

## دستیابی به دانش فنی تولید پوشش خطوط لوله مدفون در خاک

### بر پایه رزین اپوکسی و پلی یورتان

#### توضیحات فراخوان

#### پیشینه مسئله پژوهشی

امروزه نیاز به خطوط لوله گاز طبیعی و نفت و توسعه آن یک ضرورت جهانی است، شبکه لوله‌های گاز و نفت، وظیفه گردآوری، انتقال و توزیع را بر عهده دارند. از سال ۱۹۷۱، دولت آمریکا شرکت‌های نفت و گاز را ملزم کرده است که کلیه خطوط لوله خود را قبل از نصب در زیر خاک یا آب، با مواد مناسب پوشش دهند. با توجه به توزیع سوخت مایع و گاز تا درب منازل، شبکه گسترده‌ای از آن‌ها وجود دارد که نیاز به نگهداری و بازرسی دائمی دارند. بازرسی کلی از خطوط لوله هر پنج سال یکبار انجام می‌شود تا مشکلات جریان انتقال یا علائم آسیب دیدگی ظاهری پیش از بروز جدی، شناسایی و رفع شوند. پوشش‌های محافظ خوردگی و نشت مواد سوختی به دو دسته داخلی و خارجی لوله تقسیم‌بندی می‌شوند؛ در برابر تنوع گسترده در شرایط محیطی، تنش خاک، مواد شیمیایی موجود در خاک و نمک همچنین باکتری، ریشه گیاهان، فاضلاب، مواد شیمیایی و حلال‌های موجود در خاک باید مقاوم باشند. خطوط لوله گاهاً در صحرای داغ، با دمای بیش از ۱۰۰ درجه فارنهایت یا در آلاسکا با دمای ۷۶- درجه قرار می‌گیرند، اجرای زیرزمینی لوله در مناطق همیشه منجمد بسیار دشوار است. در حال حاضر پوشش‌های اپوکسی دو جزئی برای پوشش‌دهی خطوط لوله نفت و گاز مورد توجه هستند.

باتوجه به اهمیت صنعت نفت و گاز در ایران، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه تولید داخلی پوشش‌های اپوکسی، پلی‌الفینی چندلایه و پلی‌یورتان صورت گرفته است، نسل‌های جدید پوشش پلی‌یورتان مزایای رقابتی منحصر بفردی ارائه نموده‌اند که توجه ویژه به تولید داخلی آن را مؤکد می‌سازد. از جمله ویژگی‌های قابل توجه این پوشش‌ها، چسبندگی، خواص محیطی و الکتریکی و مقاومت شیمیایی آنهاست.

## مشروح مسئله تحقیقاتی

پوشش‌های محافظ بر پایه پلیمرها برای نگهداری و حفاظت سازه‌های فلزی در برابر خوردگی محیط‌های خورنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پوشش‌های کامپوزیتی متشکل از پیگمنت‌ها، فیلرها، رزین‌های پلیمری آلی و معدنی، حلال‌های آلی و همچنین افزودنی‌های خاص می‌باشند. حسب استفاده و کاربرد هر نوع از این پوشش‌ها، مواد تشکیل دهنده و ترکیب درصد آن‌ها متفاوت خواهد بود. همچنین اهداف مورد نیاز برای هر پوشش آلی نیز مختلف است. تغییر در نوع اجزای ذکر شده با توجه به مصرف آن‌ها می‌تواند خصوصیات مورد نیاز را تأمین نماید.

استفاده خاص از انواع پیگمنت و فیلر در پوشش آلی با توجه به Pigment Volume Concentration بسیار حائز اهمیت است و تهیه آن‌ها با توجه به کم‌تر و یا بیش‌تر بودن مقدار PVC می‌تواند در خواص نفوذپذیری، فیزیکی و مکانیکی و همچنین مقاومت‌های شیمیایی تأثیرگذار باشد. این پوشش‌ها می‌توانند از چند لایه تشکیل شوند؛ از طرفی دیگر، استفاده از رزین‌های پلیمری معدنی و یا آلی، اثرات قابل توجهی بر روی کیفیت پوشش آلی می‌گذارد. نوع رزین آلی و مقدار آن بر روی خواص چسبندگی از نوع adhesive و یا cohesive، خواص رئولوژیکی، یکنواختی، براقت و خواص الکتروشیمیایی فیلم شکل شده اثر می‌گذارد. همچنین تشکیل فیلم به گونه thermoset و یا thermoplastic عملکرد پوشش آلی را بر روی کیفیت و عملکرد دچار تغییر می‌نماید. وجود افزودنی‌های مناسب و تأثیرگذار که بتوانند بر روی خواص ظاهری فیلم و واکنش‌پذیری در شبکه‌سازی ساختمان پلیمری و همچنین بهبود روش‌های اعمال موثر واقع شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

بنابراین پژوهش و بررسی هر گونه از این پوشش‌ها با توجه به متغیرهای گسترده‌ای که در برابر محققین وجود دارد، حوزه نسبتاً وسیعی را برای تحقیقات فراهم می‌آورد تا محققین بتوانند با استفاده از موثرترین مواد تشکیل دهنده براساس تئوری و تجربه، در عمل به دستاوردهای موثر و مورد نیاز خود دست پیدا کنند. انتظاراتی که بر این اساس برای یک پوشش حفاظتی متاثر است می‌بایستی بتواند آزمون‌های متفاوتی که برای پوشش آلی در نظر گرفته می‌شود را برآورده نماید.

در تحقیقات و برای رسیدن به اهداف مورد نظر، ممکن است بدلیل گستردگی خصوصیات مورد انتظار از چند لایه پوششی بجای یک تک لایه استفاده کرد بطوریکه هر یک از لایه‌ها مسئول برآورده کردن تعدادی از خواص مورد انتظار باشند. بنابراین نزدیکترین لایه به سطح سازه فلزی مسئولیت‌های چسبندگی، مقاومت‌های الکتروشیمیایی ویژه و کنترل خوردگی فلز در برابر محیط خورنده را دارا خواهد بود. لایه‌های بعدی شامل عمدتاً میانی و نهائی نیز خواص دیگر پوشش از جمله barrier، مقاومت‌های نفوذی، سایش و خواص مطلوب یک دی الکتریک را فراهم می‌سازند. لیکن اگر وظیفه تمام خصوصیات مورد انتظار از پوشش آلی بعهده یک تک لایه سپرده شود کیفیت پوشش می‌بایستی به گونه‌ای باشد که بتواند همه خصوصیات را از جنبه‌های فیزیکی، مکانیکی، الکتروشیمیایی و ظاهری برآورده نماید. در پوشش‌های مقاوم به خوردگی و در محیط‌های سخت و خاص از نظر خوردگی، تهیه چنین پوششی می‌تواند با چالش‌های فراوانی همراه باشد. معمولاً انتظارات مورد نظر از هر نوع از پوشش‌های حفاظتی تعریف می‌گردد و براساس لیست‌های ارائه شده که عمدتاً براساس لیست‌های ارائه شده استاندارد هستند تعریف می‌شوند. استانداردهای ایرانی، اروپائی و یا مربوطه به سایر کشورهای پیشنهادی می‌توانند معیار تأیید و یا عدم

تصویب برای انجام پروژه‌های خاص، محسوب شوند. استانداردهای صنایع نفت و گاز نیز از جمله این موارد به شمار می‌آیند.

پوشش‌های مورد تحقیق در این پیشنهاد علمی، بایستی بتوانند خصوصیات مختلفی شامل فیزیکی، مکانیکی و الکتروشیمیایی را برآورده نمایند؛ ضمن اینکه از یک تک لایه تشکیل می‌شوند. این تک لایه‌ها نسبتاً ضخیم است و مستلزم تأیید تمام خصوصیات است که در استانداردهای مربوطه از آن‌ها نام برده شده است.

این پوشش‌ها بر اساس استانداردهای BS EN ۱۰۲۹۰ و نیز IGS-M-TP-۰۲۰ تعریف می‌شوند و باید بتوانند آزمون‌های این استاندارد را مورد تأیید خود قرار دهند. تک لایه دیگر نیز بایستی بتواند استاندارد BS EN ۱۰۲۸۹ و نیز IGS-M-TP-۰۲۷ و الزامات فنی آن را با توجه به آزمون‌های تعریف شده با موفقیت به انجام برساند.

### چالش نیاز فناورانه

چالش اصلی این پروژه علاوه بر پاس کردن تمامی آزمون‌های مندرج در استاندارد EN ۱۰۲۹۰ & IGS-M-TP-۰۲۰، روش اجرای متفاوت این محصول با توجه به زمان ژل شدن بسیار کوتاه آن است. مخلوط آن‌ها، اعمال در ضخامت‌های بالا و نیز وجود آزمون‌های متفاوت این دسته از محصولات اهمیت آن‌ها را نشان می‌دهد. از آنجایی که ساختار رزین و هاردنر این پوشش‌ها به طور کلی با رزین و هاردنر پلی‌یورتان مورد استفاده در سطوح بیرونی (Outdoor) متفاوت است، لذا انتخاب گرید مناسب رزین و هاردنر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین بررسی مکانیسم نوع حفاظت کاتدی مورد استفاده در خطوط لوله ی مدفون (Impressed Current) و تغییرات PH در حد فاصل بین پوشش و Substrate، مقاومت در برابر جدایش کاتدی را بسیار مهم نشان می‌دهد.

با توجه به کلیه موارد مطرح شده لازم است از ایده‌های جدید در طراحی فرمولاسیون استفاده شود.

در مورد پوشش اپوکسی، چالش اصلی این پروژه، علاوه بر پاس کردن تمامی آزمون‌های مندرج در استاندارد EN ۱۰۲۸۹ & IGS-M-TP-۰۲۷، **داشتن حداقل زمان ژل شدن** به جهت جلوگیری از نفوذ گرد و خاک و حشرات بر روی فیلم رنگ که باعث ایجاد Holiday می‌شوند و نیز **قابلیت عدم شره کردن فیلم رنگ در ضخامت‌های بالا** در اعمال می‌باشد.

هر یک از تست‌های مندرج در استاندارد، وابسته به خواص فیزیکی، مکانیکی، ریولوژی و الکتروشیمیایی محصولات است و لذا استفاده از مواد تشکیل‌دهنده پوشش صنعتی در کنار ترکیب درصد مناسب برای آن‌ها، حائز اهمیت بوده و در این کار تحقیقاتی مورد توجه قرار می‌گیرند.



8



بنیاد ملی علم ایران

شکل ۱. شماتیک فرایند و مراحل انجام پروژه

## گام‌های تحقیقاتی و الزامات طرح

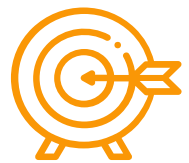


۱. آنالیز معکوس نمونه خارجی (تفکیک جامد / مایع)؛
۲. انتخاب بهترین مواد تولید شده و طراحی آزمون؛
۳. تهیه مواد شیمیایی و ارزیابی خواص فیزیکی / شیمیایی / الکتروشیمیایی / مکانیکی؛
۴. توسعه فرمولاسیون و تست عملکرد (کوتاه مدت) با توجه به آزمون‌های مندرج در استانداردهای EN ۱۰۲۸۹ & IGS-M-TP-۲۷ و EN ۱۰۲۹۰ & IGS-M-TP-۰۲۰
۵. انجام آزمون‌های تایپ تست (بلند مدت)
۶. اصلاح فرمولاسیون و بررسی مجدد آزمون‌های **Failed** شده
۷. ساخت نمونه آزمایشگاهی
۸. اخذ تاییدیه.

## خروجی پژوهش

- پوشش خطوط لوله مدفون در خاک بر پایه رزین اپوکسی و پلی‌یورتان مطابق با استانداردهای

EN ۱۰۲۸۹ & IGS-M-TP-۰۲۷ و EN ۱۰۲۹۰ & IGS-M-TP-۰۲۰



## تسهیم مالکیت فکری

- مالکیت معنوی: مجری در مالکیت معنوی ناشی از اجرای پژوهش سهیم خواهد بود و انتشار مقاله مشترک توسط مجری و متقاضی در ژورنال‌های داخلی و خارجی، ارائه مقاله در کنفرانس‌ها و سمینارها با موافقت و اشاره به نام همه دست‌اندرکاران مجاز خواهد بود.

- **مالکیت مادی:** با توجه به مدل کسب و کار و اجرا و اثبات دستاوردهای حاصل از طرح توسط شرکت متقاضی، منافع مالی ناشی از توسعه این فناوری برای شرکت متقاضی خواهد شد اما مطابق تراضی بین شرکت متقاضی و مجری، قابل اشتراک بین آنها خواهد بود.

### نحوه پذیرش

پذیرش طرح‌ها رقابتی است و از بین پروپوزال‌های دریافتی، موردی که شرایط زیر را داشته باشد، در اولویت خواهد بود:

۱. ترکیب متخصصین تیم پیشنهادی مرتبط باشد.
۲. افراد پیشنهادشده، دارای سابقه پژوهشی و فنی در آن موضوع باشند.
۳. زمان‌بندی، هزینه و شرح خدمات، متناسب و مرتبط با پژوهش مورد تقاضا باشد. (در این بخش، مجری می‌تواند برآورد اولیه خود را اعلام کند اما بدیهی است جزئیات اجرایی در ابتدای امر مشخص نیست و مجری و کارفرما با علم به این موضوع وارد این توافق خواهند شد)
۴. پروپوزال، طبق فرمت پیشنهادی بنیاد، تهیه و از طریق سامانه کاپیر ارسال شده باشد.
۵. فونت حروف و اعداد فارسی B Nazanin و اندازه قلم ۱۳ و فونت حروف و اعداد انگلیسی، Times

New Roman و اندازه قلم ۱۱ باشد.

### هزینه‌های قابل قبول:

- حق تحقیق نیروی انسانی
- تست آنالیز توسط متخصص

- خدمات

## حوزه‌های اولویت دار

- شیمی و پلیمر

## واجدین شرایط

- پژوهشگر اصلی تیم لازم است عضو هیئت علمی فعال یکی از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور باشد. پس از دریافت پروپوزال از طریق سامانه، ارزیابی انجام گرفته و در صورت کسب امتیاز بالا، تیم برگزیده جهت مذاکره با بنیاد و شرکت متقاضی دعوت خواهد شد.

## فایل‌های پیوست

- [فایل پیوست ۱](#)
- [فرم درخواست پیشنهاد \(RFP\)](#)

## تاریخ فراخوان

- کلیه افراد واجد شرایط به مدت یک ماه از تاریخ انتشار فراخوان یعنی تا ۱۹ دی فرصت دارند که پروپوزال خود را از طریق [سامانه کاپر](#) برای بنیاد ملی علم ایران ارسال نمایند.

## مبلغ حمایت

- پژوهش پیشنهاد شده تا سقف ۸۰ درصد، حداکثر ۲/۵ میلیارد تومان، توسط بنیاد ملی علم ایران حمایت خواهد شد. بدیهی است که مابقی هزینه‌ها باید توسط شرکت متقاضی پژوهش تأمین شود.



### شیوه ثبت نام و ارسال درخواست

پژوهشگران گرامی جهت ثبت نام می توانند به سامانه [کاپیر](#) مراجعه و از طریق بخش متقاضیان / پژوهشگران اقدام نمایند. در صورتی که در این سامانه پروفایل مشخصات فردی ندارید، ابتدا ثبت نام نموده و سپس به وسیله نام کاربری (Email) و رمز عبور اعطا شده وارد سامانه شوید. پس از ورود در بخش ارسال طرح جدید می توانید از کارتابل پژوهش عمیق شرکت های دانش بنیان اقدام به ارسال طرح نمایید.

### مسئول پاسخگویی

- در صورت داشتن هر گونه سوال می توانید با کارگروه دانش بنیان با ایمیل [amini.m@insf.org](mailto:amini.m@insf.org) و شماره تلفن ۰۲۱۸۲۱۶۱۱۵۰ (آقای جندیلی) تماس بگیرید.