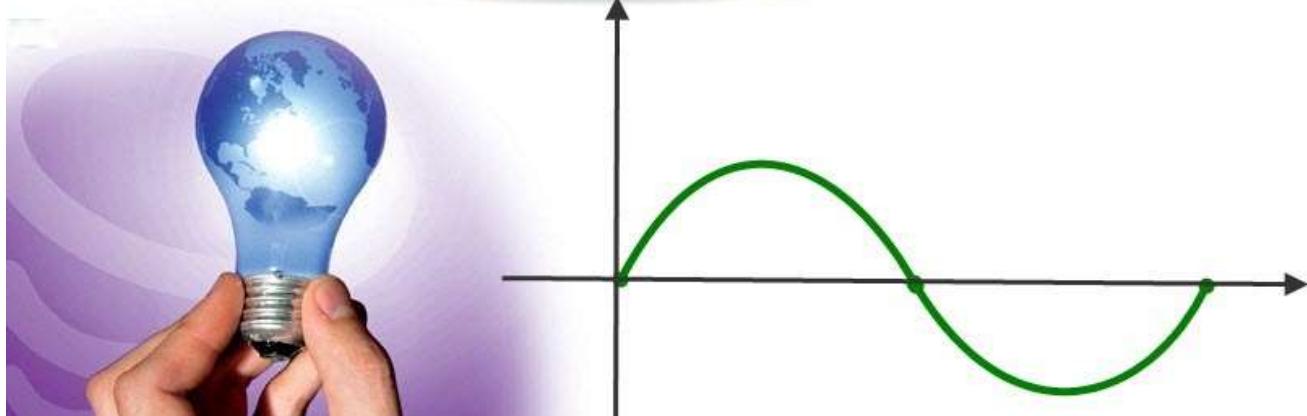
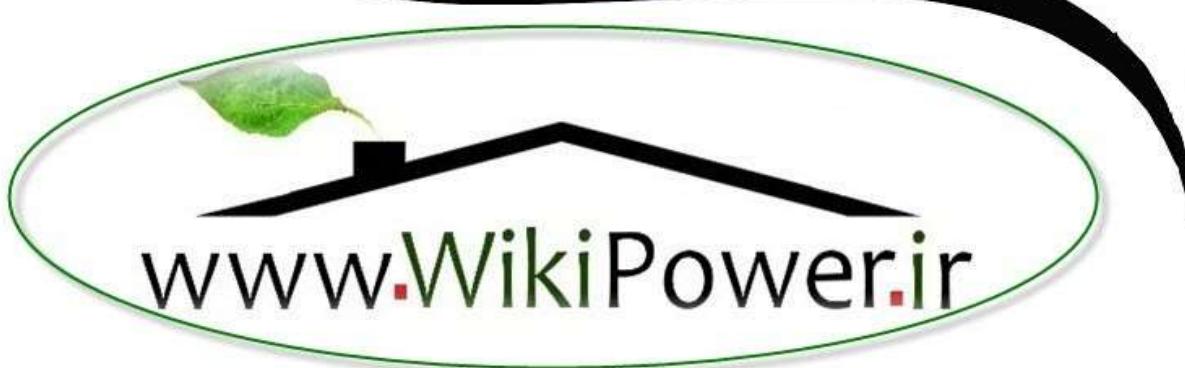


برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

کامپوزیت و کاربردهای آن در برق



برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک](#) کنید.

(شماره پروژه = ۲۰۰)

شماره جهت ارسال پیام : ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول

آشنایی با کامپوزیت

و

نگاهی کلی به کاربرد آن در صنعت برق



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۱-۱ مقدمه

از دیر باز ، انسان مواد مختلف را با هم ترکیب می نمود تا ماده ای جدید با خواص بهتر بدست آورد. به عنوان مثال در زمان فرعونه ، کارگران برای افزایش استحکام آجر ها ، از تکه های کاه در آنها استفاده می کردند .

یک کامپوزیت ماده ای است که دارای یک فاز متمایز فیزیکی و شیمیایی پخش شده در یک فاز پیوسته دارد و عموماً دارای خواص متفاوت و یا بهتر از آن دو جزء می باشد. فاز پیوسته ، فاز زمینه نام دارد و فاز پخش شده معمولاً فاز تقویت کننده می تواند به صورت ذره ، رشته و یا صفحه باشد .

مرسوم است که کامپوزیت ها را بر اساس خصوصیات فاز زمینه طبقه بندی می کنند . از این نظر ، با توجه به اینکه مواد به سه دسته کلی تقسیم می شوند ، سه نوع کامپوزیت وجود دارد :

کامپوزیت های زمینه سرامیکی (CMC) ، کامپوزیت های زمینه فلزی (MMC) و کامپوزیت های زمینه پلیمری (PMC) از مزایای کامپوزیت ها استحکام بالا ، وزن کم ، قابلیت طراحی و عمر بسیار بالا ای آنها است . امروزه از کامپوزیت در ساخت و ساز تجهیزات اداری ، حمل و نقل ، ورزشی ، پزشکی ، صنایع و ... استفاده می گردد.

در صنایع کامپوزیت طیف وسیعی از محصولات را تولید می کنند . مانند :

۱ - هواپیما ، هوا فضا ، صنایع دفاعی : اجزاء هواپیما ، سپر های حرارتی ، پوسته موتور راکت و ملزومات دیگر

۲ - ملزومات، تجهیزات اداری : دستگاه کپی ، اجزا کامپیوتر ، ملزومات خانگی و ابزار الکتریکی.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

- ۳- ساخت و ساز : استخر های شنا ، وان حمام ، برج های خنک کننده ، اجزا داخل حمام ، کف پل ها و علائم راهنمایی و رانندگی .
- ۴- ورزشی : چوب گلف ، کمپ، وسایل ورزشی، صندلی، یخ نورد ، اسکی و چوب ماهیگیری .
- ۵- تجهیزات مقاوم به خوردگی : لوازم کنترل آلودگی ، محصولات تصفیه آب ، لوله ها و فیتنگ ها ، تانکهای ذخیره سازی زیر زمینی ، فن ها و پمپ ها .
- ۶- الکتریک و الکترونیک : جعبه فیوز (دکل های برق) ، اتصالات الکترونیکی و لوله ها .
- ۷- دریایی : قایق ، کرجی ، کانو، کشتی و سازه های دریایی.

۱-۲ کامپوزیت چیست؟

در کاربردهای مهندسی، اغلب به تلفیق خواص مواد نیاز است. به عنوان مثال در صنایع هوافضا، کاربردهای زیرآبی، حمل و نقل و امثال آنها، امکان استفاده از یک نوع ماده که همه خواص مورد نظر را فراهم نماید، وجود ندارد. به عنوان مثال در صنایع هوافضا به موادی نیاز است که ضمن داشتن استحکام بالا، سبک باشند، مقاومت سایشی و UV خوبی داشته باشند و

از آنجا که نمی توان مادهای یافت که همه خواص مورد نظر را دارا باشد، باید به دنبال چاره‌ای دیگر بود. کلید این مشکل، استفاده از کامپوزیتهاست.

کامپوزیتها موادی چند جزئی هستند که خواص آنها در مجموع از هر کدام از اجزاء بهتر است. ضمن آنکه اجزای مختلف، کارایی یکدیگر را بهبود می‌بخشند. اگرچه کامپوزیتهای طبیعی، فلزی و سرامیکی نیز در این بحث می‌گنجدن، ولی در اینجا ما تنها به کامپوزیتهای پلیمری می‌پردازیم.

در کامپوزیتهای پلیمری حداقل دو جزء مشاهده می‌شود:

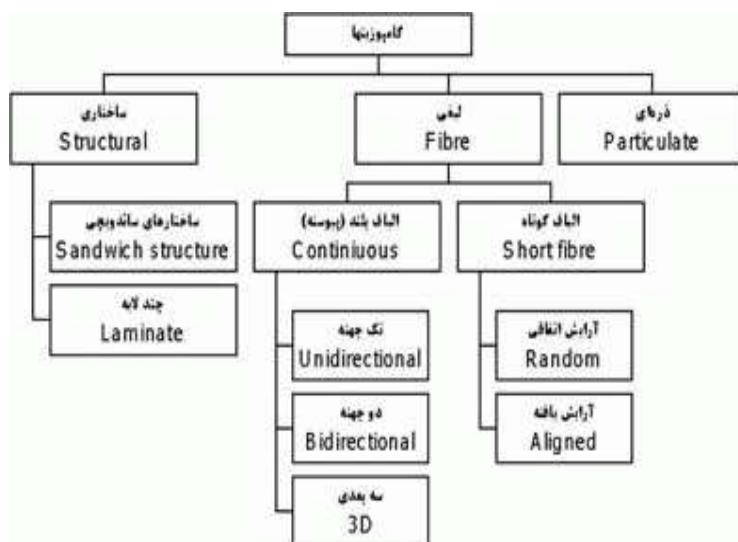
برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۱. فاز تقویت کننده که درون ماتریس پخش شده است.

۲. فاز ماتریس که فاز دیگر را در بر می‌گیرد و یک پلیمر گرماسخت یا گرمانرم می‌باشد که گاهی قبل از سخت شدن آنرا رزین می‌نامند.

تقسیم بندی های مختلفی در مورد کامپوزیتها انجام گرفته است که در اینجا یکی از آنها را آورده ایم:

جدول ۱-۱- ساختار کامپوزیتها



۱-۳ آشنایی با خواص کامپوزیت

خواص کامپوزیتها به عوامل مختلفی از قبیل نوع مواد تشکیل دهنده و ترکیب درصد آنها، شکل و آرایش تقویت کننده و اتصال دو جزء به یکدیگر بستگی دارد.

از نظر فنی، کامپوزیتهای لیفی، مهمترین نوع کامپوزیتها می‌باشند که خود به دو دسته‌ی الیاف کوتاه و بلند تقسیم می‌شوند. الیاف می‌بایست استحکام کششی بسیار بالایی داشته، خواص لیف آن (در قطر کم) از خواص توده ماده بالاتر باشد. در واقع قسمت اعظم نیرو توسط الیاف تحمل می‌شود و ماتریس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

پلیمری در واقع ضمن حفاظت الیاف از صدمات فیزیکی و شیمیایی، کار انتقال نیرو به الیاف را انجام می‌دهد. ضمناً ماتریس الیاف را به مانند یک چسب کنار هم نگه می‌دارد و البته گسترش ترک را محدود می‌کند. مدول ماتریس پلیمری باید از الیاف پایینتر باشد و اتصال قوی بین الیاف و ماتریس بوجود بیاورد. خواص کامپوزیت بستگی زیادی به خواص الیاف و پلیمر و نیز جهت و طول الیاف و کیفیت اتصال رزین و الیاف دارد. اگر الیاف از یک حدی که طول بحرانی نامیده می‌شود، کوتاهتر باشند، نمی‌توانند حداکثر نقش تقویت کنندگی خود را ایفا نمایند. الیافی که در صنعت کامپوزیت استفاده می‌شوند به دو دسته تقسیم می‌شوند:

الف) الیاف مصنوعی ب) الیاف طبیعی

کارایی کامپوزیتهاي پلیمری مهندسی توسط خواص اجزاء آنها تعیین می‌شود. اغلب آنها دارای الیاف با مدول بالا هستند که در ماتریسهای پلیمری قرار داده شده‌اند و فصل مشترک خوبی نیز بین این دو جزء وجود دارد.

ماتریس پلیمری دومین جزء عمدۀ کامپوزیتهاي پلیمری است. این بخش عملکردهای بسیار مهمی در کامپوزیت دارد. اول اینکه به عنوان یک بایندر یا چسب الیاف تقویت کننده را نگه میدارد. دوم، ماتریس تحت بار اعمالی تغییر شکل میدهد و تنش را به الیاف محکم و سفت منتقل می‌کند.

سوم، رفتار پلاستیک ماتریس پلیمری، انرژی را جذب کرده، موجب کاهش تمرکز تنش می‌شود که در نتیجه، رفتار چقرمگی در شکست را بهبود می‌بخشد.

تقویت کننده‌ها معمولاً شکننده هستند و رفتار پلاستیک ماتریس می‌تواند موجب تغییر مسیر ترکهای موازی با الیاف شود و موجب جلوگیری از شکست الیاف واقع در یک صفحه شود. بحث در مورد مصادیق ماتریسهای پلیمری مورد استفاده در کامپوزیتها به معنای بحث در مورد تمام پلاستیکهای تجاری موجود می‌باشد. در تئوری تمام گرماستختها و گرمانرمهای می‌توانند به عنوان ماتریس

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

پلیمری استفاده شوند. در عمل، گروههای مشخصی از پلیمرها به لحاظ فنی و اقتصادی دارای اهمیت هستند.

در میان پلیمرهای گرماسخت پلیاستر غیر اشباع، وینیل استر، فنل فرمآلدهید(فنولیک) اپوکسی و رزینهای پلی ایمید بیشترین کاربرد را دارند. در مورد گرمانرمهای، اگرچه گرمانرمهای متعددی استفاده میشوند، PEEK ، پلی پروپیلن و نایلون بیشترین زمینه و اهمیت را دارا هستند. همچنین به دلیل اهمیت زیست محیطی، در این بخش به رزینهای دارای منشا طبیعی و تجدیدپذیر نیز، پرداخته شده است.

از الیاف متداول در کامپوزیتها میتوان به شیشه، کربن و آرامید اشاره نمود. در میان رزینها نیز، پلی استر، وینیل استر، اپوکسی و فنولیک از اهمیت بیشتری برخوردار هستند.

الیاف گیاهی: در بین الیاف طبیعی، الیاف گیاهی بیشترین کاربرد را در کامپوزیتها دارند. بر اساس اینکه از کدام قسمت گیاه گرفته شده‌اند، به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الیاف میوه: پنبه (cotton) نارگیل (kapok) و الیاف پوست یا ساقه: کتان، کتف، (jute)، بوته شاهدانه (sisal) و رامی لیاف برگ (hemp)، آناناس

الیاف طبیعی از قدیم در صنایع مختلف استفاده می‌شده‌اند و پتانسیل کاربرد در صنایع رو به رشد کامپوزیتها مهندسی را دارا می‌باشند. اگرچه جایگزینی مستقیم الیاف شیشه با الیاف طبیعی به راحتی امکان پذیر نیست، اما خواصی که این الیاف در مقایسه با شیشه از خود نشان می‌دهند در بسیاری جهات موجب برتری آنها می‌شود:

- دارای منابع تجدید شونده- امکان استحصال نامحدود- فواید محیطی ناشی از ایجاد تعادل در تولید و مصرف گاز CO₂- سبکی- بازیافت بهتر- کاهش فرسایش ابزار- بهبود بازگشت انرژی (recovery)
- کاهش ناراحتی‌های پوستی و تنفسی- زیست تخریب بودن-(Enhanced Energy

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

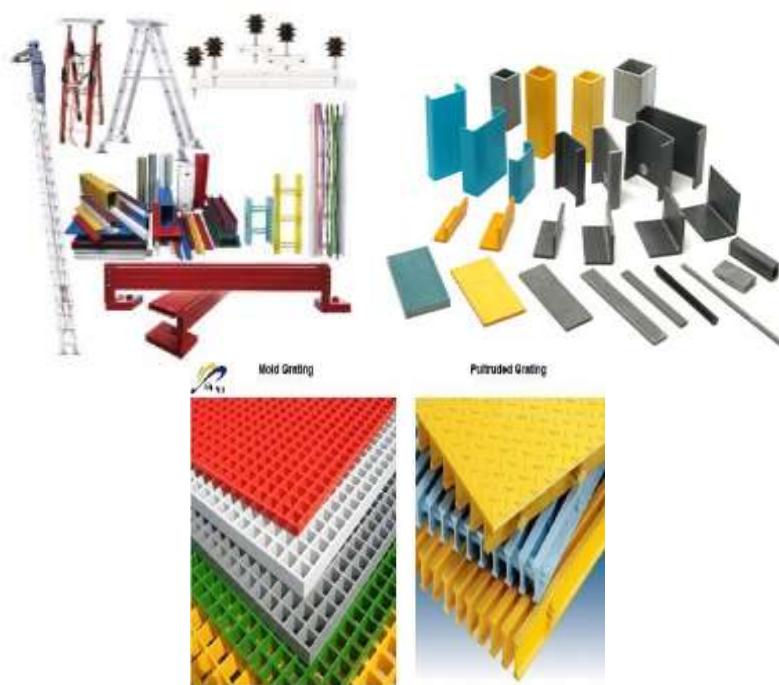
توجه همگانی به شرایط محیطی علاقه مندی مجددی را در کاربرد الیاف طبیعی ایجاد کرده است. بازیافت و لحاظ شرایط محیطی برای معرفی کامپوزیتهای جدید به بازار از اهمیت روز افزونی برخوردار است.

باید توجه داشت که بدلیل حضور گروههای آبدوست در الیاف، رطوبت تأثیر شدیدی روی کامپوزیتهای الیاف طبیعی دارد. خشک کردن الیاف به هنگام فرآیند ساخت اهمیت فراوانی دارد چرا که رطوبت روی الیاف به عنوان یک عامل جداساز در فصل مشترک الیاف و رزین عمل می نماید. به همین جهت تمام روشهای ساخت در دماهای بالا انجام می گیرد. وجود هرگونه رطوبت، باعث کاهش استحکام و سفتی کامپوزیت می شود. اغلب الیاف گیاهی، ۱۰ درصد رطوبت اسمی دارند که پس از خشک کردن به ۱ درصد کاهش می یابد. امروزه ما در اواسط انقلاب جدیدی هستیم که با پیدایش کامپوزیتهای پیشرفته آغاز گردیده است. Advanced Composite Materials

این کلاس جدید از مواد ، با پیوند اجزای کاملاً مختلف و غیر مشابه به یکدیگر بوجود می آیند. بطوریکه عملکرد آنها با هم باعث توانایی ها و خواصی می شوند که بسیار فراتر و بهتر از خواص هر یک از آن مواد بطور جداگانه می باشد. خواص منحصر بفرد این مواد آنها را بعنوان عوامل مهمی در پیشرفتهای تکنولوژیکی مطرح ساخته است.

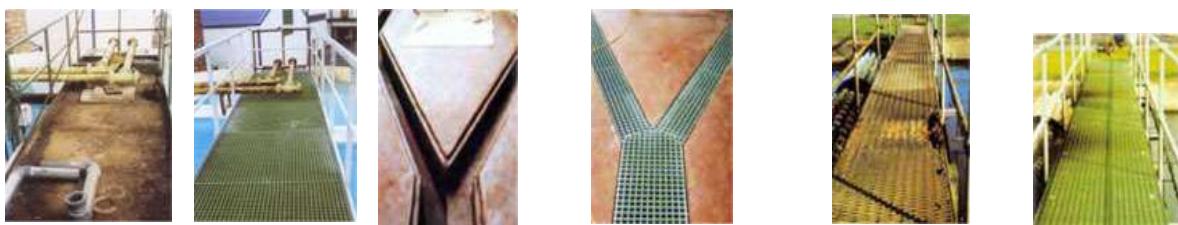
۱-۴ کاربرد محصولات کامپوزیتی FRP پالتروودی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۱- نمونه محصولات کامپوزیتی

این محصولات در مقایسه با فولاد یا آلومینیم، دارای نسبت استحکام به وزن بسیار بالایی هستند در حالی که یکپارچگی سازه ای مشابهی با آنها دارند. پروفیل های کامپوزیتی پالتروود شده که در این سیستم ها به کارگرفته می شوند دارای وزن مخصوصی حدود یک چهارم فولاد و یک سوم آلومینیم هستند که این امر حمل و نقل و برپا کردن آن ها را تسهیل می کند. برخلاف فولاد زنگ نزن این قطعات را می توان در محل و با وسائل دستی برید و سوراخ کرد.



شکل ۲-۱- قبل و بعد از استفاده از محصولات کامپوزیتی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۳ محصولات کامپوزیتی در صنعت آب و فاضلاب



شکل ۱-۴ محصولات کامپوزیتی در صنعت باتری:

محصولات کامپوزیتی پایه پلیمر از رزین های گرما سخت تقویت شده با شیشه و به نحوی طراحی و ساخته می شوند که یکپارچگی سازه ای آنها با انواع فولادی و آلومینیمی رقابت می کند؛ با این تفاوت که مشکلات خوردگی، سنگینی وزن و هدایت الکتریکی آنها را ندارند. این محصولات در برابر اسیدها، نمک ها، قلیاها و محدوده وسیعی از محیط ها و مواد شیمیایی خورنده که بر آلومینیم و فولاد گالوانیزه اثرات شدیدی دارند، مقاومند. حتی محصولات آلومینیمی یا فولادی پوشش داده شده نیز ممکن است به علت خراش های کوچک ایجاد شده حین نصب یا پس از آن، در معرض آسیب باشند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۱-۲-مشخصات فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت ها بر اساس استاندارد ASTM

<u>Table 1: FRP Mechanical & Physical Properties</u>				
PROFILES	ROADS & BARS	UNITS	TEST	PHYSICAL PROPERTIES
1.86	1.8-2.1	g/cm ³	ASTM 792	Density
0.2	0.1-0.2	%	ASTM 570	Water absorptivity rate
Material Resin: Polyester, Epoxy, Vinyl ester				
Fiber: Glass, Carbon, Aramid				
MECHANICAL PROPERTIES				
200-600	350-1000	Mpa	ASTM D638	Tensile Strength
27	25-42	Gpa	ASTM D638	Tensile Modulus
460	70-1200	Mpa	ASTM D790	Bending Strength
26	25-42	Gpa	ASTM D790	Bending Modulus
547	400-600	Mpa	ASTM D695	Compressive Strength
17	15-25	Gpa	ASTM D695	Compressive Modulus
2.5		%	ASTM D3916	Elongation at rupture
50		Mpa	ASTM D4475	Short beam shear strength
279		Kj/m ²	Iso 179	Impact strength
50		barcol	ASTM D2583	Hardness
ELECTRICAL PROPERTIES				
13	7-13	Kv/mm	ASTM D149	Dielectrical Strength
	10^{12} - 10^{15}	$\Omega \cdot \text{cm}$	ASTM D257	Volume resistance
	10^{12} - 10^{15}	Ω	ASTM D257	Surface Resistance

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

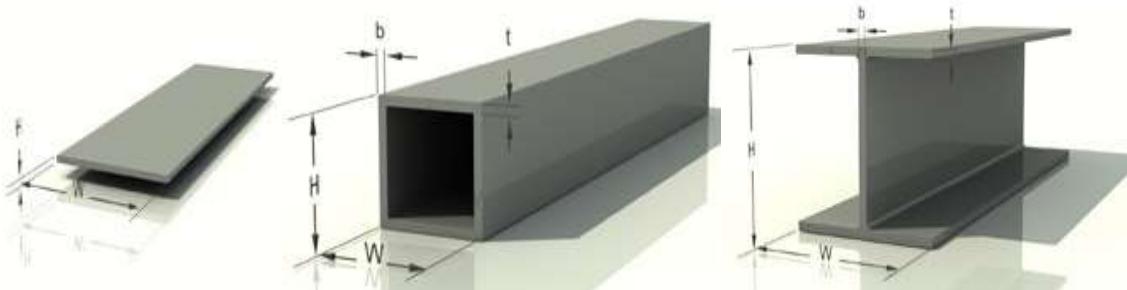
	3-5	50 Hz	ASTM D150	Dielectrical constant
	13-40		Kv/mm	Breakdown Voltage
	60-180		ASTM D495(s)	Arc Resistance
F	F			Insulating class
Thermal PROPERTIES				
0.23-0.41	0.23-0.46	W/m.k	ASTM D177	Thermal conductivity Coefficient
4-5	3-4	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	ASTM D696	Thermal expansion Coefficient
25 MAX			ASTM E-84	Tunnel test

جدول ۳-۱ جدول مواد شیمیایی مجاز در برخورد با کامپوزیت ها

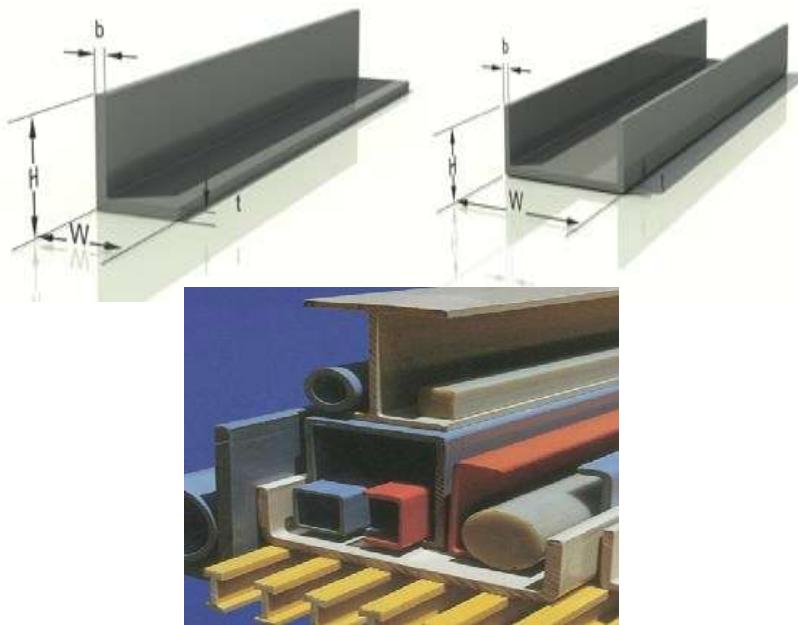
Table 2: Chemical Resistance							
EPOXY VINIL ESTER		ISOPHTALIC POLYESTER		غله		محیط	
60 C	20 C	60 C	20 C	CONCENTRATION	ENVIRONMENT		
R	R	NR	R	25%		Acetic acid	

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

NR	NR	NR	NR	100%	Acetone
50 °C	R	NR	NR	10%	Ammonium hydroxide
R	R	R	R	100%	Fatty acid
R	R	NR	R	100%	Gasoline
R	R	NR	R	15%	Hydrochloric acid
R	R	R	R	100%	Mineral oils
R	R	NR	R	5%	Nitric acid
50 °C	R	NR	NR	5%	Sodium hydroxide
R	R	NR	R	5%	Sodium hypochlorite
R	R	NR	R	10%	Sulphuric acid
R	R	R	R	100%	Water (all)
NR = Not Recommended				R= Recommended	



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۵- نمونه هایی از پروفیلهای کامپوزیتی FRP

۱-۵ برآورد اقتصادی غیراصولی از محصولات کامپوزیتی

شاید بتوان گفت که دلیل اصلی عدم رغبت صنایع به استفاده از کامپوزیت‌ها، بالا بودن قیمت این قبیل محصولات است. آنچه در نگاه اول به چشم می‌آید، گران‌تر بودن آرماتورها و پروفیل‌های کامپوزیتی در برابر پروفیل‌های فولادی و آهنی است. در برآورد اقتصادی یک محصول نباید فقط به قیمت اولیه آن توجه کرد. بلکه باید میزان عمر محصول و هزینه‌های تعمیر و نگهداری مربوطه را نیز در ملاحظات خود مورد توجه قرار داد. از نظر جغرافیایی حاشیه جنوبی و شمالی ایران دارای شرایط اقلیمی خورنده است که فلزاتی همچون آهن و فولاد را به سرعت می‌پوشاند. برای مبارزه با این مشکل، راه حل‌های مختلفی وجود دارد. می‌توان از فولادهای ضد زنگ که بسیار گران‌قیمت هستند استفاده نمود. یا آنکه پروفیل آهنی را با روش‌های متداول، محافظت الکتروشیمیایی کنیم. به کارگیری پوشش‌های ضد

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

زنگ مانند رنگ‌های اپوکسی نیز از دیگر راه حل‌های متداول است. اما هر کدام از راه حل‌های فوق هزینه‌بر و زمان‌گیر و گاه بسیار دشوار یا غیرممکن هستند. اگر این قبیل هزینه‌های تعمیر و نگهداری و عمر کوتاه پروفیل‌های آهنی را در ملاحظات اقتصادی لحاظ کنیم، خواهیم دید که استفاده از آهن ارزان‌قیمت چندان هم بهصرفه‌تر از آرماتورها و پروفیل‌های کامپوزیتی نمی‌باشد.

یک پروفیل کامپوزیتی علاوه بر آنکه مشکل خوردگی ندارد، از عمر بسیار بالاتری تا حد چند برابر پروفیل آهنی برخوردار است. با احتساب این موارد، بالاتر بودن قیمت اولیه کامپوزیت‌ها در ازای ناچیز بودن هزینه‌های ثانویه یادشده بسیار کم‌رنگ می‌شود. بسیاری از مصرف‌کنندگان با قابلیت‌ها و خواص کامپوزیت‌ها آشنایی ندارند؛ به همین دلیل از مواد سنتی که دوام لازم را ندارند استفاده می‌کنند. از سوی دیگر معرفی نامناسب یا عرضه محصولات بی‌کیفیت می‌تواند موجب بی‌اعتمادی و تخربی بازار شود. تجربه پنجره‌های پی‌وی‌سی نشان داده است که در صورت عدم معرفی مناسب، حتی ممکن است مصرف‌کنندگان، کامپوزیت‌ها را در رده پلاستیک‌های متداول تقسیم‌بندی کنند و از مصرف آنها سر باز زنند.

ویژگی‌های قابلیت‌های منحصر به فرد این محصولات، آنها را به انتخابی یگانه و برتر در بسیاری از پروژه‌های صنعتی و کاربردهای عمومی تبدیل کرده است. در زیر به برخی از محصولات کامپوزیتی اشاره می‌شود:

نرده و هندریل، سازه‌های بار بر (نبشی، ناودانی، گریتینینگ)، کابل‌های فیبر نوری، مقره‌های انتقال برق، کراس آرم، دکل‌های فشار قوی، دریچه منهول، در و پنجره، تجهیزات حوضچه‌های مواد شیمیایی، آرماتورهای ساختمانی، موج شکن، سینی کابل، کف کاذب، گاردیل، پایه تابلو و تیرهای چراغ، نرdban. از آنجاییکه سینی و نرdban های این سیستم نارسانا هستند، از بابت انتقال برق به سیستم حمل کابل از

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کابل های آسیب دیده هیچ نگرانی وجود ندارد . علاوه بر آن احتیاجی به جلوگیری از خوردگی الکترولیتی در شرایط ویژه نیست . ویژگی های نارسانایی و مغناطیسی نبودن به معنی سیستم حمل کابل ایمن ترند.

۶-۱ مقدمه ای از کاربرد کامپوزیت در صنعت برق و الکترونیک

حدود ۲۰ سال است که کامپوزیتهای پلیمری تقویت شده با الیاف FRP در کاربردهای الکتریکی مصرف می شوند . این مواد در ساخت قطعات گوناگون صنعت برق به کار می روند ؛ از جمله لوله های عبور کابل ، سیستم های حمل کابل در تونل ها و پل ها ، تیرهای انتقال برق ، بازوهای عرضی (کراس آرم ها) ، مقره ها ، برج های ارتباطی و جز آن .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۱-۶-۱ لوله کامپوزیتی:

عبور کابلیکی از موارد کاربرد کامپوزیت در صنعت برق ، ساخت لوله های عبور کابل است . لوله های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه GRP را می توان در ترکیب با اتصالات و متعلقات ویژه ای به کاربرد و آن ها را به شکل یک سیستم عبور کابل چندلایه و چند ردیفی شکل داد. این لوله ها برای کابل های شبکه برق شهری و کابل های مخابراتی زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرند . علاوه بر این در موارد زیر نیز کاربرد دارند

- ۱) برای کابل هایی که از زیر ریل جرثقیل های سقفی و یا راه های اصلی شهری عبور می کنند
- ۲) برای کابل هایی که از روی پل ها و رودخانه ها عبور می کنند . به ویژه برای کابلهایی که از روی پل عبور می کنند ، به کارگیری لوله های GRP ، بار واردہ بر پل را کاهش داده و ساخت و ساز پل را تسهیل خواهد کرد

۱-۶-۲ سیستم حمل کابل کامپوزیتی :

سیستم های حمل کابل کامپوزیتی ، یک محصول سازه ای برای حل بسیاری از مشکلات مهندسی و طراحی در شبکه های برق رسانی و مخابراتی هستند که برای نگهداری کابل های گرانبهای و اغلب حساس و استراتژیک در دراز مدت قابل اعتمادند . این سیستم ها ویژگی های منحصر به فردی دارند که آن ها قادر به تحمل بسیاری از محیط های خورنده می کند ؛ به ویژه شرایطی که مواد سنتی در آن ها عمر کاری مفید و اقتصادی ندارند . این محصولات از رزین های گرما سخت تقویت شده با شیشه و به نحوی طراحی و ساخته می شوند که یکپارچگی سازه ای آنها با انواع فولادی و آلومینیمی رقابت می کند ؛ با این تفاوت که مشکلات خوردگی ، سنگینی وزن و هدایت الکتریکی آنها را ندارند . این محصولات در برابر اسیدها ، نمک ها ، قلیاها و محدوده وسیعی از محیط ها و مواد شیمیایی خورنده که بر آلومینیم و فولاد گالوانیزه اثرات شدیدی دارند ، مقاومند . حتی محصولات آلومینیمی یا فولادی پوشش داده شده نیز ممکن است به علت خراش های کوچک ایجاد شده حین نصب یا پس از آن ، در

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

عرض آسیب باشند. این محصولات در مقایسه با فولاد یا آلومینیم ، دارای نسبت استحکام به وزن بسیار بالایی هستند در حالی که یکپارچگی سازه ای مشابهی با آنها دارند .پروفیل های کامپوزیتی پالتروود شده که در این سیستم ها به کار گرفته می شوند دارای وزن مخصوصی حدود یک چهارم فولاد و یک سوم آلومینیم هستند که این امر حمل و نقل و برپا کردن آن ها را تسهیل می کند برخلاف فولاد زنگ نزن این قطعات را می توان در محل و با وسایل دستی برید و سوراخ کرد . از آنجاییکه سینی و نرdban های این سیستم نارسانا هستند ، از بابت انتقال برق به سیستم حمل کابل از کابل های آسیب دیده هیچ نگرانی وجود ندارد . علاوه بر آن احتیاجی به جلوگیری از خوردگی الکتروولیتی در شرایط ویژه نیست . ویژگی های نارسانایی و مغناطیسی نبودن به معنی سیستم حمل کابل ایمن ترند .در بزرگترین پروژه مهندسی انجام شده با سرمایه خصوصی - تونلی که بریتانیا را به اروپا متصل می کند بیش از ۳/۶۳ هزار تن FRP پالتروود شده ، ۱۲۶۰ کیلومتر کابل الکتریکی و فیبر نوری را بر روی خود نگه داشته اند . این کابل ها ، روشنایی ، تهويه و ارتباطات درون تونل را کنترل می کنند . کابل های ۲۵ کیلو ولتی تأمین کننده انرژی قطارها نیز با این کامپوزیت های پالتروود شده حمل می شوند .

این محصولات با شرایط زیر سازگارند :

- محدوده دمایی ۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد- رطوبت ۱۰۰ درجه - سرعت باد ۳۵۹km/h - پاشش مداوم آب نمک و حتی غوطه وری در آن نصب آسان - حداقل تعمیرات- هزینه کلی کمینه - مقاومت در برابر بارگذاری استاتیک کابل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۱-۶-۳ بازوهای عرضی کامپوزیتی

هر تیر انتقال برق فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کیلوولت) از سه قسمت اصلی یعنی تیر ، بازوهای عرضی و مقره ها تشکیل شده است . بازو های عرضی معمولاً از جنس فولاد ساخته می شوند . با این وجود در بعضی از کشورها نظیر آمریکا ، استرالیا ، کانادا و بخش هایی از اروپا این محصولات از مواد کامپوزیتی ساخته می شوند . به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی به جای نمونه فلزی دارای برتری هایی است ؛ از جمله :

۱-۶-۳-۱ کاهش وزن

سنگینی وزن بازوهای عرضی فلزی (حدود ۲۰ کیلوگرم) یکی از مشکلات شرکتهای انتقال و توزیع برق است . در مناطقی که به دلایل گوناگون از جمله ناهمواری سطح زمین ، امکان استفاده از ماشین های بالابر در آن ها وجود ندارد ، حمل بازوهای عرضی فلزی تا بالای تیر بسیار سخت و خطرناک است ؛ در صورتی که کامپوزیت ها وزن نسبتاً کمی دارند و حمل آنها آسان است

۱-۶-۳-۲ مقاومت در برابر خوردگی

بازوهای عرضی فلزی در آب و هوای مرطوب و خورنده ، عمر نسبتاً کمی دارند . یکی از برتری های مواد کامپوزیت ، مقاومت بسیار مناسب آنها در برابر خوردگی است که این مواد را برای این مناطق مطلوب می سازد

۱-۶-۳-۳ نارسانایی الکتریکی :

کامپوزیت ها را می توان به صورت موادی عایق طراحی کرده و ساخت . این ویژگی خطر برق گرفتگی و اتصال کوتاه را کاهش می دهد . شاید بتوان با به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از کاربرد مقره های حامل کابل - که در واقع نقش عایق را بین کابل و پروفیل بازی می کنند - جلوگیری کرد

۱-۶-۳-۴ زیبایی :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

در ساخت بازوهای عرضی فلزی همیشه محدودیت هایی وجود دارد که طراح را مجبور به استفاده از قطعات استاندارد نبشی می کند . با به کارگیری کامپوزیت ها می توان به سراغ طرح هایی رفت که علاوه بر بهینه بودن ، زیبا نیز باشند

۱-۶-۳-۵ عمر بیشتر :

عمر بازو های عرضی کامپوزیتی حدود سه برابر طول عمر نمونه فلزی است . به دلیل عمر بیشتر و عدم نیاز به تعویض و تعمیر در کامپوزیت ها ، هزینه های تعویض و نگهداری حذف خواهند شد

۱-۶-۳-۶ کاهش تداخلات امواج رادیویی :

امواج رادیویی بدون هرگونه انحراف و شکست از کامپوزیت ها عبور می کنند

۱-۶-۳-۷ کاهش افت توان خط :

به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از نشت جریان الکتریکی از خط به سمت پایه ها تا حدودی جلوگیری می کند و به این ترتیب میزان افت توان خط کاهش خواهد یافت . علاوه بر موارد فوق با به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی می توان از طرح هایی استفاده کرد که یکپارچه بوده و نیازی به سوار کردن قطعات برروی هم نباشد .

۱-۶-۴ تیرهای کامپوزیتی

به کارگیری تیرهای کامپوزیت FRP ، موضوع جدیدی در خدمات برق رسانی نیست ، با این وجود تیرهای انتقال برق FRP پالتروود شده ۲۱ تا ۲۴ متری داستان دیگری است . تیرهای FRP با یک سوم وزن تیرهای چوبی ، نصف وزن تیرهای فولادی و تنها یک دهم وزن تیرهای بتنی ، انتخاب بسیار جذابی برای اغلب شرکتهای خدماتی برق رسانی هستند . شرکت آمریکایی بریستول تنسی الکتریک سیستم BTES به تازگی ۱۴۴ تیر FRP را در دو خط انتقال نصب کرده است . شرکت استرانگ ول واقع در ایالت ویرجینیا این تیرهای FRP پالتروود شده ۲۸SE را با بیشترین ظرفیت ممان اینرسی در مقطع پایینی طراحی و برای جایگزینی تیرهای چوبی ، فولادی و بتنی در خطوط انتقال

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

برق تولید کرده است . شرکت های خدمات برق رسانی در حال کشف برتری های تیرهای ۲۸SE ، نسبت به تیرهای ساخته شده از مواد سنتی هستند . تیرهای ۲۸SE شرکت استرانگ ول ، سبک ، محکم و دارای ویژگی های هدایتی خیلی کمی هستند . این تیرها همچنین در برابر خوردگی ، پوسیدگی ، پرتوهای فرابنفش ، نفوذ آب ، حشرات و دارکوب ها مقاومت بسیار بالایی دارند . به عقیده دکتر مایکل برودر ، مدیر عامل شرکت BTES ، تیرهای کامپوزیتی ۲۸SE ، در مقایسه با تیرهای چوبی ، با گذشت زمان استحکامشان را از دست نمی دهند و تقریباً به هیچ گونه ترمیم و تعمیری احتیاج ندارند . او هم چنین به ویژگی های الکتریکی تیرهای FRP و تحمل ضربه و بار ناشی از بادهای شدید توسط آن ها اشاره می کند . مخصوصات کامپوزیتی به دلیل عایق الکتریسیته و حرارت ، سبکی ، مقاومت به خوردگی بالا و ... در صنعت برق به صورت گسترده ای بکار می روند . از جمله کاربردهای این نوع مخصوصات ، میل مقره ، کراس آرم ، سینی کابل ، پایه های روشنایی ، دکل و می باشد .



برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۶-استفاده از کامپوزیت در صنعت برق



برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۱-۷ نتیجه گیری:

مزایای سازه‌های کامپوزیتی باعث شده است که از این مواد بهتر و بیشتر در صنایع مختلف از جمله

صنعت برق استفاده گردد که برخی از این مزایا در ذیل آورده شده است:

سبکی (در حدود یک چهارم سازه مشابه فولادی)؛ مقاومت در برابر خوردگی- عایق بودن- تنوع رنگ و ماندگاری- حمل و نصب و نگهداری سریع و آسان- مقاومت در برابر آتش- سازگاری با محیط های بهداشتی، دارویی و غذایی- مقاومت مکانیکی بالاتر ضربه نسبت به مشابه فولادی- قیمت قابل رقابت با سازه گالوانیزه شده، استنلس استیل و آلومینیومی.

امروزه استفاده از مصالح و موادی که در ساخت تجهیزات موجب افزایش کارآئی و طول عمر تجهیز شوند و جایگزین مناسبی برای مصالح سنتی باشند، با توجه به محدودیت منابع و معادن یک اولویت به شمار می‌آید. مقاومت در برابر عوامل خورنده محیطی و زنگزدگی، عدم نیاز به سیستم حفاظتی و اندازه‌گیری دوره‌ای و احیاء آن، کاهش خطرات ناشی از برق‌گرفتگی در اثر اتصال بدنه، کاهش قابل ملاحظه وزن، سهولت در حمل و نصب و بهره‌برداری، و تنوع در مصالح اولیه با درنظرگرفتن محدودیت منابع و معادن از جمله مزایای اصلی محصولات کامپوزیتی مورد استفاده در صنایع است..

در گذشته پوشش محفظه کابل‌ها از بتن پیش ساخته تهیه می‌شده است. در حال حاضر

GRP محصول انتخابی برای پوشش محفظه کابل‌ها است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم

مقره های کامپوزیتی



۲-۱ مقدمه

خطوط انتقال و توزیع نیرو به دو چیز نیاز دارند : کابلهایی که جریان الکتریکی را هدایت می کنند و عایق های الکتریکی (مقره های الکتریکی) که کابل ها را از دکل های فولادی نگهدارنده شان جدا می کنند. عایق ها الکتریکی متداول ، سرامیکی یا شیشه ای هستند . این مواد در کنار ویژگی های خوبی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

هم چون نارسانایی و مقاومت آب و هوایی ، دارای معايبی چون سنگینی وزن و شکست آسان نیز هستند و به هنگام آلودگی دچار افت ولتاژ استقامت می شوند .

بنابراین تلاش براین است تا با کمک موادی که بتوانند براین معايب غلبه کنند ، عایق هایی با ساختارهای جدید ساخته شوند . دهه های ۱۹۳۰ و ۱۹۴۰ شاهد ظهور نخستین مقره هایی بود که در آن ها مواد آلی - به عنوان عایق - جایگزین مواد معدنی شده بودند ولی همچنان درگیر مشکلاتی در زمینه مقاومت آب و هوایی بودند و ویژگی هایشان برای کاربرد در هوای آزاد رضایت بخش نبود . در دهه ۵۰ میلادی مقره هایی با رزین اپوکسی ساخته شدند که سنگین بودند و در معرض پرتوی فرابنفش دچار تجزیه و کربنیزاسیون (تشکیل مسیرهای هادی کربنی بر سطح در اثر تجزیه) می شدند . این مقره ها به همین دلیل عملاً به خدمت گرفته نشدند . در اواسط دهه ۷۰ ، عایق های جدید متعددی پا به عرصه گذاشتند .

۲-۲ مقره های کامپوزیتی

از جمله مقره های کامپوزیتی با چترک های عایقی از جنس لاستیک اتیلن پروپیل و اتیلن پروپیلن دین متیلن برای اتصال ، پلی ترافلوروواتیلن ، لاستیک سیلیکونی یا مانند آن ؛ و هسته ای از جنس پلاستیک تقویت شده با الیاف به علت نو بودن این مواد ، دشواری های فنی بسیاری وجود داشتند که می بایست رفع می شدند ؛ همانند اتصال مواد ، نفوذ رطوبت و هم چنین مسئله بهبود یراق آلات . از دهه ۸۰ تاکنون لاستیک سیلیکونی بیشترین مصرف را به خود اختصاص داده است . این امر به علت مقاومت آب و هوایی آن که درواقع دائمی است و خواص آبگریزی آن ، که امکان بهبود ولتاژ استقامت بیشینه را در شرایط آلودگی فراهم می کند ، بوده است . این عوامل منجر به افزایش روز افزوون استفاده از مقره های کامپوزیتی شده اند . در سال ۱۹۹۱ نخستین مقره های کامپوزیتی ۶۶ کیلوولت با چترک هایی از جنس لاستیک سیلیکونی به کار برده شدند و در سال ۱۹۹۴ استفاده از آنها در سرویس های ۲۷۵ کیلوولتی توسعه یافت . علاوه بر این ها ، استفاده از مقره های کامپوزیتی در قالب مقره های آویزی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

، به منظور کاهش هزینه های حمل و نقل ، تسهیل فرآیند ساخت و کاهش هزینه مقره های مصرفي - و به موجب آن ، کاهش هزینه های نصب و نگهداری خطوط انتقال و توزیع - توجه بسیاری را به خود جلب کرده است به عنوان مثال چندی پیش شرکت ژاپنی فوروکاوا الکتریک نوعی مقره آویزی کامپوزیتی ارایه کرد و برای نخستین بار آن را در مقره های کششی ۱۵۴ کیلوولت و زنجیره مقره های آویزی وی شکل به کار گرفت تلاش برای توسعه مقره های کامپوزیتی برای سرویهای ۱۵۰۰ ولت ۳۰ کیلوولت متناوب راه اهن هم چنان ادامه دارد.

از میان انواع مختلف کامپوزیت ها ، کامپوزیت های پلیمری بطور گسترده ای در صنعت برق بخصوص در ساخت نسل جدید مقره ها موسوم به مقره های پلیمری (مقره کامپوزیت) مورد استفاده قرار گرفته اند. اکنون مقره های کامپوزیت پس از گذشت بیش از سه دهه از عرضه آنها به صنعت برق و انجام اصلاحات در طراحی و مواد مصرفي آنها ، بعنوان محصولاتی کانلاً شناخته شده و مناسب در خطوط فشار قوي ، مورد استفاده قرار مي گيرند.

برخلاف مقره های سرامیکی رایج که تنها از یک ماده عایقی تشکیل می شوند و این ماده هم مسؤول عملکرد الکتریکی مقره و هم مسؤول عملکرد مکانیکی آن است ، مقره های کامپوزیت حداقل از دو ماده عایقی تشکیل می شوند ، یکی برای تأمین خواص الکتریکی (روکش پلیمری مقره Housing) و دیگری برای تأمین خواص مکانیکی آن (هسته کامپوزیت) . قرار گرفتن این دو قسمت در کنار هم ، مزیت هایی چون وزن سبک و مقاومت در برابر تخریب انسانی (Vanadism) را برای این نوع مقره ها بخصوص در کاربردهای فشارقوی ، موجب شده است.

اجزای مقره کامپوزیتی:

با توجه به موارد بیان شده ، می توان سه جزء اصلی برای یک مقره کامپوزیت در نظر گرفت :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

هسته (میله) کامپوزیت : هسته کامپوزیت ، میله (FRP) نیز Fiber Reinforced Polymeric Rod نامیده می شود و وظیفه تحمل بار کششی وارد شده از طرف هادی به آن به دکل را بر عهده دارد و استقامت الکتریکی لازم را نیز تأمین مینماید.

روکش (چتر) پلیمری (Polymeric Sheds Polymeric Housing or) : روکش پلیمری مقره ، به منظور حفاظت هسته از هوازدگی و اثرات مخرب رطوبت و شرایط جوی و افزایش ولتاژ لازم برای شکست الکتریکی و ایجاد جرقه ، روی هسته را می پوشاند. یراق آلات (End-Fittings) : هسته مقره کامپوزیت از دو انتهای توسط یراق آلات حمایت می گردد که این یراق آلات مسؤول برقراری ارتباط مکانیکی و انتقال بار از هادی دارای ولتاژ بالا به هسته مقره و از آنجا به برج می باشد.

با طراحی دقیق مقره های کامپوزیت این مقره ها ، مزایای بسیار زیادی بخصوص از لحاظ خواص عایقی نسبت به مقره های معمولی خواهند داشت.

۲-۳ مزایای مقره کامپوزیتی

مهم ترین این مزایا می توان به موارد ذیل اشاره کرد :

۱- وزن کمتر

۲- انعطاف پذیری

۳- عملکرد و طول عمر بهتر حتی در شرایط آلودگی سنگین و آب و هوای بد.

۴- ضایعات کمتر در مراحل تولید نسبت به انواع چینی

۵- استقامت بهتر در برابر فشارهای خمشی ، بارهای زیاد ناگهانی (بارهای ضربه ای) و نیز تخریب

انسانی (Vanadism)

۶- خاصیت عایقی بهتر نسبت به انواع مرسوم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۷- پایین تر بودن حجم سرمایه گذاری اولیه به منظور ساخت مقره کامپوزیت نسبت به انواع چینی.

در سال های اخیر با انجام تحقیقات گسترده در زمینه ساخت مقره های کامپوزیت و دئر نتیجه پیشرفت های متعددی که حاصل گردیده است ، این مقره ها تا ولتاژ های ۷۶۵ کیلوولت در حال استفاده می باشند.

این امر با مرتفع ساختن معایب و تقویت مزایای این مقره ها ، به مرحله ای رسیده که تعداد بیشتری از کاربران به استفاده از آنها روی آورده اند و قیمت آنها رو به کاهش است.

۴-۲ کاربرد مقره های کامپوزیتی در ارتقای ولتاژ با حداقل زمان اجرا و هزینه

با توجه به روند رو به رشد مصرف برق در جهان و لزوم افزایش و توسعه تولید برق و به تبع آن احداث خطوط انتقال نیرو با ولتاژ های بالاتر به منظور انتقال انرژی با ظرفیت بیشتر به مصرف کنندگان در این مقاله سه حالت انتقال نیرو با ظرفیت بیشتر بررسی شده است.

(۱) حالت اول: احداث خطوط انتقال نیروی جدید که باعث اشغال مسیر خطوط با حریم های تعریف شده می شود که به دلیل ارزشمند بودن زمین و جلب نظر مالکین و زمان اجرای آن یک فاکتور مهم است که احتمالاً "حداقل، جهت احداث یک خط جدید دو سال زمان نیاز است. به غیر از جلب نظر مالکین مختلف، بررسی های مجدد داخلی و تایید و تصویب برای مسیر های پیشنهادی نیز مورد توجه قرار می گردند.

(۲) حالت دوم: روش جایگزینی هادی های با مقطع بیشتر روی خطوط موجود که در طراحی آن انرژی بیشتری می توان انتقال داد.

(۳) حالت سوم: حفظ هادی موجود و راه حل هایی برای افزایش ولتاژ نامی خط به ۲۳۰ کیلوولت که از آن طریق بتوان انتقالی را افزایش داد.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

برای رسیدن به این منظور می‌توان با استفاده از مقره‌های کامپوزیتی و تغییراتی در راس برج‌های انتقال، با افزایش فواصل فازها در مدت زمانی حدود سه ماه امکان ارتقاء ولتاژ و بد نبال آن افزایش توان انتقالی را به انجراسانیم. کاربرد مقره‌های کامپوزیتی در ارتقاء ولتاژ یک خط ۶۳ به ۲۳۰ کیلوولت با حداقل زمان اجراوهزینه با توجه به روند رو به رشد مصرف برق در جهان و لزوم افزایش و توسعه تولید برق و به تبع آن احداث خطوط انتقال نیرو با ولتاژ‌های بالاتر به منظور انتقال انرژی با ظرفیت بیشتر به مصرف کنندگان در این مقاله سه حالت جهت انتقال نیرو با ظرفیت بیشتر بررسی شده است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۲-۵ ساختمان مقره های کامپوزیتی

یک مقره کامپوزیتی تشکیل شده است از هسته ، چترک های عایق لاستیکی و یراق آلات .

هسته میله ای شکل ، از جنس FRP است که بار کششی را توزیع می کند . (الیاف شیشه ECR) به عنوان فاز تقویت کننده و رزین اپوکسی به عنوان فاز زمینه برای ساخت هسته کامپوزیتی به کار می روند .

هسته کامپوزیتی معمولاً دارای ۷۰ تا ۷۵ درصد وزنی الیاف شیشه است و به روش پالتروژن تولید می شود . یراق آلات که بار کششی را به کابل و دکل منتقل می کنند ، از جنس فولاد فورجی ، چدن مالیبیل ، آلومینیم و جزان هستند .

مجموعه چترک های لاستیکی علاوه بر عایق بندی الکتریکی ، هسته را در برابر نور آفتاب ، رطوبت و آلدگی محافظت می کند . اتصال هسته و لاستیک سیلیکونی نه تنها باید به لحاظ مکانیکی ، بلکه به لحاظ شیمیایی نیز صورت پذیرد تا از نفوذ آب به فصل مشترک جلوگیری به عمل آید .

امروزه ترجیح می دهنند که مجموعه چترک ها را به طور یکپارچه به دور هسته قالب گیری کنند (قالب گیری تزریقی یا انتقالی / فشاری) تا موجب افزایش کارایی شود . یراق آلات بیشترین تأثیر را بر کارایی مقره کامپوزیتی دارد .

نفوذ رطوبت ، به ویژه در این بخش ، احتمال شکست ترد هسته FRP را افزایش می دهد و میدان الکتریکی قوی تر می شود . به همین دلیل یراق آلات ، سازه ای است که از تشدید میدان الکتریکی جلوگیری می کند و برای آب بندی لاستیک سیلیکونی ، تا دو سر آن امتداد می یابد .

یراق آلات به روش فشاری به هسته متصل می شود که ویژگی های مکانیکی را در بلند مدت حفظ می کند . در طراحی مقره های کامپوزیتی ۱۵۴ کیلو ولت باید موارد زیر در نظر گرفته شوند :

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۶ عملکرد عمومی

۱. داشتن ویژگی های الکتریکی مناسب برای کاربرد در هوای آزاد ، تجزیه نشدن و ترک نخوردن چترک
۲. نفوذ نکردن رطوبت به فصل مشترک ها در طول مدت زمان طولانی کارکرد در هوای آزاد
۳. قابلیت تحمل بارکششی در بلندمدت
۴. نبود حفره ، منفذ و سایر عیوب در هسته کامپوزیتی
۵. عدم جرقه زنی و اشتعال هنگامی که برای مدت کوتاهی در معرض شعله قرار می گیرند

۲-۷ عملکرد الکتریکی عایق

۱. داشتن ولتاژ استقامت مرطوب فرکانس قدرت ۳۵۶ کیلو ولت یا بیشتر
 ۲. داشتن ولتاژ استقامت ضربه صاعقه ۸۳۰ کیلو ولت یا بیشتر
 ۳. داشتن ولتاژ استقامت ضربه کلید زنی ۶۲۵ کیلوولت یا بیشتر
 ۴. داشتن ولتاژ استقامت ۱۶۱ کیلو ولت یا بیشتر به هنگام آلودگی که چگالی رسوب نمکی آن معادل
- V R
۵. عدم بروز تخلیه کورونا (یونیزاسیون هوای اطراف مقره و ایجاد جرقه های ریز) هنگامی که مقره خشک و تحت ولتاژ خط است و عدم تولید آلودگی صوتی (زنجیره مقره)

۲-۸ عملکرد مکانیکی عایق

۱. داشتن بار کششی ۱۲۰ کیلو نیوتن یا بیشتر

۲. داشتن تنش خمشی شکست ۲۹۴ مگا پاسکال یا بیشتر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳. عدم بروز هر گونه ناهنجاری در هر نقطه ای از مقره ، پس از قرار گیری در معرض بار فشاری معادل

با گشتاور خمسی ۱۱۷ نیوتن متر برای یک دقیقه

۴. عدم بروز هرگونه ناهنجاری در عایق ، در قبال نیروی پیچشی که تابی معادل ۱۸۰ درجه در کابل

ایجاد می کند

۵. عاری بودن از عیوب مضر با توجه به اهداف کاربردی و کرنش های مکرر حاصل از نوسان کابل

۲-۹ مهمترین مزایا مقره های کامپوزیتی

از مواد ترکیبی پلیمرها ساخته می شوند خواص مکانیکی و الکتریکی بهتر از مقره های چینی و شیشه:

۱-بسیار سبک ، حمل و نقل و نصب ساده تر

۲- قابل شکستن نیست و استقامت مکانیکی آنها بالاتر است

۳- نیاز به شستشو و تمیز کردن نیست

۲-۱۰ مواد معروف در مقره های کامپوزیتی

- ۱ سیلیکون رابر silicon rubber

۲- EPDM اتیلن (E) ، پروپیلن (P) ، و دین (D)

سیلیکون رابر یک نوع لاستیک با ترکیبات مختلف و با مقاومت بالای حرارتی و انعطاف پذیری عالی و مقاوم در برابر شرایط مختلف جوی و آلودگی است . (دمای اشتعال ۴۰۰ درجه سیلیسیوس و خاصیت آب گریزی) در هنگام سوختن سیلیکون رابر ، کربن به جا نمی گذارد و سوخته سده آن نیز عایق می باشد

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

در شرایط محیط های آلوده ، جریان نشتی در سطح مقره های سیلیکون رابر ، خیلی کمتر از مقره های چینی و شیشه است.



شکل ۱-۲- نمونه هایی از مقره های کامپوزیتی

۲-۱۱ مقره های کامپوزیت، در رقابت با مقره های پرسلین

خطاهای ایجادشده بر روی خطوط انتقال فشار قوی می توانند به خاموشی های گسترده منجر شوند و در نتیجه زیانهای اقتصادی وسیعی را باعث گردند . مهندسین بهره بردار باید قابلیت اطمینان بهره برداری را مدنظر قرار دهند و در عین حال تاکید زیادی بر روی مهندسی صحیح سیستم قدرت داشته باشند . یک مؤلفه کلیدی قابلیت اطمینان در خطوط انتقال ، انتخاب مقره های آویز فشار قوی است مقره های آویز زنجیره ای از جنس پرسلین یا شیشه ، سالها بصورت استاندارد در تاسیسات فشار قوی بکار برده شده اند ولی از آنجا که بیش از نیمی از خاموشی های برنامه ریزی نشده انتقال می تواند ناشی از خرابی این مقره ها باشد ، لذا کم راه برای استفاده از مقره های کامپوزیتی هموار شده است .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

آن دسته از شرکتهای برق که دارای مشکلات جدی محیطی و آب و هوایی هستند ، اولین کسانی بوده اند که به سمت استفاده از مقره های کامپوزیتی سوق داده شده اند ، زیرا این نوع مقره در معرض خوردگی و اشکالات دیگری که عایقهای پرسلینی دچار آن می گردند ، نیستند.

با اینحال آن دسته از شرکتهای برق که در معرض شرایط سخت محیطی نیستند در پذیرش مقره های کامپوزیتی به آهستگی جلو رفته اند با توجه به اینکه مقره های پرسلینی قبل ارزش خود را اثبات کرده اند ، لذا فهم این نکته آسان است که چرا مهندسین بهره بردار برای پذیرش مقره های کامپوزیت به آهستگی پیش می روند .

اما مزایای مقره های کامپوزیتی مانند : وزن سبک ، آسانی نصب ، لوازم نصب قابل انعطاف تر (که کمتر مستعد آسیب دیدن در اثر کار با آنها طی مراحل نصب هستند) و قیمت نصب کمتر نیز ، بسیاری از مهندسین بهره بردار را تسلیم خود کرده است . دکتر راوی گرور استاد مهندسی برق در دانشگاه ایالتی آریزونا ، فونیکس میگوید :

سالها آزمایش و تصحیح طراحی منجر به داشتن محصولات تکامل یافته ای شده که امروزه آنها را نصب شده در شبکه می بینیم . ”

برای نصب یک مقره معمولی ۵۰۰ کیلوولت ، نیاز به جراثقال یا تجهیزات مخصوصی است که می توانند منجر به آسیب یدن مقره شوند . در دهه اخیر ، مواد کامپوزیتی ، یک نسل جدید از محصولات سبک وزن ، با نسبتهای بالاتر ”قدرت به وزن“ بوجود آورده است که در مقایسه با پرسلین دارای عملکردی برابر یا بالاتر می باشند . یک مقره کامپوزیتی ۵۰۰ کیلو ولت می تواند بوسیله دو مرد بلند شده و بدون نیاز به تلاش زیاد تا پای کار آورده شود توسعه استانداردهای مرتبط به آزمایشگاهی الکتریکی برای نسل جدید مقره های کامپوزیتی یک گام مهم در توسعه آنها بوده است . سازمانهای بین المللی مانند مؤسسه مهندسین برق و الکترونیک ، در نیویورک ، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک در

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

ژنو سوئیس و سازمان برق کانادا در مونترال کانادا ، مشوق توسعه روش‌های آزمایش استاندارد برای آنها بوده اند.

انجام آزمایش‌های فشار قوی در آزمایشگاه‌های مربوط به سازندگان و آزمایشگاه‌های مستقل ، از قبیل مؤسسه تحقیقات انتقال سوئد ، به دادن تائیدیه برای استفاده از این مقره‌ها در فضای باز کمک کرده اند ، آنگونه که اریک گناندت، مدیر در شمال امریکا می‌گوید：“ مابه نسل سوم این محصولات رسیده ایم. خرابی‌های بوجود آمده در نسلهای پیشین به سوی پیشرفت‌های جدید و طراحی بهینه راهبر شده است . روش‌های ساخت بهبود یافته ، منجر به کاهش هزینه‌ها گردیده و مقره‌های کامپوزیتی را رقابتی نموده است .

مقره‌های کامپوزیتی گروه وسیعی از محصولات را در بر می‌گیرند . مقره‌های سیلیکون را بر مشهورترین آنها هستند .

پلیمرهایی مانند (اتیلن پروپیلن دین مونومر) و آلیاژ‌های بعد از آنها هستند. پلیمر مورد استفاده در مراحل ساخت با پرکننده‌ها) مخلوط می‌شود تا مشخصه‌های دلخواه را برای مقره تامین کند . برخی از پرکننده‌ها ، پایداری در مقابل اشعه ماوراء بنفش را تامین می‌کنند ، در حالیکه برخی دیگر به بالارفتن مقاومت سطحی در مقابل شکست الکتریکی و فرسودگی کمک می‌نمایند .

بعضی دیگر نیز اضافه می‌شوند تا به تسهیل پروسه ساخت کمک نمایند (از قبیل پلاستیک سازها که سیالیت را تامین می‌کنند یا زمان پخت را کاهش می‌دهند) . قابلیت ساخت مقره‌های کامپوزیتی به ابعاد ، تحمل مکانیکی و قدرت‌های عایقی متتنوع ، غالباً به آنها اجازه می‌دهد که برای کاربردهای ویژه ، آسانتر از مقره‌های سرامیکی ، تطبیق داده شوند .

اگرچه استفاده از مقره‌های کامپوزیتی اکنون در شمال آمریکا و اروپا معمول شده است ، اما مهندسین سنت گرا در سراسر دنیا در قبول این فناوری جدید آهسته تر پیش رفته اند .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

مشخصات محیطی در رابطه با عملکرد یک مقره بسیار تعیین کننده است. مقره های کامپوزیتی ابتدا نه تنها برای خواص عایقی الکتریکی شان ، بلکه بعلت مقاومت آنها در مقابل رطوبت سطحی برگزیده شدند . قدرت دفع آب و تشکیل قطرات شبیم مانند در سطح آنها ، بجای آنکه یک لایه یکنواخت آب ایجاد گردد ، خاصیتی است که بعنوان آب گریزی شناخته می شود.

با کم شدن قابلیت آب گریزی یک مقره ، مقاومت آن در مقابل تخلیه سطحی نیز کاهش می یابد . در فواصل زمانی طولانی ، جرقه های سطحی می تواند به عبور جریان الکتریکی بر روی سطح مقره، شکست عایق مقره و نهایتا خرابی فاجعه آمیز آن منجر شود. فرار گرفتن در معرض نور ماوراء بنفس ، سرما ، گرما یا آلودگی محیطی می تواند سطح یک مقره کامپوزیتی را دچار پیری کند . آلودگیها از قبیل نمک ، رطوبت ، آلودگی صنعتی ، فضولات پرندهگان و ماسه می توانند باعث شوند که یک مقره کامپوزیتی آب گریزی خود را از دست بدهد . بعلاوه ، هنگامی که نقاط هادی شده بر روی سطح مقره مرطوب شوند ، مکانیزم شکست دیگری بوجود می آید که قوس خشک نامیده می شوند و می تواند به شکست سطحی منجر گردد .

لاستیک سیلیکونی برای بسیاری از این شرایط سخت مورد انتخاب قرار می گیرد ، زیرا آب گریزی خود را تحت شرایط آلودگی بنحو بسیار خوبی نگه می دارد . این مشخصه نتیجه ای از انتقال روغنهای سیلیکونی با وزن ملکولی پایین از درون حجم ماده عایقی به سطح آن است . این ترکیبات با وزن ملکولی پایین ، به داخل لایه آلودگی جذب می شوند و طبیعت آب گریزی سطح آن را دوباره برقرار می نمایند .

برخی نکات دیگر نیز در رابطه با مقره های کامپوزیتی وجود دارد . شکستن میله فیبر شیشه در برخی از آنها دیده شده که باعث سقوط خط گردیده است . این پدیده همچنان مورد بررسی است ، اما بنظر می رسد که رطوبت و بار مکانیکی دو عامل مهم در این رابطه باشند نکته دیگر آنکه بسیاری از مقره های نسلهای اولیه هنوز در حال کار هستند . برخی از این مقره های با طراحی قدیم دارای ترک هستند ،

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

بخوص در جاهائی که قطعات فلزی انتهائی به ميله فيبر شيشه درونی متصل بوده و به سیم با کشش بالا جفت گردیده است . طراحی های نخستین که از اپوکسی استفاده می کرند و به ميله فيبر شيشه با فشار چسبانده می شدند ، غیر پایدار تشخیص داده شده اند . تشخیص وضعیت این مقره ها و پیش بینی طول عمر باقیمانده آنها یکی از مشکلات فعلی است .

عامل تعیین کننده دیگر در عملکرد مقره کامپوزیتی، رعایت دستور العمل سازنده در نصب و کاربرد آن است . تعدد محدودیتها در طراحی و نصب مقره ها می تواند به بروز اشتباهات منجر شود . گنات گزارش واقعه ای را تشریح می کند که طی آن یک مقره کامپوزیتی پس از دو ماه کار دچار خرابی شده است . در این رابطه شرکت برق ذیربط تصمیم گرفت که یک بررسی مستقل جهت علت یابی واقعه مذبور انجام دهد . در بررسیها معلوم شد که مقره بصورت افقی نصب شده در حالیکه دستورالعمل نصب سازنده بیان می کرد که مقره به علت ویژگیهای مکانیکی آن ، نباید بیش از ۱۵ درجه نسبت به حالت عمودی منحرف شود . یک مسئله رایج دیگر در کاربرد این مقره ها نصب حلقه های کورونا روی خطوط ۵۰ کیلوولت است . هم محور نبودن حلقه کورونا ، نصب حلقه ها بر روی خود مقره ، بجائی قراردادن آن روی یک قطعه فولادی و نیز عدم نصب حلقه کورونا ، بعنوان مسائلی گزارش شده اند که میتوانند در حال کار باعث خرابی مقره های کامپوزیتی شوند .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول (۲-۱) - خلاصه مشخصات بازوهای عایقی پلیمری kv154

اجزای بازوی عایقی	نوع معلق (۲ جزئی) و نوع خود ایستا (۳ جزئی)
حداکثر ولتاژ rms فاز به زمین	161 kv
حداکثر چگالی رسوبات نمکی	0.12 mg/cm ²
حداکثر بار طولی (در راستای خط)	4000 kgf
طول بازو	2300mm
فاصله خرشه	6000mm
جنس پوشش مقره	سیلیکون رابر
جنس هسته	رزین مسلح به فیبر شیشه

در مقره های پلیمری مورد استفاده، برای بالا بردن دوام مکانیکی، از هسته های GFRP استفاده شده است.

مقره های مذکور با لایه های عایقی ای از جنس سیلیکون رابر پوشانده شده اند. این لایه ها در مقابل جریانهای خزشی و جریانهای نشتی مقاومند. در هر دو انتهای مقره ها جهت محکم کردن روکش های عایقی بر روی هسته، از یراقه ای فلزی استفاده شده استفاده افقی بین دو بازو در این طرح برابر با $\frac{5}{6}$ متر است که این مقدار، با فاصله موجود در خطوط انتقال ۶۶ kv، برابر است. در بازو های عایقی، یک بخش معلق وجود دارد که بر روی دکل آویزان می گردد. اتصال بازو های نوع خود ایستا به دکل، به کمک

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

پیچ و مهره انجام می‌گیرد. در نوع معلق برای جلوگیری از حرکت بازو، از مفصلهای پروانه‌ای استفاده می‌شود.

انجام تستها، نشان میدهد که بار نامتعادل طولی (که توسط باد و یا جهش هادی در کلیه اسپانها ایجاد می‌گردد) و تنش محوری بازوی عایقی به هم مرتبطند. نتایج بدست آمده، حاکی از عملکرد الکتریکی مناسب این نوع بازوهای عایقی می‌باشند.

۲-۱۲ نتیجه گیری

از آنجا که بیش از نیمی از خاموشی‌های برنامه ریزی نشده انتقال می‌تواند ناشی از خرابی این مقره‌ها باشد، لذا کم کم راه برای استفاده از مقره‌های کامپوزیتی هموار شده است آن دسته از شرکتهای برق که دارای مشکلات جدی محیطی و آب و هوایی هستند، اولین کسانی بوده‌اند که به سمت استفاده از مقره‌های کامپوزیتی سوق داده شده‌اند، زیرا این نوع مقره در معرض خوردگی و اشکالات دیگری که عایقهای پرسلینی دچار آن می‌گردند، نیستند.

باتوجه به خواص این نوع مقره‌ها استفاده از انها در صنعت راحت‌تر است لذا با توجه به آب و هوای محیط کاری صرف هزینه بیشتر جهت تهیه این نوع مقره‌ها اقتصادی تراز انواع دیگر مقره‌هاست. اما در زمان نصب آنها باید به شرایط و نحوه نصب و اتصال آنها دقت کامل نمود.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل سوم

کراس آرم های کامپوزیتی در شبکه ها

۳-۱ مقدمه

یکی از تجهیزات بسیار پر مصرف در شبکه های توزیع هوایی کراس آرم ها است که با توجه به فلزی بودن جنس آنها نیاز به نصب مقره عایقی بین هادی و کراس آرم دارد. شکستن مقره ها، ترکهای موئی و آلودگی مقره ها و ... (به ویژه در زمان بارندگی) باعث بروز اتصالی و قطع برق می شوند و این امر یکی از دلایل تحقیق و بررسی در مورد این موضوع و پیگیری جهت اختراع این نوع از کراس آرم بوده است.

۳-۲ کراس آرم کامپوزیتی با مقره یکپارچه

وظیفه اصلی کراس آرم تحمل نیروهای ناشی از وزن کابل و نیروهای دیگر وارد به کابل می باشد. حفظ فاصله مورد نیاز کابلهای فازی از هم و همچنین کابلهای فازی از زمین وظیفه اساسی و استاندارد کراس آرم هاست. به طور معمول کراس آرمها را به صورت پروفیلهای نبشی یا قوطی فولادی و یا از جنس چوب می سازند. شکست کراس آرمها باعث تماس کابلها با زمین شده که در مناطق شهری این به معنی ریسک بالای از بین رفتگان انسانها بوده و در مناطق روستایی در کنار این امر، منجر به آتش سوزی بوته زارها و جنگلها می گردد. مهمترین عیوب کراس آرم های مرسوم چوبی و فلزی، وزن بالای آنها جهت حمل و نقل و انجام تعمیر و نگهداری، تاثیر پذیری شدید از شرایط محیطی و آب و

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

هوايى، تاثيرپذيرى از خطوط فشار متوسط و قوى، كاهش خواص مكانيكى با گذشتمر كاري، حمله جانوران و فاسد شدن و در نهايىت هزينه تعمير و نگهدارى بالاي آنها مى باشد.

ازمزایاي اصلی كراس آرم های کامپوزیتی يکپارچه شامل كاهش قابل ملاحظه خطای تکفاز با زمین، كاهش پرندهزنى ناشی از نشستن پرندگان بر روی كراس آرم ها كاهش خاموشيهها و قطع برق و ... اعلام كرد كراس آرم (بازوي عرضي) به عضوهایي كه به صورت افقی بر روی دكلهای برق قرار می گيرد اطلاق می شود .

امروزه استفاده از مصالح و موادی كه در ساخت تجهيزات موجب افزایش كارآئي و طول عمر تجهيز شوند و جايگزين مناسبی برای مصالح سنتی باشند، با وجه به محدوديت منابع و معادن يك اولويت به شمار می آيد.

مقاومت در برابر عوامل خورنده محيطی و زنگ زدگی، عدم نياز به سيسitem حفاظتی اندازه گيري دورهای و احياء آن، كاهش خطرات ناشی از برق گرفتگی در اثر اتصال بدنه، ملاحظه وزن، سهولت در حمل و نصب و بهره برداری، كاهش خطرات ناشی از بخورد وسائل نقلیه با كاهش قابل پایه، تنوع در مصالح اولیه بادرنظر گرفتن محدوديت منابع و معادن را از جمله مزاياي اصلی اين طرح عنوان كرد.

۳-۳ کراس آرم کامپوزیتی FRP و GRP

بازوهای عرضی کامپوزیتی : هر تير انتقال برق فشار متوسط (۲۰ و ۳۳ کيلوولت) از سه قسمت اصلی يعني تير ، بازو های عرضی و مقره ها تشکيل شده است . بازو های عرضی معمولاً از جنس فولاد ساخته می شوند . با اين وجود در بعضی از کشورها نظير آمريكا ، استراليا ، کانادا و بخشهايی از اروپا اين محصولات از مواد کامپوزیتی ساخته می شوند .

به كارگيری بازو های عرضی کامپوزیتی به جاي نمونه فلزی دارای برتری هايی است ؛ از جمله:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳-۳-۱ کاهش وزن :

سنگینی وزن بازوهای عرضی فلزی (حدود ۲۰ کیلوگرم) یکی از مشکلات شرکتهای انتقال و توزیع برق است . در مناطقی که به دلایل گوناگون از جمله ناهمواری سطح زمین ، امکان استفاده از ماشین های بالابر در آن ها وجود ندارد ،

حمل بازوهای عرضی فلزی تا بالای تیر بسیار سخت و خطرناک است ؛ در صورتی که کامپوزیت ها وزن نسبتاً کمی دارند و حمل آنها آسان است .

۳-۳-۲ مقاومت در برابر خوردگی :

بازوهای عرضی فلزی در آب و هوای مرطوب و خورنده ، عمر نسبتاً کمی دارند . یکی از برتری های مواد کامپوزیت ، مقاومت بسیار مناسب آنها در برابر خوردگی است که این مواد را برای این مناطق مطلوب می سازد .

۳-۳-۳ نارسانایی الکتریکی :

کامپوزیت ها را می توان به صورت موادی عایق طراحی کرده و ساخت . این ویژگی خطر برق گرفتگی و اتصال کوتاه را کاهش می دهد . شاید بتوان با به کارگیری بازوهای عرضی کامپوزیتی از کاربرد مقره های حامل کابل - که در واقع نقش عایق را بین کابل و پروفیل بازی می کنند جلوگیری کرد .

۳-۳-۴ زیبایی :

در ساخت بازوهای عرضی فلزی همیشه محدودیت هایی وجود دارد که طراح را مجبور به استفاده از قطعات استاندارد نبشی می کند . با به کارگیری کامپوزیت ها می توان به سراغ طرح هایی رفت که علاوه بر بهینه بودن ، زیبا نیز باشند .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۳-۵ عمر بیشتر

عمر بازو های عرضی کامپوزیتی حدود سه برابر طول عمر نمونه فلزی است . به دلیل عمر بیشتر و عدم نیاز به تعویض و تعمیر در کامپوزیت ها ، هزینه های تعویض و نگهداری حذف خواهند شد

۶ ۳-۳ کاهش تداخلات امواج رادیویی

امواج رادیویی بدون هرگونه انحراف و شکست از کامپوزیت ها عبور می کنند

۷ ۳-۳ کاهش افت توان خط

به کارگیری بازو های عرضی کامپوزیتی از نشت جریان الکتریکی از خط به سمت پایه ها تا حدودی جلوگیری می کند و به این ترتیب میزان افت توان خط کاهش خواهد یافت . علاوه بر موارد فوق با به کارگیری بازو های عرضی کامپوزیتی می توان از طرح هایی استفاده کرد که یکپارچه بوده و نیازی به سوار کردن قطعات برروی هم نباشد.

۴ ۳-۳ کاربرد بازو های پلیمری جهت فشرده ترکردن خطوط انتقال

در حالیکه با گسترش شهرها، میزان تقاضای انرژی الکتریکی روند روز افزونی دارد، تهیه زمین جهت نصب خطوط انتقال و رعایت حریم الکتریکی، روز به روز مشکل تر می شود. خطوط انتقال هوایی در مناطق شهری، سطح ولتاژی بین ۱۵۰ تا ۶۰ kv دارند. با کاهش فضای اشغالی این خطوط امید آن می رود که انتقال توان، وجهه مناسبتری به خود بگیرد.

۱ ۳-۴ هدف

هدف از این پروژه، فشرده سازی خطوط انتقال kv154 (به عرض استاندارد m8.5 و فاصله استاندارد فاز به فاز ۴.2 m) و کاهش عرض آنها به عرض خطوط ۶۰ kv بوده است. هدف دیگری که از انجام این پروژه دنبال می شد، کوچکتر کردن اندازه طول مقره و بازو های برج با جایگزینی مقره های پلیمری به جای مقره های سرامیکی بوده است.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۴-۲ دور نما

در حالیکه با گسترش شهرها، میزان تقاضای انرژی الکتریکی روند روز افزونی دارد، تهیه زمین جهت نصب خطوط انتقال و رعایت حریم الکتریکی، روز به روز مشکل تر می شود. خطوط انتقال هوایی در مناطق شهری، سطح ولتاژی بین 60 تا 150 kv دارند. با کاهش فضای اشغالی این خطوط امید آن می رود که انتقال توان، وجهه مناسبتری به خود بگیرد.

۳-۴-۳ نتایج اصلی

دو نوع بازوی عایقی موجود است : نوع "آویزی" نامیده می شود، از دو قسمت تشکیل شده است. این دو قسمت عبارتند از: یک بخش معلق و یک بخش افقی. این نوع بازوی عایقی، ساختار لولایی داشته و با تغییرات بار طولی، می تواند جابجا شود. نوع دوم که نوع "Line Post" یا خود ایستا نامیده می شود، از سه بخش تشکیل شده است که عبارتند از : یک بخش معلق و دو بخش افقی. این نوع بازو، توانایی تحمل وزن هادی را در هنگام پارگی آن دارد. هر دو نوع از این بازوها، طول اتصالی در حدود $m2.3$ دارند.

درجول (۱)، خلاصه ای از مشخصات بازوهای عایقی پلیمری $kv154$ آورده شده است.

در شکل (۱) نیز عکس هایی از این دو نوع بازو نشان داده شده اند. نتایجی که از این ارزیابی مکانیکی - الکتریکی اولیه بازو های عایقی پلیمری $kv154$ حاصل شده اند، در زیر آورده شده اند :

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳-۵ عملکرد مکانیکی کراس آرم

با توجه به آزمایشات مکانیکی انجام شده بر روی بازوهای عایقی نوع LINE-POST (خود ایستا) حداکثر بار مکانیکی طولی قابل تحمل این نوع از بازوهای عایقی، بیش از ۱۰ تن است که این مقدار، ۲/۵ برابر مقدار استاندارد آن می باشد . بازوهای عایقی در یک خط آزمایشی (هادی Acer با مقطع ۴۱۰ mm^۲ ، با دو اسپان ۱۵۰ متری) قرار گرفته و دو آزمایش بر روی آنها انجام شد که این دو آزمایش عبارت بودند از : تست عملکرد در مقابل باد طبیعی و تست لرزش مصنوعی با ریختن برف یخ زده از روی خط. بین تنش محوری تولیدی در بازوی عایقی نوع Line-Post (خود ایستا) و بار طولی نا متعادل حاصل از اختلاف تنش میان دو اسپان مختلف، رابطه جالبی وجود دارد. این تنش محوری به اندازه کافی از سطح تنش محوری مجاز (در حدود ۲۰ kgf/mm^۲) کوچکتر است. (به شکل ۲ رجوع کنید). تنش محوری ایجاد شده در بازوهای عایقی نوع معلق، کمتر از یک دهم تنش محوری ایجاد شده در بازوی نوع line-post (خود ایستا) است.

در طرح مذبور، با نصب مقره های پلیمری بین فازها در فواصل ۷۵ متر از یکدیگر، نوسانات هادیها کنترل شده و بدین ترتیب، فاصله بین فازها تا ۳ متر کاهش یافت.

۳-۶ عملکرد سیستم عایقی

برای ارزیابی عملکرد سیستم عایقی، تستهایی از قبیل تست ولتاژ ضربه صاعقه ، کلیدزنی و ولتاژ فرکанс قدرت، بر روی آن انجام شد. با توجه به نتایج حاصله، عملکرد سیستم عایقی از مقادیر تعیین شده بالاتر بود (به شکل ۳ توجه کنید)،

استقامت سیستم در مقابل جریان خطأ با استفاده از جریان خطایی برابر با KA 35.1 مورد آزمایش قرار گرفت که در نتیجه آن هیچگونه صدمه ای به عایق وارد نشد پس از انجام تست جریان خطأ، استقامت عایقی تنها ۱۰ درصد کاهش یافت که مقدار قابل قبولی است. نتایج بدست آمده از تستهای فوق حاکی از

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

آنست که با ترکیب بازوهای عایقی مذکور و دکلهای عریض با پایه باریک میتوان خطوط فشرده KV154 را با عرض m5.6 (که برای خطوط Kv60 مرسوم است) احداث کرد. به این ترتیب میتوان قابل انتقال را در یک دکل با عرض استاندارد، تا دو برابر افزایش داد.

۳-۷ فعالیتهای آتی

ساخت بازوهای عایقی مناسب برای تبدیل خطوط kv60 به خطوط kv154 و بررسی عملکرد طولانی مدت بازوهای عایقی از مواردی هستند که پرداختن به آنها ضروری به نظر می‌رسد.

۴-۳ بررسی تجربی خصوصیات کراس آرم‌های کامپوزیتی در خطوط توزیع

کراس آرم‌ها که وظیفه تحمل وزن کابل را در خطوط انتقال و توزیع برق بر عهده دارند معمولاً از پروفیلهای چوبی یا فلزی ساخته می‌شوند . استفاده از کامپوزیتها در ساخت کراس آرم‌ها باعث افزایش استحکام و سفتی ، کاهش وزن، افزایش مقاومت در برابر خوردگی، عدم رسانایی و افزایش عمر آنها می‌شود . در تحقیق حاضر کراس آرم کامپوزیتی به شکلهای قوطی و نبشی ساخته شده و سپس بر اساس استانداردهای موجود، آزمایش های مکانیکی، محیطی و الکتریکی بر روی آنها صورت گرفته است . بر اساس این آزمایشات نمونه های کامپوزیتی علاوه بر وزن کمتر، به لحاظ سازه ای دارای ایمنی واستحکام بالاتری نسبت به نمونه های فلزی مرسوم میباشند. همچنین آزمایشات نشان میدهد که نمونه های کامپوزیتی در برابر شرایط بد محیطی از عمر و دوام بسیار خوبی برخوردارند.

در آمریکا بیش از 10 سال است که چندین شرکت معتبر کامپوزیتی اقدام به طراحی و ساخت اینگونه کراس آرم‌ها نموده اند، که خلیلی در گزارشی به بررسی محصولات آنان پرداخته است .

برخی از این شرکتها اقدام به استانداردسازی روش‌های ساخت و تست کراس آرم‌های کامپوزیتی نموده اند که در گزارش مذکور به تفصیل در مورد آنها بحث شده است . در ایران در سال 1381 اقدام به آنالیز و طراحی کراس آرم‌های کامپوزیتی نمودند . کراس آرم طراحی شده آنان به شکل قوطی ارائه شده و به لحاظ بارگذاری استاتیکی و فرکانسهای طبیعی مورد بررسی قرار گرفته بود . در سال 1382 به

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

طراحی و تحلیل کراس آرم‌های کامپوزیتی با اشکال مختلف هندسی از جمله قوطی، نبشی و لوله پرداختند. آنان هر نمونه را با لایه چینیهای مختلف کامپوزیتی بررسی نموده و برای هر نمونه چیدمان بھینه را تعیین کردند.

همانطور که دیده می‌شود، تحقیقات نسبتاً خوبی در خصوص طراحی کراس آرم‌ها در داخل کشور صورت گرفته، ولی تا کنون در زمینه ساخت و تست کراس آرم‌های کامپوزیتی اقدامی صورت نگرفته است.

در تحقیق حاضر کراس آرم‌های کامپوزیتی بر اساس تحقیقات مرجع [4] به شکلهای قوطی و نبشی ساخته شده و سپس بر اساس تستهای استاندارد ذکر شده در مرجع [2]، آزمایش‌های مکانیکی، الکتریکی و محیطی مختلف بر روی آنها صورت گرفته است. آزمایشات شامل خمشن متقارن و نامتقارن، شرایط محیطی، پتک سنگین، AC خشک و تر، پالس جرقه، ضربه شارپی و اشعه فرابنفش میباشد.

بر اساس این آزمایشات نمونه‌های کامپوزیتی علاوه بر وزن کمتر، به لحاظ سازه‌ای دارای ایمنی و استحکام بالاتری نسبت به نمونه‌های فلزی مرسوم می‌باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳-۹ ساخت کراس آرم کامپوزیتی

در این تحقیق به منظور انجام تستهای مختلف، تعداد 7 نمونه کراس آرم با ابعاد و اشکال مختلف و همچنین چیدمان الیاف گوناگون ساخته شده که مشخصات آنها به همراه کد مربوطه در جدول (1) آورده شده است .

تمامی نمونه ها با طول 5 متر ساخت شده اند . برای ساخت تمامی نمونه ها از رزین پلی استر به عنوان ماده زمینه (ماتریس) استفاده شده است.

برای فاز تقویت کننده نیز از الیاف شیشه به دو صورت پارچه ای (بافته شده) و سوزنی (خرد شده) بهره گرفته شده است.

در تمام نمونه ها نیز از 60 درصد وزنی الیاف استفاده گردیده است . دو انتهای نمونه های قوطی شکل نیز به منظور ایجاد شرایط کاربردی و محافظت از حمله پرندگان و نفوذ آب و عوامل محیطی توسط فوم پلی اورتان پر شده است . همچنین سوراخهای لازم جهت اتصال مقره ها و تسمه های تقویتی بر روی نمونه ها ایجاد شده است . همانطور که از (جدول ۱) دیده می شود، کراس آرمها با چیدمان الیاف گوناگون ساخته شده اند . چیدمانهای ذکر شده woven مخفف **chopped** نشان دهنده الیاف بافته شد ه و C مخفف اندیس به معنی تعداد لایه ها از هر نوع در الیاف می باشد . بنابراین تعداد کل لایه ها برابر مجموع اندیسها خواهد بود .

البته باید توجه داشت که در نمونه های مختلف ضخامت و وزن لایه ها با یکدیگر متفاوت بوده که وزن کل هر نمونه در این جدول آورده شده است . در (شکل ۱) نمونه های ساخته شده به صورت یکجا دیده میشود .

۳-۱۰ آزمایشات

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

تمامی آزمایشات زیر در خصوص تعیین تجربی خواص کراس آرم های کامپوزیتی بر اساس استانداردهای موجود تعریف شده در مراجع رسمی انجام گردیده است(5)

۳-۱۰-۱ آزمایش خمش متقارن

در این آزمایش که بر اساس استاندارد RUS ۶ انجام شده، کراس آرم بر روی دو پایه یک فیکسچر که به این منظور طراحی شده قرار گرفته و نیروی عرضی توسط یک کابل به وسط آن اعمال می گردد [5].

در این تست کراس آرم در معرض خمش متقارن قرار گرفته و خیز نقطه میانی آن اندازه گیری می شود .شکل (2) یک نمونه کراس آرم کامپوزیتی قوطی شکل را در حال تست خمش متقارن نشان می دهد نحوه انجام تست بدین گونه است که بار کششی توسط کابل 50 kg به کراس آرم اعمال می گردد و این فرآیند و با پرس تا شکست نهایی کراس آرم ادامه می یابد .در هر مرتبه افزایاد بار، مدت 10 دقیقه مکث می شود تا سیستم به وضعیت پایدار و شرایط استاتیکی برسد .سپس خیز عمودی نقطه میانی و همچنین میزان بار وارد ثبت می گردد.

این آزمایش بر روی نمونه CA-003 انجام گرفت .کراس آرم مذکور در بار نهایی 800 kg از نقطه اعمال بار که دارای بیشترین گشتاور خمشی می باشد دچار شکست گردید . تا قبل از شکست حداقل جابجایی عمودی نمونه در اثر اعمال بار 27 mm اندازه گیری شد.

۳-۱۰-۲ آزمایش خمش نامتقارن

برای انجام این آزمایش کراس آرم به صورت استاندارد و بوسیله پیچ فولادی به قطر 10 mm در وسط بر روی فیکسچر مخصوص نصب گردیده و تسممه ها نیز بصورت استاندارد در محل متصل شد . یک بازوی کراس آرم توسط یک میله دو سر پیچ، کابل و گیره ها نگه داشته شده و بازوی دیگر کراس آرم تحت بار عمودی قرار گرفت .همچون حالت قبل در هر مرتبه افزایاد بار، میزان جابجایی عمودی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

بازوی تحت بارگذاری، پس از مدتی مکث ثبت شد .شکل (3) دو نمونه کراس آرم کامپوزیتی در حال تست خمش نامتقارن را نشان می دهد.

واماندگی تمام نمونه ها بصورت ایجاد ترک های طولی در محل اتصال تسمه به کراس آرم

مشاهده گردید .

در جدول 2 نتایج حاصل از این آزمایش آورده شده است. همانطور که از نتایج موجود در جدول (2) بر می آید، کراس آرم های کامپوزیتی چه به صورت نبشی و چه به صورت قوطی شرایط بارگذاری استاندارد (350) کیلوگرم را تحمل می نمایند از نظر خیز و تغییر شکل نیز جابجایی های تمامی (63 میلیمتر) کمتر می باشند . (نمونه ها از شرایط استاندارد 5) لیکن تغییر شکل کراس آرم نبشی پیچیده و نامتقارن و غیر یکنواخت می باشد . لذا به نظر میرسد، می بایست از کراس آرم قوطی شکل استفاده شود تا هم از نظر مقاومت و هم از نظر جابجایی شرایط مناسبی فراهم گردد.

جدول ۱- مشخصات کراس آرم های کامپوزیتی ساخته شده [۵]

ردیف	کد نمونه	سطع مقطع	رنگ نمونه	وزن (kg)	لایه چینی
۱	CA-001	نبشی	صورتی	۳/۸۰۰	[w ₂ /c ₅ /w ₂]
۲	CA-002	نبشی	قرمز	۲/۹۰۰	[w ₁ /c ₃ /w ₁]
۳	CA-003	قوطی	مشکی	۳/۸۰۰	[w ₂ /c ₂ /w ₂]
۴	CA-004	قوطی	آبی	۳/۵۰۰	[w ₆]
۵	CA-005	قوطی	سفید	۶/۲۰۰	[c ₆]
۶	CA-006	قوطی	سفید	۴/۵۰۰	[w ₁ /c ₂ /w ₂]
۷	CA-007	قوطی	سفید	۵/۴۰۰	[c ₆]

c: الیاف خرد شده

w: الیاف یافته شده



شکل ۱-۳- نحوه انجام تست خمش نامتقارن بر روی کراس آرم قوطی شکل و نبشی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳-۲ - هفت نمونه کراس آرم کامپوزیتی ساخته شده و مقطع کراس آرم های قوطی شکل



شکل ۳-۳ - نحوه انجام تست خمش متقارن بر روی کراس آرم کامپوزیتی قوطی شکل

www.WikiPower.ir

جدول ۲- نتایج تست خمش نا متراند [۵]

حداکثر جایچایی (mm)	بار نهایی شکست (kg)	کد نمونه	ردیف
62	600	CA-001	۱
44	1000	CA-005	۲
45	1300	CA-006	۳
46	1300	CA-007	۴

۱۰-۳- آزمایش شرایط محیطی

بعد از بارگذاری و شکست، بخشی از نمونه قوطی شکل CA-003 به سه قطعه تقسیم شد. یک قطعه در آب شهری، یک قطعه در خاک مرطوب و جهت مقایسه یک قطعه در شرایط معمولی آزمایشگاه قرار داده شد. هر سه قطعه به مدت 48 روز در این شرایط نگهداری شده و پس از این مدت

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

قطعه ها تمیز شده و از هر یک سه نمونه آزمایش کشش تهیه گردید. [5] همچنین از کراس آرم نبشی شکل CA-001 نیز بدون اعمال شرایط محیطی، برای انجام آزمایش کشش دو نمونه تهیه شد . نتایج آزمایش کشش بر روی این نمونه ها در جدول(3) آورده شده است.

همانطوری که مشاهده می شود شرایط محیطی تأثیر چندانی بر روی خواص نمونه ها ایجاد ننموده است . شکل (4) دو نمونه کامپوزیتی قرار گرفته در محلول آب شهری و خاک مربوط جهت تست شرایط محیطی را نشان می دهد.

۳-۱۰-۴ آزمایش له شدن و پتک سنگین

از نمونه قوطی شکل CA-003 همچنین قطعه ای برای آزمایش له شدن و ضربه با پتک تهیه گردید . این نمونه در دستگاه ضربه شاربی نصب شده و سپس با رها شدن وزنه 18 کیلوگرمی از ارتفاع 1/5 متری، ضربه ای معادل 300 ژول به آن وارد گردید .

نمونه بعد از آزمایش توانست مقدار 300 ژول را تحمل نماید . بر اثر اصابت ضربه زننده، تنها ترک هایی در لبه نمونه ایجاد شد و نیز مقداری از ژل کت سطح قطعه خرد گردید . همچنین این ضربه باعث ساییدگی رنگ قطعه و ایجاد کمی فرورفتگی دائمی به شکل ضربه زننده بر روی سطح قطعه شد . لذا می توان نتیجه گرفت نمونه از نظر تحمل به ضربه و له شدن مقاومت بسیار مناسبی داشته است . شکل (5) نمونه در حین و پس از تست ضربه با پتک سنگین را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳-۴ - دو نمونه کامپوزیتی قرار گرفته در محلول آب شهری و خاک مرطوب جهت تست شرایط محیطی

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۳- نتایج تست شرایط محیطی [۵]

نمونه ها	جایگاهی در حداکثر بار (mm)	درصد گرانش در حداکثر بار	بار حداکثر (KN)	حداکثر تنش (MPa)	انرژی شکست (J)	بار تسلیم (KN)
نیس ۱	۰/۲۰۴	۰/۸۱۷	۲/۷۵	۴۶/۰۵	۰/۳۰۷	۲/۷۷۹
نیس ۲	۰/۲۷۱	۱/۰۸	۳/۸۲	۶۲/۴	۰/۶۳۴	۳/۳۸۵
قوسط ۱ (سمولی)	۰/۲۸۶	۱/۱۴	۲/۸۹	۸۱/۸	۰/۴۵۲۴	۲/۰۶۷
قوسط ۲ (سمولی)	۰/۳۰۹	۱/۲۴۸	۳/۰۵۹	۹۶/۳	۰/۴۸۴۶	۲/۱۵۴
قوسط ۳ (سمولی)	۰/۲۶۷	۱/۰۷۱	۲/۹۶۹	۹۵/۳	۰/۴۲۶۱	۲/۳۴۸
قوسط ۱ (آب)	۰/۱۵۵	۰/۹۲۰	۱/۸۸	۵۹/۳	۰/۱۵۶۶	۱/۴۹۲
قوسط ۲ (آب)	۰/۳۵۵	۱/۴۲	۲/۶۱	۷۹/۷	۰/۷۸۷	۲/۴۹۲
قوسط ۳ (آب)	۰/۳۲۷	۱/۳۰۸	۳/۰۶۷	۸۹/۳۹	۰/۵۴۰۲	۲/۴۰۸
قوسط ۱ (خاک سرطانی و برف)	۰/۳۲۷	۱/۳۱	۳/۹۳	۹۵/۷	۰/۷۰۸	۲/۸۱
قوسط ۲ (خاک سرطانی و برف)	۰/۲۳۰	۰/۹۲۳	۲/۸۶	۸۷/۴	۰/۳۴۶	۲/۱۲۵
قوسط ۳ (خاک سرطانی و برف)	۰/۳۱۶	۱/۲۶۴	۳/۰۷۵	۸۲/۰۵	۰/۵۱۶	۲/۱۷



شکل ۳-۵- نمونه کامپوزیتی در حین و پس از تست ضربه با پتک سنگین

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳-۱۰-۵ آزمایش AC

در این آزمایش یک قطعه از کراس آرم CA-003 بدون استفاده از مقره یعنی در بدترین وضعیت بین دو هادی قرار داده شده و براساس استاندارد EPRI(7) تا مقدار 100 کیلوولت اسمی و به مدت 10 دقیقه در معرض بار الکتریکی قرار گرفت. پس از آزمایش هیچگونه تغییری در خصوصیات الکتریکی و همچنین ظاهر نمونه مشاهده نگردید و هیچگونه پدیده الکتریکی مانند جرقه زنی رخ نداد همچنین قطعه در برابر جریان الکتریکی مقاومت خوبی از خود نشان داد . بر ، اساس استانداردمذکور، در آزمایش AC خشک حداقل بار الکتریکی قابل تحمل مورد نیاز 15 کیلو ولت بوده که نمونه مورد نظر تا 100 کیلو ولت را تحمل می نماید.

همچنین نمونه دیگری از کراس آرم CA-005 که قبلًا در معرض آزمایش خمس غیر متقارن قرار گرفته بود، بطور مستقیم و بدون مقره در معرض 50 ضربه پالس جرقه قرار گرفته و سپس به مدت یکساعت و بدون مقره یعنی در بدترین وضعیت در معرض آزمایش AC خشک قرار گرفت.

سپس همین نمونه به مدت یک ساعت بدون مقره در معرض آزمایش AC تر قرار گرفت. شدت بار الکتریکی داده شده در AC خشک و تر به ترتیب 80 و 20 کیلو ولت بود. بعد از انجام آزمایش های فوق، آزمایشات کشنش و ضربه مجدداً بر روی نمونه ها انجام گرفته و با نتایج نمونه های اولیه از همینکراس آرم که تحت جرقه و آزمایش AC قرار نگرفته بودند، مقایسه گردیدند. نتایج حاصل تفاوت چندانی را در استحکام نمونه ها نشان نمی داد.

در آزمایش AC تر، نمونه در 20 کیلو ولت شروع به ایجاد جرقه الکتریکی بر روی تمامی سطح خارجی خود مینماید

در آزمایش AC تر بر اساس استاندارد حداقل بار الکتریکی قابل تحمل مورد نیاز 15 کیلو ولت بوده، که نمونه مورد نظر تا 20 کیلوولت را تحمل می نماید. البته لازم به ذکر است که در استاندارد نتایج

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

ارائه شده با وجود مقره بر روی کراس آرم است، و این در صورتی است که آزمایشات نجام گرفته و مقادیر

بدست آمده بر روی کراس آرمها کامپوزیتی در بدترین شرایط ممکن و بدون استفاده از مقره میباشد

شکل 6 نحوه انحام تست AC بر روی نمونه کامپوزیتی را نشان می دهد.

۳-۱۰-۶ آزمایش پالس جرقه

در این آزمایش یک قطعه از کراس آرم 005-CA بدون مقره در معرض ضربه پالس جرقه با ولتاژ 175 کیلو ولت قرار گرفته است.

نمونه بعد از آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفته و هیچگونه تغییری در خصوصیات الکتریکی و همچنین ظاهر آن مشاهده نگردید. لذا قطعه در برابر جریان های الکتریکی می تواند مقاومت خوبی از خود نشان دهد. شکل (7) یک نمونه کامپوزیتی را در حال آزمایش پالس جرقه نشان می دهد.



شکل ۳-۶-نحوه انحام تست AC



شکل ۷-۳-یک نمونه کامپوزیتی را در حال آزمایش پالس جرقه

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



[شکل ۳-۸- نمونه های شارپی در شرایط محیطی متفاوت]

۳-۱۰-۷ آزمایش ضربه شارپی

در این آزمایش بر اساس استاندارد ASTM D2444 (۸) ازبخش دیگری از نمونه قوطی CA-003 نمونه هایی به دو صورت افقی و عمودی بدون ترک در سه دمای ۰C ۲۲ (دمای محیط) -۱۰ و ۰۰ درجه و مورد آزمایش ضربه شارپی قرار گرفته و میزان انرژی جذب شده ثبت گردید. تمامی نمونه ها به صورت کامل و بدون شکاف تهیه گردید. در جدول (۴) نتایج حاصل از این آزمایش آورده شده است.

در ادامه نمونه های دیگری با وجود ترک از کراس آرم مذکور تهیه و پس از نگهداری در شرایط محیطی آب شهری، خاک مرطوب و شرایط معمولی پس از ۴۸ روز در سه دمای متفاوت مورد آزمایش ضربه شارپی قرار گرفت (شکل ۸)

نتایج حاصل از این آزمایش در جدول (۵) آورده شده است. نتایج در تمامی وضعیت ها تقریباً شبیه به هم می باشد . این امر نشان می دهد که قطعه کامپوزیتی در درجه حرارت های مختلف تحمل بارگذاری و مقاومت مناسبی را از خود نشان می دهد . وجود ترک در این مواد مشکلی را از نظر افت استحکام بوجود نمی آورد، چرا که ماتریس ماده ای شکل پذیر بوده و الیاف نیز متوقف کننده رشد ترک می باشند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۳-۱۰-۸ آزمایش تابش اشعه فرابنفش

همانطور که می دانیم خواص استحکامی پلیمرها از جمله رزین پلی استر تحت تابش فرابنفش و بر حسب زمان کاهش می یابد . لذا به منظور جلو گیری از این پدیده مواد افزودنی که جاذب اشعه فرابنفش می باشند به آنها اضافه می شود برای بررسی این موضوع نمونه هایی تهیه شده و آزمایش تابش اشعه فرابنفش بر روی آنها انجام شد . آزمون تابش اشعه فرابنفش طبق استاندارد ASTM D 5071(۹) انجام شد.

این آزمایش توسط دستگاه Xenotest که قابلیت تابش اشعه فرابنفش با شدت‌های متفاوت از ۲۵۰ تا ۱۰۰۰ ولت بر مترمربع با استفاده از لامپهای زنون را دارد، انجام می شود . این دستگاه همچنین قابلیت کنترل دما و رطوبت را داشته و قادر است شرایط تابش را به صورت شتابدار فراهم نماید . به طور متوسط در نقاط کویری و پرتابش دنیا سالانه 280 مگاژول بر متر مربع اشعه فرابنفش تابیده می شود لذا چنانچه از شدت 800 وات بر متر مربع برای دستگاه استفاده کنیم، می بایست نمونه ها 100 ساعت در داخل دستگاه قرار گیرند . در این تحقیق و به منظور بررسی بهتر اثر اشعه فرابنفش روی خواص پلی استر سه سری نمونه آماده گردید هر سری دارای دو نوع نمونه با و بدون جاذب اشعه تهیه شد .

نمونه ها به مدت 40 ساعت، 70 ساعت و 100 ساعت در معرض اشعه با شدت‌های مختلف قرار گرفتند . در این آزمایشات بمنظور یکنواخت کردن خواص استحکامی نمونه ها هر کدام از نمونه ها از دو طرف در مقابل تابش اشعه قرار داده شد . پس از انجام آزمون بر روی نمونه هایی که 70 ساعت و 100 ساعت تابش شده بودند تغییر محسوس در رنگ مشاهده شد . رنگ این نمونه ها اندکی به قرمز متمایل شده ولی نمونه هایی که 40 ساعت تابش شده بودند هیچگونه تغییر رنگی مشاهده نگردید . همچنین کلیه آزمونها در دمای ثابت 30 درجه سانتیگراد انجام شد .

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

پس از تابش اشعه بر تمام نمونه ها، نمونه ها مجدداً تحت آزمایشات کشش ساده و برش ایزوپسکو قرار گرفتند.

مقایسه نتایج آزمون کشش نمونه های بدون جاذب نشان میدهد که پس از 100 ساعت تابش (معادل یکسال) 35 درصد کاهش در استحکام نهایی کششی، 15 درصد کاهش در کرنش شکست و 19 درصد کاهش در مدول کششی این نمونه ها رخ داده است. این در حالیست که نمونه های دارای جاذب پس از 100 ساعت تابش چهار 4 درصد افزایش در استحکام نهایی کششی، 6 درصد کاهش در کرنش شکست و 5 درصد کاهش در مدول کششی شده اند. با توجه به اینکه استحکام کششی نمونه دارای جاذب افزایش یافته است ضریب ایمنی این نمونه بالاتر رفته و اطمینان آن نیز افزایش می یابد. همانطور که اشاره شد آزمون در زمانهای 40, 70 و 100 ساعت انجام گرفت. نتایج آزمون نشان می دهد که کاهش خواص نمونه های دارای جاذب در 40 ساعت اول سریعتر بوده ولی در زمانهای بعد بسیار کندر می شود به صورتیکه در زمانهای بین 70 تا 100 ساعت تغییرات بسیار ناچیز است. بنابراین کاهش خواص در نمونه های دارای جاذب، روند ملایم و کاهشی داشته و این در حالی است که تغییرات استحکام کششی و مدول کششی نمونه های بدون جاذب برحسب زمان تابش اشعه فرابینفس، دارای یک تغییرات نزولی ثابت شدید است. بنابراین استفاده از افزودنی های جاذب فرابینفس مانع از کاهش خواص استحکامی نمونه های پلی استر می شود.

نتایج حاصل از تست برش بر روی نمونه های در معرض تابش نشان می دهد که پس از 100 ساعت تابش معادل یکسال 19 درصد کاهش در استحکام نهایی برشی و 25 درصد کاهش در مدول برشی نمونه های فاقد جاذب رخ داده است. این در حالیست که نمونه های دارای جاذب پس از 100 ساعت تابش چهار 4 درصد کاهش در استحکام نهایی برشی و 6 درصد افزایش در مدول برشی شده اند [5]. به عبارت دیگر همانگونه که در مورد نمونه های آزمون کشش نیز ملاحظه شد، اضافه کردن جاذبهای فرابینفس یا پایا سازهای نوری در جلوگیری از کاهش خواص استحکامی رزین پلی استر به صورت قابل ملاحظه ای موثر است

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

جدول ۴- انرژی جذب شده توسط نمونه های بدون شکاف در آزمایش ضربه شارپی

ردیف	نمونه	دماي ۲۲°C	دماي ۱۰۰°C	دماي -۱۰°C
۱	برش افقی	2.2 j	1.8 j	2.3 j
۲	برش عمودی	2 j	1.6 j	1.9 j

جدول ۵- انرژی جذب شده توسط نمونه های شکافدار در آزمایش ضربه شارپی

ردیف	نمونه	دماي ۲۲°C	دماي ۱۰۰°C	دماي -۱۰°C
۱	آب نمک	1.75 j	1.5 j	2 j
۲	خاک	1.5 j	1.5 j	1.5 j
۳	معمولی	1.5 j	1.75 j	1.5 j

از انجام آزمایشات فوق نتایج زیر حاصل گردیده است:

۱- با توجه به انجام آزمایش خمش مرکزی و غیر متقارن و نتایج بدست آمده، کراس آرمها

کامپوزیتی چه به صورت نسبی و چه به صورت قوطی شرایط بارگذاری استاندارد را تحمل مینمایند. از

نظر خیزو تغییر شکل نیز هر دو کراس آرم کامپوزیتی شرایط استاندارد را دارا میباشند. لیکن تغییر

شکل کراس آرم نسبی پیچیده و نامتقارن و غیر یکنواخت میباشد. در نتیجه توصیه میشود از کراس آرم

قوطیاستفاده شود تا هم از نظر مقاومت و هم از نظر جابجایی شرایط مناسب را فراهم آورد.

۲- نتایج آزمایشات محیطی بر روی این کراس آرمها نشان میدهد که رطوبت شدید، سرما، خاک

مرطوب و آب نمکی تاثیر چندانی بر روی خواص مهم مکانیکی ندارند.

۳- کراس آرمها قوطی شکل مقاومت بسیار خوبی را در برابر ضربه شدید و ناگهانی از خود نشان

میدهند جذب انرژی قابل توجه بدون واماندگی، نشان از استحکام بالای این مواد در برابر ضربه میباشد.

۴- آزمایش ضربه شارپی با وجود ترک و بدون ترک در دماهای متفاوت و عدم تغییر مقادیر جذب انرژی

نشان میدهد که این مواد نه تنها در شرایط محیطی خواص خوبی دارند، بلکه در درجه حرارت‌های

بالانیز خواص خود را از دست نداده و در دماهای کاری و شرایط متفاوت، استحکام لازم را تامین

مینمایند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۵- در هر سه آزمایش پالس جرقه، AC خشک و AC تر کراس آرمها آزمایش شده نه تنها بدون

استفاده از مقره حداقل ها را تحمل میکنند، بلکه دارای مقادیر بالاتری از حد مورد نیاز میباشند.

۶- آزمایش های UV استاندارد نشان میدهد که با توجه به حساسیت مواد پلیمری به تابش این نوع

اشعه خورشید، لازم است جهت استفاده کراس آرمها در محیط باز و در معرض خورشید، حتما از

افزودنیهای جلوگیری کننده برای کاهش اثرات تابش در هنگام ساخت کراس آرمها استفاده شود تا عمر

قطعه و خواص مورد نظر آن کاهش نیابد.

تأثیر اتصال انتهایی و فاصله خزشی بازوهای پلیمری دکل های خطوط فشرده بر شدت میدان

الکتریکی در سطح ولتاژ 230 کیلوولت توزیع شدت میدان الکتریکی در بازوهای پلیمری توزیع شدت

میدان الکتریکی در سطح مقره های پلیمری تابعی از پارامترهای مختلف مانند ولتاژ اعما لیشکل مقره

، آرایش دکل ، حلقه کرونا ، یراق آلات و فاصله بین فازها می باشد . بطور کلی ، مقدار شدت میدان

الکتریکی در دو انتها ی مقره یعنی سمت فاز و سمت دکل، بزرگتر از دیگر نقاط آن می باشد که در این

بین سمت فاز دارای شدت می دان بزرگتری نسبت به سمت زمین شده مقره می باشد.

از مهمترین عوامل موثر در توزیع شدت میدان الکتریکی در مقره های پلیمری می توان به شکل

مقره شامل چترک ها ، رادو اتصال انتهایی مقره ، جنس چترک ، ابعاد و محل حلقه کرونا و ملحقات

آن، یراق آلات ، تعداد هادیهای باندل و ولتاژ فاز اشاره نمود با توجه به عوامل فوق توزیع شدت میدان

الکتریکی را می توان با طراحی مناسب اتصال انتهایی مقره، حلقة کرونا و یراق آلات متصل به زنجیره

مقره کنترل نمود .جهت کنترل اندازه شدت میدان در مرحله طراحی ، مقادیر بحرانی شدت میدان را

می بایست مد نظر قرار داد. این مقادیر بدین ترتیب موردن توجه قرار می گیرند که حداقل شدت میدان

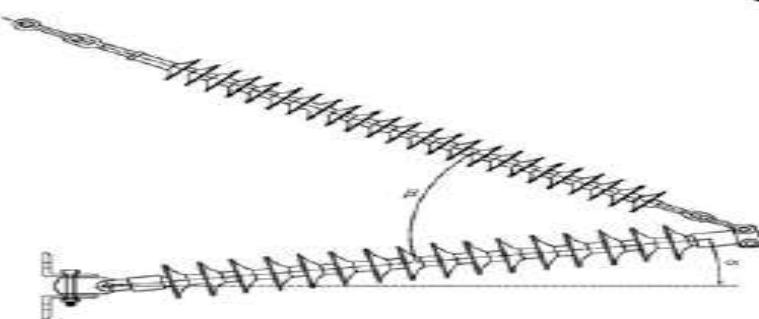
الکتریکی روی چترک و اطراف اتصال انتهایی مقره برابر $4/5 \text{ kV/cm}$ در امتداد راد مقره برابر 30 kV/cm

و روی اتصال انتهایی فلزی می بایست برابر 2 kV/cm باشند .

۱۱- ۳ بررسی تأثیر اتصال انتهایی بر شدت میدان الکتریکی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

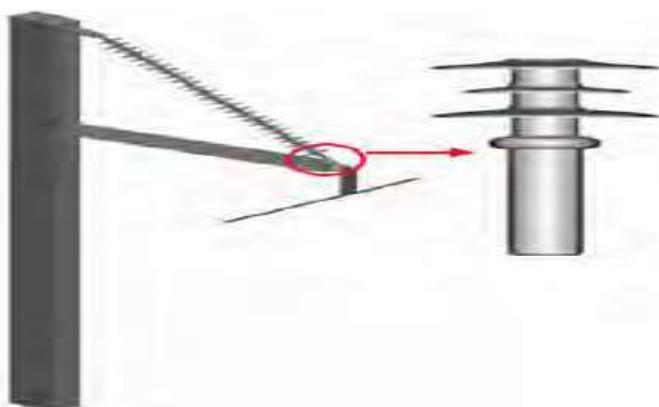
اشکال عمدۀ مقره های اتکایی ، پایین بودن تحمل و استقامتانها در مقابل اضافه بارهای مکانیکی و نوسانات هادیها می باشد . برای تقویت مقره اتکایی و استفاده از آن در خطوط فشرده معمولاً از ترکیب دو و یا چهار مقره اتکایی با یکدیگر استفاده می شود . شکل 2 نمای شماتیک بازوی پلیمری ران می دهد .



شکل ۹-۳- بازوی پلیمری

۳-۱۲ بازوی پلیمری با اتصال انتهایی طرح الف و بدون حضور حلقه کرونا

انتخاب مناسب اتصال انتهایی مقره یکی از روش های کنترل توزیع شدت میدان الکتریکی روی سطح چترکها و نیز سطح اتصال انتهایی فلزی مقره می باشد . در این قسمت اتصال انتهایی مقره که دارای فاصله با اولین چترک می باشد(طرح الف) جهت انجام شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفته است . نمای این طرح در شکل 3 نشان داده شده است .



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۱۰-۳-شمای اتصال انتهایی مقره

۱۳-۳ تأثیر فاصله خزشی بر شدت میدان الکتریکی بازوهای پلیمری

برای بررسی تأثیر فاصله خزشی در شدت میدان الکتریکی سه آرایش برای بازوی پلیمری در نظر گرفته شده است(شکل ۹)



الف - فاصله خزشی ۹۲۳۰ میلیمتر . ب - فاصله خزشی ۸۶۴۹ میلیمتر .
ج - فاصله خزشی ۹۸۹۸ میلیمتر

شکل ۱۱-۳-آرایش بازو با فاصله خزشی متفاوت

با انجام شبیه سازی بر روی مدل مذکور تغییرات شدت میدان الکتریکی در سطح مقره بصورت نتایج جداول ۳ تا ۵ بدست آمدند.

جدول ۶ نتایج حاصل از شبیه سازی شدت میدان الکتریکی در سطح بازوهای فوقانی و تحتانی را نشان می دهد همانگونه که از نتایج مشخص است با کاهش فاصله خزشی اندازه شدت میدان الکتریکی در سطح مقره فوقانی کاهش می یابد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول ۶: نتایج حاصل از شبیه سازی شدت میدان الکتریکی در سطح بازو های فرقانی و تختانی

حداکثر شدت میدان الکتریکی در سطح مقره (kV/cm) تختانی	حداکثر شدت میدان الکتریکی در سطح مقره (kV/cm) فرقانی	فاصله خرشی (mm)
۲.۲۳	۱۵۶۸	۹۸۹۸
۲.۳۵	۱۰۳۲	۹۲۳۰
۲.۲۵	۴۶۲	۸۶۴۹



www.WikiPower.ir

۳-۴ نتیجه گیری:

در این مقاله ضمن معرفی دو نوع از اتصال انتهایی بازوی پلیمری به تأثیر آنها در شدت میدان الکتریکی پرداخته شد. نتایج حاصل از شبیه سازیها مؤید این نکته می باشد زمانیکه اتصال انتهایی مقره مستقیما "به چترک اول بازومتصل باشد شدت میدان الکتریکی نسبت به حالتیکه بین

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

اتصال انتهایی مقره و اولین چترک فاصله باشد کمتر است و این اندازه در صورت استفاده از حلقه کرونا بطور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد. از دیگر موضوعات بررسی شده، تأثیر فاصله خزشی در شدت میدان الکتریکی بود. نتایج حاصل از شبیه سازی ها حاکی از کاهش شدت میدان الکتریکی در سطح مقره فوقانی بازوی دکل در صورت کاهش فاصله خزشی می باشد.

استفاده از کامپوزیتهای پایه پلیمری تقویت شده با الیاف در ساخت کراس آرمها مزایایی از جمله سبکی، سادگی نصب، حمل و نقل راحت، عایق بودن، مقاومت استاتیکی بالا، مقاومت در برابر خستگی و خشن، مقاومت در برابر خوردگی و اثرات رطوبت و شرایط بد آب و هوایی می باشد.

در کنار این مزایا، هزینه ساخت پائین و هزینه کم تعمیر و نگهداری، طول عمر زیاد شرایط استفاده از مواد کامپوزیت را برای کراس آرمها بسیار مناسب می سازد. قطعات کامپوزیتی از (قبيل دکلهای، کراس آرمها، مقره ها و تیرهای برق) که در خطوط ولتاژ متوسط و بالا کاربرد دارند مورد استفاده قرار می گیرد.

کراس آرمهای کامپوزیتی در اشكال مختلف بر اساس استانداردهای موجود و برای اولین بار در ایران آزمایش گردیده و خواص مکانیکی، الکتریکی و محیطی آنها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

فصل چهارم

کاربرد تابلوهای کامپوزیتی در صنعت برق

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

یکی از نقاط قوت تابلوهای فلزی قابل بازیافت بودن مواد فلزی است، که متاسفانه در حال حاضر باعث نقطه ضعف بزرگی در این گونه از تابلوها و جعبه های انشعاب شده است چرا که افراد سودجو را ترغیب به دزدیدن درب و یا بدنه این تابلوها نموده آه این مسئله باعث بوجود آمدن خطرات برق گرفتگی بسیار زیادی مخصوصاً در کودکان شده است که بدلیل تاثیرات بسیار سوء روانی و اجتماعی ناشی از انتشار اخبار آن در حال حاضر گزارش رسمی منتشر نشده است.

بررسی کاربرد تابلوهای کامپوزیتی:

- یکی دیگر از نقاط قوت تابلوهای فلزی مقاومت مکانیکی بالای آنها می باشد که مواد کامپوزیت خوشبختانه دارای استحکام ویژه بیالاتری نسبت به فلزات می باشند . در این زمینه بر روی مواد اولیه ها محصولات ، آزمایشات تخریبی متعددی شامل تست های خمی ، صورت می پذیرد که در حال کششی و ضربه حاضر کلیه ای این آزمایشات در آزمایشگاه شرکت نیپکو انجام میگردد . Impact test) اطمینان از این استحکام به قدری است که در یکی از جریان به کابل های اتصال کوتاه شده ی KA ۱۰ آزمایشات با تزریق داخل کابینت تابلو مقاومت تابلو در برابر انفجار شدید ناشی از این آزمایش عملاً بررسی و مشاهده گردیده است . تابلوهای کامپوزیت در مقایسه با تابلوهای فلزی مشابه مقاومت بیشتری از خود نشان میدهند به گونه ای که عملاً امکان استفاده مجدد از تابلوی کامپوزیتی مورد آزمایش وجود داشته ولی تابلوی فلزی منعدم و عملاً غیر قابل استفاده خواهد بود .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۴-۲ نقاط ضعف و قوت تابلوهای کامپوزیتی

• مهمترین نقطه ضعف تابلوهای کامپوزیت مقاومت کم آنها در مقابل آتش سوزی است که این نقطه (Fire retardant) با افزودن مواد خود اطفاء بر طرف گردیده است. لازم به ذکر است که جهت حصول اطمینان از نتیجه کار بر روی نمونه های تولیدی آزمایش مقاومت در مقابل شعله آتش مطابق استاندارد F1 (DIN 53438 K1) صورت می پذیرد.

مهمترین مزیت تابلوهای کامپوزیت نسبت به تابلوهای فلزی، عدم هدایت جریان الکتریکی در آنها است که بدون هیچ توضیحی می توان به نتایج آن در اینمی و حفاظت در مقابل برق گرفتگی اشاره آرد . لازم به ذکر است بخش اعظمی از برق گرفتگی ها ناشی از اتصال یکی از فازها با بدنه می باشد که بیشتر این موارد در تابلوهای بارانی که در معابر عمومی نصب می گردند مشاهده می شود که متاسفانه اکثرًا در دسترس عموم مردم ، کودکان و افراد غیر متخصص در امور برق می باشد.

۳ مقایسه تابلوهای برق فلزی با تابلوهای برق کامپوزیتی

• هدایت الکتریکی

• انتقال حرارت محیط به داخل تابلوی برق

• انتقال حرارت ناشی از تابش نور خورشید به داخل تابلو

• مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش

• مقاومت در مقابل شعله آتش

• مقاومت در مقابل خوردگی و اکسیداسیون (زنگ زدگی)

• مقاومت مکانیکی

• نیاز به پوشش رنگی

• کاربری

• امکان سربندی سیم آشی و شینه گذاری مطابق آلیه استاندارد های DIN , IEC , IEEE , VDE

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

امکان تعویض یکی از قطعات سقف ، بدنه و یا درب IP PROTECTION SYSTEM

• اصولاً تابلو های کامپوزیتی با توجه به مقاومت الکتریکی کامپوزیتها تقریباً عایق الکتریکی بوده هدایت

لکتریکی در تابلو های کامپوزیتی تا ۱۰۰۰ ولت ویا بیشتر براساس کاربری ممکن می باشد.

• تابلو های فلزی هادی جریان الکتریسیته هستند.

• امکان انتقال حرارت محیط به داخل تابلو در تابلو های کامپوزیتی کم اما در تابلو های فلزی زیاد

است

ضریب انتقال حرارت کامپوزیت:

$$k \approx 0.16 \text{ W/m}^2\cdot\text{c}^\circ$$

ضریب انتقال حرارت آهن:

$$k \approx 81 \text{ W/m}^2\cdot\text{c}^\circ$$

ضریب انتقال حرارت آهن حدوداً ۵۰۰ برابر ضریب انتقال حرارت کامپوزیت است. انتقال حرارت ناشی

از تابش نور خورشید به داخل تابلوهای کامپوزیتی کم و لی در تابلوهای فلزی زیاد است.

• مقاومت در مقابل اشعه ماوراء بنفش در هر دو نوع تقریباً یکسان است.

• تابلو های کامپوزیت به دلیل امکان استفاده از مواد خود اطفاء در مقابل شعله آتش مقاوم هستند.

• بدیهی است که تابلو های فلزی در مقابل شعله های آتش مقاومند اما حرارت به سرعت منتقل خواهد

شد.(شکل ۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۴- مقاومت تابلوهای کامپوزیتی در برابر آتش

- مقاومت در مقابل خوردگی در تابلو های کامپوزیتی در برابر محیطهای اسیدی و قلیائی ، اوره ، کودهای شیمیائی ، فضولات حیوانی ، نمک و آب دریا ، بارانهای اسیدی ، مواد نفتی و آلی ، اسید هیدرو کلرید ریک و سولفوریک و فرمیک تا ۲۰ % و اسید اسیتیک و موادشوینده والکل و تترا کلرايد آربن و ... بسیار بالا اما در تابلو های فلزی بسیار پایین است.

- تابلو های کامپوزیتی بر خلاف تابلو های فلزی در مقابل اکسیداسیون (زنگ زدگی) مقاومند. (شکل

(۲)

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۲-۴-نمایش زنگ زدگی در تابلوهای فلزی

از نقاط قوت مواد کامپوزیت بالا بودن استحکام ویژه آنها نسبت به فلزات می باشد.

بدیهی است با توجه به این خصوصیت منحصر به فرد کامپوزیتها در صورت طراحی مناسب می توان به مقاومت مکانیکی بالا تری نسبت به تابلو های فلزی دست یافت.

تابلو های کامپوزیتی بر خلاف تابلو های فلزی نیاز به پوشش رنگی خاصی ندارند و رنگ ها در مواد اولیه قابل اضافه کردن هستند و بدیهی است که مادام عمر خواهند بود.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

این تابلو ها قابلیت استفاده در کاربری های متفاوت شامل:

• تابلوهای فرمان

• تابلوهای توزیع برق فشار ضعیف

• (تابلوهای کنترل) آسانسور ، الکترونیکی و PLC و ...

• تابلوهای مخابراتی

• کنتور گاز

• غیره

در تابلو های کامپوزیتی مطابق تابلو های فلزی امکان سربندی ، سیم کشی و شینه گذاری مطابق استاندارد های VDE , IEEE , IEC , DIN و استانداردهای مرسوم در ایران وجود دارد.

امکان تعویض یکی از قطعات بدنه در تابلوهای کامپوزیتی به راحتی امکان پذیر است ، اما در تابلو های فلزی غیر پیچ و مهره ای این مهم به راحتی امکان پذیر نیست.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۵ جدولهای استاندارد تابلوها:

۴-۱ جدول خواص فیزیکی تابلوها

Physical Properties		خواص فیزیکی
Heat Resistance	IEC 216	162 °c
Thermoforming Resistance	ISO 75-2	200 °c
Electric Arc Resistance	VDE 0303-5	2.2.2.2
Incandescence Resistance	IEC60707-3	BH 2 – 30
Flammability	DIN 53438	K1 F1
Water absorption	ISO 62	50/60 mg/4 d

۴-۲ جدول مشخصات الکتریکی تابلوها

Electrical Properties		مشخصات الکتریکی	
Surface Resistance	IEC 60093	$10^{11} \Omega$	مقاومت سطحی
Volume Resistance	IEC 60093	$10^{14} \Omega$	مقاومت الکتریکی
Disruptive strength	IEC 60243-1	240 KV/Cm	ولتاژ شکست

۴-۳ جدول خواص مکانیکی تابلوهای کامپوزیتی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Mechanical Properties	خواص مکانیکی	
Bending Resistance	ISO 14125	130 MPa
Impact strength	ISO 179	57 Kj/m ²
Crushing Strength	ISO 8515	130 MPa
Tensile Strength	ISO 524 - 4	70 MPa



برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۴-۶ نتیجه گیری

با توجه به مقایسه بعمل آمده در جدول مشخصات به نظر می رسد در صورتی که به توان به گونه ای عملکرد که نقاط ضعف تابلو های فلزی باکمک خواص مواد کامپوزیت مرتفع گردد، عملگام بسیار مهمی جهت ساخت تابلوهای کامپوزیت برداشته خواهد شد.

از نقاط ضعف بسیار عمدۀ تابلوهای فلزی عدم مقاومت در مقابل خوردگی و زنگ زدگی است. این نقطه ضعف زمانی بیشتر مشهود می گردد که تابلوهای فلزی در فضای آزاد (تابلوهای بارانی) و یا در صنایعی که در پروسه تولیدشان از مواد اسیدی و یا قلیایی و یا دارای خاصیت خورندگی استفاده می کنند مورد استفاده قرار گیرند و در صورتی که تابلوها در سالن تولید مستقر باشند قضیه غامض ترخواهد شد.

خوبشختانه این مشکل به طور کامل در تابلوهای کامپوزیت مرتفع گردیده است . لازم به ذکر است که استفاده از تابلوهای با جنس استیل بسیار گران بوده و دارای پروسه تولید و ساخت پیچیده تری نسبت به دیگر تابلوهای فلزی هستند، همچنین استفاده‌های ورق گالوانیزه نه تنها باعث گران شدن تابلوهای برق خواهد شد بلکه پروسه رنگ آمیزی را نیز پیچیده تر خواهد نمود . لازم به ذکر است رنگ آمیزی تابلوهای با جنس استیل در حقیقت به معنی پنهان نمودن خواص برتر این ماده پر ارزش(استیل) است، و این در حالی است که ما بعضًا نا گزیراز رنگ آمیزی تابلوها بدلیل رعایت موارد ایمنی یا کاربردی تابلوها هستیم.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل پنجم

سینی کابل‌های کامپوزیتی

در صنعت برق

۱-۵ مقدمه

سینی کابل‌ها ای کامپوزیتی برای حمل کابل و سیم در شرایط محیطی گوناگون طراحی شده اند. سینی کابل‌ها ای کامپوزیتی یکی از موارد کاربرد کامپوزیت در صنعت برق است. محصولات پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه GRP را می‌توان در ترکیب با اتصالات و متعلقات ویژه‌ای به کاربرد و آن‌ها را به شکل یک سیستم عبور کابل چندلایه و چند ردیفی شکل داد. این لوله‌ها برای کابل‌های شبکه برق شهری و کابل‌های مخابراتی زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این در موارد زیر نیز کاربرد دارند.

- برای کابل‌هایی که از زیر ریل جرثقیل‌های سقفی و یا راه‌های اصلی شهری عبور می‌کنند.
- برای کابل‌هایی که از روی پل‌ها و رودخانه‌ها عبور می‌کنند. به ویژه برای کابل‌هایی که از روی پل عبور می‌کنند، به کارگیری سینی کابل‌های کامپوزیتی GRP، بار واردہ بر پل را کاهش داده و ساخت و ساز پل را تسهیل خواهد کرد.

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

سیستم های حمل کابل کامپوزیتی، یک محصول سازه ای، برای حل بسیاری از مشکلات مهندسی و طراحی در شبکه های برق رسانی و مخابراتی هستند که برای نگهداری کابل های گرانبها و اغلب حساس و استراتژیک در دراز مدت قابل اعتمادند.

این سیستم ها ویژگی های منحصربه فردی دارند که آن ها را قادر به تحمل بسیاری از محیط های خورنده می کند؛ به ویژه شرایطی که مواد سنتی در آن ها عمر کاری مفید و اقتصادی ندارند.



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۲ سینی کابل های کامپوزیتی FRP و GRP

ترکیباتی که در ساخت سینی و نرdban کابل استفاده می شوند در دو گروه کلی به شرح زیر

تقسیم بندی می شوند:

GRP : Glass Reinforced Polyester

FRP : Fiberglass Reinforced Polyester

اصولا در سیستم های صنعتی برای تامین ایمنی بیشتر و همچنین نظم بالاتر، کابل ها در سینی و یا نرdban کابل قرار می دهند. در گذشته از متریال های متنوعی برای این منظور استفاده می شده موادی مانند آلومینیوم، آهن با روکش گالوانیزه گرم (Galvanized Hot Deep) و آهن زنگ نزن (Stainless Steel)، که استفاده از بعضی از آنها هنوز نیز در مملکت ما رایج می باشد. اما استفاده از هر کدام از این مواد مشکلاتی را برای بهره برداران ایجاد نمود، در نتیجه در طول زمان و با افزایش تجربه مهندسی در این زمینه نیاز به جایگزینی مناسب برای متریال های سنتی احساس می شد.

با گذشت زمان و پیشرفت بشر، انقلابی در علم پلیمر بوجود آمد که زمینه دسترسی به طیف عظیمی از مواد با قابلیت های بسیار متنوع را فراهم نمود. بطوریکه امروزه کمتر ساخته دست انسان را می توان یافت که به نوعی از مواد پلیمری در ساخت آن استفاده نشده باشد.

در صنعت سینی و نرdban کابل نیز چند سالی است که استفاده از ترکیبات پلیمری کاملاً متداول گردیده و در بسیاری از پروژه های صنعتی (خصوص صنایع نفت و گاز و پتروشیمی) مواد سنتی از جمله آلومینیوم و آهن جای خود را به این ترکیبات اعجاب برانگیز داده اند. شرکت فنی و مهندسی تجهیز و تدبیر یکتا (USE-Co) با تکیه بر علم و دانش متخصصان خود توانایی تامین سینی و نرdban کابل GRP/FRP ازسازندگان معتبر اروپایی و با استانداردهای روز دنیا را دارا می باشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۵- نمونه هایی از سینی کابلهای انعطاف پذیر

۳-۵ مزایای سینی کابلهای کامپوزیتی

- انعطاف پذیری در طراحی (شکل ۱)

- هزینه‌ی تعمیر و نگهداری کم

- مقاوم در برابر شعله، آتش و دود

- استفاده از اتصالات مکانیکی و چسبی

- مقاوم در برابر بخارهای سمی و اسیدی

- مقاوم به خوردگی، زنگ زدگی و پوسته پوسته شدن

- هدایت حرارتی کم که گرما و سرمای مضر را منتقل نمی‌کند.

- استفاده از مقاطع C شکل برای امنیت بیشتر و اشغال فضای کمتر

- بارپذیری و نسبت مقاومت و سختی به وزن بالا در مقایسه با فلزات

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

-سبکی خارق العاده که عملیات حمل و نصب را کم هزینه و آسان می کند.

-مقاومت به ضربه بالا که باعث کم شدن آسیب های حمل و نقل می شود.

-انقباض و انبساط حرارتی کم که این سازه را در شرایط دمایی متغیر کارا می کند.

-سطح روکش شده با رزین برای محافظت از شرایط آب و هوایی متفاوت و اشعه UV

-عایق الکتریکی و مغناطیسی بالا که از خطرهای جانی تا حد زیادی جلوگیری می کنند.

-استفاده از مقاطع سوراخ دار در شرایطی که احتیاج به خروج گاز یا خنک شدن سیم ها باشد



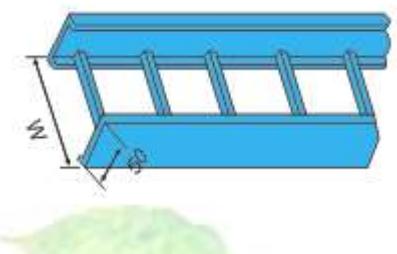
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۵-۴ سینی کابل نرdbانی

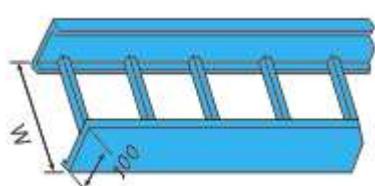
سینی کابل های نرdbانی با مونتاژ مقاطع کامپوزیتی GRP در طرفین و به صورت رابط ساخته می شوند

(شکل ۲).

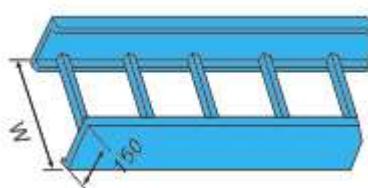
شکل ۲-۵ وجدول ۵-مشخصات انواع سینی کابل نرdbانی



ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۵۰	۱۰۰-۱۰۰۰	LCT/H50



ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۱۰۰	۱۰۰-۱۰۰۰	LCT/H100



ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۱۵۰	۱۰۰-۱۰۰۰	LCT/H150

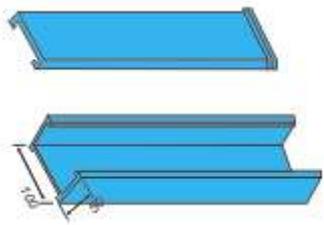
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

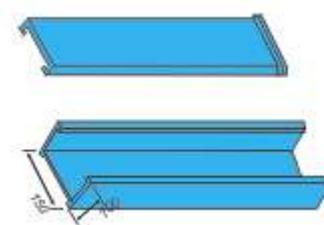
۵-۵ سینی کابل باکسی

فرایند ساخت سینی کابل های نوع باکسی فرایندی پیوسته می باشد . این نوع سینی کابل ها شامل دو نوع یک تکه و مونتاژی می باشند که با کاور یا بدون کاور در دسترس هستند همچنین پروفیل های کامپوزیتی جهت پایه های نگهدارنده سینی کابل ها موجود می باشند.

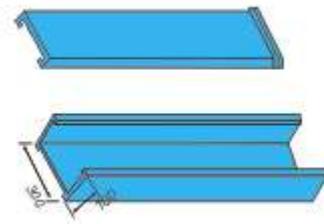
شكل ۳-۵-۱-۲-۵-انواع یک تکه سینی کابل باکسی



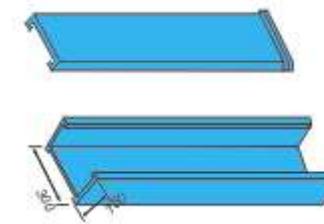
ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۵۰	۱۰۰	IBCT/W100/H50



ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۱۰۰	۱۵۰	IBCT/W150/H100



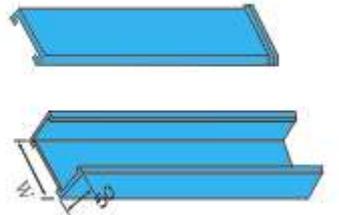
ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۱۰۰	۳۰۰	IBCT/W300/H100



ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۱۵۰	۳۰۰	IBCT/W300/H150

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور مراجعه کنید.** فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شكل ۴-۵-۳-۵-انواع مونتاژی سینی کابل باکسی



ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۵۰	۱۰۰ - ۵۰۰	ABCT/H50

ارتفاع (mm)	عرض (mm)	نوع
۱۰۰	۱۰۰ - ۵۰۰	ABCT/H100

استفاده روزافزون از این مواد نشان از برتری آنها نسبت به دیگر متریال های موجود دارد. تعدادی از مهمترین مزیت های سینی و نرdban کابل GRP , FRP به شرح زیر می باشد:

- مقاومت بسیار بالا در برابر خوردگی، زنگ زدگی و پوسته پوسته شدن

- مقاومت مکانیکی بسیار بالا در برابر ضربه

- مقاومت الکتریکی بسیار بالا (برای جلوگیری از خطرات جانی احتمالی)

- مقاومت در برابر اشعه UV

- وزن بسیار کم در مقایسه با مواد سنتی

- نصب بسیار راحت و سریع

- عدم نیاز به عملیات تعمیر و نگهداری

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

علاوه بر مزایایی که در بالا قید گردید که در تمامی سینی و نرdban کابل FRP , GRP مشترک میباشد، استفاده از علم روز در این صنعت قابلیت های بیشتری را به صورت انتخابی در اختیار کارفرمایان قرار داده است. در واقع با اضافه کردن افزودنی های خاص(Special Additive) می توان این امکانات را فراهم

نمود:

- قابلیت مقاومت بسیار بالا در برابر اشعه UV (برای استفاده در مکان هایی که در معرض مستقیم و طولانی نور خورشید قرار دارد).

- قابلیت ضد الکتریسیته ساکن Anti Static Electricity (برای صنایعی که احتمال حضور گازهای منفجره وجود دارد)

- قابلیت Flame Retardant – مطابق با استاندارد 7&Part 6 – BS 476

- قابلیت Low Smoke & Halogen Free - مطابق با استاندارد IEC 60754 سینی کابل های کامپوزیتی برای حمل کابل و سیم در شرایط محیطی گوناگون طراحی شده اند.

لوله کامپوزیتی عبور کابل یکی از موارد کاربرد کامپوزیت در صنعت برق، است. لوله های پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه GRP را می توان در ترکیب با اتصالات و متعلقات ویژه ای به کاربرد و آن ها را به شکل یک سیستم عبور کابل چندلایه و چند ردیفی شکل داد. این لوله ها برای کابل های شبکه برق شهری و کابل های مخابراتی زیرزمینی مورد استفاده قرار می گیرند.

علاوه بر این در موارد زیر نیز کاربرد دارند.

-برای کابل هایی که از زیر ریل جرثقیل های سقفی و یا راه های اصلی شهری عبور می کنند.

-برای کابل هایی که از روی پل ها و رودخانه ها عبور می کنند . به ویژه برای کابل هایی که از روی پل عبور می کنند ،

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

به کارگیری لوله های GRP ، بار واردہ بر پل را کاهش داده و ساخت و ساز پل را تسهیل خواهد کرد.

۶-۵ مزایایی دیگر سینی کابلهای کامپوزیتی:

انعطاف پذیری در طراحی

هزینه ای تعمیر و نگهداری کم

مقاوم در برابر شعله، آتش و دود

استفاده از اتصالات مکانیکی و چسبی

مقاوم در برابر بخارهای سمی و اسیدی

مقاوم به خوردگی، زنگ زدگی و پوسته پوسته شدن

هدایت حرارتی کم که گرما و سرمای مضر را منتقل نمی کند.

استفاده از مقاطع C شکل برای امنیت بیشتر و اشغال فضای کمتر با پذیری و نسبت مقاومت و سختی به

وزن بالا در مقایسه با فلزات سبکی خارق العاده که عملیات حمل و نصب را کم هزینه و آسان می کند.

مقاومت به ضربه بالا که باعث کم شدن آسیب های حمل و نقل می شود.

انقباض و انبساط حرارتی کم که این سازه را در شرایط دمایی متغیر کارا می کند.

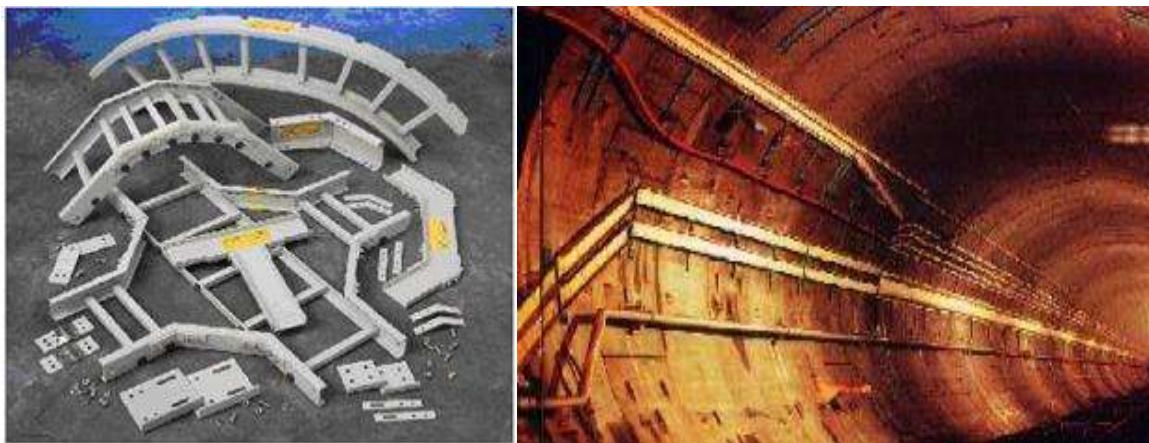
سطح روکش شده با رزین برای محافظت از شرایط آب و هوایی متفاوت و اشعه UV .

عایق الکتریکی و مغناطیسی بالا که از خطرهای جانی تا حد زیادی جلوگیری می کنند.

استفاده از مقاطع سوراخ دار در شرایطی که احتیاج به خروج گاز یا خنك شدن سیم ها باشد.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

کارخانه تولید کامپوزیت شرکت MSG؛ مرکز معتبر مدیریت توسعه و تحقیقات بازار در زمینه انواع پروفیل، گریتینگ و سینی کابل های کامپوزیتی پایه پلیمر (FRP) در ایران می باشد.



شکل ۵-۵-استفاده از سینی کابل های انعطاف پذیر در تونلهای و کانالها

۵-۷ نتیجه گیری

اصولا در سیستم های صنعتی برای تامین ایمنی بیشتر و همچنین نظم بالاتر، کابل ها در سینی و یا نرdban کابل قرار می دهند. در گذشته از متریال های متنوعی برای این منظور استفاده می شده موادی مانند آلومینیوم، آهن با روکش گالوانیزه گرم (Galvanized Hot Deep) و آهن زنگ نزن (Stainless Steel)، که استفاده از بعضی از آنها هنوز نیز در مملکت ما رایج می باشد. اما استفاده از هر کدام از این مواد مشکلاتی را برای بدران ایجاد نمود، در نتیجه در طول زمان و با افزایش تجربه مهندسی در این زمینه نیاز به جایگزینی مناسب برای متریال های سنتی احساس می شد.

در صنعت سینی و نرdban کابل نیز چند سالی است که استفاده از ترکیبات پلیمری کاملاً متداول گردیده و در بسیاری از پروژه های صنعتی (خصوص صنایع نفت و گاز و پتروشیمی) مواد سنتی از جمله آلومینیوم و آهن جای خود را به این ترکیبات اعجاب برانگیز داده اند. شرکت فنی و مهندسی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تجهیز و تدبیر یکتا (USE-Co) با تکیه بر علم و دانش متخصصان خود توانایی تامین سینی و نردهبان

کابل GRP/FRP ازسازندگان معتربر اروپایی و با استانداردهای روز دنیارا دارا می باشد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ششم

پایه های حمل کابلها و تیرهای چراغ برق

کامپوزیتی

۶-۱ مقدمه

رشد تقاضای جهانی برای انرژی برق، فرصت های جدیدی را برای کامپوزیت های مقاوم به خوردگی ایجاد کرده است که استفاده گسترده از کامپوزیت ها در این امر می تواند به کاهش هزینه ها و افزایش قابلیت ها منجر شود. تیرهای کامپوزیتی پایه پلیمر، انتخاب بسیار جذابی برای اغلب شرکتهای خدماتی برق رسانی جهت جایگزینی با تیرهای چوبی، تیرهای فولادی و تیرهای بتنی هستند. این تیرها در برابر خوردگی، پوسیدگی، پرتوهای فرابنفش، نفوذ آب، حشرات و دارکوب ها مقاومت بسیار بالای دارند.

از آنجا که بتن ماده ای فراوان و ارزان قیمت به شما می رود قیمت اولیه محصول سنتی نسبت به محصول جدید کمتر است. اما با در نظر گرفتن همه پارامترها همچون دشواری و هزینه بالای حمل و نقل و نصب تیر بتنی و همچنین مقاومت بالای تیرهای کامپوزیتی در برابر حملات خوردگی، پوسیدگی و ضربه که نهایتاً به عمر مفید بسیار طولانی این تیرها منجر می شود، می توان دریافت که استفاده از یک تیر کامپوزیتی به مراتب از یک تیر بتنی راحت تر و به صرفه تر است.

۶-۲ پایه های حمل کابل و تیرهای چراغ برق کامپوزیتی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

پروفیل های پالتروود شده بیش از ده سال است که برای توزیع برق و کاربردهای روشنایی استفاده می شوند. مقاومت آنها در برابر خوردگی و پوسیدگی، ویژگی های دی الکتریکی و نسبت استحکام به وزن بالا، آنها را جایگزینی ایده آل برای تیرهای چوبی، فولادی و بتونی کرده است.

روش های مختلفی همانند پالتروژن، پیچش الیاف و ریخته گری دورانی برای تولید این تیرها به کار گرفته می شوند. برای تیرهای بلندتر و محکم تر با کاربری در خطوط انتقال سنگین (خط اصلی) و خطوط فرعی، پالتروژن اقتصادی ترین روش تولیدی است. شرکت MSG در حال تولید انواع تیرهای کامپوزیتی پالتروژنی در سایزهای مختلف در ایران را برعهده دارد. تولیدات کامپوزیتی MSG ساله است که در زمینه صنعت برق مورد استفاده قرار می گیرد. (شکل ۱)



شکل ۱-۶- استفاده از تیرهای حمل کابل کامپوزیتی

۳-۶ تیرهای کامپوزیتی :

به کارگیری تیرهای کامپوزیت FRP ، موضوع جدیدی در خدمات برق رسانی نیست ، با این وجود تیرهای انتقال برق FRP پالتروود شده ۲۱ تا ۲۴ متری داستان دیگری است .

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

تیرهای FRP با یک سوم وزن تیرهای چوبی ، نصف وزن تیرهای فولادی و تنها یک دهم وزن تیرهای بتني ، انتخاب بسیار جذابی برای اغلب شرکتهای خدماتی برق رسانی هستند. شرکت آمریکایی برپستول تنسی الکتریک سیستم BTES به تازگی ۱۴۴ تیر FRP را در دو خط انتقال نصب کرده است شرکت استرانگ ول Strongwell Corp واقع در ایالت ویرجینیا این تیرهای FRP پالتروود شده ۲۸SE را با

بیشترین ظرفیت ممان اینرسی در مقطع پایینی طراحی و برای جایگزینی تیرهای چوبی ، فولادی و بتني در خطوط انتقال برق تولید کرده است . شرکت های خدمات برق رسانی در حال کشف برتری های تیرهای ۲۸SE ، نسبت به تیرهای ساخته شده از مواد سنتی هستند . تیرهای ۲۸SE شرکت استرانگ ول ، سبک ، محکم و دارای ویژگی های هدایتی خیلی کمی هستند . این تیرها همچنین در برابر خوردگی ، پوسیدگی ، پرتوهای فرابینفش ، نفوذ آب ، حشرات و دارکوب ها مقاومت بسیار بالایی دارند به عقیده دکتر مایکل برودر ، مدیر عامل شرکت BTES ، تیرهای کامپوزیتی ۲۸SE ، در مقایسه با تیرهای چوبی ، با گذشت زمان استحکامشان را از دست نمی دهند و تقریباً به هیچ گونه ترمیم و تعمیری احتیاج ندارند . او هم چنین به ویژگی های الکتریکی تیرهای FRP و تحمل ضربه و بار ناشی از بادهای شدید توسط آن ها اشاره می کند .

از تیرهای کامپوزیتی در روشنایی معابر نیز استفاده میشود که علاوه بر قابلیت نصب آسان و وزنی سبکتر و دارای امنیت الکتریکی بیشتر نسبت به تیرهای فلزی دارای زیبایی خاص نیز هستند در شکل(۲) نمونه ای از این تیر ها را جهت استفاده در روشنایی می بینیم.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۲-۶- نمونه ای از تیرهای کامپوزیتی در روشنایی معابر

۶-۴ نتیجه گیری:

با توجه به نحوه ساخت انواع تیرهای کامپوزیتی میبینیم که از مزایای زیادی نسبت به تیرهای ساخته شده از بتون را دارا هستند این تیرهادارای وزنی بسیار سبکتر و استحکام بیشتر نسبت به تیرهای

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

ساخته شده از مواد سنتی هستند . تیرهای کامپوزیتی سبک ، محکم و دارای ویژگی های هدایتی خیلی کمی هستند . این تیرها همچنین در برابر خوردگی ، پوسیدگی ، پرتوهای فرابینفش ، نفوذ آب ، حشرات و دارکوب ها مقاومت بسیار بالایی دارند . تیرهای کامپوزیتی در مقایسه با تیرهای چوبی ، با گذشت زمان استحکامشان را از دست نمی دهند و تقریباً به هیچ گونه ترمیم و تعمیری احتیاج ندارند . هم چنین به ویژگی های الکتریکی تیرهای FRP و تحمل ضربه و بار ناشی از بادهای شدید توسط آن ها بسیار بیشتر از تیرهای نوع بتنی ، فلزی یا تیرهای چوبی هستند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل هفتم

کابلها و هادیهای محافظ شده با کامپوزیت

۷-۱ مقدمه

با تفاضلی رو به افزایش برای انرژی الکتریکی، ولتاژهای انتقال نیز رو به افزایشند. انتقال توان زیاد به مسافت های دور، که به علت مبادله قدرت بین کشورها می باشد، نیاز به کابل های فشارقوی موثری دارد تا در مناطق شهری یا برای عبور زیر زمینی یا دریابی استفاده شود. امروزه ولتاژ عملیاتی کابل های فشارقوی الکتریکی تولیدی تا 500 kV افزایش یافته است. امروزه ظرفیت خطوط انتقال برق، در حال اشباع و رسیدن به مقادیر بحرانی ظرفیت عبور جریان و به تبع آن در حال رسیدن به مقادیر بحرانی فلش خط می باشد. بنابراین احداث خطوط جدید برای تأمین نیاز روزافزون به انرژی، ضروری است

یکی از مهمترین عیوب در عملکرد کابل های MV و HV است و این water treeing روطراحتی، ساختمان و مواد مورد استفاده به گونه ای که از نفوذ آب، به ویژه در کابل های زیر زمینی و زیر آبی، جلوگیری کند مهم می باشد.

۷-۲ کابل های فشار قوی الکتریکی عایق شده توسط پلیمر

کابل های الکتریکی PE polymer-insulated یا ضرورتا حاوی هادی فلزی با مقاومت پایین که توسط پلیمر عایق سازی شده است هستند. این عایق هادی ها را از یکدیگر و اطرافشان جدا می کند. یک غلاف (sheath or jacket) که بدوا بسته به خواص مکانیکی قالب ریزی شده از کابل مقابل محیط محافظت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

می کند. محتويات عمدہ ی دیگر میتوانند شامل لایه های نیمه هادی، screen فلزی، سیم فلزی تقویت کننده، و لایه ی بلوکه کننده ی آب. اگرچه یک تحول محتمل از مواد با خاصیت ابرسانانی ساختار سیستم انتقال نیرو را دگرگون خواهد کرد متخصصان استعمال گسترده ی آن را تا ۱۰-۲۰ سال آینده عملی نمی دانند. در حال حاضر تکنولوژی کابلهای فشارقوی توسط گذار از پوشش کاغذی معمول گذشته، کاغذ آغشته به روغن تحت فشار که مشکلاتی از قبیل اتلاف عایقی بالا، مخارج عملکرد بالا و آلدگی و ... دارد، به دای الکتریک اکسترود شده ی مصنوعی (extruded synthetic dielectric) مشخص می شود.

ساختمان مشترک کابلها:

اگرچه ساختمان های بسیار متفاوتی از کابل های فشارقوی در بازار موجود هستند اما تمامی آنها دارای قسمت های ضروری زیر هستند:

* هادی ها

* شیلد های نیمه هادی

* عایق ها

* هادی ها:

هادی ها سیم های مسی با آلومینیمی هستند که می توانند مفتولی (solid) یا افshan باشند. هادی های افshan برای بالا بردن انعطاف پذیری کابل استفاده می شوند. به علاوه می توانند maximum electrical stress را تا ۲۰٪ افزیش دهند. در این هادی ها، آب میتواند در جهت طولی در خلل و فرج ها و فضاهای میان رشته ها به راحتی نفوذ (شارش) کند. جلوگیری از نفوذ طولی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

آب توسط پر کردن خل و فرج ها با ترکیبی از پلاستیک یا سوار کردن مواد جذب کننده‌ی آب (نمگیر=hygroscopic) درون رشته‌های هادی بدست می‌آید. راه دیگر! استفاده از هادی‌های مفتولی (solid) است که خلل و فرجی ندارند. برای مس، هادی‌های مفتولی بالای شماره AWG1 عملی نیستند. در آلومینیم drawn حالت معمول کاملاً سخت بودن است. وقتی آلومینیم به جای extrude شدن می‌شود، حالتی نرم پیدا می‌کند. استانداردهای آمریکایی هادی مفتولی آلومینیمی را نمی‌شناسند اما این هادی‌ها در اروپا استاندارد هستند. کابل‌های فشارقوی می‌توانند دارای یک یا چند هادی درون کر (core) باشند. در هادی‌های چند کره (چند هسته‌ای)، فاصله‌ی مناسب میان هادی‌ها باید از فرمول های مرتبط در تنش‌های الکتریکی محاسبه گردد.

شکل دادن به هادی‌ها فرآیندهایی چون drawing ، فشرده کردن، گداخته کردن (annealing)، پوشانیدن (قلع کاری tinning و روکش کاری کردن plating)، باندل کردن (bunching) و افشان کردن را در بر می‌گیرد.

۷-۳ شیلد های نیمه هادی

تحقیق روی شیلد‌های نیمه هادی در توسعه‌ی کابل‌های فشارقوی نقشی اساسی را بازی کرده است. در کابل‌های فشارقوی، مواد نیمه هادی به منظور جلوگیری از تخلیه‌ی جزئی در فصل مشترک بین عایق و هادی و بین عایق و لایه‌ی خارجی شیلد کننده مورد استفاده قرار گرفته‌اند و به علاوه تنش‌های الکتریکی را در لایه‌ی عایقی تعديل می‌کند.

آنها میدان الکتریکی یکنواختی حول عایق با کاهش دادن گرادیان پتانسیل روی سطح هادی‌های افشان و درون شیلد فلزی، فراهم می‌کنند و از تخلیه‌های جزئی (کرونا) در سطح هادی‌های افشان و عایق با

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

نگهداشتن تماسی نزدیک بین سطوح داخلی و خارجی عایق جلوگیری می کنند. همچنین آن ها حفاظتی در مقابل آسیب های بوجود آمده از گرم شدن هادی در اتصال کوتاه ها ایجاد می کنند.

مشخص شده است که تحمل دای الکتریکی عایق به مقاومت حجمی (volume resistivity) ماده ی نیمه هادی وابسته است. فاکتورهای دیگر نیز - چون پلاریته، نوع و مقدار کراسلینک کردن ماده ی نیمه هادی - تنها اثری جزئی روی تحمل دای الکتریکی دارند. ناخالصی ها می توانند باعث بیشتر شدن پدیده ی درخت آبی شوند.

در کابل های قدرت، کوبلیمر های (copolymers) اتیلنی پر شده با Carbon Black هادی (CB)، مانند اتیلن ونیل استات و اتیلن اتیل استات، به طور متداول به عنوان لایه ی نیمه هادی استفاده می شوند. فاکتورهایی چون مقدار CB، کیفیت مخلوط کردن و دما (توسعه ی شبکه ی CB را متاثر می کند) تاثیر روی ویژگی های نیمه هادی های پر شده با CB می گذارد. افزایش بارگذاری CB و دمای فرآیند مقاومت حجمی (volume resistivity) را ۱۰۰۰ اهم کاهش می دهد که معمولاً بین 10^{-4} cm¹⁰ است و نباید از 10^{-4} اهم cm تجاوز کند.

۷-۴ بررسی استفاده از هادیهای جدید ACCR به منظور افزایش ظرفیت خطوط انتقال نیروی هوایی و پرهیز از احداث خطوط جدید:

امروزه ظرفیت خطوط انتقال برق ، در حال اشباع و رسیدن به مقادیر بحرانی ظرفیت عبور جویان و به تبع آن در حال رسیدن به مقادیر بحرانی فلش خط می باشد. بنابراین احداث خطوط جدید برای تأمین نیاز روزافزون بهانرژی ، ضروری است. اکنون مسئله تصرف زمین به منظور احداث خطوط انتقال نیروی جدید ، دشوارتر گردیده است. بنابراین نیاز است

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

در جستجوی جایگزین های مناسبی که بتوانند ظرفیت توان انتقالی خطوط موجود را افزایش دهند، بود. در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از جدیدترین منابع خارجی، مقالات ارائه شده در کنفرانس های بین المللی و نیز اطلاعات سازندگان و گزارش های مستند و معتبر منتشر شده پس از نصب و بهره برداری، نوعی هادی جدید خط انتقال که ظرفیت عبور جریان و نیز سایر پارامتر های مربوط به آن از هادی معمولی و پر کابرد ACSR به مراتب بهتر می باشد، معرفی گردیده و مزایای به کارگیری آن شرح داده شود.

۷-۵ افزایش ظرفیت خطوط انتقال

بدلیل مشکلات مربوط به احداث و نصب خطوط انتقال جدید، بررسی روش های ممکن برای افزایش ظرفیت و توان انتقال برق در خطوط انتقال موجود و حداکثر استفاده از سیستم های انتقال موجود بسیار حائز اهمیت است و باید مورد توجه قرار گیرد. بدلیل هزینه و زمان زیاد ساخت خطوط انتقال جدید، توسعه و افزایش ظرفیت خطوط انتقال موجود (در صورت امکان) روش جالب توجهی است.

۷-۶ عوامل محدود کننده در تاسیسات انتقال:

مقدار نیروی برق در خط انتقال حاصل ولتاژ و جریان است و عاملی است که کنترل آن مشکل بوده و «عامل قدرت» نامیده می شود. در صورتی که در خطوط، ظرفیت انتقال به اندازه کافی باشد نیروی برق اضافی می تواند با اطمینان کامل منتقل شود. در سیستم انتقال سه نوع عامل محدود کننده، ظرفیت انتقال برق را محدود می کنند: عامل حرارت و جریان، عامل ولتاژ و عامل بهره برداری از سیستم.

۷-۷ عامل حرارتی و جریان

محدودیت های حرارتی معمولی ترین عوامل محدود کننده ای هستند که توانایی و ظرفیت انتقال برق را در خط انتقال، کابل و ترانسفورماتور محدود می کنند. میزان گرمای ایجاد شده در تجهیزات خط

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

انتقال به میزان جریان الکتریکی عبوری و همچنین به شرایط آب و هوایی محیط مانند درجه حرارت، سرعت باد و مسیر باد ارتباط دارد. بدلیل اینکه گرمای بیش از حد به دو مساله احتمالی منتهی می‌شود به ناچار محدودیت‌های گرمایی خواهیم داشت. این دو مساله عبارتند از:

۱) خط انتقال به دلیل گرمای زیاد، میزان توان انتقالی آن کاهش یافته و عمر آن نیز کم می‌شود.

بکرات اتفاق بیافتد، خط هوایی همچنان تغییر طول می‌دهد و ممکن است فاصله آن از زمین کمتر از اندازه‌ای گردد که به دلایل اینمی، لازم است. چون این گرم شدن بیش از حد بطور تدریجی انجام می‌شود، برای مدت زمان‌های محدود جریان‌های بیشتری انتقال می‌یابد. مقادیر اضطراری اندازه‌هایی هستند که خط می‌تواند برای مدت معینی مثلاً چند ساعت از عهده آنها برآید. واضح‌ترین و گران‌ترین روش محدودیت‌های حرارتی در یک خط جایگزین کردن آن با هادی بزرگتر و سیم‌کشی مجدد آن یا تبدیل هادی تکی به هادی باندل است. در این روش اسکلت دکل‌ها که خطوط روی آنها نصب می‌شود باید مورد توجه قرار گیرد. دکل‌ها طوری طراحی می‌شوند که بتوانند وزن خطوط موجود و وزن باران یا برف یخ‌زده روی آنها را تحمل کنند. این دکل‌ها باید برای تحمل نیروهای شدید بادهایی که بطور عمودی در مسیر خطوط می‌وزند دارای قدرت جانبی کافی باشند. جایگزین کردن هادی خط با هادی بزرگتر (ظرفیت بیشتر) یا اضافه کردن خطوط در کنار آنها معمولاً به تقویت اسکلت دکل‌ها و احتمالاً بتون‌ریزی پایه ستون‌های دکل‌ها نیاز دارد.

کشیدن یا اضافه کردن خطوط به منظور افزایش ظرفیت انتقال نیز به توسعه تجهیزات پست نیاز دارد. هزینه توسعه هر پست (در آمریکا) تقریباً ۶۰۰۰۰۰ دلار است.

۷-۸ محدودیت‌های ولتاژ

در هنگام طراحی خط انتقال در مورد میزان حداکثر ولتاژ محدودیت‌هایی تعیین می‌شود. در صورتی که از این میزان حداکثر تجاوز شود، اتصال کوتاه، تداخل امواج رادیویی و نویز اتفاق می‌افتد. به

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

ترانسفورماتورها و سایر تجهیزات پستها و یا لوازم مشترکین برق نیز ممکن است خسارت وارد شود.

محدودیت حداقل ولتاژ بر اساس نیاز مشتریان برق نیز وجود دارد. ولتاژهای پایین باعث بدکار کردن

لوازم برقی مشترکین خواهد شد و ممکن است به موتور آنها خسارت وارد کند.

افت ولتاژ در طول خط انتقال جریان متنابع تقریباً متناسب با جریان راکتیو و واکنش خط است. واکنش خط با افزایش طول خط افزایش می‌یابد. خازن‌ها و راکتورها بر اساس نیاز روی خطوط انتقال برق نصب می‌شوند تا مقدار ولتاژ را تا حدی کنترل کنند. بدلیل اینکه میزان ولتاژ و سطح جریان، تعیین‌کننده جریان برقی است که می‌توان به مشترکین تحويل داد این موضوع بسیار حائز اهمیت است.

۷-۹ محدودیتهای بهره‌برداری

محدودیتهای بهره‌برداری از تاسیسات عظیم برق از شرایط ایمنی و قابلیت اطمینان سرچشم می‌گیرد. این شرایط به حفظ جریان برق در خطوط انتقال و توزیع شبکه مربوط می‌شود. وقتی که تقاضا تغییر می‌کند، وقتی که الگوهای تولید تغییر می‌کند یا وقتی که در اثر قطع یا وصل یک مدار در سیستم انتقال یا توزیع تغییر حاصل می‌شود در الگوهای توزیع جریان برق تغییر بوجود می‌آید. وقتی که یک شرکت تامین‌کننده برق یا کنترل کننده برق، نیروی برق را از یک نقطه به نقطه دیگر انتقال می‌دهد برق تولیدی در تمامی مسیرها بدون توجه به مالکیت خطوط جریان می‌یابد. مقدار برقی که در هر مسیر در خطوط انتقال جریان دارد به مقاومت ظاهری برق در مسیرهای مختلف ارتباط دارد. مقاومت ظاهری خط انتقال به طول خط وجزییات طراحی آن بستگی دارد. در مقایسه با مسیری که از مقاومت بیشتری برخوردار است مسیر

خطی که دارای مقاومت ظاهری کمتری است بخش بیشتری از مجموع برق را جذب و منتقل می‌کند وقتی که سیستم‌های انتقال بطور مستقیم یا غیر مستقیم در بیش از یک نقطه به یکدیگر متصل شوند، جریان‌های برق در شبکه سیستم‌های دیگر جاری می‌شوند و به این ترتیب جریان‌های حلقه‌ای

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه «لوب» تشکیل می شود. جریان های حلقه ای و جریان های موازی هر دو ممکن است مقدار برقی که سایر سیستم ها می توانند انتقال دهند را محدود نمایند.

۷-۱۰ هادی جدید ACCR

ACCR مخفف عبارت : Aluminum Conductor Reinforced می باشد. در قیاس با هادی متعارف ACSR یا همان Aluminum Conductor Steel Reinforced کلید نوآوری در هادی جدید ، هسته کمپوزیتی آن می باشد . علاوه بر این ، رشته های هادی که هسته را در بر می گیرند ، از جنس آلیاژ آلومینیوم-زیرکونیم هستند که راجع به ویژگی های هر کدام از آنها در قسمتهای بعد توضیح داده خواهد شد.



شکل ۱-۷) برش عرضی از مقطع هادی شکل ۲-۷) برش عرضی از مقطع هادی ACC

Aluminum Conductor Composite Reinforced

ACSR/TW

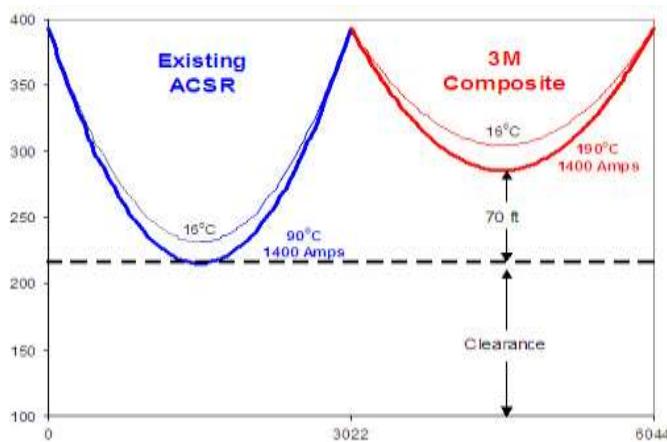
Aluminum Clad Composite Reinforced Aluminum Conductor Steel Reinforced

۷-۱۱ ویژگی های هسته کمپوزیتی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

در قیاس با هسته فولادی معمولی ، هسته کامپوزیتی دارای ویژگی های ذیل می باشد :

استحکام یکسان ، وزن کمتر ، مقاومت بیشتر در برابر خوردگی ، هدایت الکتریکی بالاتر و سرانجام انبساط حرارتی کمتر . در صورت جایگزینی هادی ACSR با هادی ACSR به آسانی می توان ظرفیت خط موجود را حداقل دو برابر نمود بدون اینکه تغییرات مکانیکی زیادی به برج ها و استراکچرهای موجود اعمال شود و یا تغییری در محدودیت های فلش خط ایجاد گردد. علاوه بر این می توان زمان کلی اجرای پروژه را کاهش داده و در هزینه ها نیز باعث صرفه جویی گردید.



شکل ۷-۳) نمودار کلیرانس

هادی ACSR همان ظرفیت جریان را با فلش کمتر و کلیرانس بیشتر (۲۱ m)، فراهم می نماید.

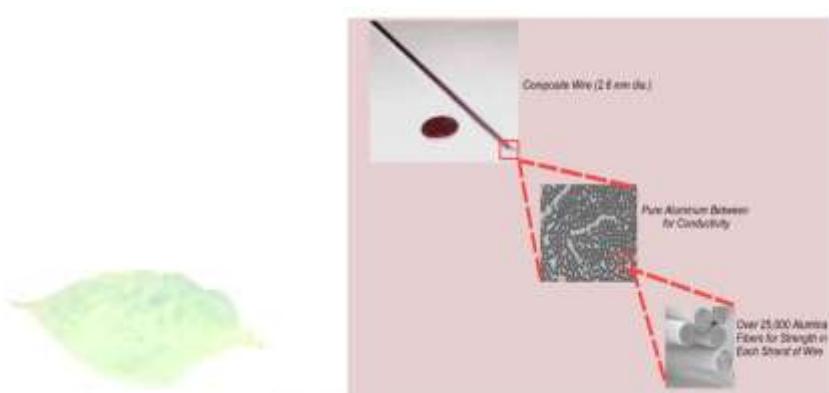
۷-۱۲ موارد قابل توجه در مورد هادی ACSR

- بکارگیری آلومینیوم آلیاژی ، منجر می گردد که بخشی از بار مکانیکی ، میان هسته و آلومینیوم خارجی تقسیم شود که این خود ایمنی بیشتری را به ارمغان می آورد. هم هسته کامپوزیتی و هم رشته های Al-Zr به استقامت و هدایت هادی در سرتاسر طول آن کمک می کنند به گونه ای که هر کدام می توانند ۵۰٪ از استقامت نامی در برابر شکست را تحمل نمایند

و به همراه فونت های لازمه



شکل ۷-۴) اجزای تشکیل دهنده هادی ACSR و نقش هر کدام از آنها



شکل ۷-۵) رشته های کمپوزیتی ، استحکام بیشتر به همراه وزن کمتر را برای هادی ACSR به ارمغان می آورند

۲- دمای عملکرد دائمی هادی ACSR ، 75°C بوده که در شرایط اضطراری می تواند به 100°C برسد در حالیکه دمای نامی که هادی ACSR بر اساس آن طراحی شده و بطور دائم می تواند در آن دما مورد بهره برداری قرار گیرد ، 210°C بوده که در شرایط اضطراری می توان در 240°C نیز آن را مورد بهره برداری قرار داد. هسته هادی ACSR متشکل از فلز آلومینیوم بر مبنای کمپوزیت و یک ماده غیر ارگانیک (غیر آلی) می باشد. هسته در دماهایی که به طور قابل توجهی بیش از دمای عملکرد بوده و یا حتی در دماهای اضطراری ، از پایداری ترموشیمیایی بخوردار است.

۳- ساختار هسته کمپوزیتی از فیبرهای اکسید آلومینیومی که در منبعی از آلومینیوم خالص قرار داده شده ، تشکیل گردیده و در برابر خوردگی مقاوم است. علاوه بر این ، کوپلینگ مجازی بین هسته و رشته

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

های آلومینیومی پیچیده شده به دور آن وجود ندارد که منجر به خوردگی شود. هسته نیاز به هیچگونه پوشش محافظی ندارد، بر خلاف هسته های فولادی که نیازمند روکش گالوانیزه هستند.

۴- ساختار این نوع هادی ، تحت تأثیر اشعه ماوراء بنفش و یا رطوبت قرار نمی گیرد و استحکام خود را پس از قرار گرفتن طولانی مدت در معرض این دو از دست نمی دهد.

۵- آلومینیوم لایه های خارجی در برابر حرارت مقاوم است و استحکام خود را پس از عملکرد در دماهای زیاد ، از دست نمی دهد.

۷-۱۳ مزایای هادی ACCR

مزایای هادی ACCR در قیاس با هادی های متعارف دیگر ، به ویژه در قیاس با هادی ACSR عبارتند از :

۱- افزایش ظرفیت خط انتقال هوایی با استفاده از برج ها و استراکچرهای موجود با جایگزینی هادی ACCR به جای هادی ACSR ، به سادگی و بدون اعمال تغییرات زیاد مکانیکی به برجها و استراکچرهای موجود و یا محدودیت های فلش خط، می توان ظرفیت خط موجود را حداقل دو برابر نمود. اگر تعدادی از برجها نیاز به تعویض داشته باشند، به دلیل تغییر شرایط خط می باشد و یا اینکه تعدادی از برجها به دلیل قدمت آنها بایستی تعویض شوند. در جدول زیر مزایای هادی ACCR ساخت شرکت 3M در قیاس با هادی ACSR با قطر یکسان ، خلاصه گردیده است: (جدول ۱)

جدول ۱) مزایای هادی ACCR و عملکرد آن در قیاس با هادی ACSR با قطر یکسان

۱- ظرفیت عبور جریان	۲ تا ۳ برابر
۲- فلش خط	فلش خط یکسان در ظرفیت جریان بیشتر و فلش خط کمتر در ظرفیت جریان یکسان
۳- تحمل بارهای مکانیکی	قابل قیاس ۱۰۴
۴- عملیات نصب و برپایی خط	قابل قیاس
۵- نیاز به فلز روی یا سایر مواد یوششی جهت	

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۷-۱۴ مقاومت بسیار زیاد در برابر خوردگی

هادی ACSR ، در برابر خوردگی گالوانیک بسیار مقاوم است. رشته های خارجی آلومینیومی در این هادی به طور شیمیایی با هسته کمپوزیت آلومینیوم ، سازگاری دارند. هادی های ACSR و ACSS ، از فولاد استفاده می کنند که نیاز به روکشی از روی دارد که آنها را در برابر خوردگی محافظت نماید. اگر روکش روی ، خراب شود مقاومت در برابر خوردگی این هادی ها نیز می تواند به خطر بیافتد. هادی ACSR ، در همه مکانهایی که نصب شده ، به همان شکلی که از آن انتظار می رفت ، به طرز موفقیت آمیزی در حال بهره برداری می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۷-۱۵ کاهش تأثیرات سوء بر محیط زیست

در نواحی زیادی از جهان ، ساخت و یا افزایش ظرفیت خطوط انتقال هوایی ، ناگزیر از احداث برج در نواحی حساس از نقطه نظر محیط زیست ، یا نواحی محافظت شده و یا نواحی بسیار پرجمعیت می باشد. هادی **ACCR** واقعاً می تواند ظرفیت خطوط انتقال هوایی موجود را به سادگی و فقط با تعویض هادی های موجود افزایش دهد و از نیاز به ارتقا های جدید و پرداخت حق خسارت عبور خط از این نواحی حساس ، جلوگیری نماید. به این ترتیب مراحل نصب ، سریع بوده و میزان ظرفیت عبور جریان خط افزایش می یابد ، همچنین نسبت استحکام به وزن هادی بالا رفته و انبساط حرارتی کم آن منجر به ایجاد اسپان های طولانی و استراکچرهای کمتر در عرض رودخانه ها ، دره ها و سایر نواحی حساس ، بدون تغییر ظاهر خط موجود خواهد شد.

۷-۱۶ پرهیز از مزاحمت برای مردم و ساختمانهای تجاری و نیز ساختمانهای در حال احداث

هادی **ACCR** می تواند به سرعت روی برج ها و استراکچرهای موجود نصب شود و میزان مزاحمت یا اختلال را به حداقل برساند و نیز ایجاد مخاطره برای ساختمانهای موجود و مردم را کمینه سازد. شرکت 3M مسابی که شرکتهای برق دنیا در زمان افزایش ظرفیت خطوط انتقال هوایی ، گریبانگیر آن می باشند را به خوبی درک کرده است. این مسائل عبارتند از فقدان دسترسی به زمینی که خط از روی آن عبور می کند ؛ قیود سختگیرانه برای کلیرانس خط ؛ احداث و گسترش امکانات و ساختمانهای مخابراتی ساخته شده در زیر خط ؛ عبور خط از نواحی شلoug و پرجمعیت و نواحی پرترافیک و نیز عبور خط از مجاورت ساختمانها. هادی **ACCR** به طور منحصر به فردی برای حل این مشکلات مفید می باشد. نصب هادی **ACCR** در بسیاری از موارد به همان شکلی که هادی متعارف موجود نصب گردیده است ، می باشد. نصب این هادی به سادگی می تواند بدون اعمال تغییرات در برج های موجود و با ملاحظه همزمان قیود کلیرانس ، ظرفیت انتقال خط را افزایش دهد

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۷-۱۷ استفاده از هادی ACCR و صرفه جویی در زمان انجام پروژه ها

در قیاس با تکنیک های افزایش ظرفیت متعارف و شناخته شده ، هادی ACCR زمان لازم برای افزایش ظرفیت خط را برای مشتریان از ۴ تا ۱۶ ماه صرفه جویی می کند که این از خاموشی های طولانی مدت که در زمان احداث خط به وجود می آید و منجر به جرایم خسارات خاموشی می گردد ، جلوگیری می نماید. به غیر از موارد فوق ، مشترکین ، نیاز به منبع برق قابل اطمینانی دارند اما افزایش ظرفیت سیستم و ساخت استراکچرهای جدید اغلب نیاز به فرآیندهای طولانی و پرهزینه برای دریافت مجوز دارد که شرکتهای برق را درگیر با آژانس های دولتی و اعلام به مردم ، خاموشی ها ، تملک زمین و کارهای زیاد دیگری که بلا تکلیفی ایجاد نموده و هزینه ها را افزایش می دهند ، می نماید.

یک مثال از پروژه های انجام شده:

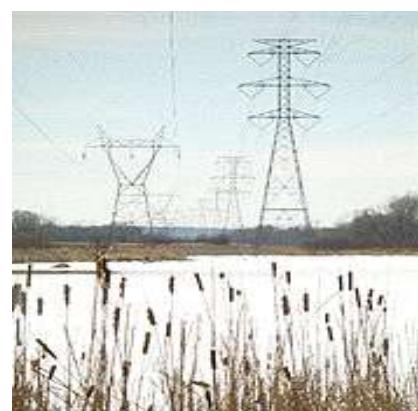
۷-۱۸ پروژه شرکت Xcel Energy

در سال ۲۰۰۱ ، شرکت Xcel Energy ، هادی ACSR با سطح مقطع ۴۷۷-kcmil ۱۵ kV خود در مینیاپلیس نصب نمود تا تغذیه برق از نیروگاه به شبکه را انجام دهد. در این پروژه، هادی متعارف ACSR تعویض گردید در حالیکه به طور همزمان ، کلیرانس خط و بارهای مکانیکی واردہ به برج ها یکسان باقی ماندند.

ب) پس از تعویض هادی



الف) قبل از تعویض هادی



شکل ۵) پروژه شرکت Xcel (زمان نصب فقط در مدت ۸ هفته)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۶-۷) تعویض هادیهای خطوط

۷-۱۹ صرفه جویی در هزینه ها

استفاده از هادی ACR می تواند باعث صرفه جویی پول در کل هزینه های مربوط به افزایش

ظرفیت خط گردد. این هادی می تواند :

۱- از هزینه های مربوط به احداث خط جلوگیری نماید .

۲- از تأخیر و صرف هزینه برای دریافت مجوز و جلسات بررسی و پرداخت هزینه خسارت برای حريم

خطوط جلوگیری کند .

۳- زمان افزایش ظرفیت خط را کوتاه نماید که به شما اجازه می دهد برق در دسترس را زودتر بفروشید ؛

۴- محدودیت عبور جریان و توان را کاهش دهد که اجازه می دهد شما به فروش بیشتری با ظرفیت قابل

دسترس خود برسید.

برای تشخیص آنکه پروژه شما به خوبی متناسب با هادی ACR می باشد ، ابتدا به کل هزینه و

ارزش کار خود که با هزینه های ساخت آغاز می شود ، نگاهی بیاندازید. با وجود آنکه شما ممکن است

بتوانید به ظرفیت کمتر با هزینه کمتر برسید ، اتفاقاً هزینه افزایش ظرفیت بعدی در قیاس با هزینه

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

افزایش ظرفیت با استفاده از هادی ACSR نیاز به سرمایه بسیار بیشتری دارد. قیمت هادی ACSR

بسته به اندازه و مشخصه های آن فرق می کند که بر اساس کاربرد خاص آن می باشد . با وجود آنکه هادی

مذکور ممکن است گرانتر از سایر هادی ها باشد ، ولی می تواند در هزینه های کلی پروژه باعث صرفه جویی

گردد که آن نیز از طریق حذف نیازمندی به موارد ذیل امکان پذیر خواهد بود:

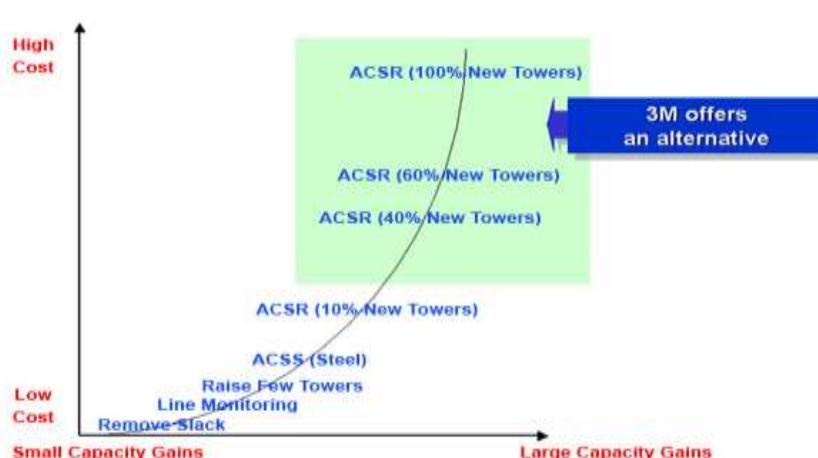
۱- احداث برج ها و استراکچرهای جدید

۲- توسعه حریم مسیر خطوط

۳- احداث پست جدید

۴- شرکت در مراحل طولانی و کشدار دریافت مجوز و یا بخشودن زمین

۵- هزینه پیشامدهای ناشی از طولانی و زمان بر بودن مراحل احداث خط جدید

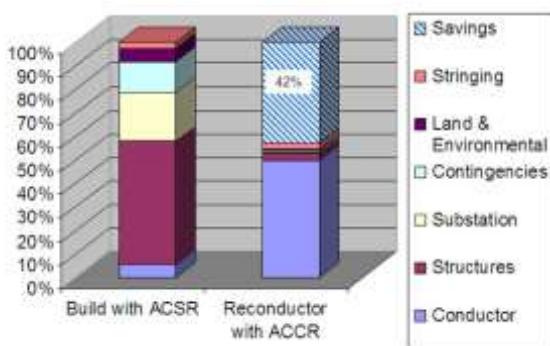


شکل ۷-۷(۷) نمودار اقتصادی هادی ACSR نسبت به هادی

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

به عنوان یک قاعده کلی ، وقتی که ۳۰ تا ۴۰٪ برجها و استراکچرهای قدیمی نیاز به تعویض داشته باشند ، انتخاب هادی ACCR معمولاً دارای صرفه اقتصادی است.

با آنکه هزینه‌های احداث خط و هزینه هادی فقط بخشی از معادله می‌باشد ، موقع انتخاب می‌توانید آنها را به عنوان هزینه‌های کلی پروژه در نظر داشته باشید.



جدول ۷-۲) نمودار خاموشی ناشی از احداث خط با هادی ACCR از ۲۰ ماه به ۴ ماه تقلیل یافت

یک نمونه پروژه انجام شده :

در این مثال واقعی ، یک مشتری شرکت 3M توانست بسیاری از استراکچرهای پست و هزینه پیشامدهای همراه با آنها را در صورتیکه از هادی متعارف ACSR استفاده می‌نمود ، حذف نماید . سرانجام این مشتری توانست به میزان تقریباً ۴۲٪ در هزینه‌های کلی پروژه صرفه‌جویی نماید.

۷-۲۰ نصب در مناطق با شرایط بسیار دشوار محیطی

نسبت‌های بالای استحکام به وزن (Strength/Weight) هادی ACCR ، آنرا به صورت یک کاندید ایده‌آل برای ناحیه‌هایی که بارهای مکانیکی سنگینی را تجربه می‌نمایند ، در می‌آورد. هادی مذکور همراه با تجهیزات جانبی و یراق‌آلات ویژه‌ای که برای آن طراحی شده ، می‌توانند قابلیت اطمینان را در بدترین شرایط بارگذاری ، افزایش دهند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

چنانچه در یک خط از قبل احداث شده ، بارهای سنگین ناشی از یخ ، باعث پایین آمدن و یا سقوط آن خط گردد ، می توان سیم کشی مجدد با هادی ACCR را مورد بررسی قرار داد.

۷-۲۱ تمرکز بر قابلیت اطمینان و افزایش ظرفیت با اطمینان

هادی ACCR با تمرکز بر قابلیت اطمینان ، تولید شده و فرآگیر می شود. برای هر سیستم ، مزایای عملکردی آن اهمیت بسیاری دارد و زمانی این مزیتها از ارزش کافی برخوردار هستند که راه حل های قابل اطمینانی ارائه نمایند.

هادی ACCR نیز با تمرکز بر قابلیت اطمینان ، سازگاری شیمیایی با محیط ، مقاومت مواد به کار رفته در آن در برابر خوردگی و تأمین استحکام لازم ساخته شده است.(شکل ۷-۸)



شکل ۷-۹ اسپانهای طولانی که از عرض رودخانه‌ها عبور می‌نمایند.

شکل ۷-۸ تغییر الزامات و شرایط برای کلیرانس خط

شرکت 3M یک شرکت راهبر جهانی در حل مسایل شرکت‌های برق ، توسعه دادن و تجاری نمودن مواد اختراعی پیشرفته می‌باشد. هادی ACCR در بسیاری از موارد بطور کاملاً تجاري نصب شده و در حال سرویس دهی می‌باشد که این شامل تمامی شرایط سخت محیطی و بهره‌برداری در خطوط بحرانی می‌باشد. در همه موارد، هادی 3M ، عملکرد ناتمام همیشگی را با طرح هدف نهایی ، به پایان رسانیده است.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۷-۲۲ قابلیت استفاده در اسپن‌های طولانی

رودخانه‌ها ، دره‌های تنگ ، تالاب‌ها ، ناحیه‌هایی که به سرعت در حال ساخت و ساز هستند ، نواحی شلوغ و پر جمعیت و مجموعه گوناگونی از سایر موقعیت‌های ویژه ، اغلب نیاز به راه حل‌های ویژه دارند. نسبت بارز و برجسته استحکام به وزن و نیز انبساط حرارتی کم‌هادی ACCR ، امکان عبور عرضی اسپان‌های طولانی را از این نواحی ویژه و اغلب با نصب بر روی استراکچرها و برج‌های موجود و بینیازی از تصرف حقوق مسیر خط و یا رویارویی با مشکلات پیچیده احداث خط در این نواحی پردردرس ، فراهم می‌سازد.

الزمات کلیرانس برای خطی که از گذرگاه کشتیرانی و یا به‌طور عرضی از شاهراه و یا سایر جایگاه‌ها عبور می‌نماید ، ممکن است تغییر نماید اما نیاز به تحويل یا همان مقدار توان را دارد که این ممکن است به افزایش ارتفاع استراکچرها و یا احداث برج‌های جدید منجر شود. در حالیکه اگر هادی موجود با هادی تعویض گردد ، می‌توان برای همیشه الزامات کلیرانس وارد به برج‌ها را ، به علت کاهش تانسیون خط ، مرتفع ساخت. (شکل ۷-۹)

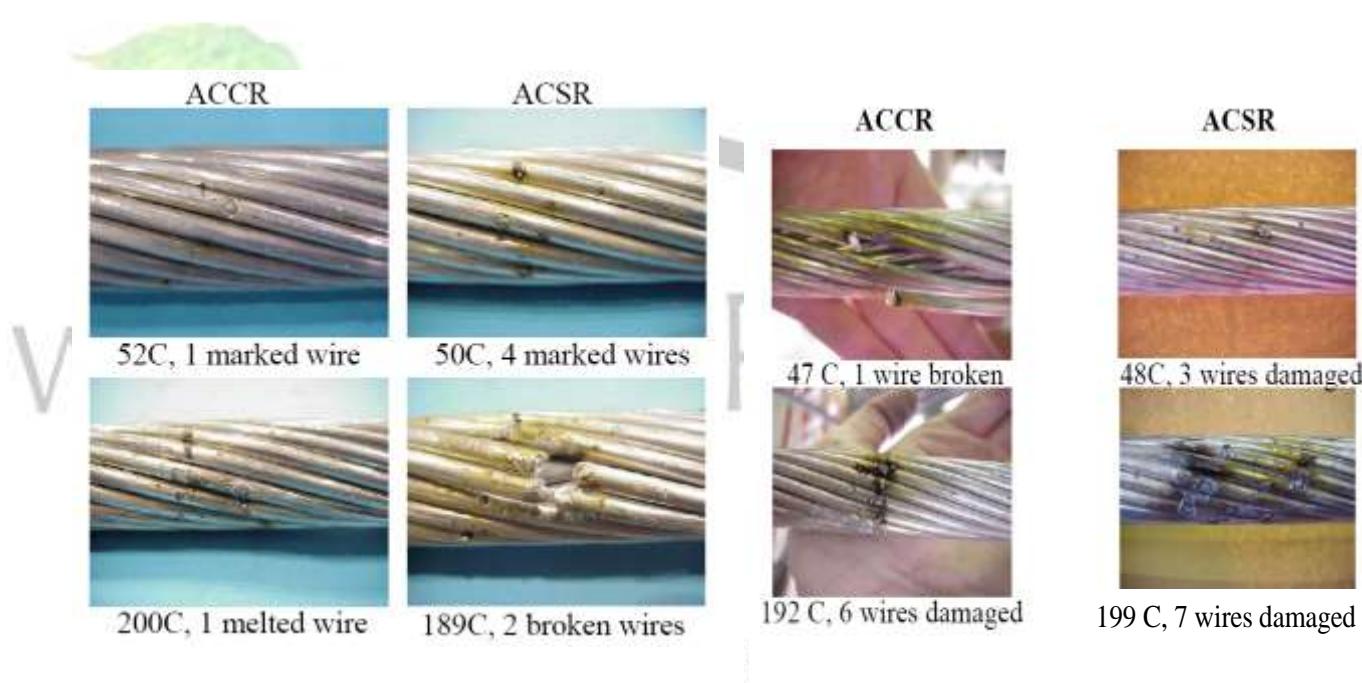
۷-۳ تست‌های آزمایشگاهی و میدانی

برای ایجاد اطمینان و اثبات عملکرد هادی ACCR ، شرکت 3M یک سری تست را روی تعداد گوناگونی از لوازم جانبی و یراق‌آلات مخصوص این هادی تقبل نموده است. این آزمایشها روی ها ، مفصلها یا اتصالات مورد استفاده در وسط اسپان ، آویزها یا گوشواره‌ها ، اتصالات جامپری ، دمپرهای سایر سخت‌افزارهای مورد استفاده ، صورت پذیرفته است. این تجهیزات و سخت‌افزارها به طور تجاری از طریق شرکت 3M و یا شرکتهای معروف PLP: Performed Line Products و ACA Conductor Accessories در دسترس می‌باشند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

همه سخت افزارها برای عملکرد در دماهای بالا درجه بندی می شوند و فقط تجهیزات تست و

تائید شده برای کار در دمای زیاد ، برای هادی ACSR مورد استفاده قرار می گیرند.



شکل ۷-۱۰) آزمایش‌های شبیه سازی موج صاعقه که میزان آسیب‌های وارد به رشته های آلومینیومی لایه های خارجی را در هر دو نوع هادی ACSR,ACCR در سطوح بارهای الکتریکی مختلف با هم مقایسه می نماید

۷-۲۴ کسب اطمینان از موفقیت اجرای پروژه

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

- ۱- هر خطی می‌تواند با استفاده از هادی‌های ۳M در اندازه‌ها و ساختارهای استاندارد و متعدد که داده‌های مورد نیاز برای طراحی الکتریکی و مکانیکی خطوط با آن نیز در دسترس می‌باشد اجرا شود.
- ۲- یک راه مطمئن که به طرز موفقیت‌آمیزی با توجه به تست‌های متعدد و نیز بهره‌برداری در کاربردهای تجاری و حساس مانند تغذیه برق شهرهای مهم، این موارد سخت و دشوار را به خود هموار نموده است.
- ۳- رویه‌های نصب، مشابه همان‌هایی است که برای هادی متعارف ACSR به کار گرفته شده است و خاموشی‌ها و مزاحمت‌های ناشی از نصب را به حداقل می‌رساند.
- ۴- مجموعه کاملی از تجهیزات جانبی و یراق‌آلات که بسیار شبیه یراق‌آلات متعارف بوده ولیکن برای بهره‌برداری در دماهای زیاد طراحی شده است.
- ۵- وجود یک تیم خبره و متخصص در شرکت ۳M که امر انتقال نیروی هوایی را دقیقاً درک می‌کند و تجربه عملی وسیعی در مورد موضوع فوق دارد که شامل علم مواد و مکانیک و رفتار هادی، تجهیزات جانبی و یراق‌آلات خط، طراحی خط انتقال و نصب آن می‌باشد.
- ۶- مزایای منابع فنی شرکت ۳M که بیشترین تقاضای بازارهای جهانی آن را به اثبات می‌رساند.

۷-۲۵ تأیید هادی ۳M ACCR توسط صنعت

شرکت ۳M از شرکت‌های معتر بوده و دارای تأییدیه‌های مهم صنعتی می‌باشد. هادی ۳M، طی چندین سال، با همکاری تیم رهبری شرکت ۳M، آزمایشگاههای مستقل و شرکت‌های برق و با تمرکز بر قابلیت اطمینان ساخته شده، توسعه یافته و تست گردیده است. شرکت ۳M در ایالات متحده آمریکا به دارا بودن تخصص در شناخت و تعیین صلاحیت هادی‌های جدید، معروف است به گونه‌ایکه این شرکت به عنوان ریاست یک کارگروه جدید IEEE سخت مشغول ارائه خدمت بوده تا

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

دستورالعمل صلاحیتدار بودن این کلاس از هادی‌ها را تهیه نموده و توسعه دهد. شما می‌توانید به حسن شهرت شرکت 3M که به‌طور ستایش‌برانگیزی به عنوان یکی از شرکت‌های بسیار خلاق در جهان، به دلیل تعداد زیاد مشاغل و پروژه‌هاییش، می‌باشد اعتماد داشته باشید.

۷-۲۶ پروژه اجرایی شرکت برق Chongqing کشور چین

آخرین پروژه‌ای که تا کنون (سال ۲۰۰۸) با استفاده از هادی 3M ACCR اجرا شده در کشور چین بوده است. شرکت سهامی برق Chongqing دومین شرکت برق اصلی کشور چین می‌باشد که از این هادی استفاده نموده است.

در این پروژه، شرکت فوق، یکی از خطوط انتقال کلیدی خود را با استفاده از هادی ACCR مجدداً سیم‌کشی نمود و ظرفیت انتقال خط مذکور را افزایش داد ضمن اینکه نیازی به احداث برجهای انتقال جدید هم به وجود نیامد. دلیل این شرکت، ایجاد ظرفیت فوق العاده انتقال نیروی برق به منظور حصول اطمینان از تأمین تقاضای بیش از اندازه الکتریسیته، به خاطر المپیک تابستانی پکن و نداشتن وقت برای احداث برج‌های انتقال جدید بوده است. شرکت فوق با استفاده از برجهای انتقال موجود و هادی جدید، یک خط دو مداره به طول تقریباً ۵.۵ km که پستهای برق Shuangshan و Shuinian را به هم متصل می‌نماید را احداث نمود. این تأسیسات انتقال نیرو، برای تأمین برق بیش از نیم میلیون مشترک در دو منطقه از شهر باستانی Sichuan، واقع در استان Chongqing در جنوب غربی چین و در مجاورت رودخانه Yangtze و با جمعیت تقریباً چهار میلیون نفر، احداث گردیده است. Chongqing در ناحیه‌ای

استوایی با رطوبت زیاد و گرمای زیاد فصل تابستان واقع شده و هادی مذکور به خاطر افزایش قابلیت اطمینان در شرایط سخت آب و هوایی، انتخاب شده است. تا سال ۲۰۰۷، شرکت برق Shanghai کشور چین، اولین شرکت برقی در خارج از کشور ابیالات متحده آمریکا بود که از هادی ACCR استفاده

برای دریافت فایل WORD پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

نمود. از آن زمان تا کنون ، شرکتهای برق کشورهای کانادا و برزیل نیز هادی پیشرفته شرکت 3M را برای افزایش ظرفیت خطوط انتقال نیروی خود در مکانهایی که احداث خطوط جدید با مشکلات محیط زیستی و نیز اقتصادی وجود داشته ، به کار گرفته‌اند. تاکنون ۱۴ شرکت برق در ایالات متحده آمریکا از هادی ACSR استفاده نموده‌اند که بیشتر از ۲ برابر هادی‌های ACSR با قطر یکسان ، قابلیت عبور جریان را دارا می‌باشد .

جدول ۳-۷) جدول گزینه‌های ACSR و ACSS که به هنگام سیم‌کشی مجدد یک خط انتقال نمونه در دسترس می‌باشند.

	ACSR	ACSS/TW	ACCR
Aluminum Area:	795 kcmil	795 kcmil	1020 kcmil
Size	Same	Same	Same
Weight	Same	Slightly higher	Same
Rated Ampacity (amperes):	905	1615	1902
Max Operating temp:	75°C	200°C	200°C
High Temp Sag:	High	Low	Very Low
Inductive Heating:	Standard	Low	Very Low
Line Loss:	Standard	Low	Less
AI Conductivity (%IACS):	52%	68%	63%
Tensile Strength	31,000 lbs	15,600lbs	41,000 lbs

برای دریافت فایل Word پژوهه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید.

۷-۲۷ نتیجه گیری

محدودیت‌های بهره‌برداری از تاسیسات عظیم برق از شرایط ایمنی و قابلیت اطمینان سرچشم می‌گیرد. این شرایط به حفظ جریان برق در خطوط انتقال و توزیع شبکه مربوط می‌شود. وقتی که تقاضا تغییر می‌کند، وقتی که الگوهای تولید تغییر می‌کند یا وقتی که در اثر قطع یا وصل یک مدار در سیستم انتقال یا توزیع تغییر حاصل می‌شود در الگوهای توزیع جریان برق تغییر بوجود می‌آید.

اقدام در زمینه افزایش ظرفیت انتقال برق بوسیله بالابردن میزان توانایی خطوط موجود مقرن بصره و جالب توجه است. چون این عمل با هزینه نسبتاً کمتر از هزینه ساخت خطوط موجود و در مدت زمان کوتاهتری انجام می‌شود. ساخت خطوط انتقال جدید با در نظر گرفتن موضوعات محیط‌زیستی، اثرات بهداشتی احتمالی میدان‌های الکترومغناطیسی و کاهش ارزش‌های دارایی واقع در مسیرهای خطوط انتقال، کار مشکلی است. توانایی انتقال یک سیستم را می‌توان افزایش داد در صورتی که بتوانیم موانع و محدودیت‌های بهره‌برداری از سیستم خطوط انتقال موجود را از طریق روش مذکور در این مقاله از سر راه برداریم. انتظار می‌رود تولیدکنندگان برق، شرکتهای انتقال منطقه‌ای و یا شرکت‌های خدمات عمومی برق به افزایش میزان بهره‌برداری از خطوط انتقال موجود با استفاده از روش مذکور در این مقاله علاقمند گردند.

برای دریافت فایل WORD پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. قادر آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

منابع و مراجع :

1- WWW.IRAN.Gmposite.net

2-WWW.NiazeRooz.com

3-WWW.fro oroducts.blogfa.com

۴- مقاله هادی Accr از سایت (www.3m.Gm)

۵- مقاله های شرکت MSG کارخانه تولید کامپوزیت.

۶- مقاله (بررسی خصوصیات قرار آرم کامپوزیتی در خطوط توزیع) در بیست و چهارمین کنفرانس بین

المللی برق

۷- مقاله (بررسی تاثیر اتصال انتهایی و فاصله خوش بازده های پلیمری دکل های خطوط فشرده بر شدت

میدان) در بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق .