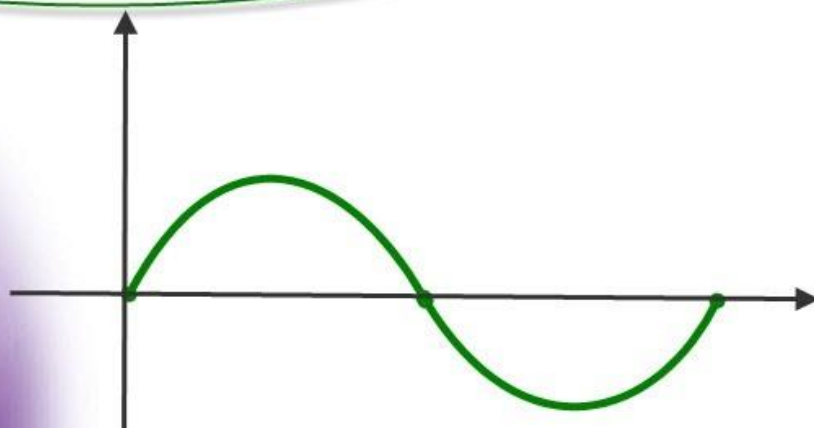


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



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

موضوع پروژه:

تعیین تعداد بینه هادیها در خطوط انتقال نیرو



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

( شماره پروژه = ۳۳۸ )

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

# فهرست مطالب:

## فصل اول

۱	مقدمه
۱	تعاریف رایج
۴	انواع پایه ها از نظر کاربرد
۵	انواع پایه های معمول (از نظر ساختار)
۸	تمپلت فلش
۸	منحنی های موجود در تمپلت
۱۱	اطلاعات مورد نیاز پایه گذاری روی پروفیل
۱۱	نحوه پایه گذاری روی پروفیل
۱۴	تاثیر رژیم سرد بر پایه گذاری
۱۵	احداث خطوط انتقال
۱۵	توضیح مراحل احداث
۱۶	روش نصب هادی ها بر روی برج
۲۲	چند نکته در مورد نصب خطوط

## فصل دوم

Error! Bookmark not defined. تعیین تعداد بهینه هادیها در خطوط انتقال نیرو

چکیده: ۶

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

شرح مقاله: ۶

- ۱- عوامل موثر در انتخاب هدی: ..... ۷
- ۲- سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو: ..... ۹
- ۳- محاسبه تعداد مناسب هادیهای هر فاز: ..... ۱۲
- ۴- وضعیت فعلی شبکه: ..... ۱۳
- ۵- تعیین تعداد مناسب هادیها در هر فاز: ..... ۱۵

۶- نتیجه: ۱۸

در نظر گرفتن شکم و تغییر جهت خط در محاسبه توزیع میدان مغناطیس در اطراف خطوط انتقال

نیرو و بررسی تاثیر آن ..... ۱۹

چکیده ۱۹

۱- مقدمه ۲۰

- ۲- محاسبه میدان مغناطیسی در اطراف خطوط انتقال با در نظر گرفتن شکم خط ..... ۲۱
- ۳- محاسبه توزیع میدان مغناطیسی ..... ۲۶
- ۴- محاسبه توزیع میدان مغناطیسی ..... ۳۳
- ۵- محاسبه توزیع میدان مغناطیسی ..... ۳۶
- ۶- نتیجه گیری و پیشنهاد ..... ۳۸
- ارزش تلفات الکتریکی در شبکه های انتقال ..... ۴۰

چکیده: ۴۰

شرح مقاله ۴۱

- ۱- عوامل موثر در محاسبه تلفات ..... ۴۲
- ۲- ویژگیهای مصرف ..... ۴۵
- ۳- مدل ریاضی تلفات ..... ۴۶
- ۴- مدل ریاضی ارزش تلفات ..... ۴۹

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

۵- محاسبه ارزش تلفات ..... ۵۳

۶- نتیجه ۵۵

آثار سوء مسیریابی نامناسب در افزایش سرمایه گذاری ..... ۵۶

خطوط انتقال نیرو ..... ۵۶

چکیده: ۵۶

شرح مقاله: ۵۷

۱- کاهش قابلیت اطمینان: ..... ۵۷

۲- افزایش سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو: ..... ۶۱

۳- افزایش هزینه های تعمیرات و نگهداری: ..... ۶۴

۴- تأثیر منفی در سایر سازمانها: ..... ۶۶

۵- نتیجه: ۶۶

فصل سوم

محاسبات خط انتقال 400/132 شوستر به شهرستان مسجدسلیمان (سد شهید عباسپور) ۶۸

انتخاب هادی برای انتقال: ..... ۶۹

جریان مجازهای Hawak: ..... ۷۱

بدست آوردن تلفات توان خط ..... ۷۴

محاسبه راکتانس سلفی و فازی خط: ..... ۷۷

ولتاژ بحرانی: ۷۹

محاسبه کشش هادی خط: ..... ۸۱

محاسبه فاصله هادی تا زمین: ..... ۸۵

محاسبه ارتفاع دکل: ..... ۸۵

محاسبه اسپن بحرانی: ..... ۸۶

مراجع: ۸۷

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

## چکیده:

هادیها عامل اصلی ایجاد تلفات در خطوط انتقال و توزیع انرژی می باشند. لذا انتخاب قطر و تعداد بعینه هادیها در هر فاز از نظر اقتصادی نقش مهمی را می تواند ایفا نماید. در این مقاله تعداد بهینه هادیها در هر فاز مورد بررسی قرار می گیرد و سپس رابطه ای جهت محاسبه آنها در خطوط انتقال و توزیع ارائه می گردد و در پایان تعداد هادیهای مناسب در هر فاز برحسب قدرت انتقالی برای شبکه کشور محاسبه می گردد.



هر ساله میلیاردها کیلووات ساعت انرژی در سطح شبکه های توزیع و انتقال بهدر می رود که این میزان تلفات در صد عمده ای از انرژی تولیدی کشور را بخود اختصاص می دهد. اتلاف این انرژی به همراه میلیاردها ریال خسارات مالی ناشی از آن اعمال روش های مناسبی جهت کاهش تلفات را ایجاد می کند.

عامل اصلی تلفات در خطوط انتقال نیرو هادیها می باشد بطوریکه مقدار تلفات (بجز تلفات کورونا) بطور مستقیم بستگی به مقاومت هادیها دارد. اما آیا کاهش مقاومت هادیها برای تقلیل میزان تلفات امری است معقول؟ مسلماً در بسیاری موارد این مطلب می تواند منطقی و در موارد دیگر غیراقتصادی و

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

در برخی از حالات دیگر موجه باشد. نتیجتاً در خطوط انتقال یا توزیع نیرو تعداد یا قطر هادیها با توجه به تمام جوانب دارای یک حد اپتیمم می‌باشند.

در این مقاله ضمن مروری بر خطوط انتقال بندل موجود، تعداد بهینه هادیهای بندل بر حسب قدرت انتقالی مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس فرمولی جهت محاسبه تعداد اقتصادی هادیها ارائه می‌گردد.

## ۱. عوامل موثر در انتخاب هادی:

در انتخاب هادیها چند عامل اساسی باید مورد توجه قرار گیرند، که این عوامل در اندازه، نوع و تعداد هادیها در هر فاز موثر می‌باشند. با توجه به اینکه هر یک از عوامل ممکن است محدودیت‌هایی را در انتخاب هادیها ایجاد نمایند، لذا به اختصار بهر یک از آنها اشاره می‌گردد و سپس موضوع اصلی این مقاله که ارائه روشی است جهت محاسبه تعداد بهینه هادیها در هر فاز، مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۱- محدودیت های وابسته به ولتاژ: تلفات کورونا و اغتشاشات رادیویی ناشی از آن یکی از عوامل مهم وابسته به ولتاژ می‌باشد. برای جلوگیری از اثرات سوء آن لازم است مقدار این تلفات در حد معینی محدود گردد. در رابطه با هادیها، تلفات کورونا مستقیماً به قطر آن بستگی دارد به این معنی که هر چه قطر افزایش یابد تلفات کورونا کاهش می‌یابد (بالعکس).

نتیجتاً برای مهار تلفات کورونا در یک حد معین که با توجه به سطح ولتاژ، شرایط محیط و ضوابط خاص هر کشور تعیین می‌گردد، حداقل قطر موثر هادیها محاسبه می‌شود. که برای شبکه کشور، بر اساس محاسبات انجام شده در سطح وزارت نیرو نتایج بشرح زیر می‌باشد: (از بین هادیهای استاندارد شده).

سطح ۱۳۲ کیلوولت (ORIOLE) 336MCM

سطح ۲۳۰ کیلو ولت (DRAKE) 795MCM

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

سطح ۴۰۰ کیلوولت (CURLEW) 2x1033MCM

البته در بعضی از خطوط انتقال نیروی نصب شده ، هادی (DOVE) 556 MCM و 795 MCM

(DRAKE) ۲ نیز برای ولتاژهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت مورد استفاده قرار گرفته اند.

۲-۱- محدودیت های وابسته به محیط: یخ و برف و باد، درجه حرارت از عوامل مهمی هستند که از

نظر مکانیکی در انتخاب هادیها موثر می باشند. در نتیجه برای اینکه هادیها بتوانند از این دیدگاه پاسخگو باشند قطر موثر آنها نباید از حد معینی کمتر باشد.

آلودگی محیط عامل دیگری است که در انتخاب نوع هادی موثر می باشد که رعایت آن نیز بر حسب

مورد ضروری است و بدون شک قطر موثر هادی از نظر مسائل مکانیکی نیز بر حسب نوع هادی تغییر می کند.

۳-۱- محدودیت های وابسته به جریان: در خطوط انتقال نیرو هادیها باید طوری انتخاب شوند که

قادر به انتقال قدرت موردنیاز باشند. بر این اساس سطح مقطع هادیها و در نتیجه قطر آنها تعیین

می گردد و بر حسب مورد ممکن است تعداد هادیهای هر فاز یک یا چند رشته باشند ولی حتی در صورت

پائین بودن قدرت انتقالی، قطر هادیها نمی تواند از حد مجازی که در رابطه با کورونا و مسائل محیطی

موردنیاز می باشد کمتر انتخاب گردد.

۴- ۱- مسائل اقتصادی: در انتخاب دقیق هادیها عوامل متعددی تاثیر دارند که بررسی همه آنها باید

بطور همزمان انجام گیرد که عمده ترین آنها وزن، قطر، مقاومت مکانیکی، مقاومت الکتریکی ، جنس و

قیمت هادیها می باشد. از آنجا که عوامل ذکر شده در سرمایه گذاری اولیه خطوط انتقال، تلفات قدرت و

انرژی و سایر هزینه ها موثر می باشند، لذا انتخاب اندازه و تعداد بهینه هادیها باید با توجه به کلیه جوانب

صورت گیرد.



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

## ۲. سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو:

سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو از دو قسمت عمده تشکیل می گردد:

- سرمایه گذاری اولیه

- سرمایه گذاری ثانویه

سرمایه گذاری اولیه در زمان احداث خطوط انتقال نیرو صرف می گردد و برحسب ولتاژ، شرایط مسیر عبوری، شرایطی محیطی و سایر مشخصات فنی و خطوط انتقال نیرو ممکن است ارقام متغیری را بخود اختصاص دهد.

سرمایه گذاری ثانویه در حقیقت ارزش حال جمع هزینه هائی است که در زمان بهره برداری از خطوط انتقال نیرو در دوره عمر مفید آن هزینه می گردد. این هزینه ها شامل ارزش انرژی هدر رفته (تلفات)، هزینه های بهره برداری، تعمیرات، نگهداری و هزینه های متفرقه می باشد.

۱-۲- سرمایه گذاری اولیه: در شرایط مشخص و معینی از محیط سرمایه گذاری اولیه خطوط انتقال

نیرو بستگی به ولتاژ، تعداد مدارات و تعداد هادیها در هر فاز دارد و معمولاً با تقریب خوبی قابل پیش بینی است. اما در این مقاله چون هدف بررسی تاثیر افزایش تعداد هادیهای هر فاز می باشد لازم است رابطه تغییرات سرمایه گذاری اولیه بر حسب تعداد هادیهای هر فاز مشخص گردد.

بدون شک افزایش تعداد هادیها در هر فاز باعث گران شدن خط انتقال می گردد که این افزایش قیمت در اثر ازدیاد طول هادی و وزن آنها می باشد، با افزوده شدن تعداد هادیها اضافه بارهای ناشی از باد، برف و یخ افزایش می یابد که نتیجتاً برتاورها، فوندا سیونها و سایر المان های وابسته تاثیر می گذارد که در مجموع باعث افزایش قیمت خطوط انتقال نیرو می گردد. بر اساس محاسبات انجام شده در صورتیکه خطوط انتقال نیرو و بصورت بندل دوتانی، سه تانی احداث گردد به ازاء افزایش هر هادی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سرمایه گذاری اولیه حدود  $K1$  درصد قیمت خطوط انتقال ساده (تک سیمه افزایش می یابد. در صورتیکه این افزایش قیمت را تقریباً با افزایش تعداد هادیها در هر فاز خطی فرض می کنیم به رابطه تقریبی (۱) می رسیم:

$$INV = [1 + (N_b - 1) K_1] Inv \quad (1)$$

که:

$INV$  - سرمایه گذاری خط انتقال باندل

$K1$  - درصد افزایش سرمایه گذاری خطوط انتقال باندل دوتانی نسبت به خطوط ساده

$N_b$  - تعداد هادی در هر فاز از خطوط باندل

$Inv$  - سرمایه گذاری اولیه خطوط انتقال تک سیمه - چون در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت خطوط

انتقال بصورت باندل دو سیمه طراحی می شوند، لذا لازم است در رابطه (۱) مقدار  $Inv$  برای معادل تک سیمه محاسبه گردد. در این مورد می توان مقدار  $Inv$  را در  $(1-K1)$  ضرب نمود.

بر اساس محاسبات انجام شده بر مبنای خطوط اجرا شده در کشور مقدار  $K1$  تقریباً برابر بیست

در صد می باشد (برای خطوط مشخص این درصد می تواند دقیقتر محاسبه گردد) در نتیجه رابطه (۱) بصورت رابطه ساده تر (۲) درمی آید:

$$INV = (0.8 + 0.2 N_b) Inv \quad (2)$$

۲-۲ - سرمایه گذاری ثانویه: این قسمت از سرمایه گذاری که در طول عمر مفید خطوط انتقال نیرو

صرف می گردد شامل دو قسمت زیر می باشد:

۱-۲-۲ - ارزش حال هزینه های ثابت: این هزینه ها بستگی به میزان سرمایه گذاری اولیه دارد و در

پریود بلندمدت می تواند بصورت درصدی از سرمایه گذاری اولیه نشان داده می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$PVF = FC \cdot INV \cdot EF$$

$$EF = \frac{(1+j)^n - 1}{j(1+j)^n} \quad (3)$$

FC - درصد سالیانه هزینه های ثابت

ل- تفاضل بهره و تورم سالیانه به درصد

n - عمر مفید به سال

EF- ضریب اقتصادی

۲-۲- ارزش حال هزینه تلفات: در صورتیکه دیماندر مصرف طول عمر مفید یکسان باشد، ارزش حال

تلفات از رابطه (۴) بدست می آید:

$$PVL = K_2 \cdot PL$$

$$K_2 = GRF \cdot CP + 8760 \cdot AF \cdot LSF \cdot EF \cdot CE \quad (4)$$

که:

GRF - ضریب ذخیره تولید

CP- قیمت یک کیلوولت از قدرت نصب شده

AF- ضریب بهره برداری از خط انتقال

LSF- ضریب تلفات

CE- قیمت یک کیلووات ساعت انرژی، ریال

PL- تلفات قدرت به کیلووات که در حالت کلی از رابطه زیر (۶) بدست می آید:

$$PL = \frac{R}{NB \cdot NC} \cdot \frac{S^2}{U^2} \times 10^{-3} \quad (5)$$

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

که NC تعداد مدارات، U ولتاژ خط به کیلوولت، S قدرت انتقالی برحسب کیلوولت آمپر و R مقاومت هر هادی برحسب اهم به کیلومتر می باشد.

۴-۲- ارزش مجموع: با توجه به روابط (۱) و (۳) و (۴) ارزش حال مجموع برابر است با:

$$PVT = K_3 \cdot INV + K_2 \cdot PL \quad (6)$$

$$K_3 = 1 + FC \cdot EF$$

$$PVT = K_3 \cdot [Inv + K_1 (Nb - 1) Inv] + K_2 \cdot \frac{R}{Nb \cdot NC} \cdot \frac{S^2}{U^2} \times 10^{-3} \quad (7)$$

## محاسبه تعداد مناسب هادیهای هر فاز:

رابطه (۷) ارزش حال سرمایه گذاری مجموع یک خط انتقال را نشان می دهد. در یک شبکه معین  $K_1$ ،  $K_2$  و  $K_3$  دارای ارقام مشخصی می باشند ولی مقادیر  $Inv$ ،  $NC$ ،  $Nb$ ،  $R$  و  $S$  و  $U$  ممکن است برحسب مورد متفاوت باشند ولی ارقام قابل دسترس هستند.

برای تعیین تعداد بهینه هادیها در هر فاز کلیه پارامترهای رابطه (۷) بجز  $Nb$  ثابت و معین فرض می شوند که در این حالت  $PVT$  تنها تابعی است از  $Nb$  در نتیجه مقدار  $PVT$  وقتی مینیمم است که مشتق آن بر حسب  $Nb$  صفر باشد. در صورتیکه در رابطه (۷) مشتق  $PVT$  برحسب  $Nb$  را مساوی صفر قرار دهیم مقدار  $Nb$  بصورت زیر محاسبه می گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$Nb = \frac{S}{U} \sqrt{\frac{K_2 \cdot R}{1000 K_1 \cdot K_3 \cdot NC \cdot Inv}} \quad (8)$$

با توجه به اطلاعات زیر که می‌تواند در شبکه کشور ارقام مناسبی باشد رابطه (۸) را می‌توان ساده کرد ولی برای خطوط انتقال مشخص و معین می‌توان از ارقام دقیقتری که مربوط به همان خط انتقال می‌باشد استفاده نمود ولی برای مطالعات کلی این ارقام می‌تواند مناسب باشد:

$$K_1 = 0.2, \quad GRF = 1.3, \quad CP = 55,000, \quad AF = 0.98, \quad LSF = 0.4$$

$$CB = 2.2, \quad J = 0.04, \quad n = 30, \quad FC = 0.02$$

با توجه به اطلاعات فوق داریم:

$$EF = 17.3$$

$$K_2 = 202000$$

$$K_3 = 1.35$$

با جایگذاری مقادیر عددی  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  در رابطه (۸) این رابطه بصورت ساده (۹) درمی‌آید:

$$Nb = 27.3 \frac{S}{U} \sqrt{\frac{R}{NC \cdot Inv}} \quad (9)$$

وضعیت فعلی شبکه:

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

عدم استفاده از ضوابط و استانداردهای معین و مشخص در گذشته باعث شد، هادیها و تعداد آنها در هر فاز با معیارهای خاص هر مهندس مشاور مسئول پروژه، طراحی گردد. بطوریکه در حال حاضر با یک معیار معین نمی توان به نتایج گذشته رسید.

جدول (۱) چند نمونه از خطوط انتقال نیروی بندل که در حال بهره برداری می باشند را نشان

می دهد:

نوع هادی و تعداد آن در هر فاز	ولتاژ و تعداد مدارات	نام خط انتقال
2x336 MCM , Oriol	132kv, 2	طوس - شریعتی
2x605 MCM , Squab	230kv, 2	رینگ تهران
2x795 MCM , Drake	400kv, 1	کارون - اهواز
2x1033MCM , Curlew	400kv, 1	کارون - اراک
3x1351MCM , Martin	400kv, 1	بندرعباس - سیرجان
3x1033MCM , Curlew	400kv, 2	جلال - تهران پارس
4x1033MCM , Curlew	400kv, 2	جلال - رودشور

جدول (۱): چند نمونه از خطوط انتقال نیروی بندل

نگاهی مختصر به جدول (۱) نشان می دهد که بعضی از مهندسين مشاور استفاده از خطوط انتقال نیروی بندل را در سطوح مختلف ولتاژ از ۱۳۲ تا ۴۰۰ کیلوولت را اقتصادی تشخیص داده اند و حتی در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت تا چهار هادی در هر فاز را نیز مناسب دانستند. در سالهای اخیر در شرایطی که قیمت انرژی نسبت به سالهای قبل از انقلاب افزایش یافته است ولی عمدتاً خطوط انتقال نیرو تا سطح ۴۰۰ کیلوولت بصورت تک سیمه و در سطح ۴۰۰ کیلوولت بصورت بندل دوسیمه طراحی می شوند.

بررسیها و محاسبات انجام شده نشان می دهد حتی بر مبنای قیمت های داخلی سوخت باز هم استفاده از هادیها قویتر با استفاده از چند سیم در هر فاز اقتصادی خواهد بود. در حال حاضر متوسط قیمت

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

تمام شده یک کیلو وات ساعت از انرژی تولیدی حدود ۲/۲ ریال می باشد که ۰/۷ ریال آنرا قیمت سوخت تشکیل می دهد که قیمت سوخت تحویلی به شرکت توانیر بشرح زیر می باشد:

نوع سوخت	قیمت ریال	درصد به کل سوخت مصرفی
گاز ( مترمکعب )	۲	۴۱/۶
مازوت ( لیتر )	۲	۴۷/۶
گازوئیل ( لیتر )	۴	۱۰/۸

جدول (۲): قیمت روز و درصد ترکیب (بر مبنای سال ۱۳۶۵)  
انواع سوخت مصرفی در نیروگاههای کشور

قیمت سوخت تحویلی به شرکت توانیر حتی بر مبنای قیمت دولتی دلار (۷۲ ریال) بسیار پایین تر از ارزش آن در بازارهای جهانی است و اگر بخواهیم آنرا با قیمت هر بشکه نفت خام صادراتی مقایسه کنیم برای مازوت به رقمی حدود ۴/۵ دلار خواهیم رسید. در مجموع این نتیجه حاصل می شود که قیمت واقعی هر کیلووات ساعت انرژی حتی بر مبنای نرخ دولتی دلار حدود ۴/۲ ریال می باشد که این رقم حدود دو برابر قیمت تمام شده انرژی در توانیر می باشد، لذا در محاسبات تلفات انرژی کاربر در رقم فوق می تواند معقول تر باشد.

## ۵. تعیین تعداد مناسب هادیها در هر فاز:

بکمک رابطه (۹) و منظور نمودن هادیهای مختلف می توان تعداد بهینه هادی در هر فاز را برای سطوح مختلف ولتاژ محاسبه نمود، که نتیجه در جداول (۴) و (۵) و (۶) منعکس می باشد. در این محاسبات سرمایه گذاری لازم جهت احداث انتقال نیرو، بر مبنای میانگین ارقام پیشنهادی توسط کارشناسان صنعت برق (شرکتهای مشاور، موندکو، توانیر) که در گزارشات مختلف منتشر گردید

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

محاسبه شده اند (جدول ۳) در واقع این ارقام به پارامترهای بسیار متنوعی بستگی دارند و در نتیجه عمومیت ندارد.

قیمت یک کیلومتر از خط انتقال به میلیون ریال		
ولتاژ به کیلووات	تعداد	دومداره
۱۳۲ - تک سیمه	۸	۱۲
۲۳۰ - تک سیمه	۱۰	۱۴
۴۰۰ - دو سیمه	۱۸	۲۵

جدول (۳): قیمت تقریبی یک کیلومتر از خطوط انتقال نیرو

MVA	ORIOLE 336MCM		HAWK 477MCM		DRAKE 795MCM	
	SC	DC	SC	DC	SC	DC
25	1	1	1	1	1	1
50	2	1	2	1	1	1
75	3	2	2	1	2	1
100	4	2	3	2	2	1
125	-	3	-	2	-	2
150	-	3	-	3	-	2
175	-	4	-	3	-	2
200	-	4	-	4	-	3

جدول (۴): تعداد بهینه هادیها در خطوط ۱۳۲ کیلوولت بر حسب تغییرات قدرت انتقالی

MVA	DRAKE 725MCM		CANARY 900MCM		CURLIN 1033MCM	
	SC	DC	SC	DC	SC	DC
50	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1
150	2	1	2	1	2	1
200	3	2	2	1	2	1
250	3	2	3	2	3	2
300	4	2	4	2	3	2
350	4	3	4	3	4	2
400	5	3	5	3	4	3
450	5	3	5	3	5	3
500	6	4	5	4	5	3

جدول (۴): تعداد بهینه هادیها در خطوط ۲۳۰ کیلوولت بر حسب تغییرات قدرت انتقالی



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

MVA	DRAKE 795MCM		CURLER 1033MCM		MARTIN 1351MCM	
	SC	DC	SC	DC	SC	DC
100	2	2	2	2	2	2
200	2	2	2	2	2	2
300	2	2	2	2	2	2
400	2	2	2	2	2	2
500	3	2	3	2	2	2
600	4	2	3	2	3	2
700	4	3	4	2	3	2
800	5	3	4	3	4	2
900	5	3	5	3	4	2
1000	6	4	5	3	5	3

جدول (۵): تعداد بینه هادیها در خطوط ۴۰۰ کیلوولت بر حسب تغییرات قدرت انتقالی

همانطور که جدول (۴) و (۵) و (۶) نشان می دهند با قیمت های فعلی کاربرد یک هادی برای خطوط فشارقوی از نظر اقتصادی صلاح نمی باشد و حتی در سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت در مورد خط انتقال دو مداره ای که وظیفه انتقال ۵۰۰ مگاوات قدرت را بعهده داشته باشد برحسب نوع هادی باید بصورت سه یا چهارتایی احداث گردد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## عنوان:

در شبکه انتقال و توزیع نیرو عامل اصلی تلفات هادیا می باشند، لذا لازم است با انتخاب تدابیر خاصی حتی الامکان مقدار تلفات را کاهش داد. تلفات می تواند از طریق افزایش ولتاژ یا قطر هادیا کاهش یابد ولی در مواردیکه هدف توسعه شبکه های موجود است، ولتاژ خطوط از قبل مشخص می باشد. لذا راهی جز افزایش موثر قطر هادیا وجود ندارد. در این مقاله نشان داده شده است که در سطح ولتاژ ۱۳۲ و ۲۳۰ کیلوولت قطر موثر هادیا باید بیش از مقادیر استاندارد شده فعلی افزایش یابد و از اقتصادی مقرون به صرفه است که خطوط انتقال بصورت بندل نصب گردند. بطور خلاصه تر موارد زیر را می توان بعنوان نتیجه کلی این مقاله اعلام نمود.

۱- با هادیهای استاندارد شده فعلی برای انتقال قدرت های بیش از ۵۰ مگاوات خطوط ۱۳۲ کیلوولت باید بصورت بندل دو یا سه تائی احداث گردید.

۲- با توجه به اینکه متوسط قدرت انتقالی خطوط ۲۳۰ کیلوولت بخصوص در مناطق شهری بالای ۱۰۰ مگاوات می باشد محاسبات نشان می دهد حتی برای انتقال ۳۰۰ مگاوات قدرت توسط خطوط دو مداره هادیا باید بصورت بندل سه تائی نصب گردد.

۳- هادیا و مقاطع استاندارد برای هر سطح ولتاژ باید تجدیدنظر کلی گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

# در نظر گرفتن شکم و تغییر جهت خط در محاسبه توزیع میدان

## مغناطیس در اطراف خطوط انتقال نیرو و بررسی تاثیر آن

### چکیده

محاسبه دقیق توزیع میدان مغناطیسی در اطراف خطوط انتقال با در نظر گرفتن شکم خط و تغییر جهت خط موجب محاسبه دقیق ولتاژ و جریان های القایی در ساختارهای حساس به تداخلات الکترومغناطیسی مجاور خطوط و نیز سیستم های موجود در حریم مشترک با خطوط انتقال نظیر لوله های گاز، کابلها و خطوط مخابراتی و... می گردد. این امر موجب می گردد تا تمهیدات حفاظتی برای کاهش و تعدیل انرژی نامطلوب القایی ناشی از خطوط فشارقوی روی سیستم مذکور به صورت مکفی و به صرفه انتخاب گردد. در این مقاله برای اولین بار روشی برای در نظر گرفتن شکم خط و نیز تغییر جهت خط در حالت سه فاز و نتایج حاصل از اجرای بسته نرم افزاری که بدین منظور تهیه شده، ارائه گردیده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۱- مقدمه

دانستن میدان مغناطیسی در اطراف خطوط انتقال برای محاسبه میزان ولتاژ و جریان القایی در تجهیزات مجاور خط انتقال و نیز در سیستم های موجود در حریم مشترک با آن نظیر لوله های گاز خطوط و کابلهای مخابراتی و ریل قطار و... لازم و ضروری می باشد [۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸].

همچنین گذر خطوط انتقال از مجاورت مراکزی که در تداخلات الکترومغناطیسی حساس می باشند و یا نصب مراکز مذکور در مجاورت خطوط انتقال محاسبه میدان مغناطیسی اطراف خطوط انتقال را به منظور محاسبه ولتاژ و جریان القایی و در نظر گرفتن تمهیدات مقتضی و به صرفه نیاز دارد. ضمن اینکه در سالهای اخیر توجه زیادی به اثرات بیولوژیک میدان مغناطیسی خطوط روی بدن انسان شده و روشهای متعددی برای تعدیل و کاهش میدان مغناطیسی اطراف خطوط فشارقوی ارائه شده است که پیش زمینه آن محاسبه میدان مغناطیسی در اطراف خطوط می باشد [۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۸].

معمولاً میدان مغناطیسی اطراف خطوط انتقال را با فرض موازی بودن هادیهای خطوط با زمین مسطح و بدون در نظر گرفتن شکم خط محاسبه می کنند. در این محاسبات معمولاً ارتفاع هادیهای خط از سطح زمین برابر با ارتفاع خط در محل برجها، در ارتفاع مینیمم خط در وسط اسپین و در ارتفاع متوسط در نظر گرفته می شود. فرضیات مذکور مقادیر ولتاژ و جریان القایی غیردقیقی را در مواد کاربردی مذکور نتیجه خواهد داد که این امر موجب می گردد که در مواردی تمهیدات حفاظتی در نظر گرفته شده برای کاهش و تعدیل اثرات نامطلوب مذکور ناکافی و در مواردی دگر بسیر پرهزینه و غیراقتصادی تمام شود. لذا محاسبه دقیق میدان مغناطیسی در اطراف خطوط انتقال با در نظر گرفتن شکم و تغییر جهت خط، تمهیدات مکفی و به صرفه را برای کاهش و تعدیل اثرات نامطلوب ولتاژ و

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

جریان القایی در موارد کاربردی مذکور نتیجه خواهد داد. در روشی برای محاسبه میدان دقیق مغناطیسی با در نظر گرفتن شکم خط در مورد خطوط تک فاز ارائه شده است. در این مقاله ضمن بدست آوردن نتایج مقاله مذکور برای اولین بار روابط برای خطوط سه فاز توسعه داده شده است ضمن اینکه تعداد این انتخابی در طرفین اسپین موردنظر و میزان خطای منتهی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین در این مقاله برای اولین بار میدان مغناطیسی در نقاط تغییر جهت خطوط سه فاز نیز محاسبه شده است و در این رابطه بسته نرم افزاری برای محاسبه میدان مغناطیسی با در نظر گرفتن شکم خط و نقاط تغییر جهت خط تهیه شده و با استفاده از آن تاثیر شکم و تغییر جهت خط در توزیع میدان مغناطیسی منتهی در اطراف خطوط انتقال مورد بررسی قرار گرفته است.

## محاسبه میدان مغناطیسی در اطراف خطوط انتقال با در نظر

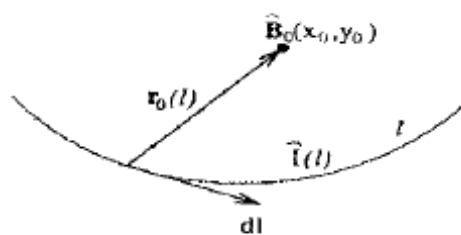
### گرفتن شکم خط

با توجه به شکل (۱) میدان مغناطیسی ناشی از یک هادی حامل جریان در نقطه  $(x_0, y_0, z_0)$  با استفاده از قانون بیوساوار برابر است با:

$$\vec{B}_0 = \mu_0 \int \frac{\vec{I}(l) dl \times \hat{a}_0(l)}{4\pi |r_a(l)|^2} \quad (1)$$

که  $a_0(l)$  پارامتر مکانی در طول مسیر جریان،  $I(l)$  جریان خط،  $r_0(l)$  بردار از منبع به نقطه میدان،  $a_0(l)$  بردار واحد در جهت  $r_0(l)$  و  $dl$  المان دیفرانسیلی در جهت جریان می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۱): کاربرد قانون بیوساوار

معادله یک سیم آویخته از دو نقطه مطابق شکل (۲) برابر است با:

$$y = \frac{1}{a} \cosh(ax) - y_d \quad (2)$$

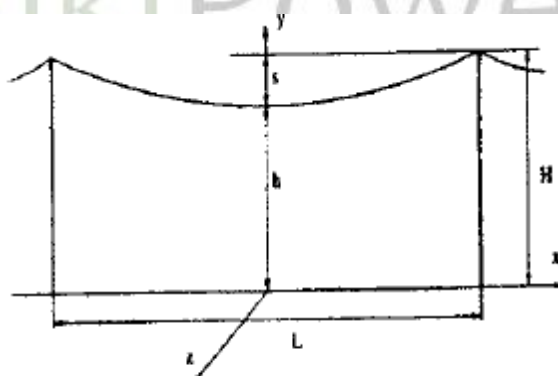
با توجه به مشخصات نشان داده شده در شکل (۲) در وسط اسپن و در محل برج شرایط مرزی زیر

باید ارضاء گردد:

$$a = \frac{1}{h + y_d}$$

$$\frac{H + y_d}{h + y_d} - \cosh\left(\frac{L}{2(h + y_d)}\right) = 0$$

(۴)



شکل (۲): پارامترهای آرایش هندسی مسأله

المان دیفرانسیلی dl با توجه به رابطه (۲) برابر است با:

$$dl = dx \left( \frac{dy}{dx} a_y + a_x \right) = dx \left( \sinh(ax) a_y + a_x \right) \quad (5)$$

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

$$r_0 = (x_0 - x)a_x + \quad \text{و}$$

$$\left( y_0 - \left( \left( \frac{1}{a} \right) \cosh(ax) - y_d \right) \right) a_y + z_0 a_z \quad (6)$$

با جایگزینی (۵) و (۶) در (۱) داریم:

$$\vec{B}_0 = \frac{\mu_0 \vec{I}}{4\pi} \int_{-l/2}^{l/2} \left[ \begin{array}{l} \frac{z_0 \sinh(ax)}{d} a_x - \\ \frac{z_0}{d} a_y - \\ \frac{1}{a} \frac{\cosh(ax) - (y_0 + y_d) - (x - x_0) \sinh(ax)}{d} a_z \end{array} \right] dx \quad (7)$$

$$d = \left[ \begin{array}{l} (x - x_0)^2 + z_0^2 + \\ \left( \frac{1}{a} \cosh(ax) - (y_0 + y_d) \right)^2 \end{array} \right]^{3/2} \quad (8)$$

نتیجه فوق که برای یک اسپین بدست آمده است را می توان برای چندین اسپین گسترش داد. همچنین در حالت واقعی خطوط چندفازه جریان ها در روابط مذکور دامنه و فازهای مختلف دارند. آنگاه

اگر تعداد هادیهای روی دکل M تا باشد، خواهیم داشت:

$$\vec{B}_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N \int_{-l/2}^{l/2} (J_x a_x + J_y a_y + J_z a_z) dx \quad (9)$$

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

$$J_x = \frac{\hat{I}_i z_0 \sinh(a_i x)}{4\pi d_i} \quad (10)$$

$$J_y = -\frac{\hat{I}_i z_0}{4\pi d_i} \quad (11)$$

$$J_z = \frac{\hat{I}_i \left[ \frac{1}{a} \cosh(a_i x) - (y_0 - y_{di}) \right]}{4\pi d_i} \quad (12)$$

$$\frac{\hat{I}_i (x - x_0 + kL) \sinh(a_i x)}{4\pi d_i}$$

$$d_i = \left[ \left( (x - x_0 + kL)^2 + z_0^2 \right)^{\frac{3}{2}} + \left( \frac{\cosh(a_i x)}{a_i} - y_0 - y_{di} \right)^2 \right] \quad (13)$$

پارامتر N در (۹) تعداد اسپنهای طرف راست و چپ را در نقطه مورد نظر نشان می دهد. حال با توجه

به فرم بسته ارائه شده برای محاسبات شکم، جریانهای برگشتی زمین را با استفاده از عمق نفوذ مختلط

و تئوری تصویر [۲۱ و ۲۲] و با استفاده از روابط زیر در محاسبات وارد می کنیم.



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

$$\alpha = \sqrt{2} \delta_g e^{-j \frac{\pi}{4}} \quad (14)$$

$$\delta_g = 503 \sqrt{\frac{\rho_g}{f}} \quad (15)$$

$$J_x = \frac{\hat{I}_s z_0}{4\pi} \left[ \frac{\sinh(\alpha, x)}{d_i} - \frac{\sinh(\alpha, x)}{d'_i} \right] \quad (16)$$

$$J_y = -\frac{\hat{I}_s z_0}{4\pi} \left[ \frac{1}{d_i} - \frac{1}{d'_i} \right] \quad (17)$$

$$J_z = -\frac{\hat{I}_s}{4\pi} \left[ \frac{\frac{\cosh(\alpha, x)}{a_i} - (y_0 - y_{id})}{d_i} - \frac{(x - x_0 + kL) \sin(\alpha, x)}{d_i} \right. \\ \left. + \frac{\frac{\cosh(\alpha, x)}{a_i} - (y_0 - 2y_{id} - \alpha)}{d'_i} + \frac{(x - x_0 + kL) \sin(\alpha, x)}{d'_i} \right] \quad (18)$$

$$= \left[ \frac{\left( (x - x_0 + kL)^2 + z_0^2 \right) + \left( \frac{\cosh(\alpha, x)}{a_i} - (y_0 - 2y_{id} - \alpha) \right)^2}{2} \right]^{\frac{3}{2}} \quad (19)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۳. محاسبه توزیع میدان مغناطیسی

در اطراف خطوط انتقال با در نظر گرفتن شکم خط در حالت تکفاز با استفاده از بسته نرم افزاری تهیه شده در حالت تک فاز روابط (۹)، (۱۳)، (۱۹)، (۱۶)، (۱۷) و (۱۸) با توجه به موقعیت هادی خط نسبت به محورهای مختصات که در شکل (۲) نشان داده شده است، به صورت زیر اصلاح می گردد:



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

$$\hat{B}_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=1}^N \int_{-l/2}^{l/2} (J_x a_x + J_y a_y + J_z a_z) dx \quad (20)$$

$$d = \left[ \left( \frac{\cosh(ax)}{a} - y_0 - y_d \right)^2 + \left( (x - x_0 + kL)^2 + z_0^2 \right) \right]^{3/2} \quad (21)$$

$$d' = \left[ \left( \frac{\cosh(ax)}{a} - (y_0 - 2y_d - \alpha) \right)^2 + \left( (x - x_0 + kL)^2 + z_0^2 \right) \right]^{3/2} \quad (22)$$

$$J_x = \frac{\hat{I} z_0}{4\pi} \left[ \frac{\sinh(ax)}{d} - \frac{\sinh(ax)}{d'} \right] \quad (23)$$

$$J_y = -\frac{\hat{I} z_0}{4\pi} \left[ \frac{1}{d} - \frac{1}{d'} \right] \quad (24)$$

$$J_z = -\frac{\hat{I}}{4\pi} \left[ \frac{\frac{\cosh(ax)}{a} - (y_0 - y_d)}{d} - \frac{(x - x_0 + kL)\sin(ax)}{d} + \frac{\frac{\cosh(ax)}{a} - (y_0 - 2y_d - \alpha)}{d'} + \frac{(x - x_0 + kL)\sin(ax)}{d'} \right] \quad (25)$$

نرم افزار پروژه در حالت تکفاز بر اساس روابط (۲۰) تا (۲۵) نوشته شده است. شکل های (۳)، (۴) و

(۵) پروفیل های توزیع میدان مغناطیسی را در حالت خط تکفاز و با در نظر گرفتن شکم خط نشان

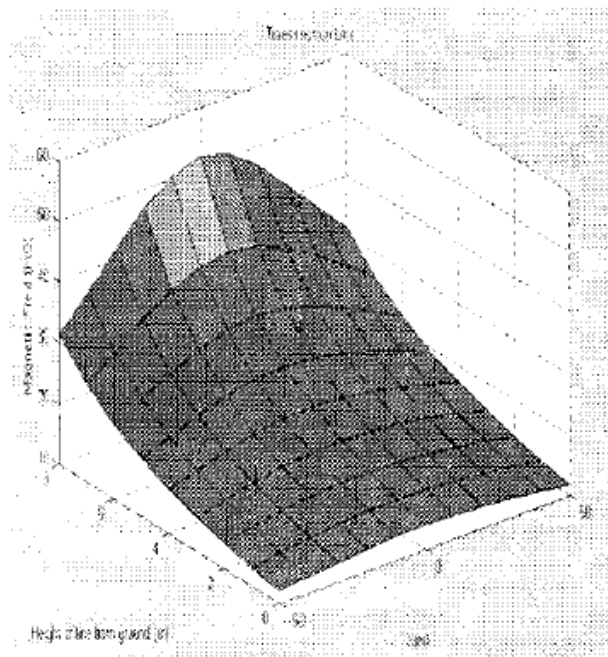
می دهند.

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

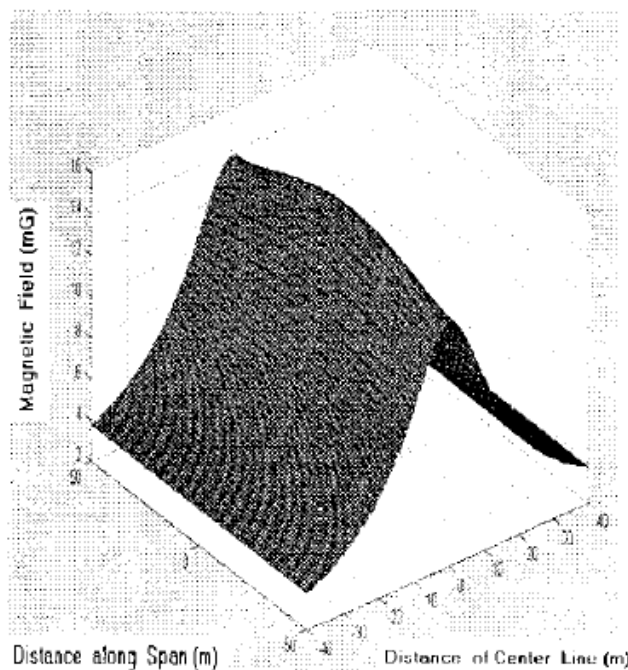
مقاومت زمین در تمام موارد ۱۰۰۰ chm.in، جریان خط ۱۰۰ آمپر و فرکانس قدرت ۶۰HZ در نظر گرفته شده است. در محاسبات پروفیل میدان مغناطیسی تعداد سه اسپن در طرفین اسپن موردنظر لحاظ شده است. نتایج بدست آمده توسط نرم افزار تهیه شده با نتایج بدست آمده از (۲۰) تطابق دارد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

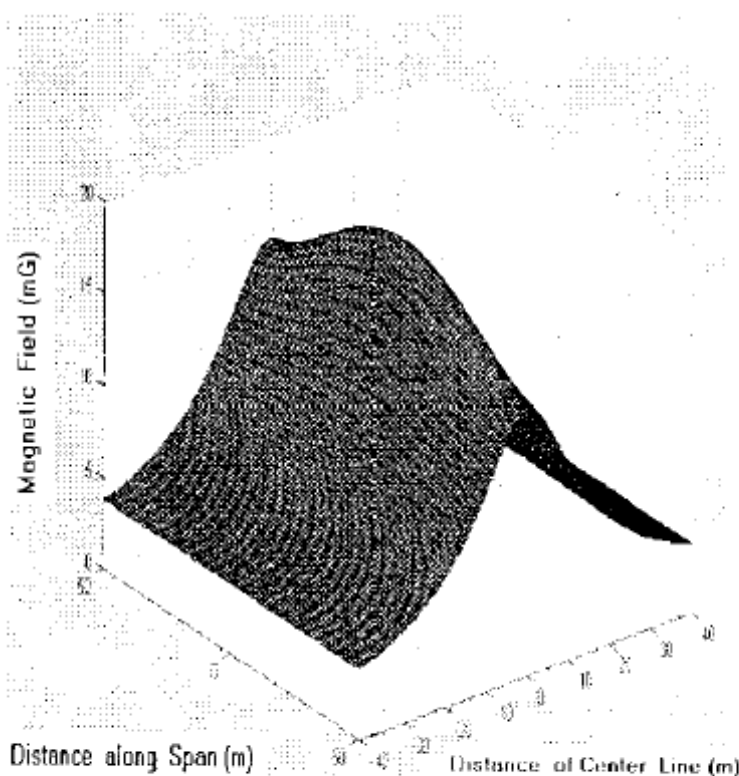


شکل (۳)- پروفیل میدان مغناطیسی در ارتفاعهای مختلف در وسط اسپن



شکل (۴)- توزیع میدان مغناطیسی خط تک فاز با در نظر گرفتن شکم  $2\text{m}$  ( $H=13\text{m}$ ,  $h=11\text{m}$ )

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۵)- توزیع میدان مغناطیسی خط تک فاز با در نظر گرفتن شکم 4m (H=13m , h=9m)

با توجه به شکل (۳) که پروفیل میدان درست در زیر خط می باشد، نکات زیر نتیجه می گردد:

۱- با افزایش ارتفاع نقطه مورد محاسبه از سطح زمین و نزدیک شدن به خط انتقال تأثیر شکم خز افزایش می یابد.

۲- شکم خط با توجه به نزدیکتر بودن نقطه وسط اسپن به نقاط مورد محاسبه، میدان بالاتری را نسبت به سایر نقاط در طول اسپن نتیجه می دهد که با توجه به نکته ۱ این تأثیر با افزایش ارتفاع نقطه مورد محاسبه از سطح زمین افزایش می یابد.

از پروفیل های منته در شکل های (۴) و (۵) نتیجه می گردد که با افزایش شکم خط و نزدیک شدن خط به نقاط محاسبه میدان که در ارتفاع 1m از سطح زمین در نظر گرفته شده است میدان مغناطیسی منیجه به خصوص در وسط اسپن افزایش می یابد. حال با استفاده از نرم افزار مذکور انتخاب تعداد

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

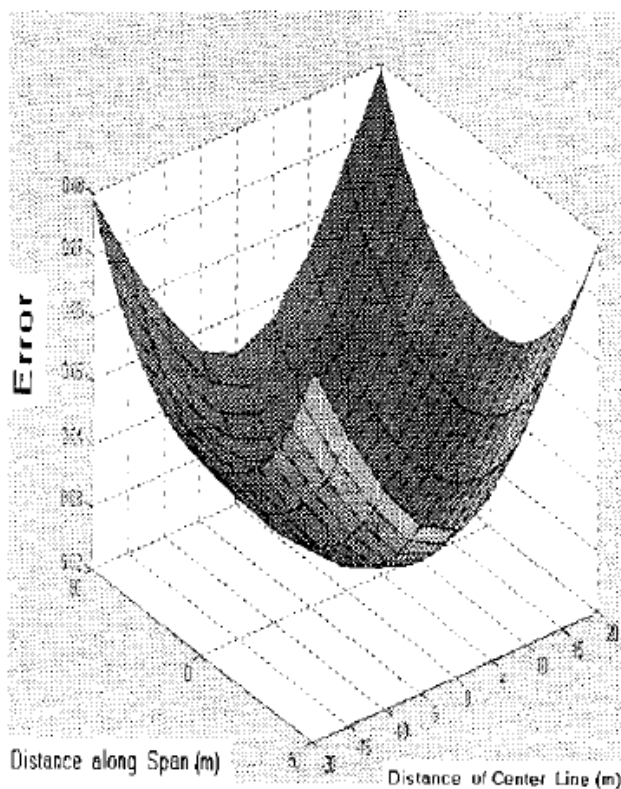
مناسب اسپن برای محاسبه دقیق میدان را مورد بررسی قرار می دهیم. در روش ارائه شده تعداد اسپنها در طرف راست و چپ اسپن مورد نظر

در قالب N در رابطه (۲۰) لحاظ شده است. سوالی که در اینجا مطرح می شود آن است که برای محاسبه پروفیل میدان در طول اسپن مورد نظر چند این را در طرف راست و چپ اسپن مورد نظر یابد در محاسبات لحاظ کنیم تا مطمئن باشیم که توزیع بدست آمده دقیق می باشد. برای بررسی این مطلب در شکل (۶) اختلاف میدان مغناطیسی را برای مسأله شکل (۲) در دو حالت  $N=3&2$  نشان داده شده است. همین کار در شکل (۷) برای  $N=4&3$  و در شکل (۸) برای  $N=5&2$  بدست آمده است. از شکلهای مذکور نکات زیر نتیجه می گردد:

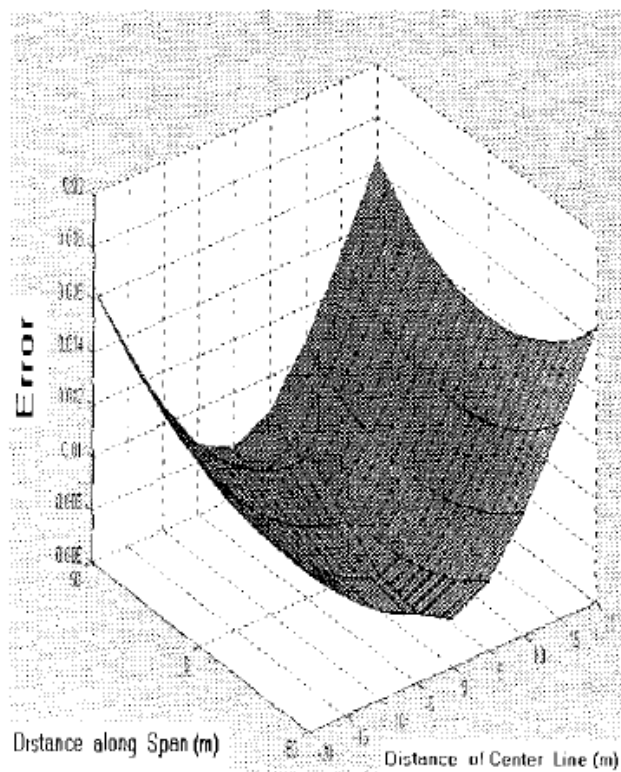
۱- اختلاف میدانهای منیجه در وسط اسپن و درست در زیر خط می نیمم می باشد و با دور شدن از خط و دور شدن از وسط اسپن و نزدیک شدن به برجها اختلاف میدانها در دو حالت افزایش می یابد. این نکته با توجه به این مطلب می باشد که نقطه وسط اسپن و درست در زیر خط برای اسپنهای طرفین اسپن مورد نظر در حکم نقطه دور بوده و کمترین اختلاف میدان را با تغییر تعداد اسپنها نسبت به سایر نقاط مورد محاسبه دیگر خواهد داشت. اما با دور شدن از خط و نیز نزدیک شدن به برجها تأثیر اسپنهای طرفین اسپن مورد نظر در مقایسه با تأثیر اسپن مورد نظر قابل مقایسه شده و تأثیر آن به صورت افزایش اختلاف میدان در شکلهای منتهجه مشاهده می گردد.

۲- با افزایش تعداد اسپنهای در نظر گرفته شده در طرفین اسپن مورد نظر میزان اختلاف کاهش می یابد که این مطلب به این معنی می باشد که با افزایش N به مقدار دقیق میدان نزدیک می شویم انتخاب تعداد N بستگی به میزان دقت مورد نیاز و البته زمان محاسبات دارد در این مورد با توجه به نتایج حاصله مشاهده می گردد که انتخاب سه اسپن در طرفین اسپن مورد نظر دقت کافی را نتیجه خواهد داد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



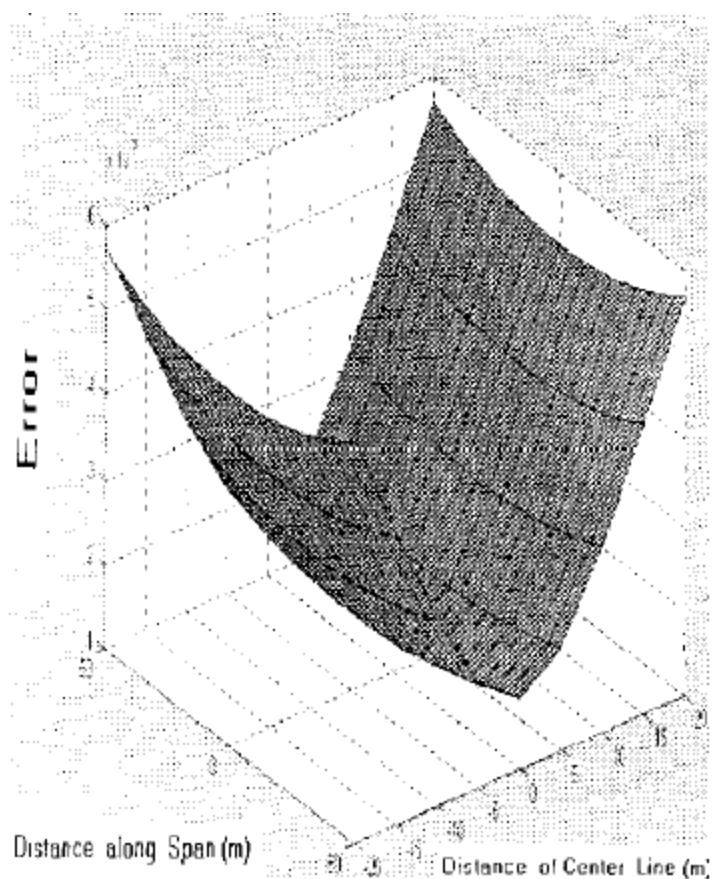
شکل (۶): اختلاف میدان مغناطیسی برای  $N = 3 \& 2$



شکل (۷): اختلاف میدان مغناطیسی برای  $N = 4 \& 3$



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



شکل (۸): اختلاف میدان مغناطیسی برای  $N = 5 \& 4$

## محاسبه توزیع میدان مغناطیسی

در اطراف خطوط انتقال با در نظر گرفتن شکم خط و تغییر جهت خط در حالت سه فاز در حالت سه فاز روابط (۹)، (۱۳)، (۱۶)، (۱۷)، (۱۸)، (۱۹) با توجه به موقعیت هادیهای خط در آرایش افقی به صورت زیر اصلاح می گردد:

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

$$\hat{B}_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{i=1}^3 \sum_{k=-N}^N \int_{-L/2}^{L/2} (J_x a_x + J_y a_y + J_z a_z) dx \quad (26)$$

$$d_i = \left[ \left( (x - x_0 + kL)^2 + (z_0 - z_i)^2 + \left( \frac{\cosh(ax)}{a} - y_0 - y_d \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (27)$$

$$d'_i = \left[ \left( (x - x_0 + kL)^2 + (z_0 - z_i)^2 + \left( \frac{\cosh(ax)}{a} - (y_0 - 2y_d - \alpha) \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (28)$$

$$J_x = \frac{\hat{I}_i (z_0 - z_i)}{4\pi} \left[ \frac{\sinh(ax)}{d_i} - \frac{\sinh(ax)}{d'_i} \right] \quad (29)$$

$$J_y = -\frac{\hat{I}_i (z_0 - z_i)}{4\pi} \left[ \frac{1}{d_i} - \frac{1}{d'_i} \right] \quad (30)$$

$$J_z = \frac{\hat{I}_i}{4\pi} \left[ \frac{\frac{\cosh(ax)}{a} - (y_0 - y_d)}{d_i} - \frac{(x - x_0 + kL) \sin(ax)}{d_i} + \frac{\frac{\cosh(ax)}{a} - (y_0 - 2y_d - \alpha)}{d'_i} + \frac{(x - x_0 + kL) \sin(ax)}{d'_i} \right] \quad (31)$$

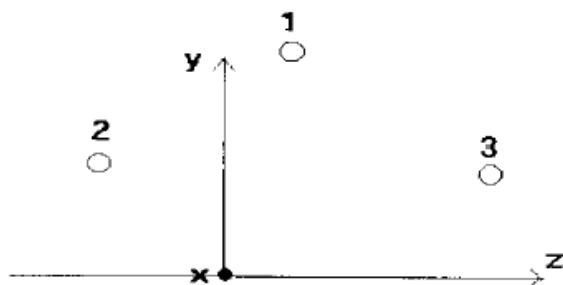
که li برای خط فاز می باشد. جریان خط سه فاز نیز به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$\begin{aligned} I_1 &= I \angle 0^\circ \\ I_2 &= I \angle -120^\circ \\ I_3 &= I \angle +120^\circ \end{aligned} \quad i = 1, 2, 3$$

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

در حالت کلی با در نظر گرفتن موقعیت دلخواه هادیهای فاز با توجه به شکل (۹) روابط (۲۷) تا

(۳۱) به صورت زیر اصلاح می گردند.



شکل (۹): موقعیت هادیهای خط سه فاز

$$d_i = \left[ \frac{(x - x_0 + kL)^2 + (z_0 - z_i)^2 + \left( \frac{\cosh(a_i x)}{a_i} - y_0 - y_{di} \right)^2}{2} \right]^{\frac{3}{2}} \quad (32)$$

$$d'_i = \left[ \frac{(x - x_0 + kL)^2 + (z_0 - z_i)^2 + \left( \frac{\cosh(a_i x)}{a_i} - (y_0 - 2y_{di} - \alpha) \right)^2}{2} \right]^{\frac{3}{2}} \quad (33)$$

$$J_x = \frac{\hat{I}_i (z_0 - z_i)}{4\pi} \left[ \frac{\sinh(a_i x)}{d_i} - \frac{\sinh(a_i x)}{d'_i} \right] \quad (34)$$

$$J_y = -\frac{\hat{I}_i (z_0 - z_i)}{4\pi} \left[ \frac{1}{d_i} - \frac{1}{d'_i} \right] \quad (35)$$

$$J_z = -\frac{\hat{I}_i}{-4\pi} \left[ \frac{\frac{\cosh(a_i x)}{a_i} - (y_0 - y_{di})}{d_i} \frac{(x - x_0 + kL) \sin(a_i x)}{d_i} + \frac{\frac{\cosh(a_i x)}{a_i} - (y_0 - 2y_{di} - \alpha)}{d'_i} \frac{(x - x_0 + kL) \sin(a_i x)}{d'_i} \right] \quad (36)$$

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

که  $Z_i$  ،  $y_{di}$  برای  $i=1,2,3$  موقعیت هادیهای خط سه فاز را نسبت به محورهای  $Z$  ،  $Y$  می باشد. روابط برای محاسبه تغییر جهت با تفکیک میزان تغییر جهت در راستاهای محورهای مختصات و استفاده از روابط مذکور نتیجه می گردد. نرم افزار تهیه شده در حالت سه فاز بر اساس روابط (۳۲) تا (۳۶) نوشته شده است.

## ۵. محاسبه توزیع میدان مغناطیسی

در اطراف خط انتقال سه فاز با استفاده از نرم افزار تهیه شده شکلهای (۱۰) و (۱۱) پروفیل توزیع میدان مغناطیسی را در اطراف یک خط سه فاز و با در نظر گرفتن شکم و تغییر جهت خط با استفاده از نرم افزار تهیه شده نشان می دهند.

خط در نظر گرفته شده دارای مشخصات زیر می باشد:

- آرایش افقی
- فاصله گذاری فازها: ۲۰m
- ارتفاع خط در محل برجها: ۱۰m
- شکم خط: ۲m (این مقدار اگر چه غیر واقعی است، اما صرفاً برای وضوح بیشتر در تغییر جهت خط انتخاب شده است).

- طول اسپین: ۵۰m

- میزان تغییر جهت خط: ۸deg ، ۱۰

- مقاومت ویژه زمین ۱۰۰chms.m

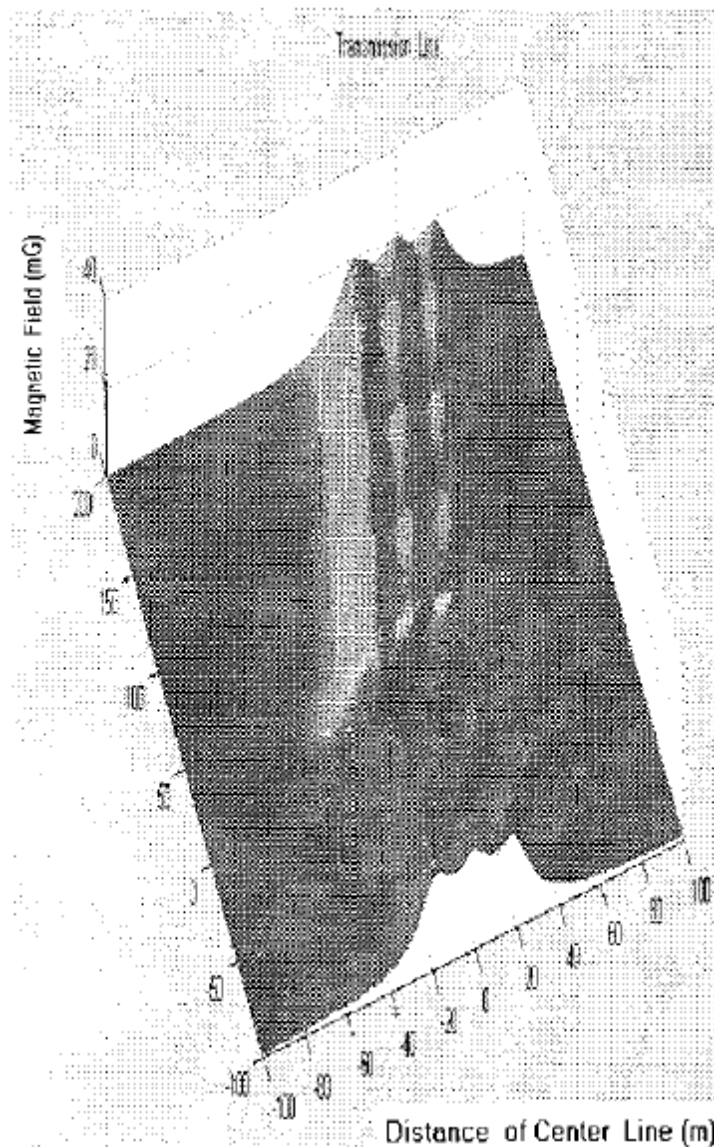
- فرکانس قدرت: ۵۰HZ

- جریان خط ۱۰۰A

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

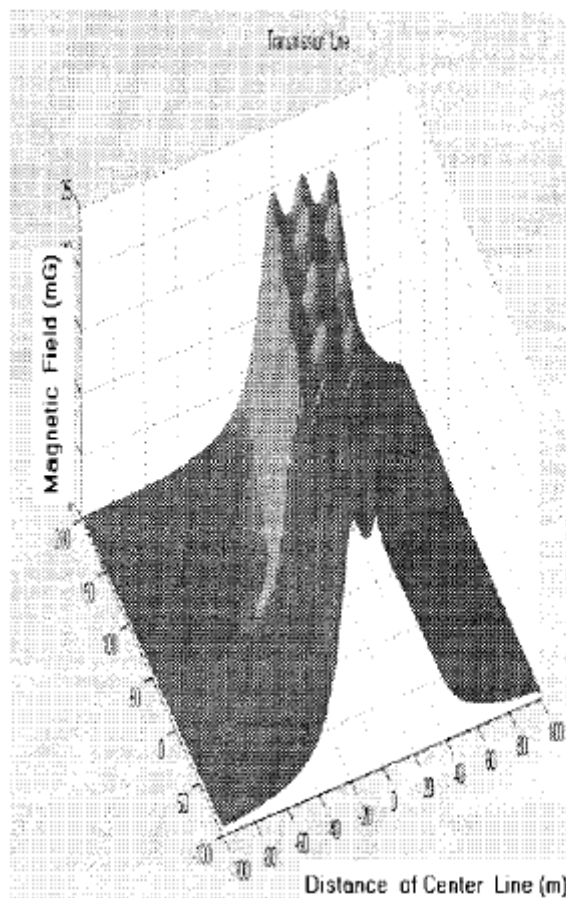
N=3 سه اسپن در طرفین تغییر جهت خط برای محاسبات در نظر گرفته شده است.

محاسبات در ارتفاع ۱ m از سطح زمین انجام شده است.



شکل (۱۰): تأثیر تغییر جهت خط در پروفیل میدان مغناطیسی منتهجه

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



شکل (۱۰): تأثیر تغییر جهت خط در پروفیل میدان مغناطیسی منتجه

## عزیمتگیری و پیشهاد

در این مقاله روشی برای محاسبه پروفیل توزیع میدان مغناطیسی در اطراف خطوط انتقال با در نظر گرفتن شکم و تغییر جهت خط ارائه و بسته نرم افزاری برای پیاده سازی آن تهیه گردیده است. نتایج بدست آمده از بسته نرم افزاری مذکور نشان می دهد که در نظر گرفتن شکم خط تاثیر قابل توجهی را در میدان مغناطیسی منتجه، به ویژه در مجاورت نقاط وسط اسپن که تاثیر شکم خط قابل توجه می باشد، خواهد داشت.

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

این تاثیر خود را در قالب ولتاژها و جریانهای القایی و تداخلات الکترومغناطیسی در ساختارها و سیستم های موجود در مجاورت خطوط و یا قرار گرفته در حریم مشترک با خط به ویژه در مجاورت اسپن نشان می دهد که این امر موجب می گردد که تمهیدات حفاظتی برای کاهش و تعدیل اثرات القایی نامطلوب مذکور به صورت مکفی و به صرفه انتخاب گردد.



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

# ارزش تلفات الکتریکی در شبکه های انتقال و توزیع نیرو

## چکیده:

در مطالعات سیستم وقتی بحث طراحی اقتصادی مطرح میشود، یکی از پارامترهای مهم و موثر میزان تلفات الکتریکی میباشد، لذا تدوین و ارائه یک مدل مناسب جهت محاسبه ارزش تلفات قدرت و انرژی الکتریکی که در ارای کاربرد گسترده ای باشد میتواند کاری بسیار مفید باشد.

محاسبه ارزش تلفات گر چه بظاهر کار ساده ای است ولی عملا بدلیل موثر بودن بسیاری از پارامترها در مقادیر تلفات قدرت و انرژی، محاسبه آن در سیستم همواره کار ساده ای نیست، بطوریکه برای یک دیماندر یکسان، ارزش تلفات در خطوط انتقال و توزیع نیرو ممکن است بیش از ده برابر، کم یا زیاد گردد.

لذا با توجه به اینکه ارزش یک کیلووات از توان تلف شده نقش موثری در مطالعات اقتصادی به ویژه در انتخاب ظرفیت تجهیزات و دیگر پارامترهای سیستم دارا است، و در خطوط انتقال نیرو این عامل در انتخاب ولتاژ، تعداد مدارات، مقطع هادیها و همچنین چگالی اقتصادی جریان نقش مستقیم دارد. لذا در این مقاله سعی میشود روش مناسبی جهت محاسبه ارزش تلفات الکتریکی در شبکه های انتقال و توزیع نیرو ارائه گردد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## شرح مقاله

در کلیه مطالعات بهینه سازی سیستم، تلفات الکتریکی نقش عمده‌ای را بعهده دارد که این عامل در مطالعات اقتصادی بصورت ارزش تلفات منظور میگردد. تاکنون روش های زیادی جهت محاسبه تلفات ارائه گردید که عمدتاً بر پایه آمار بار مصرفی و اطلاعات مربوط به سوابق بهره برداری از سیستم می باشد، ولی تاکنون مدل واحدی جهت محاسبه ارزش تلفات الکتریکی ارائه نگردید که یکی از دلایل مهم آن یکسان نبودن شرایط بهره برداری و اقتصادی در کشورهای مختلف جهان میباشد.

آگاهی از ارزش واقعی تلفات الکتریکی در بهره برداری، طراحی و حتی خرید تجهیزات نقش اساسی دارد بطوریکه در انتخاب ولتاژ خطوط انتقال و توزیع نیرو، طراحی و مقایسه و خرید انواع ترانسفورماتورها و راکتورها، طراحی و ارزیابی مناقصات انواع نیروگاهها، اصلاح ضریب قدرت شبکه و بطور کلی انواع مطالعات بهینه سازی شبکه های انتقال و توزیع نیرو، ارزش تلفات دخالت مستقیم دارد و مسلماً هر گونه خطا در روش محاسبه باعث ایجاد اشتباه در نتیجه خواهد شد.

گر چه ظاهراً ارزش یک کیلووات تلفات الکتریکی در مصارف مختلف یکسان بنظر میرسند ولی دخالت داشتن پارامترهای مختلف در مقدار تلفات انرژی باعث می شود که ارزش یک کیلووات از تلفات الکتریکی حتی در یک مصرف کننده خاص مانند ترانسفورماتورها، راکتورها، ژنراتورها و یا حتی در خطوط انتقال و توزیع نیرو و ارقام متفاوتی را بخود اختصاص دهد که این اختلاف در ارزش تلفات عمدتاً تحت تاثیر عوامل زیر بوجود می آیند.

- میزان تلفات قدرت

- زمان وقوع تلفات ماکزیمم

- ضریب بار مصرف

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

- ساعات بهره برداری

- موقعیت محلی

- وظیفه خط انتقال

در این مقاله ضمن تشریح عوامل فوق الذکر، سعی میشود مدل مناسبی جهت محاسبه ارزش تلفات انرژی الکتریکی در شبکه های انتقال، توزیع و شبکه های داخلی صنایع ارائه گردد.

## ۱. عوامل موثر در محاسبه تلفات

در محاسبه ارزش تلفات انرژی الکتریکی علاوه بر دیماند مصرف عوامل مختلف دیگری نیز دخالت دارند که ذیلاً به اهم آنها اشاره میگردد:

۱-۱ مقدار تلفات — هر کیلووات از تلفات الکتریکی در ساعات پیک سیستم باعث تقلیل توان مفید نیروگاهها و بهمان نسبت باعث اشتغال ظرفیت تجهیزات و تاسیسات شبکه و نتیجتاً بهدر رفتن سرمایه گذاری ملی میگردد. لذا در مدل سازی و محاسبه ارزش تلفات الکتریکی یکی از نکات مهم، توجه داشتن به میزان تلفات توان در ساعات پیک شبکه می باشد. علاوه بر آن هر عاملی که دارای تلفات الکتریکی باید به دو عامل مهم یعنی تلفات قدرت و تلفات انرژی الکتریکی توجه کافی داشت.

۱-۲ زمان وقوع تلفات - همانطور که قبلاً اشاره شد تاثیر عمده و موثر تلفات الکتریکی کاهش توان مفید نیروگاهها میباشد، بعبارت دیگر در دو شبکه با پیک مصرف برابر، در شبکه پرتلفات انرژی باید به زمان وقوع تلفات نیز توجه گردد. بنابراین در خطوط انتقال یا توزیع نیرو، ترانسفورماتورها و سایر تجهیزاتی که پیک بار آنها منطبق با پیک شبکه سراسری نباشد، ارزش تلفات کمتر خواهد بود.

۱-۳ ضریب بار — عامل مهم دیگری که در محاسبه ارزش تلفات دخالت دارد، ضریب بار میباشد. بطوریکه برای مصرف کنندگانی که ضریب بار آنها کم باشد تلفات انرژی برای یک توان معین کمتر از

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

مصرف کنندگانی است که دارای ضریب بار بالاست، بنابراین ارزش تلفات انرژی در خطوط انتقال یا توزیع نیرو که با توان مساوی انرژی متفاوتی را منتقل مینمایند برابر نمیباشند.

۴-۱ - ساعات کار - برای مصرف کنندگان سه شیفت، دو شیفت، یک شیفت و یا بطور کلی مصرف کنندگانی که در ساعات محدودی از روز انرژی الکتریکی را مورد استفاده قرار میدهند، بدلیل اینکه در برخی از ساعات شبانه روز بی بار یا کم بار میباشند، دارای تلفات انرژی کمتری از مصرف کنندگانی میباشند که بطور مستمر مورد بهره برداری قرار می گیرند. بطور کلی خطوط انتقال یا توزیع نیرو که بصورت مستمر مورد بهره برداری قرار نمیگیرند و یا اینکه در ساعات محدودی از روز مورد استفاده قرار میگیرند، تلفات انرژی و در نتیجه ارزش تلفات در آنها متفاوت میباشد. در این رابطه میتوان به خطوط منشعب از نیروگاههای آبی اشاره نمود که بارگذاری آنها تابعی از برنامه ریزی مصرف آب هم میباشد، در این مورد حتی اگر توان و انرژی انتقالی دو خط انتقال با هم برابر می باشند ولی چون در یکی از خطوط بار مستمر و در خط انتقال دیگر بار غیرمستقیم عبور میکنند. مقدار تلفات انرژی و در نتیجه ارزش تلفات میباشند.

۵-۱ - موقعیت محلی - یکی از پارامترهای مهم دیگری که در محاسبه ارزش تلفات دخالت دارد، موقعیت محلی یا مکانی خط انتقال نیرو میباشد چون برحسب اینکه خط انتقال دور یا نزدیک نیروگاه باشد، بهای انرژی هدر رفته متفاوت میباشد لذا لازم است در محاسبه ارزش تلفات به این نکته توجه گردد. در مواردیکه قیمت فروش انرژی در نقاط مختلف شبکه یکسان در نظر گرفته میشود برای ملحوظ نمودن این عامل باید متناسب با موقعیت محلی خط انتقال و میزان و میزان تلفات مسیر، ضریب افزایشدهای برای این منظور در نظر گرفت.

۶-۱ - وظیفه خط انتقال - نوع نیروگاه یا نقش خط انتقال در شبکه عامل مهم دیگری است که باید مورد توجه قرار گیرد. بعبارت دیگر بر حسب اینکه خط انتقال نیرو، انرژی گرانیقیمت یا ارزانیقیمتی را منتقل نماید بی شک قیمت انرژی هدر رفته یا ارزش تلفات نیز متفاوت میباشد. یکی از دلایل عمده

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

وجود این اختلاف تفاوت در سرمایه گذاری لازم جهت احداث انواع نیروگاهها و همچنین تفاوت در قیمت تمام شده انرژی تولیدی آنها میباشد، بعنوان مثال خط انتقالی که انرژی تولیدی نیروگاههای آبی یا گازی و یا بخاری را منتقل مینماید و یا اینکه در شبکه های انتقال یا توزیع نیرو، بار الکتریکی خاصی را از خود عبور میدهد برحسب نقش و وظیفه خاصی که در شبکه دارد دارای ارزش دیماند و ارزش انرژی متفاوتی میباشد.



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

## ۲. ویژگیهای مصرف

برای ارائه مدل مناسب جهت محاسبه ارزش تلفات در سطح شرکتهای تولید نیرو، توزیع نیرو یا شبکه های داخلی صنایع باید با توجه به ویژگیهای هر یک نسبت مدل نسبت مدل سازی اقدام نمود که در این قسمت به این موارد اشاره میگردد. البته همانطور که ذیلاً اشاره خواهد شد اگر منابع ملی مطرح نباشد ارزش تلفات الکتریکی در یک تجهیزات مشخص برحسب اینکه در چه شبکه ای نصب شده باشد و یا با چه تعرفه ای نرخ فروش برق آنها محاسبه شود، متفاوت خواهد بود.

۲-۱- شرکتهای تولید نیرو - در این شرکتها هدر رفتن یک کیلووات ساعت از انرژی الکتریکی معادل هدر رفتن بیش از یک کیلووات از ظرفیت مفید نیروگاهها میباشد. و علاوه بر آن توجه به اینکه تلفات بصورت مستمر وجود دارد، مقادیری از انرژی تولیدی نیروگاهها نیز باید جهت این منظور اختصاص یابد. که زیان مضاعفی است.

۲-۲- شرکتهای توزیع نیرو - با توجه به اینکه این شرکتها خریداران انرژی از شرکتهای تولید نیرو میباشدند، لذا هدر رفتن یک کیلووات ساعت از انرژی تولیدی اینگونه شرکتهای بمنزله از دست رفتن بیش از یک کیلووات ساعت از انرژی خریداری شده میباشد که این اختلاف ناشی از تلفات شبکه های توزیع نیرو میباشد. ضمناً شرکتهائی که دارای نیروگاههای برق میباشدند محاسبه ارزش تلفات باید بصورت تلفیقی از روش فوق و روش مشروحه در بند ۲-۱ انجام گیرد.

۲-۳- شبکه های داخلی صنایع - ارزش تلفات در شبکه های داخلی صنایع و همچنین کارخانجات بزرگ، شهرکهای صنعتی، شهرکهای مسکونی یا هر مجتمع بزرگی که خریدار برق باشند، دارای قاعده یکسانی هستند. زیان ناشی از هر کیلووات ساعت از انرژی هدر رفته در این گروه از مصرف کنندگان برق با توجه به تعرفه های فروش برق به آنها محاسبه میگردد، به این ترتیب ارزش هر کیلووات از توان هدر

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

رفته به حسب اینکه در چه مشترکی باشد و یا با چه تعرفه‌ای بهای انرژی مصرفی آن محاسبه گردد، متفاوت خواهد بود که البته این اختلاف ناشی از تفاوت بهای دیماند و انرژی در تعرفه‌های مختلف میباشد.

## ۳. مدل ریاضی تلفات

همانطور که قبلاً اشاره کردید، در محاسبه تلفات دیماند و انرژی عوامل مختلفی چون دیماند تلفات ضریب بار و در نتیجه انرژی هدر رفته، ساعات بهره برداری، موقعیت محلی مصرف کننده، تعرفه فروش برق، زمان وقوع پیک تلفات و غیره دخالت دارند، که بر حسب مورد باید محاسبه گردد.

۱-۳- تلفات دیماند — بطور کلی در هر شبکه قدرت نصب شده نیروگاهها بیش از پیک مصرف میباشد، که این تلفات بستگی به قدرت ذخیره سیستم دارد. بنابراین اگر دیماند تلفات در یک سیستم را با PL نشان دهیم مسلماً بیش از این مقدار از ظرفیت نیروگاهها کاسته میشود که این مطلب را میتوان بصورت رابطه زیر نشان داد:

$$DL = GRF \cdot PL \quad (1)$$

DL - توان تلف شده نیروگان

GRF - ضریب ذخیره تولید

حال اگر پیک بار مصرف کننده و در نتیجه پیک تلفات آن در ساعات پیک سیستم نباشد مسلماً مقدار DL تقلیل میابد، چون ظرفیت نیروگاهها بر اساس جمع مصارف ساعات پیک و ضریب ذخیره تولید تنظیم میگردند. برای دخالت دادن این فاکتور در مدل جدید ضریب جدیدی بنام ضریب همزمانی با پیک سیستم و به صورت زیر تعریف میکنیم:

دیماند در ساعت پیک سیستم

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

$$CF = ( \text{_____} )$$

پیک مصرف کننده

همانطور که رابطه فوق نشان میدهد GF عددی بین صفر و یک میباشد. با توجه به اینکه تلفات تابعی است از مجذور توان مصرفی لذا مقدار تلفات در هر لحظه (PI) را میتوان بصورت تابعی از پیک تلفات و بصورت زیر نشان داد:

$$PI=PL.CF^2$$

با توجه به تعریف فوق رابطه (۱) را می توان بصورت زیر اصلاح نمود، رابطه (۴) در حقیقت از حاصلضرب مجذور GF در رابطه (۱) بدست آمده است:

$$DL=GRF.PL.CF^2 \quad (۴)$$

محل مصرف کننده یا محل تلفات عامل دیگری است که باید مورد توجه قرار گیرد، بعنوان مثال یک کیلووات تلفات در محل نیروگاه تقریباً یک کیلووات از توان مفید نیروگاه را کاهش میدهد، حال آنکه اگر خط انتقال یا شبکه مورد مطالعه دور از نیروگاه باشد، مسلماً هر کیلووات از تلفات بیش از یک کیلووات از توان مفید نیروگاه را کاهش میدهد. برای دخالت دادن این فاکتور ضریبی بنام SC ی موقعیت مکانی شبکه معرفی میشود. این ضریب در محل نیروگاه برابر یک و در سایر نقاط متناسب با موقعیت و تلفات شبکه، در محدوده ای بین ۱ تا ۱/۱۵ میتواند در تغییر باشد. با توجه به نکات فوق الذکر رابطه (۴) را میتوان بصورت رابطه (۵) درآورد:

$$DL=GRF.PL.SC.CF^2 \quad (۵)$$

۲-۳ تلفات انرژی — تلفات الکتریکی ضمن اینکه باعث کاهش ظرفیت مفید نیروگاهها میگردد به همان نسبت باعث اتلاف انرژی تولیدی نیروگاهها نیز میگردد. در صورتیکه تلفات دیماندر را با PL نشان دهیم، تلفات انرژی در یک دوره مطالعاتی T از رابطه (۶) قابل محاسبه میباشد.

$$EL=T.PL.LSF$$

$$LSF=K.LF^2$$

که در این رابطه:

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

EL - تلفات انرژی در دوره مطالعاتی T

T - دوره مطالعه به ساعت، که معمولاً برحسب سال یا ماه مطالعات انجام میگیرد.

LSF - ضریب تلفات در دوره مطالعه

LF - ضریب بار در دوره مطالعه

K - ضریبی است ثابت که با توجه به منحنی تغییرات بار مصرف بدست میاید و برحسب مورد مقادیر

زیر را دارا است. [۳ و ۴]:

- نواحی صنعتی با ضریب بار متوسط  $0.80-0.90$  مقدار  $K=1.03$

- شهرهای بزرگ با ضریب بار متوسط  $0.70-0.8$  مقدار  $K=1.07$

- شهرهای مسکونی با ضریب بار متوسط  $0.55-0.60$  مقدار  $K=1.09$

- مناطق کشاورزی با ضریب بار متوسط  $0.45-0.50$  مقدار  $K=1.11$

- مناطق گرمسیری با ضریب بار متوسط  $0.40-0.45$  مقدار  $K=1.13$

- شبکه سراسری با ضریب بار متوسط  $0.60$  مقدار  $K=1.08$

رابطه (۶) موقعی صادق است که سیستم یا تجهیزات مورد مطالعه همواره در مدار باشند، ولی در برخی موارد ممکن است عنصر مورد مطالعه، بدلیل عدم نیاز، تعمیرات و یا خروج اضطراری در مدار نباشد در چنین مواردی این عامل نیز باید بصورت ضریبی در مطالعات نملحوظ گردد.

برای این منظور ضریب قابلیت دسترسی یا ضریب بهره برداری را به صورت زیر در نظر می گیریم:

ساعات بهره برداری در دوره T

$$AV = \underline{\hspace{10em}}$$

T (به ساعت)

با جایگذاری AV در رابطه (۶) به رابطه زیر میرسیم:

$$EL = T \cdot AV \cdot PL \cdot LSF \quad (9)$$



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

## ۴. مدل ریاضی ارزش تلفات

در مطالعه اقتصادی سیستم آنچه مورد نیاز میباشد، ارزش حال تلفات میباشد. که این فاکتور تابعی است از پارامترهای فنی و اقتصادی حاکم بر مصرف کننده با توجه به اینکه مدل ارزش تلفات بر حسب نوع مصرف متفاوت میباشد، لذا مدل سازی نیز برای چند نوع مهم که ذیلا به آنها اشاره میشود انجام میگردد.

۱-۴ — شرکتهای تولید — در شرکتهای تولید نیرو هدر رفتن هر کیلووات از انرژی الکتریکی باعث کاهش نیروگاه و بهمان نسبت هدر رفتن انرژی تولیدی آن میگردد، لذا در ارائه مدل تلفات باید به دو عامل دیمانند و انرژی توجه نمود.

— ارزش تلفات دیمانند — ارزش دیمانند تلفات بستگی به نوع نیروگاه دارد لذا بر حسب اینکه نیروگاه بخاری، گازی، سیکل ترکیبی یا آبی باشد، قیمت های متفاوتی را به خود اختصاص میدهد که میتوان از رابطه زیر بدست آورد.

$$VDL=DL.CP \quad (10)$$

که با جایگذاری مقدار DL در رابطه فوق داریم:

$$VDL=GRF.PL.SC.CF.CP^2 \quad (11)$$

در این رابطه VDL ارزش تلفات دیمانند و CP ارزش یک کیلو وات قیمت نیروگاه میباشد.

— ارزش تلفات انرژی — ارزش هر کیلووات ساعت از انرژی هدر رفته نیز بستگی به نوع نیروگاه دارد. ارزش تلفات انرژی باید برای دوران عمر مفید محاسبه گردد، لذا ابتدا مقدار سالیانه آن تعیین و سپس ارزش حال تلفات در طول عمر مفید محاسبه میگردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$VEL=EL.CE \quad (۱۲)$$

$$PVEL=EL.CE.EF \quad (۱۳)$$

$$PVEL=T.AV.PL.LSF.CE.EF \quad (۱۴)$$

در این رابطه VEL ارزش تلفات سالیانه انرژی و CE قیمت هر کیلووات ساعت از انرژی تولیدی میباشد که برحسب نوع نیروگاه ارقام متفاوتی دارد، EF نیز ضریب تبدیل هزینه های آینده به ارزش روز میباشد و از رابطه زیر بدست میاید:

$$EF=((1+J)^2-1)/(J.(1+j)^2) \quad (۱۵)$$

در این رابطه:

J- متوسط تفاضل بهره و تورم سالیانه

n- دوره مطالعه به سال

— ارزش مجموع — با توجه به روابط (۱۴) و (۱۵) میتوان ارزش مجموع یک کیلووات (PL=1) و از تلفات الکتریکی را به کمک رابطه (۱۶) بدست آورد.

$$PVT=VDL+PVEL \quad (۱۶)$$

۲-۴- شرکتهای توزیع - در این شرکتها هدر رفتن هر کیلووات ساعت معادل بهای خرید هر کیلووات ساعت از انرژی و تلفات مسیر میباشد، چون فرض بر این است بمیزان نیاز این شرکتها انرژی الکتریکی توسط شرکتهای تولید قابل تأمین باشد، اما اگر در زمینه تامین انرژی محدودیتی باشد که باعث تقلیل فروش آنها گردد، نرخ فروش مطرح میگردد. در حالت نرمال، خسارت ناشی از اتلاف یک کیلووات ساعت انرژی در نزدیکی محل تحویل به مراتب کمتر از مقدار آن در نزدیکی مراکز مصرف میباشد، که این اختلاف وجود تلفات در مسیر میباشد. با توجه به اینکه این شرکتها پولی بابت دیماند پرداخت نمینمایند، لذا تنها زیان ناشی از اتلاف انرژی مطرح میباشد که میتوان از رابطه (۱۷) بدست آورد:

$$PVE=T.AV.PL.LSF.CF.EF.K \quad (۱۷)$$

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

این رابطه مشابه رابطه (۱۴) میباشد، با این تفاوت که در اینجا CE بهای خرید انرژی و K ضریبی است که با توجه به مقدار تلفات مسیر بدست میاید که مقدار آن در محل تحویل انرژی  $K=1$  و در سایر نقاط با توجه به درصد تلفات بدست میاید، بعنوان مثال در نقطه ای که نسبت به محل تحویل انرژی ۱۰ درصد تلفات در مسیر باشد  $K=1.1$  میباشد، سایر پارامترهای این رابطه مشابه رابطه (۱۴) میباشد. در صورتیکه شرکتهای توزیع دارای نیروگاههای اختصاصی باشند. مقدار CE میتواند با توجه به نرخ خرید و قیمت تمام شده برق در نیروگاههای اختصاصی بدست آید. اما در شرایطی که منافع ملی مطرح باشد. نرخ فروش انرژی به شرکتهای توزیع نمیتواند قابل اعمال باشد بلکه باید قیمت تمام شده برق در سطح شرکتهای توزیع مدنظر قرار گیرد.

۳-۴ - شبکه داخلی صنایع - ارزش هر کیلووات تلفات در شبکه های داخلی کارخانجات، شهرکهای صنعتی یا مسکونی و یا دیگر و مصرف کنندگان برق تا حدودی مشابه روش محاسبه ارزش تلفات در شرکتهای تولید نیرو میباشد. اما چون اینگونه مصرف کنندگان خریدار انرژی الکتریکی هستند، ارزش تلفات در آنها متفاوت میباشد که ذیلا به آنها اشاره میگردد:

— ارزش تلفات دیماندر — مصرف کنندگان برق هر ماه بابت دیماندر مصرف خود مبلغی را همراه با صورتحسابهای ماهیانه به شرکتهای توزیع نیرو پرداخت مینماید. با توجه به اینکه در طول ۱۲ بار این مبلغ پرداخت می گردد. در نتیجه هزینه دیماندر سالیانه ناشی از PL کیلووات تلفات برابر است با ۱۲ برابر قیمت قراردادی هزینه دیماندر یا:

$$VDL=12PL.CD \quad (18)$$

در این رابطه VDL هزینه دیماندر سالیانه و CD قیمت قراردادی هر کیلووات دیماندر میباشد.

— ارزش تلفات انرژی — علاوه بر هزینه دیماندر، مصرف کنندگان برق باید هر ماه مبلغ دیگری بابت

هزینه انرژی تلف شده نیز پرداخت نمایند، که مقدار آن در یک دوره یکساله برابر است با:

$$VEL=8760.PL.LSF.CE \quad (19)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

ارزش مجموع - ارزش حالت تلفات دیماندا و انرژی در دوران عمر مفید برابر است با:

$$\text{Vela} = \text{VEL} + \text{VDL} \quad (20)$$

$$\text{VEL} = (8760 \cdot \text{LSF} \cdot \text{CE} \cdot \text{EF} + 12 \text{ CD}) \cdot \text{PL} \cdot \text{EF} \quad (21)$$

در این رابطه CE متوسط بهای هر کیلووات ساعت انرژی خریداری شده از شرکتهای توزیع نیرو و Vela ارزش سالیانه انرژی هدر رفته و VEL ارزش حال انرژی تلف شده در طول عمر مفید میباشد. در صنایع یا مصرف کنندگانی که چند تعرفه در محاسبه نرخ انرژی یا دیماندا آنها اعمال میگردد، ارزش تلفات باید متناسب با زمان وقوع تلفات و درصد آن با پیک کارخانه محاسبه گردد. با توجه به آنچه گفته شد، مجموع ارزش حال تلفات انرژی (PVEL) را میتوان از رابطه زیر بدست آورد، که البته چون مشترکین صنعتی در موقع خرید برق باید مبالغی بابت هزینه انشعاب نیز بپردازند، لذا این هزینه (CC) نیز باید به سایر هزینههای قبلی افزوده گردد.

$$\text{PVEL} = \text{VEL} + \text{VDL} + \text{CC}$$

ارزش حال تلفات در معارف مختلف ارقام به ۱۰۰۰ ریال				فرضیه همزمانی %	فرضیه باز %
از دید شبکه های صنایع	از دید شرکتهای توزیع نیرو	شرکتهای تولید			
		از دید شرکت	از دید ملی		
305	27	66	219	00	20
488	107	256	855		40
770	230	633	1919		60
1138	389	935	3116		80
1601	591	1418	4727		100
305	27	147	301	25	20
488	107	338	936		40
770	230	633	1919		60
1138	389	1016	3197		80
1601	591	1499	4808		100
305	27	391	544	50	20
488	107	581	1180		40
770	230	876	2163		60
1138	389	1260	3441		80
1601	591	1743	5052		100
305	27	797	951	75	20
488	107	988	1586		40
770	230	1283	2569		60
1138	389	1666	3847		80
1601	591	2149	5457		100
305	27	1366	1519	100	20
488	107	1556	2155		40
770	230	1851	3138		60
1138	389	2235	4416		80
1601	591	2718	6027		100

جدول (۱) - ارزش حال تلفات کیلووات از تلفات الکتریکی در شرایط مختلف

فرضیات:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$GRf=1.3, AV=.98, R=6\%, SC=1, N=30, \$=1600 \text{ Rial}$$

پارامترهای اقتصادی (ارقام به ریال):

$$CE=40, CP=100000$$

$$CE=12, CP=100000$$

$$CE=5, CP=0$$

$$CE=11.5, CP=0, CD=800, CC=110000$$

## ۵. محاسبه ارزش تلفات

با توجه به پارامترهای فنی و اقتصادی حاکم در هر شرکت یا مصرف کننده برق میتوان ارزش هر کیلووات از انرژی هدر رفته را محاسبه نمود. جدول (۱) ارزش یک کیلووات از تلفات را از دیدگاه منافع ملی، شرکتهای تولید، شرکتهای توزیع و صنایع نشان میدهد، اطلاعات فنی و اقتصادی بکار گرفته در این جدول از مقادیر متوسط شبکه اقتصادی بکار گرفته در این جدول از مقادیر متوسط شبکه استفاده گردید و برخی از اطلاعات مربوط به تعرفه های فروش برق (غیر مصوب) بوده و قیمت تمام شده برق در نیروگاههای جدید با توجه به قیمت صادراتی سوخت محاسبه گردید (قیمت هر مترمکعب گاز مایع ۶ است).

همانطور که جدول (۱) نشان میدهد، ارزش تلفات شدیداً تابعی است از ضریب بار و ضریب همزمانی پیک خط انتقال با توزیع با پیک سیستم، بطوریکه حتی در سطح شرکتهای تولید یا توزیع یا صنایع حتی از دیدگاه منافع ملی، تغییرات این دو پارامتر باعث میشوند تا ارزش تلفات حدود ده برابر کم یا زیاد گردد، که بی شک خیلی حائز اهمیت میباشد، چون همین عامل به تنهایی باعث کاهش یا افزایش ارزش حال هزینه های تلفات تا حدود ده برابر خواهد شد، که مسلماً میتواند باعث نادرستی نتیجه گردد. از طرف دیگر ارزش تلفات برحسب اینکه در چه شرکتی انجام گیرد نیز متفاوت میباشد بطوریکه در شرایط

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

یکسان ارزش تلفات در شرکتهای تولید حدود سه برابر شرکتهای توزیع یا صنایع میبا شد. برای بیان بهتر این مطلب، از جدول (۱)، ارزش یک کیلووات از تلفات را برای مصارف مختلف و برای ضریب بار

۰/۶ و ضریب همزمانی یک بشرح زیر استخراج میکنیم:

- منافع ملی ۳۱۳۸۰۰۰ ریال یا ۱۹۶۰ دلار

- شرکتهای تولید ۱۸۵۱۰۰۰ ریال یا ۱۱۶۰ دلار

- شرکتهای توزیع ۲۳۰۰۰۰ ریال یا ۱۴۳ دلار

- صنایع بزرگ ۷۷۰۰۰۰ ریال یا ۴۸۰ دلار

به روشنی پیداست، ارزش تلفات برحسب نوع شرکت یا مصرف کننده در دامنه وسیعی تغییر میکند و اگر برای همین حالت تنها ضریب بار رابطه ۰/۲ تقلیل دهیم (خطوط کم بار یا شبکه های روستائی و...) مقدار ارزش تلفات از مقادیر قبلی بترتیب به ۱۵۱۹۰۰۰ ، ۱۳۶۶۰۰۰ ، ۲۷۰۰۰ و ۳۰۵۰۰۰ ریال کاهش مییابد که بیانگر ۲ تا ۷ برابر کاهش میباشد.

ضمناً همانطور که از جدول (۱) پیداست، در صورتیکه منافع ملی مطرح نباشد، تغییرات ضریب همزمانی تأثیری در نتیجه ندارد که در جدول (۱) برای مصارف صنعتی و شبکه های توزیع بخوبی مشهود است. در صورتیکه قیمت دیماند در ساعات پیک و غیرپیک متفاوت انتخاب گردد، با توجه به آنچه گفته شد باید در مطالعات سیستم به این نکته توجه گردد که ارزش تلفات در خطوط انتقال یا توزیع نیرو و حتی با دیماند انتقالی یکسان تحت تأثیر پارامترهای مختلفی دچار تغییر میشود. که برحسب مورد ممکن است تا چندین برابر کم یا زیاد گردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## عربی

تلفات انرژی و در نتیجه ارزش آن بطور موثری در انتخاب ولتاژ، مقطع هادی، تعداد هادیا در هر فاز خطوط انتقال و همچنین سایر مطالعات اقتصادی دخالت دارد، بطوریکه هر گونه بی دقتی در محاسبه آن باعث بروز خطا در نتیجه میگردد. با توجه به اینکه تلفات انرژی تابعی از دیماندا و انرژی انتقالی از خطوط انتقال یا توزیع نیرو میباشد، در نتیجه ارزش آن نیز تابعی است از عوامل فوق الذکر و سایر پارامترهای اقتصادی و بهره برداری که در مجموع میتوان بصورت زیر دسته بندی نمود:

- پیک بار انتقالی

- انرژی انتقالی

- ضریب بار و در نتیجه ضریب تلفات

- موقعیت مکانی مصرف یا خط انتقال

- شرایط همزمانی پیک خط انتقال با سیستم

- ارزش انرژی هدر رفته

- ارزش توان یا نیروگاه

با توجه به اینکه خطوط انتقال و توزیع نیرو در نقاط مختلفی از کشور نصب میشوند، در نتیجه پارامترهای فوق الذکر نیز از محلی به محلی دیگر متفاوت بوده و ممکن است برای یک دیماندا انتقالی یکسان، قیمت یک کیلووات از تلفات برحسب شرایط، تا بیش از ده برابر کم یا زیاد گردد و نتیجتاً میتواند باعث دگرگونی در نتایج محاسبات گردد لذا لازم است در مطالعات اقتصادی سیستم به ارزش واقعی تلفات توجه گردد، چون کم منظور کردن آن باعث توجیه تجهیزات ارزان قیمت با کارایی پایین و زیاد در نظر گرفتن آن باعث توجیه و خرید تجهیزات گرانبهتر میگردد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

# آثار سوء مسیریابی نامناسب در افزایش سرمایه گذاری

## خطوط انتقال نیرو

### چکیده:

بررسی و ریشه یابی بسیاری از حوادث در خطوط انتقال نیرو نشان می دهد که در صد عمده خروج آنها ناشی از نادرستی مسیرهای انتخاب شده می باشند. عدم دقت در انتخاب مسیر نه تنها باعث پائین آمدن ضریب اطمینان خطوط انتقال یا شبکه می گردد بلکه زیانهای فراوانی را جهت اصلاح و باز سازی آنها نیز به همراه خواهد داشت.

در این مقاله ضمن اشاره به حوادث اتفاقاتی که در چند سال گذشته باعث ایجاد خساراتی در خطوط انتقال نیرو گردیده اند، پیشنهاداتی جهت انتخاب مسیر درست خطوط انتقال نیرو ارائه می شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## شرح مقاله:

با اینکه رقم ناچیزی از کل سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو صرف مسیریابی آن می گردد ولی عدم توجه و بی دقتی در همین کار در بسیاری موارد نه تنها باعث بروز حوادث و قطع خطوط می گردد، بلکه سبب افزایش سرمایه گذاری های بعدی در خطوط انتقال نیرو نیز می گردد.

بطور کلی انتخاب مسیر نادرست چهار اشکال اساسی را می تواند در رابطه با خطوط نیرو بوجود آورد.

- کاهش قابلیت اطمینان خطوط انتقال

- افزایش سرمایه گذاری اولیه

- افزایش هزینه های تعمیرات و نگهداری

- تاثیر منفی در سایر سازمانها

## کاهش قابلیت اطمینان:

آمارهای موجود از حوادث خطوط انتقال نشان می دهد که درصد عمده ای از آنها بطور مستقیم یا غیرمستقیم به سستی به عوامل طبیعی موجود در مسیر خطوط انتقال نیرو داشته است. گرچه گریز از آثار سوء بعضی از این عوامل در بسیاری موارد میسر نمی باشد ولی دقت بیشتر در این رابطه می تواند تا حدود زیادی خسارت ناشی از آنها را تقلیل دهد.

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

بررسی حوادث چند سال گذشته در سطح شبکه سراسری برق کشور نشان می‌دهد عوامل متعددی که ناشی از انتخاب نادرست مسیر خطوط بوده‌اند باعث قطع آنها از مدار شده‌اند که این عوامل عمدتاً شامل موارد زیر بوده‌اند:

۱-۱- لغزش یا حرکت زمین

۱-۲- مسیر رودخانه ها و سیلابهای فصلی

۱-۳- بهمن و یخ و برف و ریزش کوه

۱-۴- باد و طوفان

۱-۵- ماندابها و دریاچه‌های فصلی

۱-۶- نزدیکی به میدانهای تیر

۱-۷- عبور از مناطق آلوده

۱-۸- عبور از مناطق برفگیر که در معرض تابش خورشید نیستند.

که ذیلاً به مواردی که در بسیاری از خطوط انتقال نیرو مشکل ساز بوده اند اشاره می‌گردد.

۱-۱- زمی‌نهای لغزنده و متحرک: در تعدادی از خطوط انتقال نیرو از جمله خطوط ۴۰۰ کیلوولت نکا - تهران و سد شهید عباسپور - اراک لغزندگی یا حرکت زمین باعث سقوط برجها گردیده و یا آنها را به مرحله سقوط کشانده است که با صرف هزینه های زیاد قسمتی از آن تعمیر و بقیه در دست ترمیم می‌باشد در قسمتی از خط ۴۰۰ کیلوولت نکا - حسن کیف وضعیت حدود ۱۵ کیلومتر از مسیر خط شدیداً خطرناک گزارش شده است بطوریکه زمین شناسان اعتقاد دارند بایستی حتی الامکان با گریز از مسیر موجود و احداث حدود ۵۰ کیلومتر خط جدید بجای ۱۵ کیلومتر به سال کار نیاز دارد در حالیکه اگر در مسیریابی و زمین شناسی مسیر دقت و مطالعه بیشتری می‌شد و یا بازدیدهای سیستماتیک سالیانه جهت زمین شناسی انجام می‌گرفت مانع از صرف هزینه های مجدد می‌گردید.

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

۲-۱ - مسیر رودخانه ها و سیلابهای فصلی: انتخاب مسیر خطوط در کناره یا نزدیکی رودخانه ها و یا در مسیرهائی که سطح آبهای زیرزمینی بالاست در بسیاری موارد باعث سقوط برجها گردیده است که خطوط ۲۳۰ کیلوولت گچساران - کازرون و کازرون - بوشهر را می توان از نمونه های بارز آن دانست این اشکال نیز با تغییر مسیر خط و صرف هزینه زیاد رفع گردید. علاوه بر موارد فوق سیلابهای فصلی یا تغییر مسیر رودخانه ها در تعدادی از خطوط انتقال نیرو باعث سقوط برجها و یا بروز خسارت در آنها گردیده است از طرفی عملیات بتن ریزی با احجام زیاد و یا شمع کوبی در حاشیه باتلاقها آنچنان هزینه احداث خطوط را بالا می برد که گاهی بعلت هزینه های زیاد و کاربرد زیاد مصالح و تکنولوژی این کار احداث خطوط سالها به درازا می کشید.

۳-۱ - بهمین ، یخ، برف و ریزش کوه: خط انتقال ۴۰۰ کیلوولت سد شهید عباسپور - اراک را می توان از جمله مهمترین خطوط انتقالی دانست که تاکنون چندین بار طی سالهای گذشته بدلیل سقوط بهمین و ریزش کوه دچار حادثه شده است که در هر مرحله سقوط بهمین باعث انهدام پایه ها و پارگی سیمها گردیده است. بنابراین تنها عامل وقوع و تکرار این حادثه نادرستی مسیر در این جهت و عدم توجه به احتمای سقوط بهمین بوده است گفتنی است که در جریان تغییر مسیر حدود ۳ کیلومتر از این خط نه تنها رقمی حدود ۸ میلیون تومان هزینه داشته بلکه شرکت توانیر امکانات زیادی بمنظور ارائه سرویس و رساندن مصالح و پرسنل بوسیله هلیکوپتر در اختیار واحد اجرائی گذاشته است و در چنین مسیرهائی محدودیت زمانی کار مشکلات دیگری است که در ترمیم خطوط با آن مواجهند بطوریکه پس از تکمیل قسمتی از تغییر مسیر خا کارون و بعلت نبودن زمان برای برچیدن برجهای قبلی در همان زمستان اکثر برجهای اولیه سقوط نمودند.

۴-۱ - باد و طوفان: گر چه گریز از اثرات سوء باد و طوفان در بسیاری موارد بسادگی میسر نمی باشد. ولی با انتخاب مسیر بهتر می توان تا حدودی اثر سوء آنرا تقلیل داد.

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

بکارگیری اطلاعات و آمار نادرست در رابطه با نیروی ناشی از باد و طوفان در چند مورد باعث سقوط برج و پارگی سیمها گردیده گر چه این موضوع خط جای بحث جداگانه ای دارد ولی در این مقایسه بیشتر هدف نشان دادن تاثیر مضاعف می باشد.

در خطوط انتقال نیروی ۴۰۰ کیلوولت زیادان — تبریز و خطوط ۲۳۰ کیلوولت بعثت — قائم شهر عبور خط انتقال از مناطق خاص باعث تشدید نوسانات هادی از جمله پدیده گالوپینگ و نوسانات avnormal در مواردی باعث پارگی سیم ها گردیده است. در این خصوص شناخت جهت و شدت باد و نهایتاً مسیر مناسب می تواند چاره ساز باشد.

۵-۱ — ماندابها و دریاچه های فصلی: احداث خطوط انتقال نیرو در کناره دربارچه های فصلی یا ماندابها که عموماً محل تجمع پرندگان مهاجر می باشد در تعدادی از ماههای سال باعث افزایش خروج گذرای خطوط می گردد که این مطلب عموماً ناشی از نشستن پرندگان روز فازها، کاهش فاصله خزشی مقرر بدلیل فضولات پرندگان، حرکت جمعی پرندگان از بین فازها از دیگر مواردی است که در ایران و جهان تحقیقات زیادی شده و بعلت قطع موقت مدار پرهیز از عبور خط از حوالی چنین مسیری توصیه شده است. بعنوان مثال خط خرم آباد - لاین را می توان نام برد.

۶-۱ — نزدیکی به میدانهای تیر: نزدیکی به میدانهای تیر یکی از مواردی است که در انتخاب مسیر باید دقت گردد.

گر چه گزارشات دقیقی از مشکلات خطوط در ایران در دست نیست ولی توجه به این نکته در مسیریابی از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

۷-۱ - عبور از مناطق آلوده: عبور خطوط انتقال نیرو از مناطق آلوده کویری و صنعتی در مراحل بهره برداری مشکلاتی را در شبکه بوجود آورده از جمله خطوط ۴۰۰ کیلوولت بندرعباس - سیرجان و خطوط ۲۳۰ کیلوولت بوشهر - کازرون، بوشهر - نیروگاه اتمی قابل ذکر می باشند. بدون شک عدم عبور از مناطق

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

آلوده همواره میسر نمی باشد ولی می توان با دقت بیشتر و توجه به مسائل اقتصادی تا حدودی مسیر انتخابی را تصحیح نمود.

۸-۱- عبور از مناطق برفگیر که تحت تابش خورشید نیستند: عبور خط از دامنه کوهستانهایی که مدت زیادی از سال پوشیده از برف بوده و تحت تابش خورشید نیستند بعلت انباشت برف و یخ در پای برج باعث یخ زدگی اجزاء برجها شده و بعضاً برجها را به سقوط کشانده اند لذا توصیه می گردد حتی الامکان در مسیریابی از اینگونه مسیرها اجتناب گردد. که بعنوان نمونه می توان خط انتقال نیروی ۴۰۰ کیلوولت نکا - زیاران را نام برد.

## ۲. افزایش سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو:

اولین مطلبی که در انتخاب مسیر مورد توجه طراح قرار می گیرد مسیر مستقیم و کوتاه می باشد البته پارامترهای دیگری نیز مورد توجه قرار میگیرد ولی نزدیکی به جاده ها و کوتاه بودن طول مسیر در بعضی موارد ممکن است باعث عدم توجه به سایر مسائل مهم و در نتیجه باعث افزایش سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو گردد که اهم این مسائل بعد از عقد قرارداد با پیمانکاران باعث افزایش قیمت پروژه ها گردیده اند بشرح زیر می باشند:

۲-۱- اطراف یا داخل شهرها

۲-۲- کوههای صعب العبور و صخره ای

۲-۳- مناطق باتلاقی

۲-۴- مسیر رودخانه ها

۲-۵- مناطق کشاورزی و باغات

۲-۶- تداخل با سایر پروژهها

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱-۲ اطراف یا داخل شهرها: عبور خطوط از مناطق شهری یا داخل آن علاوه بر اینکه مشکلات زیادی در رابطه با اجرا بوجود خواهد آورد قیمت بالای زمین و مستحذات، سرمایه گذاری اولیه خطوط انتقال نیرو را بسیار افزایش می دهد که این مطلب باید در ملاحظات مسیریابی مورد توجه جدی قرار گیرد.

۲-۲ - کوههای صعب العبور و صخره‌ای: انتخاب مسیر در کوههای صعب العبور یا دور از دسترس گر چه ممکن است در بسیاری موارد باعث کم شدن طول مسیر گردد ولی هزینه های احداث خطوط را بسیار افزایش می دهد ضمن اینکه مشکل تعمیر و نگهداری خط همواره وجود دارد. احداث جاده های دسترسی، رساندن مصالح و آب و هزینه های اجرائی جهت پی کنی در مناطق صخره‌ای و سخت از دشواریهای دیگر اینگونه مسیرها است.

۳-۲ - مناطق باتلاقی: عبور خطوط انتقال نیرو از مناطق باتلاقی و یا با خاکهای دارای مقاومت کم باعث افزایش بی رویه قیمت فوندا سیون می گردد. بطوریکه در مناطق شمالی کشور در بسیاری مواقع هزینه های احداث خطوط بالاتر از هزینه مشابه در سایر مناطق می باشد.

۴-۲ - مسیر رودخانه ها: احداث خطوط در مسیر رودخانه ها یا مصب آنها علاوه بر اینکه ممکن است خط در مخاطره باشد هزینه بالائی جهت احداث سیل بندها و فونداسیونهای مخصوص باید مصروف گردد که این هزینه ها باعث افزایش سرمایه گذاری خطوط انتقال نیرو می گردد، هزینه احداث سیل بند برای قسمتی از فونداسیونهای خط ۲۳۰ کیلوولت تهران - شاهرود با رقمی حدود ۱۵ میلیون تومان که در دست اجرا است می توان بعنوان مثال اعلام نمود و طراحی و برآورد هزینه احداث سیل بند جهت بقیه مسیر توسط مشاور در حال انجام است. لذا لازم است در هنگام تعیین مسیر علیرغم اجتناب ناپذیر بودن قبول چنین مسیری به اینگونه هزینه های اضافه توجه شود، مضافاً اینکه عبور از این مناطق غنی از افزایش سرمایه گذاریهای اقتصادی ضریب اطمینان خط را کاهش می دهد.

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

۵—۲ مناطق کشاورزی و باغات: در انتخاب مسیر باید حتی الامکان سعی بر عدم عبور از باغات و مناطق کشاورزی باشد چون این مناطق علاوه بر اینکه بدلیل مشکلات اجرائی که زمان اجرای پروژهها را افزایش میدهد باید مبالغ زیادی بابت خسارت به کشاورزان و صاحبان اراضی پرداخت گردد که این هزینه باعث افزایش زیادی در قیمت پروژه ها می گردد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۳. افزایش هزینه های تعمیرات و نگهداری:

عدم رعایت نکات لازم در انتخاب مسیر ممکن است باعث بروز مشکلات عدیده‌ای در تعمیرات و نگهداری خطوط انتقال نیرو گردد که در مجموع باعث خروج طولانی تر خط از مدار خواهد شد این مشکلات را میتوان بصورت زیردسته بندی نمود.

۱-۳- بازسازی و تعمیرات اساسی: در بسیاری موارد خطوط انتقالی که از مناطق نامناسب عبور داده شده‌اند. بدلائل مختلف نیاز به بازسازی یا تعمیرات اساسی پیدا کرده‌اند که عمده‌ترین آنها شامل موارد زیر بوده اند:

- تغییر مسیر در بسیاری مناطق
  - احداث سیل بند
  - احداث بهمن گیر
  - بازسازی و ترمیم جاده های دسترسی
  - تقویت فونداسیونها
  - تعویض هادیا یا سیم زمین
- البته معایب مختلف دیگری هم عملاً در این زمینه ها بوجود آمده است که از ذکر آن خودداری می‌گردد.

۲-۳- سرویس: در مناطق آلوده اعم از مناطق شهری یا بیابانی مسئله شستشوی مقره ها یا خوردگی هادیاها از نمونه های بارزی است که مسئله ساز می‌باشد.

تمیز کردن مقره ها مطلب مهمی است که تعداد دوره های سرویس و بازرسی و هزینه‌های وابسته را به همراه دارد.



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

۳—۳— افزایش زمان تعمیرات فوری: بدون شک با تمام دقت‌هایی که بعمل می‌آید امکان حذف حوادث و خروج خط انتقال از مدار بهره‌برداری عملی نمی‌باشد. لذا مسئله تعمیرات در زمان بروز حوادث بسیار قابل توجه می‌باشد در خطوط انتقالی که دارای مسیرهای نامناسب می‌باشند رفع معایب مربوط به برجها یا پارگی سیمها ممکن است ماهها بطول انجامد که این عمل ضمن اینکه ماهها خروج خط انتقال (عدم نفع) را به همراه دارد. مسلماً باعث افزایش هزینه های تعمیرات و نگهداری هم خواهد شد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## ۴. تأثیر منفی در سایر سازمانها:

عبور خطوط انتقال نیرو در هر منطقه آثار سوء شناخته شده و شاید نا شناخته ای نیز دارد که بر حسب مورد ممکن است متفاوت باشد و در تعیین مسیر باید به آنها توجه گردد.

۴-۱- اغتشاشات رادیویی: خطوط انتقال نیرو در مناطقی که نزدیک به سیستم های مخابراتی باشند ایجاد اغتشاشات و پارازیت هائی در آنها می نمایند که ممکن است نظم و کار عادی سیستم های رادیویی ، تلویزیونی، میکروویو، آنتنها تکرار کننده های مخابراتی و رادارها را مختل سازد لذا در این قسمت از مسیر باید توجه گردد که فاصله های مجاز منظور و ملحوظ گردد.

۴-۲- مسیر پرواز: تاکنون در مواردی خطوط انتقال نیرو باعث بروز سانحه در پروازها گردیده است که چند نمونه سقوط هلیکوپترها را می توان ذکر نمود، لذا در انتخاب مسیر باید هماهنگی های لازم در حوالی فرودگاهها و مسیر پرواز هلیکوپترها بوجود آید تا باعث بروز سانحه نگردد.

۴-۳- جنگل: انتخاب مسیر در نقاط جنگلی باعث قطع درختان در بعد و سیعی می گردد، لذا باید سعی شود در این مناطق حتی الامکان از قطع بی رویه درختان با انتخاب کوتاهترین مسیر از منطقه جنگلی اجتناب گردد.

## ۵. نتیجه:

بررسی کوتاه فوق نشان می دهد که انتخاب مسیر برای خطوط انتقال نیرو علیرغم نیاز به هزینه ناچیز نسبت به هزینه کلی اجرای پروژه و عدم شناخت و توجه سازمانهای اجرائی در صورتیکه بطور

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

نادرست انتخاب شود می تواند دو نوع زیان داشته باشد یکی زیان ناشی از قطع خطوط و دیگری زیان ناشی از رفع عیب (بازسازی خط، تغییر مسیر،...) که در مجموع نشان می دهد با اضافه نمودن این هزینه ها، هزینه های اولیه احداث خط انتقال، سرمایه گذاری را بسیار افزایش می دهد لذا لازم است این موضوع بصورت جدی تر مورد بررسی و توجه قرار گیرد و از تجربیات خطوط نصب شده در اصلاح روشهای مسیریابی استفاده نمود.



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

# محاسبات خط انتقال 400/132 شوستر به

## شهرستان مسجد سلیمان (سد شهید عباسپور)

یک خط انتقالی سه فاز از پست 400/132 شوستر به شهرستان مسجد سلیمان (سد شهید عباسپور)

به طول 102 کیلومتر با توان انتقالی 60 مگاوات را طراحی کنید؟

به طوری که طبق اطلاعات هواشناسی، درجه حرارت محیط 50 درجه سانتی گراد و فشار هوا یک

اتم سفرو سرعت باد 30m/s متر بر ثانیه می باشد:

باتوجه به اینکه هادی خط به صورت عملی Hawak انتخاب شده در محاسبات هادی را Hawak

در نظر گرفته ایم تا محاسبات انجام شده با محاسبات در عمل نیز تفاوتی نداشته باشد.

$$L = 163/2 \text{ mil} = 102 \text{ km} \quad p = 60 \text{ mw} \quad \cos \phi = 0/8$$

$$s = 75 \text{ mvA}$$

$$U = 5/5 \sqrt{163/2 + \frac{75000}{150}} = 141 \text{ kv}$$

$$U = 0/15 \sqrt{60000} \sqrt[3]{102} = 171 \text{ kv}$$

با توجه به شبکه موجود در طراحی خط مورد نظر بدلیل اینکه ولتاژ انتقالی در عمل از پست 400 به

132 (شوستر به عباسپور) می باشد ولتاژ خط انتقال را با توجه به ولتاژهای بدست آمده 132kv کیلو

وات در نظر می گیریم.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$n=20$$

$$r = 5\%$$

$$p_n = p_0 (1 + r \%)^n = 60 (1 + 5\%)^{20} = 60 (1.05)^{20} = 160 \text{ mw}$$

## انتخاب هادی برای انتقال:

ابتدا هادای را به صورت فرضی در نظر می گیریم و محاسبات را انجام می دهیم در صورت انتخاب

کردن هادی به محاسبات ادامه می دهیم و هادی را انتخاب کرده ایم در غیر این صورت مقطع هادی را

در نظر می گیریم و محاسبات را از اول شروع می کنیم.

نوع هادی Hawk

$$471 \text{ km} \quad d = 21.78 \text{ mm} \quad R_0 = 0.1196 \quad t_0 = 20^\circ \text{C}$$

$$W_c = 0.9755 \text{ kg/m}$$

$$R_c = R_0 \left( \frac{M + t_c}{M + t_0} \right) = 0.1146 \left( \frac{228 + 70}{228 + 20} \right) = \Omega / \text{km} \quad 0.1437$$

$$R_c = 4.38 \times 10^{-5} \Omega / \text{ft}$$

$$d = 21.78 \Rightarrow d = 0.0217 \text{ m} \Rightarrow d = 0.8574 \text{ inch}$$

$$I = \sqrt{\frac{W_c + W_r - W_s}{R_c}}$$

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

$$W_C = 0.4825 \sqrt{pvd} T_r \cdot T_f^{-0.123}$$

با توجه به موقعیت خط و اطلاعاتی که هوا شناسی طراحی داده اند سرعت باد برابر 30 متر بر ثانیه

اعلام شده است .

$$V = 30 \text{ m/s} = 30 \times 0.3048 = 9.144 \text{ ft/s}$$

$$P = 1 \text{ atm} \quad \text{فشار هوا}$$

$$t_a = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_c = 273 + t_c = 273 + 70 = 343$$

$$T_a = 273 + t_a = 273 + 50 = 323$$

$$T_r = T_c - T_a = 343 - 323 = 20$$

$$T_f = \frac{T_c - T_a}{2} = \frac{343 + 323}{2} = 333$$

$$W_C = 0.4825 \sqrt{P.V.d} T_r \cdot T_f^{-0.123}$$

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

$$W_C = 0.4825 \sqrt{1 \times 9.144 \times 0.8574 \times 20 \times (333)^{-0.123}} = 13.225 \text{ w/ft}$$

$$E = 0.9$$

جدول (1-5) کتاب

$$W_r = 0.1387 E d \left[ \left( \frac{T_C}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_a}{100} \right)^4 \right]$$

$$W_r = 0.1387 \times 0.9 \times 0.8574 \left[ \left( \frac{343}{100} \right)^4 - \left( \frac{323}{100} \right)^4 \right] = 3.1645 \text{ w/ft}$$

$$W_s = Q_s = 0.66 \text{ w/inch} \quad \Rightarrow d Q_s \propto 12$$

$$\alpha = 0.9$$

$$W_s = 12 \times 0.9 \times 0.8574 \times 0.66 = 6.1115 \text{ w/ft}$$

# جریان مجازهای Hawak:

$$= 484.4 \text{ A} \quad \sqrt{\frac{13.225 + 3.1645 - 6.1115}{4.38 \times 10^{-5}}} I =$$

جریان اتصال کوتاه در خط 132 kv طبق جدول (4-7) صفحه 117 کتاب برابر 25kA برای رفع

خطا مدت زمان 0.2 ثانیه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

سطح مقطع بدست آمده در شرایط اتصال کوتاه :

$$l = \frac{I_{SC} \sqrt{t}}{k}$$

$$K = \sqrt{\frac{WC\Delta\theta}{0.24P}}$$

طبق جدول (7-1) صفحه 114

$$W = 2.7$$

$$C = 0.215$$

$$P = 0.028$$

$$K = \sqrt{\frac{2.7 \times 0.215 \times 20}{0.24 \times 0.028}} = 41.5$$

$$S_{sc} = \frac{25 \times 10^3 \sqrt{0.2}}{41.5} = 270 \text{mm}^2 \cong 269.$$

صفحه 48 طبق جدول

Hawak 4 77 kcm

Strandin

Nos / mm

Aluminum

Steel

26 / 3.439

7 / 2.675



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

$$S_{Hawak} = S_{AL} + S_{Steel} = [m \text{ m}^2] = ?$$

$$S_{AL} = \frac{n \cdot \pi \cdot d^2}{4}$$

$$n = 26 \quad , \quad d = 3.439 \text{ mm}$$

$$S_{AL} = \frac{26\pi \cdot (3.439)^2}{4} = 241.5 \text{ mm}^2$$

$$n = 7 \quad , \quad d = 2.675$$

$$S_{steel} = \frac{7\pi \cdot (2.675)^2}{4} = 39.34 \text{ mm}^2$$

$$S_{Hawak} = S_{AL} + S_{steel} = 241.5 + 39.34 = 280.84 \text{ mm}^2$$

$S_{Hawak}$
-------------

=

280

mm<sup>2</sup>

با توجه به اینکه سطح مقطع هادی انتخابی از سطح مقطع در شرایط اتصال کوتاه بزرگتر بدست آمده است در نتیجه هادی درست انتخاب شده است .

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

## بدست آوردن تلفات توان خط

$$P_L = \frac{P}{U \cos \phi} \left( \frac{1000 R_C}{N_C N_S} \right)^2$$

$$N_C = 1 \quad N_S = 1 \quad P = 60 \text{ mw} \quad u = 132$$

$$\cos \phi = 0.8 \quad R_C = 0.1437 \text{ } \Omega / \text{km}$$

$$p_L = \frac{1000 \times 0.1437}{1 \times 1} \left( \frac{60}{132 \times 0.8} \right)^2 = 46.39 \text{ kw}$$

$$p_L = 46.39 \text{ kw}$$

تلفات خط در یک کیلومتر از

$$L = 102 \text{ km}$$

$$P_L = L \times p_L$$

$$102 \times 46.39 = 4731.85$$

تلفات کل خط

$$L_{SF} = a L_F^2 + (1 - a) L_F$$

ضریب تلفات

$$a = 0.8$$

ضریب a برای مناطق جنوبی کشور

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

طبق جدول صفحه 126 مقدار  $L_F$  برای مناطق گرمسیر  $L_F = 0.4$

$$L_{SF} = 0.8 \times (0.4)^2 + (1 - 0.8) \times 0.4 = 0.208$$

$$E_L = P_L \times L_{SF} \times T \quad \text{تلفات انرژی}$$

$$T = 8760 \quad , \quad L_{SF} = 0.208 \quad , \quad P_L = 4731.85$$

$$E_L = 8760 \times 0.208 \times 4731.85 = 8.621809$$

تلفات انرژی به میلیون کیلووات ساعت .

بدست آوردن تعداد مقره و مقدار انحراف زنجیره مقره خط انتقال :

$$L_L = \frac{V_{L\%50} - 80}{550} \quad , \quad L_S = \frac{8}{3400/V_{sw} - 1}$$

$$V_{L\%50} = 650 \text{ kv}$$

طبق جدول صفحه 292

$$V_{sw} = 450 \text{ kv}$$

طبق جدول صفحه 281

$$L_L = \frac{650 - 80}{550} = 1.036 \quad , \quad L_S = \frac{8}{3400/450 - 1} = 1.22$$

$$L_{max} = L_S = 1.22$$

$$N_I = \frac{L_{max}}{0.146} = \frac{1.22}{0.146} = 8.35 \implies N_I = \text{Round}(N_I) = 9$$

$$L_{in} = N_I \times 0.196 = 1.314$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

$$\tan \varphi = \frac{Fd}{W} \quad F = 0.0625V^2 = 0.0625 \times (30)^2 = 56.25$$

$$d = 0.0217 \text{ m} \quad ; \quad W = 0.9765 \text{ kg/m}$$

$$\tan \varphi = \frac{56.25 \times 0.02178}{0.9765} = 1.25$$

$$\phi = \tan^{-1} \varphi = 51.44$$

$$d_v = L_{in} \times \cos \varphi \Rightarrow 1.314 \times \cos 51.44 = 0.819$$

$d_v$  باید بزرگتر از  $L_{in}$  باشد شرط برقرار نیست :

$$d_v > L_{in}$$

$$L'_{in} = \frac{L_{max}}{\cos \varphi} = \frac{1.22}{\cos 51.44} = 1.95$$

$$D = L + L'_{in} \sin \varphi$$

$$L = 2.7 \text{ ft} = 0.8226 \text{ m} \quad \text{از جدول} \quad \text{فاصله یک فاز تا پدنه برج} :$$

$$D = 0.82 + 1.95 \sin(51.44) = 2.3 \text{ m}$$

$$D_{12} = D_{23} = 2D = 4.6 \text{ m} \quad \text{فاصله فاز تا فاز}$$

$$D_{12} = D_{23} = 4.6 \text{ m} \quad \text{محاسبه فاصله هندسی فازها} :$$

$$D_{13} = 9.2 \text{ m}$$

$$D = \sqrt[3]{D_{12} D_{23} D_{13}} = \sqrt[3]{(4.6)^2 \times 9.2} = 5.79 \text{ m}$$

محاسبه مقدار کاپاسیتانس واندوکتانس خط :

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{GMD}{GMR}$$

GMR با توجه به هادی از جدول صفحه 60 کتاب بررسی (1) تألیف احد کاظمی بدست آورده :

$$GMR = \%289 \text{ ft} = \%289 \times 0.3048 = 8.8 \times 10^{-3}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

$$L = 2 \times 10^{-7} \ln \frac{5.79}{8.8 \times 10^{-3}} = 12.97 \times 10^{-7} \text{ H/m} = 12.97 \times 10^{-10} \text{ H/km}$$

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{GMD}{r}} \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \quad r = \quad \text{inch} \quad \text{از جدول}$$

$$C = \frac{2\pi \times 8.85 \times 10^{-12}}{\ln \frac{5.79}{0.01089}} = 8.86 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

## محاسبه راکتانس سلفی و فازی خط:

$$X_L = j \omega L = j 2 \pi f L = j 314 \times 12.97 \times 10^{-10} = j 0.407258 \times 10^{-6}$$

$X_L = j 0.407 \times 10^{-6} \Omega / km$  راکتانس سلفی در یک کیلومتر از خط برابر

$$X_C = \frac{1}{j\omega c} = \frac{1}{j2\pi f c} = \frac{1}{j314c} = \frac{1}{j314 \times 8.86 \times 10^{-12}} = 359.44 \Omega / km$$

$$X_C = 359.44 \Omega / Km$$

$$B = \frac{1}{X_C} = \frac{1}{359.44} = 2.78 \times 10^{-3} \quad \text{محاسبه سوسپیتانس:}$$

محاسبه امپدانس موجی خط و قدرت طبیعی خط:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

$$ZI = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{12.97 \times 10^{-7}}{8.86 \times 10^{-12}}} = 382.6$$

$$SIL = \frac{U^2}{ZI} = \frac{(132)^2}{382.6} = 45 \text{ MVA}$$

محاسبه گرادیان ولتاژ خط :

$$GMD = 5.79 \text{ m} \quad r = \frac{d}{2} \times 0.0254 = 0.01089 \text{ m}$$

$$t_a = 50 \text{ } ^\circ\text{C} \quad P = 1 \text{ atm} \quad m = 0.85 \quad \text{ضریب پیش هادی}$$

$$\delta = \frac{298P}{T} = \frac{298}{273 + 50} = 0.922$$

$$V_{Ph} = \frac{132}{\sqrt{3}} = 76.21 \text{ kv}$$

$$g_c = \frac{V_{ph}}{m\delta.rLn\frac{GMD}{r}} = \frac{76.21}{0.85 \times 0.922 \times 1.089 Ln\frac{579}{1.089}} = 14.22 \text{ kv/cm}$$

WikiPower.ir

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

## ولتاژ بحرانی:

$$V_c = g_c \cdot m \cdot \delta \cdot r \cdot \ln \frac{GMD}{r}$$

$$V_c = 14.22 \times 0.85 \times 0.922 \times 1.089 \times \ln \frac{579}{1.089} = 76.16 \text{ kv} \quad V_c$$

$$= 76.16 \text{ kv}$$

$$P_c = \frac{0.545}{\delta} = (V - V_2)^2 \sqrt{\frac{r}{GMD}} \quad \text{محاسبه تلفات کرونا:}$$

$$P_c = \frac{0.545}{0.922} \times (76.21 - 76.16)^2 \sqrt{\frac{1.089}{579}} = 4.88 \times 10^{-5} \text{ kw}$$

عملاً در خطوط انتقال زیر 230 کیلووات تلفات ناچیز می باشد یعنی در حد صفر

تعداد برج های خط انتقال با توجه به شرایط مسیر 256 می باشد پس با توجه به تعداد برج ها می

توان اسپن معادل را بدست آورد .

n = تعداد برج

L = طول مسیر

$$\frac{L}{n-1} S =$$

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

$$L = 102 \text{ km} \quad , \quad n = 256$$

$$S = \frac{102 \text{ km}}{256 - 1} = 0.4 \text{ km} = 400 \text{ m}$$





برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## محاسبه کشش هادی خط:

$$H_2^3 + H_2^2 \left[ \frac{AES^2 W_1^2}{24H_1^2} + AE\alpha(t_2 - t_1) - H_1 \right] - \frac{AES^2 W_2^2}{24} = 0$$

$H_2$ : کشش هادی در حالت دوم

$H_1$ : کشش هادی در حالت اول

A: سطح مقطع هادی بر حسب میلی متر مربع

$\alpha$ : ضریب انبساط طولی

E: مدول الاستیسیته یانگ

$W_1, W_2$ : وزن معادل یک متر از طول هادی با احتساب اضافه بارهای ناشی از باد و یخ در

حالت اول و دوم بر حسب کیلوگرم

$t_1, t_2$ : درجه حرارت محیط در حالت اول و دوم به سانتی گراد.

S: فاصله بین دو برج به متر

$$E = 12500 \quad , \quad \alpha = 18 \times 10^{-6} \quad , \quad g = 0.9 \quad , \quad S = 400 \text{ m}$$

$$W_c = 0.9765 \text{ kg/m}$$

$$t = -10^0 \text{ C} \quad V = 20 \text{ m/s} \quad d_i = 0.010 \text{ m} \quad \text{شرایط زمستان}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

$$t = 15^{\circ}C \quad V = 30 \text{ m/s} \quad d_i = 0 \text{ m} \quad \text{شرایط طوفان}$$

$$t = 45^{\circ}C \quad V = 0 \text{ m/s} \quad d_i = 0 \text{ m} \quad \text{شرایط تابستان}$$

ضریب اطمینان 2 و طول مسیر 400 متر با توجه به اطلاعات داده شده میزان کشش و فلش را در

شرایط روز نصب که درج حرارت محیط ۶۵ درجه سانتی گراد

$$UTS = 14500 \text{ kg} \quad , \quad A = \frac{477 \text{ kcm}}{1.7472} = 273 \text{ mm}^2$$

$$d = 0.02178 \text{ m} \quad , \quad S_f = 2$$

$$H_1 = \frac{UTS}{S_f} = \frac{14500}{2} = 7250$$

مقدار کشش مجاز، کیلوگرم

رژیم زمستان

$$W_1 = \sqrt{W_{w1}^2 + (w_{c1} + w_{c1})^2}$$

$$W_{w1} = 0.0625 \text{ v}^2 (d + 2d_i) = 0.0625 \times (20)^2 (0.02178 + 0.02) = 1.0445$$

$$W_{i1} = \pi \cdot g \left[ \left( d_i + \frac{d}{2} \right)^2 - \frac{d^2}{4} \right] =$$

$$W_{i1} = \pi \times 0.9 \left[ \left( 0.01 + \frac{0.02178}{2} \right)^2 - \frac{(0.02178)^2}{4} \right] = 0.8985$$

$$W_{c1} = 0.9765$$

$$W_1 = \sqrt{(1.0445)^2 + (0.8985 + 0.9765)^2} = 2.1463 \quad \text{و} \quad W_2 = W_c = 0.9765$$

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

$$H_2^3 + H_2^3 \left[ \frac{273 \times 12500 \times (400)^2 \times (2.1463)^2}{24 \times (7250)^2} + 273 \times 12500 \times 18 \times 10^{-6} \times (65 + 10) - 7250 \right] - \frac{273 \times 12500 \times (400)^2 \times (0.9765)^2}{24} = 0$$

$$H_2^3 - 649.3 H_2^2 - 2.169 \times 10^{10} = 0 \implies H_2 = 3025 \quad \text{کشش هادی kg}$$

$$F = \frac{S^2}{8a}, \quad a = \frac{H_2}{W_c} \quad \text{فلش هادی m}$$

کشش و فلش هادی در رژیم زمستان بدست آوردیم حال در رژیم طوفان بدست می آوریم و براساس

مقایسه بین دو رژیم بر اساس میزان max فلش محاسبات مربوط به دکل را انجام می دهیم.

رژیم طوفان:

$$W_{w1} = 0.0625 (d + 2d_i) V^2 = 0.0625 (0.02178) (302)^2 = 1.225$$

$$W_{w1} = \pi g \cdot \left[ \left( d_i + \frac{d}{2} \right)^2 - \frac{d^2}{4} \right] = \pi \times 0.9 [1.1859 \times 10^{-4} - 1.1859 \times 10^{-6}] = 0$$

$$W_{c1} = 0.9765$$

$$W_1 = \sqrt{(1.225)^2 + (0.9765)^2} = 1.5665$$

$$W_2 = W_c = 0.9765$$

$$H_2^3 + H_2^2 \left[ \frac{AES^2 W_1^2}{24 H_1^2} + AE \alpha (t_2 - t_1) - H_1 \right] - \frac{AES^2 W_2^2}{24} = 0$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$H_2^3 + H_2^2$$

$$\left[ \frac{273 \times 12500 \times (400)^2 \times (1.5665)^2}{24 \times (7250)^2} + 273 \times 12500 \times 18 \times 10^{-6} (65 - 15) - 7250 \right] -$$

$$\frac{273 \times 12500 \times (400)^2 \times (0.9765)^2}{24} = 0$$

$$H_2^3 - 3116.64 H_2^2 - 2.169 \times 10^{10} = 0 \quad H_2 = 4294$$

$$F = \frac{S^2}{8a} \quad , \quad a = \frac{H_2}{W_c} = \frac{4294}{0.9765} = 5314.9$$

$$F = 4.54$$

در رژیم طوفان مقدار

کشش و فلش هادی بترتیب 4294 و 4.54 بدست آوردیم حال رژیم زمستان را با تابستان محاسبه می کنیم به طوری که رژیم زمستان شرایط اولیه و رژیم تابستان شرایط ثانویه محسوب می شود.

$$W_{w1} = 0.0625(d + 2d_i)V^2 = 0.0625(0.02178 + 0.02) \times (20)^2 = 1.0445$$

$$W_{i1} = 0.8985$$

$$W_{c1} = 0.9765$$

$$W_1 = \sqrt{(1.0445)^2 + (0.8985 + 0.9765)^2} = 2.1463 \quad \text{و} \quad W_2 = W_c = 0.9765$$

$$H_2^3 + H_2^2 \left[ \frac{273 \times 12500 \times (400)^2 \times (2.1463)^2}{24 \times (7250)^2} + 273 \times 12500 \times 18 \times 10^{-6} \times (65 + 10) - 7250 \right] -$$

$$\frac{273 \times 12500 \times (400)^2 \times (0.9765)^2}{24} = 0$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$H_2^3 - 1877.8 H_2^2 - 2.169 \times 10^{10} = 0 \quad H_2 = 3574$$

$$F = \frac{S^2}{8a}, \quad a = \frac{3574}{0.9765} = 3660.010 \implies F = 5.46$$

پس از نتایج فوق محاسبات دکل را بر اساس فلش هادی برابر 6.45 متر و کشش هادی برابر 3025 انجام می

دهیم.

## محاسبه فاصله هادی تازمین:

مقدار C را با توجه به جدول 3-18 صفحه 306 برای مناطق 31 فوت می گیریم.

$$H = C + \frac{U}{150}$$

$$H = 31 (0.3048) + \frac{132}{150} = 10.32 \text{ m}$$

## محاسبه ارتفاع دکل:

$$H_t = L_{in} + D_{sc} = C + F + \frac{U}{150}$$

P<sub>sc</sub>: از جدول صفحه 300 برای سطح ولتاژ 132 فوت برابر 4.83 بدست می آید

$$D_{sc} = 4.83 \times 0.3048 = 1.47$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$C = 9.44$$

$$F = 6.45$$

$$L_{in} = 1.95$$

$$H_t = 1.95 + 1.47 + 9.44 + 6.45 + \frac{132}{150} = 20.19 \text{ m}$$

## محاسبه اسپن بحرانی:

$$S_c = \sqrt{\frac{24H_2^2 \alpha (t_2 - t_1)}{W_2^2 - W_1^2}}$$

$$S_c = \sqrt{\frac{24 \times (3025)^2 \times 18 \times 10^{-6} (75)}{(0.9765)^2 - (2.1463)^2}} = 284.88 \text{ m}$$

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

## مراجع:

- ۱- هادیاها انتقالی جهت شبکه انتقال نیروی کشور - کمیته استاندارد
- ۲- گزارشات مربوط به قیمت گذاری خطوط انتقال نیرو - شرکت های مشاوران و موندکو
- ۳- بررسی آمار قطعی های خطوط انتقال نیروی ایران - مهندس رهبر - مهندس خیرمحمدی -  
دومین کنفرانس شبکه سراسری برق - ۱۳۶۶
- ۴- بررسی چند حادثه خطوط انتقال نیرو - مهندس محسن پور رفیع عربانی - دومین کنفرانس  
شبکه سراسر برق - ۱۳۶۶
- ۵- بررسی علت شکستن مقره در خط انتقال ۲۳۰ کیلوولت بوشهر - نیروگاه اتمی - مهندس قدرت  
اله حیدری ، نشریه برق - شماره ۱- ۱۳۶۷
- ۶- گزارش بررسی پارگی سیم محافظ در خط انتقال زیاران - تبریز - شرکت مشاوران - مرداد ۶۴
- ۷- گزارش بررسی اشکالات خط ۲۳۰ کیلوولت دو مداره اراک - بعثت دفتر مهندس انتقال شرکت  
توانیر
- ۸- اثرات فنی اقتصادی مقره ها در طراحی شبکه های فشارقوی - مهندس رحمانی - اولین کنفرانس  
شبکه سراسر برق - ۱۳۶۵
- ۹- بررسی علت سقوط تاور در خط انتقال ۲۳۰ کیلوولت کازرون - بوشهر گزارش وابسته به طرح  
گچساران - شیراز
- ۱۰- بررسی ها و گزارشات بازدید بسیاری از خطوط کشور
- ۱۱- روشی مناسب جهت محاسبه قیمت تمام شده برق، کمیته تحقیقات شرکت توانیر - اسفند

۱۳۷۱.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

۱۲- مسعود حجت، هزینه های برقرای انشعاب بر، گزارش مقدماتی مرداد ۱۳۷۲.

- [1] Dabkowski, A.Taflove," Mitigation of Buried Pipeline Voltage due to 60 HZ AC Inductive Coupling Part I - Design of Join Rights-of-Way ",IEEE Trans. on Power Apparatus and System, Vol.PAS-98,No.5,Sept/Oct 1979, pp. 1806- 1813
- [2] J.Dabkowski,A.Taflove,"Mitigation of Buried Pipeline Voltage due to 60 HZ AC Inductive Coupling Part II - Pipeline Grounding Methods", IEEE Trans.on Power Apparatus and System, Vol.PAS-98, No. 5, Sept/Oct 1979, pp. 1814-1821
- [3] J.Dabkowski, A.Taflove, "Prediction Method for Buried Pipeline Voltage Due to 60 Hz AC Inductive Coupling, Part I -Analysis " , IEEE Trans.on Power Apparatus and System, Vol.PAS-98,No.3, May/June 1979, pp.780-787
- [4] J.Dabkowski , A.Taflove, "Prediction Method for Buried Pipeline Voltage Due to 60 Hz AC Inductive Coupling, PartII-Field Test Vertification " , IEEE Trans.on Power Apparatus and System, Vol. PAS-98, No.3, May/June 1979, pp.788-794.
- [5] J.D.Tranen and G.L.Wilson , "Electrostatically Induced Voltages and Current on Conducting Objects Under EHV Transmissions " , IEEE Trans.on PowerApparatus and System, Vol. PAS90,No.2, March/April 1971 , pp.768-776
- [6] F.Dawalibi,R.D.Southey," Analysis of Electrical Interference From Power Lines to Gas Pipeline PartI : Computation Power Delivery ,Vol.I I, No.3, July 1996, pp.1571-1576 .
- [7] F.Dawalibi ,R.D.Southey, "Analysis of Electrical Interference From Power Lines to Gas Pipeline Part I:



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

Parametric Analysis."IEEE Trans.On Power Delivery , Vol .5 , No.1 , January 1990 , pp.415-421 .

[8] R.D.Southey , F.P.Dawalibi , W.Vukonich , " Recent Advances in the Mitigation of Voltage of AC Voltages

Occurring in Pipeline Located Closed to Electric Transmission Lines " , IEEE Trans.on Power Delivery,Vol.9,

No.2, April 1994, pp.1090-1097.

[9] W.T.Kaune , L.E.Zaffanella , "Analysis of Magnetic Fields Produced Far From Electric Power Lines " , IEEE

Trans.on Power Delivery, vol. 7,no.4,October 1992, pp.2082-2089

[10] V.S.Rashkes , R.Lordan, "Magnetic Field Reduction Methods : Efficiency and Cost " IEEE Trans. on Power

Delivery , vol.13, no.2, April 1998, pp.552-559

[11] A.R.Memari , W.Janischewskyj " Mitigation of Magnetic Field Near Power Lines",IEEE Trans.on Power

Delivery,

Vol. 11,No.3, July 1996, pp. 1577- 1588.

[12] R. A. Walling, J.J.Parseba , C. W. Burns," Series Capacitor Compensated Shield Scheme For Enhanced

Mitigation of Transmission Line Magnetic Fields " , IEEE Trans.on Power Delivery, Vol.8, No.1, January 1993 ,

pp.461-469 .

[13] P.Pettersson , "Reduction of Power System Magnetic Field by Configuration Twist " , IEEE Trans.on Power

Delivery, vol.12, no.4, January 1997 , pp. 1678- 1683 .

[14] U.Jonsson, A.Larsson, J.O.Sjodin, " Optimized Reduction of The Magnetic

Field Near Swedish 400kv Lines by Advanced Control of Shield Wire Currents , Test Results and Economic

Evaluation " , IEEE Trans.on PowerDelivery, Vol.9, No.2, April 1994, pp.961-967 .

[15] JR. Stewart , S.J.Dale , "Magnetic Field Reduction Using High Phase Order Lines " , IEEE Trans. on Power

Delivery , vol.8, no.2, April 1993 , pp.628-636.

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

- [16] P.Pettersson , " Principle in Transmission Line Magnetic Field Reduction " , IEEE Trans.on Power Delivery, vol.11, no.3, July 1996, pp. 1587-1593 .
- [17] Transmission Line Reference Book, 345 kV and Above, Second Edition, EPRI Report EL-2500, EPRI, Palo Alto,CA, 1982.
- [18] R.D.Begamudre , "Extra High Voltage AC Transmission Engineering" , Second Edition , Wiley, 1990
- [19] P.S.Maruvada, D.L.Goulet, "Study Population Exposure to Magnetic Field due to Secondary Utilization of Transmission Line Corridors " , IEEE Trans.on Power Delivery ,vol. 10, No.3, July 1995 , pp. 1541-1548.
- [20] A.V.Mamishhev, R.D.Nevels, B.D.Russel," Effects of Conductor Sag on Spatial Distribution of Power Line Magnetic Field " , IEEE Trans.on Method " IEEE Trans. On Power Delivery , Vol .4 , No.3 , July 1989 pp. 1840-1846 .
- [21] J.R.Wait, K.P.Spies, " On the Image Representation of the Quasi-Static Fields of a Line Current Source Above the Ground " , Canadian Journal of Physics , Vol. 47,1969,pp.2731-2733.
- [22] R.G.Olsen, T.A.Pankaskie, " On the Exact Carson and Image Theories for Wires at or Above the Earth's Interface " , IEEE Transaction on Power Apparatus and System , Vol.102, No.3, March 1983 , pp.769-774.
- [23] Economic voltage and Optimal capacity of Power Transmission Line CIGRE, 1985.
- [24] On acvcident of tower in sarcheshmen – sirjan line, Sumitomo report, june 1979.
- [25] Some study on Aeolian vibration problem on Iced shieldwire, in Iran first power system conference, 1986.
- [26] Gh – Heidari, "Experimental / Mathematical Model for Loss Factor", IEEE-NAPS, Oct. 1993, Nevada – UAS.

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

[27] Gh. – Heidari, “A new Model for calculation of Energy Losses و International Energy Conference, CNE - .. ,

June 1992, Nepton, Romania.

[28] Gh – Heidari, A New Model for Calculation of Transformer Losses Value”,

TEPCON, Tehran, 1985

