

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری
STES



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی
بین المللی و
ترند های جستجو

تأثیر شکم خط در محاسبه توزیع میدان الکتریکی در اطراف خطوط انتقال فشار قوی

محسن پوررفیع عربانی
شرکت سهامی خدمات مهندسی برق
(مشانیر)

بابک پرکار
دانشکده مهندسی برق
دانشگاه صنعتی شریف

مونا قاسمی
دانشکده فنی
دانشگاه شاهد

واژه‌های کلیدی: شکم خط، توزیع میدان الکتریکی، خطوط انتقال

۱- مقدمه

محاسبه و اندازه‌گیری میدانهای منتجه از خطوط انتقال نیرو یکی از موضوعات تحقیقی مهم در سالهای گذشته بوده است [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. تحقیقات انجام گرفته در مورد اثرات بیولوژیک میدانهای الکتریکی و مغناطیسی منتجه از خطوط انتقال نشان می‌دهد که تنها در معرض قرارگرفتن طولانی مدت میدانهای مغناطیسی منتجه از خطوط انتقال و در صورتی که مقدار آن از مقدار آستانه مجاز تعیین شده بیشتر باشد خط ابتلاء به سرطان را افزایش می‌دهد و در مقابل میدانهای الکتریکی خطری را به لحاظ افزایش ریسک ابتلاء به سرطان (که عمده نگرانیهای اثرات بیولوژیک میدانهای منتجه از خطوط انتقال نیرو را شامل می‌گردند) ایجاد نمی‌کند. در این مورد مرجع [12] مروری دقیق و جامع از تحقیقات به عمل آمده ارائه می‌دهد.

چکیده

روشهای معمول برای محاسبه توزیع میدانهای الکتریکی منتجه از خطوط انتقال فرض می‌کنند که خطوط انتقال موازی با زمین مسطح می‌باشند. تأثیر شکم خط صرفنظر گردیده یا با درنظرگرفتن ارتفاع متوسط که با توجه به ارتفاع ماکزیمم و مینیمم خط از سطح زمین تعریف می‌گردد، لحاظ می‌گردد. در این مقاله ضمن توسعه روابط برای محاسبه میدانهای الکتریکی بدون درنظرگرفتن شکم خط، روشی برای محاسبه دقیق توزیع میدانهای الکتریکی در اطراف خطوط انتقال با درنظرگرفتن شکم خط ارائه گردیده است. نتایج محاسبات انجام شده با نرم افزار تهیه شده نشان می‌دهد که شکم خط تأثیرقابل توجهی را در توزیع میدان الکتریکی در اطراف خطوط انتقال فشار قوی خواهد داشت.

#

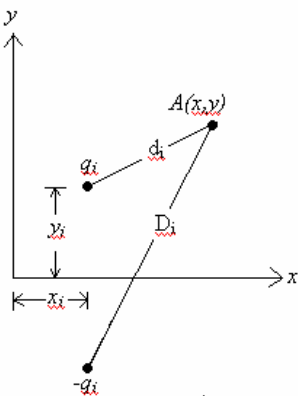
$$E_{y,a} = E_a \sin \theta = \left(\frac{q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{y - y_i}{d_i^2} \right) \quad (4)$$

بطور مشابه شدت میدان الکتریکی ناشی از بار تصویر $-q_i$ برابر است با:

$$E_{x,-a} = E_{-a} \cos \theta = \left(\frac{-q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{x - x_i}{D_i^2} \right) \quad (5)$$

$$E_{y,-a} = E_{-a} \sin \theta = \left(\frac{-q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{y + y_i}{D_i^2} \right) \quad (6)$$

$$E_{x,a} = E_a \cos \theta = \left(\frac{q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{x - x_i}{D_i^2} \right) \quad (7)$$



شکل (۱): بار و تصویر آن نسبت به صفحه زمین هادی

مؤلفه‌های افقی و عمودی منتجه کلی ناشی از بار q_i و تصویر آن برابر خواهند بود با:

$$E_{x,a} = \left(\frac{q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{x - x_i}{d_i^2} - \frac{x - x_i}{D_i^2} \right) \quad (8)$$

$$E_{y,a} = \left(\frac{q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{y - y_i}{d_i^2} + \frac{y + y_i}{D_i^2} \right) \quad (9)$$

همین روش را می‌توان برای فازهای دیگر نیز انجام داد. در نتیجه مؤلفه‌های افقی و عمودی منتجه کل ناشی از یک سیستم n فازه برابر خواهد بود با:

$$\vec{E}_x = \vec{E}_{x_a} + \vec{E}_{x_b} + \dots \quad (10)$$

$$\vec{E}_y = \vec{E}_{y_a} + \vec{E}_{y_b} + \dots \quad (11)$$

با توجه به مختلط بودن بار فازها، متعاقباً مؤلفه‌های افقی و عمودی منتجه نیز کمیتی مختلط بوده و می‌توان آنها را به فرم زیر بیان نمود:

اما کروناى منتجه از خطوط انتقال EHV و UHV که اثرات خود را به صورت تلفات کرونا، نویز صوتی و تداخلات رادیویی نشان می‌دهد، متأثر از شدت میدان الکتریکی در سطح هادی خط می‌باشد. شدت میدان الکتریکی هم وابسته به آرایش خط می‌باشد. از طرفی محاسبه مقدار دقیق شدت میدان الکتریکی منتجه از خطوط، تعیین دقیق مقدار ولتاژ و جریان القایی در تجهیزات اطراف خطوط انتقال و انجام تمهیدات مقتضی و به صرفه و رعایت حریم مجاز را نتیجه خواهد داد. همچنین با محاسبه دقیق میدان الکتریکی منتجه از خطوط انتقال می‌توان حریم خطوط انتقال را با توجه به میدان الکتریکی که بر اساس قانون مصوب حریم برای کشور ما 5Kv/cm می‌باشد، بطور دقیق محاسبه نمود. در [13] میدانهای مغناطیسی با در نظر گرفتن شکم خط، بطور دقیق محاسبه گردید و در این مقاله روشی برای محاسبه دقیق میدانهای الکتریکی منتجه از خطوط انتقال فشار قوی با در نظر گرفتن شکم خط ارائه می‌گردد. نتایج محاسبات با نرم افزار تهیه شده نشان می‌دهد که در خطوط فشار قوی که شکم خط قابل ملاحظه می‌باشد، شکم خط تأثیر قابل توجهی را در توزیع میدان الکتریکی در اطراف خطوط انتقال خواهد داشت.

۲- محاسبه میدان الکتریکی بدون در نظر گرفتن شکم خط

شکل (۱) یک بار و تصویر آن را نسبت به صفحه زمین هادی نشان می‌دهد. فرض زمین هادی با توجه به زمان سستی ($\tau = \rho \epsilon$) فوق العاده پایین زمین (0.1 تا 100 ns) در مقایسه با پرید فرکانس قدرت منطقی می‌باشد [14].

با توجه به سیستم مختصات نشان داده شده در شکل (۱)، شدت میدان الکتریکی بار q_i (که در واقع بار خطی خط انتقال قرار گرفته در این نقطه و در راستای محور Z می‌باشد) در نقطه $A(x, y)$ برابر است با:

$$E_a = \left(\frac{q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{1}{d_i} \right) \quad (12)$$

$$d_i^2 = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 \quad (13)$$

مؤلفه‌های افقی و عمودی شدت میدان برابر است با:

$$E_{x,a} = E_a \cos \theta = \left(\frac{q_i}{2\pi\epsilon_0} \right) \left(\frac{x - x_i}{d_i^2} \right) \quad (14)$$

$$E_{ya} = \left(\frac{q_a}{2\pi\epsilon_0} \right) K_a$$

$$= V_m \cdot K_a \left[\begin{array}{l} M_{11} \sin(\alpha + \Phi) + \\ M_{12} \sin(\alpha + \Phi - 120^\circ) + M_{13} \sin(\alpha + \Phi + 120^\circ) \end{array} \right]$$

$$E_{yb} = \left(\frac{q_a}{2\pi\epsilon_0} \right) K_b$$

$$= V_m \cdot K_b \left[\begin{array}{l} M_{21} \sin(\alpha + \Phi) + \\ M_{22} \sin(\alpha + \Phi - 120^\circ) + M_{23} \sin(\alpha + \Phi + 120^\circ) \end{array} \right]$$

$$E_{yc} = \left(\frac{q_a}{2\pi\epsilon_0} \right) K_c$$

$$= V_m \cdot K_c \left[\begin{array}{l} M_{31} \sin(\alpha + \Phi) + \\ M_{32} \sin(\alpha + \Phi - 120^\circ) + M_{33} \sin(\alpha + \Phi + 120^\circ) \end{array} \right]$$

(۱۹)

که عناصر M عناصر ماتریس معکوس ضرایب پتانسیل می‌باشند. دقت داریم که در عمل بار خط در دست نمی‌باشد اما می‌توان از طریق ضرایب پتانسیل که تابعی از آرایش خط می‌باشد، بار خطوط را به ولتاژ آنها (که در دست می‌باشد) مرتبط نمود. آنگاه مؤلفه عمودی کل برابر خواهد شد با:

$$E_y = V_m \left[\begin{array}{l} (K_a M_{11} + K_b M_{21} + K_c M_{31}) \sin(\alpha + \Phi) + \\ (K_a M_{12} + K_b M_{22} + K_c M_{32}) \sin(\alpha + \Phi - 120^\circ) \\ + (K_a M_{13} + K_b M_{23} + K_c M_{33}) \sin(\alpha + \Phi + 120^\circ) \end{array} \right]$$

$$= V_m \left[\begin{array}{l} K_{ya} \sin(\alpha + \Phi) + K_{yb} \sin(\alpha + \Phi - 120^\circ) + \\ K_{yc} \sin(\alpha + \Phi + 120^\circ) \end{array} \right]$$

(۲۰)

و یا به فرم فازوری :

$$E_y = V_m [K_{ya} \angle \Phi + K_{yb} \angle \Phi - 120^\circ + K_{yc} \angle \Phi + 120^\circ]$$

(۲۱)

با تجزیه رابطه (۲۱) به مؤلفه‌های حقیقی و موهومی، دامنه مؤلفه عمودی کل برابر خواهد شد با:

$$E_y = \left[(K_{ya} - 0.5K_{yb} - 0.5K_{yc})^2 + 0.75(K_{yc} - K_{yb})^2 \right]^{1/2} V_m$$

(۲۲)

با ساده‌کردن رابطه (۲۲) مؤلفه عمودی خط مذکور به صورت زیر نتیجه می‌گردد:

$$\vec{E}_x = \vec{E}_{rx} + i\vec{E}_{ix} \quad (۱۳)$$

$$\vec{E}_y = \vec{E}_{ry} + i\vec{E}_{iy} \quad (۱۴)$$

البته روابط فوق را می‌توان در قالب مؤلفه‌های حقیقی و

موهومی بصورت زیر نیز بیان نمود:

$$\vec{E}_r = E_{rx} \vec{u}_x + E_{ry} \vec{u}_y \quad (۱۵)$$

$$\vec{E}_i = E_{ix} \vec{u}_x + E_{iy} \vec{u}_y \quad (۱۶)$$

بنابراین:

$$\vec{E} = (E_{rx} \cos \alpha + E_{ry} \sin \alpha) + j(E_{ix} \cos \alpha + E_{iy} \sin \alpha) \quad (۱۷)$$

که زاویه بردار منتجه با توجه به سطح افق می‌باشد. از (۱۷) نتیجه می‌گردد که در هر نقطه از فضا نوک بردار میدان الکتریکی منتجه روی یک مسیر بیضی حرکت می‌کند. اندازه و جهت محورهای اصلی و کوچک آن را می‌توان با به توان رساندن رابطه (۱۷) و مساوی صفر قراردادن مشتق آن نسبت به α بصورت زیر بدست آورد.

$$\frac{dE^2}{d\alpha} = 0 \Rightarrow \tan^2 \alpha (E_{rx} E_{ry} + E_{ix} E_{iy}) +$$

$$\tan \alpha (E_{rx}^2 - E_{ry}^2 + E_{ix}^2 - E_{iy}^2) -$$

$$(E_{rx} E_{ry} + E_{ix} E_{iy}) = 0 \quad (۱۸)$$

با حل معادله درجه دوم فوق دو جواب بدست می‌آید که با قرار دادن آنها در (۱۷) بردار محورهای اصلی و کوچک بیضی میدان بدست می‌آید. معمولاً میدان منتجه در یک نقطه را همان اندازه نیم قطر اصلی بیضی میدان در نظر می‌گیرند. حال نیم قطر اصلی بیضی میدان الکتریکی را برای یک خط سه فاز تک مداره محاسبه می‌کنیم. با فرض ولتاژهای خط به صورت:

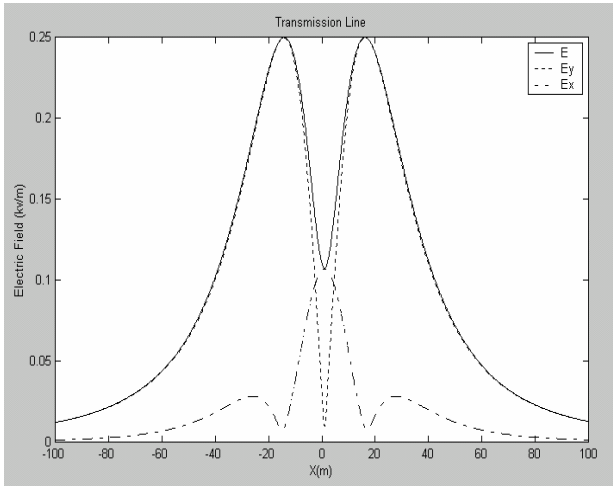
$$[V] = V_m [\sin(\omega t + \Phi), \sin(\omega t + \Phi - 120^\circ), \sin(\omega t + \Phi + 120^\circ)]$$

و با تعریف:

$$J_i = (x - x_i) \left(\frac{1}{d_i^2} - \frac{1}{D_i^2} \right)$$

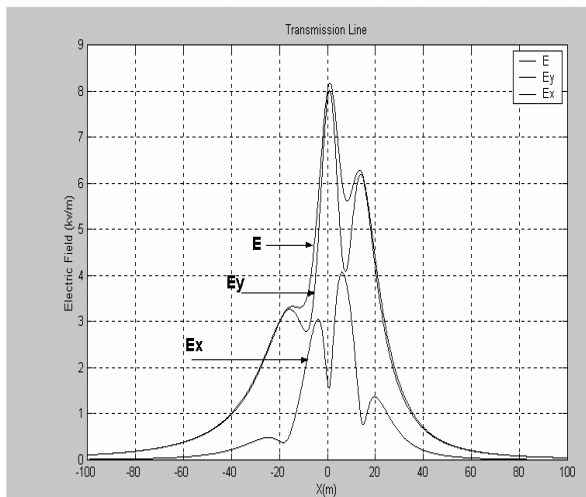
$$K_i = \left(\frac{y - y_i}{d_i^2} - \frac{y + y_i}{D_i^2} \right)$$

رابطه (۱۰) را می‌توان به صورت زیر نوشت:



شکل (۴): مؤلفه‌های افقی، عمودی و کل میدان الکتریکی مربوط به خطوط 132 kv، آرایش افقی، ارتفاع خط از سطح زمین (25.98m) $H=$ ، فاصله‌گذاری بین فازها (S=6.40m)، آرایش باندلها $1*0.0157m$ ، فاصله بین زیر هادیهای در باندل (B=0.45m)، محاسبات در ارتفاع 4m از سطح زمین انجام شده است.

مشخصات مربوط به هر خط در زیر شکلها آورده شده است. نرم‌افزار تهیه شده قابلیت محاسبه میدان خطوط با هر آرایش دلخواه دارد که یک نمونه از آن در شکل (۵) آورده شده است.



شکل (۵): مؤلفه‌های افقی، عمودی و کل میدان الکتریکی مربوط به یک خط 400kv با آرایش دلخواه در مختصات $A(0,10)$, $B(12,12)$, $C(-14,18)$ آرایش باندلها $2*0.0157m$ ، فاصله بین زیر هادیهای در باندل (B=0.45m)، محاسبات در ارتفاع 4m از سطح زمین انجام شده است.

$$E_y = K_y V =$$

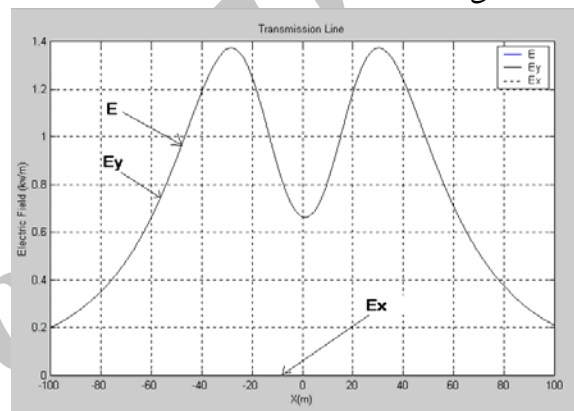
$$(K_{ya}^2 + K_{yb}^2 + K_{yc}^2 - K_{ya}K_{yb} - K_{yb}K_{yc} - K_{yc}K_{ya})^{1/2} V$$

$$K_{ya} = K_a M_{11} + K_b M_{21} + K_c M_{31}$$

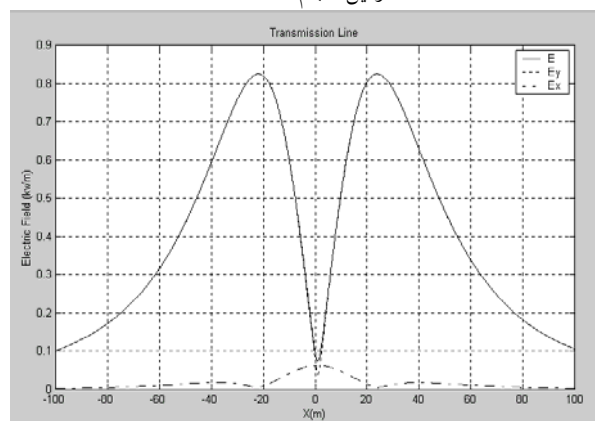
$$K_{yb} = K_a M_{12} + K_b M_{22} + K_c M_{32}$$

$$K_{yc} = K_a M_{13} + K_b M_{23} + K_c M_{33} \quad (23)$$

مؤلفه افقی میدان به روش مشابه فوق و با جایگزینی J بجای K بدست می‌آید. برای محاسبه مؤلفه‌های افقی، عمودی و کل میدان الکتریکی متوجه از خطوط انتقال نرم افزاری تهیه شده است. شکل‌های (۲) تا (۴) نمونه‌هایی از مؤلفه‌های افقی، عمودی و کل میدان الکتریکی بعضی خطوط موجود در ایران را نشان می‌دهند.



شکل (۲): مؤلفه‌های افقی، عمودی و کل میدان الکتریکی مربوط به خطوط 400kv، آرایش افقی، ارتفاع خط از سطح زمین (H=35m)، فاصله‌گذاری بین فازها (S=22.7m)، آرایش باندلها $3*0.0157m$ ، فاصله بین زیر هادیهای در باندل (B=0.45m)، محاسبات برای سطح زمین انجام شده است.



شکل (۳): مؤلفه‌های افقی، عمودی و کل میدان الکتریکی مربوط به خط 400kv، آرایش افقی، ارتفاع خط از سطح زمین (H=35.9m)، فاصله‌گذاری بین فازها (S=10.40m)، آرایش باندلها $3*0.0157m$ ، فاصله بین زیر هادیهای در باندل (B=0.45m)، محاسبات در ارتفاع 1m از سطح زمین انجام شده است.

که:

$$\kappa = \frac{\epsilon_{eq_r} - 1}{\epsilon_{eq_r} + 1} \quad \epsilon_{eq_r} = \epsilon_{2_r} - \frac{i}{2\pi f \epsilon_0 \rho} \quad (28)$$

κ به خاطر مختلط بودن نفوذپذیری زمین معادل، یک فاکتور مختلط می‌باشد. در واقع میدان در هوا، نتیجه میدانهای تولید شده بوسیله منحنی سیم $C_1(\vec{r}')$ و تصویر آن $C_2(\vec{r}')$ می‌باشد. در معادلات مذکور:

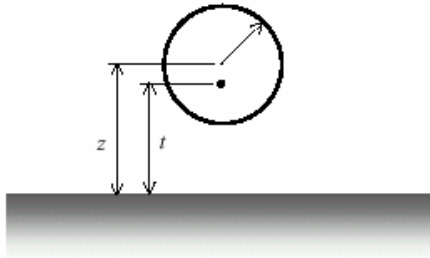
$$R_1 = |\vec{R}_1|, \quad \vec{R}_1 = (x-x')\hat{x} + (y-y'_0)\hat{y} + (z-z')\hat{z}$$

$$R_2 = |\vec{R}_2|, \quad \vec{R}_2 = (x-x')\hat{x} + (y-y'_0)\hat{y} + (z+z')\hat{z}$$

که $z' = z(x')$ از رابطه (۲۴) بدست می‌آید و موقعیت ثابت هادی تک سیمه روی محور y می‌باشد. این پارامتر امکان در نظر گرفتن هادی بیشتر در یک خط n فاز را فراهم می‌کند.

در فرکانس قدرت قسمت موهومی رابطه (۲۸) به لحاظ دامنه، پنج تا شش برابر قسمت حقیقی بوده $\kappa \rightarrow$ که همان نتیجه تئوری تصویر معمول را خواهند داد.

رابطه (۲۸) میدان الکتریکی ناشی از یک هادی تک سیمه را با چشم‌پوشی از شعاع هادی نتیجه می‌دهد. هنگامی که یک هادی استوانه‌ای با شعاع a در نظر گرفته شود آنگاه می‌توان آن را با یک بار خطی قرار گرفته در موقعیت $t = \sqrt{z^2 - a^2}$ مطابق شکل (۷) جایگزین نمود.



شکل (۷): آرایش یک هادی استوانه‌ای قرار گرفته در بالای زمین

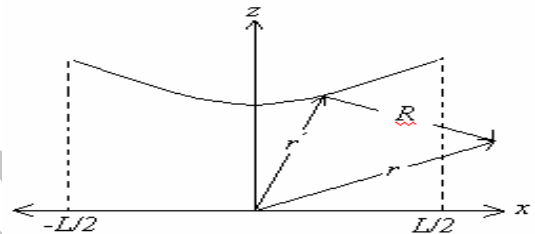
۳- محاسبه میدان الکتریکی با در نظر گرفتن شکم خط

در این قسمت روشی دقیق برای محاسبه توزیع میدان الکتریکی منتهی از خطوط انتقال نیرو با در نظر گرفتن شکم خط ارائه خواهد شد. آرایش هندسی مسأله در شکل (۶) نشان داده شده است که با توجه به سیستم مختصات نشان داده شده معادله سیم آویخته به صورت زیر نتیجه می‌گردد:

$$z' = z(x') = h + 2\alpha \sinh^2\left(\frac{x'}{2\alpha}\right) \quad (24)$$

که h ارتفاع مینیمم خط در وسط اسپن، H ماکزیمم ارتفاع خط در محل برجها و L طول اسپن می‌باشد. از حل شرایط مرزی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$2\frac{H-h}{L}u = \sinh^2(u) \quad u = \frac{L}{4\alpha} \quad (25)$$



شکل (۶): آرایش هندسی خط با در نظر گرفتن شکم خط

میدان الکتریکی ناشی از یک خط تک سیمه برابر است با:

$$\vec{E}(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{C(r')} \lambda(r') \frac{\vec{R}}{R^3} dl' \quad (26)$$

چگالی بار خطی بوده که به ولتاژ الکتریکی هادی خط بستگی دارد. انتگرال مذکور $C(\vec{r}')$ منحنی محاسبه می‌گردد $R = |\vec{R}| = |\vec{r} - \vec{r}'|$ که موقعیت یک نقطه روی منحنی و r موقعیت نقطه‌ای در فضا می‌باشد که می‌خواهیم میدان را در آن نقطه محاسبه کنیم. آنگاه با توجه به تئوری تصویر میدان منتهی از رابطه (۲۶) به صورت زیر اصلاح می‌گردد:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_{C_1(\vec{r}')} \lambda(\vec{r}') \frac{\vec{R}_1}{R_1^3} dl'_1 - \frac{\kappa}{4\pi\epsilon_0} \int_{C_2(\vec{r}')} \lambda(\vec{r}') \frac{\vec{R}_2}{R_2^3} dl'_2 \quad z \geq 0 \quad (27)$$

$$I_4 = \int_{-u_0}^{u_0} \frac{[(x-2\alpha u)\hat{x} + (y-y'_0)\hat{y} + (z+z')\hat{z}]\cosh(2u)du}{[(x-2\alpha u)^2 + (y-y'_0)^2 + (z+z')^2]^{3/2}} \quad (35)$$

$$z' = h + 2\alpha \sinh^2(u) \quad u_0 = L/4\alpha: \text{که}$$

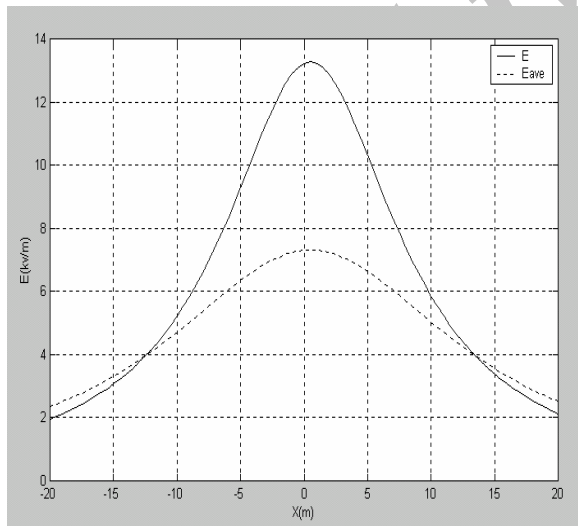
حال با استفاده از روابط منتهجه تأثیر شکم خط را در توزیع میدان الکتریکی در اطراف خط انتقال مورد بررسی قرار می‌دهیم. برای این منظور برنامه کامپیوتری در محیط MATLAB و به صورت m فایل تهیه شده است.

شکل‌های (۸)، (۹) و (۱۰) پروفیل‌های دامنه میدان الکتریکی منتهجه و مؤلفه‌های آنها در دو حالت را با در نظر گرفتن شکم خط و بدون در نظر گرفتن شکم خط (فرض هادی مستقیم) در اطراف یک خط انتقال نوعی و در سطح زمین با استفاده از برنامه کامپیوتری تهیه شده نشان می‌دهد.

برای محاسبه میدان الکتریکی بدون در نظر گرفتن شکم خط و با فرض هادی مستقیم، ارتفاع خط برای محاسبه میدان الکتریکی، ارتفاع متوسط و به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود [14]:

$$H_{av} = H - (2/3)S \quad (36)$$

که H ارتفاع ماکزیمم خط در محل برج و S شکم خط می‌باشد که در محاسبات منحنی‌های زیر نیز از آن استفاده شده است.



شکل (۸): پروفیل میدان الکتریکی با در نظر گرفتن و بدون

در نظر گرفتن شکم خط 400kv، طول اسپین 400m، ارتفاع خط در وسط اسپین 8.5m، ارتفاع خط در محل برجه 25.65m، شکم خط 17.15m، Eavg: محاسبه میدان با در نظر گرفتن خط مستقیم قرار گرفته در ارتفاع متوسط رابطه (۳۶)

اما برای خطوط انتقال هوایی با توجه به اینکه $\ll z$ ، با تقریب قابل قبولی می‌توان هادی واقعی را در محل محورهایشان در نظر گرفت.

حال برای بدست آوردن $\lambda(\vec{r}')$ کافی است از ولتاژ خط، با توجه به رابطه زیر استفاده نماییم:

$$V(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\int_{C_1(\vec{r}')} \frac{\lambda(\vec{r}')}{R_1} dl'_1 - \int_{C_2(\vec{r}')} \frac{\lambda(\vec{r}')}{R_2} dl'_2 \right] \quad z \geq 0 \quad (29)$$

در این محاسبات فرض می‌گردد که چگالی بار در طول خط ثابت می‌باشد.

$$x=0, y=y'_0, z=h-a \Rightarrow V=V_0 \text{ برای}$$

آنگاه خواهیم داشت:

$$\lambda = \frac{2\pi\epsilon_0 V_0}{I_1 - I_2} \quad (30)$$

که:

$$I_1 = \int_0^{L/4\alpha} \frac{\cosh(2u)du}{\sqrt{u^2 + [a/2\alpha + \sinh^2(u)]^2}} \quad (31)$$

$$I_2 = \int_0^{L/4\alpha} \frac{\cosh(2u)du}{\sqrt{u^2 + [(2h-a)/2\alpha + \sinh^2(u)]^2}} \quad (32)$$

$V_0 = |V_0|e^{j\phi}$ ولتاژ هادی می‌باشد. زاویه ϕ را می‌توان برای در نظر گرفتن خط n فازه بکار برد. بنابراین چگالی بار در حالت کلی یک کمیت مختلط می‌باشد. آنگاه با داشتن چگالی بار، میدان الکتریکی در هر نقطه در روی زمین برابر خواهد شد با:

$$\vec{E}(x, y, z) = \frac{\lambda\alpha}{2\pi\epsilon_0} [I_3 - I_4] \quad z \geq 0 \quad (33)$$

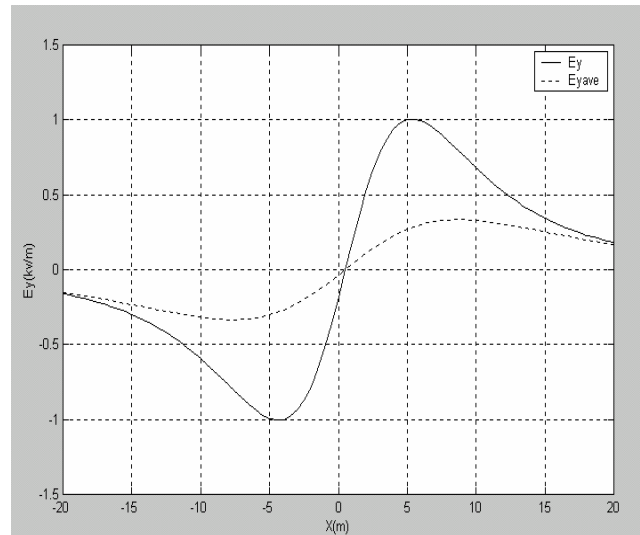
$$I_3 = \int_{-u_0}^{u_0} \frac{[(x-2\alpha u)\hat{x} + (y-y'_0)\hat{y} + (z-z')\hat{z}]\cosh(2u)du}{[(x-2\alpha u)^2 + (y-y'_0)^2 + (z-z')^2]^{3/2}} \quad (34)$$

انتقال فشار قوی گردیده و تمهیدات مقتضی و به صرفه برای کاهش تداخلات مذکور و نیز رعایت حریم مجاز را امکان پذیر سازد. معمولاً برای محاسبه میدانهای الکتریکی منتجه از خطوط انتقال آنها را بطور موازی با زمین مسطح فرض می‌کنند و برای لحاظ کردن شکم خط، ارتفاع خط را برابر ارتفاع متوسط تعریف شده در رابطه (۳۶) در نظر می‌گیرند. در این مقاله ضمن توسعه روابط برای محاسبه میدانهای الکتریکی با فرض مذکور، روشی برای محاسبه دقیق میدانهای الکتریکی منتجه از خطوط انتقال فشار قوی با در نظر گرفتن شکم خط ارائه گردید. نتایج محاسبات انجام شده با نرم افزار تهیه شده نشان می‌دهد که در خطوط انتقال فشار قوی که شکم خط قابل ملاحظه می‌باشد، اعتبار فرض ارتفاع متوسط برای محاسبه میدانهای الکتریکی منتجه به ویژه در وسط اسپن به شدت نقض می‌گردد که در این مورد محاسبات برای خطوط انتقال فشار قوی کشور ایران انجام گرفته است.

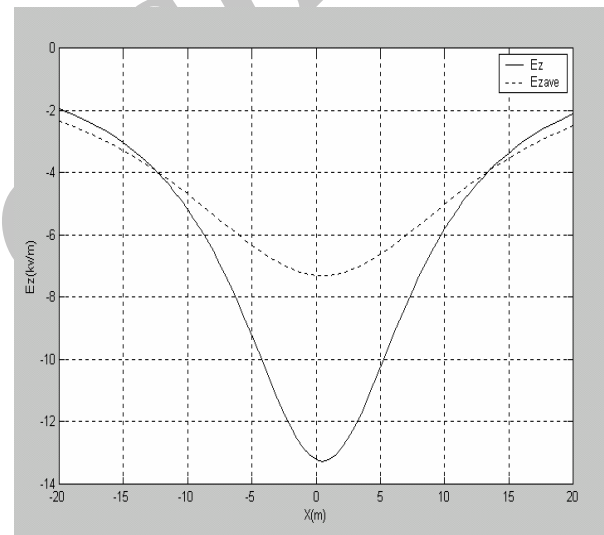
#

۵- مراجع

- [1] National Health and Medical Research Council, (Australia), *Interim Guidelines on Limits of Exposure to 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields* (1989) Radiation Health Series No. 30.
- [2] Theriault, G. P., M. Doldberg, A. B. Miller, B. Armstrong, P. Guenel, J. Deadman, E. Imbernon, T. To, A. Chevalier, D. Cyr and C. Wall, "Cancer risks associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989", *Am. J. Epidemiol.*, 139, 550-572, 1994.
- [3] National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, (USA), NIEHS report on health effects from exposure to power-line frequency electric and magnetic fields, NIH Publication No. 99-4493, 1999.



شکل (۹): مؤلفه Y پروفیل میدان الکتریکی شکل (۸)



شکل (۱۰): مؤلفه Z پروفیل میدان الکتریکی شکل (۸)

همانطور که مشاهده می‌گردد شکم خط افزایش قابل توجهی را در میدان منتجه در ناحیه وسط اسپن نتیجه خواهد داد که فرض در نظر گرفتن ارتفاع متوسط را در این نواحی بطور اساسی زیر سؤال می‌برد و عدم دقت آن را در نواحی مذکور نشان می‌دهد.

۴- نتیجه گیری

محاسبه دقیق توزیع میدان الکتریکی منتجه از خطوط انتقال فشار قوی می‌تواند منجر به محاسبه دقیق ولتاژ و جریان القایی منتجه از میدانهای مذکور در تجهیزات مجاور خطوط

- [12] بابک پرکار، محسن پوررفیع عربانی، "بررسی تأثیرات بیولوژیک میدانهای مغناطیسی منتجه از خطوط انتقال نیرو بر سلامت انسان و محاسبه میدان مغناطیسی منتجه از خطوط " دومین سمینار تخصصی حریم خطوط انتقال، ۷ اسفند ۱۳۸۲، صفحه ۳-۱۴.
- [13] M.P. Arabani, B. Porkar, S. Porkar, "The Influence of Conductor Sag on Spatial Distribution of Transmission Line Magnetic Field", 2004 Session, 29 August-3 September 2004, Paris, France, "accepted"
- [14] D. W. Deno, L. E. Zaffanella, "Field Effects of Overhead Transmission Lines and Stations", in "Transmission Line Reference Book- 345 kV and above", 2nd. Ed., Palo Alto, 1982.
- [4] Gibbs, Sir Harry, Chairman, *Inquiry into Community Needs and High Voltage Transmission Line Development*, Submission to the NSW Government, September 1990.
- [5] National Research Council, Committee on the Possible Effects of Electromagnetic Fields on Biologic Systems, *Possible Health Effects of Exposure to Residential Electric and Magnetic Fields*, Washington, D. C. National Academy Press, 1997.
- [6] Moulder, J. E. and K. R. Foster, "Biological effects of power-frequency fields as they relate to carcinogenesis", *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, Vol. 209, pp. 309-324, 1995.
- [7] Heath, C. W., "Electromagnetic field exposure and cancer: A review of epidemiologic evidence", *CA Cancer J. Clin.*, 46, 29-44, 1996.
- [8] Linet, M. S., E. E. Hatch, R. A. Kleinerman, L. L. Robinson, W. T. Kaune, D. R. Friedman, R. K. Severson, C. M. Haines, C. T. Hartsock, S. Niwa, S. Wacholder, and R. E. Tarone, Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children, *New England Journal of Medicine*, Vol. 337, No. 1, 1-7, 1997.
- [9] Harris, A. W., A. Basten, V. Gebiski, D. Noonan, J. Finnie, M. L. Bath, M. J. Bangay, and M. H. Repacholi, *A test of lymphoma induction by long-term exposure of Eu-Pim1 transgenic mice to 50 Hz magnetic fields*, *Radiation Research*, 149, 300-307, 1998.
- [10] Childhood Cancer Study Investigators, United Kingdom Childhood Cancer Study, (UKCCS), *Lancet*, Vol. 354, 1925-1931, December 1999.
- [11] Olsen, J. H., A. Nielsen and G. Schulgen, "Residence near high-voltage facilities and the risk of cancer in children", *Br. Med. J.*, 307, 891-895, 1993.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو