



## هر چقدر بخوره می چسبونم!

گفتگو با سلطان بازار پایان نامه؛ سابقه‌ی انجام بیش از ۷۰ پایان نامه

مصاحبه با معاون عمران شهری شهرداری اصفهان

معرفی پروژه‌ی مرکز همایش‌های بین‌المللی اصفهان

هوش مصنوعی در مهندسی عمران

از پایش سلامت سازه‌ها چه می‌دانید

گفت‌وگو با اساتید و دانشجویان دانشکده‌ی عمران

سایه‌ی سنگین کرونا بر کلاس‌های مجازی



بِسْمِ اللّٰهِ



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

**مدیر مسئول:** دکتر محمدحسین گل‌محمدی (عضو هیئت علمی دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان)

**سردبیر:** محمدعلی رستم‌پور

**هیئت دبیران:** سیده فاطمه حسینی، پارسا کلاهی

**مدیر اجرایی:** امیرحسین کهزادی

**هیئت تحریریه:** (به ترتیب حروف الفبا)

امیرحسین کهزادی

hosein.kohzadi98@gmail.com



سیده فاطمه حسینی

hoseinifatemeh7698@gmail.com



فاطمه کیانی

Fatemehkianisalmi77@gmail.com



پوریا حیدری چراتی

heydaripooria@yahoo.com



آیدا عابدی

abediaida2000@gmail.com



محمدعلی رستم‌پور

m.ali.rostampour@gmail.com



نگین مشهدی

hiva.msh12@gmail.com



پارسا کلاهی

kolahi.parsa@gmail.com



صفحه آرا: مبینا فراهانی

mobinaf178@gmail.com



**طراح جلد:** استودیو طراحی آرنگ، مهدی الوندی

**ویراستاران:** محمدعلی رستم‌پور، آیدا عابدی، پارسا کلاهی

**آدرس:** اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده‌ی مهندسی عمران، طبقه‌ی ۱، دفتر مجله‌ی پایا

**صندوق پستی:** ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱

**وبسایت:** www.paya.iut.ac.ir

**ایمیل:** paya@of.iut.ac.ir

**کانال تلگرام و صفحه‌ی اینستاگرام:** @payamagazine

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

**حق نشر برای صاحب امتیاز محفوظ است.**

# فهرست

۳

دانشجویان مقطع کارشناسی مهندسی عمران  
در دیگر دانشگاه‌های جهان چه می‌آموزند؟



۸

معرفی پروژه‌ی مرکز همایش‌های  
بین‌المللی اصفهان



۱۳

دریچه‌ای به مبحث پایش سلامت سازه‌ها:  
مفاهیم و کاربردها



۱۷

هر چقدر بخوره می‌چسبونم!



۲۱

آیا داشتن شهری بدون پسماند  
امکان‌پذیر است؟



۲۵

سایه‌ی سنگین کرونا بر کلاس‌های مجازی



۲۹

تیر هم‌بند در دیوار برشی هم‌بسته



۳۳

چگونه با مجله پایا همکاری کنیم؟



از کلیه‌ی 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 تحریریه‌ی مجله‌ی پایا ارسال نمایند.



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



### باسمه تعالی

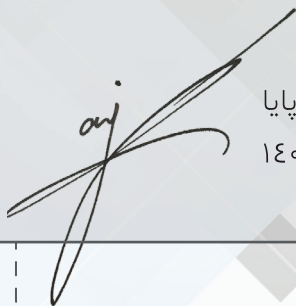
برای ما دانشجویان دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان، محیط دانشکده‌مان بیشتر یادآور فضای آموزشی و رقابت‌های درسی است. آن قدر غرق در نمره گرفتن می‌شویم که گاهی اهداف والاتر در زندگی را فراموش می‌کنیم؛ شاید بهتر است بگوییم که مجال فکر برای رشد آن‌ها پیدا نمی‌کنیم. از یک طرف درس‌ها را خوب می‌خوانیم؛ اما اغلب انگار هنوز رشته‌مان را نمی‌شناسیم. زمان انتخاب گرایش برای ارشد که می‌شود سردرگم می‌شویم؛ حتی در انتخاب موضوع پژوهش برای ارشد و دکترا هم به مشکل برمی‌خوریم. از طرف دیگر، آن قدر در گیر و دار نمره و درس هستیم که نمی‌دانیم خارج از دانشگاه چه خبر است؛ مسیر زندگیمان را درست انتخاب کرده‌ایم یا نه؛ و اصلاً در زندگی باید به دنبال چه باشیم! مشکلات و نیازهایمان را می‌بینیم، اما جایی برای مطرح کردن آن نداریم. حتی خیلی اوقات بعضی از همان نیازهایمان را هم نمی‌دانیم!

با چنین دغدغه‌هایی، اواخر سال ۱۳۹۸ بود که به پیشنهاد تعدادی از دوستان، گروهی برای نشریه‌ی دانشجویی تشکیل داده شد. هدف این بود که بستری را مهیا سازیم تا به نیازها و دغدغه‌های گفته شده پرداخته شود. تا خواستیم کارهای اولیه را پیش ببریم ویروس کرونا از راه رسید و از هدف دور شدیم. رفته رفته با شرایط پیش‌آمده خو گرفتیم و دوباره تب راه‌اندازی نشریه شکل گرفت. در بهار ۱۳۹۹ اساسنامه‌ی نشریه را نوشتیم و پس از طی مراحل اداری آن را ثبت کردیم. دوری از دانشگاه و ندیدن همدیگر هر چند انگیزه‌مان را به مو رساند، اما هیچ وقت پاره نشد. از اوایل پاییز پارسال جدی‌تر کار را دنبال کردیم. باید بستری را می‌ساختیم که تا پیش از آن در دانشکده وجود نداشت. هر هفته با بچه‌های تیم نشریه جلسه می‌گذاشتیم؛ ایده‌پردازی می‌کردیم، می‌ساختیم و دوباره خراب می‌کردیم تا به آن چه که می‌خواستیم برسیم. مشغله‌ها و امتحانات وقفه در جلسات می‌انداخت، اما کارمان را هر طور بود پیش می‌بردیم. رسیدن به اولین قله از انتشار مجله‌ی پایا حاصل بیش از ۱۰۰ ساعت جلسات مداوم دوستان در تیم مجله‌ی پایا بوده است.

ما همچنان در آغاز مسیر هستیم؛ مسیری که هدفش در وهله‌ی اول آگاهی بخشی به دانشجویان دانشکده در جنبه‌های علمی، فرهنگی و اجتماعی و در گام بعد دایره‌ی بزرگتری از مخاطبین است. این کار بدون همراهی، همکاری و همدلی شما عزیزان میسر نخواهد شد. تیم نشریه به گرمی از علاقه‌مندان به همکاری با پایا استقبال می‌کند و این مجله را متعلق به شما دانشجویان عزیز می‌داند.

محمدعلی رستم‌پور - سردبیر مجله‌ی پایا

پاییز ۱۴۰۰



## بررسی برنامه‌ی درسی مقطع کارشناسی مهندسی عمران در دانشگاه‌های مختلف:

### دانشجویان مقطع کارشناسی مهندسی عمران در دیگر دانشگاه‌های جهان چه می‌آموزند؟

#### سیده فاطمه حسینی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی  
راه و ترابری دانشگاه صنعتی اصفهان



در دوران تحصیل خود، چه مدرسه و چه دانشگاه، به احتمال زیاد جای خالی یک یا چند محتوای درسی را حس کرده‌اید؛ یا به این موضوع فکر کرده‌اید که چرا به برخی از محتواهای درسی توجه بسیار بیشتری شده است؛ در حالی که سایر محتواها مغفول مانده‌اند. حتی فراتر از آن، احتمالاً به این هم فکر کرده‌اید که چرا باید برخی از دروس را بگذرانید. به‌طور خاص برای دانشگاه‌ها، اکنون این سوال مطرح می‌شود که وزارت علوم و دانشگاه‌ها چه معیارهایی را برای انتخاب دروس دانشگاهی رشته‌های مختلف باید در نظر داشته باشند؟

در این مقاله سعی داریم پس از بررسی دروس مقطع کارشناسی مهندسی عمران در تعدادی از دانشگاه‌های دنیا و مقایسه‌ی آن با دانشگاه صنعتی اصفهان، به این سوال پاسخ بدهیم.

نظام آموزشی هر کشور بسترساز پیشرفت آن کشور در علوم مختلف و شکوفایی استعدادهايش است. این نظام آموزشی لازم است بر اساس جنبه‌های مختلف همچون رشد علوم و نیاز آن جامعه اصلاح و به‌روزرسانی شود. این موضوع به‌خصوص از آن جهت اهمیت دارد که در طی زمان، مشکلات و نیازهای یک جامعه تغییر می‌کند. به‌طور مثال پس از جنگ تحمیلی، کشور ما به سمت جهاد سازندگی برای جبران عقب ماندگی‌های ناشی از جنگ سوق پیدا کرد؛ اما به مرور مشکلات و نیازهای دیگری از جنس توجه به زیرساخت‌ها خود را نشان دادند؛ نیازهایی چون مدیریت صحیح منابع، فناوری‌های روز و حفاظت از محیط‌زیست و انرژی. پاسخ به این نیازها با ایجاد بستر صحیح در نظام آموزش عالی آن جامعه ممکن می‌شود.

لازم به ذکر است که تخصیص یک درس به یک گرایش خاص به این معنی نیست که آن درس در بقیه‌ی گرایش‌ها کاربردی ندارد، بلکه منظور این است که محتواهای آموزشی و کاربردهای آن محتواها به یک گرایش نزدیک‌تر است. بر این اساس، نمودارهای شکل ۱ توزیع محتواهای مهندسی عمران در دانشگاه‌های مورد بررسی را نشان می‌دهند. اعداد روی ستون‌ها بیانگر درصد شمول هر گرایش در آن دانشگاه است.

مقایسه‌های فوق نشان می‌دهند امروزه در تمام دانشگاه‌های جهان پاسخ به نیازهای زیست محیطی و مدیریتی بخش عمده‌ای از آموزش‌های مهندسی عمران را دربرمی‌گیرد. موضوعی که در دانشگاه‌های ایرانی و به‌طور خاص دانشگاه صنعتی اصفهان مغفول واقع شده است.

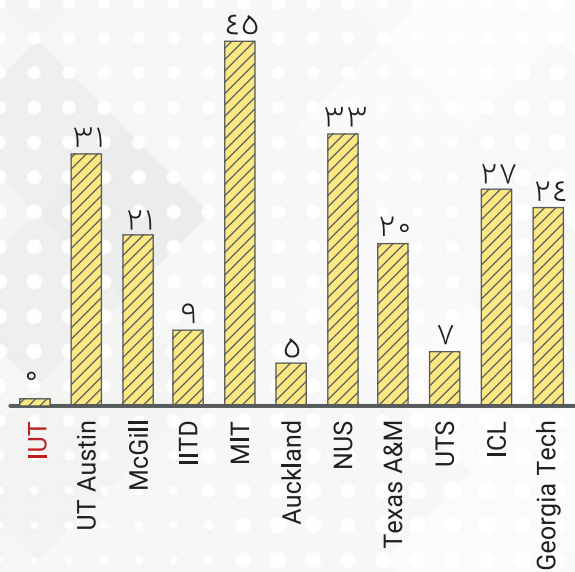
شاید بهتر باشد بخشی از محتواهای آموزشی سازه‌ای موجود در رشته‌ی مهندسی عمران را به چنین زمینه‌هایی و نیز موضوعات بین‌رشته‌ای واگذاریم تا بتوانیم از نیروی انسانی محصل در دانشگاه‌ها برای حل مسائلی که مهم‌تر و کلیدی‌تر هستند بهره ببریم.

تعریف فوق نشان می‌دهد در دانشگاه‌های پیشروی جهان امروزه اصول محیط زیستی و توسعه‌ی پایدار کهری زمین حداقل به اندازه‌ی اصول مکانیک جامدات حائز اهمیت است.

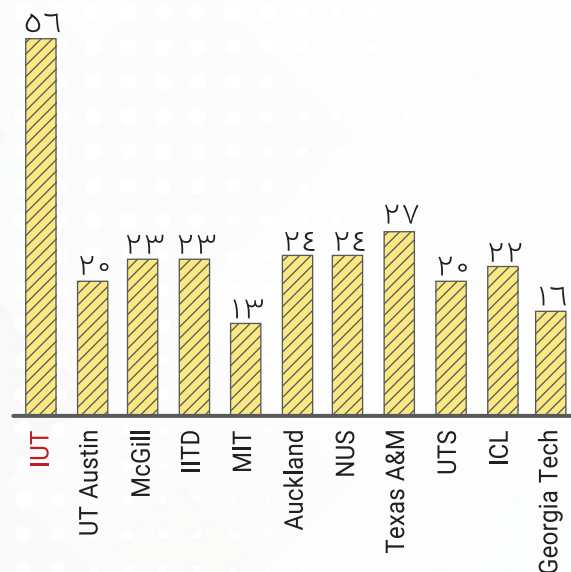
برای تشریح بیشتر این مسئله به بررسی و مقایسه‌ی ۱۰ دانشگاه از کشورهای مختلف جهان علاوه بر دانشگاه خودمان یعنی صنعتی اصفهان پرداخته‌ایم. جدول ۱ رتبه‌ی جهانی این دانشگاه‌ها را نشان می‌دهد. به منظور بررسی تخصصی، دروس پایه، اختیاری و عمومی لحاظ نشده‌اند. حال اگر کل محتواهای تخصصی آموزش در مقطع کارشناسی مهندسی عمران را به ۶ قسمت تقسیم کنیم، این قسمت‌ها به شرح زیر خواهد بود:

۱. دروس مدیریت و مهارت‌های مهندسی (مواردی که برای تمام مهندسين عمران در همه‌ی گرایش‌ها و همه‌ی مقاطع تحصیلی کاربردی است و مثال‌هایی از آن در ادامه ذکر شده است)
۲. دروس سازه‌ای
۳. دروس راه و ترابری
۴. دروس ژئوتکنیکی
۵. دروس آبی (شامل منابع آب و سازه‌های هیدرولیکی)
۶. دروس محیط زیست

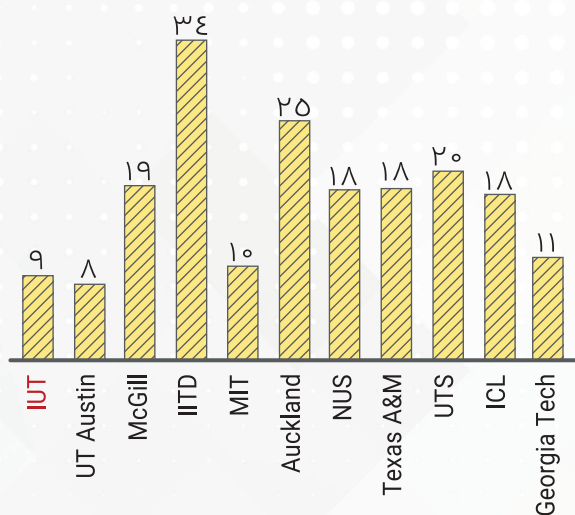
نظام آموزش عالی کشور ما و محتواهای آموزشی آن در مقطع کارشناسی می‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود تا مقدمات پاسخ به بسیاری از مشکلات زیرساختی از جمله مشکلات مدیریتی و محیط زیستی مرتبط با دانش مهندسی عمران فراهم شود. این مسئله عموماً در کشورهای پیشرفته‌تر به خوبی دیده شده است. برای مثال، موسسه فناوری ماساچوست (MIT) تحصیلات در برنامه‌ی کارشناسی دانشکده‌ی مهندسی عمران و محیط زیست خود را این‌گونه تعریف می‌کند: «ما دو رشته‌ی دارای مدرک در مهندسی عمران و علوم مهندسی محیط زیست ارائه می‌دهیم و در کنار آن نیز یک برنامه‌ی انعطاف‌پذیر و بدون مدرک داریم. هسته‌ی برنامه‌ی درسی شامل اصول سیستم‌های زمین و پایداری می‌شود که در آن زمینه‌ای برای اصول مکانیک جامدات و سیالات فراهم می‌آورد و آزمایشگاه‌های مبتنی بر پروژه را در بر می‌گیرد تا فرایندها و مهارت‌های مربوط به برنامه‌ریزی، طراحی و ساخت را آموزش دهد. این برنامه‌ی درسی هم از نظر تئوری و هم عملی تجربه‌ی لازم را برای موفقیت در این زمینه‌ها برای دانشجویان فراهم می‌کند».



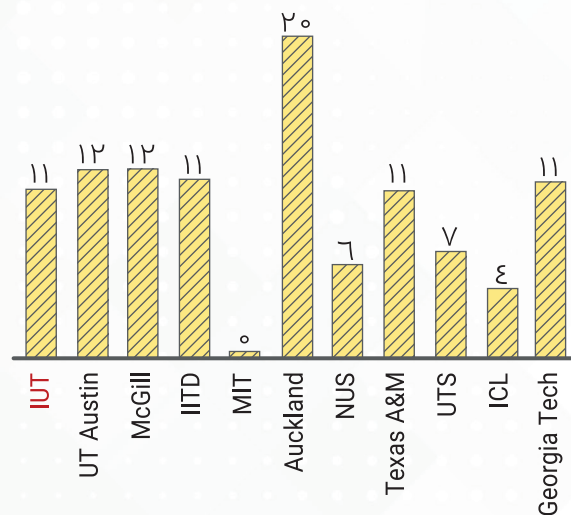
(ب) دروس مرتبط با مباحث مدیریت و مهارت‌های مهندسی



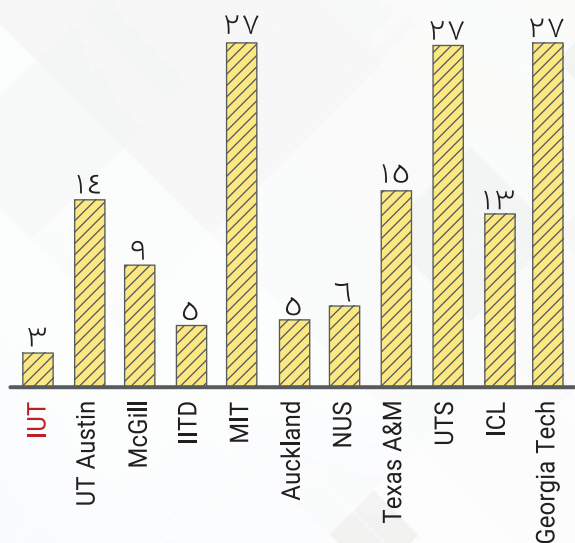
(الف) دروس مرتبط با مباحث سازه و زلزله



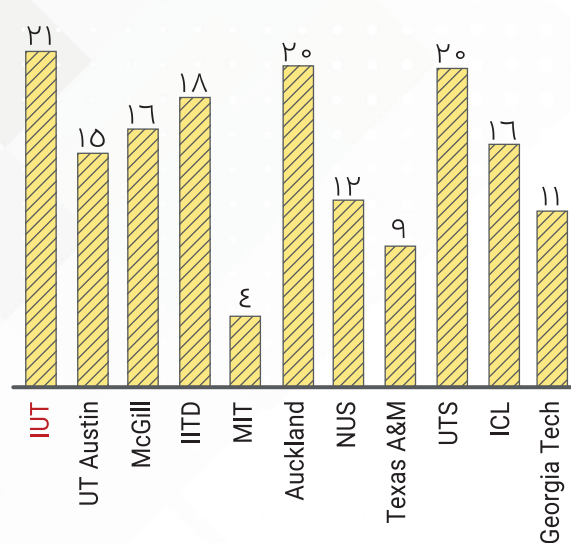
(د) دروس مرتبط با مباحث ژئوتکنیک



(ج) دروس مرتبط با مباحث راه و ترابری و حمل و نقل



(و) دروس مرتبط با مباحث محیط زیست



(ه) دروس مرتبط با مباحث آب

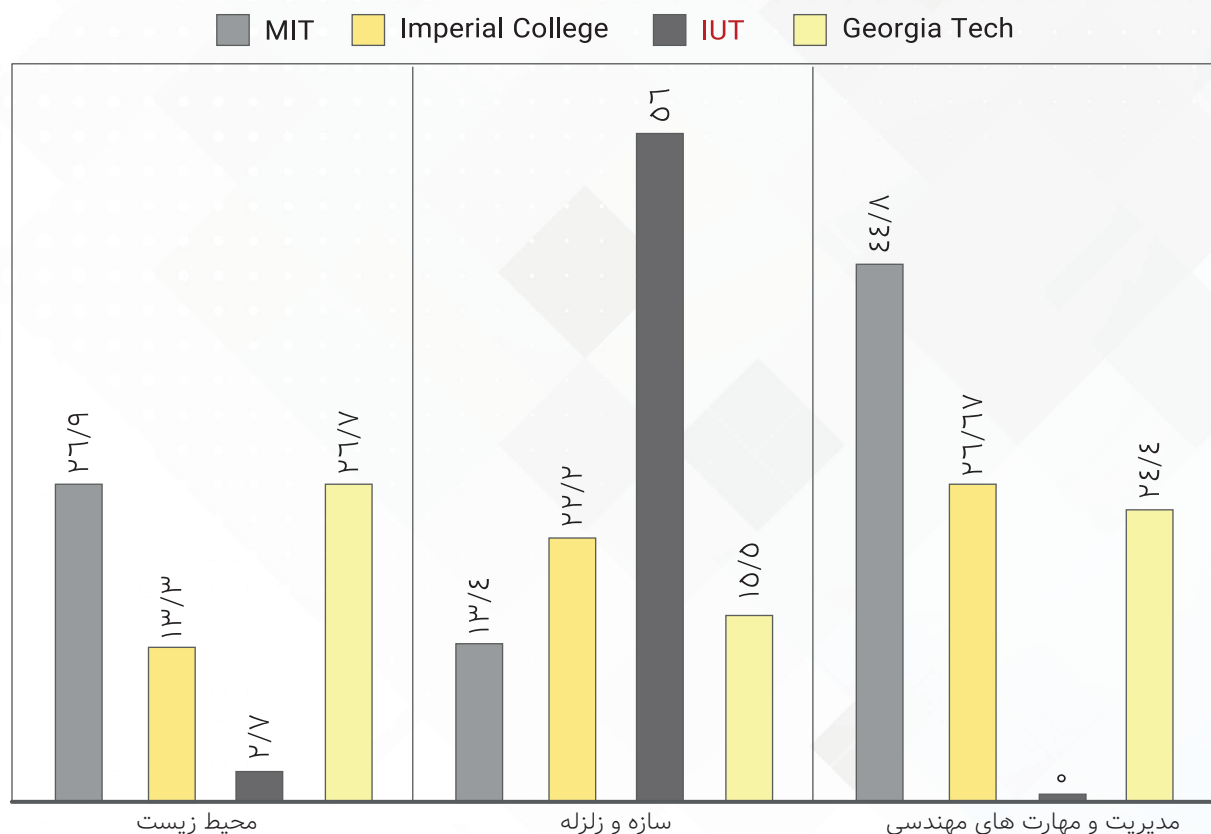
شکل ۱. درصد شمول دروس گرایش‌های مختلف در برنامه‌ی درسی مقطع کارشناسی مهندسی عمران در دانشگاه‌های مورد بررسی. [۲۰-۱۱]



جدول ۱. اطلاعات دانشگاه‌های مورد بررسی [۱]

| رتبه جهانی QS در سال ۲۰۲۱ | نام دانشگاه |       | نماد             | کشور     | نام دانشگاه به زبان انگلیسی           | نام دانشگاه به زبان فارسی |
|---------------------------|-------------|-------|------------------|----------|---------------------------------------|---------------------------|
|                           | مجموع       | عمران |                  |          |                                       |                           |
| ۱                         | ۱           |       | MIT              | امریکا   | Massachusetts Institute of Technology | موسسه‌ی فناوری ماساچوست   |
| ۱۱                        | ۲           |       | NUS              | سنگاپور  | National University of Singapore      | دانشگاه ملی سنگاپور       |
| ۸                         | ۶           |       | Imperial College | انگلستان | Imperial College London               | کالج سلطنتی لندن          |
| ۸۰                        | ۱۵          |       | Georgia Tech     | امریکا   | Georgia Institute of Technology       | موسسه‌ی فناوری جورجیا     |
| ۷۱                        | ۲۰          |       | UT Austin        | امریکا   | The University of Texas at Austin     | دانشگاه تگزاس در آستین    |
| ۳۱                        | ۴۳          |       | McGill           | کانادا   | McGill University                     | دانشگاه مک‌گیل            |
| ۸۱                        | ۴۹          |       | Auckland         | نیوزلند  | The University of Auckland            | دانشگاه آکلند             |
| ۱۳۳                       | ۵۱-۱۰۰      |       | UTS              | استرالیا | University of Technology Sydney       | دانشگاه فناوری سیدنی      |
| ۱۶۹                       | ۵۱-۱۰۰      |       | Texas A&M        | امریکا   | Texas A&M University                  | دانشگاه ای اند ام تگزاس   |
| ۱۹۳                       | ۵۱-۱۰۰      |       | IITD             | هند      | Indian Institute of Technology Delhi  | موسسه‌ی هندی فناوری دهلی  |
| -                         | -           |       | IUT              | ایران    | Isfahan University of Technology      | دانشگاه صنعتی اصفهان      |

نمودار شکل ۲ برنامه‌ی درسی دانشگاه صنعتی اصفهان در زیرشاخه‌های مدیریت و مهارت‌های مهندسی، سازه - زلزله و محیط زیست را در مقایسه با سه دانشگاه مطرح جهان نشان می‌دهد:



شکل ۲. مقایسه درصد توزیع محتوای مختلف درسی دانشگاه صنعتی اصفهان با سه دانشگاه مطرح جهان



به نظر می‌رسد نظام آموزشی فعلی کشور در شاخه‌های مختلف نیاز به تحول و توسعه دارد. شاید برای اصلاح وضعیت موجود بهتر باشد از خودمان شروع کنیم. نیاز به آموختن بیشتر دروس در زمینه‌های متنوع و غیرکلیشه‌ای را به گوش مسئولین محترم آموزش دانشکده برسانیم. اگر ایجاد یا تغییر یک درس اجباری در برنامه‌ی درسی تخصصی از حیثی اختیارات دانشکده خارج باشد، می‌توان یک یا دو درس اختیاری در زمینه‌های صحبت شده را اضافه کرد. حتی با ایجاد همین تغییر، میزان آشنایی دانشجویان با این زمینه‌ها بیشتر و گرایش آن‌ها به این مطالب افزایش می‌یابد. اگر دانشگاه‌های ایران همانند سایر دانشگاه‌های پیشرو در جهان رویکرد یکجانبه در آموزش را کنار گذاشته و بر اساس نیاز کشور برنامه‌ی درسی مقاطع کارشناسی را تنظیم کنند، یقیناً با چالش‌های کمتری در امور حیاتی کشور روبرو خواهیم شد. امید است که مطالبه‌ی صحیح و روز افزون دانشجویان و مسئولین آموزش دانشکده را برای بهبود و ارتقا وضع کنونی شاهد باشیم.

وقتی در بستر آموزش عالی کشور که زادگاه مهندسان خرد و کلان ایرانی است، سرمایه‌گذاری لازم برای آموزش اهمیت و جایگاه این مسائل به درستی انجام نشده است، چرا از بروز این مشکلات اظهار تعجب و ناراحتی می‌کنیم؟

یک محتوای اساسی دیگر در برنامه‌ی درسی دانشکده عمران که مورد کم لطفی قرار گرفته و تبدیل به یک مشکل جدی برای فارغ التحصیلان مقطع کارشناسی دانشگاهمان، چه برای ادامه‌ی تحصیل و چه برای حضور در محیط کار، شده است مسئله‌ی فقدان مطالب آموزشی مورد نیاز در زمینه‌هایی چون روش‌های درست و اصولی تحقیق، مقاله نویسی، مرجع‌دهی صحیح، ارائه‌ی مطلب، گزارش‌نویسی، برنامه‌نویسی، رزومه‌نویسی، و کار گروهی است. مغفول ماندن چنین عناوینی تا حد زیادی در برآورده کردن توقعات اساتید راهنمای دانشجویان و کارفرمایان دانش‌آموختگان خلل ایجاد کرده است. همه‌ی ما می‌دانیم که امروزه اهمیت آموزش صحیح و به‌روز برای حرکت رو به جلو و کاهش چالش‌های کنونی بسیار زیاد است.

برای حل این دست مسائل و مشکلات موجود، در برنامه‌ی درسی آموزشی دانشگاه‌های شاخص دروسی با محتوای حل مسئله، مدیریت پروژه، مهارت‌های ارتباطات در مهندسی، هوش مصنوعی، مهارت‌های کامپیوتری و شاخه‌های مختلف محیط زیستی وجود دارد. در جدول ۲ و ۳ به ترتیب به نمونه دروس مدیریتی و محیط زیستی ارائه شده در تعدادی از دانشگاه‌های مورد بررسی پرداخته شده است. آن‌ها را با دروسی که ما در دانشگاه صنعتی اصفهان می‌خوانیم مقایسه کنید. اخبار چند ساله‌ی اخیر کشورمان را در ذهنتان مرور کنید:

آلودگی هوا از حد هشدار می‌گذرد؛ منابع آب به درستی مدیریت نمی‌شوند؛ تالاب‌های حیاتی کشور خشک شده‌اند. همچنان در سیستم مدیریت شهری مشکل دفع زباله و نخاله‌های ساختمانی داریم؛ بسیاری از پروژه‌های عمرانی مختلف در کشور دیرتر از موعد مقرر به بهره‌برداری می‌رسند و صدها مشکل این چنینی که هزینه‌ی رفع هر کدام از آن‌ها میلیاردها تومان از جیب بیت‌المال است. حال دوباره به عناوین و محتواهای موجود در برنامه‌ی درسی اشاره شده نگاه کنید و منصفانه قضاوت کنید.

جدول ۲. نمونه دروس مدیریتی ارائه شده در دانشگاه‌های مورد بررسی

| نام دانشگاه           | نمونه درس                               | محتوای آموزشی                                                                                                                                 |
|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Georgia Tech [11]     | Global Engineering Leadership           | ایجاد یک شرکت مهندسی و ارزیابی دوام جهانی آن، ارتباط کتبی و شفاهی و همکاری خلاق، برنامه‌ریزی استراتژیک                                        |
|                       | Construction Engineering and Management | مفاهیم اساسی در برنامه‌ریزی، طراحی و ساخت پروژه‌های مهندسی عمران، مقدمه‌ای بر زمانبندی پروژه، مهندسی ارزش و تضمین کیفیت و ایمنی               |
|                       | Smart and Sustainable Cities            | بررسی نقش راه‌حل‌های فناوری هوشمند برای حل چالش‌های پایدار شهری                                                                               |
| Imperial College [10] | Business and Project Management         | -                                                                                                                                             |
| MIT [5]               | Project Evaluation                      | ارزیابی پروژه‌های مهندسی عمران شامل عوامل اقتصادی، مالی، اجتماعی و زیست محیطی که معمولاً بزرگ مقیاس و طولانی‌مدت هستند.                       |
|                       | Introduction to Modeling and Simulation | آموزش عملی روش‌های خاص شبیه‌سازی که کاربردهای آن‌ها برای حل مشکلات اساسی مهندسی است.                                                          |
| Texas Austin [2]      | Engineering Communication               | مهارت‌های فنی ارتباطی برای مهندسان به‌ویژه تحقیق و نوشتن اسناد فنی برای خوانندگان، مدیریت و مستندسازی منابع اطلاعاتی، ارائه سخنرانی‌های شفاهی |

جدول ۳. نمونه دروس محیط زیستی ارائه شده در دانشگاه‌های مورد بررسی

| نام دانشگاه           | نمونه درس                                                        | محتوای آموزشی                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Georgia Tech [11]     | Environmental Transport Modeling                                 | مقدمه‌ای بر اختلاط آلاینده‌ها و مواد طبیعی در محیط آب سطحی                                                                                                                                                                                                            |
|                       | Air Pollution Engineering                                        | آشنایی با فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی موثر بر دینامیک آلاینده‌های هوا در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی.                                                                                                                                                                 |
|                       | Environmental Modeling and Health Risk Analysis                  | مقدمه‌ای در مورد تکنیک‌های مدل‌سازی مورد استفاده در زمینه‌ی بهداشت محیط                                                                                                                                                                                               |
| Imperial College [10] | Energy and Environmental Engineering                             | -                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                       | Environmental Engineering: Water Resource and Supply Engineering | -                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| MIT [5]               | The Earth System                                                 | بررسی جریان انرژی و مواد از طریق اکوسیستم‌ها، بررسی تنظیم، توزیع و فراوانی موجودات، ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها از جمله تکامل و انتخاب طبیعی، مدل‌های رشد جمعیت، رقابت، دوجانبه‌گرایی و شکار.                                                                         |
|                       | Engineering for Sustainability                                   | مفاهیم تعادل انرژی برای طراحی ساختمان، بوم‌شناسی و تغییرات آب و هوایی استفاده می‌شود. مفاهیم اقتصادی و چرخه‌ی زندگی برای ارزیابی منابع و طراحی مهندسی به کار می‌رود. از مدل‌های عددی برای تلفیق مفاهیم و ارزیابی تأثیرات زیست محیطی فعالیت‌های انسانی استفاده می‌شود. |
| Texas Austin [2]      | Indoor Air Quality                                               | استراتژی‌های کنترل و فن‌آوری‌های مهندسی شده برای کاهش تأثیرات آلاینده‌های هوای گازی و ذره‌ای در محیط‌های داخلی                                                                                                                                                        |
|                       | Climate Change Mitigation                                        | اصول علوم اقلیمی، کاهش تغییرات آب و هوایی از طریق تغییر در تامین انرژی و استفاده‌ی نهایی و مدیریت کربن صنعتی                                                                                                                                                          |

◀ مراجع:

- [1] <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2021>
- [2] <https://catalog.utexas.edu/general-information/coursesatoz/c-e>
- [3] <https://www.mcgill.ca/study/2021-2020/faculties/engineering/undergraduate/programs/bachelor-engineering-beng-civil-engineering>
- [4] <https://www.civil.iitb.ac.in/GENERAL/ugdd>
- [5] <https://ocw.mit.edu/courses/civil-and-environmental-engineering/>
- [6] <https://www.calendar.auckland.ac.nz/en/courses/faculty-of-engineering/civil-engineering.html>
- [7] <https://www.eng.nus.edu.sg/cee/undergraduate/beng-civil/curriculum/>
- [8] <https://catalog.tamuk.edu/undergraduate/undergraduate-courses-az/ceen/>
- [9] <https://handbook.uts.edu.au/directory/maj03002.html>
- [10] [www.imperial.ac.uk/student-records-and-data/for-current-students/undergraduate-and-taught-postgraduate/exams-assessments-and-regulations/](http://www.imperial.ac.uk/student-records-and-data/for-current-students/undergraduate-and-taught-postgraduate/exams-assessments-and-regulations/)
- [11] <https://catalog.gatech.edu/courses-undergrad/cee/>





مصاحبه با مهندس ایرج مظفر، معاون عمران شهری شهرداری اصفهان<sup>۱</sup>:

## معرفی پروژه‌ی مرکز همایش‌های بین‌المللی اصفهان



پارسا کلاهی

دانش‌آموخته‌ی دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی  
سازه دانشگاه تهران



◀ جهت آشنایی بیشتر با این پروژه، مصاحبه‌ای که با مهندس مظفر، معاون عمران شهری شهرداری اصفهان و یکی از مسئولین این پروژه، انجام شده است را بخوانید.



**جناب مهندس مظفر، ضمن عرض سلام و وقت بخیر خدمت جنابعالی، در ابتدا بفرمایید ایده‌ی این پروژه در چه سالی و با چه هدفی شکل گرفت؟**

بسم الله الرحمن الرحیم. با عرض سلام خدمت شما و همکارانتان و عرض تشکر به خاطر وقتی که به این موضوع اختصاص داده‌اید.

در سال ۱۳۸۹ وقتی که کشور ایران برای برگزاری اجلاس سران کشورهای غیرمتعهد که قرار بود در آبان سال ۱۳۹۱ برگزار شود انتخاب شد، ابتدا در هیئت دولت تصمیم گرفته شد که این اجلاس در جزیره‌ی کیش برگزار شود. اما انجام این کار با مشکل مواجه شد. سپس در جلسه‌ای که در دولت وقت تشکیل شد، در نهایت از بین شهرهای اصفهان و شیراز، اصفهان به عنوان محل برگزاری این اجلاس انتخاب شد. بنابراین از شهرداری اصفهان خواسته شد که زمینی برای احداث سالنی مناسب برای برگزاری این اجلاس معرفی نماید تا با کمک دولت ظرف مدت حدوداً یک سال و نیم، یعنی از اواخر سال ۱۳۸۹ تا آبان سال ۱۳۹۱، که موعد برگزاری این اجلاس بود، این پروژه به انجام برسد. شهرداری اصفهان نیز در سال ۱۳۸۹ به جد این پروژه را شروع کرد و در ابتدا ۵۰ هکتار زمین در جنوب شرقی اصفهان به آن اختصاص داد و طراحی معماری این پروژه نیز ظرف مدت حدوداً ۲ الی ۳ ماه انجام گرفت.

پروژه‌ی مرکز همایش‌های بین‌المللی اصفهان در جنوب شرقی شهر اصفهان در مجاورت کمربندی شرقی و شهرک شهید کشوری واقع شده و به عنوان یکی از ابرپروژه‌های این شهر در حال احداث است. وسعت این پروژه در ابتدا ۵۰ هکتار بوده است؛ ولی به‌منظور دسترسی بهتر این مرکز به شاهراه‌های اصلی و بزرگراه‌ها، ۲۱ هکتار دیگر به محوطه‌ی این مرکز اضافه گردید و وسعت کنونی آن به ۷۱ هکتار افزایش یافت.

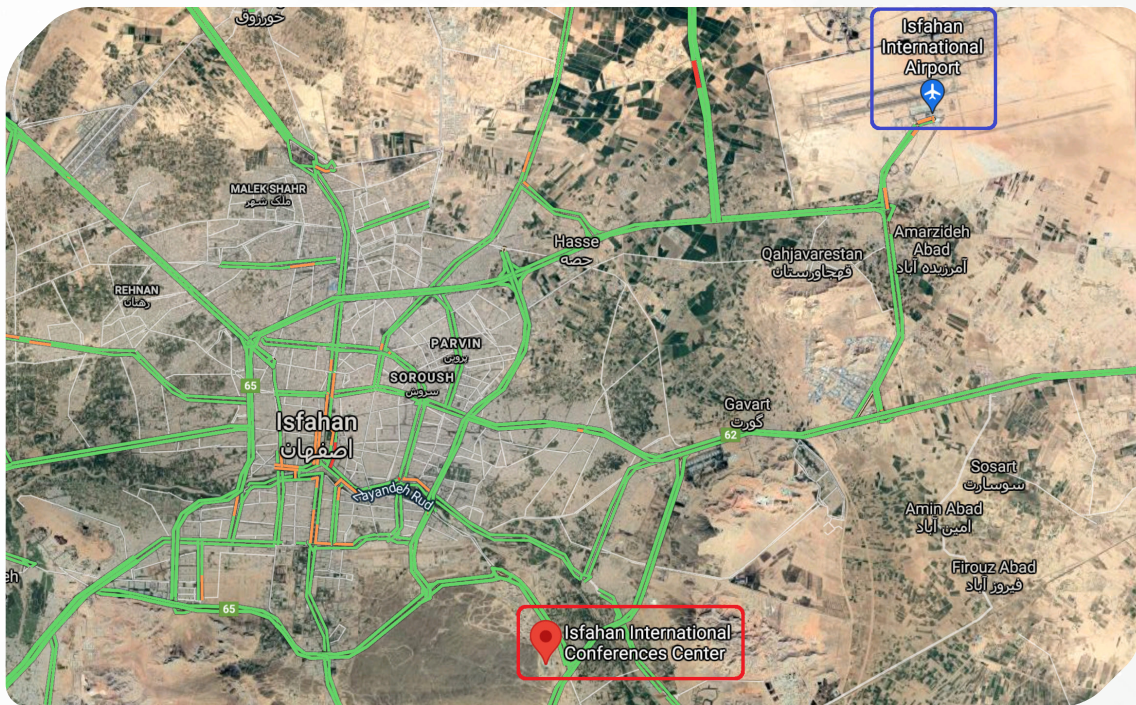
این پروژه دارای دو بخش است. بخش اول شامل هتل مجلل ۵ ستاره و مرکز تجاری بوده و بخش دیگر متشکل از سالن اصلی مرکز همایش‌هاست، که این مرکز خود شامل یک سالن اصلی با استانداردهای جهانی برای برگزاری همایش‌ها و سمینارهای داخلی و بین‌المللی و همچنین سه سالن جنبی با کاربری چند منظوره برای برگزاری کارگاه‌ها، نمایشگاه‌ها و جلسات و نیز ۲۴ دفتر اداری است.



مهندس ایرج مظفر

۱- این مصاحبه در بهار سال ۱۴۰۰ و قبل از افتتاح این پروژه در تاریخ ۱۴۰۰/۰۵/۱۰ انجام شده است.





؟

### موقعیت سنجی این پروژه بر چه اساس بوده است؟

یکی از فاکتورهای مهمی که در انتخاب محل احداث چنین پروژه‌ای در نظر گرفته می‌شود، دسترسی آسان و سریع به فرودگاه شهر است. مکانی که برای این پروژه در نظر گرفته شده است، با اتصال به رینگ ۴ شهر و بدون هیچ تقاطعی فاصله‌ای حدوداً ۲۰ دقیقه‌ای با فرودگاه شهید بهشتی اصفهان دارد. مورد دیگری که در نظر گرفته شده است، بحث امنیت این پروژه‌ی عظیم و بین‌المللی است. مکان فعلی این پروژه به گونه‌ای است که فقط یکی از اضلاع آن با فاصله‌ی نسبتاً زیاد مجاور آپارتمان‌های شهرک شهید کشوری قرار گرفته است که اصلاً به سالن اصلی مشرف نیست و بقیه‌ی زمین‌های اطراف این پروژه، زمین‌های وسیعی هستند که اکثراً در تصرف ارتش است و امنیت کافی دارد. به غیر از مکانی که برای این پروژه در نظر گرفته شده است، زمین دیگری با وسعتی برابر با ۵۰ هکتار که هم مجاور شهر باشد، هم از نظر ایمنی و پدافندهای غیرعامل و همچنین از نظر دسترسی چنین موقعیت مناسبی داشته باشد، در شهر وجود ندارد.

؟

### چرا ساخت پروژه‌ای که قرار بوده در آبان سال ۱۳۹۲ به بهره‌برداری برسد تاکنون به تعویق افتاده است؟

در ابتدا توافق شده بود دولت در سال ۱۳۸۹ مبلغ ۱۰۰ میلیارد تومان بودجه برای ساخت سالن اصلی این پروژه به شهرداری اصفهان اختصاص بدهد. از این ۱۰۰ میلیارد تومان، ۲۰ میلیارد تومان آن پرداخت شد و شهرداری اصفهان نیز به سرعت عملیات اجرایی این پروژه را در ابتدای سال ۱۳۹۰ شروع کرد و قراردادی حدوداً ۱۰۰ میلیارد تومانی به صورت EPC<sup>۲</sup> با دو شرکت برای انجام عملیات ساخت و تجهیز این پروژه منعقد نمود.

اما متأسفانه به دلایلی دولت برگزاری این اجلاس را در شهر اصفهان منتفی دانست و از آن پس حمایت‌هایش را از این پروژه قطع نمود. با این وجود شهرداری اصفهان به دلیل پتانسیل بالایی که در این پروژه می‌دید، تصمیم گرفت آن را ادامه دهد. با این حال بودجه‌ی کافی برای پیشبرد این پروژه در اختیار نداشت و بدین ترتیب بهره‌برداری از این پروژه که قرار بود در آبان سال ۱۳۹۸ انجام شود تاکنون به تعویق افتاد.

؟

### این پروژه اکنون چقدر پیشرفت داشته و زمان پیش‌بینی شده برای اتمام و بهره‌برداری از آن چه موقع است؟

این پروژه بخش‌های مختلفی دارد که امکان بهره‌برداری همزمان از همه‌ی بخش‌های آن میسر نیست و بخش‌های جانبی پروژه پس از تکمیل بخش‌های اصلی آن به فراخور زمان تکمیل خواهند شد. بخش مرکز همایش‌های این پروژه تاکنون ۹۴ درصد پیشرفت داشته است که این پیشرفت ۹۴ درصدی شامل سالن اصلی، سالن‌های جنبی، فضای سبز، آب‌نما، پیاده‌روها و خیابان‌ها، نورپردازی و روشنایی معابر، موتورخانه و پارکینگ مجموعه می‌باشد. پیش‌بینی می‌شود که ان‌شاءالله نهایتاً در مرداد ماه سال ۱۴۰۰ با حضور مقامات بلندپایه‌ی کشوری مراسم افتتاحیه‌ی بخش‌هایی از این پروژه برگزار شود.

؟

### آیا با توجه به شرایط اقتصادی کشور، بودجه‌ی ۱۰۰ میلیارد تومانی در نظر گرفته شده در سال ۱۳۸۹ برای اجرای این پروژه کافی بوده است؟

با توجه به تورمی که در سال‌های اخیر در کشور وجود داشت، برای مثال ما در سال ۱۳۹۹

۲- قرارداد EPC مخفف حروف ابتدایی کلمات Engineering, Procurement and Construction به معنای مهندسی، تامین تجهیزات و اجرا است. در پروژه‌های مبتنی بر این قرارداد، کارفرما صفر تا صد انجام پروژه را به پیمانکار واگذار کرده و خود نقش نظارتی را بر عهده خواهد داشت.





خشک شهر واقع شده حدود ۲۴ هکتار فضای سبز در نظر گرفته شده است که می‌تواند باعث آبادتر شدن آن منطقه از شهر بشود. از طرفی ایجاد چنین پتانسیلی در اصفهان مطمئناً باعث ارتقاء سایر امکانات مانند فرودگاه شهید بهشتی و راه‌های ارتباطی شهر خواهد شد.



**شکل خاص این پروژه چه سختی‌ها و مشکلاتی را به همراه داشته و در ساخت این پروژه از چه فناوری‌های نوینی بهره گرفته شده است؟**

این سازه‌ی فلزی کره‌مانند یکی از پیچیده‌ترین سازه‌های ممکن از بین طرح‌های مطرح شده بود. کره‌ای که در یک طرف ۵۰ متر و در طرف دیگر ۲۵ متر ارتفاع دارد و سقف آن شیبی حدوداً ده بیست درجه دارد. این کره با یک سازه‌ی پشتیبان عظیم فلزی دیگری ارتباط دارد که بین آن‌ها یک کنکورس<sup>۳</sup> که سقف آن شیشه‌ای است، قرار گرفته است. برقراری این ارتباط بین دو سازه‌ی عظیم و استفاده از شیشه بین دو فضای بزرگ فلزی که حرکت جانبی آن به خاطر تغییرات دمایی قابل توجه است، تمهیدات ویژه‌ای می‌طلبد که برای حل آن از مفاصل لولایی استفاده شد؛ چیزی که بیشتر در سازه‌های مکانیکی دیده می‌شود تا سازه‌های عظیم عمرانی.

شرکت تلفیقی از معماری سنتی و مدرن را در نظر گرفت و طرح‌های مختلفی را ارائه کرد که از میان آن‌ها طرح فعلی که به صورت یک نیم‌کره بوده و الهام گرفته از شعار «اصفهان، نصف جهان» است، انتخاب شد. از طرفی در دور این نیم‌کره آب‌نمای ثابتی طراحی شده که موجب می‌شود تصویر این نیم‌کره در داخل آب منعکس شود و یک کره‌ی کامل نمایان گردد. در معماری داخلی این پروژه نیز از نمادهای شهر اصفهان بهره گرفته شده است؛ مثل سقف کاذب سالن اصلی که در آن از المان‌های بکار رفته در سقف مسجد شیخ لطف‌الله استفاده شده است.



**پیش‌بینی می‌شود احداث این پروژه چه تأثیری بر شهر اصفهان بگذارد؟**

ایجاد چنین مرکزی که هم سیاسی و اقتصادی و هم فرهنگی و اجتماعی است، قطعاً پیامدهای بسیار مثبتی برای شهر اصفهان به همراه خواهد داشت. بدون شک پس از افتتاح این مجموعه، اولین گزینه برای برگزاری مراسم و سمینارهای بین‌المللی در کشور این مرکز خواهد بود که این امر، جذب توریست و رونق صنعت گردشگری را در شهر اصفهان به همراه خواهد داشت. مجاورت نمایشگاه بین‌المللی اصفهان به این مرکز نیز می‌تواند این مرکز را به محلی برای مراودات بازرگانان خارجی تبدیل کند. همچنین برای این مرکز که کاملاً در ناحیه‌ی

نسبت به سال ۱۳۹۸ با حدود ۹۰ درصد افزایش قیمت مواجه شدیم، هزینه‌های این پروژه به مراتب بیشتر از رقم پیش‌بینی شده در سال ۱۳۹۸ شد؛ به‌طوری که تاکنون حدود ۴۵۰ میلیارد تومان برای این پروژه هزینه شده است که فقط ۲۰ میلیارد تومان آن در همان سال‌های ابتدایی توسط دولت پرداخت شد و مابقی از منابع شهرداری اصفهان برداشت شد. با تمهیداتی که در شهرداری، بویژه در دوره‌ی مدیریت جدید، اندیشیده شد و منابع درآمدی که شهرداری منطقه ۶ تامین نمود، این پروژه پیشرفت قابل توجهی داشت؛ به طوری که از پیشرفت ۴۷ درصدی در سال ۱۳۹۶ اکنون به پیشرفت ۹۴ درصدی رسیده است. امید است که این پروژه با رقمی حدود ۷۰۰ الی ۷۵۰ میلیارد تومان تکمیل گردد که البته این مبلغ به غیر از هزینه‌های مربوط به تملک زمین‌هاست که با در نظر گرفتن هزینه‌های مربوط به تملک زمین پروژه، می‌توان گفت این پروژه هزینه‌ای حدود ۱۰۰۰ میلیارد تومان برای شهرداری اصفهان دربرخواهد داشت.



**طراحی این پروژه چگونه انجام شد و شکل ظاهری خاص آن چه مفهومی دارد؟**

برای طراحی این پروژه به واسطه‌ی یک شرکت ایرانی با شعبه‌ی دب‌ی شرکت انگلیسی Atkinz قراردادی بسته شد. این



۳- کنکورس (Konkors) به فضای ارتباطی بین قسمت‌های مختلف سالن مرکز همایش گفته می‌شود که دور تا دور سالن اصلی کشیده شده و توسط راهروها و پله‌ها به قسمت‌های مختلف متصل می‌شود.





این نیم کره از جنس بتن GFRC<sup>۴</sup> است که برای اولین بار در ایران توسط یک شرکت داخلی اصفهانی ساخته شد. بدین ترتیب برای پوشش نمای آن بتنی با الیاف شیشه با ضخامت کم، سبک و پرمقاومت به صورت پیش ساخته استفاده شد و به صورت منحصر به فردی در ارتفاعی که گاهی تا ۵۰ متر می رسید، نصب گردید.

استفاده از مس بر روی شیشه برای ساخت طرح های معماری ایرانی مورد استفاده در طراحی داخلی این سالن نیز از دیگر نوآوری های این پروژه بود. علاوه بر این سن متحرکی که می تواند با ۱۰۰ مترمربع مساحت، ۲/۵ متر به بالا و پایین حرکت کند، برای سالن اصلی این پروژه ساخته شد؛ در صورتی که پیش از این هیچ نمونه ای داخلی از آن در کشور وجود نداشت و فقط نمونه ای خارجی آن در تالار وحدت تهران استفاده شده است. در این پروژه با اعتماد به مهندسين ایرانی، این سن متحرک بومی سازی شد. خوشبختانه علی رغم همه ی مشکلات از قبیل تحریم، بستن قراردادهای و مشکلات اقتصادی، با همت مهندسين ایرانی نیازهای این پروژه با بالاترین استانداردها توسط شرکت های داخلی و عموماً اصفهانی برطرف شد. لازم به ذکر است که ما قصد داریم کتابی از تجربیات و دانشی که در این پروژه کسب شده است و بهای زیادی هم برای حصول آن پرداخت کرده ایم، تهیه کنیم و در اختیار مهندسين مشتاق قرار دهیم.

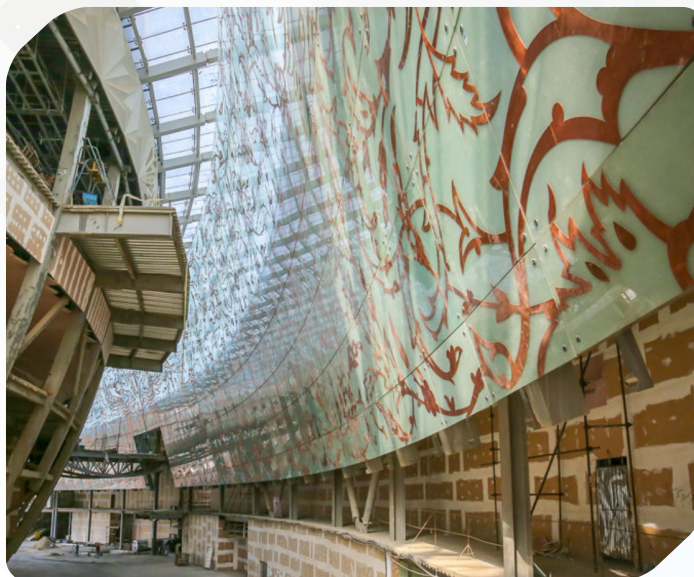


به غیر از مواردی که فرمودید که عمدتاً مربوط به طراحی معماری خاص این پروژه هستند، در اجرای چنین پروژه ی عظیمی خود را با چه چالش های دیگری مواجه دیدید؟

از طرف دیگر طراحی و اجرای ستون های این پروژه که بعضاً ۵۰ متر ارتفاع دارند و دارای انحنایی به شکل کره هستند، از چالش های بزرگ این پروژه بود. کلیات طراحی این پروژه توسط شرکت Atkins ارائه شده بود؛ اما جزئیات و طراحی اتصالات، همچنین ساخت و نصب آن بحمدالله با دقت بسیار بالایی توسط شرکت های داخلی و اکثراً اصفهانی انجام شد.

مساحت سالن اصلی این پروژه ۴۰۰۰ مترمربع است که در میان آن هیچ ستونی وجود ندارد. سقف این سالن به صورت شبکه ی فضایی در پایین بافته شده و سپس در جای خود نصب گردیده است؛ کاری که تاکنون در هیچ پروژه ای در ایران به این وسعت انجام نشده بود.

همچنین گل پرهایی متشکل از سه لایه کفاف با وزن ۲۰۰ کیلوگرم بر مترمربع طراحی شده بودند که در زیر سقف به صورت کاذب نصب شوند که البته به جای سه لایه کفاف، یک لایه رزین که سبک، ضد حریق و عایق صوت بود، توسط یک شرکت دانش بنیان واقع در شهرک علمی تحقیقاتی مجاور دانشگاه صنعتی اصفهان پیشنهاد شد که بار سقف را به ۵۰ کیلوگرم بر مترمربع کاهش داد. پوشش بدنه ی بیرونی







برای مثال در بحث تاسیسات، تامین برق لازم برای این پروژه ساده نبود و تمهیدات ویژه و اخذ موافقت‌نامه‌های بسیاری را می‌طلبید. در بحث فضای سبز، احداث چنین فضای سبز وسیعی در زمینی که جنس آن سنگ و شیبست است، مشکل است. همچنین تامین آب لازم برای آبیاری این فضای سبز از چالش‌های دیگر پروژه بود. که این مشکل با استفاده از پساب تصفیه‌شده‌ی سپاهان‌شهر برطرف شد.



### این پروژه در سال‌های ۹۲ و ۹۳ به عنوان سازه‌ی برتر کشور از طرف انجمن فولاد ایران انتخاب شد. چه ویژگی‌های شاخصی باعث این انتخاب گردید؟

به نظر من وسعت این پروژه و شکل خاص آن که به‌صورت کروی است و دارای ستون‌هایی به صورت نیم‌قوس به ارتفاع ۵۰ متر می‌باشد، باعث این انتخاب شده است. هر سه عملیات محاسبات، ساخت و اجرای این پروژه خاص بود.



### آیا در این پروژه از دانشگاه صنعتی اصفهان، به عنوان بزرگترین و برترین نهاد دانشگاهی استان اصفهان در حوزه‌ی علوم مهندسی، بهره گرفته شده است؟

ما در مقاطع مختلف در بحث‌های مشاوره‌ای به تناسب تخصص‌های مورد نیاز، از همه‌ی متخصصین کشور بهره گرفتیم. از دانشگاه صنعتی اصفهان نیز در بحث بتن GFRG و مکانیک مربوط به سن متحرک سالن اصلی استفاده شد.

در پایان از شما به‌خاطر وقتی که برای انجام این مصاحبه اختصاص دادید سپاس گزارم. خواهش می‌کنم. من هم از شما و همکارانتان در این نشریه‌ی دانشجویی متشکرم.

برای این پروژه سازه نبود و تمهیدات ویژه و اخذ موافقت‌نامه‌های بسیاری را می‌طلبید. در بحث فضای سبز، احداث چنین فضای سبز وسیعی در زمینی که جنس آن سنگ و شیبست است، مشکل است. همچنین تامین آب لازم برای آبیاری این فضای سبز از چالش‌های دیگر پروژه بود. که این مشکل با استفاده از پساب تصفیه‌شده‌ی سپاهان‌شهر برطرف شد. از طرفی دیگر، با توجه به این‌که زمین این پروژه نسبت به زمین‌های اطراف در موقعیت پایین‌تری بود، هرکجا که در زمین‌های مجاور حتی با فاصله‌ی ۴۵ کیلومتری آبیاری انجام می‌شد، آب به مرور زمان وارد زمین این پروژه می‌شد که لازم بود زهکشی مناسبی برای این پروژه طراحی شود. به طور کلی چالش‌های بسیاری در طی فرایند اجرای این پروژه وجود داشت که همواره در طی مشورت با مشاورین و متخصصان مربوطه رفع می‌گشت. اکنون آخرین چالشی که با آن مواجه‌ایم بحث نورپردازی این مجموعه است.



### با توجه به اهمیت و وسعت این پروژه تا چه حد ملاحظات زیست‌محیطی در این پروژه در نظر گرفته شده است؟

پساب تولید شده در این پروژه تصفیه شده و در خود مجموعه مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین یک نیروگاه خورشیدی حدوداً ۱۰۰ کیلوواتی در این پروژه احداث شده است. سیستم تهویه‌ی این سالن عظیم به ارتفاع ۵۰ متر نیز به گونه‌ای طراحی شده که تا ارتفاع ۲/۵ متری سطح زمین را پوشش می‌دهد. به این صورت که از نزدیک سطح زمین





## هوش مصنوعی در مهندسی عمران

## از پایش سلامت سازه‌ها چه می‌دانید؟

## نگین مشهدی

دانش‌آموخته‌ی دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی  
زلزله دانشگاه تهران

در صورتی که دانشجوی مقطع کارشناسی هستید، امکان دارد با برخی از واژه‌های این مقاله‌ی علمی آشنا نباشید. پیشنهاد می‌شود در صورت مواجه شدن با واژگان ناآشنا، برای فهم بهتر مقاله، آن را در اینترنت جستجو نمایید.

سلامت، روش‌ها و دستگاه‌های مختلفی را ارائه داده‌اند. در ادامه‌ی این مقاله با پایش سلامت سازه‌ها به روش آنالیز دینامیکی آشنا خواهید شد.

آسیب‌های ناگهانی‌ای که سازه در طی دوران بهره‌برداری تجربه می‌کند، منبع الهام و تفکر برای مطرح کردن علم پایش سلامت سازه‌ها گردید. برای درک میزان شدت این آسیب‌ها، می‌توان به ریزش پل ۱۳۵۷ در سال ۲۰۰۷ اشاره کرد. این پل که در ایالت مینه‌سوتای امریکا قرار دارد، در یک بعد از ظهر، به دلیل ترافیک زیاد روی آن ریزش کرد (شکل‌های ۱ و ۲). در این حادثه، ۱۳ نفر کشته و ۱۴۵ نفر زخمی شدند [۱]. دلیل ریزش این پل، عدم مقاومت سازه در برابر بارهای وارده به آن بود که طی بررسی‌های انجام شده به عنوان خطای طراحی گزارش شد. به نظر می‌رسد اگر بودجه‌ی مناسب جهت نگهداری و نظارت بر این پل در بازه‌های زمانی مناسب اختصاص داده می‌شد، ممکن بود از خسارت‌های مالی و جانی ایجاد شده جلوگیری شود.

یا روش‌های دیگری باشد که بر مبنای علوم جدید مانند هوش مصنوعی توسعه یافته‌اند.

پایش سلامت سازه‌ها باید پیش از ایجاد آسیب انجام شود. دلیل عمده‌ی این کار این است که استانداردهای ساخت و طراحی در طول زمان تغییر می‌کنند و وضعیت و رفتار سازه‌های دارای اهمیت بالاتر، لازم است هر چند وقت یک بار کنترل شوند تا از وقوع حوادث جلوگیری گردد. علت دیگری که پایش سلامت را به عنوان امری دائمی در سازه‌های مهم توجیه می‌کند، این است که چنین سازه‌های عمرانی و مکانیکی‌ای را نمی‌توان به راحتی با سازه‌های جدید تعویض کرد. در سال‌های اخیر، تجاری‌سازی فعالیت‌های پایش سلامت سازه‌ها بر اساس همین اهداف توجیه‌کننده صورت گرفته است و شرکت‌های مختلفی با هدف پایش

در سال‌های اخیر، نظارت بر وضعیت سلامت سازه‌ها در بازه‌های زمانی مشخص، به لیست کارهای مهندسی اضافه شده است. یک سازه در طول عمر طراحی خود، ممکن است تحت بارهای زلزله، انفجار، سیل، طوفان و ... قرار گیرد و اثراتی که این شرایط بر سازه خواهند گذاشت، به مرور زمان، آسیبی به سیستم سازه‌ای وارد خواهند کرد که در صورت عدم آگاهی و اقدام سریع باعث خسارت‌های قابل توجه جانی و مالی خواهد شد. مشاهده‌ی فروریزش و تخریب ناگهانی برخی سازه‌ها، علی‌رغم طراحی مناسب آن‌ها، لزوم ظهور روش‌های جدید را در قالب عملیاتی تحت عنوان پایش سلامت سازه‌ها (به اختصار SHM)<sup>۱</sup> مطرح نمود. از طریق روش‌های پایش سلامت سازه‌ها، از نقص‌ها و آسیب‌های سازه آگاه شده تا بتوان در سریع‌ترین زمان و با اقدامات مناسب، جهت رفع آن‌ها اقدام کرد. پایش سلامت سازه‌ها، مجموعه عملیاتی است که در راستای شناسایی آسیب در سازه‌ها گام برداشته است. این عملیات می‌تواند با مشاهده‌ی مستقیم ترک‌ها در سازه‌های بتنی و پل‌های بزرگ، برداشت داده‌های پاسخ سازه در زمان‌های مختلف و انجام روش‌های عددی روی آن‌ها،



شکل ۱. تخریب پل ۱۳۵۷



شکل ۲. نیروهای امداد و نجات بر روی پل W۳۵۱-۳

این مراحل در اکثر مراجع علمی به ترتیب و نام‌های زیر شناخته می‌شوند: [۳]

- ۱- ارزیابی عملیاتی<sup>۱۰</sup>
  - ۲- داده‌برداری، تلفیق و پاکسازی داده‌ها<sup>۱۱</sup>
  - ۳- استخراج ویژگی و جمع کردن اطلاعات<sup>۱۲</sup>
  - ۴- مدل‌سازی آماری برای تمیز ویژگی<sup>۱۳</sup>
- هدف این است که این چهار مرحله به کامل‌ترین صورت ممکن انجام شوند و در عین حال، با شناخت واقعی از سازه، کمترین هزینه صرف این عملیات شود. باید توجه داشت که از دیدگاه علم مواد، در مقیاس میکرو، همه‌ی مواد دارای نقص<sup>۱۴</sup> هستند؛ اما این نقص‌ها لزوماً به عنوان آسیب محسوب نمی‌شوند. برای درک بهتر پایش سلامت لازم است شناخت درستی از مفهوم آسیب داشته باشیم. آسیب به عنوان هر تغییر عمدی یا غیرعمدی در مصالح و یا مشخصات سیستم‌ها است. به عبارت دیگر، آسیب می‌تواند شامل تغییر

این روش‌ها شامل پایش شرایط<sup>۴</sup>، ارزیابی غیرمخرب<sup>۵</sup> (به عنوان آزمایش<sup>۶</sup> غیرمخرب هم شناخته می‌شود)، سیستم پایش سلامت و کاربرد<sup>۷</sup>، کنترل سلامت و پروسه احتمال<sup>۸</sup> و پیش‌بینی آسیب<sup>۹</sup> هستند که به عنوان شاخه‌های شناسایی آسیب شناخته می‌شوند. زمانی که آسیب شناسایی شد، فرآیندی که مابقی عمر مفید سازه را پیش‌بینی می‌کند، به عنوان روش پیش‌بینی آسیب معرفی می‌شود. مراحل روش‌های پایش سلامت از نظر تعداد، دقت و کارایی متفاوت است. می‌توان گفت که این مراحل و نحوه‌ی بیان آن‌ها به‌طور مستقیم از طرز تفکر نویسندگان مقالات تاثیر می‌پذیرند. ولی معروف‌ترین آن‌ها که به عنوان یک روش پایش سلامت سازه‌ی کامل و ایده‌آل شناخته شده است، شامل چهار مرحله است.

مطمئن‌ا شما هم چنین وقایعی که در اثر بی‌توجهی، خسارات شدید مالی و جانی پدید آورده‌اند را به خاطر می‌آورید. پایش سلامت سازه، به عنوان پروسه‌ی به‌کار بردن استراتژی شناسایی آسیب برای سازه‌های مرتبط با رشته‌های مهندسی هوافضا، عمران و مکانیک شناخته می‌شود. این پروسه شامل مشاهده یک سیستم سازه‌ای و اندازه‌گیری مشخصه‌های دینامیکی سیستم در بازه‌های زمانی مختلف برای استخراج مشخصه‌های حساس به آسیب<sup>۲</sup> است. از آنالیز احتمالاتی<sup>۳</sup> این مشخصه‌های حساس به آسیب، برای تعیین کردن وضعیت سلامت سازه استفاده می‌شود. [۲]

علاوه بر روش‌های مبتنی بر استخراج مشخصه‌های دینامیکی حساس به آسیب، روش‌های دیگری نیز برای تعیین کردن وضعیت سلامت سازه‌ها در مراجع معتبر عنوان شده است.

- 2- Damage-sensitive features
- 3- Statistical analysis
- 4- condition monitoring (CM)
- 5- nondestructive evaluation (NDE)
- 6- nondestructive testing (NDT)
- 7- usage monitoring system (HUMS),
- 8- health and statistical process control (SPC)
- 9- damage prognosis (DP).
- 10- Operational Evaluation
- 11- ata Acquisition, Fusion, and Cleansing
- 12- Feature Extraction and Information Condensation
- 13- Statistical Modelling for Feature Discrimination
- 14- Flaws and Defects



در شرایط مرزی، سختی، جرم و یا اتصالات سیستم تعریف شود که در نهایت عملکرد کنونی یا آینده‌ی سیستم‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به عنوان مثال، ایجاد ترک در سازه باعث تغییر مشخصات سختی می‌شود؛ ولی آب‌شستگی پایه‌های پل بر روی شرایط مرزی پل اثر خواهد گذاشت. همچنین، از بین رفتن وزن متعادل‌کننده در ماشین یا استهلاک لاستیک چرخ ماشین، جرم سیستم را تغییر می‌دهد.

باید توجه داشت که پایش سلامت سازه‌ها فعالیتی است که در محیط سازه انجام می‌شود و عدم توجه به عوامل جانبی تاثیرگذار در برداشت داده‌ها، مانند تغییرات کاربری و محیطی، باعث ایجاد خطا در تغییرات ویژگی‌های سیستم آسیب‌دیده می‌شود. به عنوان مثال، تغییرات دما در برداشت داده‌های پایش سلامت بر روی پل ۴۰- در نیومکزیکوی امریکا سبب بروز نتایج غیرمنتظره گردید. در این آزمایش که توسط Ferrar و همکاران در سال ۱۹۹۴ انجام شد [۴]، چهار سطح آسیب در پل ایجاد گردید و مقاطع مختلف از نظر میزان ترک خوردگی به چهار سطح طبقه‌بندی شدند (شکل‌های ۳ و ۴). در نهایت نمودار تغییرات فرکانس طبیعی برای هر کدام از این نمونه‌ها رسم شد (شکل ۵). انتظار می‌رفت با کاهش سختی میزان فرکانس طبیعی کم شود؛ ولی چنین چیزی مشاهده نگردید. پس از بررسی مشخص شد که به هنگام اندازه‌گیری، اختلاف دمای محیط اطراف سازه در صبح و عصر موثر بوده است. این موضوع نشان می‌دهد که عدم توجه به شرایط محیطی و دمایی، ممکن است باعث ایجاد خطاهای بسیار زیادی شود. برای جلوگیری از این خطاها، لازم است داده‌های زیادی در شرایط متفاوت مانند زمان‌های مختلف روز، دماهای مختلف و کاربری‌های متفاوت (مثلا سرعت‌های متفاوت وسایل نقلیه در عبور از پل یا محدود کردن عبور وسایل با وزن مشخص) اندازه‌گیری شده باشند. بهترین کار این است که داده‌ها به صورت آنلاین و آنی به پردازنده‌ی مرکزی فرستاده شوند تا زودتر بتوان احتمال وقوع آسیب را پیش‌بینی کرد. در حقیقت، در پایش سلامت سازه‌ها تلاش بر این است که

به سرعت بتوان وقوع آسیب را شناسایی و از گسترش آن جلوگیری کرد.

به نوعی، همه این تغییرات به عنوان آسیب شناسایی می‌شوند. باید توجه داشت که ایجاد آسیب در سازه‌ها باعث تغییر در مشخصات دینامیکی آن‌ها شده و از داده‌برداری‌های سازه و روش‌های پردازش سیگنال<sup>۱۵</sup>، می‌توان تغییرات فرکانس طبیعی سازه را با ایجاد آسیبی مثل ترک بررسی نمود و پیش‌بینی کرد که آیا آسیب رخ می‌دهد یا خیر؛ اگر رخ می‌دهد مقدار و شدت آن چقدر است و چه کارهایی برای پیشگیری از آسیب یا گسترده شدن آن در این سازه وجود دارد. [۲]

به دلیل این‌که پایش سلامت سازه‌ها علم نسبتاً جدیدی است، ممکن است در روند تحقیقاتی افراد، برداشت‌های اشتباهی صورت گیرد و تبدیل به شناخت اشتباه شود. به عنوان مثال، برداشتی که اکثر افراد از کاربرد حسگرها دارند این است که حسگرهای نصب شده بر روی سازه، آسیب را اندازه‌گیری می‌کنند. در صورتی که حسگرها اطلاعات را برداشت می‌کنند و این اطلاعات را به یک پردازنده‌ی مرکزی می‌فرستند. این اطلاعات به وسیله‌ی روش‌های پردازش سیگنال و دسته‌بندی آماری و سایر روش‌های سیستماتیک، به

اطلاعاتی همچون شاخص‌های حساس به آسیب تبدیل می‌شوند که بتوان از تغییرات آن‌ها آسیب را تشخیص داد.

این آزمایش نقطه‌ی بسیار مهمی در تغییر روند آزمایش‌های پایش سلامت شد و محققین را به این سمت سوق داد که باید به دنبال روش‌هایی باشند که با استفاده از آن‌ها بتوان تغییرات در شرایط محیطی، کاربری و سایر عوامل تاثیرگذار در اندازه‌گیری پاسخ سازه‌ها را کاهش داد یا حذف کرد. در راستای این اهداف، در سال‌های اخیر الگوریتم‌های یادگیری ماشین که از علوم کامپیوتر گرفته شده‌اند، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. محققین پایش سلامت به دنبال آن هستند که به کمک این الگوریتم‌ها، کار با داده‌های حجیم دریافت شده از حسگرها را کاهش دهند.

به‌منظور کاهش خطا در داده‌های اندازه‌گیری شده باید عوامل مختلفی را در نظر گرفت. یک مورد همان در نظر گرفتن تغییرات شرایط محیطی و کاربری است که به آن اشاره شد. علاوه بر آن، تجهیزات اندازه‌گیری هم نقش مهمی در کاهش خطا دارند. یکی از تصمیماتی که باید در انتخاب سیستم پایش سلامت سازه‌ها در نظر داشت، به‌روز بودن مدل حسگرهاست.

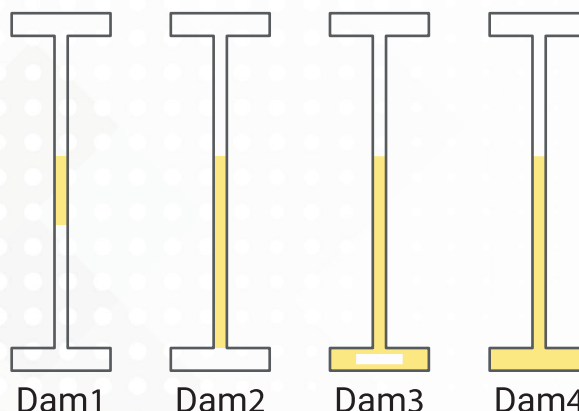


شکل ۳. تعریف (ایجاد) آسیب در یکی از شاه‌تیرهای حمال پل با استفاده از برش اره الکتریکی

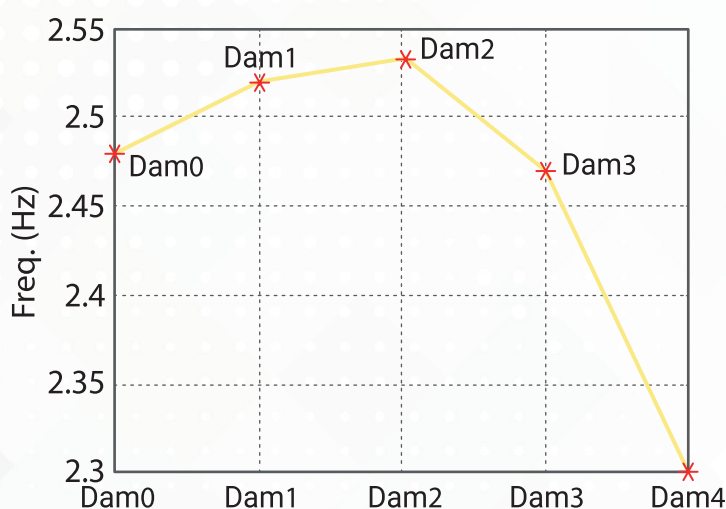


به نظر می‌رسد علم پایش سلامت سازه در حال تغییر دائم و درگیری با چالش‌های جدیدی است که در طی انجام کار پایش می‌آیند. اگرچه تحقیقات اخیر، راه را بسیار هموار کرده است؛ ولی اجرای پایش سلامت سازه و نکات آن هنوز درگیر تحقیقاتی است که در بیست سال اخیر مطرح شده‌اند. بدین منظور باید تحقیقات عمیق‌تری با رویکرد عملی انجام گیرد تا مجریان امور را بهتر راهنمایی کند. در حال حاضر، تکنولوژی‌های مرتبط با پایش سلامت اختصاصی‌سازی شده‌اند؛ با این حال امید بر این است که بتوان در اکثر سازه‌ها از آن استفاده کرد و این علم را به ایده شهرهای هوشمند<sup>۱۴</sup> پیوند داد.

به‌طور خلاصه و با جهت‌گیری از ایده‌های مطرح شده در مقالات به‌روز دنیا، پایش سلامت سازه‌ها علم جدیدی است که در بیست سال اخیر رشد زیادی داشته است و توانسته است خود را از بخش تحقیقات به کاربرد در سازه‌های دنیای واقعی برساند. این فرآیند پیچیده، در ترکیب با روش‌های احتمالاتی و برداشت تعداد زیادی از داده‌ها، این قابلیت را دارد که از آسیب‌های جانی و مالی زیاد جلوگیری کند. در شرایط مختلف و با استفاده از دانش یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، پردازش سیگنال و روش‌های حذف و ترکیب داده‌ها کاربردی بودن این علم ثابت شده است. اما باید توجه داشت که خود این فرآیند هم هزینه‌های زیادی در بردارد. تحقیقات جدید به دنبال راه‌هایی برای بهینه‌سازی این هزینه‌ها هستند.



شکل ۴. چهار سطح آسیب تعریف شده در مقاطع (قسمت‌های زرد رنگ، مقاطع کاهش‌یافته را نمایش می‌دهند)



شکل ۵. تغییرات فرکانس اصلی پل ۱۴۰ به عنوان تابعی از چهار سطح آسیب تعریف شده در شکل ۴

با یک نگاه کلی می‌توان گفت که پروژه‌ی پایش سلامت هر سازه‌ای، هرچند کوچک، در برگزیده‌ی مجموعه‌ای بزرگ از تصمیم‌گیری‌ها درباره‌ی نوع حسگرها، تعداد حسگرها، موقعیت قرارگیری آن‌ها، تصمیم‌گیری درباره‌ی بازبینی، کنترل و کالیبراسیون حسگرها، سیستم داده‌برداری، نحوه‌ی پردازش و غیره است.

بعد از تصمیم‌گیری درباره‌ی نوع آسیب‌های احتمالی که در آینده سازه تجربه می‌کند و انتخاب نوع حسگرهای متناسب با پایش آن‌ها، باید مطمئن شد حسگرهای انتخابی تا حد امکان از نظر اقتصادی مناسب هستند. حسگرهای مورد نظر باید موجود و در دسترس باشند و با بودجه‌های اختصاص داده شده به پروژه تناسب داشته باشند.

◀ مراجع:

- [1] Damage Detection and Evaluation II, Ferrar and Doebling, 1999
- [2] A review of Structural Health monitoring Literature: 2001-1996/ Hoon Sohn, Charles R. Farrar, Francois M. Hemez, Devin D. Shunk, Daniel W. Stinernes, Brett R. Nadler, Jerry J. Czarnecki
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/I35-W\\_Mississippi\\_River\\_bridge](https://en.wikipedia.org/wiki/I35-W_Mississippi_River_bridge)
- [4] Structural Health Monitoring: A machine learning perspective, Charles R. Farrar, Keith Worden, 2013, John Wiley & sons, Ltd.



گفتگو با سلطان بازار پایان‌نامه؛ کسی که بیش از ۷۰ پایان‌نامه کارشناسی ارشد انجام داده است:

## هر چقدر بخوره می‌چسبونم!



محمدعلی رستم‌پور

دانشجوی دکتری مهندسی سازه  
دانشگاه صنعتی اصفهان

هم دفاع کرده و باید کارهای ویرایشش رو انجام بدم. توی اوج شلوغی فکر کنم سال ۱۳۹۳ بود که هر چی می‌ومدم نمی‌گفتم (می‌خندد) و فکر کنم حدود هفت یا هشت تا پایان‌نامه همزمان بود. الان یک رساله‌ی دکترا رو هم گرفتم که مربوط به دانشگاه آزاد یکی از شهرهای اطراف اصفهان است.



**الآن برای صفر تا صد انجام پایان‌نامه‌ی ارشد چقدر می‌گیری؟**

بستگی به موضوع و نرم‌افزارهای مورد نیاز داره. به این هم بستگی داره که چقدر از من زمان می‌گیره. در حال حاضر

افرادی که مقطع تحصیلات تکمیلی خود را در دانشگاه‌های برتر می‌گذرانند، به خوبی می‌دانند که به اتمام رساندن پایان‌نامه نیازمند تلاش جدی در امر مطالعه و پژوهش، چه تئوری و چه آزمایشگاهی، است؛ خصوصاً مقطع کارشناسی ارشد که دوره‌ای کوتاه بوده و بطور معمول، دانشجو برای اولین بار کار پژوهشی آکادمیک را فرا می‌گیرد. در این بین افرادی هستند که بازاری برای خود دست و پا کرده و در ازای پول، در نقش دیگران، کار پایان‌نامه را از صفر تا صد انجام می‌دهند، مقاله می‌نویسند و حتی کنفرانس هم می‌روند! پیامدهای چنین کارهایی بر کسی پوشیده نیست. جالب است بدانید که در دانشکده‌ی خودمان هم از این دست افراد داریم. گپ و گفت با یک هم‌دانشکده‌ای که سال‌هاست وارد این بازار شده، موضوع مصاحبه‌ی این شماره از فصل‌نامه‌ی پایاست. کسی که به گفته‌ی خود بیش از ۷۰ پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد انجام داده و همچنان به کار خود ادامه می‌دهد. ایشان که حدود ۳۰ سال سن دارند، یکی از مقاطع تحصیلی خود را در دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی اصفهان گذرانده است. با توجه به این‌که تلاش شده است هویت این فرد مخفی بماند، از بازگو کردن تمامی مسائل خودداری گردید.



**چطور شد که وارد این راه شدی؟ اولین پایان‌نامه کی بهت پیشنهاد شد؟ چقدر واسش بهت پول داده شد؟**

من در دوره‌ی کارشناسی سابقه‌ی زیادی در انجام پروژه‌هایی مثل پروژه فولاد، بتن و راهسازی داشتم. چون نرم‌افزارهای مربوط به این پروژه‌ها را زودتر یاد گرفته بودم، پروژه‌های بچه‌ها را در ازای پول انجام می‌دادم. حتی یادم میاد به‌جای به نفر امتحان ریاضی ۲ دادم؛ پولش خوب بود (می‌خندد). وقتی هم وارد مقطع ارشد شدم، هنوز پایان‌نامه‌ی خودم رو دفاع نکرده بودم، پایان‌نامه‌ای توسط یکی از دوستان برای انجام دادنش بهم پیشنهاد شد. پایان‌نامه‌ای بود با موضوعی کاملاً متفاوت با زمینه‌ی تحقیقاتی خودم و مربوط به دانشجوی یکی از دانشگاه‌های آزاد سیستان و بلوچستان. بابت انجام این پایان‌نامه ۱ میلیون و ۸۰۰ هزار تومان در سال ۱۳۹۲ گرفتم.



**چطور این مسیر ادامه پیدا کرد؟**

بعد از انجام اولین پایان‌نامه از آن دانشگاه آزاد سیستان و بلوچستان، پایان‌نامه‌های دیگه‌ای از همان دانشگاه به من پیشنهاد شد و تا الان کلی از اون دانشگاه پایان‌نامه گرفته‌ام! بعد از تمام کردن مقطع تحصیلم

در کارشناسی ارشد، موسسات زیادی بودند که کارشان واسطه‌گری در انجام پایان‌نامه بود و باهاشون همکاری می‌کردم. حدود ۳۰ درصد قراردادها رو موسسات بر می‌داشتند و بقیه‌اش به من می‌رسید. در ادامه کم‌کم شناخته شدم و بدون واسطه این کار رو ادامه دادم.



**تا حالا چند تا پایان‌نامه‌ی ارشد و دکترا انجام دادی؟**

تا الان بیش از ۷۰ تا پایان‌نامه‌ی ارشد انجام دادم. اما هیچ وقت صفر تا صد رساله‌ی دکترا رو انجام ندادم. چون پیچیدگی‌های خاص خودش رو داره؛ به این خاطر که هم اساتید حساس‌تر هستند و هم باید از آن مقاله استخراج بشه. اما بوده که بخشی از پایان‌نامه‌ی دکترا رو انجام بدم. (با کمی مکث) به نظرم با انجام پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، میشه توی یک مدت زمان کوتاه‌تر درآمد بهتری داشت!



**در اوج شلوغی، همزمان چند تا پایان‌نامه‌ی در حال انجام داشتی؟**

در حال حاضر ۵ تا پایان‌نامه دارم انجام میدم که ۲ تا در مرحله‌ی پروپوزال هستند، یکیش در مرحله‌ی گرفتن نتایج، یکیش تو فصل‌های ۳ و ۴ و یکی دیگه



**به عنوان شغل بهش نگاه می‌کنی؟ به نظرت تا کی می‌خواهی ادامه بدی؟**

به عنوان شغل نه؛ اما به عنوان منبع درآمد بله. تو به برهه‌هایی بوده که ول کردم. اما به پول نیاز



؟

#### به تنهایی پایان‌نامه‌ها رو می‌نویسی؟

قبلا خودم به تنهایی انجام می‌دادم. اما الآن حوصله‌ی تایپ کردن و این چیزا رو ندارم. در حال حاضر من کارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی را انجام میدم و نهایتا میدم به یکی دیگه که جمع‌بندی کنه.

؟

#### مشارکت دانشجوی در انجام پایان‌نامه

##### چطوره؟ اصلا نقشی داره؟

این دانشجویهایی که برای این کارها سراغ من میان، اصول اولیه‌ی مهندسی رو هم نمی‌دونن. الآن دانشجو تقریبا هیچ مشارکتی نمی‌کنه و دوست هم نداره مشارکت کنه و فقط می‌خواد جلسه‌ی دفاع رو رد بکنه. من حتی اسلایدهای ارائه برای روز دفاع رو هم خودم آماده می‌کنم و بر روی هر اسلاید به دانشجو میگم که چه چیزهایی رو بگه. حتی سوالات داوران رو هم پیش‌بینی می‌کنم و برای دانشجو توضیح میدم. بالاخره جلسه‌ی دفاع باید حدود یک ساعت و نیم طول بکشه و دانشجو بتونه مدیریت لازم رو داشته باشه. اساتید این دانشجویها اغلب حتی خودشون هم نرم‌افزارها رو نمی‌دونن.

؟

#### موضوع پایان‌نامه‌ها رو خودت تعیین

##### می‌کنی؟ در چه زمینه‌هایی پایان‌نامه

##### نوشته‌ای؟

اوایل هر پایان‌نامه‌ای که پیشنهاد میشد، فارغ از موضوع، قبول می‌کردم. این باعث شد که روی خیلی از زمینه‌های گرایش سازه کار کرده باشم. زمینه‌هایی مثل موضوعات لرزه‌ای، کنترل سازه، مقاوم‌سازی و پل. از موضوعات انجام شده یک کتاب تالیفی چاپ کردم. الآن هم چند وقتیه که دارم روی یه کتاب آموزش نرم‌افزار کار می‌کنم؛ اما هنوز فرصت نکردم تمومش کنم. این هم بخاطر پایان‌نامه‌هاییه که با این نرم‌افزار انجام دادم.

؟

#### در حال حاضر صفر تا صد یک

##### پایان‌نامه‌ی پولی در زمینه‌هایی که کار

##### کردی چقدر ازت زمان می‌گیره؟

برای من که فقط کار تحلیلی انجام میدم یکی دو روز. برای همکارم که کارهای مربوط به نگارش و جمع‌بندی رو انجام میده، حدود یک هفته زمان می‌بره.

پیدا می‌کردم و دوباره می‌گرفتم. فکر می‌کنم تا زمانی که توی ایران هستم این کار رو ادامه میدم.

؟

#### با این حرفت مشخصه که قصد رفتن داری. اگه رفتی خارج، باز هم ادامه می‌دی؟

راستش مطمئن نیستم؛ شاید هم اونور انجام بدم. بستگی به درآمد داره. چند وقت پیش هم یک دانشجو از دانشگاه تورونتو یه پروژه‌ی درسی برام فرستاد و بابتش ۲ میلیون تومان داد. یک روز ازم وقت گرفت. آسمون همه جا یه رنگه (می‌خندد). اما ببین؛ اون‌جا با یه کار دانشجویی ساده مثل TA بودن میشه درآمد نسبتا خوبی داشت. اما این‌جا من دانشگاه‌های مختلفی تدریس کردم یا TA بودم، ارزش مالی نداره.





اگه پایان‌نامه مشابه باشه، اغلب کارش هم تغییر جمله‌بندی‌هاست و تغییر فعل و فاعله. در حال حاضر می‌تونم موضوعاتی رو تعریف کنم که طرف هر چقدر بررسی کنه، نتونه مشابهش رو پیدا کنه. مثل موضوعات ساده‌ی ترکیبی.

؟

**کیفیت پایان‌نامه‌هایی که می‌نویسی در چه حد هست؟ چه میزانش کپی‌برداریه؟**

قبلا کار ما خیلی ساده‌تر بود. الآن قبل از این‌که دانشجو دفاع کنه، به لحاظ همانندجویی کنترل میشه. قبلا کپی‌برداری می‌کردیم. اما الآن نه؛ جمله‌بندی‌ها رو تغییر می‌دیم، اما ساختار همونه.

؟

**اگه خودت استاد راهنمای اون دانشجو باشی که پایان‌نامه‌ش رو نوشتی، انصافا اون پایان‌نامه رو قبول می‌کنی؟**

نه! قبولش نمی‌کنم. آخه این تزهایی که انجام میدم، تزهایی هستن که هیچ دستاوردی ندارن. الآن خیلی از تزه‌ها این‌طور شدن.

؟

**به نظرت آیا اساتید راهنمای آن دانشجویها نمی‌فهمن که پایان‌نامه رو خودشون انجام ندادن؟ تا حالا شده که متوجه بشن؟**

بذار یه خاطره‌ای واست تعریف کنم. فکر کنم پایان‌نامه‌ی هفتم یا هشتمی بود که داشتم انجام می‌دادم و نسبتا هم ساده بود. توی نرم‌افزار که فایل‌ها رو بارگذاری می‌کردم، از اسم لپ‌تاپم مشخص بود که منم. استاد طرف هم که فایل نرم‌افزار رو باز کرده بود، فهمید که کار یکی دیگه‌ست! بخاطر همین، استاد هم تا تونست از دانشجو - یعنی من - کار کشید. به اندازه چهار تا پایان‌نامه ازم وقت گرفت! حتی استادی بوده که می‌دونسته دانشجویش پایان‌نامه رو داده به یکی دیگه، شماره‌م رو از دانشجو گرفت و مستقیم به خودم زنگ زد و گفت بیا این چند تا تز رو انجام بده!

؟

**پایان‌نامه‌ای هم بوده که انجام بدی و توش سوتی بدی؟ شده که اون سوتی رو اساتید و داورها متوجه نشن؟**

سوتی علمی که نه. اما پایان‌نامه‌ای مربوط به دانشگاه دولتی گیلان بود که بار اول رد شد و بعد از فرصت مجددی که بهش دادن تونست قبول بشه. اما دلیلش من نبودم. توی جلسه‌ی دفاع از طرف سوالات پایه‌ای اجزا محدودی پرسیده بودن، دانشجو نمی‌تونست جواب بده. طوری شد که بعدش برای فرصت مجدد به من گفت بیا رشت. من چون مسافرت رو دوست دارم، رفتم رشت. دانشجو می‌رفت پیش استاد و استاد ازش سوال می‌پرسید، طرف از اتاق استاد میومد بیرون و من بهش جواب می‌دادم و دوباره می‌رفت پیش استاد. چندین بار این کار رو تکرار کرد. وضع افتضاحی شده بود!

؟

**تا حالا مقاله هم جای کسی نوشته‌ای که اسم خودت داخلش نباشه؟ ژورنال یا کنفرانس؟**

(با خنده می‌گوید) به کرات! معمولا توی مقالات ژورنال که خودم می‌نویسم و اسمم رو نمی‌زنم، به مقالات خودم ارجاع میدم. تا حالا ۴ تا مقاله‌ی ژورنال و بیش از ۲۰ تا مقاله‌ی کنفرانسی برای بقیه نوشتم که اسم خودم داخلشون نیست. من برای خیلی از این مقالات کنفرانسی خودم رفتم ارائه دادم. آخه بعضی از دانشجویها واقعا نمی‌تونن جلوی یک جمعی ارائه بدن. پول کنفرانس رو که خودشون میدن، پول مقاله‌ای که من نوشتم هم جدا و یه پولی هم برای این‌که میرم اون شهر و ارائه میدم ازشون می‌گیرم. معمولا هم برای یک کنفرانس تنظیم می‌کنم که برای چند نفر مقاله بنویسم که برام به‌صرفه باشه. من هم چون علاقه‌مند به سفر هستم، میرم اون شهر و حسابی می‌گردم. مثلا حدود چهار سال پیش بود که یه کنفرانسی توی دانشگاه یزد برگزار شده بود و من هم به‌جای دو نفر رفتم یزد. یکی ارائه‌ی پوستری بود و یکی هم شفاهی. زمان ارائه‌ی هر دو تاش همزمان بود! خلاصه به هر روشی بود مدیریتشون کردم. برای ارائه‌ی شفاهی کلا چهار پنج اسلاید پاورپوینت آماده کرده بودم و اکثرش هم سفید بود! چون تا شب قبلش داشتم یزد رو می‌گشتم!

؟

**پایان‌نامه‌هایی که انجام دادی اغلب از چه دانشگاه‌هایی بودند؟ از دانشگاه دولتی هم داشتی؟**

من دانشگاه‌های آزاد رودهن و یکی دیگه از دانشگاه‌های آزاد سیستان و بلوچستان رو آباد کردم از بس پایان‌نامه واسشون انجام دادم! رئیس دانشگاه‌هاشون باید بیان از من تقدیر کنن (می‌خندد)! از موقعی هم که اومدم اصفهان اکثرا از همین اطراف بوده؛ مثل دانشگاه‌های آزاد نجف آباد، خوراسگان و خمینی شهر. دانشگاه‌های غیرانتفاعی هم بودن. دانشگاه‌های آزاد جاهای دیگه هم بودن. از دانشگاه‌های دولتی فقط یه پایان‌نامه از دانشگاه گیلان رو کاملا از صفر تا صد انجام دادم. اما پروژه‌های درسی یا بخشی از پایان‌نامه از دانشگاه‌های دولتی هم زیاد انجام دادم. دانشگاه‌هایی مثل دانشگاه تهران یا همین صنعتی اصفهان.

؟

**بوده از بین افرادی که پایان‌نامه‌ی ارشدشون رو انجام دادی، کسی در مقطع دکترا در داخل یا خارج از کشور ادامه تحصیل بده؟**

آره. مثلا یکی از همین دانشجویهای دانشگاه آزاد رودهن که پایان‌نامه‌اش رو انجام دادم، بعد رفت مقطع دکترا توی یکی دیگه از دانشگاه‌های آزاد و حتی تدریس هم می‌کنه. بعدها که اینستاگرامش رو دیدم، دیدم طرف طوری وانمود می‌کنه که انگار همه‌ی این کارها رو خودش انجام داده! سراغ دارم کسی رو که بعدش اپلای هم کرده. بعضی از افرادی که پایان‌نامه‌شون رو انجام میدم خودشون مشغول به کار هستن. از کارندهای شهرداری زیاد بودن که واسشون انجام دادم. حتی برای شهردار هم پایان‌نامه نوشتم.

؟

**احتمالا با من موافق باشی که وقتی پایان‌نامه‌ی افرادی رو در ازای پول انجام بدی، اون فرد مدرکی رو اخذ می‌کنه که شایسته‌اش نبوده و به کمک همون مدرک می‌تونه به جایگاه‌های بالاتر برسه. مثلا پذیرش دکترا بگیره، شغلی رو تصاحب کنه یا حتی بعدا بشه یک**



؟

**غیر از کار پایان‌نامه، کار دیگه‌ای هم می‌کنی؟**

عضو نظام مهندسی هستم. کارهای صنعتی و مطالعات مربوط به پروژه‌های اجرایی هم داشتم. کار ساختمون‌سازی هم انجام میدم. قبلا هم تدریس می‌کردم.

؟

**سرگرمیت چیه؟**

به اکثر ورزش‌ها علاقه دارم. خیلی فوتسال بازی کردم و تو تیم‌های دانشگاهی هم بودم. والیبال هم همین‌طور. اخبار فوتبال رو همیشه پیگیری می‌کنم و بازی‌های مهم رو می‌بینم. سینما رفتن رو هم دوست دارم.

؟

**به نظرت اصلی‌ترین مشکل تحصیلات تکمیلی در دانشگاه‌های ایران چیه؟**

عدم ارتباط با صنعت. این‌که دولت تولید محتوای علمی رو به شاخص در نظر می‌گیره که بگه ما یک کشور در حال پیشرفتیم، اصلا شاخص خوبی نیست.

؟

**اگه به عقب برگردی دوباره همین عمران رو می‌خونی؟**

افرادی که رفتن پزشکی بُرد کردن. اگه برمی‌گشتم شاید می‌رفتم تجربی. اما در مجموعه‌ی رشته‌های ریاضی اگر بخوام انتخاب بکنم، همچنان عمران رو انتخاب می‌کنم. چون بهش علاقه دارم. من خودم کار ساختمون‌سازی که می‌کنم لذت می‌برم؛ این‌که ایده‌ای که داری رو داری توی یک زمین خالی پیاده می‌کنی برام خیلی قشنگه.

؟

**به عنوان کسی که تحصیلات آکادمیک رو تا دکترا در بهترین دانشگاه‌های ایران خونده، چه توصیه‌ای به خوانندگان دانشجو در رابطه با آینده‌نگری داری؟**

همیشه دانشجوها باید سعی کنن ارتباطشون رو با محیط بیرون از دانشگاه (محیط کاری) حفظ کنن. الکی به دنبال گرفتن مدرک تحصیلات تکمیلی نباشن و نگن که بریم بخونیم تا ببینیم چی میشه.

**مسئول. در رقابت‌های غیرشفاف هم به راحتی می‌تونه با تو و بقیه‌ی افرادی که از لحاظ علمی شایسته هستن رقابت کنه و جایگاه تو رو بگیره. با این توصیفات، چرا مصر به انجام این کار هستی؟ آیا عذاب وجدان نمی‌گیری؟**

من از همون موقعی که شروع به این کارها کردم، می‌دونستم این کارها خوب نیست. اما از جهاتی برام جذاب بود؛ از یک طرف زمانم دست خودم بود و می‌تونستم برنامه‌ریزی کنم و به کارهای دیگه‌ام برسم، و از طرف دیگه درآمد خوبی داشت. ساده بخوام بگم، یه کار پاره‌وقتی بود که میشد ارزش خوب پول دراورد. این رو هم بگم که من هیچ وقت مشکل مالی از لحاظ خونوادگی نداشتم. من خیلی چیزها رو توی این مملکت می‌بینم که دیگه وجدانم درد نمی‌گیره. مثلاً فلان مسئول حین مسئولیتش مدرکی رو گرفته که توی پایان‌نامه‌ش ساده‌ترین اشتباهات وجود داره و نشون میده که نخونده تاییدش کردن. کار من خیلی تاثیرگذار نیست و اگر کسی بخواد مسئول بشه، میشه. تخصص مهم نیست و شایسته‌سالاری اتفاق نمی‌افته. من قبول دارم کارم اشتباه هست، اما اون قدری نیست که به چشم بیاد.

؟

**درسته که جامعه مشکلات خودش رو داره؛ اما تو با این کار بدترش می‌کنی. خیلی‌ها هم این چیزها رو توی جامعه می‌بینن و باز هم برای این کار وجدانشون درد می‌گیره. قبول داری مشکلات رو بهونه می‌کنی برای تایید کارت؟**

(با خنده و کوتاه می‌گوید) آره!

؟

**پس اگه برگردی دوباره کار پایان‌نامه رو شروع می‌کنی؟**  
با قدرت (می‌خندد)!

؟

**برگردیم سراغ خودت. چند تا مقاله‌ی ژورنال و چند تا مقاله‌ی کنفرانسی داری؟**

من ۹ تا مقاله‌ی ژورنالی چاپ شده دارم و ۴ تا هم تحت داوری. ۵ تا مقاله‌ی کنفرانسی هم دارم.

میشه با یه ایده خوب برای پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد اشتغال‌زایی هم کرد. یکی از بچه‌های دانشگاه‌های تهران رو می‌شناسم با همون پایان‌نامه‌اش که کار تکنولوژی بتن بود، یه شرکت دانش‌بنیان ثبت کرد و الان جوری شده که با شهرداری تهران و قم قرارداد امضا می‌کنه. به نظرم بخاطر حجم بالای فارغ‌التحصیلان مهندسی عمران در ایران، دیگه رفتن به سمت بعضی از شغل‌های روتین این رشته منجر به درآمد خوبی نمیشه. برای کسب درآمد بالا باید ایده‌پردازی کرد و وارد عمل شد.

✓

در این گفتگوی دو ساعته به جنبه‌های مختلفی از موضوع پرداخته شد که مجال نگارش همه‌ی آن‌ها در این نشریه نیست. آن‌چه که واضح و شفاف است، انجام پایان‌نامه، پروژه‌های درسی، تکالیف و امتحانات بجای دیگر افراد به هیچ وجه اخلاقی نبوده و درآمد ناشی از آن محل اشکال است. باید دانست جامعه‌ی دانشگاهی و مهندسی چرخ‌دنده‌های آموزش و پیشرفت صنعت کشور را تشکیل می‌دهند. این‌که کار اشتباه خود را بخاطر معیوب بودن برخی از دیگر بخش‌ها توجیه نماییم، هیچ فرقی با آن‌ها نداشته و در بدتر شدن وضعیت موجود دخیل خواهیم بود. با این حال، آسیب‌شناسی چنین معضلی ابعاد مختلفی دارد. نمی‌توان بر روی این موضوع نیز چشم بست که ریشه‌ی ایجاد چنین بازاری متأثر از مشکلات درون جامعه است؛ مشکلاتی که در صدر آن‌ها مدرک‌گرایی و عدم توجه کافی به پژوهشگران قرار می‌گیرد و غیرمستقیم مسائلی چون عدم ارتباط دانشگاه‌ها با صنعت و مشکلات اقتصادی را نیز شامل می‌شود. کوتاهی در امر راهنمایی و داوری پایان‌نامه‌ها از طرف برخی از اساتید نیز به تقویت این آسیب کمک می‌کند. همچنین شیوه‌ی ارزیابی اساتید و نحوه‌ی گرفتن دانشجو تحت راهنمایی خود در تشکیل این زنجیره‌ی معیوب بی‌تاثیر نیستند.



## در جستجوی شهرهای پایدار و سبز

## آیا داشتن شهری بدون پسماند امکان‌پذیر است؟

فاطمه کیانی

دانش‌آموخته‌ی دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی  
محیط زیست دانشگاه تهران


۱

مقدمه

از ابتدای پیدایش انسان‌ها سه میلیون سال طول کشید تا جمعیت کره‌ی زمین به یک میلیارد نفر برسد؛ اما امروزه با گذشت هر ۱۲ الی ۱۴ سال یک میلیارد نفر به جمعیت کره‌ی زمین افزوده می‌شود که معادل با اضافه شدن روزانه حدود ۲۰۰ هزار نفر به جمعیت کره‌ی زمین است. افزایش جمعیت جهان و تشویق به نظام مصرف‌گرایی - خصوصاً در شهرها - منجر به تولید پسماندهای قابل توجهی در دوران معاصر شده است. امروزه شهرها بطور میانگین حدود ۵۶ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهند و بر اساس گزارش سازمان ملل انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ این مقدار به حدود ۶۸ درصد برسد. با این وجود، امروزه در کشور توسعه‌یافته‌ای همچون استرالیا نزدیک به ۸۷ درصد مردم آن در مناطق شهری زندگی می‌کنند. این عدد برای کشورمان ایران حدود ۷۵ درصد است. بنابراین، توجه به مدیریت پسماند در شهرها حائز اهمیت است. در برنامه‌های شهری به بحث مدیریت پسماند به اندازه‌ی بقیه‌ی بخش‌ها مانند آب و انرژی توجه زیادی نشده است. پیامدهای ناشی از تولید پسماندها، مدیران شهری را به فکر چاره‌ای برای مدیریت پایدار آن‌ها واداشته است. بنابراین ایجاد شهرهای پایدار برای ما مهم و چالش‌برانگیز است. اما آیا داشتن شهری بدون پسماند امکان‌پذیر است؟ در این مقاله به این موضوع می‌پردازیم.

۲

## پسماند صفر چیست؟

پسماند صفر به این معنا است که کالاها به گونه‌ای طراحی و مدیریت شوند که از تولید پسماند جلوگیری شده و تمام منابع از جریان پسماند بازیابی گردند. به عبارت دیگر هیچ گونه پسماندی در طول عمر کالا تولید نشود. پسماند صفر باعث به‌وجود آمدن مفاهیمی همچون جلوگیری از تولید پسماند، استفاده‌ی مجدد، طراحی مجدد، بازسازی، بازیافت، فروش مجدد، توزیع مجدد و... شده است. مفهوم پسماند صفر نه تنها به بازیافت و بازیابی پسماندها کمک می‌کند، بلکه تشویق می‌کند کالاها به نحوی طراحی و برنامه‌ریزی شوند که در مرحله تولید و طراحی آن‌ها نیز پسماندی تولید نگردد.

۳

## تاریخچه‌ی پیدایش مفهوم پسماند صفر

سیستم‌های مدیریت پسماند قبل از توسعه شهرنشینی وجود داشتند و در هر دهه چهار یک سری تحولات و نوآوری‌ها برای توسعه‌ی این سیستم‌ها شدند. اگر بخواهیم به این نوآوری‌ها توجه کنیم، متوجه می‌شویم که هر یک از آن‌ها بر اساس تکنولوژی‌ها و ابزارهای آن زمان به‌وجود آمدند. اولین انقلاب ایجاد شده، تلنبار زباله‌ها بر روی یکدیگر بوده که این روش همچنان در کشورهای توسعه‌نیافته متداول است. دومین نوآوری در سیستم‌های مدیریت پسماند، دفن غیربهداشتی پسماندها بوده است. اولین زمین دفن مربوط به سه هزار سال قبل از میلاد مسیح در یونان بوده است. کمپوست را می‌توان سومین نوآوری در این حوزه دانست که در چین رواج پیدا کرد. بازیافت و دفن کنترل‌شده‌ی پسماندها چهارمین نوآوری برای مدیریت پسماندها بود که بعد از بحران نفت در سال ۱۹۷۰ ایجاد گردید. در همان سال‌ها بازیافت و بازیابی پسماند به‌طور گسترده در جهان فراگیر شد. پنجمین نوآوری نیز در قرن بیستم ظهور پیدا کرد که تبدیل پسماند به انرژی و تکنولوژی‌های مربوط به آن را شامل می‌شد. ششمین نوآوری که در



سیستم‌های مدیریت پسماند ایجاد گردید، پسماند صفر است که برای ایجاد سیستم‌های پایدار به‌وجود آمد. مفهوم پسماند صفر دربرگیرنده‌ی طراحی گهواره تا گهواره‌ی کالاها و همچنین بازیابی منابع از پسماند و ایجاد الگوی مصرف پایدار می‌باشد.

۴

#### متابولیسم خطی یا حلقوی کالاها؛ کدام بهتر است؟

تولید پسماند هنگامی افزایش می‌یابد که کالاها جریانی خطی دارند؛ یعنی پس از اتمام عمرشان به مراکز دفن منتقل می‌شوند. به بیان دیگر، در جریان خطی، مواد، انرژی و آب به عنوان ورودی محسوب شده و بعد از مصرف، پسماند، فاضلاب و گازهای گلخانه‌ای به عنوان خروجی تولید می‌شود. در صورتی که مفهوم پسماند صفر خلاف این قضیه را دنبال می‌کند و اشاره می‌کند به‌جای این‌که کالاها یک جریان خطی را دنبال کنند، باید دارای جریان بسته باشند. به این معنا که آخر عمر یک کالا، به عنوان یک ماده‌ی اولیه باعث شروع تولید یک کالای جدید گردد. این مفهوم در بحث پسماند صفر به طراحی گهواره تا گهواره‌ی کالا مشهور است.

۵

#### چگونه شهری بدون پسماند داشته باشیم؟

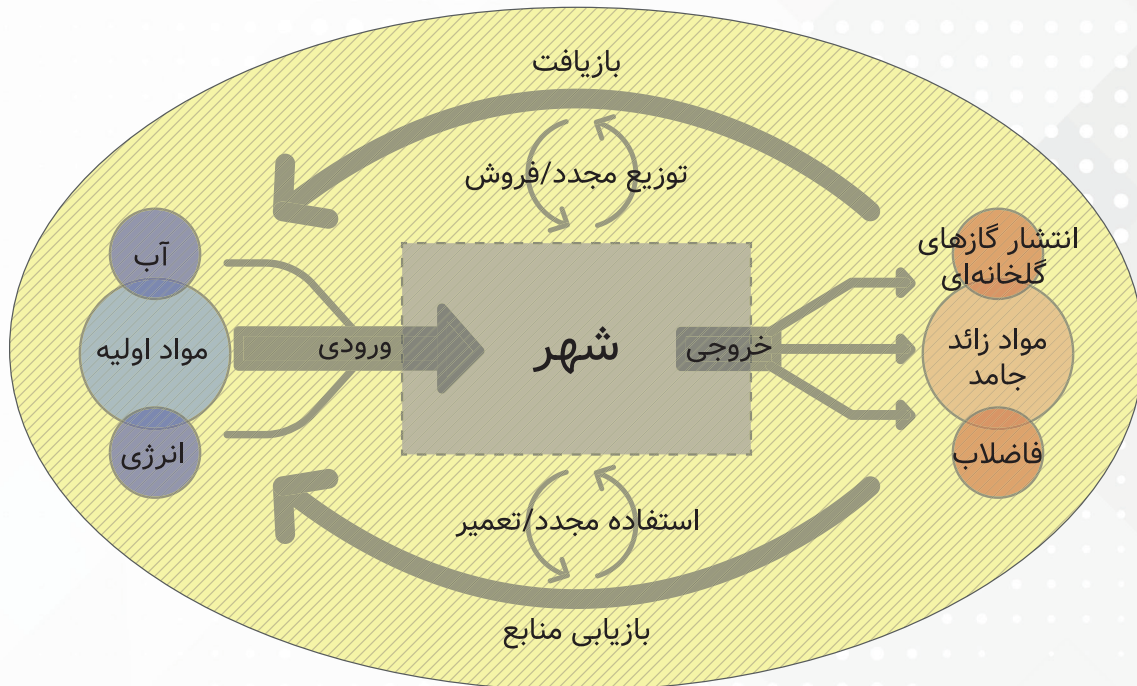
امروزه شهرهای هوشمند و سبز به سمت اجرای سیستم‌های مدیریت پسماند از طریق بازیافت و بازیابی منابع از پسماندها حرکت می‌کنند. البته مفهوم پسماند صفر فقط به بازیافت و بازیابی پسماندها محدود نمی‌شود. در مرحله‌ی ساخت کالاها نیز باید از تولید پسماند غیرضروری و ناخواسته جلوگیری کرد. به عبارت دیگر، در وهله‌ی اول باید تولید پسماند را در مرحله‌ی طراحی و تولید کاهش داده و سپس بعد از اتمام عمر کالا آن را بازیافت، کمپوست و یا از آن استفاده‌ی مجدد کنیم. برای تبدیل شهری به شهر بدون پسماند نکاتی کلیدی وجود دارد. این نکات کلیدی شامل استراتژی‌هایی هستند که هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت اجرا می‌شوند. آگاهی، آموزش، تغییر رفتار مصرف و تغییر تفکر سیستم‌ها استراتژی‌های بلندمدت هستند. در صورتی که طراحی‌های نوآورانه، قوانین درست و بازیافت صددرد از استراتژی‌های کوتاه‌مدت در یک شهر به شمار می‌روند. آموزش و پژوهش درباره‌ی پسماند در بالای این سلسله مراتب قرار می‌گیرد. بدون آگاهی کامل و تحقیقات پیشرفته در مورد پسماند دستیابی به شهری بدون پسماند امکان پذیر نیست. مصرف پایدار و تغییر الگوی مصرف در سلسله مراتب دوم قرار می‌گیرد. سلسله مراتب بعدی طراحی زیست محیطی و تولید پاک کالاها است. تولیدکننده باید در قبال کالایی که تولید می‌کند مسئولیت‌پذیر باشد. ایجاد قوانین خاص و سختگیرانه، و تشویق‌های لازم در مرحله بعدی است. محصولات باید طوری طراحی و ساخته شوند که صددرد آن‌ها بازیافت و از آن‌ها استفاده مجدد شود. با ایجاد یک رویکرد سیستمی جدید همراه با فناوری‌های لازم می‌توان شهر خود را به شهری بدون پسماند تبدیل کرد. شهرهای امروزی دارای متابولیسم خطی هستند که باید به متابولیسم حلقوی تبدیل گردند؛ به گونه‌ای که در چرخه‌ی شهر، مواد بارها و بارها استفاده می‌شوند تا به مرحله‌ی بهینه‌ی مصرف برسند.

۶

#### روش‌های ارزیابی عملکرد شهر بدون پسماند

روش‌های زیادی برای بررسی عملکرد مدیریت پسماند در یک شهر وجود دارد. متخصصان پسماند شاخص‌های زیادی مانند نرخ تولید سرانه‌ی پسماند، نرخ جمع‌آوری، نرخ بازیافت و ... را برای بررسی این موضوع به‌کار می‌برند. در دهه‌های اخیر از دو شاخص انحراف پسماندها از خاکچال‌ها و پسماند صفر استفاده شده است که توسط مقامات محلی مورد استقبال قرار گرفته است. در ادامه به توضیح هر یک از این شاخص‌ها می‌پردازیم.





## ۲-۶

### شاخص پسماند صفر

شاخص پسماند صفر به منظور بررسی مقدار مواد بازیافت و بازیابی شده که جایگزین مواد اولیه شده‌اند به کار می‌رود. این شاخص ابزاری است که می‌توان از آن برای اندازه‌گیری میزان تقاضای مواد، انرژی و آب و حتی میزان آلودگی‌های منتشر شده استفاده نمود. با معرفی این شاخص در سطح جهانی می‌توان عملکرد سیستم‌های مدیریت پسماند شهرهای مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد.

در انتها باید توجه شود که مدیریت پسماند یکی از مهمترین چالش‌ها در طراحی شهرهای پایدار است و در شهرهای مصرف‌گرا در جوامع صنعتی، پسماندها باعث ایجاد مشکلات زیست‌محیطی اقتصادی و اجتماعی می‌شوند. استفاده زیاد جوامع از منابع تجدیدناپذیر باعث رقم خوردن یک آینده نامعلوم برای بشریت خواهد شد. بنابراین، نیاز به یک الگوی مصرف پایدار و یک سیستم مدیریت پسماند درست اجتناب‌ناپذیر است.

## ۱-۶

### شاخص انحراف پسماند از خاکچال‌ها

از این شاخص می‌توان به عنوان اندازه‌گیری عملکرد سیستم مدیریت پسماند استفاده نمود. مقدار این شاخص نشان‌دهنده پسماندهایی است که به سمت محل‌های دفن مجاز یا زباله‌سوزها فرستاده نشده‌اند و در عوض بازیافت، بازیابی و یا کمپوست شده‌اند. در حال حاضر خیلی از شهرها در تلاش هستند که با رساندن این شاخص به ۱۰۰ درصد به شهرهایی بدون پسماند تبدیل شوند. البته به تنهایی بررسی انحراف پسماندها از محل دفن‌های مجاز کافی نیست. زیرا اثر پارامترهایی مانند سیاست‌های اصلاحی رفتار مصرف، سیاست‌های کاهش از مبدا و نیز سیاست‌هایی که در صنایع برای طراحی کالاها به کار برده شده‌اند را نشان نمی‌دهد.

این موضوع برای بررسی جامع سیستم‌های مدیریت پسماند شهری مناسب نبوده؛ چرا که صرفاً به گونه‌ای بیانگر شاخص بازیافت است. بنابراین، ما به یک شاخص عملکرد جامع‌تری نیاز داریم که بتوان سیاست‌های ذکر شده را بررسی کرد.

### تجربه‌ی شهرهای با پسماند صفر:

مسئولان شهر سان‌فرانسیسکو در سال ۲۰۰۲ دورنمایی برای شهر ترسیم کردند که تا سال ۲۰۱۰ بازیافت پسماند را به ۷۵ درصد برسانند. در سال ۲۰۰۳ گام را فراتر نهاده و خود را برای شهری با پسماند صفر در سال ۲۰۲۰ آماده کردند. آن‌ها در گام نخست موفق شدند. اما نتوانستند به پسماند صفر در سال ۲۰۲۰ نزدیک شوند. زیرا چین که از بزرگترین واردکنندگان پسماندهای بازیافتی در جهان بود - آمریکا حدود ۷۰ درصد پسماندهای پلاستیکی بازیافتی خود را به چین صادر می‌کرد - اخیراً در راستای سیاست‌های مبارزه با آلودگی خود از خرید پسماند دیگر کشورها خودداری کرده است.

آدلاید شهری در جنوب استرالیا است که در زمینه‌ی پسماند صفر قدم‌های موثری برداشته است. ایجاد قانونی به نام CDL مربوط به بازیافت ظروف پلاستیکی، باعث افزایش مشارکت مردم در امر بازیافت و جداسازی پسماندها از مبدا گردید و نرخ بازیافت را تا ۸۱ درصد بالا برد. همچنین راه‌اندازی سازمان Zero Waste SA در آگاهی عموم مردم نسبت به مسائل پسماند و عمل به آن تاثیر به‌سزایی ایفا کرد. از دیگر اقدامات می‌توان به ایجاد مراکزی برای فروش کالاهای تعمیر یا بازیافت شده اشاره کرد که سهم چشمگیری در حرکت این شهر به سمت شهری بدون پسماند داشته است.



شهر آدلاید در استرالیا



شهر سان‌فرانسیسکو در آمریکا

◀ مراجع:

- [1] Zaman, A. U. (2014). Measuring waste management performance using the "Zero Waste Index": The case of Adelaide, Australia. *Journal of Cleaner Production*, 419–407 ,66. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.032>
- [2] Zaman, A. U., & Lehmann, S. (2011). Challenges and Opportunities in Transforming a City into a "Zero Waste City." *Challenges*, 93–73 ,(4)2. <https://doi.org/10.3390/challe2040073>
- [3] <https://www.statista.com/statistics/270860/urbanization-by-continent>; June 2021 ,18.
- [4] <https://sensanetworks.com/blog/-10cities-that-are-making-zero-waste-a-reality-for-a-sustainable-future>; June 2021 ,18.
- [5] <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/-2018revision-of-world-urbanization-prospects.html>; June 2021 ,18.
- [6] <https://www.sfpublishpress.org/despite-recycling-success-s-f-s-zero-waste-goal-remains-elusive>; June 18, 2021.
- [7] <https://www.donya-e-eqtasad.com/fa/tiny/news3599526->; June 2021 ,18.



گفت‌وگو با اساتید و دانشجویان پیرامون آموزش در دوران همه‌گیری کرونا:

## سایه‌ی سنگین کرونا بر کلاس‌های مجازی



امیرحسین کهزادی

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی  
سازه دانشگاه صنعتی اصفهان

### نظرات دانشجویان

در سالی که گذشت برای پیگیری آموزش‌ها به شکل مجازی با چه چالش‌هایی روبه‌رو شدی؟

+ چالش اول، نبود اینترنت مناسب و پرسرعت بود که بیشتر اوقات موجب قطع صدا و یا تصویر می‌شد. دوم، سرعت بالای تدریس اساتید در کلاس‌های آنلاین بود که به دلیل تعامل کم دانشجویان در کلاس‌ها رخ می‌داد. اساتید بدون آگاهی از این مسئله که آیا کلاس متوجه بحث شده است یا خیر به مباحث اضافه می‌کردند.

+ کیفیت پایین اینترنت در برخی مناطق، قطعی سامانه‌های دانشگاه و نامناسب بودن رفع اشکال به صورت غیرحضوری.

+ کیفیت پایین ویدئوهای ضبط شده و سرعت بالای تدریس‌های آنلاین که باعث دوباره دیدن فیلم‌های کلاس می‌شد.

+ بعضی اوقات زمان امتحان به شدت کم در نظر گرفته می‌شد که به استرس ارسال جواب خیلی اضافه می‌کرد. علاوه بر این، اشکالاتی که در حین تدریس پیش می‌داد، معمولاً بی‌جواب می‌مونه.

آیا آموزش مجازی باعث افت درسی شما شد؟ یا بالعکس در رشد درسی به شما کمک کرد؟

+ به نظر من باعث افت درسی شد. به دلیل این‌که در حین تدریس، بسیاری از سوال‌هایی که پیش می‌اومد را نمی‌تونستیم به موقع بپرسیم و بعد هم در امتحانات از

نزدیک به ۱۸ ماه از ورود ویروس کرونا به کشور ما می‌گذره و ورود این ویروس منحوس همانا و شروع درس‌های آموزش مجازی و دغدغه‌ی چگونگی تشکیل کلاس‌ها همانا. اواخر بهمن‌ماه ۹۸ بود، کسی از بچه‌های خوابگاه فکرش را هم نمی‌کرد که آخرین شب‌های خوابگاه و آخرین روزهای دیدار با رفقا و اساتید را سپری می‌کنه. خیلی از ما دانشجویها، چه خوابگاه‌ها و چه اصفهانیا، و حتی خیلی از اساتید فکر می‌کردیم این ویروس نزدیک تعطیلات اومده و تا بریم تعطیلات و برگردیم، دیگه از شرش راحت می‌شیم؛ اما چه خیال خامی! سر همین خوش‌خیالی، خیلی از بچه‌های خوابگاهی حتی با هم خداحافظی هم نکردن؛ خیلی‌ها سال آخری بودن و حسرت جشن فارغ التحصیلی تا آخر عمر روی دلشون موند. خیلیا حتی یه عکس دست جمعی آخر سالی هم نگرفتن.

الان یک سال و اندی از شروع همه‌گیری کرونا می‌گذره و ما تقریباً سه ترم را به صورت مجازی پشت سر گذاشتیم. این تجربه‌ی تازه، همه‌ی ما و اساتید را با چالش‌هایی روبه‌رو کرد. یه عده شاکی که آی چقدر مجازی خوندن سخته و نمیشه و فلان و مثلاً ما تحلیل سازه را سر کلاس حضوری به زور راهنمایی خود استاد و کمک سال‌بالایی‌ها می‌فهمیدیم! دیگه وای به حال کسانی که باید به صورت مجازی با این غول چارت درسی سر و کله بزنن! اصلاً مگه میشه کلاس فولاد دکتر ازهری را مجازی گذروند؟! اما از اون طرف یه عده از بچه‌ها خوشحال که به به! حالا تنها کاری که باید بکنیم اینه که برای کلاس ۸ صبح ساعت ۷ و ۵۹ دقیقه بیدار بشیم و یه log in کنیم و خداحافظ تا کلاس بعدی!

همه‌ی ما کم و بیش با چالش‌های کلاس‌ها و امتحانات در این دوره‌ی سخت آشنا هستیم. در این مقاله ابتدا نظرات تعدادی از بچه‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد را راجع به مشکلات آموزش در دوران همه‌گیری کرونا می‌خوانیم و بعد از آن پای صحبت چند تن از اساتید دانشکده‌مون می‌نشینیم تا برامون از چالش‌ها و دغدغه‌هایی که در آموزش مجازی تجربه کردند بگن.



تدریس بود، اما این دلیلی بر تقلب من نشد.

+ امتحان غیر استاندارد خاطرم نیست؛ ولی اگر خیلی سخت باشد، ممکنه از بچه‌های دیگه کمک بگیرم.  
+ نمی‌شه گفت که احتمال این کار نیست. طبیعتاً وجود داره.  
+ خیلی احتمال داره.



**آیا برای تدریس اساتید روش آفلاین را ترجیح میدی یا آنلاین؟ چرا؟**

+ آفلاین بهتره. چون وقت نوشتن جزوه را داریم و این‌که می‌تونیم در جلسات آنلاین، رفع اشکال را به راحتی و بدون گرفتن وقت کلاس انجام بدیم.  
+ آنلاین. چرا که هم در وقت صرفه‌جویی می‌شه و هم اگر مشکلی وجود داشته باشه می‌شه مطرح کرد.  
+ آفلاین. زیرا به دلیل سرعت بالای تدریس امکان نوشتن جزوه در کلاس‌های آنلاین نیست. به همین علت برای یادداشت مطالب درسی نیاز به دیدن دوباره‌ی فیلم‌ها هست.

+ دروس اصلی را ترجیح می‌دهم که آنلاین باشه که همگام با اساتید پیش برم. ولی درس‌هایی که حجم مطالب زیاد نیست، ترجیحم بر آفلاین بوده.

+ آفلاین همراه با جلسات آنلاین رفع اشکال. چون در تدریس آنلاین، اساتید به سرعت درس میدن و ما فقط باید گوش بدیم و یک بار دیگه فیلم رو ببینیم و جزوه بنویسیم.

**در آخر...**

+ جدای از همه‌ی گلگی‌هایی که از آموزش مجازی شد، به نظر من همین که کلاس‌ها همگی ضبط میشن و شما می‌تونن برای مرور مطالب به فیلم‌ها مراجعه کنی، یک نقطه قوتی در آموزش‌های مجازیه! میشه از این امکانات حتی در زمان آموزش حضوری هم استفاده کرد.

+ استفاده از تابلوهای الکترونیکی و یا قلم‌های هوشمند باعث ایجاد تنوعی در تدریس دروس شده و اساتید از امکانات بیشتر و جذاب‌تری برخوردارند. امیدوارم که در آینده و بعد از گذشت از این شرایط، استفاده از این امکانات مورد استقبال بیشتری قرار بگیره.

بود، مثل سابق عمل شد. همچنین نمرات با کمترین ارفاق داده شد.  
+ بله، اساتید تا جای ممکن سعی می‌کردند که با دانشجویان همکاری کنند. نمونه‌ای از این کمک‌ها، دادن زمان بیشتر برای تکالیف داده شده و یا دادن پاسخ اون‌ها بعد از موعد تحویل تکالیف بود.

+ بعضی از اساتید خیلی همکاری کردند؛ از لحاظ زمان تکالیف، کوییزها و قرار دادن فیلم جلسات و غیره.

+ در کل مشکلاتی اعم از زمان کم امتحانات، سختگیری‌های بیش از حد و عدم شناخت نودانشجویان وجود داشت.  
+ به هیچ عنوان همکاری خاصی دیده نشد و صرفاً رفتارها جنبه‌ی نمایشی داشت. چون صرف گفتن مشکلات بدون این‌که اساتید پیگیر بشن، بی‌فایده است. این یعنی قبول مشکلات با لب‌خند و به سادگی از کنار آن گذشتن.



**آیا در امتحانات شاهد بی‌عدالتی و یا سختگیری‌های بیش از حد بودی؟**

+ به نظر من بیشترین سخت‌گیری در مورد زمان امتحان هستش. ما در حالت معمول و به شکل حضوری برای فکر کردن زمان لازم رو در اختیار داریم. اما در امتحانات مجازی فرصت کافی برای فکر کردن وجود نداره و زمان در نظر گرفته شده صرفاً برای نوشتن و فرستادن جوابه.  
+ بله، متأسفانه برای خود من این اتفاق افتاد. علی‌رغم تلاش‌های زیاد که برای رساندن خودم به امتحانات ترم کردم، به بنده اتهام زدن که با شخصی که اصلاً نمی‌شناختم، تقلب کردم و زمانی که با استاد آن درس صحبت کردم، گفت: «مزاحم نشوید!»

+ بعضی از اساتید نمره به جانشان بسته است و ما رو هم به چشم دزد نمره می‌بینن، نه دانشجوی طالب نمره!



**در صورتی که یک امتحان بیش از حد سخت و غیراستاندارد باشه، چقدر این احتمال وجود داره که شما به تقلب رو بیاری؟**

+ صد درصد! چرا که دانشجویی که درس رو خونده باشه و با اون سوالاتی سخت روبه‌رو بشه به هر چیزی چنگ می‌زنه تا از اون امتحان نمره قبولی بگیره.  
+ امتحانات که بالاتر از سطح استاندارد

همون مباحث سوال می‌اومد.

+ چون زمان امتحان کم بود، باعث افت معدل کسانی شد که معدل قابل قبولی داشتن.

+ احساس می‌کنم کم بودن ارتباط با اساتید و هم‌رویی‌هایم باعث افت درسی من شد.

+ اگر رشد آموزشی را با نمره بسنجیم، باعث افت آموزشی شده؛ چرا که کسب نمره‌ی خوب در ترم‌های مجازی امکان‌پذیر نبود. اما اگر رشد آموزشی را به معنای یادگیری بهتر و دسترسی به مطالب آموزشی بدوینیم، قطعاً ترم مجازی موثرتر از ترم حضوری بوده.

+ به نظر من باعث افت بار علمی و تحت تاثیر قرار گرفتن آرامش روانی خیلی از دانشجوها شد.

+ موجب افت شد. چون امتحان‌ها در سطح استاندارد و کلاس‌های رفع اشکال هم مطابق روال برگزار نمی‌شد.



**رفع اشکال دروس و یا ارتباط شما با اساتید به چه شکل بود؟ آیا تونستید نیازها و مشکلاتی که داشتید را به خوبی رفع کنید؟**

+ تقریباً؛ البته در ترم اول به دلیل آشنا نبودن با روش‌های تدریس اساتید و آموزش‌های مجازی و همچنین فشرده بودن ترم فشار زیادی را متحمل شدم.  
+ بعضی از دروس دارای گروه مجازی بودن که خیلی راحت و خوب بود. ولی با اساتیدی که باید بهشون ایمیل زده می‌شد و یا سر کلاس آنلاین صحبت می‌کردیم، خیلی راحت نبودم.

+ قطعاً آموزش مجازی را همیشه با آموزش حضوری مقایسه کرد؛ چرا که در آموزش حضوری شما امکان حضور مکرر در دانشگاه و ملاقات با اساتید را دارید. در صورتی که با این شرایط هیچ‌کدام از این موقعیت‌ها پیش نیاد.

+ خیر، پاسخ‌گویی اساتید چندان خوب نیست و حتی بعضی از اساتید جواب ایمیل هم نمیدن.



**به نظر شما در طی این مدت در حالی که با همه‌گیری ویروس کرونا مواجه بودیم؛ اساتید با دانشجویان همکاری‌های لازم را داشتند؟**

+ خیر، متأسفانه در ترمی که گذشت با وجود این‌که کلاس‌ها فشرده و مجازی





دکتر سید مهدی نسیمی‌فر

باور داریم و بر این اساس هم آموزش مجازی را دنبال می‌کنیم.



**از پیامدهای مثبت آموزش مجازی برای بچه‌ها بگویید.**

لزوم استفاده از شبکه‌های مجازی سبب آشنایی همه‌ی ما با این ابزار مفید آموزشی شد؛ به‌طوری‌که عموماً همکاران پیشنهاد می‌کنند که بعد از کرونا نیز از نقاط قوت این امکانات استفاده کنیم. از دیگر پیامدهای مثبت مجازی شدن، تسهیل ارتباط ما با صنعت و جوامع بین‌الملل بود. پیش از این اگر می‌خواستیم برای برگزاری سمینار از افراد غیربومی دعوت کنیم، باید هزینه‌ها و تدارکات زیادی را متحمل می‌شدیم. در حالی که الان به راحتی می‌توان همان سمینارها را به‌صورت مجازی، خارج از دانشگاه و حتی خارج از زمان اداری برگزار کرد.

**دکتر هستی هاشمی‌نژاد**

**معاون تحصیلات تکمیلی دانشکده مهندسی عمران**



**در دوره‌ی همه‌گیری ویروس کرونا، برای تدریس درس به‌صورت مجازی با چه چالش‌های جدیدی روبه‌رو شدید؟**

در وهله‌ی اول، عدم آشنایی با سیستم‌ها، روش‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده در آموزش مجازی، روش‌های ارزیابی و اعتبارسنجی آن‌ها و مشکلات زیرساخت‌ها و شبکه‌ها به چشم می‌آمدند. در کنار این‌ها، مشکلات مختلف اقتصادی، جسمی و خانوادگی متعدد ایجاد شده برای دانشجویان و به‌طور کلی بازسازی و ایجاد راه‌های جدید ارتباطی با آن‌ها از مهم‌ترین چالش‌ها بودند.



دکتر هستی هاشمی‌نژاد

به گوشی، تبلت، لپ‌تاپ و ... دارند. فراهم کردن بستر اینترنتی و دانلود کردن ده‌ها گیگ مطلب نیز، هزینه‌ی سنگینی بود که دانشجو باید متحمل می‌شد.



**اساتید چقدر دانشجویان را درک کردند و چقدر دانشجویان از این شرایط استفاده یا سوء استفاده کردند؟**

وجود شبکه‌های اجتماعی خیلی کمک کرد تا ارتباطی که بین استاد و دانشجو قطع شده بود، حال به نحوی دیگر برقرار شود. برخی از اساتید قدیمی‌تر با این ادوات الکترونیکی مأنوس نبودند و برایشان سخت بود که در شبکه‌های مجازی فعالیت داشته باشند و به ندرت استفاده می‌کردند. درمورد دانشجویان هم همین‌طور. با این‌که همگی نسل جوان هستند؛ بعضی‌ها خیلی فعالند و بعضی‌ها به سختی با این فضا کار می‌کنند. اما حالا وضعیت فرق کرده و طی همان جلسات ابتدای ترم، بلافاصله کانال‌های تلگرامی و واتس‌آپی و ... تعریف می‌شوند و ارتباط بین دانشجو و استاد برقرار می‌گردد.

استفاده یا سوء استفاده‌ی دانشجویان از فضای مجازی نیز جزء مسائلی بود که در شورای دانشکده و دانشگاه مطرح شده و می‌شود. متأسفانه تعداد کمی از بچه‌ها به سمت استفاده‌ی ناصحیح از فضای مجازی به‌خصوص زمان برگزاری امتحانات کشیده می‌شوند. خبرهایی که از دانشگاه‌های دیگر در مورد این مسئله و نوع این سوء استفاده‌ها می‌رسد، همه را نگران می‌کند و متأسفانه در دانشگاه ما هم به‌صورت کاملاً اثبات شده دیده شده است. البته اضافه کنم که ما همه به تعهد و سلامت نفس اکثریت دانشجویانمان



دکتر کیاچهر بهفرنیا

**دکتر کیاچهر بهفرنیا**

**رئیس دانشکده مهندسی عمران**



**بزرگترین چالشی که در آموزش مجازی با آن مواجه شدید چه بود؟**

سوق دادن تمامی فعالیت‌های دانشکده به سمت مجازی شدن تصمیم خیلی بزرگی بود. در ابتدا در شورای دانشگاه چندین جلسه و ساعت‌های متمادی روی این موضوع صحبت شد. در آن زمان بسیاری از ما میزان جدیت مسئله را درک نکرده و فکر می‌کردیم که بیماری حداکثر یک ماه دانشگاه را درگیر کند و حتی به خاطر دارم که با تعطیلی کلاس‌های حضوری در اسفندماه هم عده‌ای مخالفت می‌کردند.

تجربه‌ی آموزش مجازی در قشر اساتید و دانشجویان وجود نداشت. برخی تجربه‌ی قبلی اندکی داشتند؛ ولی همه‌ی ما معتقد بودیم کیفیت آموزش به شدت پایین خواهد آمد. در دانشگاه صنعتی اصفهان به عنوان یکی از دانشگاه‌های برتر کشور، مسئله‌ی کیفیت آموزش همیشه از حساسیت بالایی برخوردار بوده است. شاید مهم‌ترین دلیلی که ما دیرتر از دیگر دانشگاه‌ها به آموزش مجازی روی آوردیم، این بود که به دنبال راهکارهایی بودیم تا با کمترین تنزل کیفیت، این کار را عملی کنیم. انرژی بسیاری جهت تهیه‌ی بسترهای آموزش مجازی از قبیل تابلوهای هوشمند، تبلت‌ها، قلم‌های الکترونیکی و امکانات ضبط صرف شد. در این زمینه دانشگاه عملکرد بسیار خوبی داشت.

خوشبختانه بالای ۸۰ درصد از دانشجویان دسترسی خوبی به امکانات الکترونیکی داشتند؛ ولی هنوز هم بعد از این مدت، دانشجویانی هستند که مشکل دسترسی



؟

**تدریس شما به صورت آنلاین انجام می‌گرفت یا آفلاین؟ کدام یک را اثرگذارتر می‌دانید؟**

در ترم اول تدریس به صورت آفلاین و در ترم‌های بعد به شکل ترکیبی بود. من تدریس ترکیبی را موثرتر می‌دانم. شما به صورت آنلاین درس می‌دهید و رفع اشکال می‌کنید و در عین حال با بارگذاری کلیه محتویات جلسه، زمینه را برای کسانی که به هر دلیلی امکان حضور و یا تمرکز در کلاس نداشته‌اند را فراهم می‌کنید.

؟

**رفع اشکال دروس شما به چه صورت انجام می‌گرفت؟ آیا موثر واقع شد؟**  
در ترم اول از طریق واتس‌آپ بود و بچه‌ها هیچکدام از طریق گروه رفع اشکال نمی‌کردند و وقت و بی‌وقت به صورت خصوصی قصد انجام رفع اشکال را داشتند. به همین دلیل در ترم‌های بعد رفع اشکال را به صورت آنلاین در ابتدا و انتهای زمان کلاس منظور کردم.

؟

**برای تدریس و ارتباط با دانشجویان از چه پلتفرم‌هایی استفاده کردید؟ با چه مشکلاتی در این زمینه مواجه شدید؟**  
از سامانه‌ی یکتا استفاده کردم. خوشبختانه در این مدت برای من یک بار هم قطعی وجود نداشت و چون کلاس‌ها همزمان با تدریس آنلاین ضبط می‌شد، مشکلی برای دانشجویان به وجود نمی‌آمد.

؟

**به نظر شما آموزش مجازی در کیفیت تحصیلی دانشجویان چه تأثیراتی اعم از مثبت یا منفی داشته است؟**  
کیفیت بیشتر از هر چیزی بستگی به تلاش و همت خود دانشجو دارد.

؟

**برای جلوگیری از تقلب دانشجویان در امتحانات، از چه روش‌هایی استفاده کردید؟ تا چه حد آن را کارساز و موفقیت آمیز می‌دانید؟ آیا به اعتماد دو طرفه بین استاد و دانشجو اعتقاد دارید؟**

برای جلوگیری از تقلب از سیستم گروه‌بندی و تنوع سوالات به همراه استفاده از امکانات موجود در سیستم استفاده کردم. در کل با استفاده از این شیوه‌ها از اثر غربالگری آزمون‌های ما کاسته شد. در مورد اعتماد دو طرفه، با توجه به تجربه‌ی خود می‌گویم که هنوز

می‌شود به تعدادی از دانشجویان اعتماد نمود؛ ولی متأسفانه اقلیتی هم بوده‌اند که در طول زمان این اعتماد را از بین برده‌اند.

**دکتر سید مهدی نسیمی‌فر**

**عضو هیئت علمی دانشکده‌ی مهندسی عمران**

؟

**در دوره‌ی همه‌گیری ویروس کرونا، برای تدریس دروس به صورت مجازی با چه چالش‌های جدیدی روبه‌رو شدید؟**

در ابتدا که پلتفرم درستی وجود نداشت، عدم آمادگی قبلی باعث شد ترم اول با کیفیت مطلوبی برگزار نشود که فکر می‌کنم طبیعی بود؛ نه تنها در دانشگاه ما بلکه در دانشگاه‌های دیگر داخل و خارج از کشور. چالش اصلی این بود که کدام‌یک از روش‌ها جواب می‌دهد. در کلاس مجازی دانشجویان را به صورت رو در رو نمی‌بینید و لذا وقتی شما در حال تدریس هستید، متوجه نمی‌شوید که بازخوردی که از دانشجویان دریافت می‌کنید مثبت است یا منفی. در بعضی از کلاس‌ها عده‌ای از بچه‌ها فقط log in کرده‌اند و اصلاً سر کلاس نیستند. یکی از مشکلات آموزش مجازی این است که بچه‌ها تمرکز لازم را ندارند، سر کلاس نیستند و این خیلی کار آموزش را سخت می‌کند.

؟

**آموزش آنلاین را ترجیح می‌دهید یا آفلاین؟ چرا؟**

ترم اول آفلاین بود؛ چون عدم آشنایی وجود داشت. اما از ترم بعد یعنی پاییز و بهار کلاس‌ها آنلاین شد. هر دو طریق خوب بود؛ اما کلاس آفلاین همان کورسوی ارتباط استاد و دانشجو را هم از بین می‌برد. در کلاس آنلاین می‌توان زمان‌هایی را توقف کرد، از بچه‌ها سوال پرسید و بازخورد گرفت. در نهایت اگر تلفیقی از دو روش آموزش باشد، بهتر است.

؟

**رفع اشکال بچه‌ها به چه صورت انجام می‌گرفت؟**

برای رفع اشکال، کلاس حل تمرین به صورت جدا داریم و سر کلاس هم سوال پرسیده می‌شود. من از زمانی که آموزش مجازی شده، ارتباطم با دانشجویان

بیشتر شده است. ارتباط واتس‌آپی داریم و بچه‌ها داخل واتس‌آپ پیام می‌دهند. به نظر من تلفیق امکانات در کلاس‌های غیرحضوری، شرایط بهتری ایجاد می‌کند. مثلاً هماهنگی کلاس‌ها راحت‌تر می‌شود و محدودیت زمانی برای تشکیل کلاس‌های رفع اشکال وجود ندارد.

؟

**به نظر شما آموزش مجازی در کیفیت تحصیلی دانشجویان چه تأثیراتی اعم از مثبت یا منفی نسبت به کلاس‌های حضوری داشت؟**

این موضوع بستگی به خود دانشجو دارد که چطور از این شرایط استفاده کند. آموزش مجازی باعث برقراری عدالت آموزشی می‌شود. به این مفهوم که شما قابلیت این را دارید که از اساتید مختلف در همه جای دنیا بهره ببرید. در حال حاضر خیلی از دانشگاه‌های مطرح دنیا پلتفرم‌هایی دارند که این امکان را به شما می‌دهند که در کلاس‌های مختلف شرکت کنید، دوره‌های مختلف را بگذرانید و در آخر مدرک دریافت کنید. نمی‌توان گفت که آموزش غیرحضوری به صورت عام باعث افت درسی می‌شود. ممکن است عدم آشنایی استاد یا دانشجو مشکلاتی را به وجود بیاورد، اما به هر حال همه می‌توانند از این امکانات بهره ببرند.

؟

**برای جلوگیری از تقلب دانشجویان در امتحانات از چه روش‌هایی استفاده کردید؟ تا چه حد آن را کارساز و موفقیت آمیز می‌دانید؟ آیا به اعتماد دو طرفه بین استاد و دانشجو اعتقاد دارید؟**

شما هر روشی را برای جلوگیری از تقلب پیاده کنید، باز هم راهی برای تقلب کردن وجود دارد. از طرف دیگر باید در نظر داشت که امتحان باید به فرم سالم برگزار شود. آزمون نباید به گونه‌ای باشد که هرکسی بتواند به راحتی نمره‌ی کامل بگیرد؛ بدون اینکه حتی به جزوه نگاه کرده باشد. اما طوری هم نباشد که کسی که در کلاس حضور مستمر داشته، جزوات را مطالعه کرده، و تکالیف را هم به موقع تحویل داده است، نتواند به سوالات پاسخ دهد. قطعاً باید اعتماد بین استاد و دانشجو وجود داشته باشد. به نظر من پخش نمرات و ارزشیابی در طول ترم کار منطقی و خوبی است.



## آشنایی با یک عضو سازه‌ای در سازه‌های بتن‌آرمه

### تیر هم‌بند در دیوار برشی هم‌بسته



پوریا حیدری چراتی

دانشجوی دکتری مهندسی سازه  
دانشگاه صنعتی اصفهان



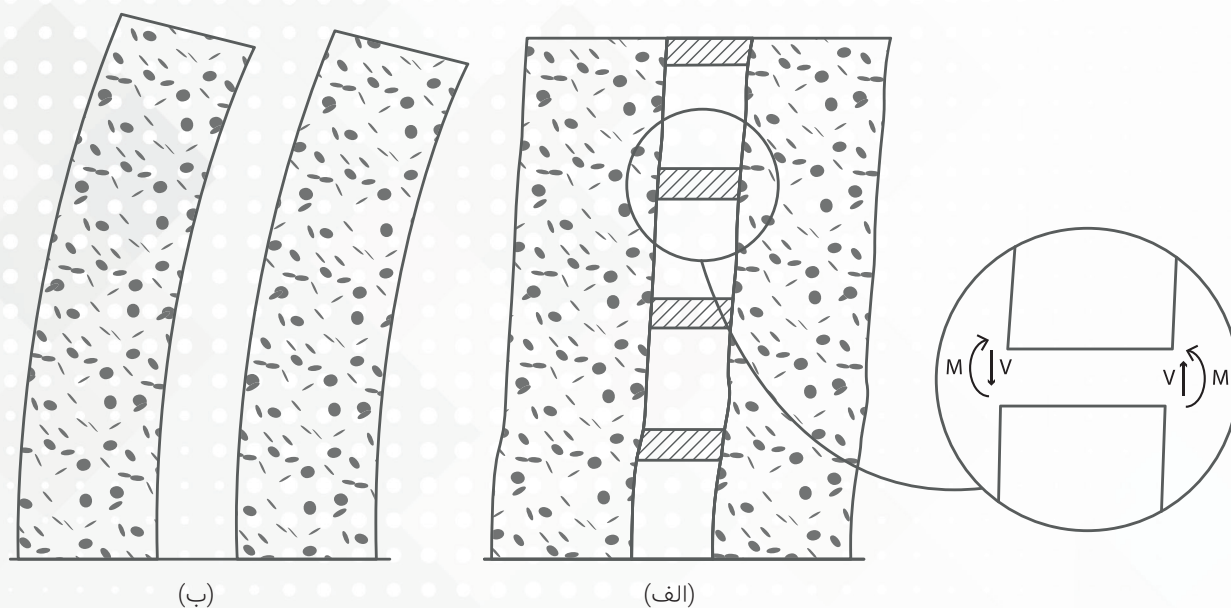
در صورتی که دانشجوی مقطع کارشناسی هستید، امکان دارد با برخی از واژه‌های این مقاله علمی آشنا نباشید. پیشنهاد می‌شود در صورت مواجه شدن با واژگان ناآشنا، برای فهم بهتر مقاله، آن را در اینترنت جستجو نمایید.



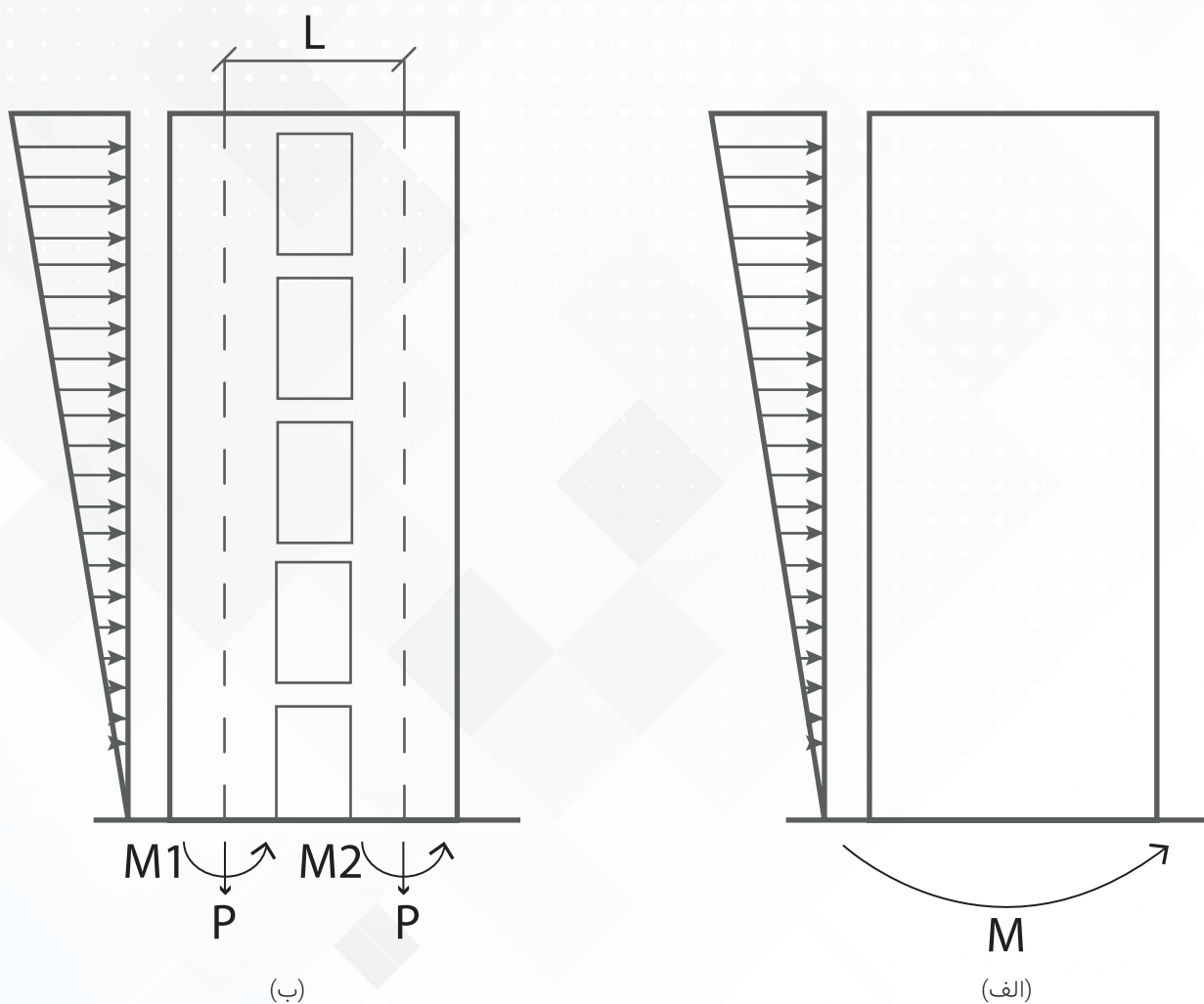
دیوارهای برشی از سیستم‌های شناخته شده‌ی باربر در ساختمان هستند که در ترکیب با قاب‌های خمشی و یا همراه با دال بتنی در ساختمان‌های با دال تخت، به منظور تحمل بارهای جانبی در ساختمان به کار می‌روند. احداث دیوارهای برشی در ساختمان، باعث افزایش سختی جانبی سازه و در پی آن کاهش تغییر مکان جانبی می‌شود. در غالب موارد، دیوارهای برشی قادرند بیشترین سهم نیروی برشی را تحمل کنند که موجب افزایش چشمگیر سختی ساختمان و کاهش قابل ملاحظه‌ی خسارت به عناصر غیرسازه‌ای می‌گردد. حال آن‌که می‌توان از ترکیب دیوارهای برشی در کنار قاب‌های خمشی به نحوی استفاده کرد که رفتار مجموعه‌ی سازه، نرم، مقاوم و شکل‌پذیر باشد. از دیگر مزایای استفاده از سیستم دیوارهای برشی، قابلیت تحمل بارهای ثقلی ساختمان توسط این اعضا حتی پس از پذیرش ترک‌های زیاد می‌باشد؛ در حالی که ستون‌ها فاقد چنین خاصیتی هستند. مجموع چنین عواملی دیوارهای برشی را مبدل به یک سیستم باربر جانبی کارآمد می‌نماید که نسبت به قاب‌های خمشی قابل اطمینان‌تر هستند [۱]. با وجود مزایای عمده‌ی دیوارهای برشی، اجرای آن‌ها در برخی موارد به دلیل محدودیت‌های معماری امکان‌پذیر نیست. از مهم‌ترین موانع معماری در این خصوص، لزوم ایجاد بازشو در دیوار با کاهش سطح موثر مقاوم در برابر برش و ایجاد انفصال در مسیر تحمل نیرو است. این موضوع منجر به کاهش قابل ملاحظه در سختی و ظرفیت باربری دیوار برشی و نهایتاً ناکارآمدی سیستم سازه‌ای در تامین سختی جانبی مورد نیاز طراحی می‌گردد؛ به حدی که دیوار قادر به ارضای الزامات

آیین‌نامه‌ای در مورد محدودیت تغییر مکان جانبی طبقات نخواهد بود. از طرفی تمرکز تنش در اطراف بازشو سبب شکست‌های غیر منتظره در دیوار به عنوان عضو اصلی باربر جانبی ساختمان می‌گردد [۲]. به‌منظور برطرف کردن چنین مشکلی می‌توان دیوارهای برشی دارای بازشو را به‌صورت دو دیوار مجزا در نظر گرفت که با استفاده از یک تیر رابط به یک‌دیگر متصل شده‌اند. دیوارهای مذکور را دیوارهای برشی هم‌بسته، و تیر رابط را تیر هم‌بند (coupling beam) می‌نامند. در این حالت سختی ترکیبی دو دیوار برشی هم‌بسته از جمع سختی آن دو دیوار به‌طور مجزا بیش‌تر است. همچنین دیوارهای برشی هم‌بسته تغییر شکل جانبی ساختمان و میزان لنگرهای خمشی در دیوار را کاهش می‌دهند [۳]. شکل ۱ دو دیوار برشی را به‌صورت مجزا و در حالت هم‌بسته نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که تغییر شکل دو سازه کاملاً متفاوت است. در حقیقت دو دیوار مجزا و مجاور تغییر شکل خمشی و طرهای از خود نشان می‌دهند؛ در حالی که تیر هم‌بند با انتقال برش و لنگر خمشی بین دو دیوار، رفتار دیوارهای برشی هم‌بسته را به رفتار قاب خمشی نزدیک کرده و تغییر شکل جانبی را نیز به تغییر شکل برشی نزدیک می‌کند [۳]. در چنین حالتی دیوارهای دو طرف بازشو به عنوان پایه‌های مشابه ستون و قسمت بالای بازشو به عنوان تیر، تشکیل یک سیستم قابی شکل را می‌دهند که با تحمل کشش و فشار در پایه‌ها مشابه شکل ۲-ب، تحمل بار جانبی را بر عهده می‌گیرند. چنین رفتاری باعث استهلاک نیروی جانبی در ارتفاع دیوار و مخصوصاً تیرهای هم‌بند می‌شود [۴]؛

حال آن‌که جذب انرژی در دیوارهای برشی بدون بازشو عمدتاً در محل اتصال آن‌ها به فونداسیون رخ می‌دهد که آثار تخریبی بیشتری در برداشته و ترمیم آن را مشکل‌تر می‌سازد [۵]. شکل ۲ نحوه‌ی توزیع و تحمل نیرو در دیوارهای برشی طرهای و هم‌بسته را با یکدیگر مقایسه می‌کند. از آن‌جا که تیر هم‌بند، نیروی برشی قابل توجهی را از یک دیوار برشی با عملکرد کنسولی به دیوار دیگر انتقال می‌دهد، تغییر شکل برشی زیادی در آن به وقوع می‌پیوندد. سختی زیاد تیر هم‌بند، رفتار دو دیوار هم‌بسته را از حالت قابی خارج کرده و به سمت رفتار یک دیوار طرهای یکپارچه میل می‌دهد. متقابلاً سختی کم نیز باعث می‌شود که سیستم دیوار برشی مانند دو دیوار مجزا عمل نماید [۳]. تیرهای بتن‌آرمه‌ی قدیمی با آرایش آرماتور طولی و خاموت‌بندی عرضی تحت بارهای لرزه‌ای دچار ترک‌های قطری و شکست ترد ناشی از برش می‌شوند [۶]. آسیب‌پذیری دیوارهای برشی هم‌بسته با آرماتورگذاری متعارف، مخصوصاً پس از زلزله‌ی سال ۱۹۶۴ آلاسکا بیشتر مورد توجه قرار گرفت [۷]. برای بهبود عملکرد این تیرها، گزینه‌های متعددی توسط محققین پیشنهاد شده است. آیین‌نامه‌ی ACI ۳۱۸-۱۹ [۸]، برای تیرهای با نسبت دهانه به عمق کوچکتر از ۴، استفاده از آرماتورهای قطری را جهت تامین شکل‌پذیری مورد نیاز تیرهای هم‌بند پیشنهاد می‌کند [۸]. آزمایشات نشان می‌دهد که این نحوه‌ی آرماتورگذاری برای نسبت طول دهانه به عمق بین ۲/۵ تا ۵، به دلیل زاویه‌ی کم بین آرماتور قطری و محور افقی، تاثیر چندان‌ی در بهبود عملکرد تیر نداشته و تراکم آرماتور در ناحیه‌ی تیر منجر به مشکلات اجرایی می‌گردد که خود محل تامل است [۹].



شکل ۱. دیوارهای برشی؛ (الف) دیوارهای برشی هم‌بسته؛ (ب) دو دیوار برشی مجزا [۳]



شکل ۲. توزیع نیروی جانبی در دیوارهای برشی؛ (الف) دیوار برشی طره‌ای؛ (ب) دیوارهای برشی هم‌بسته [۴]





شکل ۳. تیر همبند پیش‌ساخته از بتن‌های الیافی بر پایه مصالح سیمانی (HPFRCC)



شکل ۴. تیر همبند فولادی

تیرهای همبند انواع مختلفی دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

– **تیر همبند بتنی:** به‌طور معمول، تیرهای همبند از نوع بتنی هستند که در آن‌ها از آرماتورهای طولی، عرضی، قطری و خاموت‌های مارپیچ استفاده می‌شود.

– **تیر همبند فولادی:** در صورتی که در تیرهای بتنی، نسبت ابعادی نامناسب بوده و ظرفیت سختی از نظر اقتصادی برای تیرهای بتنی قابل قبول نباشد، از تیرهای فولادی استفاده می‌شود. دیوارهای برشی هم‌بسته با تیر همبند فولادی باعث افزایش قابلیت شکل‌پذیری و جذب انرژی در سازه‌های بتن‌آرمه می‌شود.

– **تیر همبند پیش‌ساخته با HPFRCC:** تیرهای همبند ساخته شده از بتن‌های الیافی بر پایه مصالح سیمانی (HPFRCC)، از نسل‌های پیشرفته‌ی بتن‌های الیافی به شمار می‌آیند و جایگزین مناسبی برای تیرهای همبند بتنی معمولی می‌باشند. با استفاده از این مصالح علاوه بر افزایش شکل‌پذیری سازه و کاهش مقادیر آرماتورهای عرضی و قطری، می‌توان به ظرفیت برشی بالاتری دست یافت.

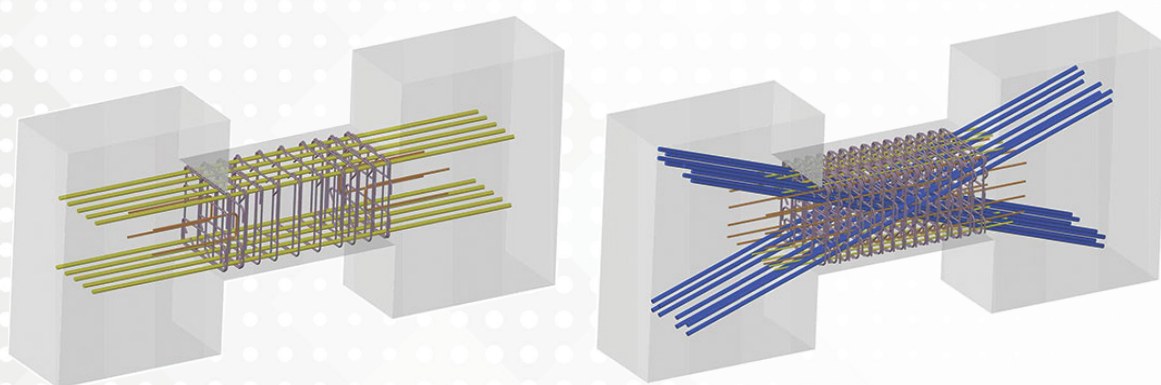
– **تیر همبند کامپوزیت (بتن- فولاد) یا PRC:** تیرهای همبند کامپوزیتی (بتن- فولاد) شامل تیر ورق فولادی محصور شده در بتن و آرماتورهای طولی در بالا و پایین مقطع می‌باشد و توسط آرماتورهای عرضی در برگرفته شده‌اند.

– **تیر همبند پیش‌تنیده:** در این نوع تیر همبند با کشیدن کابل‌هایی در داخل بتن، نیروی پیش‌تنیدگی در تیر ایجاد می‌شود؛ که این خود به بهبود رفتار تیر و دیوار کمک می‌کند.

در پایان این مقاله اشاره‌ای به بحث مقاوم‌سازی این المان سازه‌ای داریم. با در نظر گرفتن حجم وسیعی از ساختمان‌های موجود که در مناطق زلزله‌خیز کشور و بدون اعمال ضوابط جدید آیین‌نامه‌ای ساخته شده‌اند، نیاز به ارائه‌ی یک طرح مناسب و اجرایی جهت بهسازی این نوع سازه‌ها احساس می‌گردد. علاوه بر زلزله، خطاهای محاسباتی، اشتباه در ساخت و اجرا، ضعف آیین‌نامه‌های قدیمی، تغییر کاربری سازه و بارهای بهره‌برداری وارد به آن، خوردگی و زنگ‌زدگی آرماتورها از جمله عوامل ضعف اعضای سازه‌ای در سالیان اخیر می‌باشند که تقویت آن‌ها را امری

موجود یا آسیب دیده، اشاره نمود [۱۰]. به‌علاوه، استفاده از کامپوزیت‌های FRP به عنوان مصالحی با مقاومت کششی مناسب و مدول الاستیسیته‌ی بالا، مقاومت مناسب در برابر خوردگی و نیاز به تخریب سازه‌ای کمتر در هنگام بهسازی نسبت به سایر روش‌ها، ذهن محققان را به خود معطوف نموده است. نتایج تحقیقات انجام گرفته در زمینه‌ی بهسازی اعضای بتنی نظیر تیر، ستون، دیوارهای برشی و غیره به وسیله‌ی این کامپوزیت‌ها، حاکی از تاثیر مطلوب این مصالح در بهبود رفتار آن‌ها می‌باشد [۱۱-۱۵].

اجتناب ناپذیر ساخته است. ارائه‌ی یک طرح بهسازی به عوامل متعددی همچون هزینه‌های ساخت، سهولت اجرا، در دسترس بودن مصالح و داشتن کمترین تداخل با سرویس‌دهی ساختمان بستگی دارد. همچنین طرح تقویت باید دارای ترکیب مطلوبی از خواص مقاومت، سختی و شکل‌پذیری باشد. در این زمینه نیز روش‌های متعددی توسط محققان پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به استفاده از ورق‌های فولادی در تقویت تیرها یا جایگزینی تیرهای فولادی به جای تیر بتنی



شکل ۵. دو نوع رویکرد میلگردگذاری در تیرهای همبند بتنی

◀ مراجع:

- [۱] عزآبادی، م.، باقدم، م.، تعیین چیدمان بهینه فولاد تسلیح دیوار برشی با بازشو با رویکرد مدل خرابایی، تحقیقات بتن، ۱۳۹۳.
- [2] Demeter, I., Nagy-Gyorgy, T., Stoian, V., Daescu, C., and Dan, D., "Precast RC Wall Panels With Cut-Out Openings Retrofitted by CFRP Composites", 11th National and 5th International Scientific Meeting, 2].2009
- [۳] مستوفی نژاد، د.، سازه‌های بتن آرمه، جلد دوم، چاپ سی‌ام، انتشارات ارکان دانش، اصفهان، ۱۳۹۸.
- [4] Lu, X., and Chen, Y., "Modeling of Coupled Shear Walls and Its Experimental Verification", Journal of Structural Engineering, Vol. 131, No. 1, pp. 2005 ,84-75.
- [5] Harries, K.A., Gong, B., and Shahrooz, B.M., "Behavior and Design of Reinforced Concrete, Steel, and Steel-Concrete Coupling Beams", Earthquake Spectra, Vol. 16, No. 4, pp. 2000 ,799-775.
- [6] Paulay, T., "Coupling Beams of Reinforced Concrete Shear Walls", Journal of the Structural Division, Vol. 97, No. 3, pp. 1971 ,862-843.
- [7] Berg, G.V., and Stratta, J.L., «Anchorage and the Alaska Earthquake of March 27, American Iron and Steel Institute, pp. 1964 ,161-160.
- [8] ACI Committee 318, Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 19-318), Farmington Hills, MI, USA, 2019.
- [9] Harries, K.A., Fortney, P.J., Shahrooz, B.M., and Brien, P.J., "Practical Design of Diagonally Reinforced Concrete Coupling Beams-Critical Review of ACI318 Requirements", ACI Structural Journal, Vol. 102, No. 6, pp. 2005 ,882-876.
- [10] Harries, K.A., and Shahrooz, B.M., "Hybrid Coupled Wall Systems", Concrete International, Vol. 27, No. 5, pp. 2005 ,51-45.
- [11] Van Den Eide, L., Zhao, L., and Seible, F., "Use of FRP Composites in Civil Structural Applications", Construction and Building Materials, Vol. 17, No. 7-6, pp. 2003 ,403-389.
- [12] Saadatmanesh, H., and Ehsani, M.R., "RC Beams Strengthened With GFRP Plates. I: Experimental Study", Journal of Structural Engineering, Vol. 117, No. 11, pp. 1991 ,3433-3417.
- [13] Mirmiran, A., and Shahawy, M., "Behavior of Concrete Columns Confined by Fiber Composites", Journal of Structural Engineering, Vol. 123, No. 5, pp. 1997 ,590-583.
- [14] Antoniadis, K.K., Salonikios, T.N., and Kappos, A.J., "Evaluation of Hysteretic Response and Strength of Repaired R/C Walls Strengthened with FRPs", Engineering Structures, Vol. 29, No. 9, pp. 2007 ,2171-2158.
- [15] Enochsson, O., Lundqvist, J., Taljsten, B., Rusinowski, P., and Olofsson, T., "CFRP Strengthened Openings in Two-Way Concrete Slabs-An Experimental and Numerical Study", Construction and Building Materials, Vol. 21, No. 4, pp. 2007 ,826-810.



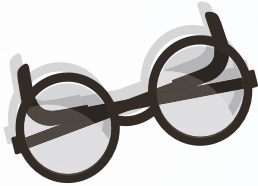
An illustration featuring several hands of different skin tones pointing towards a central document with a dotted pattern. Two coffee cups, one green and one red, are also depicted. The background consists of overlapping geometric shapes in shades of yellow, grey, and teal.

# دعوت به همکاری

احتراما به اطلاع می‌رساند مجله دانشجویی پایا از کلیه دانشجویان علاقه‌مند به فعالیت و مشارکت در نشریه‌ی 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

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)

۳

تولید محتوای بصری، فعالیت‌های گرافیکی و صفحه‌آرایی



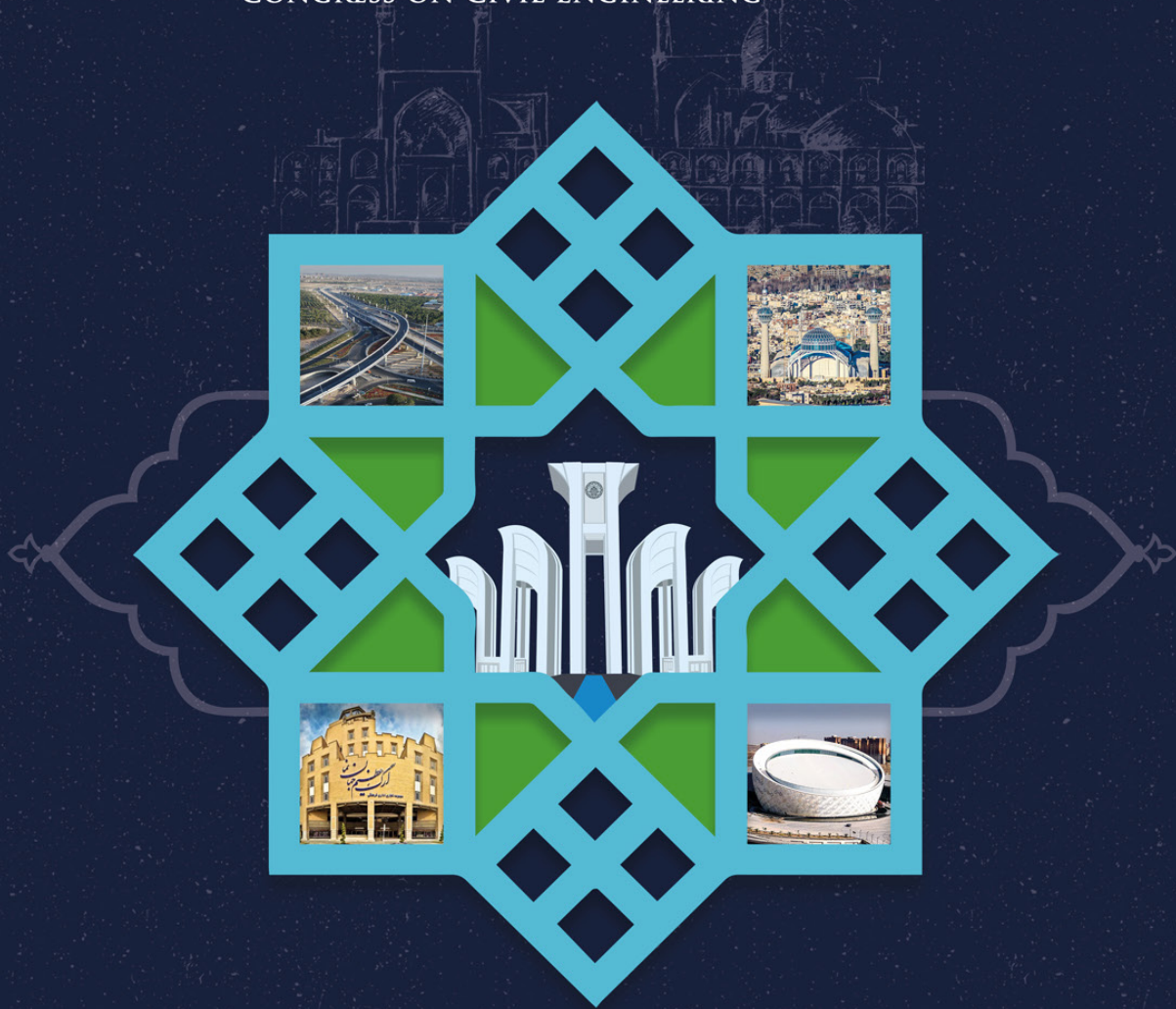
برای کسب اطلاعات بیشتر از طریق شبکه‌های اجتماعی و آدرس ایمیل [paya@of.iut.ac.ir](mailto:paya@of.iut.ac.ir) با ما در ارتباط باشید.





# کنفرانس سیزدهمین مهندسی عمران ۱۴۰۱ اردیبهشت

THE 13<sup>TH</sup> NATIONAL  
CONGRESS ON CIVIL ENGINEERING



**سازه زلزله ژئوتکنیک راه و ترابری مهندسی و مدیریت منابع آب**

**مهندسی آب و سازه های هیدرولیکی مهندسی سواحل، بنادر و سازه های دریایی**

**حمل و نقل مهندسی و مدیریت ساخت مهندسی محیط زیست**

دانشگاه مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان ۸۴۱۵۶۸۳۱۱۱

www.13ncce.ir

13ncce@conf.iut.ac.ir

۰۳۱-۳۳۹۱۳۸۲۴

۰۹۱۳۵۷۴۳۸۷۲

مهلت ارسال خلاصه مقاله : ۳۰ آبان ماه ۱۴۰۰ | مهلت ارسال مقالات کامل : ۳۰ دی ماه ۱۴۰۰







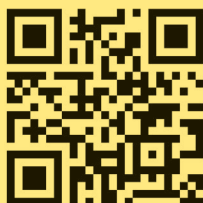
عکاس: <

صادق رسا - دانش آموخته‌ی دانشکده  
عمران دانشگاه صنعتی اصفهان



# P A Y A

University Student Magazine | 1<sup>st</sup> year | Autumn 2021 | Issue No. 1



@payamagazine | 841568311

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

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