ارائه یک مدل ریاضی برای بهینه‌سازی شکل ظاهری ایزولاتورهای پلیمری با هدف کمینه نمودن جریان نشتی آنها در شرایط آلودگی و رطوبت

یدالله شفیعی[۱]، فرامرز فقیهی*[۲]، امیرحسین سالمی[۳]، حسین حیدری[۴]

۱-دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مهندسی برق قدرت، دانشکده فنی و مهندسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
y-shafiei93@iau-arak.ac.ir

*۲-استادیار، گروه مهندسی برق قدرت و کنترل، دانشکده مکانیک ، برق و کامپیوتر، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، faramarz.faghihi@srbiau.ac.ir

۳-استادیار، گروه مهندسی برق قدرت، دانشکده فنی و مهندسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران،
salemiah@yahoo.com

۴-دانشیار، گروه مهندسی برق قدرت، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران، heydari@iust.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۵/۱۰

چکیده :ایزولاتورهای قابل نصب در فضاهای آزاد معمولاً در معرض آلودگی هوا و شرایط سخت جوی می‌باشند. بنابراین مطالعه مشخصات تخلیه‌ای آنها در چنین شرایطی الزامی است. بهنیه‌سازی پارامترهای پوسته ایزولاتورهای پلیمری باهدف کمینه نمودن جریان نشتی و شدت میدان الکتریکی موضوع این مقاله است. در جهت رسیدن به این هدف از یک مدل ریاضی ساده استفاده شده و نتایج حاصل از حل آن با خروجی‌های بعضی تست های آزمایشگاهی در مورد پارامترهای مؤثّر در شکل ظاهری ایزولاتورهای پلیمری مقایسه شده اند. به‌طور ویژه مقادیر بهینه برای فاصله بین کلاهک‌ها، زاویه آنها، و نسبت بین شعاع آویختگی به فاصله بین چترک‌ها مورد بررسی قرارگرفته اند. برای طرح مسأله به‌طور مشخص ابتدا تابع هدفی با استفاده از یک نمونه برش عمودی (پروفایل) از یک ایزولاتورپلیمری موجود در منابع معتبر مشخص گردید. سپس با لحاظ نمودن توصیه‌های استاندارد IEC، محدودیت‌های لازم نیز اضافه شد. پس از استخراج بهترین جواب‌ها، در نهایت نیز از یک شبیه‌سازی کامپیوتری بر مبنای روش المان محدود "FEM" برای نشان دادن میزان کاهش جریان نشتی و شدت میدان الکتریکی ناشی از کاربرد طرح پیشنهادی استفاده گردید.

واژه های کلیدی : پارامترهای پوسته، ایزولاتورهای پلیمری، بهینه‌سازی، زاویه چترک‌ها، تابع هدف

۱- مقدمه

جوامع مدرن امروزی قویاً به منابع انرژی قابل اطمینان وابسته می باشند. ایزولاتورها برای سالیان متمادی به‌منظور عایق نمودن پایه‌های خطوط انتقال انرژی و یا ادوات پست ها از هادی‌ها در صنعت برق به‌کار رفته‌اند. انواع مختلف ایزولاتورها که عمدتاً از موادی مانند شیشه، پرسلین و پلیمر ساخته‌شده‌اند تاکنون مورد استفاده بوده‌اند. امروزه ایزولاتورهای پلیمری به‌علت ضد آب بودن سطوح آنها و سهولت در نصب و سبکی و مزایای دیگر کاربرد وسیع‌تری پیدا نموده‌اند[۳-۱].

یکی از مسائل جدی در عملکرد ایزولاتورهای قابل نصب در فضای آزاد مشکل انباشت آلودگی به‌خصوص در محیط‌های صنعتی و ساحلی بر روی پوستهٔ آنها می‌باشد. آلودگی همراه با رطوبت سبب تشکیل یک لایه هادی روی مقره شده و موجب جاری شدن جریان نشتی و بروز تخلیه جزئی و سپس تخلیه کلی می‌گردد، که ممکن است در نهایت منجر به شکست عایقی شود[۴].

کوشش‌های بسیاری در راستای کم کردن جریان نشتی و بالابردن ولتاژ تخلیه ایزولاتورها صورت گرفته که پوشش دادن آنها با مواد

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.2.5.9]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11 -No. 2- Summer 2022

سیلیکونی نرم با هدف افزایش آب گریزی سطوح برای نوع پرسلینی و طرح‌دار نمودن پوسته و یا بهینه نمودن نسبت قطر چترک‌ها به فاصله بین آنها از راه تست‌های آزمایشگاهی از آن جمله می‌باشند[۷-۵].

طراحی پوسته و شکل ظاهری ایزولاتورهای پلیمری تأثیر اساسی برطول عمر و مقاومت آنها در مقابل جریان نشتی دارد[۸]. تأثیر این پارامترها بر مقاومت کلی پوسته این‌گونه ایزولاتورها به‌طور مفصل در [۹]و[۱۰] بررسی شده است. همچنین روش بهینه‌سازی در [۱۱] و[۱۲] و[۱۳] براساس الگوریتم Particle Swarm Optimization (PSO) و روش «FEM» و نرم افزار comsol مورد توجه قرار گرفته است.

در این مقاله ضمن ارائه یک مدل ریاضی و استخراج بهترین پارامترها برای بهینه‌سازی برای انواع ایزولاتورها، دو فاکتور زاویه بال‌ها (کلاهک‌ها) و فاصله بین آنها که تغییرآنها مستلزم تغییر عمده در مواد به‌کار رفته نمی باشد، به‌عنوان نامزدهای اصلی جهت بهینه‌سازی در مورد مقره‌های خطوط انتقال انتخاب گردیده‌اند. سپس تابع هدفی بر مبنای خطی‌سازی روابط برآمده از هندسه و شکل ایزولاتورهای پلیمری خطوط انتقال معرفی شده‌است. باتوجه به رزیستیو بودن پوسته آلوده وتر و توزیع تقریباً خطی پتانسیل که از خروجی‌های اکثر شبیه‌سازی انجام شده با نرم افزارهای بر پایه «FEM» قابل مشاهده است، خطی بودن مدل مذکور کاملاً توجیه‌پذیر است[۱۴و۱۵].

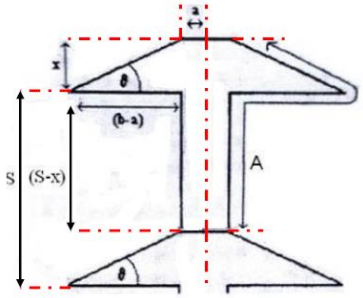
در گام آخر جواب‌های بهینه مسأله استخراج شده[۱۶و۱۷] و مقادیری برای زاویه و فاصله بین چترک‌ها و نسبت بین قطر آنها به فاصله‌گذاری بهنیه با در نظر گرفتن محدودیت‌های استاندارد IEC:60850-3 به‌دست آمده‌اند[۱۸و۱۹]. جواب‌های به‌دست آمده نیز با نتایج تست‌های آزمایشگاهی و روش شبیه‌سازی مقایسه و اعتبارسنجی شده‌اند.

۲- روش مدل‌سازی

اثر پارامترهای شکل ظاهری یک ایزولاتور پلیمری فرضی مانند قطر و زاویه کلاهک‌ها و قطر ستون اصلی بر مقاومت آن در مقابل جریان نشتی به‌صورت رابطه زیر پیشنهاد شده است.

$$R_t = k\left[\mathrm{L}/\mathrm{a} + \frac{1+\cos\theta}{\cos\theta}\left(1 - b/a + Ln\frac{b}{a}\right)\right] \qquad (1)$$

که در آن $k = (2\pi t\delta)^{-1}$ ، t ضخامت آلودگی و δ ضریب هدایت لایه آلوده‌کننده بوده، همچنین a قطر ستون و b شعاع کلاهک ایزولاتور فرض شده‌اند[۹].



شکل (۱): هندسه پایه یک ایزولاتورپلیمری

برای بهینه کردن شکل ظاهری ایزولاتورهای خطوط انتقال که موضوع اصلی این مطالعه است، باتوجه به شکل (۱) می‌توان نوشت:

$$A = (S - x) + (b - a) + [(b-a)^2 + x^2]^{1/2} \qquad (2)$$

از طرفی

$$x = (b-a)\tan\theta \qquad (3)$$

باتوجه به کوچک بودن زاویه θ و صرفنظر نمودن از توان دوم مقدار کوچک x در رابطه (۲) خواهیم داشت :

$$A = [S - (b-a)\theta] + 2(b-a) \qquad (4)$$

در رابطه فوق S فاصله بین دو چترک و A بیانگر مسیر طی شده به‌وسیله جریان نشتی می‌باشند.

۳- جواب‌های بهینه در مورد ایزولاتور نمونه

با درنظرگرفتن رابطه (۴) به‌عنوان تابع هدف و محدودیت‌های گفته شده در استاندارد IEC-60850-3 یعنی $5^\circ \le \theta \le 25^\circ$ و $20^{mm} \le S \le 50^{mm}$ ، مسأله بهنیه‌سازی برای هر ایزولاتور نمونه با معلوم بودن مقادیر a و b حل شده و بهترین مقدار برای فاصله‌گذاری‌ها و زاویه چترک‌ها، برای بیشترین و کمترین فاصله خزشی بدست خواهد آمد. به‌عنوان مثال برای ایزولاتوری با مشخصات زیر $b=39^{mm}, a=16^{mm}$ با ولتاژ نامی 11kv مسأله به‌صورت زیر طرح می‌گردد:

$$Min: A = S - 23\theta + 46$$

به‌شرطی که: $20^{mm} \le S \le 50^{mm}$

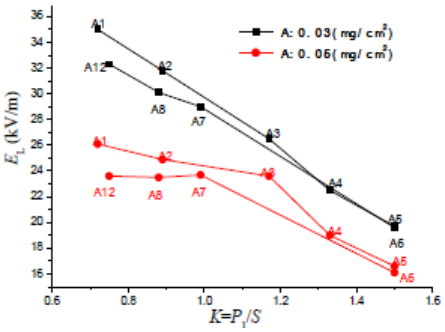
$$0.0872 \le \theta \le 0.436(rad)$$

که بهترین جواب $\theta = 0.436^{rad}$ و $S = 20^{mm}$ برای کمترین فاصله خزشی به‌دست خواهد آمد. مقدار A نیز برابر $A = 55/972^{mm}$ ثبت گردید. برای مقادیر فوق نسبت (b-a) یا همان طول بال به طول فاصله‌گذاری برابر $K = (b-a)/S = P/S = \frac{23}{20} = 1.15$ می‌گردد که به مقدار بهینه‌ای که برای ایزولاتورهای ثابت پلیمری در شدت آلودگی $0.5mg/cm$ از راه آزمایش در [۷] به‌دست آمده بسیار نزدیک می‌باشد. به‌عبارت دیگر

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.2.5.9]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11 -No. 2- Summer 2022

با یافتن بهترین مقدار برای $k=\frac{P_1}{S}$ که درآن P_1 طول بال (b-a) و S فاصله گذاری می‌باشد، (از هر دو راه تقریباً یک عدد به‌دست آمده) بنابر تست‌های آزمایشگاهی و طبق روش بالا مطمئن می‌شویم که بالاترین مقدار را برای ولتاژ شروع تخلیه جزئی و تخلیه سطحی (کلی) خواهیم داشت (شکل ۲). عدد فوق را می‌توان به‌عنوان یک معیار اولیه برای انتخاب ایزولاتورهای پلیمری مناسب در نظر گرفت.



شکل (۲):رابطه بین E_L,K(ولتاژ جرقه برای هر واحد فاصله خزشی)[۷]

از طرف دیگر اگر برای افزایش جزئی فاصله خزشی محدودیتی نداشته باشیم، مسأله فوق را می‌توان برای حداکثر مقدار (A) و طبعاً بیشترین مقدار مقاومت R حل نموده و جواب‌های آن را به‌دست آورد.

$$Max: L = S - ۲۳\theta + ۴۶$$

به‌شرطی که

$$\begin{cases} ۲۰^{mm} \le S \le ۵۰^{mm} \\ ۰.۰۸۷۲ \le \theta \le ۰.۴۳۶(rad) \end{cases}$$

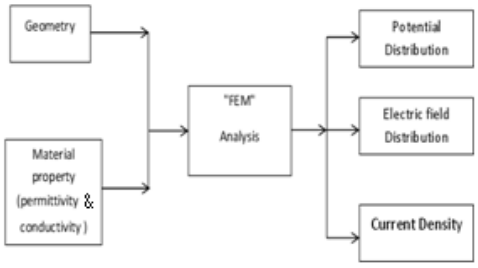
که جواب بهینه در این حالت

$S = ۵۰mm$ و $\theta = ۰.۰۸۷۲, A = ۹۳.۹۹۴mm$ (رادیان)

خواهد بود .

باتوجه به رابطه (۱) و بسط ریاضی Lnb/a (رابطه۵)، برای مقره‌های ثابت پست‌ها که عموماً رابطه (۶) برای آنها برقرار است جمله دوم داخل پرانتز در رابطه (۱) حذف شده و بنابراین مقدار زاویه θ اثر چندانی بر مقاومت پوسته نداشته و فاکتور تعیین‌کننده در این زمینه مقدار A و مقدار S و نسبت $k=\frac{P_1}{S}$ است که در بالا بردن ولتاژهای شروع تخلیه و پائین آوردن جریان نشتی اثر تعیین‌کننده دارد .

شبیه‌سازی کامپیوتری بر مبنای روش المان محدود نیز برای مشاهده کمیت کاهش جریان نشتی و شدت میدان الکتریکی در اثر کاربرد طرح پیشنهادی در مقایسه با طرح اصلی نیز انجام گرفت. فلوچارت ورودی ـ خروجی این شبیه‌سازی درشکل(۳) نمایش داده شده است. جدول‌های شماره های ۱و۲ کمیت‌های ورودی و شکل‌های (۴) و (۵) و (۶) نتایج شبیه‌سازی انجام شده را نشان می‌دهند.



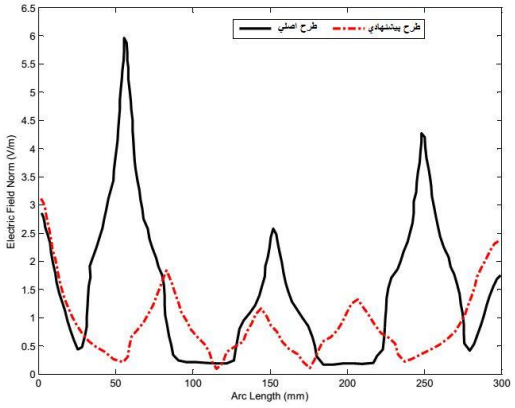
شکل (۳): فلوچارت ورودی ـ خروجی نرم افزار شبیه‌ساز

جدول (۱): هندسه و مشخصات فنی ایزولاتور (طرح اصلی)

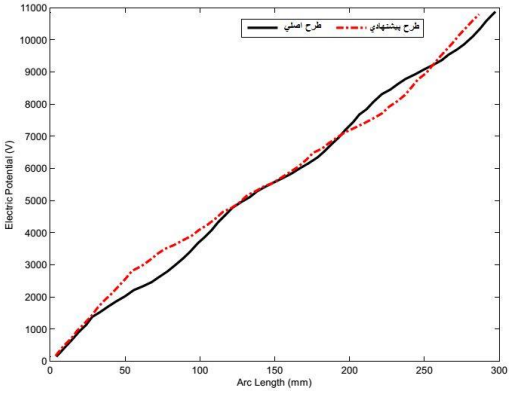
Parameters	Values
Rated voltage	11(kv)
No.of sheds	3
Creepage distance	335(mm)
Arcing distance	155(mm)
Spacing	50(mm)

جدول(۲): مشخصات موارد بکار رفته و آلودگی روی ایزولاتور

Material	Relative permittivity	Conductivity(S/m)
Forged steel	1	$5\text{-}9\times10^{7}$
Air	1	1×10^{-13}
Silicon Rubber	4.3	1×10^{-12}
Fiber Reinforced Plastic(FRP) core	7.2	1×10^{-12}
Pollution layer	81	0.193

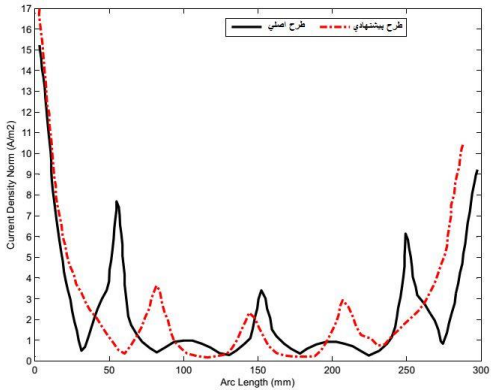


شکل (۴): توزیع شدت میدان در طرح اصلی و طرح پیشنهادی



شکل (۵): توزیع پتانسیل در طرح اصلی و طرح پیشنهادی

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.2.5.9]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11 -No. 2- Summer 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]



شکل (۶): دانسیته جریان نشتی در طرح اصلی و طرح پیشنهادی

۱-۳-بهینه‌سازی ایزولاتورهای پست‌ها

با استفاده از بسط تیلور [۱۹] برای جمله Lnb/a خواهیم داشت:

$$Ln(b/a) = (b/a - 1) - \frac{1}{2}(b/a - 1)^2 + \frac{1}{3}(b/a - 1)^3 + \dots \quad (۵)$$

$$0 < b/a < 2 \quad (۶)$$

با صرفنظر کردن از جملات غیر خطی که حذف آنها باتوجه به توزیع یکنواخت ولتاژ در طول فاصله خزشی و رزیستیو بودن امپدانس ایزولاتور در صورت وجود آلودگی و رطوبت (که در اکثر قریب به اتفاق شبیه-سازی‌ها بانرم‌افزارهای مبتنی بر FEM [۲۰] قابل مشاهده است) توجیه‌پذیر می‌باشد در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$R_t = k\{\frac{L}{a} + \frac{1+\cos\theta}{\cos\theta}[1 - \frac{b}{a} + (\frac{b}{a} - 1) + \dots]\} \approx k.\frac{L}{a} \quad (۷)$$

به‌عبارت دیگر برای ایزولاتورهائی که در آنها نسبت طول آویز به قطر ستون اصلی کمتر از دو می‌باشد (اکثر ایزولاتورهای قابل نصب در پست-های فشار قوی از این نوع می‌باشند) در حین آلودگی و باوجود رطوبت نمی توان از راه بهینه نمودن رابطه (۱)، به نتیجه رسید و در این شرایط و برای این نوع مقره‌ها رابطه فوق بصورت $R_t = K.\frac{L}{a}$ درخواهد آمد.

همان‌گونه که در مرجع شماره [۷] آمده است در مورد ایزولاتورهای پست‌ها بهترین راه برای بهینه نمودن شکل ظاهری آنها انجام آزمایش-های متعدد و به‌دست آوردن بهترین مقادیر برای قطر کلاهک‌ها، فاصله بین آنها و به‌خصوص نسبت بین قطرآنها به فاصله‌گذاری می‌باشد .

۴-نتیجه‌گیری

امکان بهینه‌سازی شکل ظاهری ایزولاتورهای پلیمری در شرایط آلودگی با هدف کم نمودن جریان نشتی مورد بررسی قرار گرفت . نتیجه تحقیق نشان داد که در هر نوع از ایزولاتورها برحسب کاربرد و محل نصب آنها (در پست و یا در خطوط انتقال) پارامترهای خاصی بهترین گزینه برای بهینه‌سازی می‌باشند. با تمرکز بر روی ایزولاتورهای پلیمری خطوط انتقال دو پارامتر زاویه و فاصله‌گذاری بین کلاهک‌ها که تغییر آنها مستلزم تغییر عمده در مواد تشکیل‌دهنده ایزولاتور نمی‌باشد ضمن رعایت محدودیت‌های استاندارد برای بهینه‌سازی در نظرگرفته شدند. براین اساس روش جدیدی برای بهینه‌سازی مقادیر فوق پیشنهاد گردید. در نهایت نیز جواب‌های بدست آمده از این روش با نتایج گزارش شده از تست‌های آزمایشگاهی موجود در منابع و شبیه‌سازی کامپیوتر اعتبارسنجی گردید. بنابراین بر مبنای مطالعه حاضر، جریان نشتی و شدت میدان با به‌کارگیری طرح پیشنهادی به‌میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد یافت.

مراجع

[1] S.M.Gubanki, "*Modern outdoor Insulation Concern and challenges*", IEEE Eloctrical insulation Magazine Vol.21, No.6, PP.5-11, 2005.

[2] D.Pylarinas, K.Siderakis, E.Thalassinakis, "*comparative investigation of Sithcon Rubber composite and room temperature Vulcanized coated glass insulators installed in coastal overhead Transmission lines*" , IEEE Insulation magazine, Vol.31, No.2, March 2015.

[3] K.Raysuri, A.Gupta, Y.Anand, S.Anand, "*Porcelain Versus Polymer- A changing Era in Transmission Lines*", Researchgate.net, June 2015

[4] E.O.Abdelaziz, M.Javoronkov, C.Abdelaziz, G.Fethi, B.Zohra, "*Prevention of the interruptions due to the phenomena of the electric insulators pollution*", In:IEEE First International Symposium on control, communication and signal processing, Tunisia, PP.251-259, 2004

[5] X.Jiang, J.Ma, Z.Zhang, J.Hu, "*Effect of Hydrophobicity Coating on insulators' icing and DC flashover performance of iced insulation*", IEEE Trans. Dielectr. Electr. Ionsul. Vol.17, No.2, PP.351-359, April2010.

[6] A.Haddad, R.T.Waters, H.Griffiths, K.Chrzan, N.Harid, P.Sarkar, P.Charalampidis, "*A New Approach to Anti-fog Design for Polymeric insulators*", IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul. Vol.17, No.2, PP.343-350, April2010.

[7] L.Li, Y.Gu, Y.Hao, Y.Xue, G.Xiong, L.Yang, F.Zhang, "*Shed parameters Optimization of composite Post insulators for UHVDC flashover Voltages at High Altitudes*", IEEE Trans.Dielectr. Electr. Insul. Vol.22, No.1, 2015

[8] T.Tanahashi, S.Ishikawa, et.al., "*Effect of insulator configuration on Aging Deterioration of polymer insulators*" , 2011 Electrical Insulation conference, Annapolis, Maryland, PP.102-105, June2011.

[9] H.M.Young, A.Hadad, A.R. Rowlands, R.T.Waters, "*A Simplified model to study Current distribution on polluted insulators with reference to IEC 518*" , International Power Ergineering conference (IPEC 99), PP. 304-309, Singapore, 1999.

[10] M.A. Douar, A.Beroual, Xavier Souche, "*Ass of the resistance to Tracking of Polymers in cl Salt – fog due to flashover arcs and partial dis*

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.2.5.9]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11 -No. 2- Summer 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

degrading conditions on one insulator model", IET Generation, Transmission & Distribution, Vol.10, ISSue.4, PP.986, 2016.
[11] El-Sayed M.El-Refaie, M.K.AbdElrahman, M.Kh.-Mohamed, "*Electric field distribution of optimized composite insulator profiles under different pollution conditions*", Ain-shams Engineering Journal, Vol.9, PP.1349-1356, 2018.
[12] El-Sayed M.El-Refaie, M.K.AbdElrahman, M.Kh.-Mohamed, "*Composite Insulators Profile Optimization Using Particle Swarm Optimization (PSO) Algorithm and Finite Element Method*", The 19 th International Symposium on High Voltage Engineering, Pilsen, Czech Republic, Aug13-28, 2015.
[13] K.Patel, B.R.Parekh, "*Design optimization of polymer Insulators to redice the leakage current*", International journal for research in APPlied Science & Engineering technology (IJRASET), Vol.7, ISSU.5, PP2270-2276, May2019.
[14] N.A Othman, M.A.M.Piah, Z.Adzis, H.Ahmad, N.A. Ahmad, "*Simulation of Voltage and Electric field Distribution for contaminated Glass Insulators*", 2013 IEEE- Student conference on Research and Development (SCORED), December 2013, Putrajaya, Malaysia.
[15] A.Arshad, A.Nekahi, S.G Mekeen, M.Farzaneh, "*Effect of pollution Severity on Electric Field Distributiob along a polymeric Insulator*", 2015 IEEE 11 th International conference on the properties and application of Dielectric materials (ICPADM), pp.612-615, 2019.
[16] H.Taha, "*operation Research*", 6th.ed, Macmillan Publishing Inc, N.Y., 1986.
[17] M.J.Best, "*Protfolio Optimization Course Notes*" Dept of Combinatories and optimization, university of waterloo, 1998.
[18] International Electrotechnical commission (IEC Standard) 60815, "*Selection and Dimensioning of High Voltage insulators intended for use in Polluted conditions*" IEC Press, Geneva, Switzerland, 2008.
[19] International Electrotechnical Commission (IEC Standard) 60507, "*Artifical Pollution Test on High Voltage insulators to be used on AC systems*", IEC Press, Geneva, Switzerland, 1991.
[20] E.Kreyszic, "*Advanced Engineering Mathematics*", J.Wiely & Sons, 1988.
[21] M.N.O.Sadiku, "*Numerical Techniques in Electromagnetics*", CRC Press, 2009.

رزومه



یدالله شفیعی در ازنا لرستان متولد شده است (۱۳۲۷). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق-قدرت در دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک) (۱۳۴۹)، کارشناسی ارشد مهندسی برق-قدرت در دانشگاه پنسیلوانیا (۱۳۵۶) سپری کرده است و در حال حاضر دانشجوی دوره دکترا در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک می‌باشد.



فرامرز فقیهی در لارستان متولد شده است (۱۳۵۷). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق -قدرت از دانشگاه تهران (۱۳۷۹)، کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه امام حسین(۱۳۸۱) و دکتری مهندسی برق-قدرت از دانشگاه علم و صنعت ایران(۱۳۸۷) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ادواتFACTS ، کیفیت توان، و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت است و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات می‌باشد.



امیر حسین سالمی در اراک متولد شده است (۱۳۴۵). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه صنعتی شریف (۱۳۶۸)، کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه صنعتی امیر کبیر(۱۳۷۳) و دکتری مهندسی برق-قدرت از دانشگاه صنعتی امیر کبیر (۱۳۸۳) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه NDT، الکترومغناطیس، پردازش سیگنال‌ها در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک می‌باشد.



حسین حیدری در گرمسار متولد شده است (۱۳۳۷). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی الکترونیک قدرت در دانشگاه Loughborough انگلستان (۱۹۸۵)، کارشناسی‌ارشد مهندسی برق در همان دانشگاه (۱۹۸۷) و دکترای مهندسی برق در دانشگاه ویلز انگلستان (۱۹۹۳) سپری نموده است و در حال حاضر دانشیار گروه برق دانشگاه علم و صنعت می‌باشد. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ملاحظات سازگاری الکترومغناطیسی در سیستم‌های قدرت، محدودکننده‌های جریان خطا و کاربرد ابر رسانه‌ها در سیستم‌های قدرت می‌باشد.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11 -No. 2- Summer 2022
[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.2.5.9]

Developing a mathematical model to optimize polymeric insulators configuration in order to minimize leakage current under polluted conditions.

Yadollah shafiei[1], Faramarz Faghihi[2*], Amir Hossein Salemi[3], Hossein Heydari[4]

1- PhD. Candidate- Department of Electrical Engineering, Arak branch, Islamic Azad University, Arak, Iran
*2- Assistant Professor- Department of Electrical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad university, Tehran, Iran, Faramarz.Faghihi@srbiau.ac.ir
3- Assistant professor- Department of Electrical Engineering, Arak Branch, Islamic Azad university, Arak, Iran
4- Associate professor- Department of Electrical Engineering university of Science and Technology of Iran, Tehran, Iran

Abstract: Outdoor insulators are usually exposed to air pollution and severe weather conditions. Therefore, studying the discharge characteristics of insulators in such conditions is manditory. Optimization of polluted composite insulators shed parameters to minimize leakage current and electric field inlensity is the subject of this paper.Validity of the results extracted from a mathematical optimization model has been checked by experimental out comes to obtain reliable values for effective parameters. In particular, optimal values for shed spacing, shed angle, and the ratio of shed overhang to shed spacing have been investigated. Inorder to reach the above- mentioned goals, an optimization tool was implemented. To set up the problem, an objective function was developed, using an existing profile for a polymeric insulator in literature. Consequently, the constraints, recommended by IEC standard were added to the model. Finally, a computer simulation was performed, based on finite elements method ((FEM)) to visualize leakage current and electric field intensity reduction, resulted from the proposed design.

Keywords: shed parameters, polymeric insulators, optimization, objective function, shed angle, shed spacing

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1401.11.2.5.9]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 11 -No. 2- Summer 2022