



مهندسی برق دانشگاه زنجان

پروژه کارشناسی

## بررسی نسل جدید هادی های خطوط انتقال

دانشجو:

مرتضی بیات

استاد راهنما:

دکتر سعید جلیل زاده

تابستان - ۱۳۹۵

دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق
دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق	دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق	دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق	دانشگاه زنجبان و دانشکده مهندسی گروه برق
<b>فهرست مطالب</b>			
	<b>عنوان</b>		<b>صفحه</b>
<hr/>			
	<b>فصل اول: ساختار خطوط جدید با هادی های خاص و کاربرد آن در شبکه انتقال کشور</b>		<b>۵</b>
	<b>چکیده</b>		<b>۶</b>
	<b>۱-۱: شرح هادی های مرسوم</b>		<b>۷</b>
	<b>۱-۲: شرح فصل</b>		<b>۷</b>
	<b>۱-۲-۱: هادی با فلش کم</b>		<b>۸</b>
	<b>۱-۲-۱-۱: هادی G(Z)TACSR</b>		<b>۸</b>
	<b>۱-۲-۱-۲: هادی ZTACIR</b>		<b>۹</b>
	<b>۱-۲-۲: خطوط GIL</b>		<b>۹</b>
	<b>۱-۲-۳: هادی های آلومینیومی کمپوزیت</b>		<b>۱۷</b>
	<b>۱-۲-۴: ابر رسانا با دمای بالا (HTS)</b>		<b>۱۸</b>
	<b>۱-۳: پیشنهادات و نتیجه گیری</b>		<b>۲۲</b>
	<b>فصل دوم: مقایسه فنی و اقتصادی کابل های با هادی آلومینیومی و کابل های با هادی مسی</b>		<b>۲۳</b>
	<b>چکیده</b>		<b>۲۴</b>
	<b>۲-۱: مقدمه</b>		<b>۲۵</b>
	<b>۲-۲: تعیین کابل های استاندارد با هادی آلومینیومی قابل جایگزینی با کابل های رایج با هادی مسی</b>		<b>۲۶</b>

۲۸	۲-۳: روابط افت ولتاژ در کابل های معادل
۲۹	۲-۴: جریان مجاز
۳۴	۲-۵: مقایسه شرایط اتصال کوتاه کابل های معادل با هادی مسی و هادی آلومینیومی
۳۲	۲-۶: قطر نهایی کابل های معادل
۳۵	۲-۷: وزن کل
۳۷	۲-۸: مقایسه قیمت کابل های معادل
۴۰	۲-۹: تلفات انرژی
۴۱	۲-۱۰: نتیجه گیری
۴۳	فصل سوم: هادی های پر ظرفیت آلومینیومی
۴۴	۳-۱: شرح فصل
۴۹	۳-۲: انواع هادی های پر ظرفیت با آلومینیوم آلیاژی
۵۵	۳-۴: نتیجه گیری
۵۷	فصل چهارم: کاربرد هادی های پر ظرفیت (HTLS) در کاهش تلفات شبکه برق منطقه ای
۵۸	غرب
۵۹	چکیده
۶۰	۴-۱: مقدمه
۶۰	۴-۲: هادی های پر ظرفیت آلومینیومی (HTLS)
۶۱	۴-۳: شبکه برق منطقه ای غرب
۶۲	۴-۴: نتایج بدست آمده از پخش بار شبکه برق منطقه ای غرب
	با استفاده از نرم افزار DigSILENT

۶۳	ظرفیت
۶۴	۴-۶: ارزیابی اقتصادی
۶۵	۴-۷: نتیجه گیری
۶۷	فصل پنجم: نقش روکش دار کردن هادی های هوایی شبکه های توزیع در افزایش
۶۸	ایمنی
۶۹	در صنعت برق
۷۰	چکیده
۷۱	۵-۱: مقدمه
۷۲	۵-۲: حوادث و مهندسی ایمنی در صنعت برق
۷۳	۵-۳: مشکلات ایمنی شبکه های توزیع
۷۴	۵-۴: هادی های روکش دار هوایی
۷۵	۵-۵: نقش هادی های هوایی روکش دار در افزایش ایمنی
۷۶	۵-۶: معایب ایمنی هادی های روکش دار هوایی
۷۷	۵-۷: نتیجه گیری
۷۸	مراجع



## چکیده

احداث خطوط فشار قوی با هادی های AAC , AAAC , ACAR , ACSR و نیز کابل های

فشارقوی زمینی از نوع روغنی و خشک (کراس لینک) سال هاست در دنیا متداول و مورد بهره برداری

قرار گرفته و بطور کلی بدنه اصلی شبکه های فشار قوی با این هادی ها تجهیز شده اند. علیرغم عدم نیاز

بعضی کشور های پیشرفته از شبکه های هوایی، تا کنون این هادی ها کماکان در احداث خطوط

فشارقوی نقش اصلی ارتباطی نیروگاه ها به پست های فشارقوی و انتقال به مراکز مصرف و نیز ارتباطات

بین کشورها و قاره ها را عهده دار می باشند.

بعنوان مثال بزرگترین شبکه بین قاره ای، شبکه انتقال خطوط ۴۰۰ کیلو ولت، کشور مصر را در آفریقا به

اردن، سوریه، لبنان و ترکیه و از آنجا به اروپا با هادی های ACSR و قسمتی از منطقه دریائی کانال

سوئز با کابل کراس لینک در عمق ۸۵۰ متری دریا احداث و قسمت اعظم این خطوط که قاره آفریقا را به

آسیا و اروپا متصل می نماید، به بهره برداری رسیده است. همزمان با استفاده از این خطوط، با هادی

های سنتی همواره تحقیقات پیرامون ابداع هادی ها و خطوط مدرن ادامه داشته و تمهیداتی را در انتقال

انرژی به لحاظ انتقال بیشتر، تلفات کمتر، اثرات زیست محیطی کمتر بوجود آورده که در نظراسست در

این فصل بررسی کوتاهی از روند تحقیقات و استفاده از این خطوط بعمل آید.

## ۱-۱: شرح هادی های مرسوم

همانطور که گفته شد، هادی ACSR که بیشترین کاربرد را در خطوط هوایی دارد، از هادی های رشته

ای آلومینیوم در لایه های بیرونی با هسته ای از لایه های فولادی تشکیل گردیده بطوریکه هسته مرکزی

یعنی رشته های فولادی نقش مکانیکی را داشته و لایه های آلومینیومی نقش عبور جریان را دارند و از

نرمی و مقاومت کم و خاصیت الاستیک خوب برخوردار است. ساختار سایر هادی های مرسوم مانند

ACAR اختلاف جزئی با ACSR داشته و هسته مرکزی بجای رشته های فولادی از جنس آلیاژ

آلومینیوم و هادی AAC یک هادی رشته ای از آلومینیوم می باشد. البته کابل های زمینی روکشدار

حتی برای ولتاژهای بالا از نوع روغنی به کابل خشک کراس لینک تبدیل شده اند.

## ۱-۲: شرح فصل

تاکنون آنچه گفته شد هادی هایی بودند که با کاربری بالا در شبکه های مرسوم و سنتی استفاده شده و

ادامه دارد، لیکن از دهه ۷۰ ضمن طراحی ساختارهای جدید برای خطوط و افزایش باندل ها موجب

انتقال انرژی با ولتاژهای بالای ۱۰۰۰ کیلو ولت و توان های بیش از ۳۰۰۰ مگاوات شده اند اما به

موازات این اقدام هادی ها و خطوط جدیدی با فن آوری تازه ابداع گردیده اند تا ضمن داشتن قدرت

انتقال مناسب از حریم کمتری برخوردار بوده و مهم اینکه تاثیر زیست محیطی آنها کمتر است که این

هادی ها و بعضاً خطوط نسل جدید بشرح زیر می باشند.

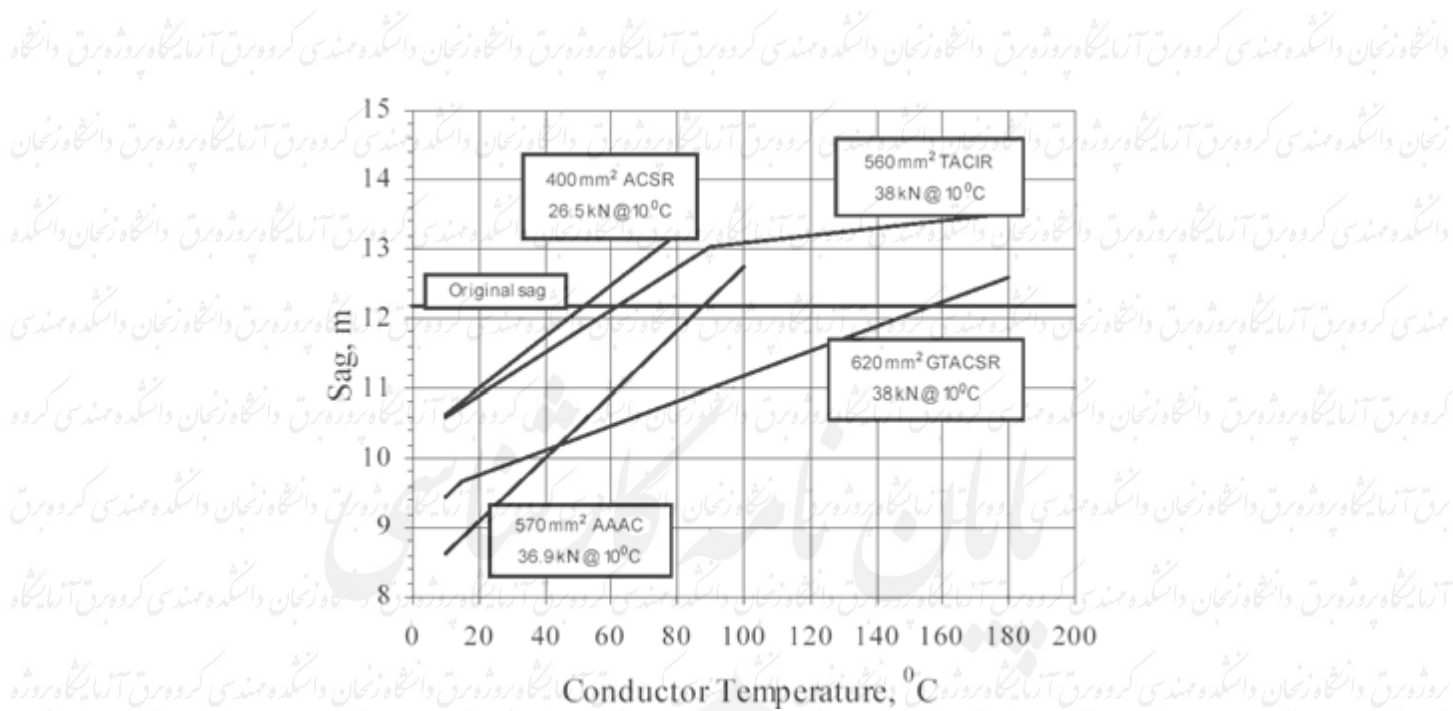
### ۱-۲-۱: هادی با فلش کم

این هادی ها هنگامی مدنظر قرار گرفتند که بالا بردن انرژی انتقالی خطوط موجود مطرح گردید، زیرا

این هادی ها می توانند با شرایط مساوی با هادی های قدیمی تعویض و ضمن کاهش هزینه و دوره

ساخت موجب کاهش حریم و افزایش قدرت انتقالی گردند. در شکل ۱ مقدار فلش انواع هادی ها نسبت

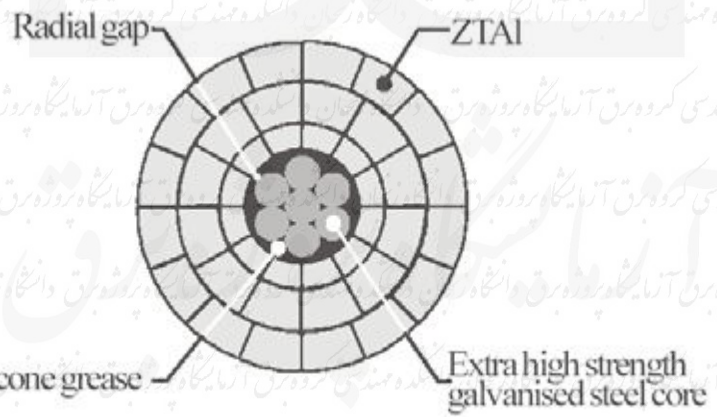
به درجه حرارت آنها آورده شده است. از جمله این هادی ها می توان هادی های زیر را نام برد:



شکل ۱-۱: مقدار فلش انواع هادی ها نسبت به درجه حرارت آنها

۱-۲-۱-۱: هادی G(Z)TACSR

ساختار آن در شکل ۲ آمده و به این صورت است که رشته های فولادی مانند ACSR معمولی در وسط لیکن رشته های آلومینیومی بجای گرد بودن بصورت ذوزنقه و از جنس آلیاژ آلومینیوم با حرارت بالا که با فاصله هوایی از هسته قرار گرفته اند، می باشد.



شکل ۱-۲: ساختار و ساختمان هادی نوع G(Z)TACSR



## ۱-۲-۱-۲: هادی ZTACIR

تفاوت ساختار این هادی با هادی معمولی این است که هسته فولادی آن از جنس آلیاژ آلومینیوم اینوار

ساخته شده است و در رشته های آلومینیومی از آلیاژ آلومینیوم حرارت بالا می باشد. از عمده مزایای

این هادی ها در شرایط مساوی با هادی های معمول می توانند تا دو برابر انرژی انتقالی را افزایش دهند.

## ۱-۲-۲: خطوط GIL

خطوط GIL سابقه ای حدود چهل سال دارند و در زیر نام تعدادی از خطوط GIL آورده شده است:

- خط GIL با ولتاژ ۴۰۰ کیلو ولت بطول ۴ کیلومتر در وهر آلمان.

- خط GIL در بومانویل کانادا بطول ۲/۵ کیلومتر که یک نیروگاه هسته ای را به شبکه ۵۵۰ کیلوولت

کانادا جهت انتقال انرژی به آمریکا متصل می سازد.

البته بدایلی از جمله هزینه زیاد اتصالات و مشکلات نصب GIL در مسافت های طولانی استفاده از

خطوط GIL فراگیر نشده است. بمنظور کسب اطلاعات بیشتر مشخصات یکی از خطوط GIL اجراء شده، زنجان

در ژاپن ارائه می گردد. خط انتقال Shinmeika – Tokai با ولتاژ ۲۷۵ کیلو ولت و توان عبوری

۲۸۵۰ مگاوات بطول ۳/۳ کیلو متر احداث گردید که در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱: خط انتقال Shinmeika – Tokai



## ۷-۵: نتیجه گیری

استفاده از کابل های هوایی یا تکنیک جدید هادی های هوایی روکش دار بجای سیم های

لخت هوایی متداول در شبکه های توزیع هوایی یکی از مهمترین راه کارهای افزایش ایمنی

در صنعت برق می باشد. بررسی نرخ آمار برق گرفتگی مربوط به سیم های هوایی لخت

حاکمی از این واقعیت است که روکش دار کردن هادی های هوایی می تواند گامی موثر

جهت افزایش ایمنی در صنعت برق باشد. در این فصل ابتدا به بررسی ویژگی های هادی

های روکش دار در مقایسه با سیم های لخت هوایی پرداخته شده و مزایای این نوع

هادی ها را خصوصاً از دیدگاه افزایش ایمنی در صنعت برق مورد تحلیل و بررسی قرار

گرفته است. آنگاه با مطالعه آماری از نرخ برق گرفتگی های ناشی از سیم های لخت

هوایی و بررسی میزان خسارت شرکت های برق از پرداخت دینه، استفاده از روکش راه کار

روکش دار کردن سیم های هوایی یا هادی های روکش دار را بجای سیم های لخت در

شبکه های هوایی فشار متوسط و فشار ضعیف پیشنهاد گردید. با توجه به اهمیت بالای

این موضوع، بررسی این طرح و انجام تحقیقات مکان یابی بهینه جهت نصب و یا

تعویض این نوع از هادی ها بجای انواع لخت در شبکه های توزیع برق ایران ضروری می

باشد.

## منابع و مآخذ

- ۱- دکتر محسن پوررفیع عربانی، مهندس آرزو محبی. "ساختار خطوط جدید با هادی های خاص و کاربرد آنها در شبکه انتقال". شرکت سهامی خدمات مهندسی برق (مشانیر).
- ۲- کریم روشن میلانی، فرهاد شهینیا. "نقش روکش دار کردن هادی های هوایی شبکه های توزیع در افزایش ایمنی در صنعت برق". شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی.
- ۳- مهرداد طرفدار حق، سید محمد قیاسی، مجید نهل. "مقایسه فنی و اقتصادی کابل های با هادی آلومینیومی و کابل های با هادی مسی". نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق.
- ۴- طراحی خطوط انتقال، مدرس: سید محمد رضا نوحی، (mnouhi@yahoo.com).
- ۵- هادی های پر ظرفیت، شرکت مهندسی مشاور موندکو ایران.
- ۶- هادی های پر ظرفیت آلومینیومی، غلامرضا فلاح نژاد، مجله صنعت سیم و کابل، شماره ۴۰، بهار ۸۷.