

گزارش ثبت اختراع پوشش مقاوم سیمانی ضدآب

حبیب مشکین فام فرد

۱. کارشناسی ارشد مرمت و احیای ابنیه و بافت‌های تاریخی، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Email: habib.meshkinfam@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۸/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

این نشریه از قوانین Cope پیروی میکند. دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته میشود.

چکیده

بتن به‌عنوان یکی از پرکاربردترین مصالح ساختمانی معاصر، با ویژگی‌هایی چون مقاومت فشاری بالا، قابلیت شکل‌پذیری، در دسترس بودن و هزینه مناسب، جایگاه ویژه‌ای در معماری و سازه‌های امروزی دارد. برخی از آثار معاصر معماری ایران و جهان که در فهرست میراث ملی و جهانی ثبت شده‌اند، با بهره‌گیری از بتن نمایان ساخته شده‌اند. با این حال، قرارگیری این سازه‌ها در معرض شرایط جوی متنوع و آلودگی‌های ناشی از کلان‌شهرها، به‌ویژه در طول زمان، موجب بروز فرسایش و تغییرات ظاهری و ساختاری در بتن می‌شود. عوامل مخربی همچون باران‌های اسیدی، ترکیبات شیمیایی موجود در جو، اصلاح محلول و فرسایش ناشی از باد و آب، به تدریج موجب کاهش دوام و تضعیف ساختار بتن می‌گردند. این فرایندها به افت کیفیت بصری منجر می‌شود، بلکه ضرورت اقدامات حفاظتی و مرمتی را نیز اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. از این رو، حفاظت سطوح بتنی در برابر عوامل محیطی و شیمیایی، رویکردی حیاتی در نگهداشت و پایداری این سازه‌ها به شمار می‌آید. در پاسخ به این چالش، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین می‌تواند نقش مؤثری در افزایش دوام بتن ایفا کند. یکی از دستاوردهای مهم در این زمینه، اختراع پوشش مقاوم سیمانی ضدآب است که در سال ۱۳۹۵ ثبت و تأییدیه آن از سوی دانشگاه شیراز صادر شد. این پژوهش با رویکردی کاربردی انجام گرفته و در گام نخست به معرفی اختراع و شروع ایده آن پرداخته است. سپس با تبیین تشریح و توضیح آن و ماهیت و اهداف آن پرداخته و با ارائه نتایج آزمون‌های عملکردی در تشدید شرایط محیطی و جذب آب، کاربری مرتبط آن ارائه شده است. نتایج آزمون جذب آب ۲۴ ساعته نشان می‌دهد که این پوشش با میزان جذب تنها ۰/۳ درصد، در مقایسه با نمونه شاهد سیمانی با جذب ۱۴/۸ درصد، عملکردی چشمگیر در نفوذناپذیری در برابر رطوبت دارد. افزون بر این، پوشش مذکور با ضخامت حداقل یک میلی‌متر، ویژگی‌های ضدآب و مقاومت در برابر شوره و اسید را داراست. سهولت استفاده و قابلیت اعمال بر روی سطوح متنوع، از دیگر مزایای این فناوری محسوب می‌شود. نکته قابل توجه آن است که پوشش مقاوم سیمانی ضد آب با حداقل تأثیر بصری، امکان حفاظت از بتن را بدون تغییر محسوس در ظاهر سطح فراهم می‌آورد.

واژگان کلیدی: بتن، بتن نمایان، حفاظت بتن، پوشش ضدآب، پوشش مقاوم سیمانی ضد آب.

مشخصات اختراع

پوشش، با بهره‌گیری از ترکیبات خاص، ضمن حفظ ظاهر و بافت بتن، موجب بهبود عملکرد حفاظتی و افزایش عمر مفید سازه‌های بتنی می‌گردد (مشکین فام فرد، ۱۳۹۳).

اظهارنامه پوشش مقاوم سیمانی ضدآب در تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۰۵ در سامانه ثبت اسناد و املاک ایران ثبت و در سال ۱۳۹۵ گواهی ثبت اختراع (شکل ۱) به شماره ۸۹۳۳۴۹ توسط حبیب مشکین فام فرد به‌عنوان مالک و مخترع صادر شده است (URL). این طرح در تاریخ ۱۳۹۵/۰۳/۳۱ به‌عنوان یک نوآوری جدید و کاربردی در دفتر فناوری و مالکیت فکری دانشگاه شیراز تأیید شده است (شکل ۲). ویژگی اصلی این اختراع، ارائه راهکاری مؤثر برای افزایش دوام و مقاومت سطحی بتن در برابر رطوبت، بدون تغییر در ساختار کالبدی یا زیبایی‌شناسی آن است. این



شکل ۲: تأییدیه طرح از دانشگاه شیراز
Figure 2 . Project Approval by Shiraz University



شکل ۱: گواهی ثبت اختراع
Figure 1 . Patent Certificate

خلاصه اختراع

بتن پرکاربردترین ماده در صنعت ساخت‌وساز به شمار می‌رود و از این رو نیاز به دوام و پایداری بالایی آن امری حیاتی است (Kaur et al., 2022). برخی سازه‌های شاخص ساخته شده با بتن، همچون سردر دانشگاه تهران که در فهرست آثار ملی ایران ثبت شده و تالار اپرای سیدنی که در میراث جهانی یونسکو جای دارد، نشان‌دهنده اهمیت این ماده در معماری معاصر و میراث فرهنگی هستند. با وجود دوام قابل توجه، بتن همانند سایر مصالح ساختمانی در برابر شرایط محیطی، به‌ویژه رطوبت، آسیب‌پذیر است (Dong et al, 2020). حفاظت از سازه‌های بتنی از این منظر اهمیت ویژه‌ای دارد و طی دهه‌های اخیر پژوهش‌های متعددی در زمینه توسعه لایه‌های محافظتی در برابر رطوبت انجام شده است. راهکارهایی چون جایگزین‌های سیمان پرتلند، مهارکننده‌های خوردگی، پوشش‌های حفاظتی، تکنیک‌های خودترمیمی و استفاده از سنگ‌دانه‌های ضدآب از جمله رویکردهای نوآورانه یا سنتی برای کاهش آسیب‌پذیری بتن مسلح در برابر خوردگی میلگردها محسوب می‌شوند (Coppola et al, 2022). با این حال، بسیاری از این لایه‌های حفاظتی موجب تغییر در بافت اصلی بتن می‌شوند و عایق‌های رطوبتی جذبی نانویی نیز به دلیل عمر کوتاه و عملکرد مقطعی، تنها قادر به حفظ سطح بتن بوده و در ترمیم ترک‌ها و بخش‌های آسیب‌دیده کارایی ندارند. از این رو، ضرورت طراحی و تولید یک لایه محافظ همسان با بافت بتن، با ویژگی نفوذناپذیری بالا در برابر رطوبت و مقاومت در برابر املاح، مطرح گردید. این ایده منجر به توسعه محصولی آماده مصرف با روش اجرای ساده شد که ضمن رفع معایب روش‌های متداول، سرآغاز اختراع پوشش سیمانی مقاوم و ضدآب به شمار می‌رود.

تشریح و توجیه اختراع

در دهه‌های اخیر، تغییر ظاهر و تخریب سازه‌های بتنی در اثر آلودگی‌های محیطی، نفوذ رطوبت و شرایط جوی آلوده در کلان‌شهرها، همچنین قرارگیری در محیط‌های مهاجم ساحلی، به طور گسترده مورد توجه پژوهشگران و متخصصان قرار گرفته است (صیادی و همکاران، ۱۳۹۴). حفظ یکنواختی و نمای طبیعی سطوح بتنی (شکل ۳) یکی از اولویت‌های اساسی در نگهداشت این آثار محسوب می‌شود و نیازمند صرف هزینه‌های سالانه برای حفاظت و مرمت است. کاربرد گسترده بتن در معماری مدرن و در آثار شاخص ثبت شده، از جمله بناهای ملی و جهانی، چالش‌های حفاظتی متعددی را برای آینده این سازه‌ها ایجاد می‌کند. این چالش‌ها نه تنها به مسائل فنی مرتبط با دوام مصالح مربوط می‌شوند، بلکه ابعاد زیبایی‌شناختی و فرهنگی را نیز در بر می‌گیرند. جذب آب در بتن و وجود منافذ متعدد در سطح آن، امکان نفوذ عوامل مخرب همراه با رطوبت را افزایش می‌دهد. این عوامل شامل املاح نمک، یون‌های کلرید، دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید کربن و سایر ترکیبات شیمیایی هستند که می‌توانند موجب تغییر ظاهر، ایجاد شوره‌زدگی و در مراحل پیشرفته‌تر، تخریب لایه‌های محافظ و آغاز خوردگی میل‌گردها شوند (Liang et al, 2019). با توجه به ارزش تاریخی و معماری این آثار، سازه‌های بتنی در معرض خوردگی، خسارات قابل توجهی را به دلیل فقدان رویکردهای حفاظتی مناسب متحمل می‌شوند (Blikharsky et al, 2021). در این راستا، استفاده از پوشش سیمانی همسان با بتن که با ایجاد یک لایه نازک، سطح خارجی را در برابر رطوبت و املاح نفوذناپذیر سازد، می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر و پایدار در حفاظت از سازه‌های بتنی شناخته شود. این رویکرد نه تنها مانع از نفوذ عوامل مخرب می‌شود، بلکه با حفظ یکپارچگی بافت بتن، از تغییرات ناخواسته در ظاهر و عملکرد سازه جلوگیری کرده و به افزایش عمر مفید بناهای تاریخی و مدرن کمک می‌کند.



شکل ۳: اجرای پوشش مقاوم سیمانی ضد آب بر روی سطح بتنی (محدوده کادر قرمز رنگ تصویر سمت چپ) بزرگنمایی مرز بین پوشش مقاوم سیمانی ضد آب و سطح بتن طبیعی (تصویر سمت راست)

Figure 3: Application of the waterproof cementitious coating on the concrete substrate, The red rectangle in the left image indicates the treated area, The right image provides a detailed close-up of the interface between the applied coating and the original, uncoated concrete surface.

اهداف اختراع

پایداری سطح بتن در برابر شرایط جوی و کاهش میزان جذب آب و نفوذپذیری، از اهداف اصلی این طرح محسوب می‌شود. حفظ نمای طبیعی و ظاهر یکنواخت پوشش بتنی نیز به‌عنوان بخشی از رویکرد حفاظتی پژوهش در اولویت قرار دارد. ویژگی‌های پوشش سیمانی مقاوم و ضدآب عبارت‌اند از:

- ایجاد لایه‌ای نازک و یکنواخت با ضخامت تقریبی یک میلی‌متر، همسان با ظاهر بتن.
- مقاومت بالا در برابر نفوذ رطوبت و پایداری در برابر املاح نمکی و مواد اسیدی.
- سهولت اجرا بدون نیاز به تجهیزات پیچیده.
- هزینه مناسب و اقتصادی با قابلیت استفاده گسترده.
- بومی‌سازی کامل مصالح اولیه از منابع داخلی کشور ایران.
- قابلیت پوشش‌دهی منافذ سطحی بتن و افزایش یکپارچگی سازه.

این ویژگی‌ها نقاط قوت اصلی طرح را تشکیل می‌دهند و آن را به‌عنوان یک راهکار مؤثر و پایدار برای حفاظت از سازه‌های بتنی در برابر عوامل محیطی و شیمیایی معرفی می‌کنند (مشکین فام فرد، ۱۳۹۳). افزون بر این، همسانی پوشش با بافت بتن موجب حفظ زیبایی‌شناسی و جلوگیری از تغییرات ناخواسته در نمای بنا می‌شود، در حالی که عملکرد حفاظتی آن عمر مفید سازه را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

ماهیت اختراع پوشش سیمانی ضدآب

استفاده از سیمان به‌عنوان بستر اصلی، باهدف افزایش سازگاری و امکان ترکیب با نانومواد و افزودنی‌های دیگر، مینای دستیابی به محصول نهایی تحت عنوان پوشش مقاوم سیمانی ضدآب قرار گرفته است (مشکین فام فرد، ۱۳۹۳). دسترسی به تجهیزات تولید و مواد اولیه در داخل کشور ایران، زمینه‌ساز توسعه این فناوری بوده و فرایند تولید از مرحله تهیه مواد اولیه تا عرضه محصول نهایی تحت کنترل دقیق کیفیت آزمایشگاهی انجام می‌گیرد.

محصول نهایی به‌صورت خمیر آماده مصرف ارائه شده و در بسته‌بندی‌های سطل‌های ۱۰ کیلوگرمی با ماندگاری دوماهه عرضه می‌شود. هر واحد بسته‌بندی قابلیت پوشش‌دهی حدود ۱۰ مترمربع سطح صاف را داراست. به‌منظور بررسی میزان ضدآب بودن پوشش مقاوم سیمانی ضدآب، آزمون استاندارد جذب آب ۲۴ ساعته بر روی نمونه‌های مکعبی سیمانی شاهد و نمونه‌های مکعبی سیمانی با پوشش مقاوم سیمانی ضد آب انجام شد. این آزمایش توسط اداره کل آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان فارس صورت گرفت. نتایج حاصل از این آزمون در (جدول ۱) ارائه شده است و بیانگر تفاوت قابل توجه عملکرد پوشش در مقایسه با نمونه‌های شاهد است.

جدول ۱: آزمون درصد جذب آب ۲۴ ساعته سه نمونه شاهد سیمانی و سه نمونه سیمانی پوشش داده شده با پوشش مقاوم سیمانی ضد آب
Table 1. 24-Hour water absorption percentage test conducted on three cementitious control specimens and three cementitious specimens coated with a Water-Resistant Cement Plaster layer

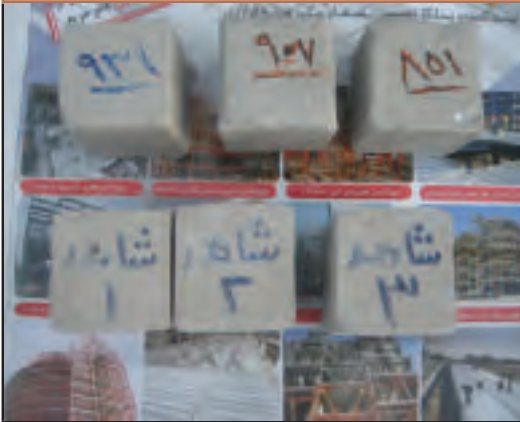

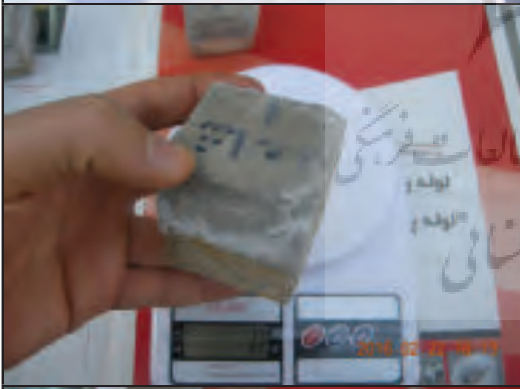

شماره نمونه‌ها	نوع نمونه	جذب آب پس از ۲۴ ساعت (درصد)
۱	مکعبی سیمانی با پوشش سیمانی ضد آب	۰/۲
۲		۰/۳
۳		۰/۲
۴	مکعبی سیمانی (نمونه شاهد)	۸/۱۴
۵		۱۳/۹
۶		۱۲/۷

علاوه بر مقاومت استثنایی در برابر نفوذ رطوبت، این پوشش سیمانی ضدآب، پایداری قابل توجهی در برابر محیط‌های شیمیایی مهاجم از خود نشان می‌دهد. آزمون‌های شتاب‌یافته که در معرض محلول‌های اسیدی و نمکی به مدت چهار روز انجام شد، هیچ‌گونه تخریب یا افت عملکرد در لایه محافظ را ثبت نکرد (جدول ۲). حفظ بافت طبیعی و ظاهر یکنواخت سطح بتن نیز از ویژگی‌های برجسته این محصول به شمار می‌آید.

مطالعات فزنی
مجله جامع علوم انسانی

جدول ۲: بررسی آزمون شرایط محیطی بر روی پوشش مقاوم سیمانی ضد آب

Table 2. Evaluation of Environmental Condition Tests on the Water-Resistant Cement Plaster

تصویر مربوطه	توضیح آزمایش	نوع بررسی	ردیف
	<p>نمونه‌های ۱ و ۲ و ۳ شاهد و نمونه‌های ۸۵۱ و ۹۰۷ و ۹۳۱ با پوشش مقاوم سیمانی ضد آب</p>	<p>ساخت سه نمونه شاهد سیمانی و سه نمونه سیمانی با پوشش مقاوم سیمانی ضد آب</p>	۱
	<p>نفوذ رطوبت به هر سه نمونه شاهد و عدم نفوذ رطوبت به نمونه‌های ۸۵۱ و ۹۰۷ و ۹۳۱</p>	<p>نگهداری ۲۴ ساعته در ترکیب اسید و نمک به منظور تعیین میزان تاثیر جذب املاح بر روی نمونه‌ها</p>	۲
	<p>خروج املاح جذب شده توسط رطوبت از نمونه شاهد ۲</p>	<p>وضعیت جذب املاح و نمک بر روی نمونه شاهد</p>	۳
	<p>عدم نفوذ املاح به نمونه ۹۰۷ با پوشش مقاوم سیمانی ضد آب</p>	<p>وضعیت جذب املاح و نمک بر روی نمونه با پوشش سیمانی ضد آب با کد ۹۰۷</p>	۴

می‌کند و نشان می‌دهد که این لایه محافظ، مبادله یون‌های مهاجم بین محیط و زیرلایه بتنی را به طور مؤثری مهار کرده است. در مجموع، نتایج این پژوهش پتانسیل بالای پوشش سیمانی ضدآب را به‌عنوان یک فناوری سازگار و کاربردی برای حفاظت پایدار از سطوح بتنی تاریخی و معاصر به‌وضوح نشان می‌دهد.

کاربری اختراع

این اختراع قابلیت استفاده بر روی سطوح بتنی آسیب‌دیده یا در معرض آسیب را دارد و قابلیت‌های متعددی در زمینه حفاظت از سازه‌های بتنی را فراهم می‌آورد. کاربردهای اصلی پوشش مقاوم سیمانی ضدآب عبارت‌اند از:

- استفاده بر روی سطوح بدنه آثار بتنی با امکان محو نمودن دیوارنویسی‌ها و آلودگی‌های سطحی (شکل ۴)

با بررسی جدول ۲، نتیجه‌گیری می‌شود که عملکرد پوشش سیمانی ضدآب در شرایط آزمایشگاهی به‌وضوح نشان‌دهنده این است که این پوشش، سدی مؤثر در برابر نفوذ رطوبت و انتقال یون‌های مخرب ایجاد می‌کند. درحالی‌که تمامی نمونه‌های شاهد (فاقد پوشش) در آزمون غوطه‌وری ۲۴ ساعته در محلول مهاجم دچار اشباع کامل شدند، نمونه‌های پوشش‌دار (۹۳۱ و ۹۰۷، ۸۵۱) کاملاً نفوذناپذیر باقی ماندند. این مشاهده به طور مستقیم با کاهش چشمگیر جذب آب (۰/۳٪) که پیش‌تر گزارش شده مرتبط است و کارایی این لایه محافظ در مسدودسازی شبکه موئینگی بتن را تأیید می‌کند. پیامدهای این نفوذناپذیری در مشاهدات بعدی به‌وضوح آشکار شد. تشکیل شوره بر سطح نمونه شاهد، بازتابی از مکانیسم کلاسیک تخریب ناشی از تبلور نمک در درون تخلخل‌ها است. خروج املاح محلول و تبلور مجدد آن‌ها بر سطح، نه تنها ظاهر را مخدوش کرد، بلکه با ایجاد تنش‌های درونی، به ریخت‌شناسی سطح و در نهایت به یکپارچگی ریزساختار آسیب رساند. در مقابل، سطح نمونه پوشش‌دار ۹۰۷ کاملاً عاری از هرگونه رسوب یا نشانه‌ای از حمله شیمیایی باقی ماند. این تضاد آشکار، مقاومت عملی پوشش در برابر املاح را تأیید



شکل ۴: اجرای پوشش مقاوم سیمانی ضد آب بر روی سطح بتنی عمودی، تصویر سمت راست قبل از اجرا و تصویر سمت چپ بعد از اجرا
Figure 4 . Application of Water-Resistant Cement Plaster on a vertical concrete surface (right; before application, left; after application)

- کاربرد بر روی سطوح افقی و کف‌های بتنی با قابلیت تحمل تردد پیاده و سواره (شکل ۵) این ویژگی‌ها نشان‌دهنده انعطاف‌پذیری و کارایی بالای پوشش در شرایط مختلف هستند و آن را به‌عنوان یک راهکار مؤثر در حفاظت از سازه‌های بتنی معرفی می‌کنند.

تقدیر و تشکر:

بدین‌وسیله از جناب آقای مهندس مسعود تقی‌زاده، به‌عنوان دستیار پژوهشی، به سبب همکاری ارزشمند ایشان در انجام آزمایش‌های این طرح، صمیمانه قدردانی و سپاسگزاری می‌شود.



شکل ۵: اجرای پوشش مقاوم سیمانی ضد آب بر روی سطح بتنی افقی، تصویر سمت راست قبل از اجرا و تصویر سمت چپ بعد از اجرا
Figure 5 . Figure X. Application of Water-Resistant Cement Plaster on a horizontal concrete surface (right; before application, left; after application).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- C. (2019). Rebar corrosion investigation in rubber aggregate concrete via the chloride electro-accelerated test. *Materials*, 12(6), 862. <https://doi.org/10.3390/ma12060862>
- URL1: <https://ssaa.ir/> (2025/11/11)
- Seyadi, H. A., Akbarpour Nik Ghalb Rashti, A., & Rabiei Far, H. (2015). Barresi-ye khordegi-ye armaturha dar sazeha-ye betoni-ye vage' dar savabel-e jonoobi-ye Iran [Investigation of reinforcement corrosion in concrete structures on the southern coasts of Iran]. Paper presented at the Second International Conference on Research in Science and Technology, Iran. [In Persian]
- صیادی، حسنعلی و اکبرپور نیک قلب رشتی، عباس و ربیعی فر، حمیدرضا. (۱۳۹۴). بررسی خوردگی آرماتورها در سازه های بتنی واقع در سواحل جنوبی ایران، دومین کنفرانس بین المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی، <https://civilica.com/doc/504912/>
- MeshkinFam Fard, H. (2014). Pushash-e moghavem-e simani-e zedd-e ab ba chasbandegi-ye khub be soturha-ye mokhtalef dar zekhamat-e kam [A Water-Resistant Cement Plaster with good adhesion to various surfaces at low thickness] (Patent Registration Statement No. 139350140003013212). Iran. [In Persian]
- مشکین فام فرد، حبیب (۱۳۹۳). پوشش مقاوم سیمانی ضد آب با چسبندگی خوب به سطوح مختلف در ضخامت کم، ایران. اظهارنامه: ۱۳۹۳۵۰۱۴۰۰۰۳۰۱۳۳۱۲
- Blikharsky, Y., Selejdak, J., Koptika, N., & Vashkevych, R. (2021). Study of concrete under combined action of aggressive environment and long-term loading. *Materials*, 14(21), 6612. <https://doi.org/10.3390/ma14216612>
- Coppola, L., Beretta, S., Bignozzi, M. C., Bolzoni, F., Brenna, A., Cabrini, M., Candamano, S., Caputo, D., Carsana, M., Cioffi, R., Coffetti, D., Colangelo, F., Crea, F., De Gisi, S., Diamanti, M. V., Ferone, C., Frontera, P., Gastaldi, M. M., Labianca, C., ... Todaro, F. (2022). The improvement of durability of reinforced concretes for sustainable structures: A review on different approaches. *Materials*, 15(8), 2728. <https://doi.org/10.3390/ma15082728>
- Dong, W., Liu, C., Bao, X., Xiang, T., & Chen, D. (2020). Advances in the deformation and failure of concrete pavement under coupling action of moisture, temperature, and wheel load. *Materials*, 13(23), 5530. <https://doi.org/10.3390/ma13235530>
- Georgiou, A., Georgiou, M., & Ioannou, I. (2022). Seismic assessment of historic concrete structures: The case of pedicos post office in nicosia, cyprus. *Developments in the Built Environment*, 10, 100071. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2022.100071>
- Kaur, P., Singh, V., & Arora, A. (2022). Microbial concrete. A sustainable solution for concrete construction. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 194(3), 1401–1416. <https://doi.org/10.1007/s12010-021-03604-x>
- Liang, J., Zhu, H., Chen, L., Han, X., Guo, Q., Gao, Y., & Liu,