Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:53 +0330 on Monday November 2nd 2026

پژوهه باستان‌سنجی ۱۴۰۲؛ ۹(۱)-۱۹۷-۲۰۲

پژوهه باستان‌سنجی

DOI: 10.66224/jra.9.1.322

URL: http://jra-tabriziau.ir/

یادداشت فنی

اختراع پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب

حبیب مشکین فام فرد [۱*]

۱. کارشناسی‌ارشد مرمت و احیای ابنیه و بافت‌های تاریخی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰**

چکیده

کاهگل به‌عنوان گسترده‌ترین اندود معماری خاکی شناخته‌شده است؛ اما در برابر رطوبت بسیار آسیب‌پذیر است. افزایش مرمت‌های دوره‌ای و هزینه‌های نگهداری باعث گسترش استفاده از مصالح دیگر مانند سیمان، ایزوگام و غیره به‌جای کاهگل شده است. این تغییرات علاوه بر ایجاد مشکلات جدید، هویت بافت و مناظر آثار تاریخی، روستاها و شهرهای معماری خاکی را نیز تغییر داده است. برای حل این مشکل می‌توان از فناوری‌هایی که باعث بهبود پایداری کاهگل می‌شوند، استفاده کرد. در این راستا، اختراع پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب به‌عنوان یکی از راه‌حل‌های مؤثر برای احیای مهم‌ترین مصالح معماری خاکی ایران و اختراع برگزیدهٔ جشنوارهٔ رویش بنیاد ملی نخبگان در سال ۱۳۹۳ معرفی‌شده است. این پژوهش بر اساس ماهیت و هدف کاربردی و رویکرد توسعه‌ای دارد. در گام اول، با معرفی اختراع و فعالیت‌های پژوهشی مخترع، ایده و اهداف اختراع از دیدگاه مخترع بیان شده است. در ادامه با بیان ماهیت و کاربری اختراع و ارائهٔ نتایج آزمون در برابر رطوبت، گزیده‌ای از پروژه‌های اجراشده را معرفی می‌کند. طرح پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب که تأییدیه طرح از ستاد توسعهٔ نانو دارد، در آزمون درصد جذب آب ۲۴ ساعته با میزان جذب آب ۱.۱ درصد از بهترین نمونه مکعبی سیمانی با جذب ۱۴.۷ درصد عملکرد بهتری داشته که بیانگر نفوذناپذیری عالی در برابر رطوبت است. این پوشش با ایجاد بافت کاهگلی و قابلیت اجرا روی سطوح مختلف در ضخامت کم و حذف معایب کاهگل سنتی، دارای مزیت‌های کاهگل سنتی است و همچنین شسته نشدن در برابر رطوبت و عدم عبور آب، به‌عنوان بخشی از ویژگی‌های منحصربه‌فرد این محصول باعث شده است که این اندود فناورانه در پروژه‌های مختلف نوسازی و بازسازی مراکز فرهنگی، مذهبی، تجاری و مسکونی استفاده شود.

واژگان کلیدی: معماری خاکی، کاهگل، کاهگل مقاوم، کاهگل ضد آب، کاهگل نانو

* نویسندهٔ مسئول مکاتبات: تهران، میدان انقلاب، خیابان انقلاب، خیابان ۱۶ آذر، سازمان مرکزی دانشگاه تهران، کد پستی: ۱۴۱۷۹۳۵۸۴۰

پست الکترونیکی: habib.meshkinfam@ut.ac.ir

[DOI: 10.66224/jra.9.1.322]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:53 +0330 on Monday November 2nd 2026

معرفی اختراع

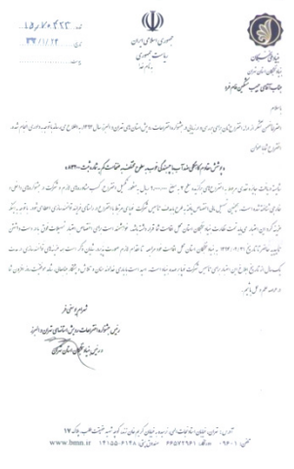
پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب که تأییدیهٔ طرح آن توسط ستاد توسعهٔ نانو (شکل ۱) صادر شده است، اختراع برگزیدهٔ سطح ۳ بنیاد ملی نخبگان در جشنوارهٔ رویش استان تهران در سال ۱۳۹۳ (شکل ۲) است. این اختراع در تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۰۴ با شمارهٔ ۸۳۲۰۰ در سامانه ثبت اسناد و املاک ایران توسط حبیب مشکین فام فرد به‌عنوان مالک و مخترع ثبت شده است (شکل ۳) و نشانگر بخشی از تلاش مستمر برای بهبود و ارتقای کیفیت مصالح معماری خاکی و کاهش آسیب‌پذیری آنها در برابر شرایط محیطی، به‌ویژه رطوبت است.

فعالیت پژوهشی مخترع

فعالیت پژوهشی مخترع در زمینهٔ افزایش مقاومت و ضدآب‌سازی مصالح سنتی معماری ایران، از آشنایی مواد دافع رطوبت سطحی نانو از سال ۱۳۸۸ شروع شد. بررسی‌های دقیق آزمایشگاهی توسط مخترع نشان داد که کیفیت این محصولات خارجی در تماس کوتاه‌مدت با رطوبت کاهش پیدا می‌کند. این موضوع انگیزه و نیاز برای پژوهش و ارتقای مواد دافع رطوبت را ایجاد کرد. آشنایی با فناوری نانو و بررسی ترکیب‌های مختلف، به دستاورد جدیدی از یک نوترکیب دافع سطحی رطوبت منجر شد و در سال ۱۳۸۹، طرحی با عنوان «ضدآب‌سازی خشت و مصالح سنتی» توسط حبیب مشکین فام فرد در نخبگان شهید فهمیدهٔ منطقهٔ جنوب تأیید شد. این طرح کیفیت ضدآب‌سازی بهتری با گذر زمان نسبت به نمونهٔ خارجی داشت و بسیار ارزان‌تر بود؛ اما به دلیل عدم آگاهی از فرایند ثبت اختراع و عدم‌حمایت در آن زمان، این ایده فناورانه تجاری‌سازی نشد. تجربه حاصل‌شده از طرح اول باعث شکل‌گیری یک اختراع با عنوان پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب با چسبندگی خوب به سطوح مختلف در ضخامت کم شد که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین در ادامه فعالیت‌های پژوهشی، اختراع پوشش مقاوم سیمانی ضد آب با شمارهٔ ۸۹۳۴۹ در تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۰۵ ثبت شده است. این طرح برای حفاظت سازه‌های بتنی در برابر رطوبت و عوامل محیطی مخرب با حفظ بافت اصلی بتنی و پر کردن منافذ سطحی استفاده می‌شود. همچنین، هشت طرح پژوهشی دیگر نیز در حوزه ضدآب‌سازی، افزایش مقاومت و ایجاد خواص جدید در مصالح معماری ایران تا مرحلهٔ ساخت نمونهٔ اولیه انجام شده است.



شکل ۱: تأییدیه طرح از ستاد توسعه نانو



شکل ۲: گواهی اختراع برگزیده بنیاد ملی نخبگان



شکل ۳: گواهی‌نامه ثبت اختراع

[DOI: 10.66224/jra.9.1.322]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:53 +0330 on Monday November 2nd 2026

شروع ایده اختراع

اختراع‌ها بر اساس نیازها ساخته می‌شوند. استفاده از مصالح مدرن مانند ایزوگام بر روی پشت‌بام‌های کاهگلی و جایگزین کردن نماهای سیمانی و سرامیکی در فرایند نوسازی و بازسازی بافت‌های باارزش معماری خاکی در حال افزایش است. بااین‌حال، پژوهش‌هایی در این زمینه برای بهبود وضعیت و ایجاد تغییر در این فرایند به‌صورت پراکنده انجام شده است. ورود مواد نانو، به‌ویژه عایق‌های دافع رطوبت به بازار ایران، تحولی در نگاه جامعهٔ متخصص و پژوهشگران آثار، ابنیه و بافت تاریخی ایجاد کرده است.

ضدآب‌سازی کاهگل سنتی با استفاده از مواد نانو، به‌ویژه ترکیب‌های دافع رطوبت سطحی، تغییر چشمگیری در کاهگل سنتی، فرایند ساخت و اجرا ایجاد نمی‌کند. به همین دلیل، کارایی پژوهش‌های صورت‌گرفته باعث جلوگیری از تغییر کالبد روستاها و شهرهای دارای هویت معماری خاکی شده است. این اختراع در پاسخ به نیاز حفاظت از هویت منظر تاریخی و فرهنگی معماری خاکی و متفاوت با روش‌های پژوهشی گذشته است. تهیهٔ کاهگل مقاوم و ضد آب، مانند محصول فناورانه آماده‌ی مصرف،کیفیت و قابلیت ماندگاری زیاد، روش اجرای ساده با حذف معایب کاهگل سنتی و حفظ ویژگی‌های آن، ایده اصلی اختراع است.

تشریح و توجیه اختراع

معماری خاکی همواره از زمان پیدایش در جهتی هدفمند در حال به‌روزرسانی است. در این اختراع حفظ ویژگی‌های کاهگل و کاهش معایب آن با هزینهٔ کم و استفاده از راهکارها و ترکیب‌های بهبودبخش و افزایش پایداری استفاده‌شده است. در فرایند ساخت و اجرا استفاده از افزودنی‌های آلی و معدنی نشان‌دهنده تلاش برای رسیدن به مصالح پایدار در معماری خاکی است. به‌عنوان‌مثال برای جلوگیری از ترک‌خوردگی و افزایش مقاومت اندود کاهگل، افزودن نوع و مقدار کاه مناسب، مهم و اثرگذار است. به همین دلیل، استفاده از کاهگل مقاوم و ضد آب، در صورت رعایت اصول تعریف‌شده، قابل‌پذیرش است. اولین مرحله برای تغییروتحول در یک مصالح سنتی، شناخت و ارزیابی مواد اولیه، روش ساخت، آماده‌سازی، رفع محدودیت‌های اجرایی و حفظ مزایا و برطرف کردن معایب آن است. کاهگل دارای ویژگی‌های منحصربه‌فردی مانند در دسترس بودن، اجرای ساده، هزینه کم، عایق حرارتی، زیبایی، بافت اصیل و دوستدار محیط‌زیست است. حفظ ویژگی‌های کاهگل و رفع معایب آن برای احیای هویت معماری ایران، از اهداف اصلی این اختراع است. برای تغییر در ماهیت کاهگل سنتی و ایجاد پوشش کاهگلی مقاوم و ضد آب با استفاده از گِل طبیعی، نیاز به تغییر ماهیت آن با حفظ ظاهر طبیعی است. نکته بسیار مهم دیگر، تنوع نوع خاک از نظر ترکیب، رنگ و ویژگی‌های ساختاری آن است که با توجه به اقلیم و نوع کاربرد کاهگل سنتی در بخش‌های وسیعی از سرزمین ایران، کاملاً متفاوت است. آماده مصرف بودن و ماندگاری طولانی و ارائه در بسته‌بندی مناسب کاهگل مقاوم و ضد آب با رنگ و ساختار اصیل و بافت طبیعی، یکی از چالش‌های مهم این اختراع است. دسترسی به خاک در رنگ‌های مختلف در استان پهناور فارس و تأمین مواد اولیه، امکان فراوری، تولید، بسته‌بندی و ارسال کاهگل مقاوم و ضد آب به سراسر ایران و خارج از ایران وجود دارد.

اهداف اختراع

پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب برای تغییر در ذهنیت جامعه غیرمتخصص و بومی که در حال فراموشی و عدم استفاده از کاهگل سنتی است نیازمند ارائه کیفیت و ماندگاری بالا در برابر شرایط محیطی و عدم نیاز به بازسازی سالیانه است. ساده‌سازی ساخت و روش اجرا، آماده‌سازی سریع، رفع معایب و محدودیت‌های اجرایی با حفظ زیبایی از اهداف کاهگل مقاوم و ضد آب نسبت به کاهگل سنتی است. همچنین حفظ خاطرات جمعی مانند عطر کاهگل پس از باران، از مباحث مطرح‌شده در خصوص پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب است که با کمترین تفاوت بین کاهگل سنتی و کاهگل نانو این

[DOI: 10.66224/jra.9.1.322]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:53 +0330 on Monday November 2nd 2026

هدف نیز محقق شده است و حفظ هویت معماری خاکی ایران از اهداف اصلی اختراع بوده است.

ماهیت اختراع کاهگل ضد آب

برای تغییر در ماهیت سنتی کاهگل، استفاده از ترکیبات نانو و افزودنی‌های دیگر برای بهبود کیفیت محصول نهایی به‌عنوان پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب اجتناب‌ناپذیر است. همه دانش فنی، تجهیزات تولید و مواد اولیه موردنیاز در ایران در دسترس بوده و فرایند فراوری از تهیه مواد اولیه تا محصول نهایی با کنترل کیفیت دقیق آزمایشگاهی از ویژگی‌های این اختراع است. خمیر آماده مصرف کاهگل نانو در بسته‌بندی سطل‌های ۱۰ کیلوگرمی با ماندگاری یک سال ارائه شده است که می‌تواند به میزان ۱۲ مترمربع سطح صاف را پوشش دهد. این محصول قابلیت اجرایی ساده، بر روی سطوح داری پایداری سطحی مانند گچ، سیمان، فلز، ایزوگام، چوب، شیشه و غیره را دارد (شکل ۵). هزینه مناسب، مقاومت عالی در برابر رطوبت (شکل ۶)، بافت طبیعی و ضخامت اجرایی حداقل ۲ میلی‌متر و وزن ۱ کیلوگرم در مترمربع در شش رنگ مختلف (شکل ۴)، در دسترس است. تنوع خاک کاهگل مقاوم و ضد آب برای اجرا در مناطق مختلف ویژگی این اختراع است.

پایداری در برابر رطوبت و نفوذ ناپذیری، مهم‌ترین دستاورد این اختراع است. طی آزمون انجام شده در مرکز تحقیقات ساختمان، نتایج کسب‌شده از بررسی درصد جذب آب ۲۴ ساعته، کاهگل مقاوم و ضد آب در مقایسه با نمونه سیمانی و کاهگل سنتی در (جدول ۱) قابل‌مشاهده است.



شکل ۴: تنوع رنگ خاک در پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب



شکل ۵: اجرای پوشش مقاوم کاهگل ضد آب بر روی سطح ایزوگام



شکل ۶: نفوذناپذیری در برابر تماس رطوبت پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب بر روی سطح کارتن مقوایی

[DOI: 10.66224/jra.9.1.322]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:53 +0330 on Monday November 2nd 2026

جدول ۱: نتایج بررسی آزمون درصد جذب آب ۲۴ ساعته سه نمونه شاهد کاهگلی، سیمانی و نمونه سیمانی پوشیده با کاهگل ضد آب

شماره نمونه‌ها	نوع نمونه	جذب آب پس از ۲٤ ساعت (درصد)
۱	مکعبی سیمانی پوشش داده شده با کاهگل ضد آب	۱.۱۰
۲		۱.۱۸
۳		۱۳.۵۸*
۴	مکعبی سیمانی (نمونه شاهد)	۱۵.۳۳
۵		۱۵.۲۲
۶		۱۴.۷۹
۷	مکعبی کاهگل معمولی	اندازه‌گیری میزان جذب آب هر سه نمونه به دلیل حل شدن در آب، مقدور نشد.
۸		
۹		

* شایان‌ذکر است به دلیل عدم دقت در پوشش کاری این نمونه، میزان جذب آب این نمونه نسبت به دو نمونه دیگر زیادتر و تقریباً مشابه نمونه مکعبی سیمانی شاهد است.

کاربری اختراع

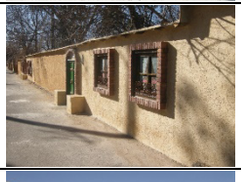
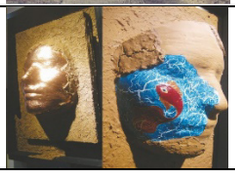
این اختراع بر اساس فروش بیشتر و کسب درآمد با هر رویکرد و کاربری غیراصولی نبوده است. رعایت اصول هویت‌بخشی برای احیای هویت معماری ایران همیشه در نظر گرفته شده است و ثبت سفارش و اجرا صرفاً بر اساس رنگ خاک و اقلیم منطقه انجام می‌شود تا به‌عنوان‌مثال شاهد استفاده از کاهگل قرمز در مناطق دیگری به جز محدوده‌های دارای کاهگل قرمز مانند ابیانه نباشیم. بعد از گذشت بیش از ۱۰ سال و انجام بیش از هزار پروژه داخلی و خارجی هیچ‌کدام از پروژه‌های انجام شده بر روی سطوح بناهای تاریخی نبوده است و علت این امر نیاز به کسب شناخت بیشتر و گذر زمان برای کسب تجربه بیشتر است. استفاده از این پوشش بر روی بناهای نگهبانی و اداری که فاقد ارزش تاریخی هستند به‌منظور ارتقای منظر فرهنگی در محوطه‌های میراث جهانی، مانند پاسارگاد و تخت‌جمشید از افتخارات این طرح است. همچنین در ادامه همکاری‌ها، معرفی و ارسال نمونه برای پایگاه میراث جهانی چغازنبیل نیز انجام شده است.

این طرح در کاربری‌های زیر مورداستفاده قرار گرفته است (جدول ۲).

- مراکز فرهنگی، هنری و مذهبی؛
- جداره‌سازی در بافت با ارزش شهری و روستایی به‌ویژه روستاهای هدف گردشگری؛
- بهبود منظر فرهنگی در حریم آثار تاریخی؛
- سفره‌خانه، رستوران و قهوه‌خانه‌های سنتی و مراکز گردشگری؛
- غرفه‌های نمایشگاهی؛
- بناهای مسکونی و تجاری؛
- آثار هنرهای تجسمی و صنایع‌دستی.
- با توجه به پژوهش‌های انجام شده، امکان تهیه کاهگل ضد آب با توجه به ویژگی‌های ظاهری و کیفیت مورد نظر هر پروژه وجود دارد.

[DOI: 10.66224/jra.9.1.322]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:53 +0330 on Monday November 2nd 2026

جدول ۲: معرفی کاربری‌ها و پروژه‌های اجرایی با پوشش مقاوم کاهگلی ضد آب

ردیف	کاربری‌ها	نمونه‌ای از کاربری اجرا شده	تصویر نمونه اجرا شده
۱	مراکز فرهنگی، هنری و مذهبی	مسجدالنبی روستای ننه باغو کیش	
۲	جداره‌سازی روستایی	روستای هدف گردشگری دشتک، استان فارس	
۳	جداره‌سازی در بافت باارزش شهری	باغ گل نرگس معالی آباد، شیراز	
۴	بهبود منظر فرهنگی در حریم آثار تاریخی	محوطه میراث جهانی پاسارگاد	
۵	سفره‌خانه، رستوران، قهوه‌خانه‌های سنتی و مراکز گردشگری	ویلای شخصی شیراز	
۶	غرفه‌های نمایشگاهی	غرفه بسیج هنرمندان نمایشگاه بین‌المللی گلستان شیراز	
۷	بناهای مسکونی و تجاری	نمای خانه مسکونی شهر گراش استان فارس	
۸	هنرهای تجسمی و صنایع‌دستی	آثار هنرمند گرامی سرکار خانم نرگس سلیمانی فرد	

تقدیر و تشکر

بدون حمایت‌های دکتر محمدحسن طالبیان و دکتر حمید فدایی استفاده از کاهگل نانو در محوطه‌های میراث جهانی پاسارگاد و تخت‌جمشید ممکن نبوده است. همچنین از مهندس مسعود تقی‌زاده به‌عنوان دستیار پژوهشی این طرح صمیمانه تشکر می‌کنم.