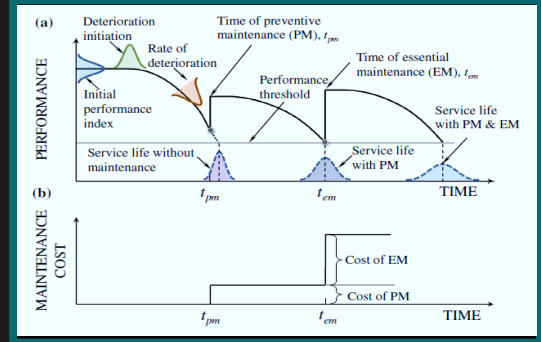
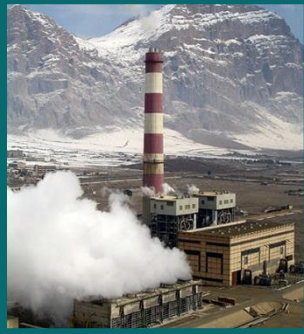




بروزداد تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

پژوهشگاه نیرو - گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

سال پنجم، شماره ۹، پاییز ۱۳۹۹



■ فرونشست زمین و آثار مخرب آن بر سازه‌های انتقال و فوق توزیع - امیر اکبری کرکافی

■ طراحی بسینده پایداری شبکه توزیع بر بنیاد ارزیابی چرخه عمر - علی اصغر دکاوتی

■ اولویت بندی مخاطرات محلی بومی مؤثر بر سازه‌های صنعت برق و ره محاسبات شناسایی و پهن بندی آنها - محمد علی جعفری صحنه سرایی

■ فعالیت‌های آزمایشگاه سازه‌های انتقال نیرو در تابستان و پاییز ۱۳۹۹ - آرش یگانه فلاح

■ انتشارات علمی، پروژه‌ها و فعالیت‌های محوری تخصصی

گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

➤ صاحب امتیاز: پژوهشگاه نیرو

مدیر مسئول: علی اصغر ذکاوتی

سردبیر: آرش یگانه فلاح

مدیر اجرایی: آرش یگانه فلاح

ویراستار: علی اصغر ذکاوتی، امیر اکبری گرکانی،

آرش یگانه فلاح

گرافیکست و صفحه‌آرا: رفعت امینی

عکس روی جلد: سلمان رضازاده

➤ همکاران این شماره:

دکتر امیر اکبری گرکانی، دکتر محمدعلی جعفری

صحنه سرائی، مهندس علی اصغر ذکاوتی، دکتر آرش

یگانه فلاح، دکتر مائده ذاکر صالحی، دکتر آزاده

گودرزی، مهندس علیرضا رهنورد، مهندس سلمان

رضازاده

➤ ناشر:

نشانی الکترونیکی: estdept@nri.ac.ir

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای شهید دادمان،

پژوهشگاه نیرو، گروه سازه‌های صنعت برق

تلفن: ۰۲۱-۸۸۰۷۹۴۴۶

دورنگار: ۰۲۱-۸۸۳۶۱۶۰۳

➤ اعضای هیات تحریریه:

محمدعلی جعفری صحنه سرائی، مائده

ذاکر صالحی، سلمان رضازاده، امیر اکبری گرکانی،

علی اصغر ذکاوتی، آرش یگانه فلاح، علیرضا

رهنورد، آزاده گودرزی

➤ اعضای هیات داوران:

دکتر مائده ذاکر صالحی (استادیار)، دکتر امیر

اکبری گرکانی (استادیار)، دکتر آرش یگانه فلاح

(استادیار)، دکتر محمدعلی جعفری صحنه سرائی

(استادیار)، مهندس علی اصغر ذکاوتی (کارشناس

پژوهشی)

➤ اهداف و رویکرد:

«بروندادهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های

صنعت برق» با هدف فراهم آوردن بستری مناسب

برای تبادل اطلاعات و انتشار مطالب مرتبط با

سازه‌های مورد استفاده در بخش‌های مختلف

صنعت برق به صورت داخلی منتشر می‌شود.

این مجموعه از هرگونه پیشنهاد یا انتقاد برای

هرچه بهتر شدن مطالب استقبال می‌کند و استفاده

از مطالب برونداد تخصصی گروه پژوهشی

سازه‌های صنعت برق با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت مطالب، مقالات و پژوهش‌های درج شده

بر عهده نویسندگان است.

فهرست مطالب

- ۱  سخن سردبیر / آرش یگانه فلاح
- ۲  مقالات و مطالب پژوهشی
- ۳ اثر فرونشست زمین بر دکل‌های انتقال نیرو
- ۱۵ طراحی بهینه پایه‌های شبکه توزیع بر مبنای ارزیابی چرخه عمر
- ۳۴ اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جوی مؤثر بر سازه‌های صنعت برق و رهنگاشت شناسایی و پهنه‌بندی آنها
- ۴۶ فعالیت‌های آزمایشگاه سازه‌های انتقال نیرو در تابستان و پاییز ۱۳۹۹
- ۵۲ بازدید و ارزیابی وضعیت سازه برج خنک‌کن نیروگاه بیستون
- ۵۴  انتشارات علمی اعضای گروه در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی و ملی
- ۵۵  پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه سازه‌های صنعت برق
- ۷۳  جلسات گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق در تابستان و پاییز ۹۹

سخن سردبیر

آغاز نشریه علمی، به سان طلوعی نوین در عرصه آگاهی و دانش است. پاس و ستایش خداوند را که به لطف او با همکاری اصحنا محترم گروه پژوهشی سازه های صنعت برق تدوین و محارث نسخه دیگری از بروندهای تخصصی گروه حاصل شد.

در این شماره از نشریه، بخشی از برون دادهای محورهای تخصصی، فعالیت های پژوهشی اصحنا محترم گروه و اخبار مرتبط در بازه زمانی تابستان و پاییز سال ۱۳۹۹ ارائه می گردد. در این راستا، در ابتدا مقالاتی در ارتباط با اثر فرونشست زمین بر دکل های انتقال نیرو، طراحی سیستم پایداری شبکه توزیع بر بنای ارزیابی چرخه عمر و مخاطرات جوی ارائه شده و سپس مختصری از فعالیت های آژانسگاه مبحث اراک و عمده فعالیت های گروه گزارش می شود. سپس وضعیت محورهای تخصصی اشاره شده و در بخشی مجزا خلاصه ای از همکاری اساتید دانشگاه در طرح های بهتام و همچنین جلسات تخصصی برگزار شده در گروه درج می گردد.

در پایان از تمامی اصحنا محترم گروه که به نوعی در تدوین و محارث این نشریه سهیم بوده اند تشکر و قدردانی می گردد.

آرش یکانه فلاح

عضویت علمی گروه سازه های صنعت برق



مقالات و مطالب پژوهشی

اثر فرونشست زمین بر دکل‌های انتقال نیرو

امیر اکبری گرکانی^۱، آرش یگانه فلاح^۲، سارا تهاجمی بنفشه ورق^۳

چکیده:

طبق آمار موجود، یکی از مهم‌ترین دلایل اولیه ایجاد خسارت در دکل‌های انتقال نیرو، بلایای طبیعی می‌باشد. در کشور ایران پس از زلزله، سیلاب و خشکسالی، پدیده فرونشست زمین را می‌توان یکی از مهم‌ترین و شایعترین مخاطرات به شمار آورد. خطوط انتقال نیرو معمولاً چند ده کیلومتر طول دارند و ممکن است از مناطق دچار فرونشست عبور کنند. در بسیاری از مناطق کوهستانی و ناهموار، حرکت پوسته و در دشت‌ها برداشت بی‌رویه‌ی آب‌های زیرزمینی منجر به فرونشست پی دکل‌ها می‌شود که این امر منجر به تغییر در میزان تنش، جابه‌جایی و بطور کلی ظرفیت در سازه‌ی دکل و کابل‌ها می‌شود و ممکن است با گذشت زمان باعث تسلیم شدن سازه‌های فولادی یا حتی فروریختن دکل‌های انتقال نیرو شود. بنابراین بررسی دقیق نحوه‌ی عملکرد دکل‌های انتقال نیرو تحت بار فرونشست و تحلیل آن به منظور اقدامات پیشگیرانه و آمادگی از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. در این گزارش به منظور بررسی اثر فرونشست زمین بر دکل‌های انتقال نیرو به مروری بر مطالعات پیشین پرداخته شده که از آنها می‌توان نتیجه گرفت که مقدار فرونشست تاثیر اساسی در پایداری اجزای دکل انتقال نیرو دارد. با توجه به نتایج حاصل از بررسی مطالعات انجام شده در گذشته به انجام مدل‌سازی یک خط انتقال نیرو و تحلیل نتایج حاصل از آن پرداخته شده‌است.

کلیدواژه: فرونشست، خط انتقال نیرو، دکل انتقال نیرو، پایداری کلی دکل، ایمنی سازه‌ای دکل، مدل‌سازی عددی

مقدمه :

پیشینه‌ی وقوع سوانح طبیعی به قدمت تاریخ بشر است. در کشور ایران چهارمین سانحه‌ی طبیعی مهم و شایع، پدیده فرونشست می‌باشد. بنابراین بررسی خطرپذیری ناشی از پدیده فرونشست و تحلیل آن به منظور اقدامات

^۱ استادیار پژوهشی گروه سازه‌های صنعت برق، پست الکترونیکی aakbari@nri.ac.ir

^۲ استادیار پژوهشی گروه سازه‌های صنعت برق، پست الکترونیکی ayeganeh@nri.ac.ir

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ژئوتکنیک، پست الکترونیکی sa.tahajomi@gmail.com

پیشگیرانه و آمادگی، ضرورت می‌یابد. شناخت و درک میزان خطرپذیری در این ناحیه می‌تواند زیرساخت مناسبی از منابع و اطلاعات را برای مدیران و مجریان در راستای پیشگیری از فاجعه فراهم آورد.

بنا به تعریف یونسکو، فرونشست عبارت است از فروریزش و یا نشست سطح زمین که به علت‌های متفاوتی در مقیاس بزرگ روی می‌دهد. به طور معمول این اصطلاح به حرکت قائم رو به پایین سطح زمین که می‌تواند با بردار اندک افقی همراه باشد، گفته می‌شود. این تعریف، پدیده‌هایی همچون زمین لغزش‌ها را به دلیل اینکه حرکت آنها دارای بردار افقی قابل توجهی است و همچنین نشست در خاک‌های دستی را که دارای مکانیسم متفاوتی می‌باشد را شامل نمی‌شود، [۱].

عوامل متعددی باعث ایجاد این پدیده می‌شوند از جمله این موارد می‌توان به عملیات انسانی نظیر برداشت آب زیرزمینی و نفت و گاز، برداشت و استخراج مواد معدنی، زمین‌های کشاورزی، ابنیه‌های بزرگ و صنعتی، آب‌شدگی یخ‌ها و تراکم نهشته‌ها، حرکت آرام زمین و خروج گدازه، ریزش سازه‌های زیرزمینی مانند تونل‌ها و ایجاد حفره‌ها در اثر انحلال لایه‌های آهکی یا گچ و نمک اشاره نمود، [۲].

از مهم‌ترین عوامل ایجاد خسارت در دکل‌های انتقال نیرو فرونشست می‌باشد که این پدیده ممکن است باعث ایجاد تغییر در میزان تنش، جابه‌جایی و بطور کلی ظرفیت در سازه‌ی دکل و کابل‌ها می‌شود و ممکن است با گذشت زمان باعث تسلیم شدن سازه‌های فولادی یا حتی فروریختن دکل‌های انتقال نیرو شود. از آنجایی که شدت فرونشست در برخی دشت‌های ایران از جمله تهران دست کم ۹ برابر بیشتر از بحرانی‌ترین شرایط در کشورهای توسعه یافته‌ی جهان است، فرونشست و تاثیر آن بر ایمنی و عملکرد خطوط، اهمیت دوچندان پیدا می‌کند. رویکردهای موجود نمی‌توانند حاشیه ایمنی دکل را به طور دقیق رصد کند و عملکرد سیستم دکل‌های انتقال برق تحت بهره‌برداری در شرایط فرونشست به خوبی شناخته نشده‌است که این امر موجب عدم ارزیابی دقیق ظرفیت

طراحی این سازه‌ها و عدم آمادگی آنها برای تحمل بار فرونشست می‌شود. بنابراین این گزارش و دستاوردهای آن از اهمیت به سزایی در جهت شناسایی نقاط مبهم عملکرد فرونشست بر این سازه‌ها مهم و حیاتی و ایمن سازی آنها در مقابل فرونشست برخوردار می‌باشد.

بررسی مطالعات پیشین:

در سال‌های اخیر، مکانیسم خرابی دکل‌های انتقال تحت بارهای یخبندان و باد سیستماتیک بر اساس مدل اجزای محدود در شبیه‌سازی دکل مورد مطالعه قرار گرفته‌است، در حالی که تعداد کمی از آنها ویژگی‌ها و شرایط دکل‌ها تحت فرونشست پی را مطالعه کرده‌اند. فرونشست باعث ایجاد نیرو در فونداسیون دکل‌ها شده و سپس با انتقال این نیرو به پایه و سازه‌ی دکل ممکن است موجب تغییر شکل و خرابی اعضای ضعیف‌تر و حتی فروریختن کل سازه گردد، [۱ و ۲].

بطور کلی به منظور بدست آوردن مقدار تاثیر نشست بر پارامترهای مختلف از جمله تنش، برش و خمش هر یک از اجزای دکل از سه روش پایش^۱، مدل فیزیکی و معادلات اجزای محدود استفاده می‌شود. در روش پایش با استفاده از دستگاه‌های نظارت آنلاین و رادارها و نصب آنها بر اجزای مختلف دکل، مقدار هر یک از پارامترهای مدنظر قرائت می‌شود. این روش بسته به دقت دستگاه‌ها و مدت پایش هزینه بر خواهد بود. در روش مدل فیزیکی ابتدا یک مدل از دکل در مقیاس‌های کوچکتر و محدودتر تحت شرایط مشابه واقعیت ساخته می‌شوند. سپس با اعمال شرایط فرونشست مقیاس شده، نحوه‌ی عملکرد مدل مورد پایش قرار می‌گیرد. این روش نیز به دلیل استفاده از تجهیزات مشابه و دستگاه‌های مخصوص نیازمند صرف هزینه‌ی زیادی می‌باشد. در روش اجزای محدود با استفاده از معادلات دیفرانسیلی، به یک مقدار عددی تقریبی پس از حل معادلات فرونشست می‌رسند. به منظور

¹ Monitoring

تحلیل فرونشست دکل از روش اجزای محدود می‌توان از نرم افزارهای موجود مانند *SAP 2000*، *ANSYS* و ... استفاده نمود. در این بخش سابقه مطالعات صورت گرفته با استفاده از روش‌های ذکر شده در مورد رفتار دکل‌های انتقال نیرو تحت فرونشست مورد بررسی قرار می‌گیرد. کائو-شان^۱ و شن-این^۲ در سال ۲۰۰۹ با انجام پایش بر دکل‌های انتقال نیرو در محدوده معادن استخراج ذغال سنگ با استفاده از ژئوفون و ضبط حرکات زمین مشاهده کردند پی‌های بتنی در مقابل این نیروها ضعیف تر از پی‌های فولادی عمل می‌کنند، [۴ و ۳]. جانگ^۳ و همکاران در سال ۲۰۲۰ با انجام پایش بر روی یک خط انتقال نیرو با ولتاژ بالا که خاک در زیر یک دکل کششی موجود در این خط دچار فرونشست شده است، مقداری تغییر شکل در اعضای موجود در صفحه‌ی افقی اتصال پایه به سازه‌ی اصلی مشاهده کردند که این نتایج با نتایج حاصل از انجام مدل سازی در نرم‌افزار *ANSYS* یکسان بود، [۵]. از تحلیل نتایج بدست آمد که خطری دکل را تحت شرایط فرونشست واقعی در کوتاه مدت به دلیل فرعی بودن اعضای تغییر شکل یافته تهدید نمی‌کند اما در شرایط فروریختن دکل، اکثر المان‌های موجود در صفحه‌ی اولین تیغه‌های متصل به پایه جاری خواهد شد که احتمال شکست مکانیکی در این حالت را افزایش می‌دهد. ژانگ-کی^۴ و ون-کیانگ^۵ در سال ۲۰۰۹ با استفاده از معادله کابل‌ها پایداری و شکم‌دادگی و تنش کابل دکلی که تحت تاثیر فرونشست ناشی از معدن قرار دارد را بررسی کردند. مشاهده شد که فرونشست یکنواخت دکل تاثیر کمی بر تنش و شکم‌دادگی کابل‌ها دارد ولی شیب و اعوجاج فونداسیون موجب عدم تعادل در جداکننده‌های معلق می‌شود، [۵]. لی^۶ و همکاران در سال ۲۰۱۲ با بررسی فرونشست پی منفرد دکل ناشی از منطقه‌ی استخراج ذغال سنگ مشاهده کردند که نشست عمودی یکسان اثر ناچیزی بر تنش‌های موجود بر اعضا دارد اما تغییر دهانه‌ی

¹ Kao-shan

² Shen-en

³ Zhang

⁴ Zhang-qi

⁵ Wen-qiang

⁶ Li

فونداسیون و نشست‌های بزرگ نامساوی تغییر زیادی در تنش اعضا در نزدیک‌ترین دیافراگم ایجاد می‌کند. همچنین مهاربندهای افقی در نزدیک‌ترین دیافراگم دچار خمش آشکار و اعضای خرپایی پایینی دچار تنش بسیار زیادی شدند، [۶]. استفاده از پی مرکب به جای منفرد به منظور مقابله با نشست‌های نامتقارن بزرگ پیشنهاد گردید چرا که این پی‌ها در صورت تغییر در سطح زمین تنها حرکات و چرخش‌های صلب ایجاد می‌کند و خطر واژگونی به دلیل تغییر کم در نیروی داخلی اجزا، کاهش پیدا می‌کند. از مطالعات گذشته چنین می‌توان نتیجه گرفت که مقدار فرونشست پایه‌های دکل تاثیر اساسی در تغییر تنش و بطور کلی پایداری اجزای دکل انتقال نیرو دارد و مقدار مقاومت پایه و فونداسیون اثر به سزایی در ایمنی این سازه‌ها تحت فرونشست دارد، [۷]. از دیگر عوامل تاثیرگذار می‌توان به جنس خاک و نوع فونداسیون مورد استفاده اشاره کرد. به دلیل کمبود در میزان تحقیقات انجام‌شده درک درستی از نحوه‌ی عملکرد دکل‌های انتقال نیرو تحت فرونشست زمین وجود ندارد، [۸]. بنابراین ارائه‌ی یک چهارچوب برای بررسی حد خطر (یا پایداری) دکل‌های انتقال نیرو تحت اثر پدیده‌ی مخرب فرونشست حائز اهمیت بسیار می‌باشد.

ضوابط آیین‌نامه‌ای و چارچوب‌های موجود برای بررسی حد خطرپذیری سازه‌ها:

به منظور بررسی نحوه‌ی تغییر و اثرگذاری فرونشست بر پارامترهای مختلف از جمله تنش، برش، خمش و تغییر مکان هر یک از اجزای سازه‌ی دکل و درک این پدیده و تاثیر آن بر پایداری دکل‌های انتقال نیرو، یافتن چارچوب‌های مربوطه و کنترل هر یک از پارامترهای درگیر با ضوابط آیین‌نامه‌ای از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. ضوابط مختصری در خصوص چارچوب پارامترهای مرتبط با اثر فرونشست دکل‌های انتقال نیرو توسط آیین‌نامه‌ها ارائه شده است. یکی از مهم‌ترین این چارچوب‌ها، ضوابط حد خرابی و گسیختگی پی خطوط انتقال نیرو می‌باشد که در آیین‌نامه *BS EN 60826* به آن پرداخته شده و در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۱. حدود خرابی و گسیختگی پی دکل‌های انتقال نیرو

پی‌ها			حد خرابی	حد گسیختگی
نوع	نوع تکیه‌گاه	معین بودن حرکات از لحاظ استاتیکی		
بالا آمدگی	مهار شده	بله	نیاز به تنظیم کشش در مهارها	حرکت رو به بالا خارج از صفحه‌ی بیش از اندازه (صفحه‌ی مدنظر از سه تکیه‌گاه دیگر تشکیل شده) (در مقیاس ۵ الی ۱۰ سانتیمتر می‌باشد).
		خیر	۵٪ کاهش در مقاومت تکیه‌گاه	
	خود ایستایی	بله	۱ درجه چرخش تکیه‌گاه	
		خیر	تغییر مکان عمودی غیر یکنواخت برابر با $y/300$ تا $y/500$ با مقدار حداکثر ۲ سانتیمتر	
فشار	تمامی انواع	بله	تغییر مکان هم‌ارز با ۵٪ کاهش در مقاومت تکیه‌گاه	نشست خارج از صفحه‌ی بیش از اندازه (صفحه‌ی مدنظر از سه تکیه‌گاه دیگر تشکیل شده) (در مقیاس ۵ الی ۱۰ سانتیمتر می‌باشد).
		خیر	تغییر مکان عمودی غیر یکنواخت برابر با $y/300$ تا $y/500$ با مقدار حداکثر ۲ سانتیمتر	
لنگرها (چرخش)	ستونی	بله	۲ درجه چرخش تکیه‌گاه	چرخش بیش از اندازه در مقیاس ۵ الی ۱۰ درجه
		خیر	چرخش هم‌ارز با افزایش ۱۰ درصدی لنگر کل که به دلیل خروج از مرکزیت رخ می‌دهد.	
ملاحظات:				
۱. اندرکنش بین تکیه‌گاه و فونداسیون در نظر گرفته شود.				
۲. یک حرکت معین از لحاظ استاتیکی حرکتی است که تلاش داخلی در سازه ایجاد نمی‌کند. به عنوان مثال جابجایی یک پی از یک تکیه‌گاه سه پایه یک حرکت معین است، در حالی که تغییر مکان یک پی از تکیه‌گاه چهار پایه یک حرکت نامعین است.				
۳. y فاصله‌ی افقی بین فونداسیون‌ها می‌باشد.				
۴. برخی از فونداسیون‌های صلب (مانند شمع‌ها) ممکن است نیازمند محدودیات پایین‌تری باشند.				

با توجه به جدول ۱ مقدار فرونشست مجاز برای دکل‌های انتقال نیرو به منظور عدم ایجاد گسیختگی اعضا

در آنها ۵ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود. همچنین ضرایب اطمینان توصیه شده توسط میرهوف در سال ۱۹۸۲ در

جدول ۲ آورده شده است.

اثر فرونشست زمین بر دکل‌های انتقال نیرو

جدول ۲. تغییر پذیری و ضرایب اطمینان نسبی [۸]

Partial variability and partial safety factors				
Variability Coefficient	Loads	Soil properties	Analysis & Construction	Safety Factor (90% Reliability)
Very low <0.1	Dead loads	Unit weight	Earthworks	<1.1
	Static water pressure		Earth retaining structures	<1.1
Low 0.1-0.2	Pore water pressure	Index properties (sand) Friction	Onshore foundations	1.1-1.3
			Offshore foundations	1.1-1.3
Medium 0.2-0.3	Live loads	Index properties (clay) Cohesion	Offshore foundations	1.3-1.6
	Environmental loads			1.3-1.6
High 0.3-0.4		Compressibility		>1.6-2
		Consolidation		1.6-2
		Penetration		1.6-2
		Resistance		1.6-2
Very High >0.4		Permeability		>2

در مبحث هفتم مقررات ملی نیز ضرایب اطمینان موده‌های مختلف پایداری توصیه گردیده که در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳. ضرایب اطمینان توصیه شده در مبحث ۷ مقررات ملی

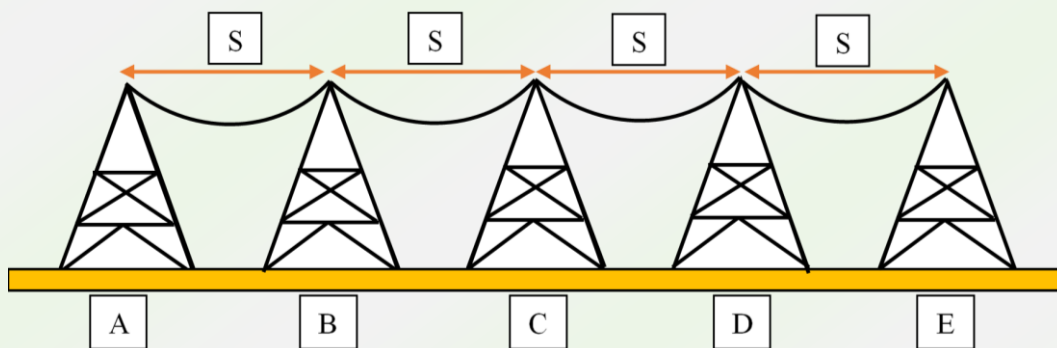
ضرایب مقاومت	کنترل‌ها
۰/۶۶	پایداری کلی
۰/۴۵	ظرفیت باربری
۰/۵	واژگونی
۰/۸	لغزش
۰/۴۵	فشار مقاوم خاک

مدل‌سازی عددی یک خط انتقال نیرو و بررسی اثر فرونشست زمین بر پی آن:

با توجه به ضوابط ذکر شده امکان بررسی اثر فرونشست بر دکل‌های انتقال نیرو از طریق مدل‌سازی عددی

به روش اجزای محدود میسر می‌باشد. در این بخش با مدل‌سازی یک خط انتقال در نرم‌افزار *SAP 2000* به بررسی

این موضوع پرداخته می‌شود. ۵ دکل انتقال نیرو به صورت شکل ۱ در یک خط فرض گردیده است:



شکل ۱. موقعیت دکل‌های مدل شده در خط

دکل *A* در مبدا مختصات قرار دارد و با توجه به شکل مقادیر فواصل بین دکل‌ها یکسان و در مدل‌سازی انجام

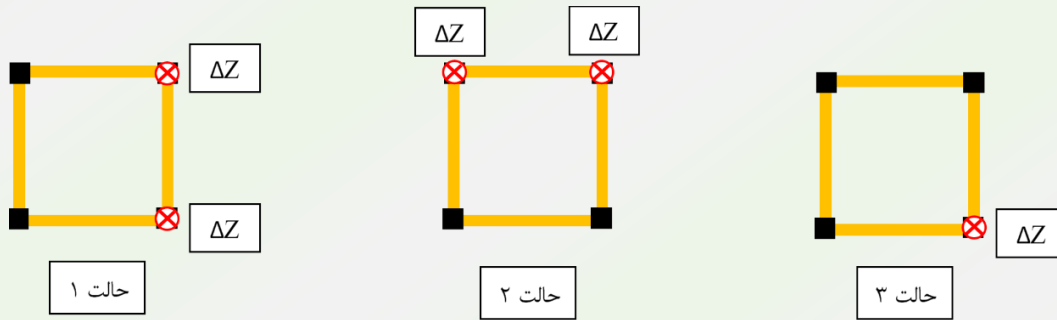
شده ۳۰۰ متر فرض شده است. در هر دکل در پلان فونداسیون سه حالت مشخص شده در شکل ۲ برای اعمال

فرونشست وجود دارد. محل‌های مشخص شده نشان دهنده‌ی نقاطی هستند که فرونشست به صورت کاهش

سختی خاک زیر پی در تکیه‌گاه مربوطه بر آنها اعمال شده است. با ترکیب تعداد حالات اعمال فرونشست با محل

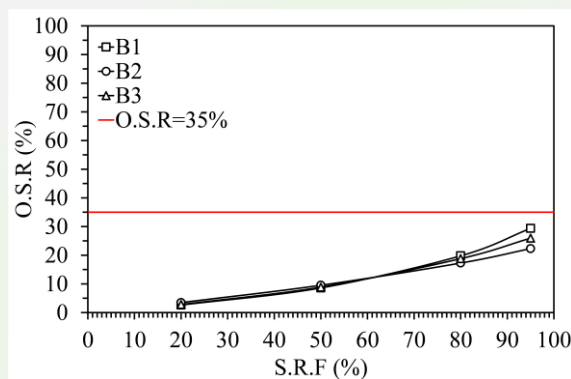
دکل‌هایی که فرونشست در آنجا اعمال شده، مدل‌سازی انجام شده است.

اثر فرونشست زمین بر دکل‌های انتقال نیرو

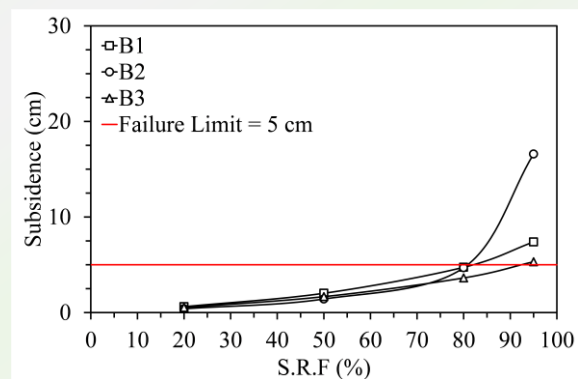


شکل ۲. حالات اعمال فرونشست بر فونداسیون هر دکل

برای تحلیل نتایج حاصل از این مدل‌سازی‌ها از دو تعریف ضریب کاهش سختی^۱ و نسبت تنش اضافی^۲ استفاده شده است. ضریب کاهش سختی نسبت سختی خاک تحت فرونشست به سختی خاک اولیه بدون فرونشست می‌باشد و این ضریب به صورت درصد اعلام می‌شود. در مدل‌سازی‌های انجام شده سختی خاک اولیه بدون اعمال فرونشست 400 ton/m^2 در نظر گرفته شده است. منظور از نسبت تنش اضافی، نسبت تنش ایجاد شده در هر یک از اعضا ناشی از فرونشست به تنش تسلیم فولاد می‌باشد. تنش تسلیم فولاد به منظور محاسبه‌ی نسبت تنش اضافی 24000 ton/m^2 لحاظ شده و نتایج حاصل از مدل‌ها بصورت شکل ۳ بدست می‌آید.



(الف)



(ب)

شکل ۳. الف) نسبت تنش اضافی حداکثر ب) فرونشست حداکثر بر حسب میزان کاهش سختی خاک

¹ Stiffness Reduction Factor (S.R.F)

² Over Stress Ratio (O.S.R)

با توجه به چارچوب‌های ذکر شده، حد گسیختگی اعضای دکل ناشی از فرونشست ۵ سانتیمتر و مقدار حداکثر مجاز برای نسبت تنش اضافی ۳۵٪ در مدل‌سازی در نظر گرفته شده است. همانطور که در شکل ۳ مشخص می‌باشد، در مدل‌سازی‌های انجام شده نسبت تنش اضافی حداکثر ایجاد شده در اعضای دکل‌های از مقدار مجاز ۳۵٪ تجاوز نمی‌کند اما مقادیر فرونشست متناظر در این مدل‌ها از مقدار مجاز ۵ سانتیمتر بیشتر شده است.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری:

پدیده‌ی فرونشست در کشور ایران پس از زلزله، سیلاب و خشکسالی از مهم‌ترین و شایع‌ترین مخاطرات به شمار می‌آید. مصرف روزافزون از منابع آب زیرزمینی و به تبع آن کاهش بسیار زیاد سطح آب زیرزمینی موجب توسعه‌ی بیش از پیش فرونشست زمین شده، به گونه‌ای که شدت فرونشست در برخی از دشت‌های ایران از جمله تهران دست کم ۹ برابر بیشتر از بحرانی‌ترین شرایط در کشورهای توسعه یافته در جهان است. این موضوع خطری جدی برای خطوط انتقال نیرو به دلیل عبور این خطوط از مناطق مستعد فرونشست به حساب می‌آید. به دلیل کمبود در میزان تحقیقات انجام شده در جهان و عدم وجود تحقیقاتی در این زمینه در ایران، درک درستی از نحوه‌ی عملکرد دکل‌های انتقال نیرو تحت فرونشست و روابط بین پارامترهای مختلف از جمله تنش و تغییر مکان با مقدار فرونشست وجود ندارد. بنابراین انجام تحقیقات گسترده‌تر همانند مدل‌سازی و نظارت بر خطوط انتقال موجود در مناطق دارای فرونشست به منظور شناخت تاثیر این پدیده‌ی مخرب بر دکل‌های انتقال نیرو الزامی می‌باشد.

تقدیر و تشکر:

این گزارش قسمتی از نتایج یک پروژه تحقیقاتی است که توسط پژوهشگاه نیرو حمایت شده است.

نویسندگان، مراتب قدردانی خود از پژوهشگاه نیرو را اعلام می‌دارند.

[۱] اکبری گرکانی، امیر. "مطالعه متون فنی و ارزیابی سابقه کارهای مشابه پیشین بر روی پدیده فرونشست زمین و اثرات آن بر

سازه‌های صنعت برق در سطح ملی و بین‌المللی"، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران، ۱۳۹۸.

[۲] دکتر امور مقررات ملی ساختمان (وزارت راه و شهرسازی). "مقررات ملی ساختمان ایران: مبحث هفتم: پی و پی‌سازی"،

۳۰۰۰، اول، ایران: نشر توسعه ایران، ۱۳۹۲.

[3] PEL/11 Overhead Lines. "*Design criteria of overhead transmission lines*", Europe: BSI, 2017.

[4] Kao-shan Dai, Shen-en Chen., "*Strong ground movement induced by mining activities and its effect on power transmission structures*", Mining Science and Technology, Vol. 19, pp. 0563–0568.2009.

[5] Zhang Li. et al. "*Short-term Failure Warning for Transmission Tower under Land Subsidence Condition*", IEEE Access, 2020.

[6] Zhang-qi Wang, Wen-qiang Jiang. "*The Influence of Tower Foundation Settlement on the Sag and Stress of Overhead Lines*", IEEE, 2009.

[7] Li B. et al. "*Finite Element Analysis of Foundation Settlement of 220kv Transmission Tower with Independent Foundation*", Applied Mechanics and Materials Vol. 201-202, pp. 602-607,2012.

[8] Meyerhof, George Geoffrey. "*Limit States Design in Geotechnical Engineering*", Technical University of Nova Scotia, Halifax, Canada, 1982.

طراحی بهینه پایه‌های شبکه توزیع بر مبنای ارزیابی چرخه عمر

علی اصغر ذکاوتی^۱، محمدعلی جعفری صحنه‌سرائی^۲

چکیده: پایه‌های شبکه توزیع درصدی قابل ملاحظه از سرمایه‌گذاری شبکه را به خود اختصاص می‌دهند. از آنجائیکه طول عمر پایه‌ها متأثر از دو عامل ذاتی و بیرونی بوده و از طرفی هزینه تامین آنها با هم تفاوت چشمگیری دارند، بنابراین انتخاب بهینه نوع پایه با عنایت به طول عمر مورد انتظار از شبکه، که هم الزامات فنی را پوشش دهد و هم از لحاظ اقتصادی "هزینه چرخه عمر" را حداقل نماید، اهمیت پیدا می‌کند. تا کنون بدلیل در دسترس نبودن منابع تامین پایه‌های مختلف، لزومی به بررسی و مقایسه اقتصادی بین پایه‌ها به نظر نمی‌رسیده و در اغلب موارد از پایه بتنی و بعضاً در موارد محدودیت‌های فنی و اجرائی از پایه چوبی و یا فولادی در شبکه‌های فشار متوسط استفاده می‌شده است. لذا توصیه می‌شود هنگام طراحی، با عنایت به شرایط اقلیمی منطقه و رجوع به اطلاعات، سوابق و تجربیات موجود "هزینه چرخه عمر" برای پایه‌های شبکه، محاسبه و با عنایت به طول عمر مورد انتظار از شبکه، نوع پایه مناسب را انتخاب، تا هم "هزینه چرخه عمر" کاهش یافته و هم میزان قابلیت اطمینان به شبکه با افزایش عمر پایه و آسیب پذیری کمتر آنها افزایش یابد.

کلیدواژه: طراحی بهینه، قابلیت اطمینان، چرخه عمر، دوره بازگشت، تعمیر نگهداری، عملکرد سازه

مقدمه

مفهوم چرخه عمر و هزینه چرخه عمر برای سازه‌ها و بطور خاص برای پایه‌های توزیع و کاربردهای آن در حوزه‌های مختلف، در بخش‌های قبلی گزارش عنوان گردید. بطور کلی می‌توان گفت که تحلیل و ارزیابی چرخه عمر^۳ (LCA) یک سازه به منظور فراهم کردن اطلاعات ورودی برای تصمیم‌گیری در حوزه‌های مختلف مرتبط در طول دوره عمر سازه (اصطلاحاً از گهواره تا گور^۴) بوده و به عبارت دیگر یک ابزار پشتیبان تصمیم‌سازی^۵

^۱ کارشناس ارشد سازه، azekavati@nri.ac.ir

^۲ استادیار گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق، mjafari@nri.ac.ir

۳ - Life Cycle Assessment (Analysis)

4 - From cradle-to-grave

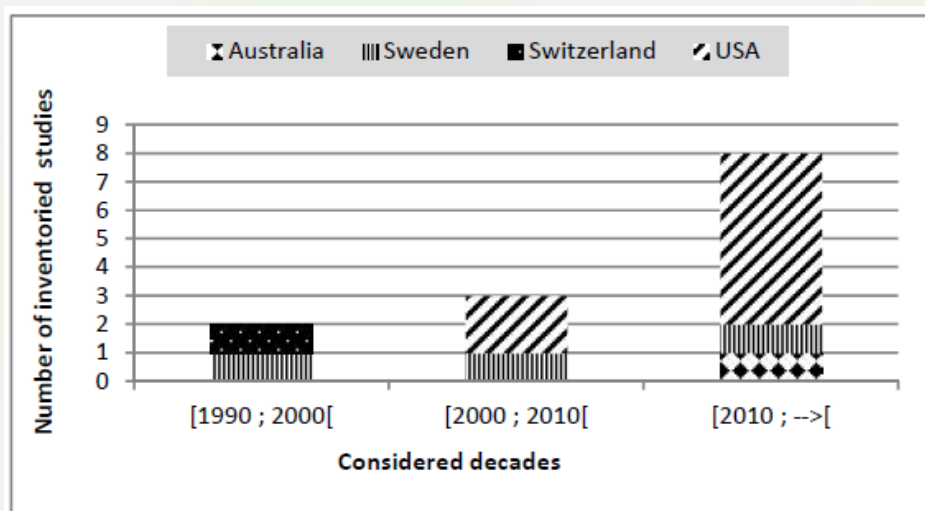
5 - Decision Support tool

است. در خصوص مباحث مرتبط با طراحی سازه‌ها نیز، استفاده از هزینه چرخه عمر به عنوان یک معیار تصمیم‌گیری کلی برای تنظیم ضوابط و معیارهای جزئی‌تر، مطرح شده و در حال گسترش است. به دلیل اینکه محاسبه هزینه چرخه عمر (بخصوص با لحاظ هزینه‌های ریسک و خسارات محتمل ناشی از شکست‌های سازه‌ای ناشی از حوادث و مخاطرات محیطی با استفاده از مدل‌های احتمالاتی) بسیار مشکل و پیچیده بوده و ابزارهای لازم برای انجام عملی این تحلیل‌ها هنوز توسعه نیافته‌اند، طراحی سازه‌ها بر اساس چرخه عمر هنوز در بخش‌های مهندسی وارد نشده است. ولیکن در بخش تحقیقات، فعالیت‌های گسترده‌ای در این خصوص انجام شده و از اینرو، توسعه ابزارهای لازم برای محاسبه هزینه چرخه عمر و لحاظ آن در طراحی سازه‌ها در آینده بسیار محتمل خواهد بود.

طراحی پایه‌ها بر مبنای ارزیابی چرخه عمر

بنابر نتایج بررسی‌های انجام شده در [۱] که خلاصه آن در شکل ۱ نشان داده شده، در سه دهه گذشته مطالعات محدودی در زمینه ارزیابی چرخه عمر پایه‌های انتقال و توزیع (با اهداف مختلف) در کشورهای توسعه یافته دنیا (اروپا، آمریکا و استرالیا) انجام شده و این حوزه مطالعاتی در دنیا روند رو به رشدی دارد. بنا به گزارش مذکور، ارزیابی چرخه عمر پایه‌ها در کشورهای در حال توسعه (تا تاریخ آن مطالعه) دیده نشده است.

طراحی بهینه پایه‌های شبکه توزیع بر مبنای ارزیابی چرخه عمر



شکل ۱: تعداد مطالعات انجام شده در حوزه ارزیابی چرخه عمر پایه‌های انتقال و توزیع در دنیا [۱]

حوزه‌های مختلفی برای بکارگیری اطلاعات حاصل از تحلیل هزینه چرخه عمر سازه‌ها وجود دارند که در بخش‌های قبلی گزارش عنوان شدند. در حوزه‌های مرتبط با طراحی سازه‌ها (و بطور خاص در مورد پایه‌های توزیع)، هزینه چرخه عمر را می‌توان در سه حوزه کلی شامل انتخاب پایه مناسب (به لحاظ نوع و مصالح) بر حسب شرایط محیطی و منطقه‌ای، تعیین سطح بهینه قابلیت اطمینان (و یا پارامترهای طراحی مرتبط با آن) برای طراحی مقاومتی سازه و طراحی استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات سازه در طول دوره بهره‌برداری از آن، به کار برد. هر یک از موارد مذکور، با عنوان طراحی سازه بر اساس چرخه عمر نامیده شده و در آینده، جایگاه قابل توجهی در فلسفه طراحی سازه‌ها داشته و با توسعه ابزارهای لازم، کاربرد عملی خواهند یافت. شایان ذکر است که یک چهارچوب جامع برای طراحی سازه‌ها بر اساس هزینه چرخه عمر باید هر سه حوزه فوق را بصورت همزمان و یکپارچه با هم، در بر داشته باشد. در ادامه، توضیحات بیشتری در خصوص حوزه‌های فوق‌الذکر ارائه شده است.

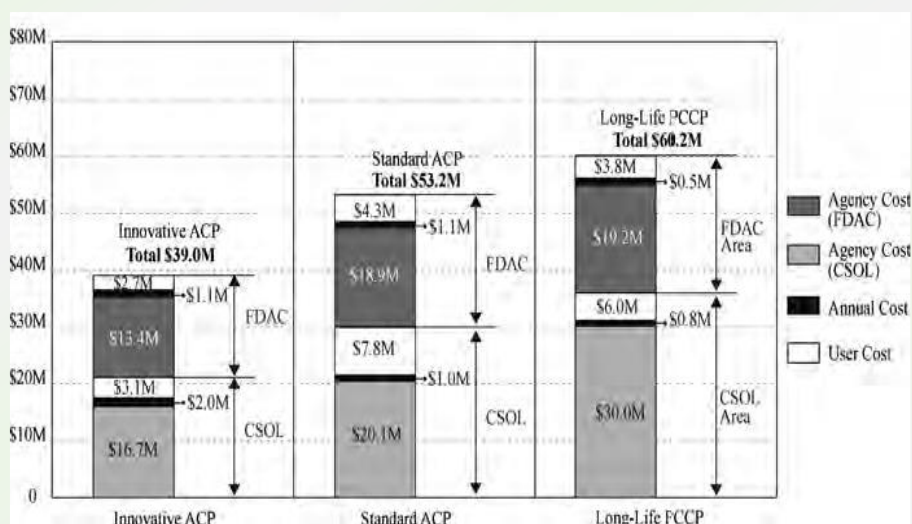
انتخاب بهترین پایه توزیع بر اساس کمینه‌سازی آثار محیطی و هزینه چرخه عمر

یکی از کاربردهای مهم و متداول تحلیل هزینه چرخه عمر، انتخاب گزینه برتر به لحاظ اقتصادی میان گزینه‌های مختلف در دسترس از انواع مختلف پایه (به لحاظ نوع، مصالح و ...) است. مبنای این انتخاب بطور کلی این است که سازه (یا پایه‌ای) به لحاظ اقتصادی مناسبتر است که هزینه‌های چرخه عمر کمتری داشته باشد. در روال متداول فعلی که از زمان‌های گذشته رایج بوده، برای انتخاب اقتصادی میان گزینه‌های مختلف، تنها از هزینه ساخت و احداث استفاده می‌شود و بر این اساس، گزینه‌هایی انتخاب می‌شوند که هزینه ساخت پایین‌تری دارند. این در حالی است که ممکن است گزینه با کمترین هزینه ساخت، در زمان بهره‌برداری در طول عمر خود به مراتب هزینه‌های بیشتری (به لحاظ نگهداری، ایجاد آسیب‌ها و خسارات که وابسته به شرایط محیطی منطقه است، اسقاط و ...) به صاحبان دارایی تحمیل کرده و بهینه نباشد. بر این اساس، ایده استفاده از هزینه چرخه عمر برای انتخاب گزینه برتر اقتصادی مطرح شده و فعالیت‌های تحقیقاتی گسترده‌ای نیز در این خصوص انجام شده است. با استفاده از تحلیل هزینه چرخه عمر می‌توان علاوه بر هزینه‌های ساخت و نصب، تمام عواملی که در طول دوره بهره‌برداری از پایه ایجاد هزینه می‌کنند (مانند فعالیت‌های نگهداری، ترمیم و تعمیر آسیب‌ها و خسارات محتمل، جایگزینی و اسقاط پایه‌های فرسوده و ...) را بسته به شرایط محیطی و اقلیمی و جغرافیای انسانی در منطقه مورد نظر، در انتخاب بهترین گزینه دخالت داده و از این طریق بهترین تصمیم را اتخاذ نمود. علاوه بر این، با تحلیل چرخه عمر می‌توان آثار زیست محیطی^۱ بهره‌برداری از پایه‌های مختلف را نیز در تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین پایه لحاظ نمود. در ادامه، نمونه‌هایی از مطالعات تحقیقاتی انجام شده در این حوزه‌ها، ارائه شده‌اند.

1 - Environmental Impact

طراحی بهینه پایه‌های شبکه توزیع بر مبنای ارزیابی چرخه عمر

نمونه‌ای از کاربرد هزینه چرخه عمر در انتخاب گزینه برتر اقتصادی در [۲] ارائه شده است. در این نمونه، انتخاب میان سه گزینه مختلف برای طرح رویه آسفالتی یک بزرگراه با استفاده از هزینه چرخه عمر هر یک از آنها صورت گرفته است. نتیجه تحلیل هزینه چرخه عمر برای سه گزینه موردنظر در شکل ۲ نشان داده شده است.

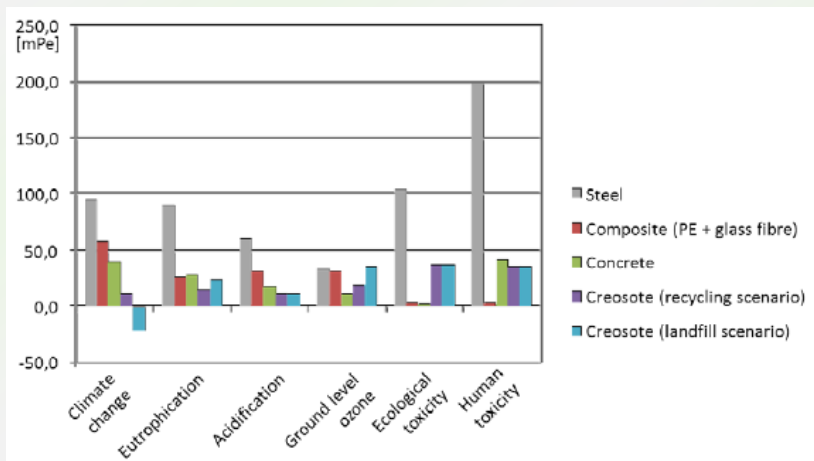


شکل ۲: مقایسه هزینه چرخه عمر برای سه گزینه رویه آسفالتی [۲]

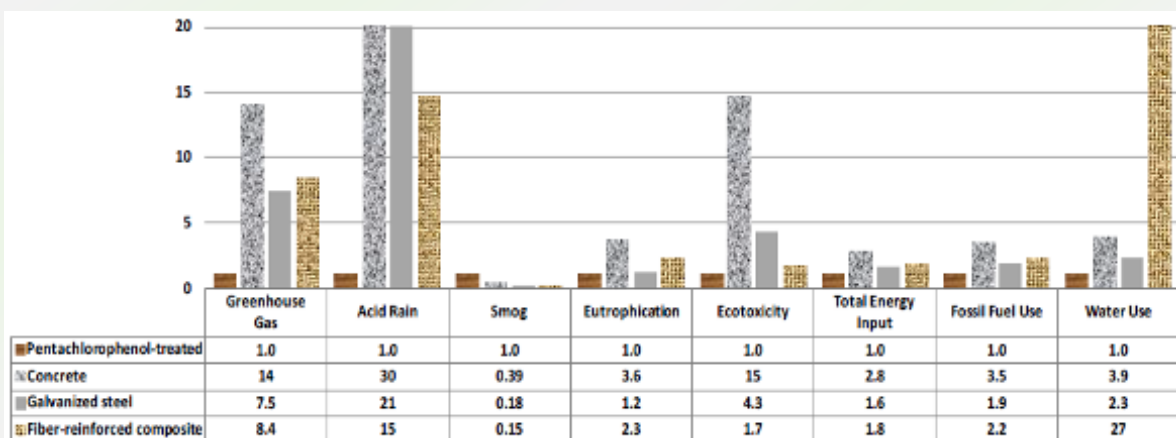
مطالعه‌ای در خصوص انتخاب بهترین گزینه از میان دو نوع پایه رو شنایی (فولاد گالوانیزه و فایبرگلاس) بر اساس تحلیل آثار محیطی آنها در چرخه عمرشان (LCIA)^۱ در [۳] ارائه شده است. آثار محیطی مورد نظر در این مطالعه شامل ۱۱ مورد است که از میان آنها می‌توان به مقدار گازهای گلخانه‌ای، تخریب غیرزیستی^۲، پتانسیل اوتروفیکاسیون^۳، پتانسیل اسیدی شدن^۴، پتانسیل گرمایش جهانی^۵، پتانسیل مسموم سازی انسانی^۶ و پتانسیل تخریب لایه ازن^۷ اشاره نمود. مطالعه مشابه دیگری در خصوص ارائه روشی برای انتخاب پایه مناسب در میان

- 1 - Life Cycle Impact Assessment
- 2 - Abiotic depletion
- 3 - Eutrophication Potential
- 4 - Acidification Potential
- 5 - Global Warming Potential
- 6 - Human Toxicity Potential
- 7 - Ozone Layer Depletion Potential

پایه‌های فولادی، بتنی، چوبی و کامپوزیتی بر اساس تحلیل آثار محیطی آنها در چرخه عمر ۵۰ ساله، در [۴] ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه که در شکل ۳ نشان داده شده، پایه با چوب آغشته به کرئوزوت^۱ بهترین انتخاب بوده و پایه‌های کامپوزیتی و بتنی در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند. در مطالعه مشابه دیگری نیز که در [۵] ارائه شده و نتایج آن در شکل ۴ نشان داده شده، پایه چوبی به لحاظ کمترین آثار زیست محیطی در چرخه عمر، به عنوان پایه برتر نسبت به پایه‌های بتنی، فولادی گالوانیزه و کامپوزیتی شناخته شده است.



شکل ۳: آثار محیطی انواع پایه‌ها در چرخه عمر (با فرض عمر بهره‌برداری ۵۰ ساله) [۴]

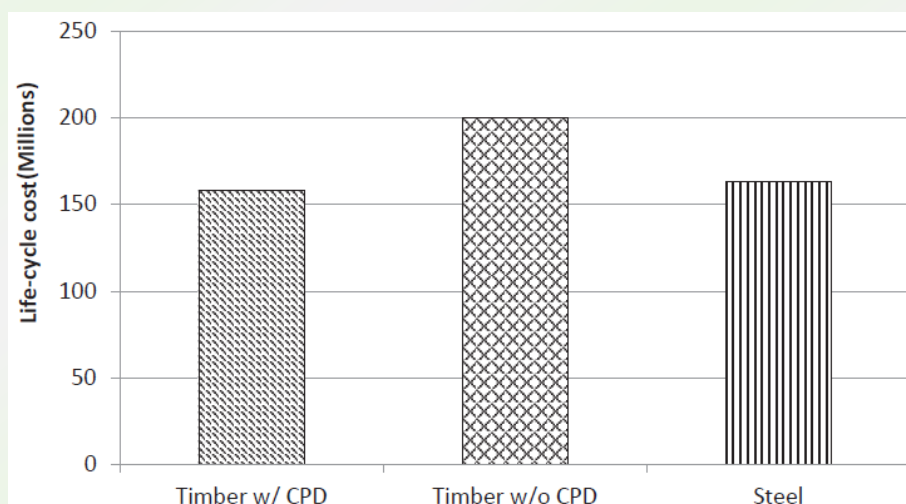


شکل ۴: مقایسه آثار زیست محیطی پایه‌های مختلف در چرخه عمر [۵]

1 - creosote impregnated wood

نتیجه مشابه مبنی بر برتری پایه چوبی به لحاظ آثار محیطی، در [۶] نیز ارائه شده است.

روشی برای محاسبه هزینه چرخه عمر پایه‌های توزیع با لحاظ خسارات محتمل وارد بر آنها تحت اثر هاریکن (بر اساس تحلیل قابلیت اطمینان وابسته به زمان با استفاده از منحنی‌های شکنندگی) در [۷] ارائه شده است. در این مطالعه با استفاده از روش مذکور، هزینه چرخه عمر برای دو نوع پایه چوبی و فولادی در مناطق آیوا و فلوریدا در طول ۶۰ سال محاسبه شده و نتایج آن (برای فلوریدا) در شکل ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج حاصله، پایه فولادی در این منطقه دارای هزینه چرخه عمر کمتر نسبت به پایه چوبی (در مقایسه با حالت بدون CPD) است.

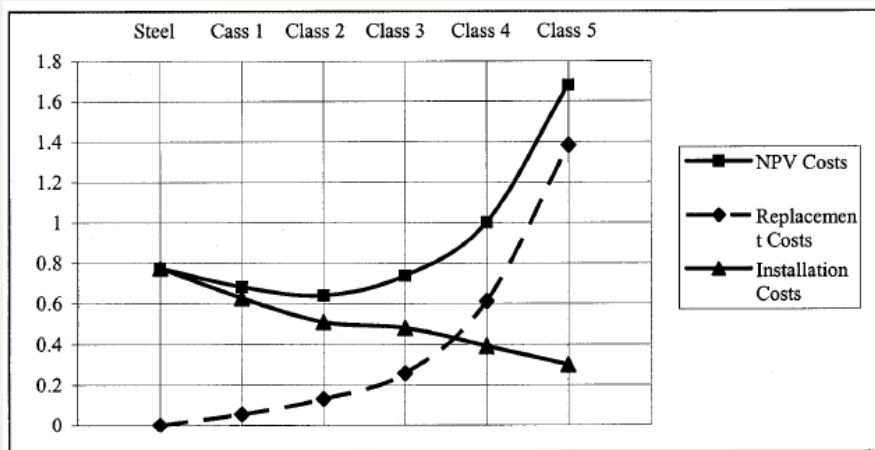


شکل ۵: ارزش فعلی هزینه چرخه عمر پایه‌های توزیع در منطقه فلوریدا [۷]

در مطالعه دیگری که در [۸] ارائه شده، مقایسه‌ای میان پایه‌های بتنی، فولادی و کامپوزیتی از نوع VBC^1 به لحاظ هزینه چرخه عمر و آثار محیطی آنها در چرخه عمر با لحاظ عدم قطعیت‌های موجود در آنها انجام شده است. نتایج حاصله حاکی از برتری پایه کامپوزیتی بر اساس هر دو معیار (هزینه و آثار بر محیط) است.

1 - Veneer-based composite

مقایسه‌ای میان هزینه چرخه عمر یک خط توزیع شامل ۱۰۰ عدد پایه چوبی (در ۵ کلاس مقاومتی) و فولادی در شمال آمریکا در طول ۵۰ سال، با لحاظ هزینه محتمل شکست آنها تحت بارهای آب و هوایی و با استفاده از تحلیل قابلیت اطمینان وابسته به زمان (و با لحاظ زوال مقاومت پایه‌ها در طی زمان) در [۹] انجام شده است. نمونه‌ای از نتایج حاصله در شکل ۶ نشان داده شده که حاکی از برتری پایه چوبی کلاس ۲ با وجود هزینه ساخت و نصب بالاتر آن است.



شکل ۶: ارزش فعلی (NPV) هزینه چرخه عمر پایه‌ها (نرمال شده به هزینه پایه متداول چوبی کلاس ۴) [۹]

مطالعات مشابه دیگری نیز با دیدگاه‌های مختلف در حوزه ارزیابی چرخه عمر سازه‌ها انجام شده که به عنوان نمونه می‌توان به [۱۰] الی [۱۳] اشاره نمود.

در داخل کشور نیز مطالعات محدودی در زمینه ارزیابی چرخه عمر پایه‌های توزیع انجام شده است. به عنوان نمونه می‌توان به مطالعه ارائه شده در [۱۴] اشاره نمود که با محاسبه هزینه چرخه عمر سه نوع پایه چوبی، بتنی و چدنی در شرایط اقلیمی مختلف، برتری اقتصادی استفاده از پایه چدنی را در مناطق دارای پتانسیل خوردگی و سیکل‌های یخ زدن و آب شدن نشان دادند. همچنین مقایسه اقتصادی میان شبکه‌های توزیع زمینی و هوایی با لحاظ هزینه‌های ساخت، نگهداری و تعمیرات مربوط به حوادث در [۱۵] ارائه شده است.

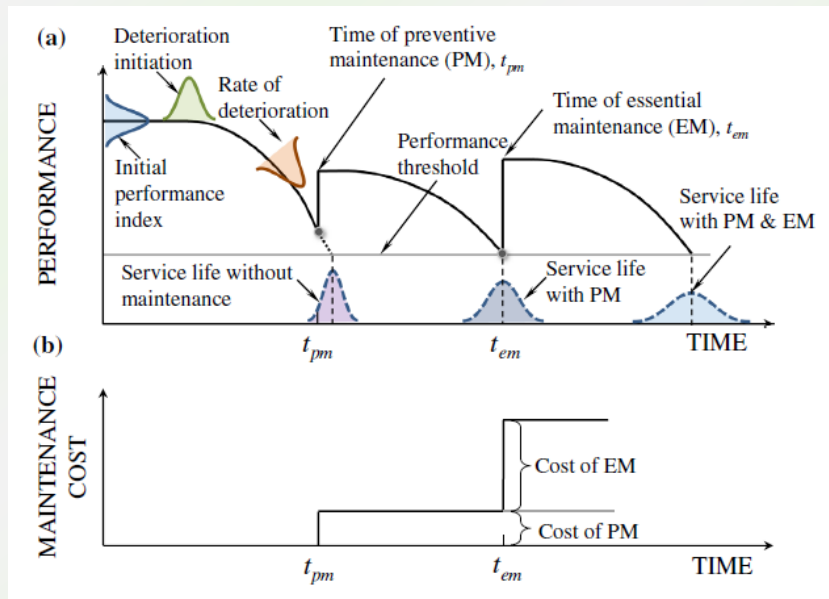
طراحی استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات بر اساس کمینه‌سازی هزینه چرخه عمر

سازه‌ها همواره در طول عمر بهره‌برداری خود به دلیل قرار گرفتن در معرض شرایط محیطی مخاطره آمیز دچار انواع آسیب‌های تدریجی و ناگهانی با شدت‌های مختلف میشوند. زوال^۱ تدریجی خواص مصالح ناشی از عوامل محیطی مانند خوردگی، خزش و خستگی در طی زمان باعث افت مقاومت و سختی اعضای سازه‌ها می‌شوند. این موضوع در مورد سازه‌های نمایان^۲ مانند پایه‌های توزیع بیشتر نمود پیدا می‌کند. بر این اساس، انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات برای حفظ قابلیت اطمینان و کارکرد مطلوب سازه‌ها در طول عمر مورد نظرشان اجتناب ناپذیر است. از طرف دیگر با معرفی و توسعه رویکردهای نوین در نگهداری و تعمیرات (مانند *RCM*، *CBM* و ...) که با هدف اثربخشی بیشتر و هزینه کمتر انجام می‌شوند، مباحثی نظیر بهینه‌سازی هزینه‌ها و لحاظ عدم قطعیت‌های مؤثر با مدل‌های احتمالاتی نیز در برنامه‌ریزی و مدیریت نگهداری و تعمیرات وارد شده است. اتخاذ تصمیمات بهینه در خصوص حفظ یا ارتقاء قابلیت اطمینان و کارکرد سیستم‌های سازه‌ای تنها از طریق یک برنامه‌ریزی مدیریت یکپارچه ریسک در یک چهارچوب جامع^۳ ارزیابی چرخه عمر قابل دستیابی است. فعالیت‌های اصلی این چهارچوب شامل ارزیابی و پیش‌بینی عملکرد سازه و بهینه‌سازی استراتژی‌های طراحی، بازرسی، پایش، نگهداری و تعمیرات می‌باشند. نمونه‌ای از منحنی عملکرد یک سازه در طول زمان و تغییرات آن در راستای افزایش عمر با انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، بصورت شماتیک در شکل ۷ نشان داده شده است.

1 - Deterioration

2 - Expose

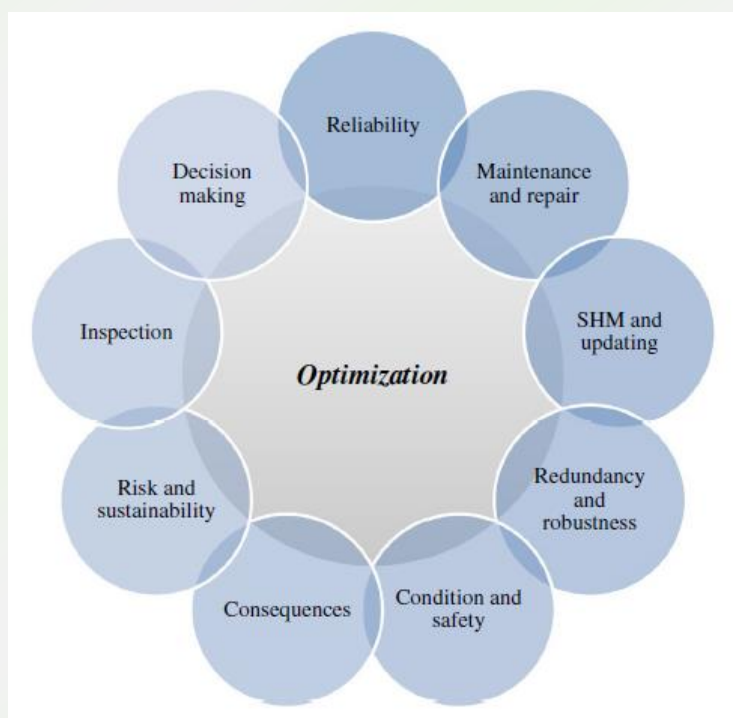
3 - Comprehensive Framework



شکل ۷: اثر زوال تدریجی و نگهداری بر منحنی عملکرد سازه (a) و هزینه نگهداری (b) [۱۶]

یکی از ابزارهای اصلی برای طراحی و برنامه‌ریزی استراتژی بهینه برای انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات، هزینه چرخه عمر (با لحاظ هزینه‌های نگهداری و بر اساس تحلیل‌های احتمالاتی وابسته به زمان) است. بر این اساس، برنامه نگهداری و تعمیرات (شامل زمانبندی بازدیدها، فعالیت‌های تعمیراتی دوره‌ای، تعمیرات در صورت وقوع حوادث و تعیین زمان مناسب برای تخریب یا اسقاط سازه) به نحوی تعیین می‌شود که هزینه چرخه عمر آن کمینه شود. با توجه به روند رو به رشد توجه به مباحث نگهداری و تعمیرات سازه‌ها انتظار می‌رود که در آینده مباحث مرتبط با حوزه طراحی استراتژی بهینه نگهداری و تعمیرات، در همان مراحل طراحی سازه‌ها (قبل از ساخت) توسط طراح انجام و ارائه شده و با اخذ اطلاعات دائمی و پیوسته از وضعیت سازه (مثلاً از طریق استقرار سیستم پایش سلامت سازه *SHM*) طی دوره بهره‌برداری از آن، به‌روز شود. مفاهیم علمی چهارچوب‌های این حوزه برای سایر سازه‌ها (بخصوص پل‌ها) تدوین شده ولیکن مدل‌ها و ابزارهای کاربردی محاسباتی برای استفاده عملی در بخش مهندسی هنوز توسعه نیافته‌اند. نمونه‌ای از یک چهارچوب یکپارچه جامع برای مدیریت چرخه عمر سازه در شکل ۸ نشان داده شده است. نمونه‌هایی از فعالیت‌های

تحقیقاتی در مورد طراحی چهارچوب، رویکرد و مدل‌های تحلیلی برای بهینه‌سازی نگهداری و تعمیرات بر اساس ارزیابی چرخه عمر در [۱۷] الی [۲۲] ارائه شده‌اند. همچنین مروری بر اهم فعالیت‌های تحقیقاتی در این حوزه نیز در [۲۳] ارائه شده است.



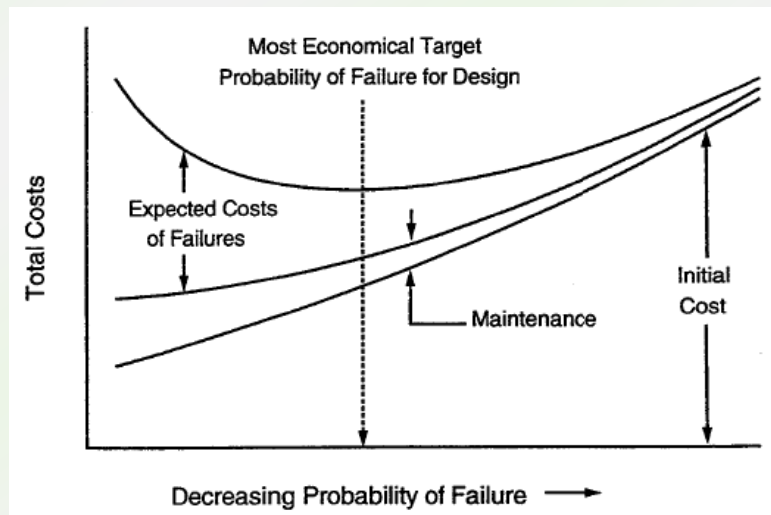
شکل ۸: چهارچوب حوزه‌های مدیریت یکپارچه چرخه عمر سازه [۱۶]

تعیین پارامترهای طراحی پایه‌ها بر اساس کمینه‌سازی هزینه چرخه عمر

یکی از کاربردهای مهم هزینه چرخه عمر، تعیین سطح بهینه برای قابلیت اطمینان مورد نظر در طراحی سازه‌ها است که به آن سطح قابلیت اطمینان هدف^۱ نیز گفته می‌شود. بر این اساس، در طراحی سازه‌ها بر اساس قابلیت اطمینان، سطح قابلیت اطمینان هدف باید طوری انتخاب شود که هزینه چرخه عمر سازه با لحاظ ارزش فعلی هزینه‌های محتمل مورد انتظار ناشی از خرابی^۲ سازه در حالات حدی مختلف (که وابسته به سطح قابلیت

1 - Target Reliability Level
2 - Expected Cost of Failure

اطمینان یا احتمال خرابی است) کمینه شود. این مفهوم بطور شماتیک در شکل ۹ نشان داده شده است. با داشتن قابلیت اطمینان هدف، سایر پارامترهای طراحی از قبیل دوره بازگشت بارها و یا ضرایب اطمینان قابل تعیین خواهند بود.

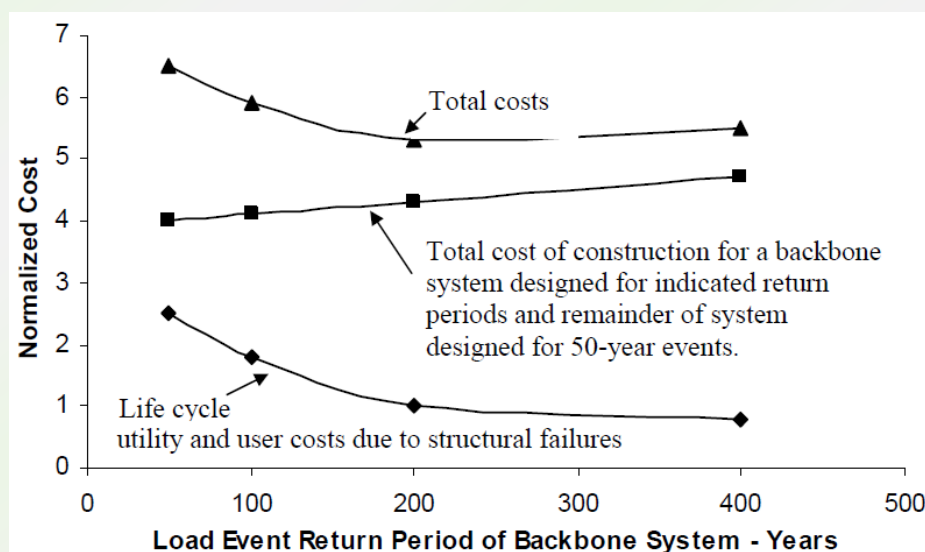


شکل ۹: تعیین سطح بهینه قابلیت اطمینان هدف بر اساس هزینه چرخه عمر

در حال حاضر، طراحی سازه‌های عمومی بر اساس قابلیت اطمینان در سطح آئین‌نامه انجام می‌شود. بدین معنی که تعیین سطح بهینه قابلیت اطمینان و پارامترهای طراحی توسط نهادهای حاکمیتی و تحقیقاتی انجام شده و نتایج آن در قالب دوره بازگشت بارها و ضرایب اطمینان به صورت لازم‌الاجرا در آئین‌نامه‌ها و استانداردهای طراحی ارائه و توسط مهندسين طراح، استفاده می‌شوند. در تعیین سطح بهینه قابلیت اطمینان برای برخی از سازه‌ها بصورت کلی از مفهوم هزینه چرخه عمر استفاده شده است. به عنوان نمونه، استاندارد IEC 60826 برای تعیین سطح قابلیت اطمینان (دوره بازگشت بارهای محیطی) بهینه برای طراحی مکانیکی و سازه‌ای خطوط انتقال برق، تا حدودی از مفاهیم بهینه‌سازی هزینه چرخه عمر بر اساس تحقیقات انجام شده توسط غنوم [۲۴] استفاده کرده است. در این خصوص، یک رویکرد دیگر این است که سطح بهینه قابلیت اطمینان در هر پروژه خاص، بر

طراحی بهینه پایه‌های شبکه توزیع بر مبنای ارزیابی چرخه عمر

اساس تحلیل هزینه چرخه عمر همان پروژه و توسط مهندسین طراح تعیین شود. این رویکرد در حال حاضر متداول نبوده، ولی انتظار می‌رود که در آینده رواج بیشتری پیدا کند. نمونه‌ای از طراحی سازه‌های خطوط انتقال با این رویکرد در [۲۵] ارائه و نتایج آن در شکل ۱۰ ارائه شده است.



شکل ۱۰: تعیین دوره بازگشت بهینه بارها بر اساس کمینه سازی هزینه چرخه عمر برای طراحی سازه‌های یک خط انتقال [۲۵]

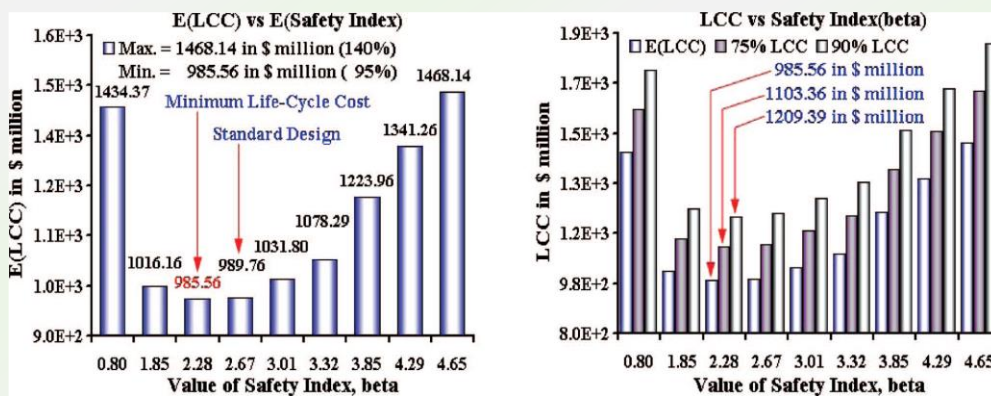
در خصوص پایه‌های توزیع، در حال حاضر سطح قابلیت اطمینان هدف برای طراحی سازه‌ای، بر اساس انطباق با پایه‌های طراحی شده در گذشته طبق *NESC* که عملکرد نسبتاً مناسبی داشته‌اند، تعیین و کالیبره شده است. [۲۶] این رویکرد علیرغم اینکه ایمنی نسبتاً مطلوبی را تأمین خواهد کرد ولیکن الزاماً منجر به یک طرح بهینه اقتصادی به لحاظ هزینه چرخه عمر نخواهد شد. بر این اساس انتظار می‌رود که در آینده، رویکردهای مبتنی بر بهینه سازی هزینه چرخه عمر برای تعیین سطح قابلیت اطمینان هدف پایه‌های توزیع نیز مورد استفاده قرار گیرند.

فعالیت‌های تحقیقاتی متعددی نیز در خصوص تعیین سطح قابلیت اطمینان طراحی سازه‌ها با هدف

بهینه‌سازی هزینه چرخه عمر آنها انجام شده است. به عنوان نمونه می‌توان به مطالعه ارائه شده در [۲۷] اشاره

نمود که در آن، سطح ایمنی بهینه برای یک پل کابلی با لحاظ عدم قطعیت‌های مؤثر در آن، تعیین و نتیجه حاصله

در شکل ۱۱ ارائه شده است.



شکل ۱۱: تعیین شاخص ایمنی بهینه بر اساس هزینه چرخه عمر برای یک پل کابلی [۲۷]

در مطالعه دیگری که در [۲۸] ارائه شده، مفاهیم سطح قابلیت اطمینان بر اساس کمیته سازی هزینه چرخه

عمر و روش‌های محاسبه آن برای یک سازه نگهدارنده مواد هسته‌ای ارائه شده که بخشی از نتایج حاصله در

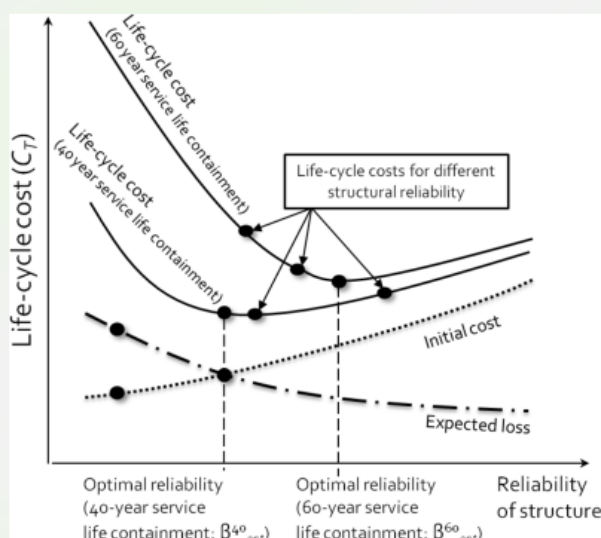
شکل ۱۲ نشان داده شده است. همچنین مفاهیم، چهارچوب‌های کلی و مدل‌های محاسباتی برای طراحی و

مدیریت چرخه عمر سازه‌ها در [۲۹] الی [۳۲] ارائه شده‌اند. در مطالعه ارائه شده در [۳۴] نیز، ضرایب اطمینان

طراحی پایه‌های توزیع با الگوگیری از مبانی ارائه شده در استاندارد طراحی خطوط انتقال (IEC 60826) محاسبه

شده و نشان داده شده که پایه طراحی شده با استفاده از ضرایب پیشنهادی، دارای هزینه چرخه عمر کمتری

نسبت به طرح‌های استاندارد فعلی است.



شکل ۱۲: تعیین سطح ایمنی بهینه بر اساس هزینه چرخه عمر برای یک سازه نگهدارنده مواد هسته‌ای [۲۸]

با توجه به مطالب ارائه شده در این بخش می‌توان نتیجه گرفت که در آینده، استفاده از تحلیل هزینه چرخه عمر در حوزه‌های مختلف مرتبط با طراحی پایه‌های توزیع در قالب یک چهارچوب یکپارچه و توسعه ابزارهای کاربردی مورد نیاز آن، بسیار محتمل خواهد بود.

شایان ذکر است که علاوه بر طراحی پایه‌ها با فلسفه کمینه‌سازی هزینه چرخه عمر (که می‌تواند منجر به تغییر در معیارهای طراحی شود) می‌توان با لحاظ معیارهای فعلی طراحی نیز پایه‌ها را بصورت بهینه طراحی نمود که در این خصوص، مطالعه ارائه شده در [۳۳] که در آن، طراحی پایه‌های استاندارد فعلی با لحاظ اصلاح طرح اختلاط بتن مصرفی بهینه شده، قابل اشاره می‌باشد. همچنین طراحی پایه‌ها در برابر آثار حاصل از زلزله و طراحی در برابر پیچش به همراه به‌روزرسانی استانداردها و دستورالعمل‌های مربوطه نیز، از حوزه‌هایی هستند که نیاز به انجام فعالیت‌های تحقیقاتی در آینده دارند. نمونه‌ای از مطالعات انجام شده در این حوزه‌ها (شامل تعیین ضریب رفتار لرزه‌ای پایه‌های بتنی)، در [۳۵] و [۳۶] قابل مشاهده می‌باشند.

نتیجه گیری

در این مطالعه با بررسی طراحی بهینه پایه های توزیع بر مبنای چرخه عمر نشان داده شد، چرخه عمر یک ابزار تصمیم گیری مبتنی بر محاسبات اقتصاد مهندسی است که با استفاده از آن می توان به بررسی و تحلیل تمامی هزینه های آشکار و پنهان یک دارایی در طی چرخه عمر آن پرداخت. با انجام آنالیز LCC پیش از تصمیم گیری در زمینه خرید و جایگزینی یک تجهیز، می توان سناریوهای مختلف را بررسی نمود و هزینه های پنهانی که سازمان در آینده با آنها رو به رو خواهد بود را شناسایی و برآورد کرد و بهترین گزینه را از بین سناریوهای موجود انتخاب نمود و در انتها نیز زمان مناسب برای تعویض و جایگزینی تجهیز را به دست آورد

محاسبه هزینه چرخه عمر نشان داد، فرایند آنالیز اقتصادی برای ارزیابی مجموع هزینه های ایجاد، نگهداری و دفع یک محصول است. این محاسبات می تواند به کل چرخه عمر و یا بخشی از آن اعمال شود. هدف اصلی از محاسبه هزینه چرخه عمر فراهم آوردن داده های ورودی برای فرایند تصمیم گیری در هر یک از قسمت های چرخه عمر یا کل چرخه عمر یک محصول است. تصمیم گیری های مهمی که محاسبات هزینه چرخه عمر برای آنها داده ورودی فراهم می آورد عبارتند از:

- ارزیابی و مقایسه روش های طراحی جایگزین و گزینه های دفع
- ارزیابی دوام اقتصادی پروژه ها و محصولات
- شناسایی مشارکت کنندگان در هزینه و پیشرفت های مقرون به صرفه
- ارزیابی و مقایسه راهبردهای جایگزین برای استفاده از محصول، بهره برداری، آزمایش، بازرسی، نگهداری و ...
- ارزیابی و مقایسه روش های مختلف جایگزینی، بهبود، افزایش عمر و بازنشسته کردن محصولات قدیمی
- اختصاص دادن بودجه به اولویت های توسعه و بهبود محصول
- ارزیابی معیارهای تضمین محصول از طریق آزمایش های تایید صحت
- برنامه ریزی بلند مدت مالی

- [۱] دستورالعمل نصب کابل ADSS با استفاده از زیرساخت‌های شبکه توزیع، شرکت موندکو ایران، ۱۳۹۳
- [2] Nimpa, G.D., Njankouo, J.M., Ngohe-Ekam, P.S. and Tamo Tatietsé, T., 2017. Life cycle assessment of power utility poles—a review. *Int J Eng Sci Invent*, 6(2), pp.16-32.
- [3] Bull, J.W. ed., 2015. *Life cycle costing for the analysis, management and maintenance of civil engineering infrastructure*. Whittles Publishing. Chapter 4.
- [4] Barone, S., Cucinotta, F. and Sfravara, F., 2017. A comparative Life Cycle Assessment of utility poles manufactured with different materials and dimensions. In *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing* (pp. 91-99). Springer, Cham.
- [5] Erlandsson, M., 2012. *Comparison of the environmental impacts from utility poles of different materials*. Swedish Environmental Research Institute.
- [6] *Conclusions and Summary Report on an Environmental Life Cycle Assessment of Utility Poles, 2012, Project Name: Environmental Life Cycle Assessment of Utility Poles, Prepared by: AquAeTer, Inc., Treated Wood Council*
- [7] Bolin, C.A. and Smith, S.T., 2011. Life cycle assessment of pentachlorophenol-treated wooden utility poles with comparisons to steel and concrete utility poles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), pp.2475-2486.
- [8] Salman, A.M., 2014. *Age-dependent fragility and life-cycle cost analysis of timber and steel distribution poles subjected to hurricanes*. MASTER OF SCIENCE THESIS, MICHIGAN TECHNOLOGICAL UNIVERSITY
- [9] Lu, H.R. and El Hanandeh, A., 2017. Environmental and economic assessment of utility poles using life cycle approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(4), pp.1047-1066.
- [10] Li, X.H., 2004. *Life cycle cost of support poles in distribution lines* (Doctoral dissertation, McGill University).
- [11] Rossi, B., Lukic, I., Iqbal, N., Du, G., Cregg, D., Borg, R.P. and Haller, P., 2011. Life cycle impacts assessment of steel, composite, concrete and wooden columns. In *Final International Conference of COST Action C25-Sustainability of Constructions: Towards a better built environment: Innsbruck 3-5 February 2011* (pp. 277-285).
- [12] Salman, A.M. and Li, Y., 2016. Age-dependent fragility and life-cycle cost analysis of wood and steel power distribution poles subjected to hurricanes. *Structure and Infrastructure Engineering*, 12(8), pp.890-903.
- [13] *Life Cycle Assessment of Southern Yellow Pine Wood and North American Galvanized Steel Utility Distribution Poles*. Scientific Certification Systems, Emeryville CA: 2013.
- [14] de Simone Souza, H.H., Lima, Â.M.F., Esquerre, K.O. and Kiperstok, A., 2017. Life cycle assessment of the environmental influence of wooden and concrete utility poles based on service lifetime. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(12), pp.2030-2041.
- [۱۵] اعتماد رضایی، حسین، ملک جعفریان، مرتضی. و بر بند، سیدامیر، "مجموع هزینه سرمایه‌گذاری پایه‌های برق"، خرداد ۱۳۹۸، بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی شبکه‌های توزیع نیروی برق، خرم‌آباد
- [۱۶] مرتضی زاده، علی، ۱۳۸۳، "مقایسه شبکه‌های هوایی و زمینی در احداث و بهره‌برداری"، نهمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی برق، زنجان، <https://civilica.com/doc/42886>
- [17] Frangopol, D.M., Dong, Y. and Sabatino, S., 2017. Bridge life-cycle performance and cost: analysis, prediction, optimisation and decision-making. *Structure and Infrastructure Engineering*, 13(10), pp.1239-1257.
- [18] Frangopol, D.M. and Soliman, M., 2016. Life-cycle of structural systems: recent achievements and future directions. *Structure and infrastructure engineering*, 12(1), pp.1-20.

- [19] Frangopol, D.M. and Liu, M., 2007. Maintenance and management of civil infrastructure based on condition, safety, optimization, and life-cycle cost*. *Structure and infrastructure engineering*, 3(1), pp.29-41.
- [20] Frangopol, D.M., Kallen, M.J. and Noortwijk, J.M.V., 2004. Probabilistic models for life-cycle performance of deteriorating structures: review and future directions. *Progress in structural engineering and Materials*, 6(4), pp.197-212.
- [21] Okasha, N.M. and Frangopol, D.M., 2012. Integration of structural health monitoring in a system performance based life-cycle bridge management framework. *Structure and Infrastructure Engineering*, 8(11), pp.999-1016.
- [22] Barone, G. and Frangopol, D.M., 2014. Reliability, risk and lifetime distributions as performance indicators for life-cycle maintenance of deteriorating structures. *Reliability Engineering & System Safety*, 123, pp.21-37.
- [23] Hong, H.P., Zhou, W., Zhang, S. and Ye, W., 2014. Optimal condition-based maintenance decisions for systems with dependent stochastic degradation of components. *Reliability Engineering & System Safety*, 121, pp.276-288.
- [24] Frangopol, D.M., Saydam, D. and Kim, S., 2012. Maintenance, management, life-cycle design and performance of structures and infrastructures: a brief review. *Structure and infrastructure engineering*, 8(1), pp.1-25.
- [25] Ghannom, E., 1981. A Rational Approach to Structural Design of Transmission Line. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, (7), pp.3506-3512.
- [26] Peters, G., DiGioia, Jr, A.M., Hendrickson, C. and Apt, J., 2007. Transmission line reliability: climate change and extreme weather. In *Electrical Transmission Line and Substation Structures: Structural Reliability in a Changing World* (pp. 12-26).
- [27] Dagher, H.J. ed., 2006, August. Reliability-based design of utility pole structures. *American Society of Civil Engineers*.
- [28] Ang, A.S., 2011. Life-cycle considerations in risk-informed decisions for design of civil infrastructures. *Structure and Infrastructure Engineering*, 7(1-2), pp.3-9.
- [29] Kim, S.H., 2013. Long-term safety evaluation of nuclear containment structure and optimal target reliability level based on life-cycle cost. *Hydro-Environmental Analysis: Freshwater Environments, Safety, Reliability, Risk and Life-Cycle Performance of Structures & Infrastructures*, Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00086-5, p.67.
- [30] Frangopol D.M. 2013, *Life-cycle performance, management, and optimization of civil infrastructure systems for risk-informed decision, Safety, Reliability, Risk and Life-Cycle Performance of Structures & Infrastructures*, Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00086-5, P 3513
- [31] Ellingwood, B.R. and Lee, J.Y., 2016. Life cycle performance goals for civil infrastructure: intergenerational risk-informed decisions. *Structure and Infrastructure Engineering*, 12(7), pp.822-829.
- [32] Frangopol, D.M., 2011. Life-cycle performance, management, and optimisation of structural systems under uncertainty: accomplishments and challenges 1. *Structure and infrastructure Engineering*, 7(6), pp.389-413.
- [۳۳] مقدم نیا، بهزاد؛ ذبیحی، مجید و کوهی، علیرضا، ۱۳۹۸، "طراحی و ساخت دستگاه سنجش تراز پایه‌های توزیع نیروی برق"، بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی شبکه‌های توزیع نیروی برق، خرم آباد
- [۳۴] رشیدی، مجید و صادقی خمایی، مسعود، ۱۳۹۶، "مستحکم سازی شبکه‌های توزیع برق در مقابل حوادث طبیعی با استفاده از الگوریتم نسبی تاثیر و سیستم اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: شبکه توزیع نیروی برق استان کرمانشاه)، کنگره بین‌المللی علوم و مهندسی، <https://civilica.com/doc/755344>
- [35] Taranu, N.I.C.O.L.A.E., Oprisan, G.A.B.R.I.E.L., Budescu, M.I.H.A.I., Secu, A.L.E.X.A.N.D.R.U. and Gosav, I.O.N.E.L., *The use of glass fiber reinforced polymer composites as reinforcement for*

tubular concrete poles. In Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on Sustainability in Science Engineering (pp. 391-410).

[۳۶] زینلیان، مهران و زمانی خوراسگانی، مهرداد، ۱۳۹۶، "ارزیابی رفتار سازه‌ای پایه‌های بتنی شبکه توزیع برق، نشریه

علمی-پژوهشی مهندسی سازه و ساخت، شماره ۴، صفحه ۲۹-۴۱. <https://civilica.com/doc/893735>

اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جوی مؤثر بر سازه‌های صنعت برق و رهنگاشت شناسایی و پهنه‌بندی آنها

محمدعلی جعفری^۱، علی اصغر ذکاوتی^۲

چکیده: در این گزارش پژوهشی، فعالیت‌های انجام شده به منظور تعیین مخاطرات محیطی جوی اولویت‌دار که بر سازه‌ها و سامانه‌های صنعت برق تأثیرگذار هستند، ارائه شده است. فعالیت‌های مذکور در راستای تدوین سند راهبردی شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی جوی صورت گرفته است. به منظور تعیین راهبردها و اقدامات مورد نظر در سند و با توجه به محدودیت‌های منابع، اولویت‌بندی مخاطرات محیطی برای شناسایی، اجتناب ناپذیر است. این اولویت‌بندی طبق یک متدولوژی طراحی شده بر اساس رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره و چندشاخصه و با استفاده از معیارهای مؤثر تعیین شده، انجام شده است. جهت تعیین امتیازهای مورد نیاز برای کمی‌سازی شاخص‌ها، از نظر خبرگان استفاده شده که توسط پرسشنامه‌های طراحی شده، اخذ گردیده‌اند. بر اساس اولویت‌بندی انجام شده، مخاطرات اولویت‌دار مؤثر بر سازه‌های صنعت برق، به تفکیک در حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع مشخص و ارائه شده‌اند. در نهایت، رهنگاشت اقدامات مورد نیاز برای شناسایی و پهنه‌بندی این مخاطرات اولویت‌دار نیز تهیه و ارائه شده است.

کلیدواژه: مخاطرات محیطی جوی، سازه‌های صنعت برق، اولویت‌بندی، تصمیم‌گیری چندمعیاره، رهنگاشت

مقدمه

سازه‌ها و سامانه‌ها در طول عمر بهره‌برداری خود در معرض انواع مخاطرات قرار دارند. در راستای تأمین قابلیت اطمینان و ایمنی انرژی و کاهش انواع صدمات و خسارات حاصل از تخریب یا عدم عملکرد سازه‌ها و سامانه‌های صنعت برق، طراحی سازه‌های جدید برای پایداری و دوام در برابر مخاطرات مختلف و ارزیابی سامانه‌ها و سازه‌های موجود برای حفظ سطح ایمنی آنها ضروری است. بدین منظور، شناسایی انواع مخاطرات آسیب رسان

^۱ استادیار پژوهشی، پست الکترونیکی (mjafari@nri.ac.ir)

^۲ کارشناس پژوهشی، پست الکترونیکی (azekavati@nri.ac.ir)

به سازه‌ها و سامانه‌ها و تعیین ویژگی‌ها و مشخصات آنها بصورت کمی، مورد نیاز می‌باشد. از طرف دیگر، با توجه به پتانسیل ایجاد شرایط بحرانی ناشی از وقوع مخاطرات محیطی، شناسایی و تعیین مشخصات انواع مخاطرات و پیش‌بینی آنها در آینده دور و نزدیک به منظور برنامه‌ریزی برای انجام فعالیت‌های مرتبط با مدیریت بحران، ضروری است. مخاطرات محیطی^۱، پیشامدهای ناگهانی یا تدریجی با خاستگاه طبیعی یا انسانی به شمار می‌روند که متأثر از آنها، سلامت و امنیت گستره زیست، اسکان بشر و صنعت با خطر مواجه می‌شود. مخاطرات محیطی دارای انواع متنوعی (از نظر منشأ، نوع تأثیر و ...) می‌باشند. یکی از مهمترین انواع کلی مخاطرات، مخاطرات محیطی جوی است که شامل پدیده‌های جوی نظیر باد، طوفان و گردباد، برف، یخ، بارش، سیل، دما، رطوبت، آلودگی و محیط‌های خورنده مصالح و ... می‌باشند. از آنجا که اغلب مخاطرات محیطی دارای ماهیت تصادفی می‌باشند، مشخصات آنها مانند زمان وقوع، بزرگی، مدت زمان و ... نیز از نوع کمیت‌های تصادفی بوده و در صورت وجود داده‌های آماری کافی، با استفاده از مدل‌های آماری مناسب بیان می‌شوند. برخی از پدیده‌ها نیز که دارای ماهیت قطعی هستند، توسط مدل‌های رفتاری مناسب بیان می‌شوند. عمده پدیده‌های جوی تأثیرگذار بر سازه‌ها در سال‌های گذشته مورد مطالعه قرار گرفته و برخی از پارامترهای مشخصه آنها نیز تعیین و در سطح کشور پهنه‌بندی شده‌اند. اما با توجه به گذشت سال‌ها و دهه‌ها از این بررسی‌ها، ایجاد تغییرات محیطی و اقلیمی به همراه حصول دانش‌ها و داده‌های جدید از آنها، لزوم بازبینی و بروز رسانی مطالعات گذشته را در کنار انجام مطالعات جدید، نشان می‌دهد. بر این اساس، طرحی در گروه سازه‌های صنعت برق مورد نظر قرار گرفته که در هدف از آن، شناسایی انواع مخاطرات جوی در ارتباط با سازه‌های صنعت برق، شناسایی ماهیت هر یک به همراه مدل‌های رفتاری و آماری مناسب برای بیان پارامترهای مشخصه آنها، گردآوری داده‌های مورد نیاز و در نهایت، ارائه مقادیر کمی پارامترهای مشخصه آنها در سطح کشور (بصورت نقشه‌های پهنه‌بندی) می‌باشد. با توجه به اینکه

¹ Environmental hazards

انجام طرح مورد نظر، نیاز به حوزه‌های مختلفی از دانش علمی و فنی، تخصص و فناوری دارد، وجود برنامه‌ای جامع برای هماهنگ سازی و جهت‌دهی فعالیت‌های مورد نیاز ذینفعان مختلف و افزایش کارایی و اثربخشی آنها، ضروری می‌باشد. بدین منظور در گام نخست از اجرای این طرح، به تدوین سند راهبردی و نقشه راه پرداخته شده است. سند راهبردی، مجموعه‌ای از چشم‌انداز، اهداف، سیاست‌ها، راهبردها، اقدامات و برنامه‌های ساختار یافته‌ای است که به دنبال توسعه دانش و فناوری با مداخله هوشمندانه دولت بوده و با پشتیبانی از نوآوری، آینده مطلوب از توسعه و مسیر رسیدن به آن را در کشور مشخص می‌کند. وجود یک سند راهبردی و نقشه راه جامع سبب هدایت صحیح فعالیت‌ها و سرمایه مورد نیاز برای توسعه دانش و فناوری و نیل به اهداف آن خواهد شد. در این گزارش، بخشی از مهمترین خروجی‌های سند مورد نظر که شامل تعیین اولویت‌های مخاطرات جوی مؤثر بر سازه‌ها و سامانه‌های صنعت برق و رهنگاشت اقدامات و پروژه‌های لازم جهت تحقق اهداف مورد نظر هستند، ارائه شده‌اند.

متدلوژی اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جوی

انواع مختلف مخاطرات محیطی جوی مؤثر بر سامانه‌های صنعت برق و سازه‌های آنها که در این

اولویت‌بندی مورد نظر قرار دارند، در ۴ دسته کلی به شرح جدول زیر می‌باشند:

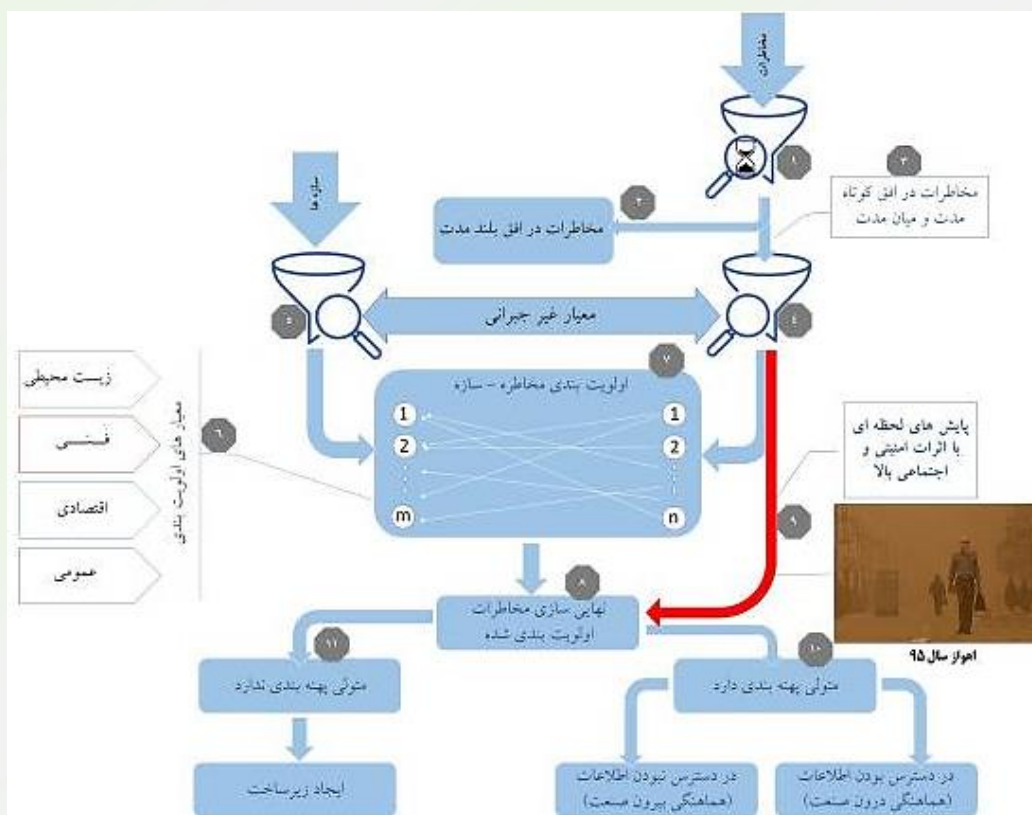
جدول ۱: انواع مخاطرات محیطی مؤثر بر سازه‌های صنعت برق

مخاطره	گروه اصلی	ردیف
باران سنگین، سیلاب، برف سنگین، بهمن، یخ جوی، باران اسیدی، تگرگ، رعد و برق، مه، رطوبت	بارش	۱
باد و توفان، توفان گرد و غباری، بوران برف	باد	۲
آلودگی هوا، ریزگرد، تابش فرابنفش خورشید (UV)	آلودگی	۳
امواج دمايي، خشک‌سالی، یخبندان	دما	۴

در اولویت‌بندی مخاطرات به علت وجود چندین معیار و شاخص از روش تصمیم‌گیری چند معیاره و چند شاخصه استفاده می‌شود. بدین منظور، پس از تعیین معیارهای مورد نیاز برای اولویت‌بندی و شاخص‌های مربوط به هر یک از آنها، مقادیر امتیاز برای کمی کردن شاخص‌ها منظور شده و امتیازات هر یک بر اساس نظر خبرگان (که با پرسشنامه اخذ گردیده) تعیین شده و در نهایت، مطابق با متدولوژی مورد نظر، اولویت‌های مخاطرات مشخص شده‌اند. ملاحظات حاکم بر طراحی متدولوژی به سه دسته زیر تقسیم‌بندی شده‌اند:

- زمانی (افق بلندمدت و کوتاه و میان‌مدت)
- ملاحظات جبرانی و غیرجبرانی
- جامع‌نگری در ابعاد مخاطرات بر اساس معیارها

این ملاحظات و مراحل متدولوژی مورد نظر در نمودار زیر نشان داده شده‌اند.



شکل ۱: متدولوژی طراحی شده برای اولویت‌بندی مخاطرات جوی

با توجه به اطلاعات مخاطرات به دست آمده از گذشته مواردی از جمله احتمال وقوع، میزان و شدت تاثیر و تخریب، حجم و تراکم منطقه جغرافیایی محل وقوع و ... ملاحظات زمانی اعمال می‌شود. این بخش در شکل ۱ با شماره ۱ نشان داده شده است. تمام مخاطرات مورد بررسی با توجه به معیارهای شناسایی ملاحظه زمانی از این پالایش عبور می‌کنند. پس از اعمال این ملاحظه مخاطرات به دو دسته کوتاه و میان‌مدت و بلندمدت تقسیم می‌شوند. افق بلند مدت (شماره ۲ در شکل ۱) نشان دهنده مخاطرات بالقوه بوده که برای پیشگیری از صدمات آنها در آینده، برنامه ریزی لازم صورت می‌گیرد. اما مخاطرات در افق کوتاه و میان‌مدت (شماره ۳ در شکل ۱) به علت حفظ وضعیت موجود از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند. آن دسته از مخاطرات که مخاطرات حال حاضر کشور هستند در این گروه قرار می‌گیرند. برای مخاطرات بلندمدت با توجه به آینده‌نگری صورت گرفته سیاستگذاری می‌شود؛ اما مخاطرات افق کوتاه و میان‌مدت مشکل اصلی تلقی شده و برای برنامه‌ریزی مؤثر نیاز به اولویت‌بندی دارند که وارد مرحله بعد یعنی پایش غیرجبرانی می‌شوند.

با توجه به شکل ۱ مراحل ۴ و ۵ نشان‌دهنده پایش غیرجبرانی مخاطرات کوتاه‌مدت و سازه‌ها است. پایش غیرجبرانی در واقع بررسی شرط لازم برای مخاطرات و سازه‌ها را برای حضور در مراحل بعد بر عهده دارد و ناظر بر پرسشنامه‌های اول و دوم شناسایی مخاطرات و سازه‌هایی است که از خبرگان به دست آمده است. در این مرحله ارزیابی نحوه تأثیر انواع مخاطرات شناسایی شده بر بخش‌های مختلف سامانه‌های صنعت برق و مؤلفه‌های آنها (شامل سازه‌ها و تجهیزات اصلی) مورد نظر است. " سابقه و یا پتانسیل وقوع به همراه خسارت جدی " موضوع مهمی است که در این قسمت به آن پرداخته می‌شود. میزان شدت، گستردگی و خسارات ناشی از مخاطرات جوی مختلف در سال‌های پیشین، متفاوت بوده است. در این پایش سعی بر آن است تا مخاطراتی

که تاکنون در کشور مشکلات جدی را به وجود آورده‌اند، شناسایی کردند تا در ادامه به صورت ویژه مورد بررسی قرار گیرند.

پایش جبرانی، آخرین مرحله از مراحل اولویت‌بندی مخاطره-سازه است که ناظر بر پرسشنامه سوم حاصل از خبرگان می‌باشد. مرحله ۸ از شکل ۱ (نهایی سازی مخاطرات و اولویت‌بندی آنها) اولویت مخاطره-سازه‌ها را بر اساس معیار جبرانی نهایی می‌کند. در این پایش با استفاده از معیارهای گفته شده لیست نهایی مخاطره-سازه‌ها استخراج می‌شود. مقصود از معیارهای جبرانی، معیارهای نهایی برای اولویت‌بندی زوج سازه مخاطرات است. با توجه به اطلاعات بدست آمده از مراحل قبل و وزن معیارها، هر زوج مخاطره با تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های *AHP* یا *ANP* اولویت‌بندی می‌شوند. با توجه به شکل ۱ (شماره ۹) برخی مخاطرات به صورت مستقیم وارد مرحله نهایی شده و به صورت ویژه بررسی می‌شوند. این مخاطرات به علت تاثیرات لحظه‌ای بزرگ در ابعاد اجتماعی و امنیتی، اهمیت دارند. از جمله این حوادث میتوان به طوفان گرد و غبار بهمن ماه سال ۹۵ در اهواز اشاره کرد. در ساعت ۴,۳۰ صبح روز ۲۳ بهمن ۱۳۹۵، بروز پدیده گرد و غبار غلیظ توام با مه باعث شده تا بیش از ۸۰ درصد خطوط برق فشار قوی و به تبع آن خطوط فشار متوسط و فشار ضعیف در استان خوزستان از مدار خارج شود. این پدیده موجب قطع برق ۱۱ شهر استان خوزستان همچون خرم‌شهر، آبادان، شادگان و اهواز و... شد.



شکل ۲: تصویری از طوفان گردوغبار بهمن ۹۵- اهواز

در مرحله ۷ از شکل ۱ اولویت‌بندی مخاطره-سازه انجام می‌گیرد. در ابتدا هر مخاطره با توجه به اثر خود در صنعت برق به هر سازه مرتبط می‌شود و پس از آن به صورت زوج مخاطره-سازه بررسی می‌شوند. سپس اولویت‌بندی بر اساس معیارهای قسمت ۶ صورت می‌گیرد. برای آن که مهترین مخاطرات شناسایی شود، می‌بایست این مخاطرات از لحاظ معیارهای مختلف مقایسه و اولویت‌بندی شوند. تأثیر مخاطرات مختلف بر سازه‌های صنعت برق را می‌توان از ابعاد مختلف (اقتصادی، فنی، زیست محیطی و ...) مورد بررسی قرار داد و در هر بعد معیارهای مختلفی می‌تواند مطرح باشند. ابعاد و معیارهای بررسی در این مرحله در جدول زیر آمده است.

جدول ۲: ابعاد و معیارهای جامع اولویت‌بندی مخاطرات

معیار	ابعاد	ردیف
میزان خسارات مستقیم (درون صنعت)	اقتصادی	۱
میزان خسارت غیرمستقیم (تأثیر بر اقتصاد ملی)		
تعداد جمعیت تحت تأثیر	عمومی	۲
میزان اثرگذاری قطع عملکرد تأسیسات در ایجاد اختلال در شبکه	فنی	۳
مدت زمان بازگشت به وضعیت عادی		
آسیب‌های احتمالی به محیط‌زیست در صورت وقوع خرابی در تأسیسات	زیست محیطی	۴

پس از نهایی‌سازی اولویت‌بندی، با توجه به وجود و یا عدم وجود متولی پهنه‌بندی مخاطرات (شماره ۱۱ و ۱۰) و اطلاعات حاصل از آنها اقدامات لازم برای ایجاد زیر ساخت و یا هماهنگی درون و یا بیرون صنعت انجام می‌شود.

پرسشنامه‌های اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جوی

برای دستیابی به اولویت‌بندی مخاطرات همان‌طور که در بخش قبل گفته شد نظر خبرگان این صنعت نیاز است. برای این منظور ۳ پرسشنامه طراحی شده و توسط خبرگان به ترتیب زیر تکمیل شده است:

۱. پرسشنامه اولویت‌بندی مخاطرات-تجهیزات (قسمت اول) (شناسایی مخاطرات)

۲. پرسشنامه اولویت‌بندی مخاطرات-تجهیزات (قسمت دوم) (شناسایی معیارهای اولویت‌بندی)

۳. پرسشنامه اولویت‌بندی مخاطرات-تجهیزات (قسمت سوم) (اولویت‌بندی مخاطرات بر اساس معیارها)

در پرسشنامه اول، ارزیابی نحوه تأثیر انواع مخاطرات شناسایی شده بر بخش‌های مختلف سامانه‌های صنعت برق و سامانه‌های آنها (شامل سازه‌ها و تجهیزات اصلی) مورد نظر می‌باشد. " سابقه و یا پتانسیل وقوع به همراه خسارت جدی" موضوع مهمی است که در این پرسشنامه به آن پرداخته شده است.

در پرسشنامه دوم، تلاش بر این بوده تا با توجه به لیست تهیه شده از معیارها، با بهره‌گیری از نظرات خبرگان و صاحب‌نظران، معیارها نهایی شوند. از خبره محترم خواسته شده تا موافقت یا عدم موافقت خود را در رابطه با استفاده از هر یک از معیارهای پیشنهادی جهت اولویت‌بندی مخاطرات، در ستون مربوطه مشخص نموده و چنانچه معیار(های) دیگری را در نظر داشته که از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد و در جدول مربوطه بیان نشده، در قسمت "سایر" یادداشت کند.

پرسشنامه سوم در سه بخش تنظیم و ارائه شده است. در بخش اول، معیارهای که در پرسشنامه‌های پیشین نهایی شده‌اند به عنوان معیارهای اصلی در این پرسشنامه معرفی و علاوه بر وزن هر معیار وضعیت مخاطرات-تجهیزات اصلی شناسایی شده در قسمت‌های پیشین نیز نسبت به آنها تعیین می‌شود. در این پرسشنامه از خبره محترم خواسته شده تا اهمیت و وزن نسبی هر یک از معیارهای نهایی شده را با اعداد ۱ تا ۱۰ مشخص نماید.

در بخش دوم، مخاطرات-تجهیزات اصلی انتخاب شده در پرسشنامه‌های پیشین در نظر گرفته شده و از خبره محترم خواسته شده تا در هر خانه با تعیین عددی بین ۱ تا ۱۰ وضعیت هر مخاطره-تجهیز را نسبت به معیار مورد نظر مشخص کند. (۱: بسیار کم‌اهمیت - ۱۰: بسیار پراهمیت). در این بخش از پرسشنامه از خبره محترم خواسته شده تا برای هر یک از سوالات زیر، پاسخ را بصورت امتیاز در جدول مربوطه درج کند.

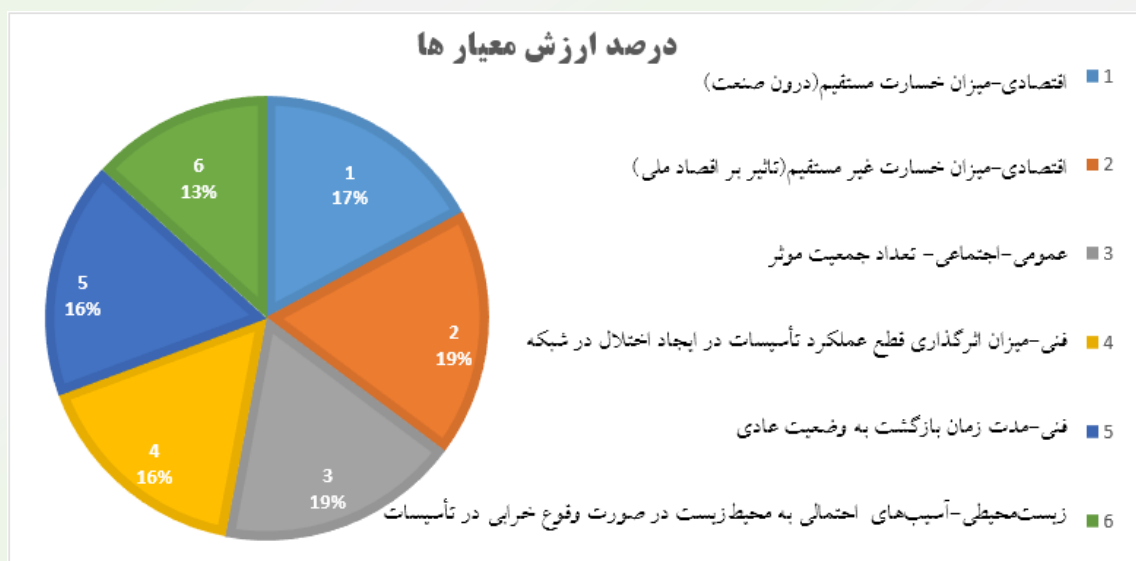
۱. میزان خسارت مستقیم (درون صنعت) بر اثر مخاطرات جوی بر تجهیزات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)
۲. میزان خسارت غیرمستقیم (تأثیر بر اقتصاد ملی مثل قطع برق بخش‌های تولیدی، صنعتی و خدماتی بزرگ) بر اثر مخاطرات جوی بر تجهیزات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)
۳. تعداد جمعیت تحت تأثیر ناشی از اثر مخاطرات جوی بر تجهیزات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)
۴. میزان اثرگذاری قطع عملکرد تأسیسات در ایجاد اختلال در شبکه ناشی از اثر مخاطرات جوی بر تجهیزات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)
۵. مدت زمان بازگشت به وضعیت عادی بر اثر وقوع مخاطرات جوی بر تجهیزات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)
۶. امکان وقوع بلک‌اوت در شبکه ناشی از اثر مخاطرات جوی بر تجهیزات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)
۷. آسیب‌های احتمالی به محیط‌زیست در صورت مخاطرات جوی و وقوع خرابی در تأسیسات چقدر است؟ (۱ تا ۱۰)

در بخش سوم، از خبره محترم خواسته شده تا در جداول مربوطه ۵ مخاطره-تجهیز اصلی با بیشترین فراگیری و شدت اثر را مشخص نماید. معیار "فراگیری" بیان‌کننده شدت اثر و حوزه اثرگذاری مخاطره، تأثیر آن در اعتبار عمومی صنعت برق نزد جامعه و تبعات سیاسی اجتماعی همراه آن می‌باشد و مخاطرات-تجهیزاتی که بر اساس این معیار فراگیری بالایی دارند به طور مستقیم وارد اولویت اصلی می‌شوند.

نتایج اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جوی

بر اساس نتایج حاصل از پرسشنامه‌های تکمیل شده توسط خبرگان، ابتدا میزان وزن نسبی و اهمیت

معیارهای مورد نظر در اولویت‌بندی تعیین و در نمودار زیر نشان داده شده است:



شکل ۳: وزن نسبی و اهمیت معیارهای اولویت‌بندی مخاطرات جوی

با توجه به وزن معیارهای به دست آمده، زوج مخاطرات و سازه‌ها توسط نرم‌افزار و با روش *AHP* مورد

تحلیل قرار گرفت. نتیجه اولویت‌بندی در بخش مخاطرات جوی و سه حوزه تولید، انتقال و توزیع مورد ارزیابی

قرار گرفت و نتایج اولیه حاصل از این فرایند حاصل شد. در ادامه، این اولویت‌بندی اولیه طی مصاحبه از

خبرگانی که در سطوح کلان حوزه صنعت برق مشغول به فعالیت هستند تکمیل و مستحکم گردید. در این راستا

طی جلساتی که با خبرگان مختلف برگزار گردید نتایج نهایی اولویت‌بندی به شرح ذیل تدقیق گردید:

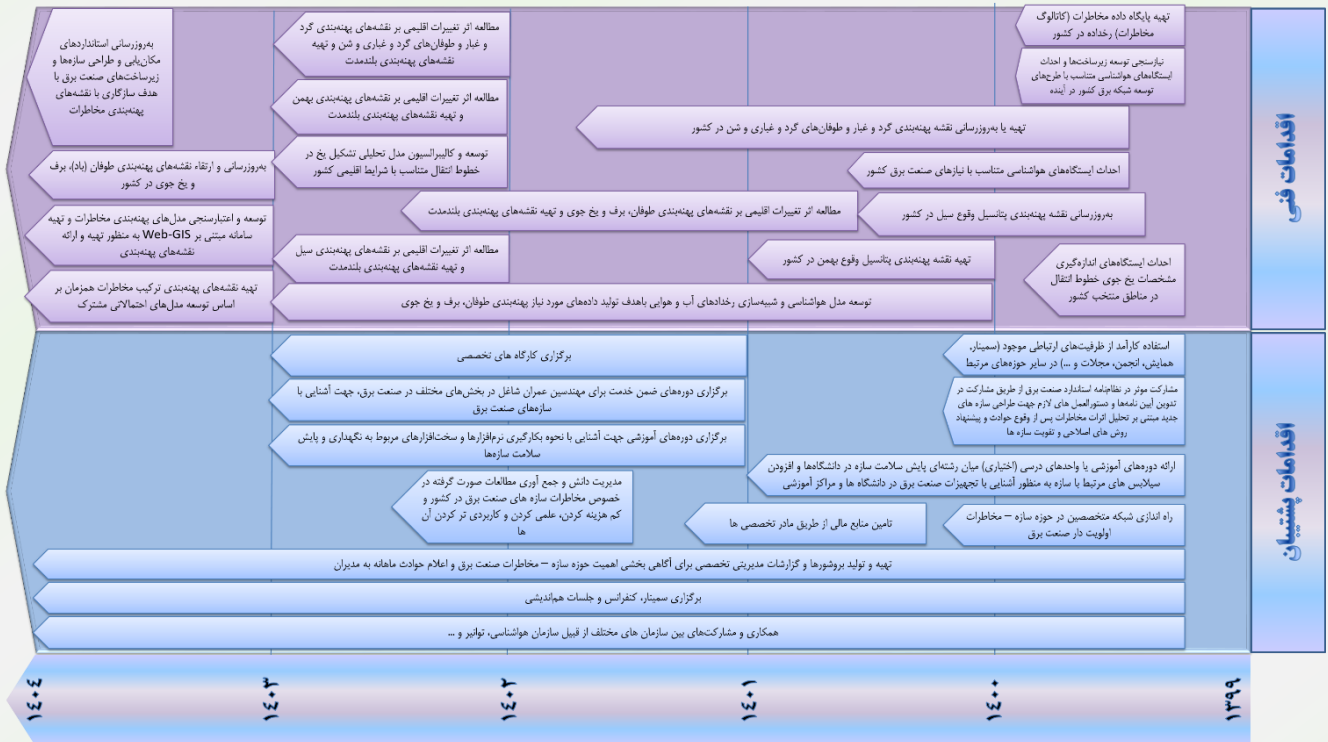
جدول ۳: نتایج اولویت‌بندی مخاطرات محیطی جوی مؤثر بر سازه‌ها در بخش‌های مختلف صنعت برق

مخاطرات جوی اولویت‌دار			ردیف
حوزه تولید	حوزه انتقال	حوزه توزیع	
طوفان (توربین بادی، نیروگاه‌های حرارتی و فتوولتائیک)	طوفان و باد	طوفان (خط و پست)	۱
طوفان گرد و غبار (توربین بادی)	ریزگرد (خط و پست)	برف سنگین (خط)	۲
سیل (توربین بادی، نیروگاه‌های حرارتی و فتوولتائیک)	برف سنگین (خط)	ریزگرد (خط و پست)	۳
-	سیل	سیل	۴
-	بهمن	-	۵

رهنگاشت شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی جوی اولویت‌دار

نتیجه نهایی و آخرین گام در فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی تدوین رهنگاشت است. رهنگاشت، نمایش کلانی از روش پیمودن مسیر تحقق اهداف را در زمان مشخص بیان می‌کند. رهنگاشت نمایانگر ارکان اساسی فرآیند پیاده‌سازی استراتژی و خروجی فرایند برنامه‌ریزی عملیاتی می‌باشد. نمایش کلیه سطوح راهبردی از چشم‌انداز تا فعالیت‌ها، تقدم و تأخر حاکم در سطوح مختلف به‌ویژه در سطح اقدامات، زمان‌بندی تحقق هر سطح به همراه منابع اختصاص یافته و در نهایت معرفی متولیان هر یک از سطوح اجزای تشکیل‌دهنده رهنگاشت می‌باشند. رهنگاشت شناسایی و پهنه‌بندی مخاطرات محیطی جوی مرتبط با صنعت برق و پهنه‌بندی پارامترهای مشخصه آنها در سطح کشور در افق زمانی ۵ ساله ترسیم و در شکل زیر نشان داده شده است.

اولویت بندی مخاطرات محیطی جوی مؤثر بر سازه های صنعت برق و رهنگاشت شناسایی و پهنه بندی آنها



شکل ۴: رهنگاشت اقدامات مورد نیاز در جهت شناسایی و پهنه بندی مخاطرات محیطی جوی اولویت دار در صنعت برق

مراجع

[1]. D. Hyndman, D. Hyndman, Natural Hazards and Disasters, Cengage Learning, 2010.

[2]. روش شناسی تدوین اسناد راهبردی توسعه فناوری های صنعت برق، راهنمای شماره ۱. پژوهشگاه نیرو، آذر ۱۳۹۲.

ویرایش دوم.

[3]. روش شناسی اسناد ملی راهبردی، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، ۱۳۹۱

[4]. سید محمد اعرابی. دستنامه برنامه ریزی استراتژیک. تهران: دفتر پژوهش های فرهنگی، ۱۳۸۵.

[5]. Voogd, H. "Multicriteria evaluation with mixed qualitative and quantitative data." Environment and Planning B 9 (1982): 221-236.

[6]. Attribute weighting methods and decision quality in the presence of response error: a simulation study, Journal of Behavioral Decision Making, 1998

[7]. Artur Pinto, Institute for the Protection and Security of the Citizen Joint Research Centre, The Workshop "Elaboration of maps for climatic and seismic actions for structural design in the Balkan region", (2015).

[8]. P. Formichi, General Principles of the Elaboration of Maps for Climatic and Seismic Actions, in, 2015.

فعالیت‌های آزمایشگاه سازه‌های انتقال نیرو در تابستان و پاییز ۱۳۹۹

آرش یگانه فلاح^۱

چکیده: آزمایشگاه سازه‌های انتقال نیرو پژوهشگاه نیرو، بزرگترین و مجهزترین آزمایشگاه آزمون دکل در خاورمیانه می‌باشد که انجام آزمون نوعی بر روی انواع سازه‌های انتقال نیرو را بر طبق الزامات استاندارد IEC 60652-2002 به انجام می‌رساند. آزمایشگاه سازه‌های انتقال نیرو پژوهشگاه نیرو، واقع در نزدیکی شهر اراک، به عنوان یکی از آزمایشگاه‌های مرجع وزارت نیرو و تنها آزمایشگاه آزمون نوعی دکل‌های انتقال و توزیع نیرو مورد تأیید در ایران می‌باشد. در این گزارش به معرفی اجمالی فعالیت‌های صورت گرفته تابستان و پاییز ۱۳۹۹ در این آزمایشگاه بیان می‌گردد.

واژگان کلیدی: آزمون نوعی، آزمایشگاه مرجع، دکل مشبک و تلسکوپی.

فعالیت‌های انجام شده

در پاییز ۱۳۹۹ دو آزمون نوعی دکل انتقال نیرو انجام پذیرفت که مشخصات این دو دکل مطابق با جدول ۱ می‌باشد، که شکل ۱ الی شکل ۶ تصاویری از دکل برپا شده، نحوه اعمال نیرو به دکل توسط کابل‌ها و تغییر شکل دکل پس از انجام آزمون نوعی را نمایش می‌دهد.

جدول ۱. مشخصات دکل‌های تست شده

ردیف	نام دکل	وزن طبق قرارداد (تن)	ارتفاع (متر)	تعداد مدار	نوع برج	کارفرمای آزمون	تاریخ انجام تست	تصویر از دکل
۱	KZS4-3	۱۴,۴۴	۴۸,۶	4 * 132	مشبک	شرکت سازه‌های فلزی یاسان	۹۹/۰۸/۰۵	شکل ۱ الی ۳
۲	G30-2T	۱۲,۵	۵۲,۳	۲*۲۳۰	مشبک	شرکت آفتاب نیروی سبز گام	۹۹/۰۹/۲۵	شکل ۴ الی ۶

همچنین در پاییز ۹۹ تعداد بیست و پنج آزمون نوعی پایه چدنی توزیع برق و روشنایی انجام پذیرفت که خلاصه‌ای از مشخصات این پایه‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. شکل ۷ الی شکل ۱۲ تصاویری از پایه‌های روشنایی برپا شده و پس از انجام آزمون را نمایش می‌دهد.

^۱ استادیار و عضو هیات علمی، گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق پژوهشگاه نیرو، Ayeganeh@nri.ac.ir

فعالیت‌های آزمایشگاه سازه‌های انتقال نیرو در تابستان و پاییز ۱۳۹۹

جدول ۲. مشخصات پایه‌های روشنایی و توزیع چدنی شرکت هامون‌نایزه تست شده در پاییز ۹۹

ردیف	نوع محصول	وزن تقریبی (کیلوگرم)
۱	پایه مخروطی دوازده متری کلاس ۴۰۰	۳۶۸
۲	پایه مخروطی دوازده متری کلاس ۶۰۰	۴۷۲
۳	پایه مخروطی نه متری کلاس ۴۰۰	۲۶۷
۴	پایه مخروطی نه متری کلاس ۶۰۰	۳۵۰
۵	پایه مخروطی هفت و نیم متری کلاس ۴۰۰	۲۲۳
۶	پایه مخروطی هفت و نیم متری کلاس ۶۰۰	۲۸۹
۷	پایه استوانه‌ای دوازده متری کلاس ۲۰۰	۲۳۵
۸	پایه استوانه‌ای دوازده متری کلاس ۴۰۰	۳۳۱
۹	پایه استوانه‌ای هفت و نیم متری کلاس ۲۰۰	۱۳۵
۱۰	پایه استوانه‌ای هفت و نیم متری کلاس ۴۰۰	۱۸۵
۱۱	پایه استوانه‌ای نه متری کلاس ۲۰۰	۱۶۹
۱۲	پایه استوانه‌ای نه متری کلاس ۴۰۰	۲۳۵
۱۳	پایه مخروطی پانزده متری کلاس ۲۰۰	۴۹۰
۱۴	پایه مخروطی پانزده متری کلاس ۴۰۰	۶۹۰
۱۵	پایه مخروطی هجده متری کلاس ۲۰۰	۶۷۶
۱۶	پایه مخروطی هجده متری کلاس ۴۰۰	۹۸۹
۱۷	پایه‌های روشنایی گرد ۴ متری	۴۹
۱۸	پایه‌های روشنایی گرد ۵ متری	۶۱
۱۹	پایه‌های روشنایی گرد ۶ متری	۷۳
۲۰	پایه‌های روشنایی گرد ۷ متری	۸۷
۲۱	پایه‌های روشنایی گرد ۸ متری	۱۰۷
۲۲	پایه‌های روشنایی گرد ۹ متری	۱۱۵
۲۳	پایه‌های روشنایی گرد ۱۰ متری	۱۳۷
۲۴	پایه‌های روشنایی گرد ۱۱ متری	۱۶۵
۲۵	پایه‌های روشنایی گرد ۱۲ متری	۱۷۶



شکل ۱. دکل $KZS4-3$ در حال مونتاژ افقی



شکل ۲. نمونه‌ای از نحوه مونتاژ عمودی دکل $KZS4-3$



شکل ۳. نمونه‌ای از نحوه اتصال کابل‌های اعمال نیرو بر روی دکل KZS4-3



شکل ۴. دکل ۲T-۳۰G در حال مونتاژ افقی



شکل ۵. نمونه‌ای از نحوه سیم‌کشی بر روی دکل $G30-2T$



شکل ۶. تغییر شکل دکل $G30-2T$ پس از آزمون تخریب



شکل ۷. نحوه اعمال نیرو به پایه روشنایی چدنی



شکل ۸. نحوه اعمال نیرو به پایه روشنایی ۹ متری



شکل ۱۰. تخریب پایه چدنی



شکل ۹. تخریب پایه چدنی

فعالیت‌های انجام شده در حوزه آزمایشگاه:

- بررسی اسناد و مدارک آزمایشگاه شرکت صنعتی گام اراک و بازدید از آزمایشگاه این شرکت در مرداد ۱۳۹۹.
- بررسی اسناد و مدارک آزمایشگاه شرکت پارس دکل گستر و بازدید از آزمایشگاه این شرکت در آذر ۱۳۹۹.

بازدید و ارزیابی وضعیت سازه برج خنک‌کن نیروگاه بیستون

نیروگاه بیستون در حدود ۲۵ کیلومتری شهر کرمانشاه واقع بوده و دارای دو واحد بخار با ظرفیت تولید کلی ۶۴۰ مگاوات می‌باشد. در شکل (۱) نمای کلی نیروگاه نشان داده شده است.

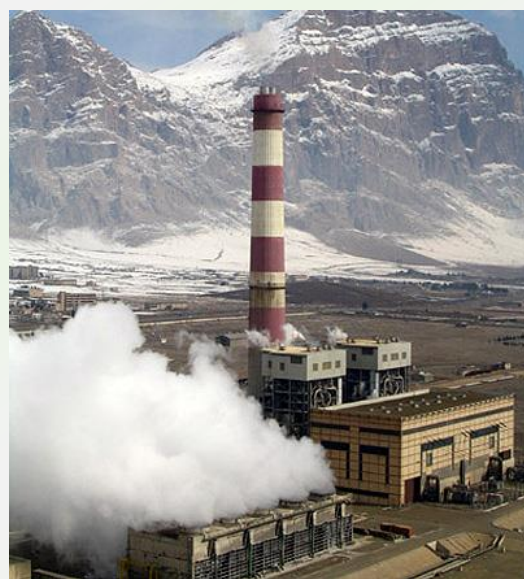
در تاریخ ۹۹/۰۴/۳۰ درخواستی در خصوص ارزیابی وضعیت برج‌های خنک‌کن نیروگاه بیستون دریافت گردید. برای بررسی دقیق‌تر موضوع، پس از انجام هماهنگی‌های لازم با مدیریت نیروگاه، یک تیم ۴ نفره از گروه سازه‌های صنعت برق با تخصص‌های سازه (بتن)، زلزله (مقاومسازی) و ژئوتکنیک در تاریخ ۹۹/۰۵/۰۶ جهت بازدید به محل نیروگاه بیستون اعزام گردید.

در شکل (۲) نمایی از برج خنک‌کن مورد بررسی نشان داده شده است. برج خنک‌کن مورد نظر از نوع تر و با سازه بتنی مسلح بوده که ۲ عدد از این نوع برج خنک‌کن (مربوط به دو واحد بخار) در نیروگاه موجود می‌باشد. سازه برج خنک‌کن از جنس بتن مسلح می‌باشد که حدود ۳۰ سال پیش (سال ۱۹۹۱ میلادی) طراحی و ساخته شده است. طراح سازه شرکت **Ansaldo** ایتالیایی می‌باشد.

تیم فنی پس از بازدید و بررسی‌های لازم، نشستی تخصصی با مدیریت نیروگاه و کارشناسان مرتبط داشته و به منظور ارزیابی دقیق و ارائه گزارش بازدید مستندات (نقشه‌ها و ...) مورد نظر را اخذ نمودند.



شکل ۲- نمایی از برج خنک‌کن مورد بررسی



شکل ۱- نمای کلی از نیروگاه بیستون

انتشارات علمی اعضای گروه در مجلات و کنفرانس های بین المللی و ملی

در این بخش، عناوین مقالات و انتشارات پژوهشی اعضای گروه پژوهشی سازه های صنعت برق ارائه می گردد:

(۱) مقالات کنفرانسی:

[1] F. Jafarzadeh, A. A. Garakani, (2020, Nov.) *Using Earth Pressure Instrument Data to Examine the Safety of Earth Dams against Arching and Shear Failure, ICOLD Symposium on Sustainable Development of Dams and River Basins, 2021, New Delhi*

(۲) کتاب/EBOOK:

[۱] ا. اکبری گرکانی (۱۳۹۹)، دانش فنی طراحی مکانیکی، اجرا و آزمون شمعهای مارپیچ (با تأکید بر عملکرد

آن در پی دکلهای انتقال نیرو). انتشارات پژوهشگاه نیرو، DOI: 10.30503/nripress.2020.002

[۲] ا. اکبری گرکانی (۱۳۹۹)، سازه‌ها و تجهیزات صنعت برق (تولید، انتقال و توزیع). انتشارات پژوهشگاه نیرو،

DOI: 10.30503/nripress.2020.005

(۳) سخنرانی در مجامع علمی:

[۱] جعفری، محمدعلی. (۱۳۹۹)، "تحلیل ریسک پستهای انتقال نیرو در برابر زلزله". جشنواره مجازی پژوهش و فناوری وزارت نیرو، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران.

[۲] ا. اکبری گرکانی (۱۳۹۹)، "تدوین دانش فنی طراحی مکانیکی، اجرا و آزمون شمع های مارپیچ در دکلهای مشبک ۶۳ کیلوولت". پژوهشگاه نیرو، ۱۶ تیر ۱۳۹۹ تهران، ایران.

[۳] ذکاوتی، علی اصغر (۱۳۹۹)، "طرح تحقیقاتی کراس آرم کامپوزیتی خرپایی دکل ۱۳۲ کیلوولت". رویداد آنالاین ارائه محصولات تحقیقاتی، پژوهشگاه نیرو، ۲۰ آبان ۱۳۹۹ تهران، ایران.

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

در این بخش، خلاصه‌ای از پروژه‌های جاری گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق، پروژه‌های تصویب شده و پایان یافته گروه سازه در بازه زمانی تابستان و پاییز ۱۳۹۹، همکاری‌های اعضای گروه در پروژه‌های جاری پژوهشگاه نیرو و همچنین خلاصه‌ای از همکاری‌های اساتید دیگر دانشگاه‌ها با گروه (طرح بهتام) و در ادامه، محورهای تخصصی گروه، ارائه می‌شوند.

پروژه‌های جاری گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

عنوان پروژه: تدوین دانش فنی شناسایی اثر فرونشست زمین بر عملکرد فونداسیون تجهیزات و سازه‌های شبکه انتقال و فوق توزیع	
کارفرما: پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت پژوهشی	نوع پروژه: آزمون ایده
همکاران پروژه: امیر اکبری گرکانی - محمد علی جعفری صحنه سرایی - مهدیه کلانتری - بهاره حیدری - سحر مختاری جوزانی - مهسا فراهانی - فرشته طریقت	مدیر پروژه: امیر اکبری گرکانی
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۷۲٪	مجری پروژه: علی اصغر ذکاوتی
تاریخ پایان پروژه: ۱۴۰۰/۳/۳۱	تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۷/۱
تعداد مراحل پایان یافته: مراحل ۱ و ۲ و ۳ در انتظار تشکیل کمیسیون فنی	
<p>خلاصه: پس از صنعتی شدن جوامع و گسترش صنعت و تکنولوژی، نیاز جوامع انسانی به استخراج آب به منظور تامین نیازهای کشاورزی و صنعتی افزایش یافته است. این استخراج بیش اندازه و توأم شدن آن با دوران خشکسالی و کاهش نزولات جوی، سبب شده که دیگر تحت شرایط طبیعی امکان تغذیه منابع آبی زیرزمینی وجود نداشته باشد. این موضوع سبب نشست ناحیه ای زمین در بسیاری از مناطق شهری شده به گونه ای که در بسیاری از نواحی، پایین آمدن سطح زمین به علت پمپاژ بیش از اندازه آب زیرزمینی تحت عنوان "فرونشست زمین" گزارش شده است. فرونشست در بسیاری از موارد می تواند باعث ایجاد اثرات مخرب زیست محیطی و اقتصادی مانند ایجاد ترکها و شکافهای سطحی، از بین رفتن زمینهای کشاورزی، تغییر در تراز و شیب آبراهه ها، کانال ها و زهکشی ها، خرابی شریانهای حیاتی مانند خطوط انتقال برق، پلها، راهها، لوله های فاضلاب، کانالها و خاکریزها و همچنین شکست لوله چاهها شود. امروزه مناطق بسیاری از استان تهران، از جمله مناطق جنوب غرب شهریار و دشت ورامین دچار فرونشست شدید شده اند و به موازات توسعه و افزایش بهره برداری از منابع آب زیرزمینی این مشکل به گونه ای روزافزون دامنگیر مناطق بیشتری نیز می شود.</p> <p>در این پروژه، تلاش میشود که بر مبنای تئوری ها و تکنیکهای موجود در علوم ژئوتکنیک، ژئولوژی، هیدروژئولوژی و دورسنجی و با توجه به داده های موجود، یک روش یکپارچه جهت شناسایی، تحلیل و پیش بینی میزان فرونشست در یک منطقه ارائه شود. سپس با توجه به محدوده نرمال و محتمل تغییرات نرخ فرونشست زمین، عملکرد فونداسیون سازه های بحرانی خطوط انتقال و فوق توزیع بررسی شده و حد خطر برای آنها معین گردد. در این راستا، در صورت امکان یک محدوده جغرافیایی کوچک نیز انتخاب خواهد شد و مطالعات فوق به صورت پایلوت در آن محدوده صورت خواهد گرفت.</p>	

عنوان پروژه: صحت سنجی و مانیتورینگ عملکرد شمع های انرژی در خاک تهران (مطالعه موردی - موقعیت جغرافیایی پژوهشگاه نیرو)

کارفرما: پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت پژوهشی	نوع پروژه: آزمون ایده
همکاران پروژه: امیر اکبری گرکانی - محمد علی جعفری صحنه سرایی - آرش یگانه فلاح - سپیده سفری	مدیر پروژه: امیر اکبری گرکانی
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۲۰٪	مجری پروژه: علی اصغر ذکاوتی
تاریخ پایان پروژه: ۱۴۰۱/۰۴/۱۵	تاریخ شروع پروژه: ۹۹/۰۴/۱۵

تعداد مراحل پایان یافته: مراحل ۱ و ۲ در انتظار تشکیل کمیسیون فنی

خلاصه: تکنیک استفاده از شمعهای انرژی تجهیز شده با مبدلهای زمینی یک روش مناسب استفاده از انرژی های زمین گرماییست که استفاده از آن کاهش مصرف انرژی های سوختی، تامین قسمتی از انرژی های لازم در مصارف صنعتی، ذخیره انرژی، تامین توانان گرمایش و سرمایش در کاربردهای صنعتی و کاهش آلودگی و انتشار دی اکسیدکربن را به دنبال دارد. از این تکنیک تاکنون در پروژه های متعدد کوچک مقیاس شهری (مانند ساختمانهای مسکونی) و بزرگ مقیاس صنعتی در کشورهایی نظیر امریکا، کانادا، سوئد و ایتالیا استفاده شده است. در پروژه حاضر، با اجرای دو شمع انرژی و یک چاه مانیتورینگ حرارتی در مقیاس واقعی در پژوهشگاه نیرو، تلاش میشود تا روابط تحلیلی و آنالیزهای عددی انجام شده در پروژه پیشین، صحت سنجی شود و فرضیات تدقیق گردد. از نتایج ارزشمند این پروژه اینست که پس از اجرایی نمودن ایده استفاده از شمع های انرژی در ساختمان فن آوری، از دانش، تکنولوژی و اطلاعات به دست آمده از آن میتوان به عنوان داده هایی ارزشمند با نقشی تعیین کننده به کار گیری از آن در سایر پروژه ها استفاده نمود. مخصوصا اینکه بسیاری از تحقیقات عددی صورت گرفته را میتوان از این طریق مورد صحت سنجی قرار داد. در این راستا هدف آنست تا از انجام این پروژه، به موارد زیر دست یافته شود:

- صحت سنجی توانان تحلیل، آنالیز عددی و نتایج آزمون های برجا در عملکرد باربری و تغییر شکل پذیری شمعهای انرژی
- بررسی اثر چیدمان لوله های انتقال سیال بر عملکرد شمع های انرژی در مقیاس واقعی
- بررسی اثر دبی سیال بر عملکرد شمع های انرژی در مقیاس واقعی
- بررسی اثر حرارت ورودی بر عملکرد شمع های انرژی در مقیاس واقعی

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

عنوان پروژه: شناسایی راهکارها و فناوری های نوین به منظور افزایش کیفیت و عمر مفید پایه های شبکه توزیع	
نوع پروژه: آینده پژوهی	کارفرما: معاونت پژوهشی - پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت پژوهشی
مدیر پروژه: علی اصغر ذکاوتی	همکاران پروژه: محمد علی جعفری، آقاجان زاده
مجری پروژه: مسعود حسنی مرزونی	درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۹۵٪
تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۰۷/۰۱	تاریخ پایان پروژه: ۹۹/۱۰/۰۷
<p>اهداف و نتایج به دست آمده یا محتمل از پروژه:</p> <p>هدف اصلی این پروژه علاوه بر بررسی خرابی ها و فناوری های جدید و ارائه راهکارهای کلی به منظور افزایش کیفیت و عمر مفید پایه های شبکه توزیع، تعیین و اولویت بندی عناوین پروژه ها و برنامه‌هایی است که پیاده و اجرایی شدن آنها منجر به بهبود پایه های شبکه توزیع گردد. عمده موارد و نتایجی که در این پروژه مورد بررسی و حاصل می‌گردد شامل موارد ذیل خواهد بود.</p> <p>(۱) تبیین مبانی مطالعات افزایش کیفیت و عمر مفید پایه های شبکه توزیع</p> <p>در این بخش ضرورت افزایش عمر و کیفیت پایه های شبکه توزیع مورد بررسی شده و ابعاد موضوع و محدوده مطالعات مشخص خواهد شد. علاوه بر آن مستندات حوزه افزایش عمر و کیفیت پایه های شبکه توزیع مورد مطالعه قرار می‌گیرد.</p> <p>(۲) گردآوری انواع آسیب های وارده به پایه های هوایی شبکه توزیع و دلایل کاهش عمر و کیفیت</p> <p>در این بخش سوابق موضوعی استفاده از انواع پایه‌های در داخل کشور جمع آوری و مورد بررسی قرار خواهد گرفت و آسیب‌های وارده به انواع پایه‌های هوایی بررسی و علل کاهش عمر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.</p> <p>(۳) بررسی مستندات و دستورالعمل های ابلاغی و شناسایی کاستی ها</p> <p>در این بخش دستورالعمل های ابلاغی دسته بندی شده، کاستی های موثر بر افزایش عمر و کیفیت پایه های استخراج می‌شود و در نهایت عناوین دستورالعمل هایی که نیاز به روز رسانی و یا تدوین دارند با ارائه محتواهای کلی ارائه می‌شوند.</p> <p>در حقیقت در بخش دوم و سوم شناخت وضعیت موجود انجام می‌شود.</p> <p>(۴) فناوری‌ها و دانش‌های مرتبط با افزایش عمر و کیفیت پایه های شبکه توزیع</p> <p>در این بخش حوزه‌های فناورانه مرتبط با افزایش عمر و کیفیت پایه های شبکه توزیع (مصالح جدید، ساختارهای نوین و ...) در ساخت پایه های شبکه توزیع شناسایی شده و زیرساخت‌های لازم مورد نیاز برای تحقق استفاده از این نوع مصالح طبقه بندی می‌شود و آینده‌های محتمل برای فناوری‌های مرتبط نیز مورد کنکاش قرار خواهد گرفت.</p> <p>(۵) طرح ها و پروژه های پیشنهادی مرتبط با افزایش عمر و کیفیت پایه های شبکه توزیع</p> <p>با توجه به مطالعات فنی بخش های قبل، در این بخش راهکارهای افزایش عمر و کیفیت پایه‌های شبکه توزیع مبتنی بر فرآیندهای اصلاحی وضعیت موجود و استفاده از فناوری های نوین ارائه خواهد شد و در نهایت مشخص خواهد شد که چه پروژه یا مجموعه پروژه هایی با چه اولویت بندی باید اجرا گردد تا در صورت اجرای این پروژه ها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات عملیاتی مورد بحث در حوزه بهبود و ارتقا پایه های شبکه توزیع به بار نشستند و اهداف و راهبردها تحقق یافته‌اند. سطح و جزئیات تعیین اقدامات در این بخش کلی می‌باشد و صرفا شامل عناوین و محتوای کلی پروژه های اجرایی با تعیین اولویت بندی است.</p>	

عنوان پروژه: ارزیابی ریسک‌های موجود در سازه‌های انتقال کشور و برآورد میزان تغییرات مورد انتظار ریسک از طریق پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه	
کارفرما: معاونت فناوری - پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت فناوری	نوع پروژه: راهبردی
همکاران پروژه: محمدعلی جعفری، آرش یگانه فلاح، آرمان دلاویز، امیر محمودی؛ محمدصادق ایوبی راد	مدیر پروژه: علی اصغر ذکاوتی
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۱۰۰٪	مجری پروژه: محمد علی جعفری صحنه سرایی مدیر واحد مجری: علیرضا رهنورد
تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۰۹/۰۱	تاریخ پایان پروژه: ۹۹/۰۹/۱۵
<p>اهداف و نتایج به دست آمده یا محتمل از پروژه:</p> <p>هدف اصلی از انجام این پروژه، تخمین و برآورد ریسک‌های موجود در سازه‌های انتقال کشور ناشی از انواع مخاطرات تهدیدکننده آنها می‌باشد. در ادامه پس از ارزیابی ریسک‌های موجود، تأثیر استقرار و پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه بر کاهش آنها با استفاده از روش‌های فوق الذکر و مفروضات منطقی ارزیابی گردیده و تأثیر پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه به رویکردهای مختلف بر ریسک‌های موجود در دو حوزه انتقال، مطالعه شده و ریسک آن با توجه به هزینه‌های توسعه و اجرا، مورد بررسی قرار می‌گیرد تا در تصمیم‌سازی و انتخاب استراتژی‌های کاهش ریسک و افزایش ایمنی در سازه‌های شبکه انتقال مورد استفاده قرار گیرد.</p> <p>اهم موارد و نتایجی که در این پروژه بررسی و حاصل می‌شود شامل موارد ذیل است.</p> <p>(۱) بررسی ادبیات فنی موضوع و گردآوری سوابق موضوعی ارزیابی ریسک سازه‌ها</p> <p>در این بخش، سوابق گذشته و مستندات موجود (اعم از کتاب، گزارش، استاندارد و مقالات) در زمینه ارزیابی ریسک با نگاه ویژه به سازه‌ها و تجهیزات صنعت برق و پایش سلامت جمع‌آوری و بررسی می‌شود.</p> <p>(۲) شناسایی و معرفی روش‌های ارزیابی ریسک در سازه‌ها</p> <p>در این بخش پس از اخذ اطلاعات مورد نیاز از شرکت‌های برق منطقه‌ای، انواع روش‌های ارزیابی ریسک با توجه به پارامترهای اساسی مؤثر، در حوزه انتقال بررسی و گزینه برتر انتخاب می‌شود.</p> <p>(۳) ارزیابی و تحلیل ریسک‌های موجود در سازه‌های انتقال</p> <p>در این مرحله، با استفاده از اطلاعات و کدهای تهیه شده در مرحله قبل، ریسک‌های موجود در سازه‌های انتقال، به تفکیک شرکت‌های برق منطقه‌ای ارزیابی می‌شود.</p> <p>(۴) بررسی تأثیر پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه بر ریسک‌های موجود</p> <p>در این مرحله، تأثیر پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه به رویکردهای مختلف بر ریسک‌های موجود در حوزه انتقال، مطالعه شده و ریسک آن با توجه به هزینه‌های توسعه و اجرا، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بطوریکه با توجه به دسته‌بندی سازه‌های شبکه انتقال، موده‌های خرابی و مخاطرات مؤثر بر آنها و اطلاعات گردآوری شده، تحلیل ریسک با لحاظ تأثیر پایش سلامت بروی آن با استفاده از الگوریتم طراحی شده انجام شده و میزان صرفه اقتصادی پیاده‌سازی پایش سلامت سازه، با توجه به تأثیر آن بر روی وضعیت ریسک و هزینه‌های مورد انتظار آن، برآورد می‌گردد.</p>	

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

عنوان پروژه: طراحی، ساخت و آزمون بتن خود ترمیم شونده به منظور استفاده در مخازن صنعت برق	
کارفرما: پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: پژوهشی	نوع پروژه: آزمون-ایده
همکاران پروژه: مائده ذاکر صالحی، صادق خان محمدی	مدیر پروژه: آزاده گودرزی
درصد پیشرفت پروژه: ۳۹٪	مجری پروژه: علی اصغر ذکاوتی
تاریخ پایان پروژه: ۱۴۰۰/۰۵/۰۱	تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۰۵/۰۱
<p>بتن یکی از مصالح پرکاربرد در سازه‌های مرتبط با صنعت برق در حوزه‌ی تولید، انتقال و توزیع برق می‌باشد. از طرفی، پایداری و دوام سازه‌های بتنی به واسطه‌ی ترک‌هایی که در بتن ایجاد می‌شود، کاهش می‌یابد. از مهمترین مسائلی که وزارت نیرو با آن درگیر می‌باشد، می‌توان به ترک خوردگی و تخریب در بتن سازه‌های بتنی بخش تولید، انتقال و توزیع نیرو بلاخص سازه مخازن نیروگاه‌های حرارتی شامل مخازن زمینی و هوایی آب و سوخت اشاره کرد. به منظور کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری سازه‌های مخازن نیروگاهی بخش تولید برق، استفاده از بتن خود ترمیم شونده می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب در نظر گرفته شود.</p> <p>در این پروژه، کارایی بتن خود ترمیم شونده برای استفاده در مخازن صنعت برق با طی مراحل زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:</p> <ul style="list-style-type: none"> • شناسایی و معرفی انواع بتن‌های خود ترمیم شونده و گردآوری ادبیات فنی و سوابق موضوعی و بررسی وضعیت مخازن بتنی صنعت برق کشور • بررسی و امکان‌سنجی تولید انواع بتن‌های خود ترمیم شونده و انتخاب مناسبترین سیستم با توجه به شرایط اقلیمی کشور • امکان‌سنجی فنی بکارگیری بتن‌های خود ترمیم شونده با ساخت، آزمون و بررسی نمونه‌های آزمایشگاهی • امکان‌سنجی اقتصادی استفاده از بتن خود ترمیم شونده پیشنهادی به منظور بکارگیری در سازه‌های مخازن بخش تولید صنعت برق 	

عنوان پروژه: امکان‌سنجی ساخت و توسعه مسکن اجتماعی با تاکید بر بهره‌وری انرژی	
کارفرما: معاونت پژوهشی - پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت پژوهشی	نوع پروژه: آینده پژوهی
همکاران پروژه: آزاده گودرزی، رضا رضانی، علی برزگر، فهیمه شاهپوری	مدیر پروژه: مائده ذاکر صالحی
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۶۵٪	مجری پروژه: علی اصغر ذکاوتی
تاریخ پایان پروژه: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰	تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۱۱/۰۵
<p>اهداف و نتایج به دست آمده یا محتمل از پروژه:</p> <p>مسکن اجتماعی به نوع خاصی از مسکن اطلاق می‌شود که اساساً توسط دولت‌ها با هدف خانه‌دار کردن گروه‌های کم‌درآمد صورت می‌گیرد. با توجه به تجربیات و مطالعات متعدد انجام شده در این زمینه، این نتیجه حاصل شده است که برنامه‌ریزی برای طراحی و ساخت مسکن اجتماعی باید با توجه به تمامی جنبه‌های فنی، زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و نیز دیدگاه کلان‌سیاست‌گزاران کشور انجام شود. در این راستا، توجه و تاکید بر مسأله بهره‌وری انرژی برای ساخت و توسعه مسکن اجتماعی برای اقبال کم‌درآمد موضوعی است که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان در کشورهای پیشرفته جهان قرار گرفته است و نیاز به پژوهش در این زمینه و ارائه الگوهای مناسب در کشورمان نیز به شدت احساس می‌شود. دلیل این امر آن است که از یک منظر، توجه به کاهش مصرف انرژی از طریق به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های بهره‌وری انرژی در بخش ساختمان از دیدگاه کلان به مراتب هزینه کم‌تری نسبت به هزینه‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی خواهد داشت که منجر به مزایای عمده‌ای در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نیز می‌گردد. از منظر دیگر، کاهش هزینه‌های انرژی برای اقبال کم‌درآمد، استطاعت آن‌ها را برای اجاره یا خرید این نوع مسکن‌ها بهبود می‌بخشد. به گونه‌ای که در دنیا از مسکن اجتماعی با مفهوم "خانه قابل استطاعت" و نه صرفاً "خانه ارزان قیمت" تعبیر می‌گردد و بدون شک هزینه‌های انرژی در طول زمان سکونت، فاکتور تاثیر گذاری برای امکان استمرار سکونت اقشار مخاطب این طرح و نیز توانایی دولت برای تامین کمک‌های لازم در این زمینه خواهد بود. با در نظر گرفتن موارد ذکر شده، هدف از این پروژه، امکان‌سنجی ساخت و توسعه مسکن اجتماعی با تاکید بر مسأله بهره‌وری انرژی در کشور می‌باشد. برای این منظور ابتدا به بررسی نمونه‌های اجرا شده از مسکن‌های اجتماعی در سطح دنیا و کشور، الزامات و استانداردهای موجود در این حوزه و نیز مطالعات تحقیقاتی به روز پرداخته خواهد شد. در گام بعدی پروژه، مصالح، رویکردها، تکنولوژی‌ها و معماری‌های اجرا شده و در دست مطالعه که به منظور بهبود مصرف انرژی در پروژه تولید، ساخت و بهره‌برداری از ساختمان‌ها توسعه یافته مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در ادامه پروژه نیز جنبه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی برای توسعه مسکن‌های اجتماعی با دیدگاه بهره‌وری انرژی مورد بررسی قرار گرفته و سپس با شناسایی مهم‌ترین پارامترهای تاثیرگذار، به مطالعه مزایا و معایب و انتخاب مناسب‌ترین گزینه‌ها با توجه به شرایط کشور پرداخته خواهد شد. سپس پیشنهادهایی نیز برای طرح‌ها و پروژه‌های آتی در زمینه ساخت مسکن اجتماعی با دیدگاه بهره‌وری انرژی ارائه خواهد شد.</p>	

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

عنوان پروژه: به کارگیری فناوری های نوین آزمایشگاهی برای ارزیابی عملکرد سازه های صنعت برق	
کارفرما: پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت پژوهشی	نوع پروژه: آینده پژوهی
همکاران پروژه: خانم دکتر مانده ذاکر صالحی، آقای مهندس علی اصغر ذکاوتی، خانم مهندس پگاه نادرپور شاد	مدیر پروژه: آرش یگانه فلاح
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۷۸٪	مجری پروژه: مانده ذاکر صالحی
تاریخ پایان پروژه: ۱۴۰۰/۰۳/۱۰	تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۰۹/۱۰
تعداد مراحل پایان یافته: مراحل سه در حال اتمام	
<p>همواره ارزیابی عملکردی سازه‌های صنعت برق به سبب تعیین قابلیت اطمینان آن‌ها و در عین حال بهینه شدن هزینه‌های تولید، نگهداری و افزایش عمر آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. روش‌های ارزیابی عملکرد سازه‌ها بطور کلی به سه دسته اصلی تقسیم می‌گردد: روش‌های عددی، روش‌های مبتنی بر آزمایش و روش‌های ترکیبی. با استفاده از این روش‌ها و یا ترکیب آن‌ها می‌توان عملکرد سازه‌های صنعت برق را تحت انواع مختلف الگوهای بارگذاری آیین نامه‌ای و یا بارهای نهایی مورد بررسی قرار داد. هر یک از روش‌های ارزیابی رفتار سازه‌ها دارای مزایا و معایبی به شرح زیر می‌باشند که با توجه به نوع پروژه و امکانات در دسترس می‌توان نسبت به انتخاب روش مناسب اقدام نمود: روش‌های عددی، دارای بیشترین کارایی برای ارزیابی رفتار سازه‌ها با صرف زمان و هزینه نسبتاً پایین می‌باشد؛ ولی به دلیل ساده سازی‌های روش‌های عددی بسیاری از شرایط مکانیکی مصالح و سازه در مدل سازی، به خصوص مدل‌سازی رفتارهای پیچیده سازه‌ای، دیده نمی‌شود. از طرفی آزمون‌های آزمایشگاهی واقع گرایانه‌ترین روش برای کسب اطمینان از نحوه عملکرد سازه‌ها خصوصاً مصالح و سیستم‌های نوین سازه‌ای می‌باشد، ولی مهمترین ضعف آزمون‌های آزمایشگاهی، هزینه بالای آن و محدود بودن تعداد آزمون‌هایی که می‌توان انجام داد می‌باشد. در مقابل این دو روش، روش شبیه سازی هیبرید با امکان ارزیابی سازه در دو یا چند بخش مجزا سبب شده تا در سال‌های اخیر توجه زیادی را بخود جلب کند. روش هیبرید که امکان استفاده موازی از امکانات چندین آزمایشگاه و نرم افزار را فراهم می‌آورد، به صورت هیبرید آزمایشگاهی-آزمایشگاهی، آزمایشگاهی-عددی و عددی-عددی دسته بندی می‌گردد. هرچند روش‌های هیبریدی امکان سنجش عملکرد سازه را بصورت دقیق‌تر از روش‌های عددی و ارزان‌تر از روش‌های آزمایشگاهی فراهم می‌آورند، اما بسته به نوع آن زیرساخت‌های سخت افزاری و نرم افزاری اولیه خاصی را می‌طلبد که نیاز به دقت و هزینه بالایی دارد. اهداف اصلی این پژوهش به صورت زیر می‌باشد:</p> <ul style="list-style-type: none"> • شناسایی و مطالعه ادبیات فنی، سوابق موضوعی در مورد فناوری‌های نوین جهت ارزیابی عملکرد سازه‌ها، بخصوص سازه‌های صنعت برق، شناخت آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های فعال در این زمینه • جمع آوری اطلاعات در مورد فناوری‌های مورد استفاده در آزمایشگاه‌های مرجع سازه‌های صنعت برق دنیا • بررسی امکان سنجی استفاده از این فناوری‌های نوین در صنعت برق کشور • ارزیابی آزمایشگاه سازه‌های صنعت برق اراک از لحاظ پتانسیل‌های موجود و ارائه رویکردهای پیشنهادی در ارتباط با افزایش بهره‌وری این آزمایشگاه 	

عنوان پروژه: بازنگری سند راهبردی و نقشه راه پایش سلامت سازه‌های صنعت برق، روش‌های پایش بینی بروز اشکالات و ارائه راه کارهای کاهش آن‌ها

کارفرما: معاونت فناوری - پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: معاونت فناوری	نوع پروژه: راهبردی
همکاران پروژه: علیرضا رهنورد، علی اصغر ذکاوتی، امیر اکبری گرکانی	مدیر پروژه: محمدعلی جعفری
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۹۵٪	مجری پروژه: علیرضا رهنورد
تاریخ پایان پروژه: ۹۹/۴/۳۱	تاریخ شروع پروژه: ۹۸/۰۲/۰۱
تعداد مراحل پایان یافته: ۶	

در راستای تحقق مأموریت و اهداف پژوهشگاه نیرو در خصوص مدیریت پژوهش‌های کاربردی در صنعت برق، سند راهبردی "پایش سلامت سازه‌های صنعت برق روش‌های پایش بینی بروز اشکالات و ارائه‌ی راه کارهای کاهش آن‌ها" در گروه سازه‌های صنعت برق در سال ۱۳۹۴ تدوین گردید. پس از آغاز فرآیند اجرایی شدن سند از دی ماه ۱۳۹۶ و طی تعامل با شرکت‌های مادر تخصصی صنعت برق (در قالب کمیته راهبری سند) و کنش‌گران علمی و فنی (شرکت‌ها و دانشگاه‌ها)، تغییرات عمده‌ای در طرح‌ها و پروژه‌های زیرمجموعه سند از جنبه‌های مختلف فنی، زمان و بودجه آنها صورت گرفت. بر این اساس، ضرورت بازنگری کلی در محتوا و قالب سند وجود دارد. تغییرات مورد نیاز در سند بطور کلی مرتبط با عوامل مختلفی به شرح زیر می‌باشند:

۱. ایجاد تغییرات محیطی از منظر اقتصادی و مدیریتی در ساختار صنعت برق شامل مسائلی از قبیل:
 - لزوم تغییر در نحوه تأمین منابع مالی اجرای سند و نوسانات قابل توجه قیمت‌ها در سال‌های اخیر
 - جدا شدن بخش تولید از شرکت توانیر
 - لزوم انجام فعالیت‌های قابل توجه (در حد پروژه‌های مستقل) جهت توجیه ضرورت اجرای سند برای شرکت‌های مادر تخصصی
 - تغییر در ترکیب اعضای کمیته راهبری سند
۲. اعلام نیازمندی‌ها و اولویت‌های جدید در صنعت برق مانند:
 - ضرورت پرداختن به ارزیابی، بهسازی، نگهداری و تعمیرات سازه‌های صنعت برق در برابر مخاطرات مختلف نظیر زلزله، فرونشست زمین و ... بصورت پروژه‌های مستقل
 - لزوم نگرش محصول محور در تعریف پروژه‌های سند
 - اولویت‌بندی اسناد و پروژه‌های آنها توسط شرکت‌های مادر تخصصی
۳. وجود مشکلات در فرآیند اجرایی‌سازی نقشه‌های راه شامل مسائلی از قبیل:
 - لزوم بازنگری در عناوین و شرح خدمات پروژه‌های سند طبق نیاز صنعت و نظر کمیته راهبری
 - مشکلات مربوط به تأمین منابع مالی جهت اجرای سند

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

بر این اساس طبق دستورالعمل و راهنمای ابلاغی معاونت فناوری در خصوص بازنگری اسناد توسعه فناوری، مراحل شش‌گانه تدوین سند پایش سلامت در صنعت برق، بر اساس تجربیات حاصل از تعاملات صورت گرفته با شرکت‌های مادر تخصصی و همچنین نظرات خبرگان و سایر ذینفعان و با لحاظ فصول مشترک با سایر اسناد به جهت اجتناب از انجام فعالیت‌های تکراری، مورد بازنگری اساسی و شفاف‌سازی قرار خواهد گرفت. همچنین مطابق با نیازمندی‌های جدید صنعت برق در حوزه سازه‌ها، پروژه‌های متناسب با آنها نیز به سند اضافه خواهد گردید.

عنوان پروژه: تدوین سند راهبردی شناسایی مخاطرات محیطی زمین مرتبط با صنعت برق و پهنه بندی پارامترهای مشخصه آنها در سطح کشور

کارفرما: پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: پژوهشی	نوع پروژه: آینده نگاری
همکاران پروژه: امیر اکبری گرکانی، محمد علی جعفری، علی اصغر ذکاوتی	مدیر پروژه: علیرضا رهنورد
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۸۵٪	مجری پروژه: مسعود حسنی مرزونی
تاریخ پایان پروژه: ۹۹/۱۲/۱۵	تاریخ شروع پروژه: ۹۶/۰۱/۲۳
اهداف و نتایج به دست آمده یا محتمل از پروژه:	
<ul style="list-style-type: none"> • شناسایی کلی انواع مخاطرات زمینی موجود در کشور و دسته بندی آنها • تعیین وضعیت آسیب پذیری شبکه برق در برابر مخاطرات زمینی بصورت کیفی • بررسی سوابق موجود و نیازسنجی در خصوص تعیین پارامترهای مشخصه مخاطرات زمینی در کشور و پهنه بندی آنها • تعیین اقدامات و سیاستهای مورد نیاز و تهیه برنامه و نقشه راه برای شناسایی، اندازه گیری و پهنه بندی پارامترهای مشخصه مخاطرات زمینی در کشور 	

عنوان پروژه: تدوین سند راهبردی ارزیابی و مقاوم سازی سازه ها و تجهیزات صنعت برق در برابر مخاطرات لرزه ای

کارفرما: پژوهشگاه نیرو معاونت مربوطه: پژوهشی	نوع پروژه: آینده نگاری
همکاران پروژه: محمد علی جعفری	مدیر پروژه: سلمان رضازاده
درصد پیشرفت پروژه تا آذر ۹۹: ۹۵٪	مجری پروژه: علیرضا رهنورد
تاریخ پایان پروژه: ۹۹/۱۲/۱۵	تاریخ شروع پروژه: ۹۶/۰۶/۰۱
اهداف و نتایج به دست آمده یا محتمل از پروژه:	
<ul style="list-style-type: none"> • تعیین ضرورت ارزیابی و مقاوم سازی لرزه ای سازه های صنعت برق • مرزبندی فنی و شناسایی انواع سازه ها و تجهیزات صنعت برق • تدوین راهبردهای ارزیابی و مقاوم سازی لرزه ای سازه های صنعت برق 	

همکاری اعضای گروه سازه‌های صنعت برق در پروژه‌های جاری پژوهشگاه نیرو			
اعضای گروه	عنوان پروژه/طرح	واحد مجری/کارفرما	سمت در پروژه
علیرضا رهنورد	تدوین دانش فنی و پیاده سازی سامانه جامع ارزیابی، پایش سلامت و مقاوم سازی سازه های انتقال برق	معاونت فناوری	مجری سند
محمدعلی جعفری	ارزیابی ریسک‌های موجود در سازه‌های انتقال کشور و برآورد میزان تغییرات مورد انتظار ریسک از طریق پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه	سند پایش سلامت سازه های صنعت برق	همکار
	شناسایی راهکارها و فناوری‌های نوین به منظور افزایش کیفیت و عمر مفید پایه‌های شبکه توزیع	گروه سازه های صنعت برق	همکار
	بررسی رویکردهای طراحی و ارائه ضرایب ترکیب بار و نقشه های پهنه بندی کاربردی به منظور بارگذاری سازه های خطوط هوایی انتقال	گروه سازه های صنعت برق	همکار
	طراحی عملیات اجرایی توربین بادی مشتمل بر مونتاژ، تست، حمل، نصب، راه اندازی، بهره برداری و نظارت بر اجرای آن	مرکز توربین بادی	مدیر بخش فونداسیون
مائده ذاکر صالحی	بررسی فنی و اقتصادی اثرات فرونشست دشت های منطقه اشتهارد و ورامین بر خطوط انتقال و اصلاح پدیده فرونشست	طرح پایش سلامت سازه های صنعت برق/معاونت تخصصی انتقال-برق منطقه ای تهران	ناظر
آرش یگانه فلاح	ارزیابی ریسک‌های موجود در سازه‌های انتقال کشور و برآورد میزان تغییرات مورد انتظار ریسک از طریق پیاده‌سازی سیستم پایش سلامت سازه	سند پایش سلامت سازه های صنعت برق	همکار
	تدوین دانش فنی ارزیابی عمر باقیمانده دکل های انتقال نیرو ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت و اجرای یک نمونه پابلوت	سند پایش سلامت سازه های صنعت برق (بخش انتقال)	نماینده مدیر طرح
امیر اکبری گرکانی	جلوگیری از خسارات ناشی از فرونشست زمین در سازه های خطوط و پستهای انتقال و فوق توزیع	سند پایش سلامت سازه های صنعت برق (بخش انتقال)	نماینده مدیر طرح
سلمان رضازاده	نظارت بر مطالعات فرونشست دشت ورامین و اشتهارد	سند پایش سلامت سازه های صنعت برق (بخش انتقال)	کارشناس
	تدوین سند راهبردی و نقشه راه طرح کلان "توسعه فناوری تعمیرات و نگهداری در صنعت انتقال نیرو"	معاونت تخصصی انتقال	مدیر پروژه
علی اصغر ذکاوتی	تدوین دانش فنی و پیاده سازی سامانه جامع ارزیابی، پایش سلامت و مقاوم سازی سازه های انتقال و فوق توزیع	معاونت فناوری	همکار

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

همکاری اساتید دانشگاه‌ها با گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق در طرح بهتام (طرح‌های تفصیلی)				
ردیف	محقق	دانشگاه	عنوان طرح	آخرین وضعیت
۱	دکتر فرامرز خوشنودیان	صنعتی امیرکبیر	پایش سلامت سازه در مخزن ذخیره سوخت نیروگاه	تایید نهایی
۲	دکتر رضا کرمی محمدی	صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	شناسایی مشخصات دینامیکی و پایش سلامت دکل‌های انتقال نیرو و تجهیزات اصلی صنعت برق	تایید نهایی
۳	دکتر سعیدرضا صباغ‌یزدی	صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	آزمون مدل‌های قابل اجرا برای کاهش اثرات نامطلوب پدیده تاخت باد (Galloping) بر دکل‌های انتقال نیرو	تایید نهایی
۴	دکتر مرتضی مدح خوان	صنعتی اصفهان	بررسی و بهینه‌سازی برج‌های خنک‌کننده نیروگاه‌های سیکل ترکیبی	تایید نهایی
۵	دکتر علی نورزاد	شهید بهشتی	ارزیابی ایمنی شمع‌های انرژی تحت بار جانبی	تایید نهایی
۶	دکتر هادی نظر پور	صنعتی نوشیروانی بابل	طراحی، ساخت و بررسی خصوصیات مکانیکی، دوام و خودترمیمی کامپوزیت سیمانی مهندسی شده حاوی نانوسیلیس در شرایط محیطی مختلف با نگرش به کارگیری از آن در سازه‌های صنعت برق	تایید نهایی
۷	دکتر حمیدرضا توکلی	صنعتی نوشیروانی بابل	ارزیابی خرابی ناشی از انفجار و آتش‌سوزی در سازه‌های انتقال فوق توزیع شبکه برق	تایید نهایی
۸	دکتر سید محسن حائری	صنعتی شریف	پهنه‌بندی خطرپذیری نیروگاه‌های تولید برق در استان مازندران بر اثر رخداد زمین‌لغزش	تایید نهایی
۹	دکتر مهدی حمیدی	صنعتی نوشیروانی بابل	امکان‌سنجی ساخت و نصب، و تحلیل و طراحی میراگر ستون مایع-گاز تنظیم‌شونده در سازه‌های توربین بادی، دودکش نیروگاه‌های گازی و برج‌های خنک‌کننده نیروگاه‌های حرارتی	در انتظار تکمیل و ارسال پیشنهاد تفصیلی
۱۰	مرضیه جعفری	تفرش	پایش هندسی تغییر شکل سازه توربین بادی براساس تلفیق اندازه‌گیری‌های ژئودتیکی و ابزار دقیق	تحت داوری
۱۱	دکتر سید مهدی توکلی	صنعتی شاهرود	توسعه یک مدل عددی برای شناسایی آسیب و پایش سلامت سازه‌های پوسته‌ای در نیروگاه‌های حرارتی	عدم احراز اولویت در صنعت برق
۱۲	دکتر علیرضا شاطرزاده	صنعتی شاهرود	دانش فنی تحلیل مکانیکی و حرارتی سازه‌های نیروگاهی	عدم احراز اولویت در صنعت برق

همکاری اساتید دانشگاه‌ها با گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق در طرح بهتام (طرح‌های مقدماتی)			
ردیف	محقق	دانشگاه	عنوان طرح
طرح‌های پذیرفته شده	۱	دکتر مجتبی محصولی	ارزیابی و ارتقای بهینه تاب‌آوری زیرساخت برق
	۲	دکتر اکبر واتقی	توسعه توابع شکنندگی تا سیستمات و تجهیزات پست‌های انتقال و فوق توزیع
	۳	دکتر افشین کلاتری	توسعه توابع شکنندگی تا سیستمات و تجهیزات و ابنیه نیروگاه‌های حرارتی
	۴	دکتر مهناز عبدالله شمشیرساز	پایش سلامت سازه‌های نگهدارنده لوله‌ها، مخازن سوخت و مخازن تحت فشار به صورت برخط و بلادرنگ به کمک سنسورهای پیزوالکتریک
	۶	دکتر مسعود نکویی	جداسازی لرزه ای قایم و کنترل لرزه‌ای سازه های صنعت برق
	۱	دکتر حامد حاج کاظم کاشانی	مدل‌های ارزیابی و بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های عمرانی صنعت برق
طرح‌های با علم احراز اولویت در صنعت برق	۲	دکتر حسین رحامی	بهینه‌سازی همزمان مقطع و هندسه دکل‌های انتقال نیرو
	۳	دکتر بهروز عسگریان	پایش سلامت در سازه های صنعت برق، روش های پیش بینی بروز اشکالات و ارائه راه کار های کاهش آن ها
	۴	دکتر سعید صرامی فروشانی	تصمیم گیری مهندسی برای به سازی سازه‌های صنعت برق و خطوط جریان
	۵	دکتر حمید هاشم الحسینی	اثرات بارهای تناوبی بر رفتار خستگی تیرهای بتن آرمه
	۶	دکتر بشیر موحیدیان عطار	استفاده از روش اجزاء محدود طیفی در پایش سلامت سازه های صنعت برق؛ مطالعه موردی دکل های انتقال نیرو
	۷	دکتر محمدعلی گودرزی	مطالعه آسیب‌پذیری لرزه‌ای و شناسایی تا سیستمات و تجهیزات آسیب‌پذیر در برابر زلزله در بخش نیروگاه‌های حرارتی
	۸	دکتر محمود حسینی	مطالعه آسیب‌پذیری لرزه‌ای و شناسایی تا سیستمات و تجهیزات آسیب‌پذیر در برابر زلزله در بخش پست‌های انتقال و فوق توزیع
	۹	دکتر حمید رضا اویسی	پایش سلامت در سازه های صنعت برق، روشهای پیش بینی بروز اشکالات و ارائه راهکارهای کاهش آنها
	۱۰	دکتر فرهاد بهنام فر	آیین نامه جامع طراحی لرزه ای سازه ها و تا سیستمات صنعت برق کشور
	۱۱	دکتر آرمین عظیمی نژاد	تخمین آسیب‌های سازه‌ای دکل‌های فلزی انتقال نیرو براساس تحلیل‌های پاسخ‌های سازه‌ای ناشی از انتشار امواج
	۱۲	دکتر پیام اسدی	تحلیل ریسک سازه های صنعت برق و خطوط جریان و ارزیابی عملکردی خطوط حیاتی

* طرح مقدماتی ۱۲ نفر دیگر از اساتید محترم نیز وارد مرحله تفصیلی شده است که در جدول مربوطه اطلاعات آن‌ها آورده شده است.

محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق و عملکرد آن‌ها

عنوان محور: ریسک و تاب آوری سازه‌ها	
<p>اهداف محور تخصصی:</p> <p>موضوع مورد نظر در این محور، اکتساب دانش فنی و توسعه مدل‌های ریاضی، ابزارهای محاسباتی و تعیین و گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی کمی ریسک و تاب‌آوری سازه‌های صنعت برق در برابر انواع مخاطرات محیطی است. ریسک و تاب‌آوری به عنوان جدیدترین شاخص‌های مورد استفاده برای بیان عملکرد سازه‌ها مطرح بوده و مناسبترین ابزار برای تصمیم‌سازی‌های مدیریتی در ساخت، بهره‌برداری و نگهداری سازه‌ها و سیستم‌ها می‌باشند. رویکرد کلی در این محور بصورت تعریف فعالیت‌های تحقیقاتی در حوزه‌های شناسایی مخاطرات محیطی و توسعه مدل‌های احتمالاتی برای بیان وقوع و شدت آنها، توسعه مدل‌های احتمالاتی برای ارزیابی قابلیت اطمینان و ریسک سازه‌های صنعت برق با نگرش سیستمی و توسعه مدل‌های ارزیابی تاب‌آوری در سازه‌های صنعت برق می‌باشد.</p>	<p>زیر محور تخصصی:</p> <ul style="list-style-type: none"> • شناسایی مخاطرات محیطی و پهنه‌بندی پارامترهای مشخصه آنها در سطح کشور • ارزیابی پی‌آمدهای خرابی سازه‌ها و سامانه‌ها در شبکه برق • توسعه مدل‌های ارزیابی آسیب‌پذیری سامانه‌ها و سازه‌های موجود صنعت برق در برابر مخاطرات محیطی • ارزیابی ریسک مخاطرات محیطی در شبکه برق کشور • ارزیابی تاب‌آوری سازه‌های صنعت برق در برابر مخاطرات محیطی

محور تخصصی ریسک و تاب آوری سازه‌ها (۱۱۰۱)				
ردیف	فهرست مأموریت‌ها	اقدامات مربوطه	نوع برون‌داد یا مستند	تعداد
۱	مطالعات آینده	پروژه مطالعات آینده	گزارش مرحله‌ای پروژه مطالعات آینده	۲
		تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی توسعه و اکتساب فناوری	گزارش مرحله‌ای پروژه تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی	۲
			گزارش پایانی پروژه تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی	۱
			خلاصه مدیریتی فارسی از گزارش پایانی تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی	۱
			خلاصه مدیریتی انگلیسی از گزارش پایانی تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی	۱
۲	جریان‌سازی و حمایت از ایده‌های پژوهشی	راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	فرم پروپوزال راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	۱
		راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	گزارش پیشرفت راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	۱
			مستندات برگزاری سمینار/ وبینار	۱
۳	مدیریت و تبادل دانش و نشر علم	برگزاری رویدادهای مرتبط با محور (همایش، پانل‌های تخصصی، مدرسه تخصصی)	مستندات برگزاری رویدادها	۱
		انتشار مقاله در مجلات	مقاله مجله علمی- پژوهشی	۱
			مقاله مجله ISI	۱
۴	توسعه منابع انسانی و ایجاد و توسعه شبکه متخصصان	شرکت در دوره‌ها/ کارگاه‌های آموزشی مورد نیاز در زمینه‌های تخصصی	گواهی برگزاری دوره/ کارگاه آموزشی	۱
		داوری یا نظارت پروژه‌ها/ طرح‌ها/ مقالات	گواهی داوری	۶

مصالح و تجهیزات نوین و هوشمند در سازه‌ها

اهداف محور تخصصی:	زیر محور تخصصی:
<p>رویکرد این محور تخصصی، اکتساب دانش فنی و توسعه بکارگیری مواد، مصالح و تجهیزات نوین در سازه‌ها و تجهیزات صنعت برق می‌باشد. با استفاده از فناوری‌ها و مواد نوین از جمله انواع کامپوزیت‌ها، مصالح هوشمند و با بکارگیری از نانو تکنولوژی می‌توان در جهت بهبود عملکرد و شرایط سازه‌ها و تجهیزات صنعت برق و همچنین افزایش ایمنی، قابلیت اطمینان، تاب‌آوری، دوام و طول عمر آنها و کاهش ریسک ناشی از مخاطرات و پایین آوردن هزینه‌های مربوط به تعمیر، نگهداری و بازسازی سازه و تجهیز و همچنین قابلیت تشخیص به موقع خرابی و پایش سلامت آنها اقدام کرد.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • بکارگیری مصالح و تجهیزات نوین در سازه‌های صنعت برق و توسعه ابزارهای مرتبط با آن • بهبود عملکرد سازه‌های صنعت برق با استفاده از نانو تکنولوژی • بهبود عملکرد سازه‌های بتنی و فولادی صنعت برق با بکارگیری افزودنی‌های نوین • بهبود عملکرد سازه‌های صنعت برق با بکارگیری و توسعه مصالح هوشمند

محور تخصصی مصالح و تجهیزات نوین و هوشمند در سازه‌ها (۱۱۰۲)

ردیف	فهرست مأموریت‌ها	اقدامات مربوطه	نوع برونداد یا مستند	تعداد
۱	مطالعات آینده	شرکت در دوره‌های آموزشی مطالعات آینده، رصد علم و علم‌سنجی	گزارش پایانی پروژه مطالعات آینده	۱
			گواهی شرکت در دوره‌های مطالعات آینده	۱
			گواهی شرکت در دوره‌های رصد علم و علم‌سنجی	۱
۲	جریان‌سازی و حمایت از ایده‌های پژوهشی	پروژه آزمون ایده / طرح بهتام (مقدماتی و برنامه‌ی تفصیلی) / راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	فرم تایید قرارداد پروژه آزمون ایده	۱
			قرارداد منعقد شده طرح بهتام (مقدماتی)	۱
			فرم پروپزال راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	۱
۳	مدیریت و تبادل دانش و نشر علم	فعالیت‌های اجرایی در دبیرخانه‌های علمی انجمن‌ها و همایش‌ها / مدیریت و مشارکت در انتشار مجلات علمی- تخصصی و چاپ شماره‌گان در قالب ماهنامه یا فصلنامه / انتشار مقاله در مجلات / انتشار برونداد تخصصی	گواهی فعالیت اجرایی	۱
			گواهی مدیریت/ مشارکت در انتشار / گواهی مدیر مسئولی	۳
			مقاله همایش بین‌المللی	۱
			نسخه الکترونیکی برونداد تخصصی	۳
۴	توسعه منابع انسانی و ایجاد و توسعه شبکه متخصصان	شرکت در دوره‌ها/ کارگاه‌های آموزشی مورد نیاز در زمینه‌های تخصصی / عضویت/ فعالیت در انجمن‌های علمی، شوراها، کمیته‌ها و کارگروه‌های تخصصی / داوری یا نظارت پروژه‌ها/ طرح‌ها/ مقالات	گواهی برگزاری دوره/ کارگاه آموزشی	۲
			گواهی عضویت	۱
			گواهی داوری	۳

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

عنوان محور: طراحی فونداسیون‌های نوین سازه‌ها	
<p>اهداف محور تخصصی:</p> <p>این محور به طور کلی در دو راستای کلی بهبود وضعیت پی سازه‌های مختلف صنعت برق و نیز استفاده از انرژی‌های سطحی زمین گرمایی تعریف شده است و با توجه به اهمیت بالای موارد ذکر شده، این موضوع به عنوان یکی از محورهای تخصصی این گروه پژوهشی قرار گرفته است.</p>	<p>زیر محور تخصصی:</p> <p>یکی از محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق، محور «طراحی فونداسیون‌های نوین سازه‌ها» است. این محور تخصصی خود به زیر محورهای زیر تقسیم می‌شود:</p> <ul style="list-style-type: none"> توسعه و ارائه راهکارها و روش‌های کاهش ریسک مخاطرات ژئوتکنیکی در شبکه برق کشور تدوین و بازبینی استانداردهای طراحی فونداسیون سازه‌های صنعت برق بر مبنای قابلیت اطمینان توسعه روش‌ها و ابزارهای نوین در طراحی و بهینه‌سازی فونداسیون سازه‌های صنعت برق بر مبنای قابلیت اطمینان و ریسک بکارگیری فونداسیون‌های نوین در سازه‌های صنعت برق ارزیابی و طراحی فونداسیون‌های سازه‌های صنعت برق با هدف کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و رویکرد انرژی‌های پاک

محور تخصصی طراحی فونداسیون‌های نوین (۱۰۳)				
ردیف	فهرست مأموریت‌ها	اقدامات مربوطه	نوع برون‌داد یا مستند	تعداد
۱	مطالعات آینده	شرکت در دوره‌های آموزشی مطالعات آینده، رصد علم و علم‌سنجی	گواهی شرکت در دوره‌های مطالعات آینده	۱
		برگزاری پنل تخصصی با خبرگان	گواهی شرکت در دوره‌های رصد علم و علم‌سنجی	۱
		برون‌سپاری پروژه‌ها	صورجلسه برگزاری پنل تخصصی با خبرگان	۱
۲	جریان‌سازی و حمایت از ایده‌های پژوهشی	طرح بهتام (مقدماتی و برنامه‌ی تفصیلی)	قرارداد منعقد شده پروژه‌های برون‌سپاری در محور	۱
		راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	قرارداد منعقد شده طرح بهتام (پیشنهاد تفصیلی)	۲
		برگزاری سمینار/ وبینار علمی و تخصصی	فرم پروپزال راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	۹
۳	مدیریت و تبادل دانش و نشر علم	مدیریت و مشارکت در انتشار مجلات علمی- تخصصی و چاپ شمارگان در قالب ماهنامه یا فصلنامه	مستندات برگزاری سمینار/ وبینار	۱
		انتشار مقاله در مجلات	گواهی مدیریت/ مشارکت در انتشار / گواهی مدیر مسئولی	۱
		انتشار کتاب	مقاله همایش بین‌المللی	۱
		انتشار برون‌داد تخصصی	مقاله مجله ISI	۷
		شرکت در دوره‌ها/ کارگاه‌های آموزشی در زمینه‌های تخصصی	نسخه الکترونیکی کتاب (اعم از تألیف، ترجمه و گردآوری)	۲
۴	توسعه منابع انسانی و ایجاد و توسعه شبکه متخصصان	برگزاری نشست‌های تخصصی با اعضای شبکه متخصصان	نسخه الکترونیکی برون‌داد تخصصی	۱
		انعقاد تفاهم‌نامه‌های همکاری با دانشگاه‌ها و انجمن‌های علمی- تخصصی و هسته‌های علمی در دانشگاه‌ها	گواهی برگزاری دوره/ کارگاه آموزشی	۱
		عضویت/ فعالیت در انجمن‌های علمی، شوراها، کمیته‌ها و کارگروه‌های تخصصی	تصویر صورجلسات	۱
		داوری یا نظارت پروژه‌ها/ طرح‌ها/ مقالات	فایل تفاهم‌نامه و تصویر مکاتبات مرتبط	۱
		تقدیرنامه‌های برون‌سازمانی، جوایز و افتخارات کسب شده	گواهی عضویت	۲
			گواهی داوری	۷
	تصویر تقدیرنامه	۱		

طراحی بهینه سازه‌ها

اهداف محور تخصصی:	زیر محور تخصصی:
<p>یکی از موضوعات اساسی در سازه های صنعت برق، طراحی بهینه، عملکرد مناسب در برابر مخاطرات محیطی و استفاده از اجزا و فرم های نوین و کاربردی در طرح آن ها می باشد به نحوی که علاوه بر کاهش هزینه های ساخت و انطباق با محیط بهره برداری منجر به افزایش قابلیت اطمینان و توسعه فناوری های نوین گردد. در این محور علاوه بر اهداف فوق، توسعه روشهای کاهش ریسک مخاطرات محیطی بر روی سازه های صنعت برق، بکارگیری ابزارهای نوین طراحی و تدوین و بازبینی استانداردهای سازه های صنعت برق دنبال می شود.</p>	<ul style="list-style-type: none"> توسعه و ارائه راهکارها و روشهای کاهش ریسک مخاطرات محیطی در شبکه برق کشور تدوین و بازبینی استانداردهای بارگذاری، طراحی و ارتقا سازه های صنعت برق بر مبنای قابلیت اطمینان توسعه روش ها و ابزارهای نوین در طراحی و بهینه سازی سازه های صنعت برق بر مبنای قابلیت اطمینان و ریسک بکارگیری اجزاء، ساختارها و فرم های سازه های نوین در سازه های صنعت برق ارزیابی و طراحی سازه های صنعت برق با هدف کاهش اثرات منفی زیست محیطی و رویکرد انرژی های پاک

محور تخصصی طراحی بهینه سازه ها (۱۱۰۴)

ردیف	فهرست مأموریت ها	اقدامات مربوطه	نوع برون داد یا مستند	تعداد
۱	مطالعات آینده	بروز مطالعه آینده	فرم تایید قرارداد پروژه مطالعات آینده	۱
		شرکت در دوره های آموزشی مطالعات آینده، رصد علم و علم سنجی	گزارش مرحله ای پروژه مطالعات آینده	۳
		گواهی شرکت در دوره های مطالعات آینده	گزارش پایانی پروژه مطالعات آینده	۱
		برگزاری پنل تخصصی با خبرگان	گواهی شرکت در دوره های مطالعات آینده	۱
		صورجلسه برگزاری پنل تخصصی با خبرگان	گواهی شرکت در دوره های مطالعات آینده	۱
۲	جریان سازی و حمایت از ایده های پژوهشی	تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی توسعه و اکتساب فناوری	گزارش مرحله ای پروژه تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی	۴
		طرح بهتام (مقدماتی و برنامه ای تفصیلی)	گزارش پایانی پروژه تدوین یا بازنگری اسناد راهبردی	۱
		برگزاری رویدادهای فناورانه و کسب و کار و همکاری و پشتیبانی علمی شرکت های دانش بنیان/ حمایت از ایده های استارت آپ/ شتاب دهنده ها	قرارداد منعقد شده طرح بهتام (پیشنهاد تفصیلی)	۱
۳	مدیریت و تبادل دانش و نشر علم	ارائه سخنرانی کلیدی در نشست ها، همایش ها و مجامع علمی	گزارش برگزاری رویدادها	۲
		انتشار برون داد تخصصی	گواهی سخنرانی کلیدی	۱
		شرکت در دوره ها/ کارگاه های آموزشی مورد نیاز در زمینه های تخصصی	نسخه الکترونیکی برون داد تخصصی	۲
۴	توسعه منابع انسانی و ایجاد و توسعه شبکه متخصصان	عضویت/ فعالیت در انجمن های علمی، شوراها، کمیته ها و کارگروه های تخصصی	گواهی عضویت	۱
		داوری یا نظارت پروژه ها/ طرح ها/ مقالات	گواهی داوری	۳
		استفاده از اعضای شبکه متخصصان در داوری و نظارت پروژه ها/ طرح ها/ مقالات	فرم داوری/ نظارت	۳
		فعالیت در نرم افزار گفتگوی اجتماعی متخصصان	گزارشی از مذاکرات در فرم های نرم افزار گفتگوی اجتماعی	۳
۷	همکاری های علمی و بین المللی	انقصاد تفاهم نامه/ قراردادهای بین المللی	فایل قرارداد/ تفاهم نامه به همراه مکاتبات مرتبط با ایمیلی	۱

پروژه‌ها، فعالیت‌ها و محورهای تخصصی گروه پژوهشی سازه‌های صنعت برق

تکنیک‌های نوین ارزیابی و بهبود عملکرد سازه‌ها	
<p>اهداف محور تخصصی:</p> <p>در این محور با هدف کنترل ارتعاش سازه‌ها و افزایش قابلیت اطمینان سازه‌های صنعت برق به توسعه الگوریتم‌های مختلف فعال و نیمه فعال کنترلی و ابزارهای نوین و هوشمند کنترلی پرداخته می‌شود. هم چنین، توسعه نرم افزارها و روش های آزمون پیشرفته و نوین به منظور رسیدن به درک صحیح تر از رفتار سیستم‌های سازه‌ای جدید و پیچیده صنعت برق، تجهیزات متکی بر آن‌ها و نیز رفتار مصالح نوین تحت انواع مختلف بارگذاری یکی از چالش‌های به روز تحقیقاتی می باشد که در این محور به عنوان یکی از زیرساخت‌های اساسی برای اطمینان از عملکرد صحیح سازه‌های صنعت برق مخصوصاً در شرایط بحرانی مانند زلزله، سیل، طوفان و ... به آن پرداخته می شود. هم چنین دستیابی به دانش و توسعه سیستم‌های شبیه سازی هیبرید به منظور استفاده موازی از امکانات چندین آزمایشگاه و نرم افزار برای انجام تست‌های مشترک با دیگر مراکز تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور، از مرزهای دانش در روش‌های ارزیابی عملکرد سازه‌ها است که مورد توجه خاص در این محور می باشد.</p>	<p>زیر محور تخصصی:</p> <ul style="list-style-type: none"> توسعه و به کار گیری روش‌های عددی، آزمایشگاهی و ابزارهای محاسباتی نوین برای بررسی عملکرد سازه‌های صنعت برق ایجاد و توسعه زیرساخت‌های نرم افزاری و سخت افزاری برای به کارگیری سیستم‌های شبیه سازی هیبرید در صنعت برق رویکردهای غیرفعال، نیمه فعال، فعال و هیبرید کنترل ارتعاش در سازه‌های صنعت برق توسعه ابزارهای نوین و هوشمند کنترل ارتعاش برای سازه‌های صنعت برق طراحی سامانه‌های کنترلی فعال و نیمه فعال تاب آور در برابر خطا، عدم قطعیت و اغتشاش برای سازه‌های صنعت برق ارزیابی و بهبود عملکرد سازه‌ها از دیدگاه بهره‌وری انرژی

محور تخصصی تکنیک‌های نوین ارزیابی و بهبود عملکرد سازه‌ها (۱۰۵)				
ردیف	فهرست مأموریت‌ها	اقدامات مربوطه	نوع برون‌داد یا مستند	تعداد
۱	مطالعات آینده	شرکت در دوره‌های آموزشی مطالعات آینده، رصد علم و علم‌سنجی	گواهی شرکت در دوره‌های مطالعات آینده	۲
			گواهی شرکت در دوره‌های رصد علم و علم‌سنجی	۲
۲	جریان‌سازی و حمایت از ایده‌های پژوهشی	طرح بهتام (مقدماتی و برنامه‌ی تفصیلی)	قرارداد منعقد شده طرح بهتام (مقدماتی)	۳
		راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	قرارداد منعقد شده طرح بهتام (پیشنهاد تفصیلی)	۱
۳	مدیریت و تبادل دانش و نشر علم	فعالیت‌های اجرایی در دبیرخانه‌های علمی انجمن‌ها و همایش‌ها	فرم پروپزال راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌ها/ رساله‌های دانشجویی	۱
		ارائه سخنرانی کلیدی در نشست‌ها، همایش‌ها و مجامع علمی	گواهی سخنرانی کلیدی	۱
		انتشار برون‌داد تخصصی	مقاله مجله ISI	۲
			نسخه الکترونیکی برون‌داد تخصصی	۲
۴	توسعه منابع انسانی و ایجاد و توسعه شبکه متخصصان	شرکت در دوره‌ها/ کارگاه‌های آموزشی مورد نیاز در زمینه‌های تخصصی	گواهی برگزاری دوره/ کارگاه آموزشی	۱
		عضویت/ فعالیت در انجمن‌های علمی، شوراهای کمیته‌ها و کارگروه‌های تخصصی	گواهی عضویت	۲
		داوری یا نظارت پروژه‌ها/ طرح‌ها/ مقالات	گواهی داوری	۱۲
۵	توسعه خدمات آزمایشگاهی	توسعه‌ی آزمایشگاه‌های جدید، آزمون‌ها و خدمات آزمایشگاهی	گزارش توجیهی	۱

تخمین و مدیریت عمر سازه‌ها

اهداف محور تخصصی:	زیر محور تخصصی:
<p>در حال حاضر تمامی تلاش‌های محققین و صنعتگران معطوف به روش‌ها و فناوری‌های مرتبط با پایش و تشخیص عیوب، ارزیابی عمر و وضعیت عملکردی و در نهایت بررسی امکان افزایش عمر تجهیزات موجود، شده است. بطور خلاصه افزایش عمر در صنعت برق بمفهوم تأمین قابلیت اطمینان مورد نظر مشترکین و متصدیان امر با کمترین هزینه تعریف می‌شود در حالیکه اطمینانی از کیفیت و قابلیت اطمینان تجهیزات تا کنون حاصل نشده است. اعمال سخت‌گیری بروی رعایت سطوح استاندارد، تأکید ناظران و بهره‌برداران بروی شرایط تضمین سطوح استاندارد و جریمه‌های عدم حصول به آن، پیرشدگی مداوم تجهیزات و در نهایت کمبود منابع مالی بهره‌برداران جهت تاسیس، تعمیرات و نگهداری شبکه برق، لزوم ارزیابی و تخمین عمر باقیمانده سازه‌های صنعت برق را نمایان می‌سازد.</p> <p>رویکرد دیگر این محور، تعریف فعالیت‌های تحقیقاتی در حوزه‌های مدیریت عمر سازه‌های صنعت برق، توسعه مدل‌های احتمالاتی برای ارزیابی قابلیت اطمینان می‌باشد. آنالیز قابلیت اعتماد یکی از معتبرترین راه‌حل‌ها برای ارزیابی احتمالاتی رفتار سازه‌های صنعت برق می‌باشد. در این روش، مدل‌های احتمالاتی مناسبی به هر یک از متغیرهای موجود در مساله نسبت داده می‌شود. با شناسایی عوامل تاثیر گذار بر عمر و تعیین مکانیزم تاثیر گذاری بر عمر با توجه به اطلاعات آماری و خرابی‌های گذشته، میزان عمر باقیمانده با انجام بازرسی وضعیت کنونی و استفاده از مبانی قابلیت اعتماد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که مبنای ارائه راهکارهای ارتقاء عملکرد قرار خواهد گرفت. سطح اعتمادپذیری هدف و یا به عبارت دیگر مبانی و معیارهای ایمنی در هر کشور از سوی دولت و با توجه به سیاست‌های اقتصادی و اجتماعی آن و با توجه به مصالح کوتاه و بلند مدت کشور تعیین می‌گردد.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • پایش سلامت سازه‌های صنعت برق • ارزیابی عمر باقیمانده سازه‌های صنعت برق • توسعه راهکارها و تدوین دستورالعمل‌های مدیریت بحران در صنعت برق • توسعه روش‌ها و ابزارهای نوین مدیریت تعمیرات و نگهداری سازه‌های صنعت برق • توسعه روش‌ها و راهکارهای رفع یا کاهش آسیب‌های موجود در سازه‌های صنعت برق

جلسات و نشست های تخصصی

جلسات گروه پژوهشی سازه های صنعت برق در تابستان و پاییز ۹۹

ردیف	تاریخ جلسه	موضوع جلسه	افراد حاضر / ارائه دهنده	مکان
۱	۹۹/۰۴/۰۲	جلسه معاونت پژوهشی در خصوص مسائل آزمایشگاه سازه های انتقال نیروی اراک	آقایان احسانیان، جانعلیزاده، حسنی، رضایی سامان کندی، ذکاوتی، یگانه فلاح و سلوک	دفتر معاونت پژوهشی
۲	۹۹/۰۴/۰۲	مدیریت پروژه نظارت بر پروژه فرونشست برق تهران	آقایان جانعلیزاده، فرضعلی زاده و ذکاوتی	گروه سازه
۳	۹۹/۰۴/۰۴	پرسشنامه کیفی پروژه پایه های توزیع	آقایان فرضعلی زاده و ذکاوتی	معاونت انتقال
۴	۹۹/۰۴/۱۶	ارائه شرکت سازه پایدار/محصولات کنترل حریق و ارتعاش	آقایان جعفری، ذکاوتی و نمایندگان شرکت پایدار سازه	ساختمان چمران
۵	۹۹/۰۴/۱۶	مدیر پروژه های فراخوان شده	آقایان جانعلیزاده، اکبری، ذکاوتی، رضازاده، یگانه و خانم ذاکر صالحی	دفتر گروه
۶	۹۹/۰۴/۲۵	فناوری های نوین پایه های توزیع	آقایان دکتر میرولد، ذکاوتی و جعفری	آنلاین
۷	۹۹/۰۵/۰۱	جلسه با ریاست پژوهشگاه در خصوص مسائل آزمایشگاه	آقایان قاضی زاده، پیرمراد، رضایی سامان کندی، ذکاوتی، یگانه فلاح، سلوک، فرهادی	دفتر ریاست
۸	۹۹/۰۵/۰۵	بررسی موضوعات مربوط به آزمایشگاه	آقایان جانعلیزاده، یگانه و ذکاوتی	دفتر گروه
۹	۹۹/۰۵/۱۱	جلسه مجازی معاونت پژوهشی/محور های تخصصی	مدیران گروه پژوهشی	آنلاین
۱۰	۹۹/۰۵/۱۳	جلسه بررسی گزارش نتایج بازدید از نیروگاه بیستون	آقایان جعفری، اکبری و ذکاوتی و خانم ذاکر صالحی	دفتر گروه
۱۱	۹۵/۰۵/۱۵	جلسه در آموخته پروژه مخاطرات جوی	آقایان جعفری، ذکاوتی، خانم میرزایی	آنلاین
۱۲	۹۹/۰۵/۲۵	جلسه معاونت پژوهشی/ابهامات مدیریت محورها و بیان پیشنهادات	مدیران گروه پژوهشی	آنلاین

ردیف	تاریخ جلسه	موضوع جلسه	افراد حاضر/ارائه‌دهنده	مکان
۱۳	۹۹/۰۵/۲۵	بررسی مشکلات آزمایشگاه/	آقایان قاضی زاده، جانعلیزاده و ذکاوتی	دفتر ریاست
۱۴	۹۹/۰۶/۰۳	بررسی تدوین اسناد مخاطرات توسط شرکت عمید	آقایان جانعلی زاده، ذکاوتی، رضازاده و زمانی	گروه سازه
۱۵	۹۹/۰۶/۱۶	بررسی پروژه پایش میزان تغییر شکل زمین در حریم خط انتقال خرم آباد	آقایان مهندس خیامی، عبادی، رهنورد، ذکاوتی، اکبری، خانم دامغانیان	توانیر
۱۶	۹۹/۰۷/۲۰	جلسه بررسی مسائل فنی-مدیریتی پروژه فرونشست دشت های ورامین و اشتهارد	آقایان کلباسی، جزینی، پورنقی، کاظمی، بیت الهی، دانشور، مهدوی، رهنورد، ذکاوتی و اکبری و خانم ذاکر صالحی	سالن جلسات ساختمان فناوری
۱۷	۹۹/۰۷/۲۳	استقرار سی اچ پی در پست	آقایان دکتر قاضی زاده/آقای زمزدی/ مهندس صفری و ذکاوتی	دفتر ریاست
۱۸	۹۹/۰۸/۰۳	خرید ملزومات آزمایشگاه	آقایان دکتر پیرمراد و ذکاوتی	دفتر معاونت توسعه و منابع
۱۹	۹۹/۰۸/۰۵	آزمایشگاه و برون داد	آقایان دکتر احسانیان و ذکاوتی	دفتر معاونت پژوهشی
۲۰	۹۹/۰۹/۰۵	جلسه بررسی و داوری کتاب شمع انرژی	آقایان جعفری، ذکاوتی و خانم ذاکر صالحی	آنلاین
۲۱	۹۹/۰۹/۱۵	امو مالی آزمایشگاه	آقایان شمسی و ذکاوتی	دفتر مالی
۲۲	۹۹/۰۹/۱۵	بودجه تحقیقاتی محورهای گروه و آزمایشگاه	آقایان دکتر احسانیان و ذکاوتی	دفتر معاونت پژوهشی