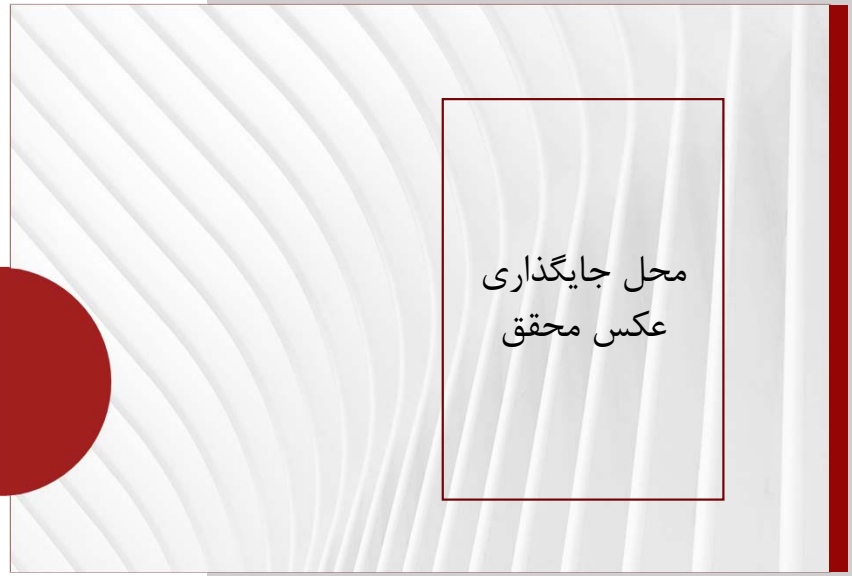
پژوهشگاه نیرو

اطلاعات محقق



نام طرح: **توسعه استفاده از فناوری نانو در حوزه توزیع**
(نام پروژه: استفاده از فناوری نانو در افزایش دوام فونداسیون دکلهای انتقال برق تحت حفاظت کاتدی)

نام: سارا

نام خانوادگی: محسنی

میزان تحصیلات: دکترای نانوفناوری

پژوهشگاه نیرو

تصاویر محصول

پژوهشگاه نیرو

شرح مشکل

خوردگی فولاد در بتن یک فرآیند الکتروشیمیایی است که شامل حرکت الکترون‌ها است و زمانی رخ می‌دهد که لایه محافظ تشکیل شده بر سطح فولاد در بتن در حین هیدراته شدن سیمان، به دلیل اسیدی شدن یا غیرقلیائی شدن تخریب شود. اسیدی شدن یا غیرقلیائی شدن و شکست لایه‌ی محافظ نتیجه کربناته شدن، نفوذ کلریدها و یا جریان‌های سرگردان است. خوردگی در حضور رطوبت، اکسیژن و اجزاء خورنده از جمله کلرید گسترش می‌یابد. بنابراین، پدیده‌ی خودبه‌خودی خوردگی، توسط دو عامل اصلی کنترل می‌شود؛ پتانسیل و pH محیطی که فولاد در آن قرار دارد. متداول‌ترین روش تعمیر بتن، زدودن قسمت‌های آسیب دیده بتن و تمیز کردن سطح میلگردها و سپس وصله کردن محل مزبور با سیمان پرتلند است. این روش نه تنها موجب حفاظت میلگرد نمی‌گردد بلکه خوردگی آن را تشدید می‌کند. زیرا ناحیه تعمیر شده دارای غلظت پائینی از یون کلر بوده و نواحی باقیمانده قبلی دارای غلظت بیشتری از یون کلر می باشند. بنابراین بین دو ناحیه مزبور پیل گالوانیکی تشکیل شده و موجب تشدید خوردگی در نواحی اطراف وصله تعمیر شده خواهد شد. هدف از انجام پروژه کاهش یا توقف خوردگی میلگرد بتن مسلح فونداسیون دکل‌های خطوط انتقال و فوق توزیع با استفاده از حفاظت کاتدی به طریق نصب آند فداشونده روی دارای خمیر حاوی نانومواد می باشد.

معرفی محصول و مرحله اجرایی آن

نظر به ضرورت مهار خوردگی در سازه‌های بتن مسلح و با توجه به چالش فوق از یک سو و توسعه‌ی رو به رشد روش حفاظت کاتدی سازه‌های بتن مسلح در دنیا از سوی دیگر، در پژوهش حاضر استفاده از نانوفناوری در ارتقاء عملکرد آند در سازه‌های بتن مسلح تحت حفاظت کاتدی مد نظر قرار گرفته است. جنس آند از روی خالص و خمیر اطراف آن دارای اجزای متفاوتی است. جز اصلی این ملات، نگه‌دارنده یا پرکننده می‌باشد که بخش عمده‌ای از ملات را تشکیل می‌دهد. طبق مطالعات پیشین، لازم است از موادی استفاده شود که اولاً نفوذپذیر بوده و قابلیت جذب آب را داشته باشد تا بتوان یکی از بخش‌های مهم را در سیستم حفاظت کاتدی که الکترولیت می‌باشد حفظ نمود. نفوذ آب درون محیط اطراف آند و رسیدن به سطح آند هم باعث برقراری رسانایی الکترولیت شده و هم موجب انجام فرآیند خوردگی فلز روی می‌شود. بنابراین میزان نفوذپذیری و همچنین آبدوستی این محیط بسیار مهم است. از سوی دیگر ماده پرکننده باید از نظر شیمیایی و فیزیکی نیز پایدار باشد به این معنا که در محیط‌های اسیدی و قلیایی و همچنین در محدوده دمایی که در بتن امکان رخداد دارد، بتواند پایدار بماند. در این دستورالعمل استفاده از خمیر هیدروژلی حاوی نانورس به میزان حاوی حداکثر ۵٪ وزنی توصیه می‌شود.

مزیت‌های فنی و رقابتی محصول و کاربری‌های آن

- توسعه دانش فنی اجرای سیستم حفاظت کاتدی با بهبود عملکرد آند از طریق استفاده از نانوذرات در خمیر اطراف آن
- کاهش هزینه های تعمیر و افزایش طول عمر سازه های بتن مسلح از جمله فونداسیون دکل های انتقال برق
- مقرون به صرفه بودن به دلیل جلوگیری از خروج ارز و تولید داخلی
- اجرای دستورالعمل فنی حفاظت کاتدی فونداسیون دکل های انتقال برق
- استفاده از مدل شبکه عصبی جهت مدلسازی خوردگی در بتن مسلح

بازارهای هدف

نام بازار هدف	حجم کلی بازار (میلیون ریال)	سهم قابل دستیابی	ارزش ریالی بازار قابل دستیابی
پست های انتقال و توزیع برق		-	-
	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

برآورد اقتصادی پروژه

- به منظور توصیف برآورد اقتصادی پروژه لازم به ذکر است به عنوان مثال در در استان هرمزگان و در محدوده عملیاتی شرکت برق منطقه ای هرمزگان بیش از ۵۰۰۰ کیلومتر خط انتقال و فوق توزیع وجود دارد. با در نظر گرفت اسپن متوسط ۲۵۰ متری، یعنی بیش از ۲۰۰۰۰ دکل و تبعاً ۸۰۰۰۰ لگ در این محدوده وجود دارد. در سال ۱۳۹۱، ۳۰۰ دکل (۱۲۰۰ لگ) به دکل ها اضافه شده است و در سال ۱۳۹۲ نیز ۱۵۰ اصله دکل (۶۰۰) لگ در حوزه انتقال و فوق توزیع به بهره برداری رسیده است. در حال حاضر به طور متوسط سالانه ۱۰۰۰ لگ یعنی ۲۵/۱ درصد آن ها تحت تعمیر سنتی قرار می گیرند و هر لگ در سال ۱۳۹۳ حدود ۱۳ میلیون هزینه اصلاح دارد. این بدان معنی است که شرکت برق منطقه ای هرمزگان سالانه بیش از ۱۳ میلیارد ریال هزینه مستقیم ناشی از خوردگی پایه دکل ها پرداخت می نماید که پس از تعمیر طول عمری کمتر از ۱۰ سال و بعضاً حدود ۵ سال خواهند داشت. حال اگر هزینه ترمیم براساس جدول ۳ از سال ۱۳۹۳ به سال ۱۳۹۵ تبدیل شود، براساس فرمول اقتصاد مهندسی ذیل این مبلغ برابر با ۱۷ میلیون ریال به ازای ترمیم هر لگ خواهد شد.

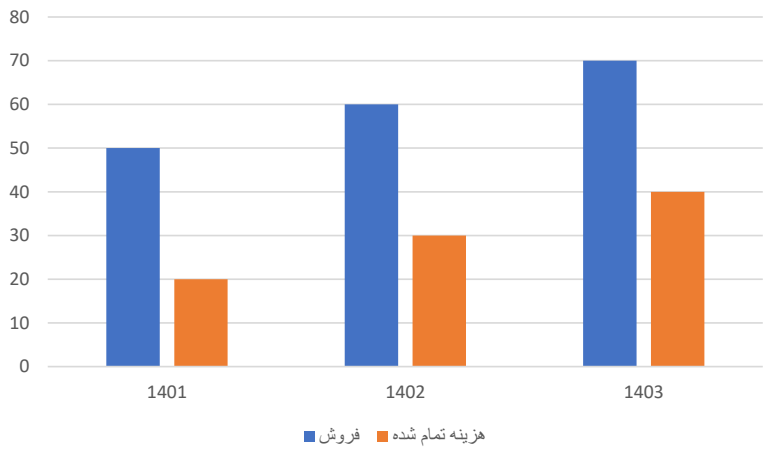
$$NPV= P\,(1+i)^n$$

در این فرمول NPV ارزش حال خدمات یا کالای مد نظر، P ارزش قدیمی، i نرخ بهره برابر (با ۱۵ درصد) و n زمان مد نظر می باشد. با توجه به اینکه استفاده از آندها پروسه ترمیم را حداقل ۱۰ سال به تعویق خواهد انداخت، همین محاسبات برای طول عمر فونداسیون ۲۰ سال کارکرد فونداسیون در منطقه هرمزگان انجام می شود (جدول ۱). واضح است برای این بازه فونداسیون بدون حفاظت نیاز به یک بار ترمیم دارد و این در حالی است که فونداسیون تحت حفاظت نیاز به ترمیم نخواهد داشت. همچنین طول عمر فونداسیون ترمیمی بدون حفاظت به طور خوشبینانه ۱۰ سال در نظر گرفته شده است.

ردیف	هزینه احداث در سال ۱۳۹۵	هزینه ترمیم در سال ۱۴۰۵	هزینه انجام شده تا سال ۱۴۱۵
فونداسیون بدون حفاظت کاتدی	X	69	16X+279
فونداسیون با حفاظت کاتدی	X+11	0	16X+180

جدول فوق بدین معنی است که اجرای حفاظت کاتدی بر روی هر لگ فونداسیون در سال ۱۴۱۵ به میزان ۹۹ میلیون ریال صرفه اقتصادی ایجاد خواهد نمود.

پیش‌بینی فروش محصول در ۳ سال آینده



پیش‌بینی هزینه‌ها و سرمایه مورد نیاز جهت تجاری‌سازی

عناوین هزینه	مبلغ (بر حسب ده هزار ریال)
مواد لازم برای تهیه بتن (50 کیلوگرم)	3000
آند فداشونده روی مخصوص بتن (20 کیلوگرم)	16000
آزمون های مقاومت مکانیکی بتن	9000
آزمون پلاریزاسیون و آزمون طیف نگاری امپدانس الکتروشیمیایی	20000

پژوهشگاه نیرو

نکات تکمیلی

در کشور ما نیز خوردگی بتن مسلح در مناطق خورنده و از جمله مناطق جنوب کشور (حاشیه‌ی خلیج فارس) همواره یکی از مسائل مبتلابه واحدهای صنعتی مختلف همانند نیروگاه‌ها و دکل‌های شرکت‌های توزیع نیروی برق بوده است. امروزه در کشورهای مختلف، جهت مهار خوردگی بتن مسلح، روش‌های مختلفی از جمله پوشش دادن میلگرد، اعمال پوشش بر سطح بتن، استفاده از بازدارنده‌های خوردگی در طرح اختلاط بتن و حفاظت کاتدی را پیشنهاد داده‌اند. در میان روش‌های مختلف مهار خوردگی بتن مسلح، حفاظت کاتدی تنها روشی است که با استفاده از آن می‌توان سرعت خوردگی را به صفر رساند و دوام بتن را به ویژه در سازه‌های بتنی مسلح آلوده به یون کلر افزایش داد و از نانوفناوری جهت بهبود عملکرد استفاده نمود.

پژوهشگاه نیرو

اطلاعات تکمیلی

با تشکر از حسن توجه شما