

# GIS

## نگاهی بر پستهای گازی

علیرضا بیگدلی

شرکت متانیر-خیابان آزادی مقابل وزارت کار ، پست برق ۶۳ کیلوولت آذربایجان



### چکیده

مطالعه و بررسی تجربیات بدست آمده از عملیاتهای مختلف بر روی قسمت‌های آسیب دیده در پستهای با عایق گازی (GIS) و تدوین و طبقه بندی آنها از اهداف بسیار مهم می باشد. این تجربیات و بکارگیری آن در مشکلات آینده ، جنبه های اقتصادی و اجتماعی این تکنولوژی مدرن را شدیداً تحت تاثیر قرار خواهد داد. کاهش زمان عیب یابی ، کاهش هزینه های تعمیراتی و کاهش زمان تعمیرات اساسی به کمک مهارتهای فردی کسب شده و تجربه کلاسیک از جمله امتیازات بدست آمده در طول سالیان گذشته می باشد. بحث این مقاله در رابطه با بررسی پستهای GIS و مقایسه آن با پستهای AIS خواهد بود.

### ۱-مقدمه

گذار بهره برداری از پستهای معمولی یعنی پستهای عایق شده با هوا ( AIS[1] ) به پستهای عایق شده با گاز SF6 ( GIS[2] ) در شرکت برق منطقه ای تهران همانند هرگذار تکنیکی دیگر با مشکلات و مقاومت گسترده ای روبرو بوده است. فقدان شناخت این تکنولوژی نو و عدم وجود تجربه تعمیرات و نگهداری آن را می توان پایه و اساس موانع گذار بحساب آورد. تکنولوژی GIS علیرغم برخورداری از مزایای متعدد نسبت به AIS دارای محدودیت های عملیاتی بسیار پیچیده تری می باشد. ریشه این محدودیت در وجود میدانهای الکتریکی بسیار قوی در فضای هندسی بسیار کوچک کمپارتهای فلزی GIS نهفته است. این پیچیدگی عملیات ، در آغاز ممکن است عدم اعتماد و ترس از این تکنولوژی را موجب گردد، اما با برنامه ریزی مناسب در زمینه آموزش شناخت این تکنولوژی و تامین گروههای آزموده تعمیرات و نگهداری GIS می توان مسیر این گذار را هموار نمود. شرکت برق منطقه ای تهران بیش از دو دهه می باشد که در زمینه نصب و راه اندازی ، آموزش ، بهره برداری و تعمیرات و نگهداری پستهای KV۲۳۰ و KV۶۳ GIS گام نهاده است. تعمیرات اساسی در چندین پست در سراسر کشور توسط گروههای ورزیده تعمیرات و نگهداری GIS و تجربه عمیق تعمیرات و نگهداری این پستها در طول دو دهه گذشته تسلط و اعتماد مناسب به این تکنولوژی را به همراه داشته است. اکنون زمان انجام تعمیرات اساسی و هزینه ها و مسائل مرتبط با آن با وجود کارشناسان و گروههای متجرب ، در این شرکت در مقایسه با پستهای AIS بحدود قابل قبولی رسیده و می توان با غلبه بر محدودیت های عملیاتی GIS از مزایای آن نسبت به AIS بطور کامل بهره برداری نمود.

## ۲-مقایسه SF6 با انواع دیگر عایقها

### الف- عایقهای مایع

روغن یک عایق اصلی می باشد که در ترانسفورمرها و کلیدهای قدرت بطور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. SF6 نسبت به مایعات عایقی دارای مزایای زیادی می باشد.

SF6 همانند گازهای دیگر (برخلاف عایقهای جامد) دچار شکست عایقی دائم نمی گردد. پس از وقوع شکست عایقی و حذف منبع آن محصولات ناشی از تجزیه آن با یکدیگر ترکیب شده و گاز بازسازی می شود.

SF6 غیر قابل اشتعال بودن و بنابراین برخلاف روغن ترانسفورماتور خطر آتش سوزی بهمراه ندارد.

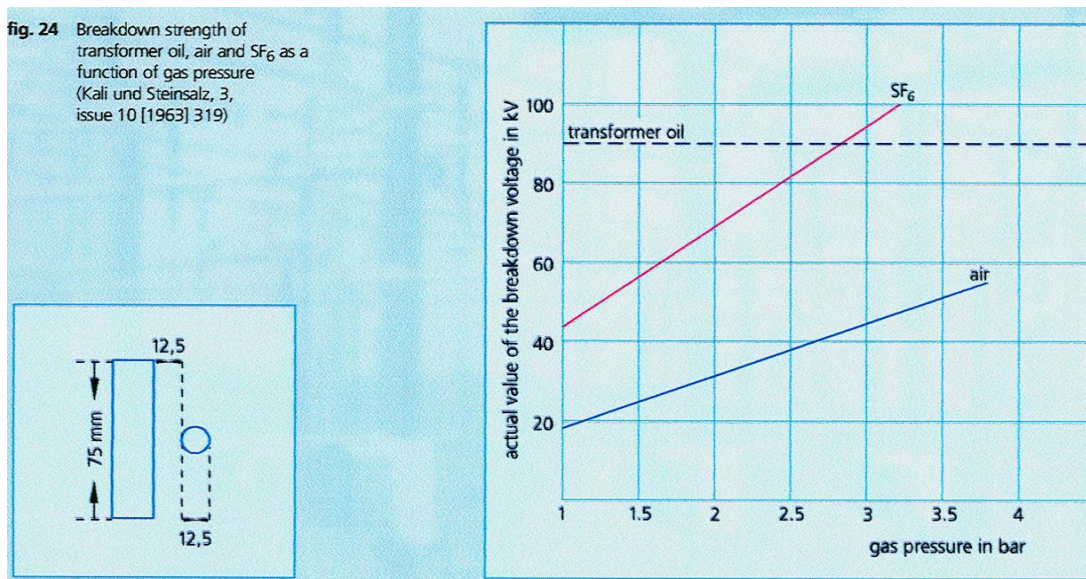
SF6 بر خلاف آسکارال (PCB) غیر سمی می باشد.

کاربرد SF6 بجای عایقهای مایع صرفه جوئی قابل ملاحظه ای از لحاظ وزن و حجم تجهیزات حاصل می نماید.

تجهیزات عایق شده با گاز SF6 دارای تعمیرات و نگهداری ساده تری می باشند.

در تجهیزات عایق شده با روغن ممکن است محصولات ناشی از تجزیه امواج پرفشاری را بهمراه داشته باشد که موجب متلاشی شدن تجهیز گردد اما در یک دستگاه پر شده با SF6 افزایش فشار فقط از انبساط حرارتی گاز حاصل می شود.

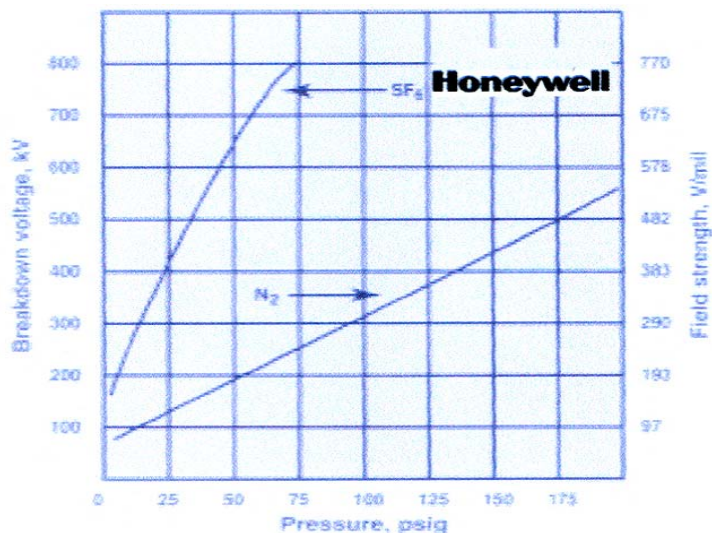
استقامت عایقی SF6 در فشار حدود ۳ بار قابل مقایسه با استقامت عایقی روغن ترانس می باشد و از این فشار به بعد نسبت به روغن از این لحاظ پیشی می گیرد در شکل ۱ استقامت عایقی SF6، روغن و هوا بر حسب فشار جهت مقایسه نشان داده شده است.



شکل ۱- مقایسه استقامت عایقی SF6، روغن و هوا بر حسب فشار

### ب- عایقهای گازی

SF6 نسبت به هوا یا دی اکسید کربن دارای استقامت عایقی بیش از دو برابر می باشد در حالیکه نسبت به نیتروژن استقامت عایقی آن سه برابر می باشد. SF6 برخلاف هیدروکربن های هالوژنه شامل کربن نمی باشد. بنابراین اگر در محیط SF6 شکست عایقی رخ دهد رسوبات کربنی هادی تشکیل نمی شود. شکل ۲ ولتاژ شکست و استقامت میدانی SF6 و نیتروژن را جهت مقایسه نشان می دهد.



شکل ۲- استقامت میدانی و ولتاژ شکست SF6 و N2 بر حسب فشار

### ۳- مشخصات گاز SF6 نو

مطابق با استاندارد IEC شماره ۳۷۶ گاز نو موجود در کپسول های گاز SF6 بایستی دارای مشخصات زیر باشد.

DIN IEC 376			
SF6	≥ 99.90	% by weight	
air	≤ 500	ppm by weight (0.25 Vol.-%)	
CF4	≤ 500	ppm by weight (0.1 Vol.-%)	
H2O	≤ 15	ppm by weight (0.012 Vol.-%)	
mineral oil	≤ 10	ppm by weight	
acidity, in terms of HF	≤ 0.3	ppm by weight	
hydrolyzable fluorides, in terms of HF	≤ 1	ppm by weight	

## ۴- نصب و راه اندازی GIS

همانطور که گفته شد فواصل بسیار کم و میدانهای بسیار بزرگ ویژگی اصلی تاسیسات GIS را تشکیل می دهند. این ویژگی حساسیت بسیار زیاد این نوع تاسیسات را به هر نوع آلودگی ناشی از وجود ذرات ریز سبب گردیده است. تجربیات ما نشان می دهد عدم توجه جدی به این عامل اساسی عواقب منفی و جبران ناپذیری را با توجه به هزینه سنگین تجهیزات فشار قوی GIS به دنبال دارد. استفاده از نور ماوراء بنفش در بررسی وضعیت آلودگی داخل کمپارت ها نتایج بسیار ثمر بخشی را به همراه دارد. آموزش افرادی که در این عملیات نصب و راه اندازی شرکت می کنند و توجیح مشکلاتی که در صورت عدم پاکیزه بودن داخل کمپارت ها دنبال خواهد داشت جنبه پر اهمیت دیگری از عملیات نصب مطمئن و قابل اعتماد می باشد تجربه دیگر ما نشان داد دقت و مهارت در آب بندی قسمتهای مختلف از لحاظ نشت گاز SF6 و توجه بسیار به دستور العملهای مربوطه در این زمینه با توجه به قیمت بسیار بالای گاز SF6 از جنبه های مهم اقتصادی و نگهداری اینگونه تاسیسات می باشد.

## ۵- بررسی جنبه های اقتصادی GIS

در آغاز دوره ظهور تکنولوژی GIS این تکنولوژی نسبت به AIS دارای طرفداران کمتری بود و در مواردی از آن استقبال می شد که هزینه های زمین و محدودیتهای محیطی هزینه اضافی تجهیزات را جبران می کرد. با پیشرفت سریع در تکنولوژی، GIS به عنوان بهترین انتخاب شناخته شده است. در حقیقت اگرچه هزینه سرمایه گذاری یک کلید خانه GIS بسیار بیشتر از AIS مشابه می باشد اما GIS بسیاری از هزینه های ثانوی را کاهش داده و در نهایت منجر به هزینه کلی کمتری می گردد.

مزایا عمده GIS را می توان بصورت زیر برشمرد:

- ۱- فضای لازم بسیار کم
  - ۲- سازگاری با محیط
  - ۳- ایمنی افراد و تجهیزات
  - ۴- عدم حساسیت به تاثیرات خارجی
- در طراحی و استفاده از GIS هزینه های فضای لازم کاهش می یابد بطوریکه یک پست GIS نسبت به پست AIS مشابه به ۱۰٪ فضا نیاز دارد و امکان قرار دادن تجهیزات در زیرزمین یا در یک ساختمان ممکن می باشد موارد خاصی که GIS بدون تردید راه حل اقتصادی و مناسب می باشد عبارتند از:

- ۱- مناطق مسکونی و صنعتی
  - ۲- مناطق کوهستانی
  - ۳- مناطق دریایی
  - ۴- پستهای زیر زمینی
  - ۵- پست سیار
- در بسیاری از کشورها امنیت تاسیسات الکتریکی در مقابل حملات نظامی و تروریستی از اهمیت برجسته ای برخوردار می باشد. در این مورد GIS تنها راه حل می باشد زیرا این نوع تاسیسات به آسانی قابل پنهان کردن و حفاظت می باشد.

## ۶- عوامل موثر در انتخاب GIS

قبل از ظهور تکنولوژی مدرن GIS، فقط بررسی هزینه شکل های مختلف یک نوع کلید خانه (AIS) مورد نظر بود. اما اکنون GIS افق تازه و بسیار متفاوتی را از لحاظ فنی و بهره برداری گسترده است که دارای اثر فراوان بر روی ارزیابی اقتصادی دارد. هزینه GIS را می توان به دو طبقه زیر تقسیم نمود.

- هزینه سرمایه گذاری
- هزینه بهره برداری و نگهداری
- هزینه سرمایه گذاری بطور عمده شامل مواد زیر می باشد.
- تجهیزات فشار قوی
- استراکچر فولادی



- تجهیزات جانبی
  - حمل و نقل - نصب - راه اندازی
  - هزینه زمین
  - هزینه ساختمانی
- هزینه نگهداری شامل موارد زیر می باشد.
- هزینه های تعمیراتی
  - قطعات یدکی

البته زمان تعمیرات در GIS نسبت به AIS بسیار طولانی تر می باشد اما با اصلاح طرح ، لی اوت و جداسازی کمپارت ها می توان زمان تعمیرات GIS را قابل مقایسه به کلید خانه های معمولی نمود.

## ۷- مقایسه هزینه GIS در مقابل AIS

گزارشات نشان می دهد که GIS در مقایسه با AIS در محدوده ولتاژ معینی دارای هزینه کلی کمتری می باشد و بطور کلی با افزایش ولتاژ کاهش هزینه های کلی GIS در مقایسه با AIS محسوس تر می گردد.

برای مثال در یک پست فشار قوی با مشخصه زیر :

ولتاژ نامی : KV۱۴۵

جریان نامی : A۱۶۰۰

جریان نامی باسبار : A۳۱۵۰

قابلیت قطع جریان : KV۴۰

ارزایی اقتصادی نشان می دهد که با در نظر گرفتن هزینه های جانبی ، هزینه های کلی سرمایه گذاری انتخاب GIS نسبت به AIS ، ۱۰% هزینه بالاتری را ایجاد می کند. اما موقعی که هزینه های تعمیرات و نگهداری در طول ۳۰ سال نیز به هزینه هر دو گزینه اضافه گردد، GIS دارای هزینه کلی کمتری با AIS مشخص می گردد. شکل هزینه های مختلف یک پست KV ۱۴۵ ، GIS را مقایسه با پست مشابه AIS ارائه می دهد.

## ۸- اثر ولتاژ بر روی مقایسه هزینه ها

نسبت هزینه یک پست GIS به AIS با توجه به سطح ولتاژ متفاوت می باشد در شکل ( پیوست ) رابطه این نسبت با ولتاژ نشان داده شده است.

( a ) نسبت هزینه تجهیزات فشار قوی

( b ) نسبت هزینه سرمایه گذاری کل

( c ) نسبت هزینه سرمایه گذاری کل بعلاوه هزینه نگهداری

در تمامی محدوده ولتاژ هزینه تجهیزات فشار قوی GIS بیش از AIS می باشد . این هزینه بالا ناشی از تکنولوژی برتر و طراحی مربوط به GIS می باشد برای ولتاژ KV۸۰۰ و بالاتر از آنجا که پروژه های بسیار کمی تجربه شده است ارقام بسیار نظری و تقریبی می باشد. موقعی که هزینه سرمایه گذاری کلی ( به استثنای هزینه زمین ) در نظر گرفته می شود GIS در ولتاژ بالاتر از KV۲۴۵ بسیار اقتصادی می باشد و با در نظر گرفتن هزینه های تعمیراتی و نگهداری در یک دوره ۳۰ ساله ، GIS اقتصادی ترین راه حل در محدوده ولتاژ KV۱۴۵ تا KV۸۰۰ می باشد نیاز به نصب پستهای در مناطق با شرایط نامطلوب نیاز به GIS را بیش از پیش مشخص نموده و برتری آن را آشکار می سازد.

## تشکر و قدردانی

با سپاس از جناب آقای دکتر شیخ قمی و کلیه اساتیدی که در راه شناخت سیستم GIS و آشنا شدن با نکات مبهم مرا یاری دادند.

