تولید نرم افزار عمومی حفاظت کاتدی تاسیسات زیر دریا

حسین طاهری[1] ، رضا مظفری نیا[2]

1- دانشکده مهندسی دریا ، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

2- دانشکده مهندسی مواد ، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

htahery@gmail.com

چکیده

پدیده خوردگی یکی از مهمترین و عمومی ترین عوامل تخریب در تاسیسات زیر دریا می باشد. جهت مقابله و کاهش این اثر از انواع مختلف روشهای حفاظت کاتدی بنا به موارد کاربرد و در شرایط گوناگون استفاده می گردد. با توجه به فراگیری استفاده از این روشها ، و نیز گستردگی حجم و عملیات کاری در سازه ها و تاسیسات دریایی ، لزوم انجام طراحی های دقیق برای هر پروژه صنعتی که در آن دو عامل صرفه جویی در وقت و هزینه و نیز صحت انجام کار ، به همراه قابلیت تکرار متناوب برای موارد مختلف قابل دستیابی باشد ضروری به نظر می رسد.

در تحقیق حاضر با استفاده از عوامل موثر در حفاظت کاتدی در حوزه دریایی و روابط و معادلات مربوطه ، یک بسته نرم افزاری تحت عنوان CP Design طراحی گردیده است. به کمک این نرم افزار می توان با وارد کردن اطلاعات اولیه تجهیزات مورد حفاظت و محیط ، به خروجی های مورد نیاز برای حفاظت کاتدی دستیابی نمود.

کلمات کلیدی : حفاظت کاتدی – تاسیسات زیر دریا – برنامه نرم افزاریCP Design

---

[1] – دانشجوی کارشناسی ارشد

[2] – استادیار

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

1- مقدمه

طراحی یک سیستم حفاظت کاتدی برای تاسیسات زیر دریا از روشهای کلی و در عین حال ساده طراحی حفاظت کاتدی تجهیزات صنعتی پیروی می کند که مانند هر شرایط دیگری ، لازم است تا با توجه به محیط و شرایط انجام کار ، و نیز با استفاده از تجربیات بدست آمده و مطالعات مختلف انجام شده در طی سالیان متمادی ، عوامل اثر گذار دیگر هم در نظر گرفته شوند. از جمله این موارد می توان به نوع و ترکیبات آندهای مصرفی ، نحوه نصب و ... اشاره نمود.

در این مقاله نحوه گردآوری اطلاعات مختلف و نیز نتایج حاصل از پردازش آنها در برنامه نرم افزاری CP Design بر اساس استانداردها گردآوری شده است.

2- معرفی نرم افزار CP Design و نحوه عملکرد آن

این بسته نرم افزاری بر اساس انتخاب روش طراحی حفاظت کاتدی توسط کاربر و بر مبنای استانداردهای مختلف و معمول در این زمینه مانند DNV-RP-B401, ISO و... که تعیین کننده نحوه انجام محاسبات و تعین داده های مختلف مورد نیاز در مراحل متعدد است ، به انجام محاسبات طراحی می پردازد . بطوریکه پس از انتخاب روش و نیز استاندارد مبنای مورد نیاز ، در هر مرحله با توجه به نوع اطلاعات خواسته شده ، داده های مورد نیاز توسط کاربر بطور دستی و یا به کمک جداول و نمودارهای استاندارد مورد نظر که برای هر مورد بطور جداگانه قابل دسترسی است ، به نرم افزار وارد می شود و سپس پس از انجام محاسبات ، نتایج مطلوب در صفحه خروجی درج می گردد(شکل 1).

همچنین در این نرم افزار قابلیت دسترسی به اطلاعات سازندگان مطرح آندهای دریایی و نیز قابلیتهای جنبی دیگر مانند تبدیل واحدها نیز گنجانده شده است(شکل 2).

3- بررسی عملکرد نرم افزار بوسیله مقایسه مراحل مختلف

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

جهت بررسی عملکرد نرم افزار و نیز اطمینان از صحت نتایج حاصل از آن ، آزمایشهای مختلفی انجام شد. نتایج حاصل از بررسی های مختلف از جمله یک نمونه طراحی خط لوله زیر دریا با شرایط زیر ، مربوط به یک سامانه در فاز 6 پارس جنوبی ، که در قسمت4 به بحث در مورد آنها پرداخته می شود ، نشان می دهد نرم افزار مورد بحث از عملکرد مطلوبی برای استفاده کارشناسان و متخصصین حوزه دریا برای طراحی حفاظت کاتدی برخوردار است.

قطر خارجی لوله	D=813 mm
ضخامت پوشش	t_c=6 mm
عمر طراحی سیستم	Life=25 سال
طول کلی خط لوله	$L_{pipeline}$=110.6 km
دمای داخلی خط لوله	T_{in}=0 degC
دمای خط لوله در فاصله L_2	T_2=31 degC
دمای آب دریا	T_{amb}=27 degC
مقاومت محیط	ξ=0.25 mm
دانسیته ماده آند	ρ_{anode}=2700 kg.m^{-3}
ظرفیت جریان	cc=2000 A.hr.kg^{-1}

3-1- سطح مورد حفاظت

در این نرم افزار هر چند قابلیت وارد نمودن مقدار مساحت سطح کل تحت حفاظت وجود دارد ، اما قابلیت محاسبه سطح نیز با توجه به نوع سازه نیز در آن گنجانده شده است. بدیهی است که در شرایط مختلف به دلیل قرار گیری سازه تحت تاثیر عوامل گوناگون باید عوامل دیگری هم در نظر گرفته شود ، بطور مثال در استاندارد DNV-

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

RP-B401 ، برای محاسبه سطح تحت حفاظت باید تمامی عوامل دیگر مانند اتصالات فلزی که میزان جریان مورد نیاز را تحت تاثیر قرار می دهند ، در نظر گرفته شوند.

این عوامل در اینجا یا بصورت راهنمایی و یا بصورت قابلیت افزودن ضرایب مختلف تصحیح ، در نظر گرفته می شوند ، مثلا در مورد خط لوله فاز 6 پارس جنوبی مقدار سطح توسط محاسبه نرم افزار و بدون در نظر گرفتن عامل دیگری $282485.10\ m^2$ بیان شده است که با مقدار داده شده توسط شرکت طراح در شرایط پروژه ، m^2 284886.22 دارای 0.85% اختلاف است.

3-2- تاثیر پروفیل دما:

از آنجائیکه برخی جداول بیان کننده میزان دانسیته جریان بر اساس دما مرتب شده اند (شکل 3) ، دما و تغییرات آن در طراحی حفاظت کاتدی و بخصوص در میزان دانسیته جریان مورد نیاز در استانداردهای گوناگون باید در طراحی مد نظر قرار گیرد.

بعنوان مثال در استاندارد ISO به ازای هر $1\ ^\circ C$ که دمای سطح تحت حفاظت اضافه تر از $25\ ^\circ C$ ، باید $1\ mA/m^2$ به دانسیته جریان مورد نیاز افزوده گردد. در روشهای دیگر نیز جهت اعمال دقیقتر اثر دما ، پروفیل دما در سطح مورد نظر رسم می گردد. جهت مقایسه این تغییرات برای خط لوله فاز 6 پارس جنوبی در شکل 4 ارائه گردیده است.

3-3- دانسیته جریان مورد نیاز

بر اساس تجربیات بدست آمده در طی سالیان متمادی در پروژه های کاربردی و نیز مطالعات تجربی انجام شده جهت تعیین میزان جریان مورد نیاز برای حفاظت کاتدی سازه های گوناگون ، استاندارد های مختلف اقدام به بیان آنها بر حسب mA/m^2 نموده اند که برای سازه های مختلف با یکدیگر متفاوت است. مقایسه ای از میزان دانسیته

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

جریان مورد نیاز برای سازه های گوناگون و نیز خط لوله مورد نظر در محیط خلیج فارس طبق استانداردهای گوناگون در شکل 5 آورده شده است که در نرم افزار با توجه به انتخاب اولیه ای که برای روش و استاندارد مربوطه انجام شده است اعمال می گردد.

4-3- اثرات پوشش دهی سطح

اثر پوشش دهی سطح معمولا توسط پارامتری به نام ضریب شکست پوشش[1] اعمال می شود. بدیهی است وجود یک پوشش صد درصدکامل و بدون درز و شکاف موجب مقاومت کامل در برابر خوردگی شده و ما را از نیاز به حفاظت کاتدی مستغنی می سازد. ولی در عمل پوششها کاملا عایق نبوده و نیز ممکن است در حین نصب و یا بهره برداری دچار شکست و یا خرابی شوند. بنابراین باید این پدیده توسط ضریبی در طراحی حفاظت کاتدی در نظر گرفته شود. این ضرایب با توجه به جنس پوشش ، در استانداردهای مختلف آورده شده اند که در نرم افزار بر مبنای روش انتخاب شده ، راهنماییهای لازم جهت انتخاب این ضرایب آورده می شود.

نمونه ای از بررسی اثرات پوشش و ضرایب آنها در شکل 6 آورده شده است.

4- انجام محاسبات و ارائه نتایج

هدف از انجام محاسبات طراحی حفاظت کاتدی بدست آوردن میزان کل جریان مورد حفاظت است که توسط یک منبع خارجی و یا آندهای فدا شونده تامین می شود. بنابراین بدست آوردن وزن آند مورد نیاز بطوریکه بتوان هم جریان مورد نیاز را در طول دوره عمر طراحی تامین کرد و هم از هزینه های اضافی دیگر پرهیز نمود ، در اولویت می باشد. این نتایج که با توجه به جنس آند انتخابی و دیگر پارامتر های نامبرده شده

[1] - Coating Breakdown Factor

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

بدست می آیند ، برای خط لوله ذکر شده توسط طراحی انجام شده شرکت سازنده و نیز استانداردهای مختلف بدست آمده و نتایج حاصل از آن در جدول زیر تنظیم شده است.

جدول 1- نتایج طراحی حفاظت کاتدی یک نمونه خط لوله پارس جنوبی

	JP Kenny-Co.	CP Design	
		DNV-RP-B401	ISO
کیلوگرم, وزن کل آند	***155610***	***156075***	***154982***
کیلوگرم , وزن آند	***207.8***	***207.8***	***207.8***
تعداد آند های مورد نیاز	***749***	***751***	***746***

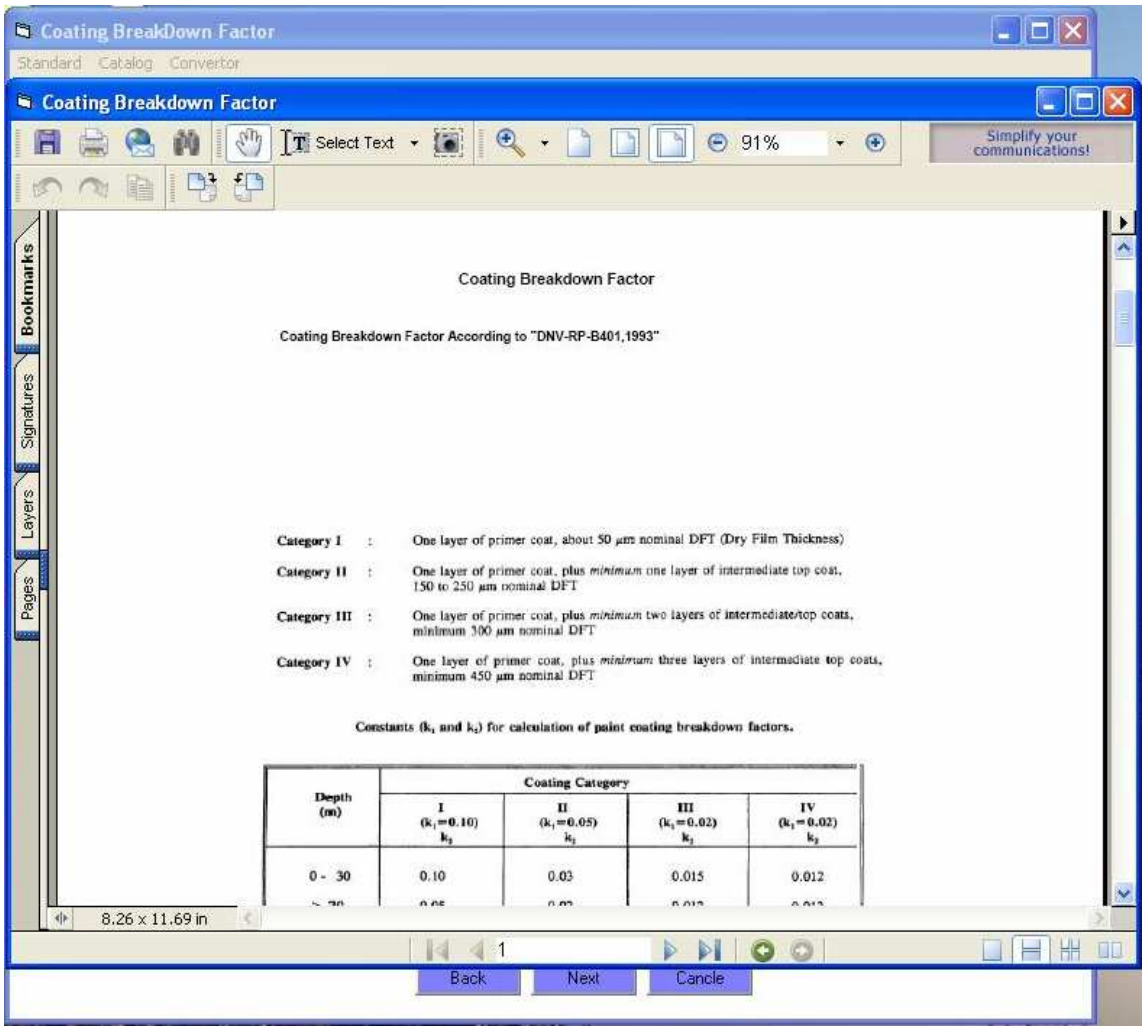
5- بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده بعنوان خروجی های نرم افزار که تطابق قابل قبولی با نتایج عملی دارد و نیز با نگاه به نیاز گسترده صنایع مختلف و به خصوص صنایع دریایی که به علت خورندگی بالای محیط ، حفاظت کاتدی نقش مهمی را در آنها دارد ، نیاز به دسترسی به امکانات و توانمندیهای محاسبات دقیق و سریع که دارای صحت لازم جهت بکار گیری را داشته باشند را مشهود می سازد.

استفاده از چنین برنامه ای می تواند موجب ایجاد مزایای فراوان و صرفه جویی در وقت و هزینه گردد. بدیهی است جهت شامل شدن تمامی موارد و سازه های گوناگون که شرایط محیطی و سازه ای متفاوتی دارند ، نیاز به توسعه و ارتقا هر چه بیشتر توانمندیهای این برنامه ضروری به نظر می رسد.

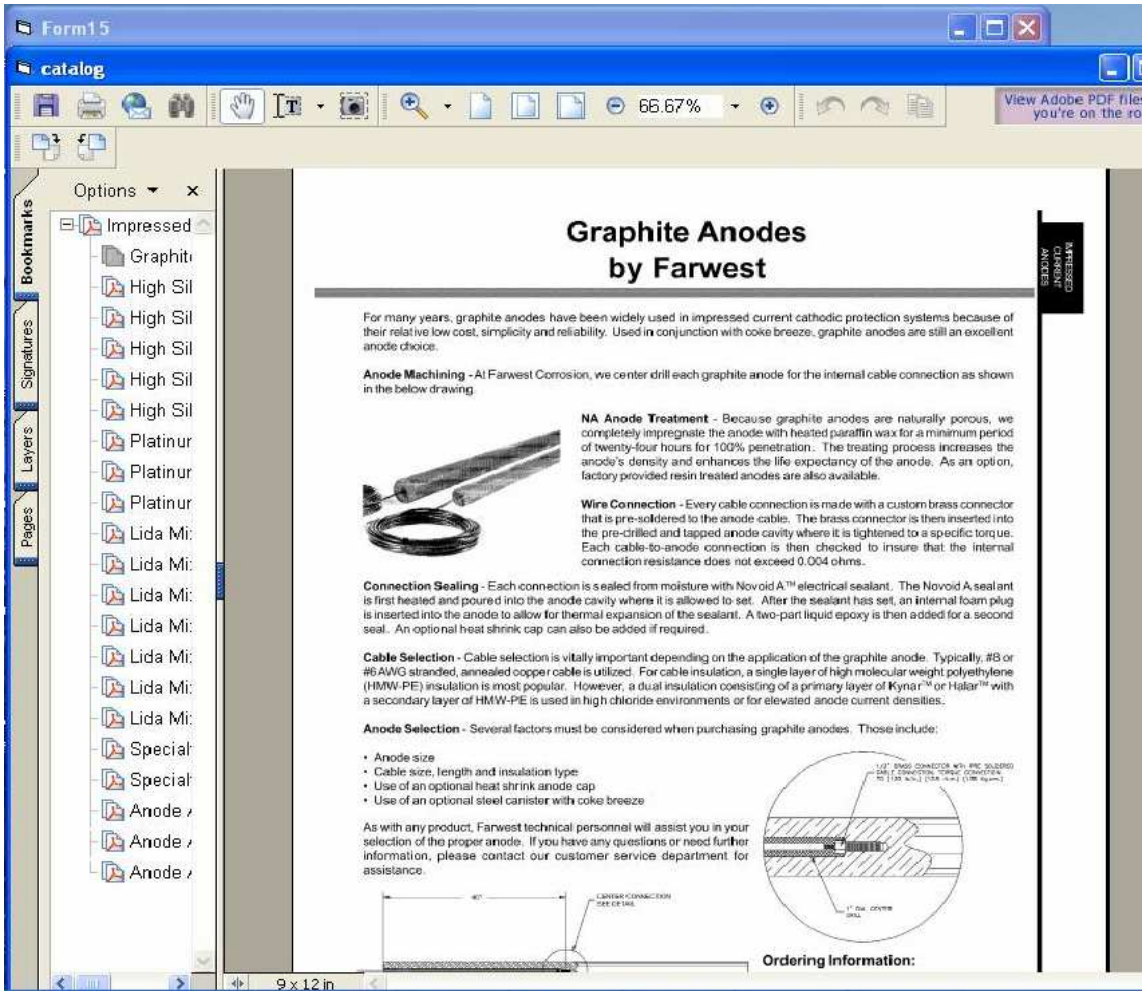
مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

6- اشکال



شکل 1- جداول و نمودارهای استاندارد مورد نیاز برای هر بخش

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com



شکل 2- دسترسی به اطلاعات مورد نیاز از آندهای سازندگان مختلف

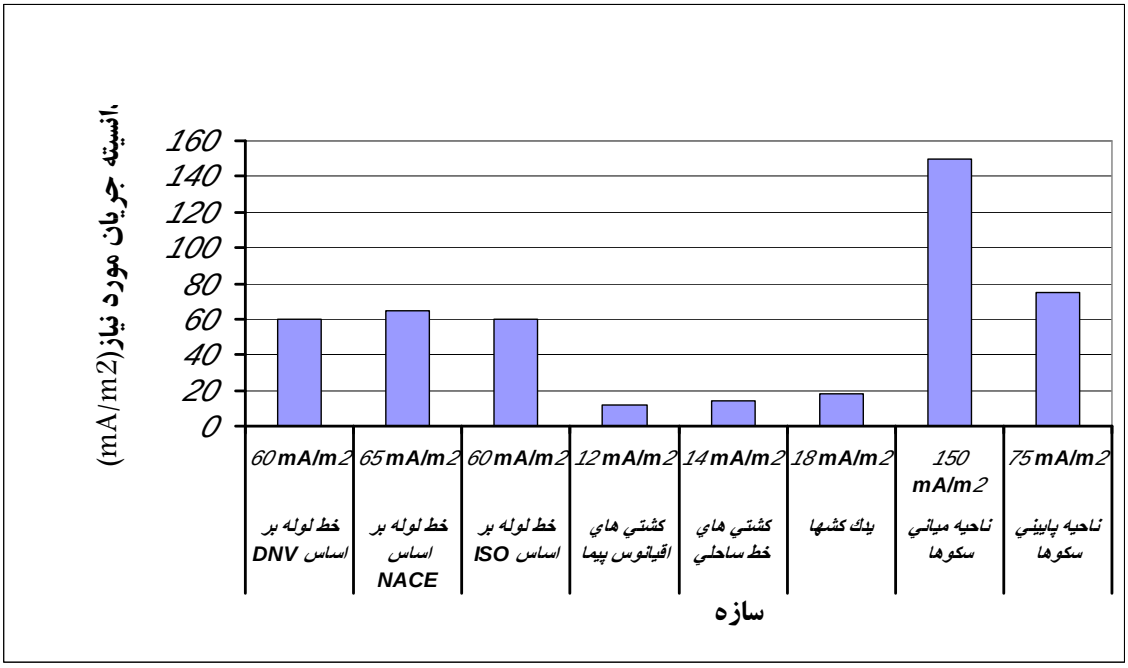
دانسیته جریان متوسط مورد نیاز طراحی (m2/A) برای سطوح فلزی بدون پوشش غوطه ور در آب بر حسب دما				
عمق - متر	گرمسیری (درجه سانتیگراد20>)	نیمه گرمسیری (درجه سانتیگراد20-12)	درجه (12-7سانتیگراد)	قطبی (درجه سانتیگراد7>)
0-30	0.070	0.080	0.100	0.120
>30-100	0.060	0.070	0.080	0.100
>100-300	0.070	0.080	0.090	0.110
>300	0.090	0.100	0.110	0.110

شکل 3- دانسیته جریان مورد نیاز بر اساس دما

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

شکل 4- مقایسه پروفیل دمای خط لوله پارس جنوبی در نرم افزار CP Design و طراحی کمپانی JP Kenny

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com



شکل 5- دانسیته جریانهای مورد نیاز برای سازه های مختلف

ضریب "شکست پوشش" متوسط برای پوششهای ضد خوردگی و عایقهای حرارتی					
نوع پوشش	عمر طراحی - سال				
	10	20	30	40	50
Asphalt/coal tar enamel + concrete	0.014	0.020	0.031	0.042	0.054
Fusion bonded epoxy + concrete	0.014	0.020	0.031	0.042	0.054
Fusion bonded epoxy	0.045	0.066	0.104	0.140	0.180
Electrometric Materials	0.007	0.010	0.016	0.023	0.034
Polyethylene (PE) and Polypropylene (PP) anti-corrosion	0.011	0.018	0.029	0.040	0.051
PE/PP anti-corrosion + concrete	0.007	0.010	0.016	0.023	0.034
Thermal insulation systems	0.001	0.002	0.004	0.006	0.008
سیستمهای عایق حرارتی باید دارای یک لایه اولیه مناسب از پوشش محافظ خوردگی باشند					

شکل 6- ضرایب پوشش برای جنسها و عمر طراحی های متفاوت

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com

7 - مراجع

[1]-Det Norske Veritas, DNV-RP-B401, “Cathodic Protection Design”,2005

[2]-Cathodic Protection for Pipeline Transportation Systems, International Standard ISO, 2001

[3]- JP Kenny Ltd ,Technical report, 2005

[4]- امینی، رسول و اقرا، رحیم و مهدی، جوانبخت و حاجی باقری ،عوض ، "سیستمهای حفاظت کاتدی برای سازه های فولادی دور از ساحل"، دومین همایش علوم و فن آوری زیر دریا، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، آذر 1382

[5]- مظفری نیا ، رضا ، "خوردگی سازه های دریایی" ، انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر،1385

مرجع مهندسی عمران
www.CIVILICA.com