط‌زیست دانشگاه تهران

مهاجرت تحصیلی همواره یکی از دغدغه‌های دانشجویان بوده است. مقصد دانشجویان برای ادامه تحصیل معمولاً دانشگاه‌های اروپا، آمریکای شمالی یا آسیای شرقی است. مسلماً انتخاب بهترین مقصد، بنابر شرایط و خواسته‌ها و چالش‌های پیش روی هر فرد می‌تواند متفاوت باشد. برای اتخاذ مناسب‌ترین تصمیم، بهتر است پای صحبت افرادی نشست که قبلاً این مسیر را طی کرده‌اند. در مقاله زیر با سه نفر از اعضای هیئت‌علمی دانشگاه‌های برتر کشور که هرکدام تجربه تحصیل در نقاط مختلف جهان (اروپا، آسیای شرقی و آمریکای شمالی) را دارند، مصاحبه شده است.

در آسیای شرقی به‌گونه‌ای طراحی شده بود که اساتید و پژوهشگرها به‌طور دائم مشغول به کار در دفاتر خودشان باشند. در این دانشگاه‌ها رستوران‌های بزرگی وجود داشت که دانشگاهیان غذای خودشان را از آنجا تأمین می‌کردند و کمتر کسی برای خودش غذا می‌پخت؛ اما من و یک سری از دانشجویان دیگر، لاجرم به‌خاطر تفاوت‌های فرهنگی و اعتقادی، به آشپزی روی آوردیم و یک سری از وعده‌ها را برای خودمان درست می‌کردیم. علاوه‌براین، آن‌طور که من تجربه کردم، کار در آسیای شرقی یک فضیلت به حساب می‌آید و این مفهوم برای همه جا افتاده است. این یک چالش برای ما محسوب می‌شد؛ چون تقریباً در فرهنگ ما یک تعادل بین کار و زندگی وجود دارد.

؟

اگر بخواهید ایران را با کشوری که بودید مقایسه کنید، به چه نکاتی اشاره می‌کنید؟
مهم‌ترین مزیت هنگ‌کنگ نظم بی‌مثالش هست. همچنین دانشجویهای تحصیلات تکمیلی در برابر کاری که انجام می‌دادند، حقوق دریافت می‌کردند. از معایب زندگی در هنگ کنگ هم می‌توان به عدم تعادل بین زندگی و کار اشاره کرد؛ به‌طوری‌که اگر کسی با فرهنگ ایرانی به آنجا برود، خواه‌ناخواه فشار کاری زیادی را متحمل می‌شود. ازطرفی دوری از خانواده، دوستان و زندگی در چارچوب فرهنگی جدید از دیگر چالش‌هایی است که به‌طورکلی دانشجویان پس از مهاجرت تحصیلی با آن روبه‌رو می‌شوند.

کردم؛ رساله من یک کار آزمایشگاهی بود و نیاز به یک سری تجهیزات پیشرفته داشت که به‌دلیل تحریم نمی‌توانستم به این وسایل دسترسی داشته باشم. چندین راه مختلف را امتحان کردم، به نتیجه نرسید و درنهایت با مشورت استاد راهنمای خودم، آقای دکتر جعفرزاده، بنا شد که برای یک دوره فرصت مطالعاتی به خارج از کشور بروم. دلیل انتخاب دانشگاه هنگ‌کنگ هم این بود که در سال ۱۳۹۰ در چهارمین همایش بین‌المللی مهندسی ژئوتکنیک در تهران، با استاد دوره دکترای خودم پروفسور چارلز انگ، از اساتید بنام در حوزه مهندسی ژئوتکنیک و رئیس انجمن بین‌المللی مکانیک خاک و مهندسی ژئوتکنیک، آشنا شدم؛ به‌عبارت دیگر، توجه اصلی من برای انتخاب کشور و دانشگاه، تخصص استاد راهنما بود.

؟

قبل و بعد از ترک ایران چه چالش‌هایی را پیش رو داشتید؟
عمده چالش من قبل از رفتن، توقف مسیر پژوهشی به‌دلیل عدم دسترسی به تجهیزات موردنیاز بود. به‌علاوه با وجود اینکه من قبل از ترک کشور، تجربه زندگی خارج از خانه را برای حدود هشت سال داشتم؛ ولی تمام این‌ها در چارچوب فرهنگی ایران بود. مثلاً یکی از چالش‌های مهم در این زمینه، مسئله غذا بود؛ برای یک سری افراد ذبح اسلامی یا نحوه پخت غذا مهم است. شاید این چالش‌ها جزئی به نظر بیایند؛ ولی در درازمدت مهم هستند؛ چون عموماً فضای دانشگاهی



دکتر حامد صادقی
استادیار دانشکده مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی شریف

سلام. ممنون از اینکه دعوت مصاحبه من رو قبول کردید. لطفاً برای شروع یک معرفی کلی از خودتون داشته باشید.
حامد صادقی هستم. استادیار دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی شریف، گرایش مهندسی ژئوتکنیک. عمده تحصیلات خود را در ایران داشتم و دکترای خودم را از دانشگاه علم و فناوری هنگ‌کنگ دریافت کردم که یک برنامه دو درجه‌ای بود؛ یعنی یک دکتر از دانشگاه هنگ‌کنگ و یک دکتر از دانشگاه صنعتی شریف دریافت کردم.

؟

در چه سالی تصمیم به ترک ایران گرفتید و چرا؟
سال ۱۳۹۱ و اواسط دوره دکترای خودم در دانشگاه صنعتی شریف ایران را ترک



؟

به چه دلایلی به وطن بازگشتید و اینجا ماندید؟

این بحث کمی شخصی است. من قلباً خواستار آن بودم که از ماحصل دوران دانشجویی خود، در کشورم استفاده کنم. نمی‌خواهم شعارگونه صحبت کنم که برای خدمت به وطن برگشتم. افرادی که ماندند یا به کشورهای دیگر مهاجرت کردند هم مفید و سازنده هستند. برای بنده اینکه در شرایط کاری فعلی در کشور خودم باشم، مرا خوشحال‌تر می‌کند.

؟

در آخر اگر صحبتی با مخاطبان نشریه و دانشجویان دارید، بفرمایید.

اگر تجربه شخصی من گره از کار کسی بگشاید، مایلم به دانشجویان توصیه کنم که در چارچوب عقاید و باورهایشان، هرگز ذهن خود را روی تصمیمی منجمد نکنند؛ هرچند که به نظرشان آن تصمیم بهترین باشد. دلیل حرفم این است که این تصمیم توسط ذهن محدود و کوتاه‌بین ما اتخاذ شده و چه‌بسا که مشیت الهی صلاح هر کسی را در مسیر دیگری ببیند؛ مثلاً زمانی که خودم در ایران دانشجوی بودم، مصمم بودم که به‌هیچ‌وجه برای ادامه تحصیل به خارج از کشور نروم؛ اما تصمیم سفت و سخت من در نهایت به‌نحو دیگری رقم‌خورد؛ بنابراین نسخه سفرهای واحدی برای کسی وجود ندارد و بهتر است که هر کس در طی مسیر، علاوه بر تلاش و رعایت حریم الهی، دائماً خود را راضی به مشیت الهی نگه داشته و بر پیشامد گله نکند که الخیر فی ما وقع. در پایان از فرصتی که در اختیار من قرار دادید صمیمانه قدردانی می‌کنم.



دکتر بابک خورسندی
استادیار دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سلام. ممنون از اینکه دعوت مصاحبه من را قبول کردید. لطفاً برای شروع یک معرفی کلی از خودتون داشته باشید.

بابک خورسندی هستم. حدود هفت سال است که عضو هیئت‌علمی دانشکده مهندسی عمران و محیط‌زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر هستم. دکترای خودم را سال ۲۰۱۲ از دانشگاه مک‌گیل کانادا، کارشناسی‌ارشد را در سال ۲۰۰۵ از دانشگاه لندن (UCL) و کارشناسی خودم را در سال ۱۳۸۳ از دانشگاه صنعتی شریف دریافت کردم.

؟

در چه سالی تصمیم به ترک ایران گرفتید و چرا؟

من سال ۲۰۰۴ برای ادامه تحصیل به خارج از کشور رفتم. از دانشگاه‌های مختلف پذیرش داشتم؛ ولی به‌علت مشکلات ویزا، دانشگاه‌های آمریکا امکان‌پذیر نشد؛ پس به انگلیس که دیگر گزینه‌ام بود رفتم. همچنین مسافرتی که در دوره کارشناسی‌ارشد به کانادا داشتم، باعث شد از کانادا خوشم بیاید و با ایمیلی که به استاد راهنمای خودم زدم، از دانشگاه مک‌گیل پذیرش گرفتم و برای دکترا عازم کانادا شدم.

؟

قبل و بعد از ترک ایران چه چالش‌هایی را پیش رو داشتید؟

در انگلستان علاوه بر بحث دوربودن از خانواده، دوستان و آشنایان، افراد باید به‌تنهایی همه‌چیز را مدیریت کنند.

مورد بعدی بحث دوربودن از وطن هست؛ در واقع در غربت، آرامش و راحتی کمتری از لحاظ عاطفی وجود دارد. از عوامل مهم دیگر که مخصوصاً در اروپا وجود دارد، بحث نژادپرستی و نحوه برخورد با مهاجران، خصوصاً مهاجران خاورمیانه است. درصد کمی از افراد این رفتار را دارند؛ ولی به‌هرحال یک مقداری اذیت‌کننده است. نکته دیگر اینکه، باوجوداینکه من زبان انگلیسی خیلی خوبی داشتم، بعضی مواقع که استاد مطالب را سریع بیان می‌کرد از کلاس عقب می‌افتادم و نیاز بود نسبت به دانشجویانی که انگلیسی زبان مادری آنها است، تلاش بیشتری داشته باشم. به‌طورکلی درس‌خواندن در خارج از کشور مخصوصاً دانشگاه‌های خوب، سخت‌تر از ایران هست. در ایران بعضی وقت‌ها دانشجویان تکالیف و پروژه‌ها را مشارکتی انجام می‌دهند یا شاید به‌اندازه کافی در پروژه‌ها جدی نیستند؛ ولی آن‌جا دانشگاه خیلی جدی است و اگر پروژه فردی بود و متوجه می‌شدند به صورت مشورتی انجام شده عواقبش خیلی زیاد بود.

؟

اگر بخواهید ایران را با کشوری که بودید مقایسه کنید، به چه نکاتی اشاره می‌کنید؟
اولین مزیت کشورهایی که در آنها تحصیل کردم، نظم و ترتیبشان است. همچنین من تجربه کار در این کشورها را نیز دارم و می‌دانم افراد وجدان کاری بیشتری نسبت به داخل ایران دارند. شرایط به‌گونه‌ای است که مردم به لحاظ زیست‌محیطی امنیت خاطر بیشتری دارند؛ چون توجه به توسعه پایدار بیشتر است. مورد بعدی اینکه، به‌عنوان یک متخصص فارغ‌التحصیل هر کس در این کشورها کار کند با حقوقی که دریافت می‌کند، می‌تواند زندگی نسبتاً مرفهی داشته باشد. اما در ایران متأسفانه درآمدها با هزینه‌ها تناسب ندارند. بزرگترین مزیت ایران، نزدیکی به دوستان و خانواده است. به نظر من وقتی کسی در کشور خودش کار می‌کند و به مردم خودش خدمت می‌کند احساس خوشحالی بیشتری دارد. و درنهایت احساس صمیمیت و نزدیکی که در محیط‌های کاری در ایران وجود دارد بیشتر است که این مسئله برای من مسئله مهمی است.

؟

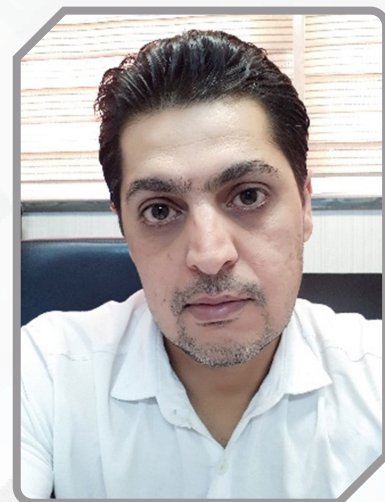
به چه دلایلی به وطن بازگشتید و اینجا ماندید؟

مهم‌ترین دلیل بازگشت من به ایران نزدیکی به دوستان و خانواده بود. همچنین احساس راحتی بیشتری که در محیط کاری ایران داشتم. با کاری که اینجا انجام می‌دهم می‌توانم برای جامعه خود مفیدتر باشم و در نهایت در ایران احساس رضایت بیشتری دارم.

؟

در آخر اگر صحبتی با مخاطبان نشریه و دانشجویان دارید، بفرمایید.

دستاوردهای من در خارج از کشور، فرای مباحث آکادمیک و کسب دانش، یادگیری مطالب جدید از محیط و افراد از فرهنگ‌های مختلف بود؛ درواقع، یک تجربه بین‌المللی پیدا کردم. به نظرم افرادی که بعد از تحصیل به ایران برمی‌گردند؛ می‌توانند مطالب مثبتی که از محیط‌های زندگی علمی، کاری و اجتماعی یاد می‌گیرند را در داخل کشور خودمان پیاده کنند و باعث سرعت بخشیدن به روند پیشرفت گردند. به دوستان توصیه می‌کنم اگر برای ادامه تحصیل به خارج از کشور می‌روند، فقط راه خانه تا دانشگاه را طی نکنند و سعی کنند باتوجه به علایق خود در جامعه فعالیت کنند و با دید باز و تعامل با افراد از ملیت‌های مختلف مطالب جدیدی یاد بگیرند.



دکتر مهدی کاروان
استادیار دانشکده مهندسی
مکانیک دانشگاه صنعتی اصفهان

؟

اگر بخواهید ایران را با کشوری که بودید مقایسه کنید، به چه نکاتی اشاره می‌کنید؟

مزیت آنجا سخت‌کوشی دانشجویان، خصوصاً دانشجویان تحصیلات تکمیلی بود و اینکه دانشجویان به جای پرداختن به موضوعات حاشیه‌ای، انرژی خود را بر روی کارشان می‌گذاشتند.

؟

به چه دلایلی به وطن بازگشتید و اینجا ماندید؟

من قبل از رفتن، تصمیم به برگشت داشتم و قصد مهاجرت دائم نبود. همچنین حس کردم به‌طور ضمنی و علنی کشور و خانواده به من نیاز دارند و می‌خواهند که برگردم. فکر می‌کنم نسبت به وقتی که در آمریکا بودم مفیدتر هستم و توانستم به دانشجویان بیشتر کمک کنم.

؟

در آخر اگر صحبتی با مخاطبان نشریه و دانشجویان دارید، بفرمایید.

از دانشجویان می‌خواهم با انگیزه و امید و ایجاد هیجان مثبت برای خودشان زمان حال را بدون غصه‌خوردن برای گذشته و نگرانی برای آینده دریابند و تلاش کنند و مطمئن باشند اگر از تجربه‌ها و دست‌آوردهای خودشان برای کشور استفاده کنند، احساس خوشحالی بیشتری خواهند داشت. در پایان هم از شما بابت دعوت بنده به مصاحبه تشکر می‌کنم.

در این مقاله سعی بر این شد، تجربیات مختلف بدون هیچ‌گونه جهت‌دهی فکری جمع‌آوری شود تا کمکی باشد هرچند کوچک در راستای اتخاذ تصمیم درست‌تر خوانندگان. در انتها تیم نشریه پایا از اساتید محترم؛ دکتر حامد صادقی، دکتر بابک خورسندی و دکتر مهدی کاروان، صمیمانه بابت قبول دعوت مصاحبه، دراختیارگذاشتن وقتشان و به اشتراک‌گذاشتن تجربیاتشان قدردانی می‌کند.

سلام. ممنون از اینکه دعوت مصاحبه من را را قبول کردید. لطفاً برای شروع یک معرفی کلی از خودتون داشته باشید.

➔

مهدی کاروان هستم. استادیار دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی اصفهان. مدرک کارشناسی خود را از دانشگاه صنعتی امیرکبیر اخذ کردم و با وجود اینکه برای ادامه تحصیل در مقطع کارشناسی‌ارشد در دانشگاه صنعتی امیرکبیر و شریف قبول شدم؛ ولی دانشگاه صنعتی اصفهان را انتخاب کردم و سپس برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری عازم موسسه فناوری جورجیا تک در ایالت آتلانتا در آمریکا شدم.

؟

در چه سالی تصمیم به ترک ایران گرفتید و چرا؟

سال ۱۳۸۷ از کشورهای مختلفی مانند انگلستان، کانادا و آمریکا پذیرش داشتم؛ اما پس از فراز و نشیب‌های بسیار، در نهایت کشور آمریکا را به علت فاند خوب، دانشگاه و زمینه تحقیقاتی که علاقه داشتم انتخاب کردم.

؟

قبل و بعد از ترک ایران چه چالش‌هایی را پیش رو داشتید؟

عمده چالش من قبل از رفتن، خصوصاً برای کشور آمریکا، ندیدن خانواده به مدت ۶ الی ۷ سال بود. قبل از اینکه ایران را به مقصد آمریکا ترک کنم، با کمی تحقیق متوجه شدم، موسسه فناوری جورجیا دانشگاه بسیار سخت‌گیری است؛ آزمون جامع دکترا در این دانشگاه به سختی معروف بود. اما به‌رحال من می‌دانستم جزء دانشگاه‌های برتر در رشته‌های فنی است. لحظه به لحظه تحصیل در آنجا برای من پر از چالش بود و همواره در حال تحقیق و پژوهش بودم. چالش بعدی این بود که اثبات کنم استادم برای انتخابش اشتباه نکرده است؛ چون از روز اول به من اعلام کرد که همه از او می‌پرسند که دانشجوی ایرانیست چه عملکردی دارد.



در جستجوی شهرهای سبز

رضا محمدزاده

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی
محیط زیست دانشگاه تهران



بهداشت عمومی و اقتصاددانان با رویکردهای مختلف مشارکت دارند که در نتیجه آن تأثیرات محیط زیست بر فعالیت های دیگر از نظر کارشناسان متخصص هر حوزه سنجیده می شود و باتوجه به مجموع نظرات، تصمیمات مورد نیاز و ضروری اتخاذ می گردد.

اندازه گیری تغییرات و آلودگی های ایجاد شده در طبیعت و میزان بهره گیری از طبیعت بر اثر فعالیت ها، بر عهده مهندسان و متخصصان محیط زیست است. متخصصان بهداشت عمومی به تحقیق در مورد شیوع بیماری های واگیردار ناشی از انتشار آلودگی ها و میزان مرگ و میر آن و همچنین راه های مقابله با انتشار این بیماری ها می پردازند. اقتصاددانان قیمت و ارزش مسکن شهری را در مناطق شهری خوش آب و هوا و پاکیزه، باتوجه به اولویت های مردم محاسبه می کنند و محل های مناسب برای فعالیت های صنعتی و تجاری متناسب با انواع صنایع و تجارت ها مشخص می کنند. در نهایت مهندسیین طراح شهری و مهندسیین عمران و معماری می توانند باتوجه به اطلاعات به دست آمده از تحقیقات گروه های مذکور، برای طراحی شهر سبز و پایدار، گام های لازم را بردارند.

عوامل متعددی بر ایجاد شهرهای سبز مؤثر است که در ادامه به آن ها اشاره شده است:

۱. عوامل اقتصادی و فرهنگی جامعه

به طور کلی افزایش سطح درآمد می تواند بر الگوی مصرف تأثیرگذار باشد؛ البته لازم است الگوی صحیح مصرف در جامعه آموزش داده شود تا «مصرف درست» تبدیل به یک «فرهنگ ملی» شود. این کار معمولاً در کشورهایی که سطح سواد و فرهنگ مردم بالاتر است و مردم آگاهی بیشتری نسبت به آلودگی های زیست محیطی و اهمیت حفظ محیط زیست دارند (کشورهای توسعه یافته)، بازده بالاتری خواهد داشت. لازم به ذکر است در این کشورها به دلیل وضعیت مناسب اقتصادی، الگوی مصرف در انتخاب نوع و مقدار محصولات تأثیرگذار است؛ زیرا در صورت فرهنگ سازی حفاظت از محیط زیست، مردم به استفاده از محصولات سبز اقبال بیشتری نشان می دهند که در نتیجه، مسیر صنعت به سمت بهره بردن از تکنولوژی، برای تولید بیشتر محصولات سبز می رود.

در زمانه ای که انسان صنعتی برای تأمین مقاصد اقتصادی و تجاری خود کمر به نابودی بخش قابل توجهی از طبیعت بسته است؛ شهرهایی پا به عرصه ظهور نهاده اند که تکنولوژی را برای پاسداشت از محیط زیست بسیج کرده اند. شهرهایی که در دنیای امروز به آن ها شهرهای سبز گفته می شود.

در شهرهای سبز، سبک زندگی پایدار و توجه به محیط زیست در میان مردم رواج دارد و تبدیل به یک فرهنگ ملی شده است. برنامه ریزی در این شهرها به گونه ای است که سیستم های حمل و نقل، طراحی های شهری، سیستم های جمع آوری پسماند، فضای سبز و... در یک مجموعه متصل به هم باعث بهبود کیفیت آب، هوا، خاک و در نهایت محیط زیست شده اند تا شهری سبز را برای شهروندان به ارمغان آورند. برای طراحی شهرهای سبز، متخصصان محیط زیست، کارشناسان

۲. سیاست‌گذاری (وضع قوانین سبز)

با سیاست‌گذاری از سوی دولت یا سازمان‌های مرتبط و وضع قوانین، می‌توان الگوی تولیدات صنایع، میزان مصرف انرژی و انتشار آلودگی و الگوی مصرف در جامعه را به سمت اصلاح الگوی مصرف سوق داد. در کشورهای توسعه‌یافته به دلیل بررسی و مطالعات جامع‌تر، کیفیت عملکرد نهادهای تدوین‌کننده مقررات نسبت به کشورهای درحال توسعه بالاتر است.

وضع قوانین و فرهنگ‌سازی

مشخص نمودن نقش هر یک از افراد و سازمان‌ها

تأثیرات سریع و مثبت در پیشبرد توسعه شهر سبز

شکل ۱: نقش قوانین و فرهنگ‌سازی در پیشبرد توسعه شهر سبز جمعیت ۳.

افزایش جمعیت شهری یکی از عوامل افت کیفیت محیطی است؛ ازدحام بیشتر جمعیت در شهرها، مشکلاتی چون آلودگی‌های زیست‌محیطی (آلودگی آب، خاک و هوا)، افزایش نرخ تولید پسماند و افزایش استفاده از منابع و انرژی را به دنبال دارد که برنامه‌ریزی‌های شهری و زیرساخت‌های ایجاد شده در شهر و صنعت برای رفع نیازهای مردم را با مشکل مواجه خواهد کرد. در نتیجه بهتر است با قانون‌گذاری مناسب، از افزایش بی‌رویه جمعیت در مناطقی که این پتانسیل را ندارند جلوگیری گردد.

رشد بی‌رویه جمعیت

افزایش مصرف منابع

افزایش آلودگی زیست محیطی

شکل ۲: تأثیر رشد جمعیت بر محیط‌زیست

همچنین موارد زیر دیگر عوامل تأثیرگذار در ایجاد شهرهای سبز هستند که می‌توان به اختصار نام برد:

- استفاده از انرژی‌های سبز و پایدار و تجدیدپذیر
- وجود سیستم حمل‌ونقل عمومی با دسترسی مناسب و شرایط استفاده مطلوب
- ایجاد فضای سبز در مناطق شهری و تقسیم‌بندی مناطق شهری
- سیاست استفاده از محصولات پایدار، سبز و باکیفیت
- آموزش و فرهنگ‌سازی جامعه برای شناخت مسئولیت‌های هر یک از افراد و سازمان‌ها
- ایجاد تصفیه‌خانه‌ها و جمع‌آوری پسماند شهری متناسب با مصرف مناطق شهری
- بهره‌بری از تکنولوژی‌های به‌روز و دوستدار محیط‌زیست با راندمان بالا
- جهت‌دهی به صنایع برای تولیدات سبز و پایدار

مثال‌هایی از شهرهای سبز در جهان -۱- ونکوور در کانادا

ونکوور استفاده کننده بزرگ تکنولوژی‌های نوظهور محسوب می‌شود. این شهر، یک برنامه صد ساله جاه‌طلبانه برای زندگی پاک و سبز دارد و اکنون پیش‌تاز استفاده از نیروی برقابی در جهان است؛ به‌طوری‌که نود درصد برق مورد نیاز خود را از این طریق تأمین می‌کند. همچنین ونکوور یک برنامه کاهش بیست درصدی تولید گازهای گلخانه‌ای بر اساس ساختار پیمان کیوتو دارد. با سرمایه‌گذاری شهر بر سیستم‌های بادی، خورشیدی، موج و جزرومد مصرف سوخت‌های فسیلی نیز کاهش می‌یابد. به‌عنوان بخشی از برنامه‌های افزایش بازده انرژی، ونکوور از استفاده از تکنولوژی‌های نوظهور استقبال می‌کند. برای مثال، دستگاه‌های خورشیدی پرس‌کننده زباله که در اطراف این شهر ظاهر شده‌اند، هر کدام به اندازه یک سطل زباله هستند اما می‌توانند پنج برابر بیشتر از یک سطل معمولی، زباله نگه دارند؛ این کار موجب می‌شود کامیون‌های جمع‌آوری زباله کمتری در سطح شهر مورد نیاز باشد.

۲- ریکویک در ایسلند

ایسلند برنامه‌ریزی کرده است که تا سال ۲۰۵۰ وابستگی خود به سوخت‌های

فسیلی را کاملاً برطرف کند تا بتواند یک اقتصاد بدون سوخت فسیلی را تجربه کند. درحال حاضر، تمام ایسلند از جمله ریکویک، انرژی گرمایی و الکتریسته خود را از انرژی برقابی و انرژی زمین گرمایی^۱ تأمین می‌کنند که هر دو انرژی تجدیدپذیر هستند و گازهای گلخانه‌ای نیز تولید نمی‌کنند.

۳- برلین در آلمان

کشور آلمان از استراتژی‌های کارآمد برای بازاری مردم از انجام فعالیت‌های مضر برای محیط‌زیست استفاده می‌کند؛ به‌عنوان مثال، استفاده از نفت خام به‌عنوان سوخت در این کشور محدودیت دارد و کسانی که بیش از حد مجاز از این ماده استفاده کنند، مشمول پرداخت جریمه‌های نقدی به دولت می‌شوند. جالب‌تر اینکه در طول سال، تورهای سبز در کلان‌شهر برلین برگزار می‌شود که طی آن‌ها، به مردم ابتکاراتی که دوستدار محیط زیست باشند، آموزش داده می‌شود و اطلاعاتی در مورد چگونگی حفظ طبیعت در اختیار آنان قرار می‌گیرد؛ علاوه بر این آپارتمان‌های برلین از سیستم‌های تصفیه‌ای برخوردار هستند که امکان بازیافت آب خاکستری^۲ را فراهم می‌آورد تا سکنه ساختمان‌ها آن را برای باغ‌هایی که در اغلب پشت‌بام‌ها تعبیه شده، استفاده کنند.

۴- وین در اتریش

وین، پایتخت اتریش، به‌واسطه بهره‌مندی از امکانات متعدد دوستدار محیط‌زیست برای چند سال پی در پی به‌عنوان سبزترین شهر جهان شناخته شده است. بیش از پنجاه درصد شهر را فضاهای سبز فراگرفته و پوشش گیاهی به‌صورت روزافزون درحال گسترش است. به سبب مزایای متعدد حمل‌ونقل عمومی برای مردم این کشور، خودروهای شخصی به ندرت در شهر تردد دارند. وجود مسیرهای بسیار دوچرخه‌سواری و پیاده‌راه‌ها در سراسر شهر، طی‌کردن مسافت‌های کوتاه در شهر را برای شهروندان بسیار رضایت‌بخش کرده است.

۱. استفاده از انرژی حرارتی که در پوسته‌ی زمین وجود دارد.
۲. فاضلاب خاکستری، به فاضلاب ناشی از ظرف‌شویی یا دست شویی، حمام، ماشین لباسشویی و ... اطلاق می‌شود که می‌توان آن را تصفیه نمود و در موقعیت‌های دیگر از آن بهره برد.



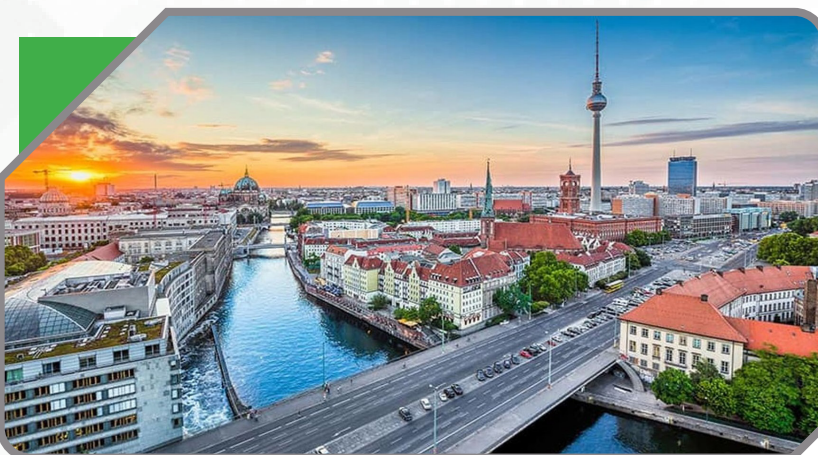
شکل ۳: شهر ونکوور در کانادا



شکل ۴: شهر ریکیوکیک در ایسلند



شکل ۵: شهر برلین در آلمان



شکل ۶: شهر وین در اتریش



نتیجه‌گیری

برای ساخت شهرهای پایدار و سبز و تجربه زندگی باکیفیت و سالم در آن‌ها، باید تمامی موارد اشاره شده را در نظر گرفت. مردم، سازمان‌ها و متولیان صنایع، در این مسیر وظایفی دارند که باید به‌خوبی برای تحقق آن‌ها نقش ایفا کنند. وضع قوانین و مقررات و فرهنگ‌سازی متناسب با چهارچوب‌های جامعه، به همراه آموزش می‌تواند در پیشبرد توسعه شهر سبز مؤثر باشد؛ چرا که با انجام این مهم، نقش و تأثیر هر یک از سازمان‌ها و مردم مشخص می‌گردد.

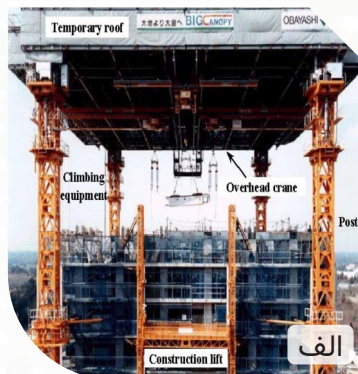
پرینت سه‌بعدی سازه‌ها

در دنیای امروزی خطوط تولید به‌سوی فرآیند اتوماسیون^۱ حرکت کرده و در کارخانه‌ها و شرکت‌های مختلف از قبیل آمازون یا تسلا فرآیند تولید، مونتاژ، بسته‌بندی و ارسال به‌صورت خودکار و به‌وسیلهٔ ربات‌ها درحال انجام است. اما این فرآیند اتوماسیون، تاکنون در صنعت ساختمان‌سازی به‌صورت گسترده وارد نشده است و همچنان به‌صورت دستی و با نیروی کارگر انجام می‌گیرد.



والا مزروعی

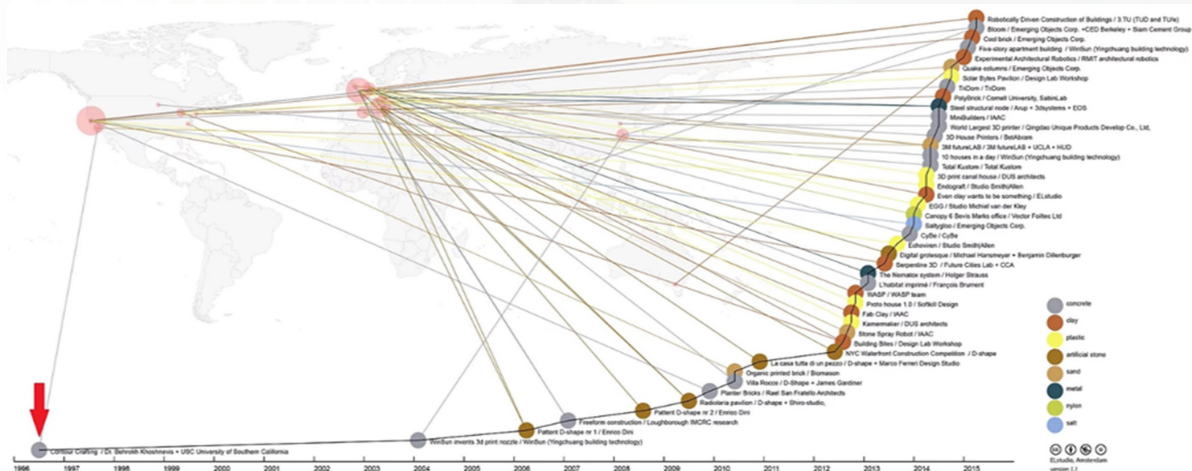
دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران
دانشگاه صنعتی اصفهان



شکل ۱: الف و ب) سیستم ساخت و ساز اتوماتیک شرکت اوباشی

در دههٔ ۱۹۸۰ میلادی برای اولین بار شرکت ژاپنی اوبایاشی^۲ به‌سوی اتوماسیون صنعت ساختمان‌سازی قدم برداشت و رباطی ساخت که از ریل‌ها و چرتقیل‌های متعددی تشکیل شده و قادر بود مصالح و المان‌های سازه‌ای را بلند کند و به‌صورت خودکار در محل مناسب قرار دهد؛ اما درنهایت به‌دلایل هزینه‌بری بسیار زیاد تحقیق و توسعهٔ این روش و نیاز به اپراتورهای متخصص که درعمل هزینهٔ دستمزد آن‌ها از دستمزد پرداخته شده به کارگران در روش دستی بیشتر می‌شد، این پروژه با شکست روبه‌رو شد[۱]. شکل ۱- الف و ب جزئیات این سیستم را نشان می‌دهد.

در سال‌های اخیر موج جدید اتوماسیون صنعت ساخت‌وساز با نگرش استفاده از تکنیک ساخت افزایشی^۳ به راه افتاد. تکنیک ساخت افزایشی برخلاف روش‌های سنتی بیانگر آن است که شیء مورد نظر لایه به لایه به صورت افزایشی تولید شود [۲]. دستگاه خروج یا اکستروژن ماده^۴، که متداول‌ترین و ارزان‌ترین نوع از ۷ نوع دستگاه چاپگر سه‌بعدی است، با همان رویکرد ساخت افزایشی عمل پرینت را انجام می‌دهد. در این روش که به FDM^۵ معروف است، یک پلیمر ترموپلاستیک که در دمای محیط جامد بوده با استفاده از حرارت تولید شده توسط دستگاه چاپگر، به صورت خمیری از نازل خارج می‌گردد [۳]. با بررسی عملکرد این چاپگر، برای اولین بار در سال ۱۹۹۶ دکتر بهرخ خوش‌نویس، استاد دانشگاه USC، ایده‌ای با نام ساخت پیرامونی^۶ جهت چاپ سه‌بعدی اشیاء در مقیاس سازه‌ای مطرح نمود [۴]. پس از آن تحقیقات متعدد و روزافزونی بر روی چاپ سه‌بعدی در مقیاس سازه‌ای با استفاده از مواد اولیه^۷ مختلف انجام گرفته که در نمودار شکل ۲ قابل مشاهده است [۵].



شکل ۲: تاریخچه ساخت و ساز با پیرینت سه بعدی به روش ساخت پیرامونی

1. Automation
2. the Obayashi Big-Canopy system
3. Additive manufacturing techniques
- 4 . Material Extrusion
- 5 . Fused Deposition Modeling
6. Contour crafting



روش ساخت پیرامونی

روش CC (ساخت پیرامونی) همانند دستگاه FDM، با رویکرد اکستروژن مواد مطرح شد که می‌تواند سازه مورد نظر را در هر شکل دلخواه با خارج کردن بتن از نازل دستگاه چاپگر بسازد. شکل ۳ نمونه‌ای از ساخت‌وساز به روش پیرامونی را نشان می‌دهد. این روش، ۳ تفاوت با دستگاه‌های FDM دارد؛ در روش FDM برای خمیری کردن ماده خروجی به حرارت نیاز بود ولی در روش CC حرارت لازم نیست، همچنین عرض لایه خروجی از دستگاه FDM در مقیاس ۰/۱ میلی‌متر بود که در روش CC به ۲۵ میلی‌متر رسید و در نهایت بحث خواص مواد مورد استفاده و رساندن آن به رباط بود که در روش FDM به راحتی انجام می‌گرفت ولی در روش CC سختی‌ها و نکات خود را داشت، به طوری که تا امروز ۹۰ درصد تحقیقاتی که بر روی این روش انجام می‌گیرد در راستای بررسی تفاوت سوم است [۴].

از مزیت‌های روش CC نسبت به ساخت‌وساز با نیروی انسانی آن است که در مرحله اول، معماران می‌توانند طرح‌های منحصر به فردی با انواع منحنی‌های مدنظر خود ارائه بدهند

و دیگر نیازی به شکل‌های مستطیلی تکراری نیست. در مرحله دوم، در بحث اجرا دیگر نیازی به قالب‌گذاری نیست؛ در نتیجه، تمامی مراحل نصب قالب و تراز نمودن آن، بتن‌ریزی در قالب‌ها، زمان عمل‌آوری و در نهایت باز کردن قالب‌ها، که طی تحقیقات انجام شده در آمریکا بین ۳۵ تا ۶۰ درصد هزینه ساختمان‌های بتنی را شامل می‌شود، از فرآیند اجرا حذف می‌گردد. بنابراین ساخت‌وساز با سرعت بسیار بالایی صورت می‌گیرد؛ به طوری که در صورت پرینت پیوسته می‌توان یک خانه یک طبقه را طی ۴۸ ساعت ساخت [۶ و ۷]. در نهایت چون بتن توسط رباط دقیقاً در محل خود ریخته می‌شود، میزان هدر رفت مواد به حداقل رسیده و آسیب کمتری به محیط‌زیست وارد می‌گردد. در شکل ۴ نمونه‌ای از یک سازه پرینت شده با معماری خاص و همچنین دوست‌دار محیط‌زیست دیده می‌شود.

شکل ۳: مدلی از ساخت‌وساز به روش ساخت پیرامونی



شکل ۴: سازه پرینت شده به روش ساخت پیرامونی دوست‌دار محیط‌زیست در کشور ایتالیا



باتوجه به مزیت‌های گفته شده، چرا از روش CC به صورت متداول استفاده نمی‌شود؟

صنعت ساختمان از جمله صناعی است که همیشه محتاطانه عمل کرده و به راحتی به سمت امتحان نمودن فناوری‌های جدید نمی‌رود؛ در کنار این مسئله، نبود آیین‌نامه جامع برای طراحی این نوع سازه‌ها و همچنین حاشیه سود کم این روش ساخت، باعث شده که طراحان سازه و مجریان آن رغبتی به استفاده از تکنولوژی ساخت سه بعدی نشان ندهند. همچنین از دیگر مشکلاتی که این روش امروزه با آن سروکله می‌زند، بحث‌هایی از قبیل پرینت تمامی اجزای سازه مانند سقف‌ها و تأسیسات ساختمانی است که هنوز با کمک نیروی انسانی انجام می‌گیرد و پرینتر صرفاً می‌تواند پوسته خارجی و پارتیشن‌های جداساز داخلی را چاپ کند. همچنین در بحث میلگردگذاری، امکان اجرای اتوماسیون آن همزمان با بتن‌ریزی دشوار بوده و همچنان به صورت دستی انجام می‌گیرد. در نهایت نیز باید پمپ مورد استفاده در دستگاه به قدری با قدرت باشد که بتواند به صورت پیوسته، مثلاً در ۴۸ ساعت، خانه موردنظر را تکمیل نماید که در عمل غیرممکن بوده و باتوجه به نیاز آن به قطع و وصل‌های پی‌درپی، زمان کل پروژه تا دو هفته به طول می‌انجامد.

جزئیات بیشتر درباره روش CC

یکی از شاخه‌های این روش که امروزه پرکاربرد بوده، پرینت سه‌بعدی بتن یا C³DP است که به‌عنوان یک تکنولوژی کمکی در صنعت ساخت‌وساز دیده می‌شود و در جهت اهدافی که در ادامه تعدادی از آن‌ها بررسی شده به‌کار می‌رود. اولین قدم برای این کار، کسب مجوز ساخت از ارگان مربوطه است. در این راستا لازم است آزمایش‌های موردنظر آن ارگان توسط شرکت مجری انجام گیرد و نتایج آن در قالب گزارش تحقیقات منتشر شود تا مجوزهای مورد نیاز صادر گردد.

در سال ۲۰۲۰، یک شرکت تحقیقاتی، آیین‌نامه‌ای برای دیوارهای یک سازه یک طبقه در کالیفرنیا منتشر کرد که درمورد خواص مکانیکی، میزان نفوذپذیری، کارایی موردنیاز و غیره بتن مورد استفاده توضیح می‌داد. همچنین در این گزارش، به موارد کنترل کیفی که لازم است در هنگام اجرا توسط ناظر بررسی شود

و نیز کارایی و رفتار سازه موردنظر در مقابل نیروی باد و زلزله به‌هنگام بهره‌برداری اشاره شد و ضوابطی برای آن ارائه گردید. این ضوابط همچنین به تأیید وزارت مربوط در این ایالت رسید و به‌عنوان اولین آیین‌نامه رسمی در روش C³DP ثبت گردید [۸] و خانه‌هایی با استفاده از این آیین‌نامه در شهر لس‌آنجلس ساخته شد (شکل ۵- الف و ب).

قابل‌ذکر است که قبل از سال ۲۰۲۰ نیز ساختمان‌های متعددی به این روش اجرا شده بودند که یا صرفاً به‌صورت آزمایشی بوده و مجوز ساخت موقت کسب کرده بودند، یا به روش پیش‌ساخته ابتدا المان‌های سازه‌ای در کارخانه تولید شده و کیفیت مورد نظر را کسب کرده و سپس در کارگاه با نیروی انسانی نصب شده بودند.



ب



الف

شکل ۵: الف و ب) خانه‌های پرینت‌شده براساس آیین‌نامه مذکور در لس‌آنجلس

کاربردهای روش CC

الف) ساخت تعداد زیادی خانه با هزینه بسیار کم برای افراد بی‌خانمان و تهی‌دست

ب) ایجاد سرپناه فوری برای افرادی که در یک عارضه طبیعی خانه خود را از دست داده‌اند

با استفاده از این تکنولوژی می‌توان در حداقل زمان برای افرادی که درگیر بلایای طبیعی هستند، سرپناه ساخت. به‌عنوان نمونه دیگر، مطابق شکل ۶، در پاندمی کووید ۱۹ در ووهان چین برای قرنطینه بیماراران تعداد زیادی اتاقک پیش‌ساخته بتنی مهیا شد که بیانگر کارایی و اهمیت این تکنولوژی است [۹].



شکل ۶: اتاقک‌های پیش‌ساخته به روش پرینت سه‌بعدی جهت قرنطینه بیماراران در ووهان چین



(ج) ساخت بناهای عمومی

ساخت بناهای عمومی با کاربردهای مختلف از دیگر کاربردهای روش C³DP می‌باشد. به عنوان مثال می‌توان به ساخت پل‌های کوچک برای دوچرخه‌سواران و افراد پیاده در هلند به صورت المان‌های پیش‌ساخته و پیش‌تنیده کردن این المان‌ها به روش پس‌کشیدگی^۱، یا اجرای سازه برج مخابراتی با هندسه‌ای زیبا در فرانسه و نیز ساخت پایه توربین‌های بادی به کمک رباط‌های بالارونده توسط شرکت جنرال الکتریک در آمریکا اشاره کرد [۱۰]. شکل‌های ۷ و ۸ نمونه‌هایی از این طراحی‌ها را نشان می‌دهند.



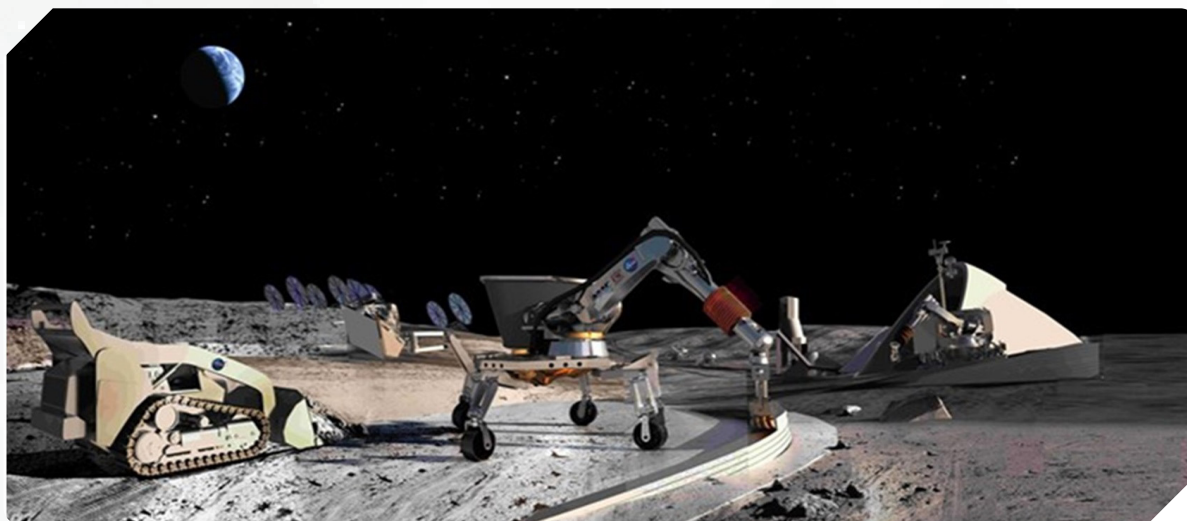
شکل ۸: مدلی برای ساخت پایه توربین‌ها به روش پرینت سه‌بعدی



شکل ۷: بزرگترین پل عابرپاده پرینت‌شده دنیا در کشور چین

(د) ساخت سازه‌های کاربردی مختلف در سیارات دیگر

مطابق شکل ۹، ناسا در حال انجام تحقیقات و آزمایش‌هایی برای ساخت سازه‌هایی با کاربردهای موردنیاز خود در ماه و مریخ به کمک این تکنولوژی است. باتوجه به اینکه منتقل کردن مصالح از زمین به این سیارات بسیار هزینه‌بر است، آزمایش‌هایی در راستای استفاده از مصالح موجود در همان سیارات صورت گرفته که در قدم اول، باتوجه به خاک سولفوری موجود در مریخ، ساخت سازه با بتن گوگردی در مریخ مورد آزمایش قرار گرفته است [۱۱].



شکل ۹: مدلی برای استفاده از دستگاه‌های پرینت سه‌بعدی در سطح ماه

زمینه‌های تحقیقاتی

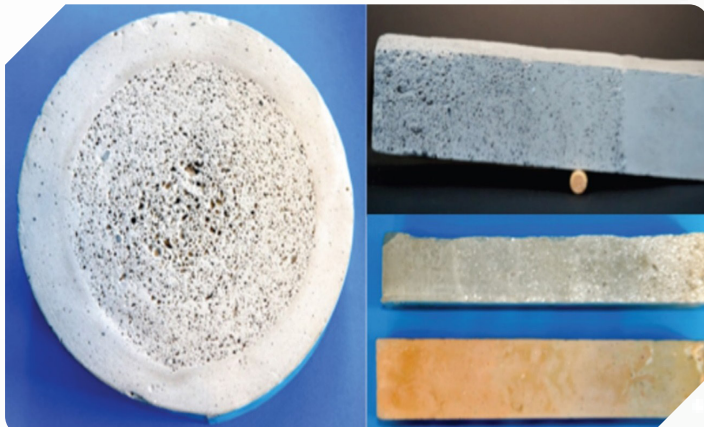
می‌شود. پس لازم است روش مناسبی برای مراقبت از بتن مهیا گردد. همچنین، بحث تنوع مواد خاص و جدید مانند بتن‌های ویژه و قابل بازیافت که توسط این دستگاه‌ها استفاده شود و نیاز به میلگرد را کمتر کند هم، مطرح است.

(۱) در بحث مواد مورد استفاده برای پرینت^۲، هنوز دستورالعمل آزمایش استاندارد که بیان‌کننده نوع آزمایش موردنیاز برای انجام بر روی بتن تازه باشد، وجود ندارد. از طرفی به دلیل وجود داشتن قالب، آب داخل بتن به راحتی تبخیر شده و ترک‌خوردگی‌هایی داخل آن به وجود می‌آید، که باعث کاهش مقاومت بتن

در ادامه مطلب بایستی گفت، باتوجه به تازه‌بودن تکنولوژی C³DP، هنوز زمینه‌های تحقیقاتی متعددی در آن وجود دارد که موردعلاقه محققان کشورهای آمریکایی، اروپایی و سایر کشورهای پیشرفته است و در این مقاله، چند مورد از آن به عنوان نمونه برای علاقه‌مندان، مورد بررسی قرار گرفته است.

1. Post tensioning
2. Printing material

حرارتی و دیگر خواص بتن، باتوجه به نیاز می‌شود. با این هدف که با در نظر داشتن نیاز مقاومتی، در یک قسمت بتن سبک و در محل دیگر بتن متراکم ایجاد گردد. (۳) در بحث سازه‌ای نیز، مواردی از قبیل میلگردگذاری دستی که نظریه اتوماسیون را زیر سوال می‌برد، همگن نبودن المان‌ها به دلیل اجرای لایه به لایه آن‌ها، فاصله زمانی بین پرینت که باعث ایجاد درز سرد می‌شود، دوام بتن و نفوذپذیری المان‌ها باتوجه به وضعیت چسبندگی بین لایه‌ها و در نهایت ایده استفاده از الیاف به جای میلگرد مطرح است و قابل تحقیق می‌باشد.



شکل ۱۰: نمونه‌ای از مصالح طبقه‌بندی شده تابعی

(۲) در بحثی دیگر، با در نظر گرفتن نیاز مقاومتی نواحی مختلف سازه، در هر ناحیه از سازه می‌توان از بافت خاص با مقاومت مورد نیاز در آن ناحیه استفاده کرد. همانند بافت استخوان‌ها در اندام که در بعضی نقاط تردتر و پوک‌تر و در نقاطی متراکم‌تر از دیگر نواحی است. به عنوان مثال، مطابق شکل ۱۰، مواد طبقه‌بندی شده تابعی^۱ (Functionally graded material)، نمونه‌ای از این مواد هستند. به عبارتی، با این روش می‌توان الگوی مصالح را، باتوجه به الگوی بارگذاری و تنش وارده در هر ناحیه طراحی کرد. استفاده از این ایده برای تولید بتن با مقاومت‌های متفاوت در نواحی مختلف آن، منجر به ایجاد الگوی تغییرات مدول الاستیسیته و خواص

جمع‌بندی

در این مقاله، ابتدا باهدف اتوماسیون کردن فرآیند ساخت و ساز، اولین ایده مطرح شده برای چاپ سه بعدی اشیاء در مقیاس سازه‌ای، یعنی روش ساخت پیرامونی یا CC، تعریف گردید و به جزئیات آن پرداخته شد و سپس به مزیت‌ها و معایب این روش اشاره گردید. در نهایت به کاربردهای یکی از شاخه‌های این روش تحت عنوان C3DP پرداخته شد که شامل موارد زیر می‌شود:

- ساخت خانه‌های مقرون به صرفه
- ایجاد سرپناه بعد از وقوع عارضه‌های طبیعی
- ساخت بناهای عمومی
- ساخت و ساز در دیگر سیارات

۱. موادی که خواص مکانیکی آن‌ها (مثل چگالی) به طور پیوسته از یک سطح به سطح دیگر تغییر می‌کند.



عملیات نگهداری و تعمیرات در پروژه‌ها

پارسا کلاهی

دانش‌آموخته دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی سازه دانشگاه تهران



در تمامی ساختمان‌ها و سازه‌ها، از ابتدای شروع پروژه ساخت تا انتهای دوره بهره‌برداری توجه به عملیات تعمیر و نگهداری از اهمیت بالایی برخوردار است. انجام این عملیات و چگونگی آن تأثیر بسزایی در افزایش طول عمر و کاهش هزینه‌های سازه‌ها و پروژه‌های عمرانی دارد؛ بنابراین برنامه‌ریزی بهینه نگهداری و تعمیرات علاوه بر اینکه باعث بهبود قابلیت خدمت‌رسانی دارایی می‌شود، می‌تواند نقش مهمی در کاهش هزینه‌ها و رضایت ذی‌نفعان ایفا نماید. به‌منظور آشنایی بیشتر دانشجویان با ضرورت عملیات تعمیر و نگهداری پروژه‌ها، مصاحبه‌ای با جناب آقای مهندس مسعود توکلی‌پور، مدیر نگهداری و تعمیرات ابنیه فنی شهری شهرداری اصفهان، انجام گرفته است که آن را در ادامه خواهید خواند.

مهندس مسعود توکلی‌پور



با عرض سلام و ضمن تشکر بابت پذیرش دعوت مصاحبه با نشریه پایا؛ به‌عنوان سوال اول بفرمایید تعریف عملیات تعمیرات و نگهداری در پروژه‌ها چیست؟

بسم الله الرحمن الرحيم. سلام. برای روشن‌شدن موضوع ابتدا تعریفی از دارایی فیزیکی ارائه می‌کنم. دارایی فیزیکی به هر منبع باارزش مادی و ریالی که وجود خارجی دارد گفته می‌شود؛ مثلاً در شهرداری اصفهان، ساختمان‌ها و پل‌ها و معابر جزء دارایی‌های فیزیکی شهرداری اصفهان هستند.

حال، مدیریت این دارایی‌ها مجموعه‌ای از فرایندهای نظام‌یافته است که به‌منظور نگهداری، به‌کارگیری و توسعه دارایی در راستای رسیدن به سود و کاهش هزینه است. به زبان ساده‌تر مدیریت دارایی فیزیکی یعنی سازوکاری که دارایی‌های یک سازمان را پایش و نگهداری می‌کند و

تقریباً مهم‌ترین هدف آن، حداقل‌سازی هزینه و افزایش طول عمر دارایی است. پس از آشنایی با مفهوم دارایی فیزیکی به تعریف نگهداری و تعمیرات می‌رسیم؛ نگهداری و تعمیرات یکی از مهم‌ترین بخش‌های مدیریت دارایی فیزیکی محسوب می‌شود که عبارت است از کلیه برنامه‌ها و اقداماتی که با هدف افزایش طول عمر مفید دارایی، افزایش ایمنی و کیفیت بهره‌برداری و نیز کاهش هزینه‌های دوباره‌کاری انجام می‌شود.

نگهداری و تعمیرات از دو نظر مورد اهمیت است، اولاً چنانچه عملکرد هر دارایی دچار اختلال شود موجب سلب آسایش و ایمنی بهره‌بردار می‌گردد؛ ثانیاً هر دارایی یک سرمایه است که عدم نگهداری صحیح، آن را دچار چالش‌های هزینه‌بر می‌کند تا جایی که ادامه وضع و یا نوسازی آن مستلزم هزینه‌های سنگین می‌گردد.

چه استراتژی‌هایی برای فرایند نگهداری و تعمیرات در پروژه‌های عمرانی وجود دارد؟

منظور از استراتژی‌های مدیریتی در نگهداری و تعمیرات، ایجاد یک سیستم مدیریت نگهداشت جامع، منظم و دقیق و در تابعیت از یک سند راهبردی جامع است. به‌طورکلی سیستم مدیریت نگهداشت از دارایی‌ها، شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌های منظم و هماهنگ در زمینه بهبود عملکرد، مدیریت ریسک و کاهش هزینه‌های چرخه عمر دارایی‌ها در راستای رسیدن

به اهداف است.

استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات سه دسته هستند: ۱. نت مبتنی بر خرابی؛ ۲. نت پیشگیرانه؛ ۳. نت پیشگویانه.

ما سعی می‌کنیم بتوانیم بر اساس نت پیشگیرانه پیش برویم؛ به‌رحال گریزی هم از نت مبتنی بر خرابی نخواهیم داشت. در شرایط فعلی در کشور و نیز در شهرداری اصفهان، ما در گام‌های نخستین و ابتدایی انجام عملیات نگهداری و تعمیرات هستیم و امکان این‌که همه دارایی‌ها را بتوانیم به‌صورت صددرصد پیشگیرانه نگهداری و تعمیرات کنیم وجود ندارد. ان‌شاءالله در آینده به این مرحله خواهیم رسید که بتوانیم تمامی فرایند نگهداری و تعمیرات ساختمان‌ها را بر اساس نت پیشگیرانه پیش ببریم.



جایگاه مدیریت پروژه در فرایند نگهداری و تعمیرات چیست؟

پروژه نگهداری و تعمیرات را می‌توان از لحاظ ساختاری به دو بخش کاملاً مجزای نگهداری دوره‌ای و پروژه‌های تعمیراتی تقسیم‌بندی کرد. نگهداری دوره‌ای را نمی‌توان به‌صورت پروژه نگاه کرد، چرا که بنابر تعریف، پروژه ماهیتی موقت دارد؛ درحالی‌که نگهداری دوره‌ای ماهیتی مداوم دارد. بنابراین، نگهداری دوره‌ای را باید به‌صورت یک کار عملیاتی نگاه کرد و تلاش کرد با استفاده از مفاهیم مدیریت عملیاتی آن را بهبود داد.

در مقابل، پروژه‌های تعمیراتی را می‌توان ذیل مفهوم مدیریت پروژه تعریف کرد و تلاش کرد بر مبنای فرایندهای مندرج در استانداردهای بین‌المللی مانند PMBOK^۱، پروژه‌های تعمیراتی را به‌نحوی مدیریت کرد که موفقیت بیشتری حاصل شود. در هر صورت، باید توجه کرد که پروژه‌های تعمیراتی بیشتر ماهیتی چابک^۲ دارند؛ زیرا در اغلب پروژه‌های تعمیراتی، نمی‌توان قبل از شروع پروژه، محدوده دقیق برای پروژه ترسیم کرد یا تخمین دقیقی از زمان و هزینه پروژه ارائه نمود؛ زیرا گستردگی و عمق خرابی تنها پس از شروع عملیات تعمیر مشخص می‌شود. بنابراین باید به این نکته دقت کرد که بهتر است پروژه‌های تعمیراتی را ذیل مفاهیم مدیریت چابک^۳ بررسی کرد. در بحث مدیریت پروژه، اگر منظور مدیریت پروژه در زمان نت است که با مقایسه شاخصه هزینه و کیفیت بهره‌برداری می‌تواند صحت فرایند نت را مشخص کند. البته ممکن است در ابتدا کار خیلی ساده‌ای نباشد ولی با گذشت زمان و مقایسه هزینه‌های خرابی و فواصل خرابی و کیفیت خدمات‌رسانی آن تجهیز قابل رصد خواهد بود.



معمولاً چند درصد از بودجه یک پروژه به بحث نگهداری و تعمیرات اختصاص داده می‌شود؟

اگر بخواهیم هزینه‌های مربوط به دوران نگهداری و تعمیرات یک سازه را بر اساس منابع بین‌المللی بیان کنیم حدود ۸۰ درصد کل بودجه یک سازه مربوط به دوران نگهداری و تعمیرات آن سازه است و فقط ۲۰ درصد مربوط به فرایند طراحی و ساخت خواهد بود که این عدد، عدد بالایی است.

اما در ایران اینطور نیست که در ابتدای پروژه و قبل از ساخت درصدی نیز به نگهداری و تعمیرات آن اختصاص داده شود. پس از اجرای پروژه و بهره‌برداری آن شرح خدمات و برآورد لازم به تناسب قیمت روز انجام می‌شود و سپس عملیات نگهداری و تعمیرات آن آغاز می‌گردد که بستگی

به شرایط پروژه از لحاظ حساسیت بهره‌برداری دارد که به‌تبع آن، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات آن افزایش می‌یابد و هرچه حساسیت پروژه کمتر باشد نیاز به حضور نیروی انسانی و تعویض زود هنگام تجهیزات کم می‌شود.



چه برنامه‌هایی برای بحث نگهداری و تعمیرات پروژه مرکز همایش‌های بین‌المللی اصفهان، به‌عنوان یکی از عظیم‌ترین پروژه‌های سالیان اخیر در شهرداری اصفهان، پیش‌بینی شده است؟

به‌منظور شروع عملیات نگهداری و تعمیرات هدفمند ابتدا می‌بایست دانش موردنیاز جهت اجرایی‌نمودن آن فراهم گردد؛ بدین منظور نسبت به همکاری با مشاور با موضوع خدمات مشاوره جهت بهره‌برداری و نگهداری و تعمیرات ساختمان‌ها، تأسیسات و تجهیزات مرکز همایش‌های بین‌المللی اصفهان اقدام گردید. این مشاور با بهره‌گیری از دانش روز نگهداری و تعمیرات و استانداردهای موجود اقدام به تنظیم نقشه راه جهت نگهداشت از دارایی‌ها در قالب سند راهبردی نگهداری و تعمیرات به‌صورت جامع پرداخته و کلیه پیش‌نیازها را در راستای هدف، استراتژی و برنامه‌ها به‌صورت موارد کاربردی از جمله شناسنامه‌ها، دستورالعمل‌ها، چک‌لیست‌ها و... تهیه کرده و برنامه نگهداری و تعمیرات را در راستای برنامه کلی ۱۴۰۵ شهرداری اصفهان منطبق نموده است.

در این قرارداد، نقشه‌های موجود بررسی و همچنین زیرپروژه‌های اتمام یافته به‌منظور بررسی ایرادات مورد توجه قرار گرفته و تمهیداتی جهت تحویل پروژه‌های در حال ساخت اندیشیده شد. در قدم دوم برنامه‌ریزی گردیده است که با انعقاد قرارداد مشاوره و نظارت بر نگهداری و تعمیرات فرایندهای لازم جهت همکاری با پیمانکار نت صورت پذیرد و مشاور نظارت لازم را در جهت انجام با کیفیت این عملیات در راستای اهداف پیش‌بینی شده مطابق با برنامه‌های زمان‌بندی صورت پذیرفته انجام دهد.

گوشه‌ای از اقداماتی که به آن اشاره شد به این شرح است:

- برنامه‌ریزی و ارائه گزارش مکتوب انجام فعالیت‌های نگهداری پیشگیرانه (PM) و نگهداری پیش‌بینانه (PDM)

- برنامه‌ریزی و ارائه گزارش و راهکارهای مکتوب جهت امکان ثبت سوابق

فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات

- تهیه فرم کلیه چک‌لیست‌های دوره‌ای موردنیاز براساس مشخصات فنی

دستگاه‌ها و تجهیزات

- تهیه آرشو فنی و نحوه دسترسی و

استفاده آسان از مستندات؛ ازجمله نقشه

تجهیز و فرایندها، چک‌لیست‌ها، نحوه

راه‌اندازی و نگهداری و تعمیرات

- مستندسازی، جمع‌آوری و تدوین

گارانتی و وارانتی کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات

همراه با لیست تاریخ شروع و پایان هر یک

از آن‌ها به‌صورت تفکیکی و ارائه به کارفرما

- تعیین تعداد و نوع تخصص نیروهای

موردنیاز هر بخش، روش به‌کارگیری، نحوه

مدیریت و آموزش نیروی انسانی و پیمانکاران

فنی دارای صلاحیت جهت به‌کارگیری در

بخش نگهداری و تعمیرات

- تهیه لیست شاخص‌های کلیدی

جهت ارزیابی عملکرد پیمانکاران نگهداری و

تعمیرات

- زمان‌بندی و برنامه‌ریزی برای اورهال^۴

تجهیزات و قطعات و تعمیرات اساسی

تجهیزات پروژه براساس مشخصات فنی

آن‌ها

- تدوین سند استراتژیک نت و انتخاب

رویکرد و روش مناسب باتوجه‌به اهداف،

سیاست‌ها و شناسایی زیرساخت‌ها

- کدگذاری (Coding) روی تجهیزات

و دارایی‌های فیزیکی موجود در تمامی

زیرپروژه‌ها و ارائه لیست آن‌ها به کارفرما

- انجام بررسی و مطالعات لازم به‌منظور

ریشه‌یابی عیوب و رفع مشکلات تجهیزات

بحرانی در راستای جلوگیری از خرابی

زود هنگام

1. Project Management Body of Knowledge
2. agile5

۳. مدیریت چابک یک رویکرد تکراری برای مدیریت پروژه است که روی تقسیم و تجزیه پروژه‌های بزرگ به وظایف قابل کنترل و کوچک‌تر تمرکز دارد.
۴. اورهال (overhaul): بررسی عملکرد، سرویس، تعمیر یا جایگزینی دستگاه‌ها، تجهیزات، ماشین‌آلات، زیرساخت‌های ساختمانی و پشتیبانی تأسیسات صنعتی



خبرت می‌کنیم». من بارها و بارها از این حرف‌ها شنیدم ولی مأیوس نشدم. برای شرکت در پروژه‌ای رفتم و به مسئول آن گفتم: «من به‌تازگی از دانشگاه فارغ‌التحصیل شده‌ام» گفت: «یعنی الآن به تو میگن آقای مهندس؟» گفتم: «نمی‌دونم». گفت: «نه، زمانی به تو میگن آقای مهندس که واقعا مهندس باشی! الان شما هنوز دانشجویی». گفتم: «بله، هرچی شما می‌فرمایید. من اومدم که کار بکنم». گفت: «پس فردا ساعت ۷ صبح میای سر کار پیش من». تعجب کردم و البته خوش‌حال شدم و از فردای آن روز صبح‌ها ساعت ۷ صبح می‌رفتم سر آن کار. روز اول آن مهندس به من گفت: «از امروز هر روز از ساعت ۷ صبح تا ساعت ۷ شب کار می‌کنی. بدون یک ریال دریافتی!». به مدت یک سال و نیم من شبانه‌روز به صورت رایگان در آن پروژه کار کردم و فقط تجربه کسب کردم و تازه فهمیدم که دانشگاه واقعی من در واقع از آن زمان شروع شده است. بنابراین دوستان انتظار نداشته باشند بلافاصله پس از فارغ‌التحصیلی از دانشگاه بتوانند بروند در پشت یک میزی و مشغول به کار شوند. شاید تعداد کتاب‌هایی که من بعد از فارغ‌التحصیلی خواندم سه برابر کتاب‌هایی بود که در دوران تحصیل خواندم. گاهی پیش می‌آمد که من پس از فارغ‌التحصیلی دو خط از کتابی را می‌خواندم و حدود نیم ساعت بر روی آن تفکر و تأمل می‌کردم در حالی که همان دو خط را در روران دانشجویی‌ام در بیست ثانیه می‌خواندم و از آن عبور می‌کردم. بنابراین دوستان من هرگز مأیوس نشوند و همیشه امیدوار و استوار به راه خود ادامه بدهند. ان‌شاءالله همه شما موفق و مؤید در پناه خداوند باشید.

در دوره کارشناسی یک درس اختیاری با عنوان نگهداری، تعمیر و ترمیم سازه‌ها ارائه می‌شود، که دانشجویان با أخذ این درس می‌توانند اطلاعات مفیدی در خصوص این موضوع کسب کنند. همچنین در مقطع کارشناسی ارشد گرایش مهندسی و مدیریت ساخت دو درس سه واحدی به نام‌های تعمیر و تقویت سازه‌های عمرانی و مدیریت نگهداری پروژه‌های عمرانی ارائه می‌شود که می‌تواند اطلاعات خوبی درباره مقوله نگهداری و تعمیرات به دانشجویان ارائه نماید. شرکت در سمینارهای دوره‌ای در زمینه ارائه تجارب مربوط به مدیریت نت نیز می‌تواند در راستای انتقال دانش به دانشجویان مفید واقع گردد. همچنین دانشجویان می‌توانند مدتی را به‌عنوان کارآموز در شرکت‌های مرتبط برای کسب تجارب بگذرانند. از طرفی، ما نیز در شهرداری اصفهان به‌عنوان مدیر نگهداری و تعمیرات، به‌طور کامل این آمادگی را داریم که تمامی دانشجویان عزیزی را که بخواهند در این زمینه کار کنند و تجربه کسب نمایند، اندک تجربه‌ای که در این زمینه کسب کرده‌ایم را به‌راحتی و با رغبت در اختیارشان قرار دهیم.

• از لطف شما سپاس‌گزارم. همین‌که چیزی در حدود یک ساعت و بیست دقیقه از وقت خود را در اختیار من و مخاطبان نشریه پایا قرار داده‌اید نشان از ارزشی است که برای دانشجویان قائل هستید.

خواهش می‌کنم. آرزو دارم روزی برسد که تمام دانشجویان در هر زمینه‌ای که علاقه دارند مشغول به کار شده و موفق باشند و دل‌زده از درسی که خوانده‌اند نشوند. خود من زمانی که از دانشگاه فارغ‌التحصیل شدم هرجایی که برای کار می‌رفتم از من سؤال می‌شد: «سابقه کار داری؟» و من جواب می‌دادم: «نه». در سوال بعدی می‌پرسیدند: «چی بلدی؟» می‌گفتم: «من تازه از دانشگاه فارغ‌التحصیل شده‌ام و حدود صدوپنجاه واحد درسی را گذرانده‌ام». در پاسخ می‌گفتند: «دانشگاه به‌درد خودت می‌خوره، برو ان‌شاءالله

- برنامه‌ریزی و اجرای استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات مشتمل بر راه‌اندازی برنامه پایش وضعیت، مدیریت دستور کارها، تعمیرات اساسی، تهیه چک‌لیست بازرسی‌های دوره‌ای، پیاده‌سازی برنامه کالیبراسیون، تدوین برنامه‌های نت برای تجهیزات کلاس A و B و برنامه‌ریزی تعویض و تعمیرات دوره‌ای منطبق بر سند راهبردی مدیریت نگهداشت از دارایی‌های شهرداری اصفهان طبق استانداردهای مربوطه - تهیه و ارائه نرم‌افزار تخصصی نگهداری و تعمیرات مرکز همایش‌های بین‌المللی اصفهان به‌منظور پوشش کلیه فرایندهای برنامه‌ریزی شده و مصوب نت؛ لازم به ذکر است گزارش‌های ارسالی می‌بایست بر مبنای خروجی‌های نرم‌افزار، تهیه و تنظیم گردد به‌جز مواردی که خارج از مباحث نرم‌افزاری است.



آیا از روش‌های نوین پایش سلامت سازه‌ها نیز در این پروژه استفاده شده است؟

در حال حاضر خیر؛ چون بحث پایش سلامت سازه‌ها یک بحث تخصصی است و شامل بخش‌های آنلاین و آفلاین است که هنوز شرایط برای به‌کارگیری آن در این پروژه فراهم نیست و احساس نیازی هم تاکنون در این خصوص نداشته‌ایم. البته بحث کمبود بودجه نیز بی‌تأثیر نبوده است و در پی تمام نشده‌های ما در پروژه‌ها زخم کمبود بودجه وجود دارد؛ ولی به‌هرحال در برنامه‌های آتی این پروژه نیز پایش سلامت بخش‌های حساس و فوق‌حساس پروژه پیش‌بینی شده است. در حال حاضر از روش پایش سلامت فقط در یکی از پل‌های شهر اصفهان استفاده می‌گردد.



با توجه به این‌که در رشته مهندسی عمران واحدی تحت عنوان نگهداری و تعمیرات پروژه‌ها وجود ندارد، یک دانشجوی مهندسی عمران چگونه باید آموزش‌های لازم برای این موضوع را قبل از ورود به بازار کار ببیند؟

بتن‌های مسلح پارچه‌ای

امیرحسین کهزادی

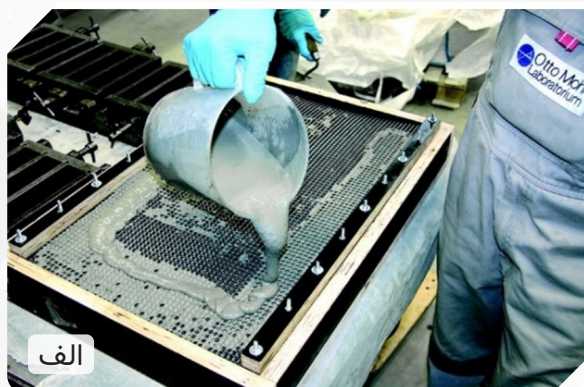
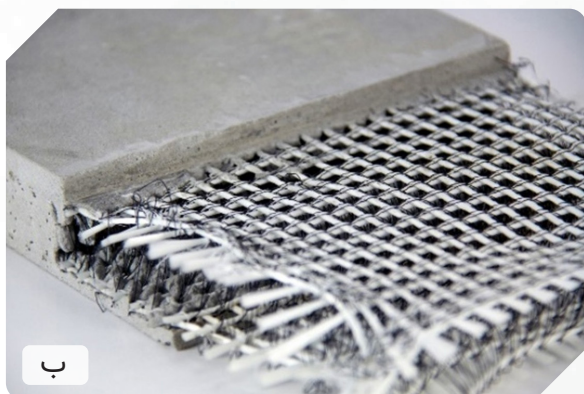
دانشجوی کارشناسی ارشد سازه
دانشگاه صنعتی اصفهان



در بیان اهمیت بحث بتن می‌توان به ذکر همین نکته بسنده کرد که پیش‌بینی می‌شود صنعت بتن آماده تا سال ۲۰۲۵، درآمدی بالغ بر ششصد میلیارد دلار داشته باشد. این میزان درآمد، درواقع حجم بالای تولید سیمان را در پی خواهد داشت. بتن مسلح‌شده با آرماتورهای فولادی مهم‌ترین کامپوزیتی است که در صنعت ساخت‌وساز مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیب مقاومت فشاری بالای بتن و مقاومت کششی فولاد باعث ایجاد ظرفیت باربری مناسب بتن مسلح رایج در این صنعت می‌شود؛ اما یکی از اصلی‌ترین ایرادهایی که به این دست از کامپوزیت‌ها وارد است، بحث خوردگی میلگردهای فولادی است که به‌مرورزمان و بعد از قرارگیری در معرض عوامل محیطی نظیر محیط‌های سولفاتی، کلریدی، اسیدی و... به وجود می‌آید. برای جلوگیری از بروز این امر، استفاده از پوشش بتنی به‌عنوان روشی برای محافظت در برابر این حملات به‌کار گرفته شد. در واقع با افزایش ضخامت پوشش بتنی، میزان خاصیت بازی بتن افزایش پیدا کرده و از واکنش میلگردهای فولادی با عوامل خوردگی جلوگیری می‌کند. با افزایش بیش‌ازحد ضخامت بتن، نه‌تنها با گذشت زمان از خوردگی آرماتورها جلوگیری نشده، بلکه باعث ایجاد مقاطع بتنی سنگین می‌شود که به‌سبب آن تولید سیمان افزایش خواهد داشت. به‌همین دلیل از اواسط دهه ۱۹۹۰، علاقه به توسعه کامپوزیت‌های سیمانی با تقویت‌کننده‌های غیرفلزی نظیر شیشه و کربن و بازالت، به‌شکل الیاف و پارچه، افزایش پیدا کرد و مقطعی نازک، سبک و درعین‌حال با استحکام بالا را به عرصه ساخت‌وساز وارد کرد. نوع جدیدی از کامپوزیت‌های سیمانی که در آن از تقویت‌کننده‌های غیرفلزی استفاده شده و در دو دهه اخیر مورد مطالعه قرار گرفته است، کامپوزیت‌های مسلح شده با پارچه (TRC) نام دارد.

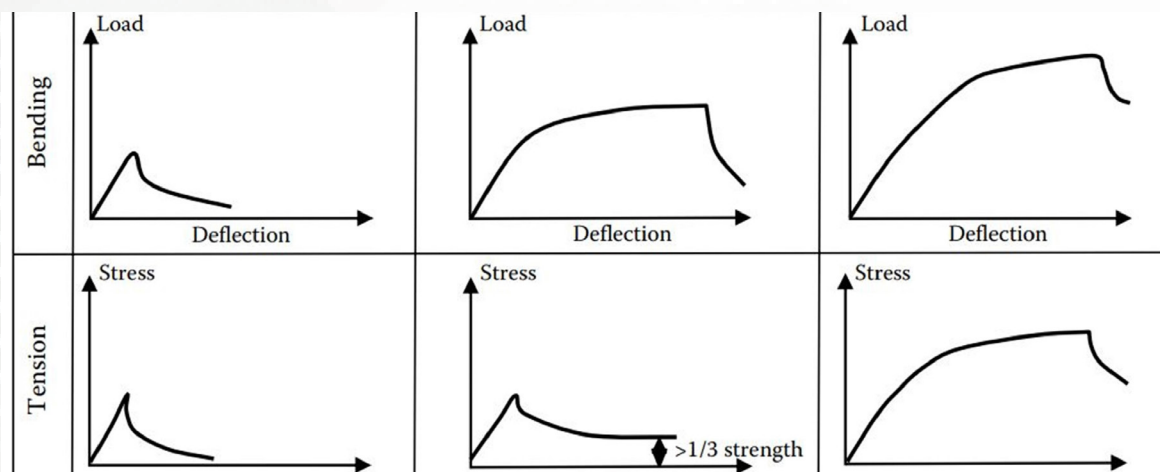
بتن مسلح پارچه‌ای

TRC یک روش نسبتاً جدید از کاربرد مواد سیمانی می‌باشد که در آن پارچه‌های چند محوره با مقاومت کششی و شکل‌پذیری زیاد مطابق شکل ۱، به‌صورت یک یا چند لایه در یک خمیر سیمانی (ماتریس) ریزدانه ادغام می‌شود [۱].



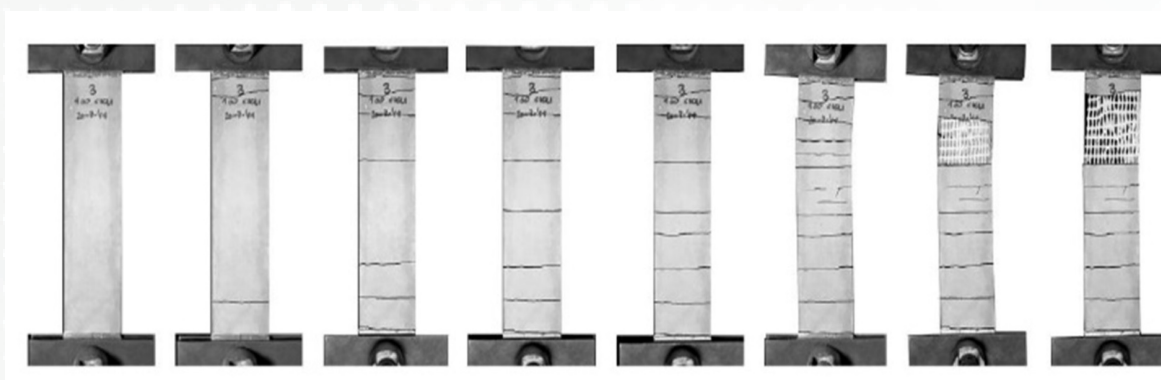
شکل ۱: الف) نحوه ساخت کامپوزیت‌های TRC؛ ب) نمای از یک کامپوزیت ساخته شده به روش TRC [۱].

از برجسته‌ترین مزایای TRC می‌توان افزایش مقاومت، شکل‌پذیری بالا و ظرفیت جذب انرژی زیاد را نام برد که به‌دلیل مکانیزم ترک‌خوردگی چندگانه این بتن بوده و همان‌طور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، باعث رفتار کرنش - سخت‌شوندگی در شرایط بارگذاری مختلف می‌شود. این مواد امکان طراحی عناصر بتنی با ساختار بسیار نازک و با مقاومت بالا در فشار و کشش را فراهم می‌کنند. استفاده از پارچه به شکلی که تارهای آن درجهت تنش اصلی قرار گیرد، در مقایسه با پراکنده‌سازی الیاف خردشده در ماتریس، اثربخشی بالاتری دارد [۲].



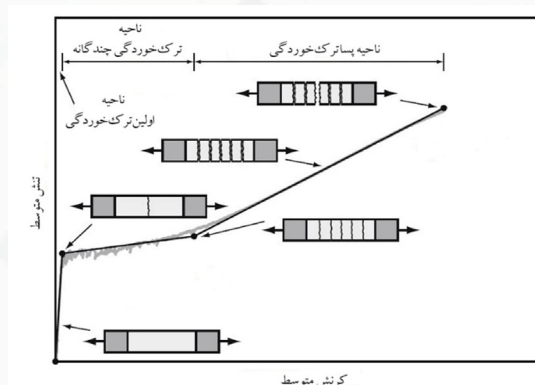
شکل ۲: دسته‌بندی رفتار مواد مختلف تحت بارگذاری‌های خمشی و کششی [۳]

شکل ۳، الگوهای ترک‌خوردگی پانل‌های بتنی مستطیل شکل، تحت نیروی کشش مستقیم را از ابتدا تا انتهای بارگذاری (زمانی که پارچه گسیخته می‌شود) نشان می‌دهد [۴].



شکل ۳: الگوی ترک‌خوردگی از ابتدای بارگذاری تا زمان پارگی پارچه [۴]

مطابق شکل ۴، منحنی تنش - کرنش این مواد به سه ناحیه مجزا تقسیم می‌شود: ۱. ناحیه اولین ترک‌خوردگی؛ ۲. ناحیه ترک‌خوردگی چندگانه؛ ۳. ناحیه پساترک‌خوردگی.



شکل ۴: شماتیکی از نمودار تنش - کرنش کامپوزیت‌های TRC [۵]

ناحیه اول، یک ناحیه خطی است که در آن سختی ماده به شدت به سختی ماتریس سیمانی بستگی دارد. زمانی که مقاومت کششی ماتریس از بین رفت، یک ماکروترک ایجاد می‌شود. این نقطه، اولین ترک‌خوردگی نامیده می‌شود که به موجب آن، سختی ماده به شکل چشمگیری کاهش پیدا می‌کند. بعد از بازتوزیع مجدد بارها، ترک جدیدی در مکان دیگری ایجاد می‌شود. این روند تا زمانی که ماتریس به طور کامل از ترک اشباع شود، تکرار می‌گردد. تشکیل این ترک‌ها به عنوان ناحیه ترک‌خوردگی چندگانه شناخته می‌شود و در نهایت، آخرین مرحله، مرحله پساترک‌خوردگی است که دیگر ترکی در ماتریس رخ نمی‌دهد و سختی ماده تنها بستگی به تقویت کننده‌های پارچه‌ای و نسبت حجمی الیاف دارد. درواقع طول و اندازه ناحیه سوم بستگی به مقاومت پارچه، رفتار کششی و ازدیاد طول شکست آن‌ها دارد [۵-۷].

برای اطمینان از اثر تقویت‌کنندگی دائمی، مواد الیافی باید به‌طور دائم و بدون ازدست‌دادن خواص خود در برابر محیط قلیایی بتن مقاومت کنند. در حال حاضر معمولاً TRC از پارچه‌های کربنی - شیشه‌ای مقاوم‌دربرابرقلیا، پلی اتیلن و آرامید ساخته می‌شود. از انواع کاربردهای بتن مسلح پارچه‌ای می‌توان به مقاوم‌سازی اعضای بتن‌آرمه معمولی، شامل تقویت خمشی تیرهای بتن‌آرمه، بهبود محصورکنندگی ستون، تقویت اتصالات، تقویت دیوارهای بتن‌آرمه یا بنایی، ساخت سازه‌های پوسته‌ای و مقاوم‌سازی برشی تیرهای بتن‌آرمه اشاره کرد.

موارد کاربرد

- ساخت پل عابر پیاده با استفاده از TRC
در سال ۲۰۰۵ در یک نمایشگاه در آلمان، شهرداری گراشن‌هاین در نظر داشت سازه پلی را به‌شکل خلاقانه و با ساختاری خاص به نمایش بگذارد. این فرصتی مناسب برای محققان در دانشگاه درسدن بود تا اولین سازه واقعی را با استفاده از بتن مسلح پارچه‌ای بسازند. از آنجایی که TRC یک ماده نوآورانه بود و در آلمان روش ساخت قطعه به قطعه فقط در موارد استثنائی استفاده می‌شد، طراحی

سازه پل با فراهم‌کردن هر دو شرط خلاقیت و خاص‌بودن، انجام شد. در حال حاضر، این پل بر روی رودخانه دولنیتز قرار دارد و مسیری را برای عابران پیاده و دوچرخه‌سواران فراهم کرده است. چند سال بعد، پل مشابهی با دهانه شانزده متری با همان روش قبلی در شهر کمپتن آلمان ساخته شد. شکل ۵ تصویر این پل را نشان می‌دهد که برای حمل عابران پیاده، دوچرخه‌سواران و یک لودر برف‌پاک‌کن کوچک قابل بهره‌برداری است [۱۱].

- غرفه پوسته‌ای پیش‌ساخته

هدف از این پروژه، توسعه یک ساختمان با عناصر پیش‌ساخته بود که هر چند وقت یک بار، بنا به ضرورت، قابل جمع‌آوری و جداسازی باشد [۱۲]. این نیاز می‌بایست با ترکیب چند المان پیش‌ساخته صدفی شکل برطرف می‌شد. المان ساخته شده، دارای طول پنج متر در امتداد دو لبه بزرگ و ابعاد هفتاد سانتی‌متر در قسمت پایینی هر جزء بود. شکل ۶، چند نمونه از آرایش احتمالی اجزاء را نشان می‌دهد. همچنین مطابق شکل ۷، در آگوست ۲۰۱۲، شش جزء پوسته‌ای پیش‌ساخته برای ساخت یک غرفه، ترکیب شدند.



شکل ۵: پل ساخته شده با روش TRC با دهانه شانزده متر در شهر کمپتن، آلمان [۸]

- پوسته هایپر در دانشگاه RWTH آخن

یکی دیگر از پروژه‌های تکمیل شده، یک آلایچیک در دانشگاه RWTH آخن است [۱۴-۱۶] که در آن چهار المان جدارنازک به ابعاد ۷×۷ متر با استفاده از بتن مسلح پارچه‌ای مطابق شکل ۸، ساخته شدند. از آنجایی که هر المان پوسته در ناحیه میانی بر روی یک ستون قرار داده می‌شد، ضخامت پوسته در لبه‌ها شش سانتی‌متر بود و به تدریج تا سی‌ویک سانتی‌متر در وسط افزایش پیدا کرد.

- مقاوم‌سازی سازه‌های پوسته‌ای بتن‌آرمه

علاوه‌بر ساخت سازه‌های جدید، TRC پتانسیل بسیار زیادی در مقاوم‌سازی سازه‌های بتن‌آرمه دارد. از مزایای این روش می‌توان به بهره‌وری بالا، یکپارچگی بهینه بتن در اثر پاشش، افزایش کمتر میزان بار مرده و خواص مکانیکی قابل‌توجه اشاره کرد.

اولین پروژه‌ای که با استفاده از TRC آلمان در سال ۲۰۰۶ اجرا شد، مقاوم‌سازی سقف بزرگی به‌شکل یک سهموی هذلولی بود که در دانشگاه علوم کاربردی شواینفورت قرار داشت [۱۸-۱۹]. طول لبه‌های سقف نزدیک به ۲۸ متر بود و در نزدیکی لبه‌های پوسته، تغییرشکل‌های غیرقابل‌قبولی رخ داده بود.

به همین دلیل مقاوم‌سازی با TRC انجام و تا حد امکان، افزایش باربری برای تحمل وزن اضافه محقق شد. یک لایه TRC نازک یک‌ونیم سانتی‌متری، حاوی سه لایه پارچه تشکیل شده از الیاف کربنی، برای تقویت پوسته کافی بود [۲۰]. شکل ۹ فرآیند تشریح‌شده را نشان می‌دهد.

- بازسازی و ترمیم با استفاده از TRC

TRC همچنین می‌تواند به‌عنوان یک روش بازسازی، نظیر تعمیر سطوح بتنی آسیب‌دیده در اثر حرارت استفاده شود. به‌عنوان مثال، می‌توان به سطح داخلی یک سیلوی قند استوانه‌ای اشاره کرد. در این سیلو آتش‌سوزی آسیب زیادی به ساختار سقف وارد کرده بود که در عرض چند هفته، چهارده‌هزار متر پارچه کربنی مربعی در سه لایه با ضخامت یک‌ونیم سانتی‌متر اعمال گردید [۲۱].



جمع‌بندی

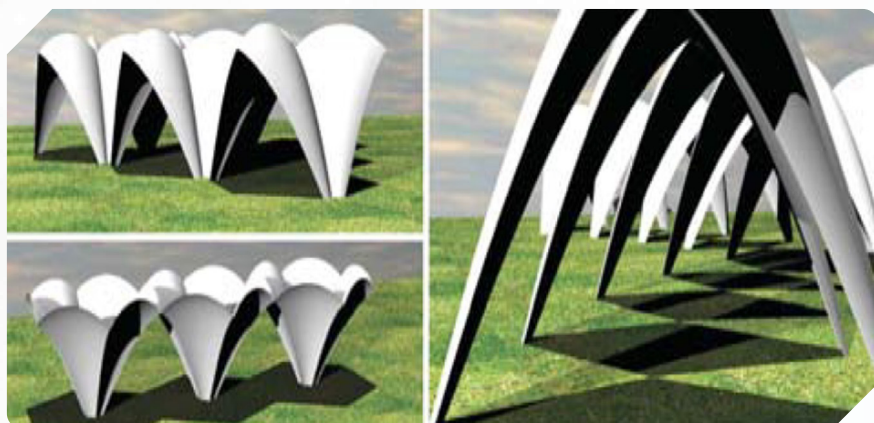
در این مقاله در ابتدا به بررسی بتن‌های مسلح پارچه‌ای و نحوه رفتار آن‌ها تحت بارگذاری‌های مختلف پرداخته شد و سپس رفتار ترک‌خوردگی آن‌ها بررسی گردید. از برجسته‌ترین مزایایی که این کامپوزیت‌ها به ارمغان می‌آورند می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دوام بسیار بالا نسبت به بتن معمولی به دلیل داشتن ترک‌هایی با عرض پنجاه میکرومتر؛
- ایجاد پتانسیل برای استفاده کمتر از مصالح

نسبت به بتن‌های سازه‌ای متعارف؛

- عمر بهره‌برداری طولانی‌تر نسبت به بتن‌های سازه‌ای معمولی؛
- انعطاف‌پذیری بالا در ساخت (تقریباً قابل ساخت به هر شکل معماری)؛

ذکر این نکته حائز اهمیت است که از TRC می‌توان به‌عنوان گزینه‌ای مناسب در کنار FRP جهت مقاوم‌سازی عناصر سازه‌ای نظیر تیرها، ستون‌ها و محل اتصالات بهره برد. از ویژگی‌های منحصربه‌فرد آن‌ها، امکان ساخت عناصری است که درعین‌حال از ضخامت کمی برخوردارند ولی قابلیت تحمل نیروی کششی بالایی دارند و می‌توانند در برابر عوامل محیطی مهاجم نظیر محیط‌های سولفاتی، اسیدی و نمکی مقاومت خوبی از خود نشان دهند. به‌کارگیری این مواد می‌تواند نقطه عطفی در میزان استفاده از مصالح ساختمانی و کنترل و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن باشد.



شکل ۶: اشکال احتمالی برای ترکیب عناصر پوسته‌ای برای ایجاد غرفه بتن مسلح پارچه‌ای [۱۳]



شکل ۷: ساختار غرفه ساخته‌شده از شش المان بتنی TRC [۱۲]



شکل ۸: هایپرپوسته‌های TRC در دانشگاه RWTH آخن [۱۷]



شکل ۹: تقویت پوسته هایپر در شواینفورت

(از بالا سمت چپ به پایین سمت راست): قبل از اندازه‌گیری - پاشش اولین لایه بتن - برش پارچه - قرارگیری پارچه تقویت‌کننده کربنی با فشار و اثر کم - صاف‌کردن سطح آخرین لایه بتنی ریخته شده - بررسی ضخامت نهایی - سازه مقاوم‌سازی شده نهایی [۲۰]

دعوت به همکاری

احتراماً به اطلاع می‌رساند مجله دانشجویی پایا از کلیه دانشجویان علاقه‌مند به فعالیت و مشارکت در نشریه دانشکده عمران دانشگاه صنعتی اصفهان در قسمت‌های مختلف دعوت به همکاری می‌نماید.

زمینه‌های کلی همکاری:

۱ تولید محتوای متنی در زمینه‌های علمی-آموزشی، فرهنگی و اجتماعی مرتبط با دانشجو برای انتشار در فصلنامه، شبکه‌های اجتماعی (اینستاگرام و تلگرام) و وبسایت نشریه

۲ تولید محتوای بصری، فعالیت‌های گرافیکی و صفحه‌آرایی

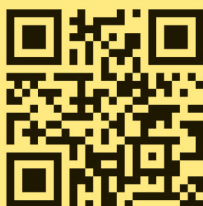


همکاری به عنوان ادمین خلاق برای فعالیت در صفحه‌ی اینستاگرام
نشریه (تولید داستان (story) در زمینه‌های خبری، علمی، آموزشی، پژوهشی
و ... به صورت روزانه و هفتگی)

برای کسب اطلاعات بیشتر از طریق
شبکه‌های اجتماعی و آدرس ایمیل
paya@of.iut.ac.ir با ما در ارتباط باشید.

P A Y A

University Student Magazine | 1st year | Spring 2022 | Issue No. 2



@payamagazine | 841568311

www.paya.iut.ac.ir | paya@of.iut.ac.ir

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی عمران، طبقه اول، دفتر مجله ی پایا