



شرکت برق منطقه‌ای باختر

عنوان پروژه:

بررسی و مدل‌سازی اجزای محدود سیستم‌های پیشنهادی زمین پای
برج‌های فشارقوی و تهیه دستورالعمل اصلاح سیستم زمین پای برج‌ها

تاریخ دعوت به کار: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵

آخرین مهلت ارائه پیشنهاد پروژه: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰

تهیه و تنظیم: دفتر تحقیقات و کنترل کیفیت تجهیزات و دفتر فنی انتقال



فهرست مطالب

۳	(۱) ضرورت انجام تحقیق.....
۴	(۲) اهداف.....
۵	(۳) موارد مهم در تهیه پروپوزال.....
۶	(۴) مورد مصرف.....
۶	(۵) طرز تهیه پیشنهادها.....
۷	(۶) پیش بینی مدت زمان اجرای پروژه.....
۷	(۷) مراحل اجرای پروژه.....
۸	(۸) نحوه و مراحل ارزیابی پیشنهاد پروژه.....
۸	۸-۱) فرآیند ارزیابی پیشنهادها.....
۸	۸-۲) شاخص های داوری.....
۸	(۹) تعهدات پیشنهاددهنده برتر.....
۹	(۱۰) استانداردها و دستورالعمل های مرتبط.....



۱) ضرورت انجام تحقیق

سیستم زمین پای برج های فشارقوی با استفاده از روش های مختلفی از جمله روش گسترده کانترپویز، پنجه کلاغی و ... با یا بدون استفاده از میله راد و با هدف دستیابی به مقاومت کلی مناسب طراحی و احداث می گردد، به طوری که با در نظر گرفتن جریان اتصال کوتاه یا صاعقه اصابت کرده به سیم گارد یا برج خط و با توجه به سطوح ایزولاسیون خط باید بتواند با حداقل رخداد پدیده Back Flashover امواج اضافه ولتاژ را به زمین هدایت و به طور امن آن ها را میرا نماید. (معمولاً مقاومت پای برج به این منظور باید کمتر از ۱۰ اهم باشد).

در برخی مناطق کشور و به دلیل مقاومت ویژه نامناسب خاک که معمولاً به دلیل صخره ای یا سنگلاخی بودن بستر ایجاد می گردد، طراحی استاندارد سیستم زمین پای برج قابل حصول نمی باشد و برج های فشارقوی خط نصب شده در ناحیه مذکور به دلیل بالا بودن امپدانس پای برج دچار مشکل Back Flashover بوده و قطعی پی در پی خط باعث ایجاد خاموشی، کاهش قابلیت اطمینان و ضرر و زیان های مالی زیاد جهت تعمیرات و انرژی تأمین نشده را سبب می گردد. بنابراین کاهش امپدانس پای دکل به دلایل زیر در دستور کار شرکت های برق منطقه ای می باشد:

○ بهبود سیستم حفاظت صاعقه خطوط و کاهش احتمال وقوع Back Flashover روی زنجیره مقرر (کاهش قطعی های خط و افزایش قابلیت اطمینان)

○ کاهش پتانسیل بدنه دکل و افزایش ایمنی در شرایط گذرا و استاتیکی

تعریف این پروژه تحقیقاتی در جهت تهیه دستورالعمل اصلاح سیستم زمین پای برج های فشارقوی در جهت تأمین امپدانس پای برج مناسب و **حفاظت خطوط فشارقوی در برابر صاعقه بوده** و با توجه به چند طرح پیشنهادی جدید با استفاده از مدل سازی فرکانس بالای آن ها در نرم افزارهای اجزای محدود می باشد.

برآورده نمودن الزامات مورد نظر استانداردهای حاکم بر طراحی سیستم زمین پای برج (شامل ولتاژ گام، ولتاژ تماس و مقاومت کلی سیستم زمین) که باعث افزایش قابلیت اطمینان بهره برداری از خط، کاهش خاموشی ها و رضایت مندی مشترکین و کاهش ضرر و زیان های ناشی از قطع خط و انرژی تأمین نشده همچنین کاهش هزینه های لازم جهت تعمیر و تعویض مقره های آسیب دیده از مهم ترین مزایای اجرای این پروژه پژوهشی می باشد. همچنین، سیستم زمین طراحی شده بایستی قادر به تخلیه امواج ناشی از صاعقه و برخوردی به برج یا سیم های گارد دکل در کمترین زمان ممکن باشد. محقق لازم است نحوه عملکرد تخلیه امواج را به صورت نمودار $V-t$ شبیه سازی نماید.



(۲) اهداف

- ✓ بررسی روش های مختلف اجرای سیستم زمین پای دکل در کشورهای مختلف؛
- ✓ شناسایی موارد مهم و مؤثر بر امپدانس سیستم زمین پای برج و تجزیه و تحلیل میزان تأثیر آن ها؛
- ✓ بررسی تأثیر مواد کاهنده امپدانس خاک در شرایط استاتیکی و گذرا؛
- ✓ بررسی و مدل سازی فرکانس بالای ساختارهای مختلف رایج و پیشنهادی سیستم زمین پای برج با هدف حفاظت خطوط در برابر صاعقه در شرایط مختلف خاک در شرایط استاتیکی و گذرا در چند دکل نمونه به انتخاب کارفرما؛
- ✓ پیشنهاد سیستم زمین مناسب با توجه به شرایط زمین (مقاومت ویژه خاک اطراف دکل)، امپدانس اندازه گیری شده پای دکل و تیپ برج،
- ✓ تهیه دستورالعمل اجرا و اصلاح امپدانس زمین پای دکل های شبکه انتقال و فوق توزیع برق، طرح های پیشنهادی در دستورالعمل بر اساس ۱- میزان مقاومت ویژه خاک اطراف دکل ۲- میزان مقاومت اندازه گیری شده ی پای دکل، دسته بندی می شود؛
- ✓ آنالیز حساسیت تأثیر ساختار تیپ های مختلف دکل های خطوط انتقال و فوق توزیع بر امپدانس موجی خطوط فشارقوی.
- ✓ در نظر گرفتن مطالعات هماهنگی عایقی در تدوین دستورالعمل اصلاح سیستم زمین خطوط و ارائه راهکارهای اصلاحی؛
- ✓ بررسی تأثیر برقگیر برای طرح هایی که پاسخگوی استاندارد سیستم زمین در کاهش امپدانس موجی نیستند، و ارائه مشخصه برقگیر پیشنهادی،
- ✓ انجام مطالعات فنی و اقتصادی روش های مختلف اجرا و اصلاح سیستم زمین خطوط از لحاظ هزینه زمین، اجرا، نصب، بهره برداری، کاهش خطرات احتمالی، افزایش قابلیت اطمینان؛



(۳) موارد مهم در تهیه پروپوزال

✓ طرح های پیشنهاد شده توسط محقق لازم است که باعث بهبود مقاومت اهمی و امپدانس موجی پای دکل گردند.
جزئیات طرح های پیشنهادی بایستی به صورت دقیق توسط محقق ذکر گردد (مانند نوع سیم مورد استفاده، متر از سیم نحوه اتصالات، در نظر گرفتن خوردگی، تعداد میله راد و...)

✓ لازم به ذکر است، سیم مورد استفاده در طرح های سیستم زمین، باید از نوع سیم مغزی هادی های متداول در خطوط انتقال و فوق توزیع باشد.

✓ دستورالعمل مربوط به نحوه اجرا و اصلاح مقاومت اهمی و امپدانس موجی سیستم زمین دکل ها بایستی توسط محقق تهیه و سپس جهت اخذ تأییدیه به واحد کاربر ارسال گردد؛

✓ پیشنهاد دهنده موظف به برگزاری کارگاه آموزشی طراحی، اجرا، تست و بهره برداری از سیستم زمین خطوط انتقال و فوق توزیع به منظور انتقال دانش به کارکنان کارفرما می باشد؛

✓ لازم است در محصول نهایی علاوه بر کتابچه گزارش، مدل های شبیه سازی شده توسط محقق در اختیار کارفرما قرار گیرد؛

✓ تأیید نتیجه پروژه منوط به پیاده سازی طرح های پیشنهادی (بر اساس شرایط اقلیمی و امپدانس پای دکل) از طرح های پیشنهادی مورد تأیید کارفرما و اندازه گیری مقاومت پای دکل و امپدانس موجی می باشد. همچنین لازم است نقشه های اجرایی سیستم زمین پیشنهادی توسط محقق طراحی و جهت اجرا در اختیار کارفرما قرار گیرد.
✓ در صورت عدم تطابق نتایج اندازه گیری سیستم زمین اجرا شده با نتایج شبیه سازی، محقق موظف است نسبت به اصلاح طرح اقدام نموده و طرح مجدداً اجرا و اندازه گیری صورت خواهد گرفت.

✓ محل اجرای طرح ها در محدوده استان مرکزی خواهد بود و وظیفه جمع آوری اطلاعات برعهده محقق بوده و با کسب مجوز از واحد حراست این شرکت در اختیار ایشان قرار خواهد گرفت.

✓ هزینه های مربوط به بازدید از خط انتقال پرعارضه نمونه در جداول هزینه دیده شود.

✓ نظارت بر اجرای طرح ها برعهده محقق خواهد بود و لازم است محقق یا نماینده ایشان در محل اجرای پروژه حضور داشته باشد و مسئولیت صحت اجرای پروژه با محقق خواهد بود.



(۴) مورد مصرف

نتیجه نهایی این تحقیق منجر به تدوین دستورالعمل اصلاح امپدانس زمین پای دکل های خطوط انتقال و فوق توزیع منطبق بر فرمت دستورالعمل های شرکت برق منطقه ای باختر خواهد شد. کاربر پروژه معاونت بهره برداری شرکت برق منطقه ای باختر می باشد.

(۵) طرز تهیه پیشنهادها

۱. پیشنهاددهنده باید پیشنهاد خود را در قالب فرم پیشنهاد پروژه (۱۳ صفحه ای) تکمیل و فایل word و pdf آن را مهلت مندرج در ابتدای فرم RFP از طریق ایمیل به آدرس s.alimohamadi@brec.ir ارسال نماید. همچنین لازم است پیشنهاد پروژه از طریق سامانه تحقیقات برق (ساتب) به آدرس <https://satab.tavanir.org.ir> به شرکت برق منطقه ای باختر ارسال گردد؛
۲. هزینه های پیشنهادی باید از هر حیث تا اسفندماه ۱۴۰۲ معتبر باشد؛
۳. لازم است در برنامه زمانی اولیه و تفصیلی، زمان لازم جهت نظارت و اصلاح به ازای هر مرحله (۱۵ روز برای نظارت و یک ماه برای اصلاح گزارش) در نظر گرفته شود؛
۴. پیشنهاددهندگان لازم است تمامی موارد مندرج در بند ۲ و ۳ شرح خدمات را در پیشنهاد پروژه خود مشخص نماید. در صورت عدم پذیرش هر مورد، دلایل توجیهی فنی و علمی ارائه گردد. در صورت عدم ارائه دلیل توجیهی و یا عدم پذیرش دلایل ارائه شده، پیشنهاد مردود خواهد شد؛
۵. پیشنهاددهنده برتر لازم است پیشنهاد خود را بر اساس نظرات کارفرما، تا پوشش کامل RFP بدون تغییر در مبلغ و زمان اصلاح نماید؛
۶. در صورتی که در شرح خدمات پروژه (RFP) اشکالاتی از نظر فنی و غیره وجود داشته باشد پیشنهاددهنده موظف است این اشکالات را منعکس و پیشنهاد اصلاحی خود را ارائه دهد. عدم اظهار نظر به منزله کامل بودن شرح خدمات تلقی خواهد شد؛
۷. لازم است چگونگی اعتبار سنجی روش پیشنهادی به صورت شفاف در پیشنهاد پروژه قید گردد؛
۸. لازم است رزومه پژوهشی مدیر، همکار و مشاور پروژه به همراه فرم پیشنهاد پروژه تحقیقاتی ارسال گردد؛
۹. در صورتی که اعضای هیئت علمی دانشگاه ها و مؤسسات پژوهشی به عنوان همکار در پروژه مشارکت داشته باشند، لازم است شخصاً این موضوع را از طریق ایمیل به کارشناس مربوطه اطلاع رسانی نمایند. در غیر این صورت لازم است پیشنهاددهنده لیست تیم تحقیق را اصلاح و مجدداً پیشنهاد خود را ارسال نماید؛
۱۰. در صورت وجود تجربه تحقیقاتی صنعتی مشابه موضوع این پروژه در رزومه مجری، ارسال گواهی حسن انجام کار یا گواهی اتمام ۱۰۰ درصد از کارفرمای پروژه مذکور الزامی است؛



۱۱. پیشنهاددهندگان موظف هستند قانون منع مداخله کارمندان دولت در معاملات دولتی کشور مصوب ۲ دی ماه ۱۳۳۷ را رعایت فرمایند؛

۱۲. پیشنهادهایی که به وسیله شرکت ها داده می شوند باید گواهی دانش بنیان بودن را همراه با پیشنهاد پروژه ارائه نمایند؛

۱۳. پیشنهاددهندگان می توانند راجع به سؤالات فنی و قراردادی با شرکت برق منطقه ای باختر مکاتبه و یا با تلفن (۰۸۶-۳۳۴۰۲۳۶۶) آقای مهندس علیمحمدی تماس حاصل فرمایند و این شرکت در صوت لزوم جواب این گونه سؤالات را برای کلیه پیشنهاددهندگان ارسال خواهد نمود.

۶) پیش بینی مدت زمان اجرای پروژه

برآورد اولیه انجام این تحقیق از زمان ابلاغ ۱۲ ماه پیش بینی می گردد اما با توجه به ماهیت پروژه تحقیقاتی، مجری محترم می تواند کمتر یا بیشتر از این مدت را در پیشنهاد خود در نظر بگیرد. لازم است پیش بینی زمانی پیشنهاد پروژه به گونه ای باشد که مدل سازی قبل از شروع فصل خشک سال تمام شده و اجرای طرح های پیشنهادی و اندازه گیری میدانی امپدانس سیستم زمین، در تابستان ۱۴۰۳ (۱۴۰۳/۰۴/۰۱ تا ۱۴۰۳/۰۵/۳۱) انجام و در صورت نیاز به اصلاح طرح، زمان بندی به گونه ای پیش بینی گردد که امکان اجرای طرح اصلاحی و تست نیز تا ۱۴۰۳/۰۷/۱۵ میسر گردد.

۷) مراحل اجرای پروژه

مراحل اجرای پروژه توسط پیشنهاددهنده و در قالب جدول زمان بندی پیوست پروپوزال به صورت تفصیلی ارائه خواهد شد. مراحل کلی مدنظر کارفرما به شرح زیر می باشد:

- انجام مطالعات اولیه (کارهای انجام شده قبلی در داخل و خارج از کشور، استانداردها و دستورالعمل های مربوطه، کتب و گزارشات فنی و...)
- بررسی روش های مختلف کاهش مقاومت پای دکل و امپدانس موجی دکل؛
- بررسی روش های مختلف اندازه گیری مقاومت پای دکل و امپدانس موجی دکل و پارامترهای مؤثر بر آن و تعیین میزان تأثیر هریک از آنها بر پارامترهای مقاومت و امپدانس موجی دکل؛
- مدل سازی و بررسی انواع مختلف سیستم های زمین قابل اجرا در خطوط انتقال، با درنظر گرفتن شرایط مختلف خاک؛
- تدوین دستورالعمل اجرا و اصلاح امپدانس زمین پای دکل های شبکه انتقال و فوق توزیع برق؛
- بازدید از خط انتقال/فوق توزیع نمونه و جمع آوری اطلاعات کافی به منظور ارائه سیستم زمین پیشنهادی جهت اصلاح سیستم زمین؛
- ارائه طرح های سیستم زمین پیشنهادی برای اصلاح و تهیه نقشه های اجرایی مربوطه؛
- برگزاری کارگاه آموزشی طراحی، اجرا، تست و بهره برداری از سیستم زمین خطوط انتقال و فوق توزیع.



۸) نحوه و مراحل ارزیابی پیشنهاد پروژه

۸-۱) فرآیند ارزیابی پیشنهادها

تنها پیشنهادهایی در کمیته تحقیقات بررسی می گردند که حداقل ۶۰٪ امتیاز داوری را بر اساس شاخص های ارزیابی کسب نموده اند.

۸-۲) شاخص های داوری

ردیف	شاخص های ارزیابی
۱	با توجه به رزومه، آیا پیشنهاددهنده پروژه و تیم تحقیق، دارای تجربه و تخصص لازم و کافی برای انجام این پروژه هستند؟
۲	آیا فرضیه طرح پیشنهادی صحیح است و مسئله اساسی به درستی شناخته شده است؟
۳	آیا روش ها و فنون اجرایی لازم برای انجام پروژه به خوبی تشریح شده و اصولاً مناسب هستند؟
۴	با توجه به شرح خدمات مورد نظر کارفرما (RFP پیوست)، تا چه میزان به اهداف کارفرما پرداخته شده و اصولاً نتایج پیش بینی شده در پیشنهاد پروژه خواسته های کارفرما را پوشش می دهند؟

۹) تعهدات پیشنهاددهنده برتر

به اطلاع پیشنهاددهندگان می رساند در صورت برنده شدن و عقد قرارداد، انجام موارد ذیل بنا به درخواست کارفرما بر عهده ایشان بوده، لذا موارد مذکور را در تکمیل جداول هزینه ای در نظر داشته باشند.

- ارائه برنامه تفصیلی انجام کار در قالب نرم افزار MS Project، شامل برنامه زمان بندی اطلاعات، خدمات و تجهیزات مورد نیاز که بر عهده کارفرما می باشد؛
- ارائه کلیه مستندات فنی، استانداردها، گزارش های مربوطه که در حین پروژه و به منظور انجام آن گردآوری شده اند؛
- برگزاری کارگاه آموزشی و انتقال دانش فنی به کارکنان شرکت برق منطقه ای باختر؛
- ارائه یک مقاله ژورنال معتبر و یک مقاله در کنفرانس های معتبر از خروجی طرح به نام شرکت برق منطقه ای باختر؛
- تکمیل فرم های برآورد منافع اقتصادی پروژه در ابتدا و ارزیابی منافع اقتصادی در انتهای پروژه بر اساس دستورالعمل نحوه ارزیابی اقتصادی پروژه های تحقیقاتی؛
- اخذ تأییدیه از مراجع ذیصلاح در صورت لزوم.

**(۱۰) استانداردها و دستورالعمل های مرتبط**

✚ مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم زمین خطوط انتقال (نشریه شماره

۴۰۹)

✚ استاندارد طراحی بهینه پست های ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت - جلد ۲۱۳: معیارهای طراحی و مهندسی سیستم زمین،

✚ استاندارد طراحی بهینه پست های ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت - جلد ۳۱۳: مشخصات فنی سیستم زمین

✚ IEEE 80: Guide for Safety in AC Substation Grounding.

✚ IEEE 81: Guide for Measuring Earth Resistivity.

✚ سایر دستورات و بخشنامه های ابلاغی شرکت توانیر و وزارت نیرو.