پژوهشگاه نیرو

طرح توسعه پایایی شبکه‌های برق

خبرنامه‌ی طرح توسعه پایایی شبکه برق ایران

طرح توسعه پایایی در سال ۹۶ ۱

چالش‌های پیش روی پایایی در شبکه برق کشور ۲

ساختار شبکه برق آمریکای شمالی از دیدگاه پایایی۸

معرفی رویدادهای علمی حوزه پایایی

معرفی کتاب در حوزه پایایی

معرفی نرم‌افزار در حوزه پایایی

همکاران این شماره: امیر مشاری، جواد مدرسی، زهرا باقلانی، مهشاد شریعت نسب، فرنوش نرج آبادی

شماره اول زمستان ۱۳۹۶

درباره خبرنامه

انرژی الکتریکی پیش نیازی حیاتی در کلیه جوامع و کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه محسوب می‌گردد. تأمین انرژی الکتریکی مطلوب، باکیفیت و با پایایی بالا همراه با هزینه‌های معقول نقش به‌سزایی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی هر کشوری خواهد داشت. سند راهبردی و نقشه راه توسعه پایایی در شبکه برق ایران یکی از اسناد راهبردی مصوب شورای آموزش و پژوهش وزارت نیرو است که پژوهشگاه نیرو مسئولیت تدوین و اجرای آنها را برعهده داشته است. براین اساس، طرح توسعه پایایی شبکه برق ایران از ابتدای سال ۱۳۹۶ در پژوهشگاه نیرو آغاز به‌کار نموده است که هدف آن فراهم‌سازی زیرساخت نرم‌افزاری و تحقیقاتی موردنیاز برای توسعه پایایی در شبکه برق کشور می‌باشد.

مجموعه پیش‌رو نخستین شماره از خبرنامه طرح توسعه پایایی است که هدف آن اطلاع‌رسانی فعالیت‌های طرح و همچنین رویدادها و تازه‌های مرتبط با پایایی در ایران و جهان، با هدف فرهنگ‌سازی و ارائه اطلاعات مفید به متخصصان و علاقمندان این حوزه در کشور می‌باشد. امید است این مجموعه بتواند در مسیر بهبود و توسعه پایایی در شبکه برق کشور نقشی مفید ایفا نماید و این مهم جز با یاری و همفکری متخصصین و فعالان صنعت برق کشور میسر نخواهد بود. لذا از کلیه متخصصین و اندیشمندان این حوزه تقاضا می‌شود با ارائه نقطه‌نظرات ارزشمند خود، ما را در این راه یاری رسانند.

امیر مشاری

مجری طرح توسعه پایایی شبکه برق ایران

ReliabilityCenter@nri.ac.ir

تهران، شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، طرح توسعه پایایی در شبکه‌های برق

تلفن: ۸۸۰۸۹۴۰۰ -۰۲۱ (داخلی ۴۲۴۱) **دورنگار: ۸۸۰۷۹۴۳۹ -۰۲۱**

اخبار طرح

وضعیت کلی طرح توسعه پایایی در سال ۹۶

❖ اعضای کمیته راهبری

- جناب آقای دکتر محمود فتوحی فیروزآباد از دانشگاه صنعتی شریف (ریاست محترم دانشگاه)
- جناب آقای دکتر محمودرضا حقی‌فام از شرکت توانیر (معاون محترم هماهنگی توزیع) و عضو شورای پایایی
- جناب آقای دکتر داود فرخزاد از شرکت مدیریت شبکه (سرپرست محترم شرکت) و عضو شورای پایایی
- جناب آقای مهندس عبدالصاحب ارجمند از وزارت نیرو (مدیرکل محترم دفتر راهبری و نظارت بر انتقال و توزیع) و عضو شورای پایایی
- جناب آقای دکتر پیمان کریمی‌فرد از شرکت توانیر (رییس محترم گروه مهندسی شبکه برق دفتر فنی و نظارت شبکه انتقال)
- جناب آقای مهندس حسن آبنیکی از شرکت توانیر (رئیس محترم گروه پروژه‌های ملی و توسعه‌ای دفتر تحقیقات)
- جناب آقای مهندس صفر فرضعلی‌زاده از پژوهشگاه نیرو (رئیس محترم پژوهشکده انتقال)
- جناب آقای دکتر پرویز رمضانپور از پژوهشگاه نیرو (رئیس محترم پژوهشکده توزیع)
- سرکار خانم مهندس نیکی مسلمی از پژوهشگاه نیرو (مدیر محترم گروه مطالعات سیستم‌های قدرت و معاون پژوهشکده توزیع)
- آقای دکتر امیر مشاری از پژوهشگاه نیرو (مجری طرح پایایی)

❖ وضعیت پروژه‌های طرح توسعه پایایی در سال ۹۶:

نام پروژه	نحوه انجام	تاریخ انجام فراخوان	وضعیت	تاریخ شروع	تاریخ پایان
تخمین هزینه خاموشی مشترکین	واگذاری (دانشگاهی)	مرداد ماه ۱۳۹۶	در مرحله انعقاد قرارداد	فروردین ۱۳۹۷	تیر ۱۳۹۸
مطالعات قابلیت اطمینان سامانه‌های انتقال توان با ظرفیت بالا	واگذاری (دانشگاهی)	شهریور ماه ۱۳۹۶	در مرحله انعقاد قرارداد	فروردین ۱۳۹۷	فروردین ۱۳۹۸
طراحی سیستم جامع اطلاعاتی به منظور پاسخگویی به نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات و طراحی گردش کار اطلاعاتی مناسب جهت گزارش دهی اطلاعات و شاخص های پایایی در بخش تولید	واگذاری (دانشگاهی)	آذر ماه ۱۳۹۶	در مرحله انعقاد قرارداد	فروردین ۱۳۹۷	فروردین ۱۳۹۸
طراحی سیستم جامع اطلاعاتی به منظور پاسخگویی به نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات و طراحی گردش کار اطلاعاتی مناسب جهت گزارش دهی اطلاعات و شاخص های پایایی در بخش انتقال	واگذاری (دانشگاهی)	آذر ماه ۱۳۹۶	در مرحله انعقاد قرارداد	فروردین ۱۳۹۷	فروردین ۱۳۹۸
طراحی سیستم جامع اطلاعاتی به منظور پاسخگویی به نیازمندی‌های اطلاعاتی مدل‌های پایایی تجهیزات و طراحی گردش کار اطلاعاتی مناسب جهت گزارش دهی اطلاعات و شاخص های پایایی در بخش توزیع	واگذاری (دانشگاهی)	آذر ماه ۱۳۹۶	در مرحله انعقاد قرارداد	فروردین ۱۳۹۷	فروردین ۱۳۹۸
طراحی الگوی کارکردی پایایی در شبکه برق ایران، با تمرکز بر کارکردهای مرتبط با اطلاعات و مطالعات پایایی و ایجاد ظرفیت‌های لازم برای استقرار آن	داخلی (پژوهشگاه نیرو)	-	در حال انجام	آبان ۱۳۹۶	آبان ۱۳۹۷

❖ خلاصه اقدامات طرح توسعه پایایی در سال ۹۶:

- برگزاری جلسات کمیته راهبری
- برگزاری جلسات کمیته تخصصی (انتقال – توزیع)
- برگزاری جلسه هم‌اندیشی (چالش‌های پیش روی پایایی شبکه برق)
- برنامه‌ریزی و اجرای برون‌سپاری پروژه‌ها (برگزاری فراخوان، تشکیل کمیته پیمان، اطلاع‌رسانی و پیگیری ...)
- برگزاری جلسات با خبرگان و ذی‌نفعان (وزارت نیرو، شورای پایایی، توانیر، مدیریت شبکه، برق حرارتی، برق منطقه‌ای، توزیع...)
- پایش پروژه‌های حوزه پایایی (بررسی اولویت‌های تحقیقاتی ۹۶، دسته‌بندی اولویت‌ها، تهیه و ارسال شرح نیازمندی‌های طرح ...)

گزارش نخستین جلسه هم‌اندیشی طرح توسعه پایایی

«چالش‌های پیش روی پایایی شبکه برق»

۲۴ دی‌ماه ۱۳۹۶ – پژوهشگاه نیرو

شرکت کنندگان	سمت
جناب آقای دکتر فتوحی فیروزآباد	رئیس محترم دانشگاه صنعتی شریف
جناب آقای دکتر فریدونیان	عضو محترم هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
جناب آقای دکتر عابدی	عضو محترم هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی
جناب آقای دکتر قراگوزلو	معاون محترم بازار شرکت مدیریت شبکه برق ایران
جناب آقای مهندس مقیم‌زاده	مدیر محترم پشتیبانی، بهره برداری و برنامه ریزی شرکت مدیریت شبکه برق ایران
جناب آقای مهندس محسنی	مدیر محترم برنامه‌ریزی و مطالعات امنیت شرکت مدیریت شبکه برق ایران
جناب آقای مهندس راعی	مدیر کل محترم دفتر برنامه ریزی شبکه شرکت توانیر
جناب آقای دکتر کریمی‌فرد	رئیس محترم گروه مهندسی شبکه برق دفتر فنی و نظارت شبکه انتقال شرکت توانیر
جناب آقای دکتر خدرزاده	مدیر کل محترم دفتر فنی و مهندسی توزیع شرکت توانیر
جناب آقای مهندس صادقی	مدیر کل محترم دفتر نظارت بر بهره برداری توزیع شرکت توانیر
جناب آقای دکتر یاقوتی	معاون محترم مهندسی و نظارت شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
جناب آقای دکتر اقلیمی	عضو محترم دبیرخانه شورای پایایی شبکه برق کشور وزارت نیرو
جناب آقای مهندس آندواژ	معاون محترم دفتر راهبری و نظارت بر تولید وزارت نیرو
سرکار خانم مهندس مسلمی	معاون محترم پژوهشکده توزیع و مدیر محترم گروه مطالعات سیستم‌های قدرت پژوهشگاه نیرو
آقای دکتر مشاری	مجری طرح توسعه پایایی شبکه برق کشور پژوهشگاه نیرو

در ابتدای این جلسه، توضیحاتی در مورد سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی پایایی شبکه‌ی برق ایران ارائه شد:

«تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه پایایی شبکه برق ایران از سال ۱۳۹۴ آغاز و در سال ۱۳۹۵ به پایان رسید. این سند شامل اقدامات و خوشه پروژه‌هایی متشکل از سه طرح و

دوازده پروژه است که از سال ۱۳۹۶ تا سال ۱۴۰۶ برنامه‌ریزی شده و با نظارت کمیته راهبری طرح توسعه پایایی شبکه برق ایران و حمایت شرکت مادر تخصصی توانیر اجرا خواهند شد.»

در ادامه‌ی جلسه، مسائل و چالش‌های پیش روی پایایی سیستم‌های قدرت، از جمله چالش‌های بار و منابع، چالش‌های تولیدات متغیر، چالش‌های بهره برداری، چالش‌های امنیت سیستم، چالش‌های سیاست و رگولاتوری و چالش‌های هوشمندسازی شبکه به‌طور اجمالی مورد بحث قرار گرفت و شرکت‌کنندگان به بیان نظرات خود در رابطه با چالش‌های فعلی پیش روی پایایی شبکه برق کشور پرداختند که در ادامه اهم نظرات ارائه شده است.

جناب آقای دکتر کریمی فرد:

- ✓ مساله امنیت اطلاعات و توجه به نیازمندی‌ها و حساسیت‌های این زمینه بسیار مهم بوده و لازم است در ایجاد زیرساخت‌ها، به خصوص تدوین نرم‌افزارهای حوزه پایایی، مورد توجه قرار گیرد.

جناب آقای دکتر قراگوزلو:

- ✓ یکی از دلایل کمرنگ شدن مباحث و مطالعات پایایی در شبکه برق ایران این است که به دلیل عدم وجود منابع مالی کافی، دغدغه اصلی بسیاری از مدیران ارشد صنعت برق قابلیت اطمینان شبکه نیست. همچنین عدم وجود مرکزیت و محوریت جهت بررسی، قانون‌گذاری و ارزیابی پایایی از دلایل دیگر این موضوع بوده است.

جناب آقای دکتر کریمی فرد:

- ✓ مساله قابلیت اطمینان سیستم قدرت جزء دغدغه‌های مدیران صنعت برق است، اما به دلیل واقعی نبودن قیمت برق و درنتیجه نداشتن توجیه اقتصادی بهبود قابلیت اطمینان شبکه، در عمل انگیزه‌ای برای این دست فعالیت‌ها وجود ندارد.

جناب آقای مهندس مقیم زاده:

- ✓ یکی از مهمترین چالش‌های این حوزه در کشور ما، عدم شفافیت وظایف و مسئولیت‌ها در زمینه پایایی است. یکی از دلایل اصلی تشکیل شورای پایایی نیز به‌وجود آوردن مرکزیت و محوریت در این حوزه بوده است که متاسفانه هنوز شفاف‌سازی و تعریف دقیق وظایف و مسئولیت‌های بخش‌های مختلف صنعت برق توسط این شورا صورت نگرفته است.

جناب آقای مهندس صادقی:

- ✓ بخشی از مشکلاتی که ما در حوزه پایایی داریم عدم هماهنگی دفاتر و شرکت‌های هم ارز هست. اما به نظر می‌رسد در مورد ضرورت توجه به پایایی شبکه نیاز به تاکید نیست و عمده مدیران صنعت برق به آن باور دارند.
- ✓ فهرست اقدامات و پروژه‌های این طرح بسیار جذاب بوده و همین الان جزو نیازهای صنعت برق است و بنابراین ضروری است هرچه سریعتر آغاز شوند و نتایج آنها جهت استفاده در اختیار ذی‌نفعان قرار گیرد.

جناب آقای دکتر یاقوتی:

- ✓ سیستم‌ها برای بهبود به دانش، تکنولوژی و ابزار نیاز دارند. در هر حوزه‌ای، این سه راس مثلث همیشه بایستی با هم به یک ترتیب تغییر پیدا کند تا نتایج مطلوب حاصل شده و موجب توسعه آن حوزه شود. در حوزه پایایی نیز هرچند با ابزارها و تکنولوژی‌های فعلی نیز می‌توان وضعیت قابلیت اطمینان شبکه را بهتر کرد اما در اکثر موارد با تکنولوژی‌ها و روش‌های روز مقداری فاصله داریم.

جناب آقای مهندس محسنی:

- ✓ یکی از سوالات کلیدی که در این زمینه باید پاسخ داده شود این است که مشتری موضوع پایایی چه کسی است و چه کسی خواهان افزایش پایایی شبکه است؟
- ✓ سوال مهم دیگر این است که معیار مناسب بودن یا نبودن شاخص‌های پایایی شبکه چیست و پس از انجام مطالعات پایایی چه اقداماتی باید در بخش بهره‌برداری و برنامه‌ریزی صورت پذیرد؟

- ✓ یکی از دلایل توجه کمتر به پایایی در بهره‌برداری و برنامه‌ریزی سیستم فقدان منابع و پایگاه‌های اطلاعاتی کامل و جامع در برخی بخش‌ها و همچنین کمبود نیروی انسانی آموزش دیده در حوزه پایایی است.
- ✓ در مجموع به‌نظر می‌رسد عمده‌ترین چالش پیش روی پایایی در شبکه برق کشور کمبود منابع مالی است.

جناب آقای دکتر خدرزاده:

- ✓ وقتی هدفی را بسیار بزرگ در نظر بگیریم، نرسیدن به نتایج ملموس پس از یک بازه زمانی می‌تواند موجب توقف کار و باقی‌ماندن طرح در سطح مطالعات (اجرایی نشدن) شود و بنابراین برای رسیدن مقصود لازم است اهداف بزرگ به اهداف کوچک‌تر شکسته شود. طبیعی است در این راه بایستی همه مسائل از جمله ملاحظات اقتصادی، محدودیت‌های زمانی، بازیگران و انتظارات مشخص شود. در هیچ جای دنیا منابع و نیروی انسانی بی نهایت نیست لذا باید به‌صورت آهسته و پیوسته در این مسیر (توسعه پایایی شبکه) حرکت شود.
- ✓ لازم است در این طرح‌ها و پروژه‌ها، انجام دهندگان و مجریان، تحویل گیرندگان، استفاده‌کنندگان و پیش‌نیازهای هر پروژه و نحوه ارتباط آن با پروژه‌های بعدی به‌صورت شفاف مشخص شوند. باید توجه شود که قسمتی از این کار، مطالعاتی، بخشی اجرایی و بخشی نیز نیازمند تدوین دستورالعمل‌ها و قوانین است.

جناب آقای دکتر اقلیمی:

- ✓ در خصوص این‌که چه کسی خواهان افزایش پایایی شبکه است، باید گفت که وزارت نیرو به عنوان بالاترین نهاد متولی صنعت برق در سند چشم‌انداز برق و انرژی «عرضه برق مطمئن، پایا و با کیفیت مناسب» را به‌عنوان هدف اصلی ذکر کرده است و بنابراین این موضوع به‌طور جدی در چشم‌انداز و اهداف صنعت برق قرار دارد.
- ✓ یکی از مشکلات جدی در حوزه پایایی، عدم وجود برنامه‌ریزی توامان و یکپارچه (با در نظر گرفتن حوزه تولید و انتقال) است که تغییر ساختار در صنعت برق کشور و مستقل شدن بخش تولید (شرکت مادر تخصصی تولید برق حرارتی) و تجدیدپذیر (سازمان ساتبا) آن را تشدید کرده است.
- ✓ موضوع دیگر، ضعف یا فقدان پایگاه‌های داده قوی در این حوزه است به‌طوری که در عمل دریافت بازخورد از پیاده‌سازی روش‌ها و مدل‌ها و نتایج برنامه‌ریزی‌ها (حتی با شیوه غیرمتمرکز کنونی) را مشکل ساخته است.

- ✓ چالش بعدی عدم دسترسی به فناوری‌های نوین و یا عدم استفاده درست از آنها به دلیل عدم برنامه‌ریزی مناسب است. لازم است در حوزه پایایی نیز مشخص شود که چه فناوری‌های نوینی بایستی در این حوزه شکل بگیرد و به چه صورت وارد شبکه برق شود.
- ✓ یکی دیگر از چالش‌های حوزه پایایی، تاب آوری شبکه برق است که بسیار موضوع مهمی است (به‌خصوص با توجه به وقایع اخیر) و باید به آن پرداخته شود تا بتوانیم امنیت فیزیکی تجهیزات شبکه را بالا ببریم.

جناب آقای مهندس آندرواژ:

- ✓ یکی از اهداف کلان وزارت نیرو، تولید برق پایا و مطمئن با قیمت مناسب برای کلیه مشتریان است بنابراین ضروری است که کارهایی که در حوزه پایایی انجام می‌شود کاملاً مشخص بوده و وظایف در حوزه پایایی شفاف شوند. همچنین نظارت بر اسناد تدوین شده در شورای پایایی نیز بسیار مهم است و این‌که اسناد ابلاغ شده نهایتاً به کجا می‌رسند.
- ✓ داشتن پایگاه داده جامع و مطمئن در زمینه پایایی بسیار حائز اهمیت است که اخیراً نیز اقداماتی در خصوص داده‌های دسترس‌پذیری نیروگاه‌ها توسط شرکت مدیریت شبکه انجام شده است اما تنها مقایسه این اطلاعات با روند جهانی کفایت نمی‌کند و باید در تحلیل پایایی این بخش به مواردی چون هزینه تعمیرات و برنامه‌های توسعه نیز توجه شود.
- ✓ در حوزه پایایی تولید، افزایش ظرفیت نیروگاه‌ها به تنهایی همه مشکلات را حل نخواهد کرد. برای مثال در صورت انجام تعمیرات متناسب با وضعیت تجهیزات، می‌توان از ظرفیت نیروگاه‌ها، خصوصاً در ایام پیک، بسیار بهتر استفاده کرد (و از این راه پایایی شبکه را ارتقاء بخشید). همچنین اولویت‌بندی طرح‌های توسعه برمبنای تاب‌آوری شبکه اهمیت بالایی دارد که لازم است در این حوزه مورد توجه قرار گیرد.

جناب آقای مهندس راعی:

- ✓ پیش از هر چیز باید پرسید که آیا در کشور ما به برق به‌عنوان یک کالا نگاه می‌شود؟ آیا شرکت‌های برق ما، شرکت‌های خدماتی هستند یا بنگاه‌های اقتصادی؟ قیمت مناسب تامین برق که در سیاست‌ها به آن اشاره می‌شود، چقدر است؟ آیا عملیات نگهداری و توسعه شبکه از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر است؟ آیا این سیاست که شبکه برق باید با هر هزینه‌ای کل کشور را پوشش دهد (حتی مناطق دورافتاده و فاقد توجیه احداث شبکه سراسری) در کشورهای دیگر نیز اجرا می‌شود؟ پایایی شبکه قرار است با چه معیاری سنجیده شده و با چه چیزی مقایسه شود تا خوب یا بد بودن آن قضاوت شود؟ ...
- ✓ در کشور ما، باتوجه به واقعی نبودن قیمت برق، تامین برق در عمل یک خدمت است (نه یک فعالیت اقتصادی) و شرکت‌های برق نیز شرکت‌های خدماتی هستند که وظیفه آنها تامین برق (با هر هزینه‌ای) است. بنابراین پایایی در شبکه (و افزایش آن) در عمل اهمیت بالایی ندارد و اصلی‌ترین چالش شبکه، گذر از پیک بار شبکه است. قیمت‌گذاری واقعی برق کلید حل بسیاری از مشکلات شبکه برق است.
- ✓ این‌که گفته می‌شود شفاف نبودن مسئولیت‌ها یکی از چالش‌های این حوزه است صحیح نیست زیرا در اساسنامه شرکت‌ها همه وظایف و مسئولیت‌ها تبیین شده است. مشکل اصلی تصمیم‌گیری‌های فردی گرفتیم و نادیده گرفتن وظایف مدون و وابستگی شدید سیاست‌ها به فرد است.

جناب آقای دکتر فتوحی:

- ✓ در رابطه با موضوع پایایی در شبکه برق کشور سوالات متعددی را می‌توان مطرح کرد، از جمله اینکه آیا نداشتن خاموشی سراسری به مدت ۱۴ سال در شبکه، لزوماً به معنای طراحی درست و پایایی مطلوب شبکه است؟ آیا در حال حاضر شبکه برق ما درست بهره برداری می‌شود؟ آیا بهره‌برداری شبکه اقتصادی بوده است؟ بهبود شاخص‌ها واقعاً برمبنای محاسبات صحیح و معتبر انجام شده است یا بیشتر جنبه شعاری و غیر دقیق داشته است؟ آیا برای رسیدن به تامین برق مطمئن و پایا (که در سیاست‌ها به آن اشاره می‌شود) باید تنها یک شاخص خاص را بسنجیم یا سعی کنیم آن شاخص را به مقدار خاصی برسانیم؟ آیا پایایی شبکه از مسائل اقتصادی آن مستقل است و یا بهبود پایایی لزوماً به معنای تحمیل هزینه‌های بسیار هنگفت به سیستم قدرت است؟ ...
- ✓ درست است که ما برق را به قیمت واقعی نمی‌فروشیم اما این موضوع دلیل نمی‌شود روش‌ها و مطالعات فنی را نادیده بگیریم. همان‌طور که انجام مطالعات اتصال کوتاه به عنوان یک ضرورت فنی در سیستم قدرت جا افتاده است مطالعات پایایی نیز یکی از ضروریات فنی است که باید در دستورکار قرار گیرد. مشکل اصلی این است که هنوز در کشور ما ضرورت این مطالعه و تاثیر آن بر عملکرد سیستم قدرت به خوبی درک نشده است و عمده نگاه‌ها به این موضوع مهم فانتزی است.
- ✓ اگر مطالعات پایایی و مطالعات اقتصادی مربوط به آن در شبکه انجام شده بود بسیاری از عملیات‌های توسعه و بهره‌برداری بسیار پرهزینه و ناکارآمد (مانند احداث خطوط طولانی جهت برق‌رسانی به نقاط دورافتاده و فاقد توجیه برای اتصال به شبکه سراسری) نیز انجام نمی‌شد و در عوض طرح‌های جایگزین اقتصادی پربازده جایگزین آنها می‌شد.
- ✓ این‌گونه استدلال می‌شود که چون تاکنون این مطالعات انجام نشده و اتفاقی هم برای سیستم نیفتاده است بنابراین ضرورتی به انجام آن نیست؛ در حالی که عدم توجه جدی به پایایی شبکه تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم زیادی بر عملکرد و کارآیی شبکه دارد که به دلیل عدم درک صحیح ارتباط بین این مسائل و مطالعات پایایی، موضوع پایایی گاه کم اهمیت تلقی می‌شود. بنابراین عدم اهتمام مدیران و کارشناسان صنعت برق به مطالعات پایایی شبکه و به‌کارگیری نتایج آن در تصمیم‌گیری‌ها و عملیات توسعه و بهره‌برداری چالش اول این حوزه است.

- ✓ یکی دیگر چالش‌های مهم این حوزه، عدم آشنایی کافی مدیران و کارشناسان صنعت برق با مباحث پایایی است که ضرورت آموزش سراسری این موضوع در صنعت برق را دوچندان نموده است.
- ✓ مشکل دیگر عدم وجود یک سیستم جامع جمع آوری داده‌های پایایی است که البته در سطح تولید تا حدی فراهم شده است اما در بقیه سطوح همچنان خلأ چنین سیستمی به شدت احساس می‌شود.

جناب آقای دکتر فریدونیان:

- ✓ یکی از نکاتی که باید در حوزه پایایی به آن توجه شود، پرهیز از نگاه صرف به مضوع پایایی از دیدگاه شرکت‌های تامین‌کننده است. در واقع مطالعات نشان می‌دهند که خسارتی که مشتریان در قبال خاموشی متحمل می‌شوند بالاتر از زیان شرکت‌های تامین برق بابت انرژی فروخته نشده است. در نتیجه مصرف‌کنندگان نیز مشتری قابلیت‌اطمینان هستند (در پاسخ به این‌که مشتری قابلیت اطمینان در شبکه چه کسی است) و از این منظر لازم است نهادی به عنوان مدعی العموم نمایندگی مشترکین را بر عهده داشته و بر پایایی شبکه نظارت جدی داشته باشد.

جناب آقای دکتر کریمی فرد:

- ✓ این که ما شاخص های پایایی را در صنعت برق محاسبه نکرده‌ایم صحیح نیست، این محاسبات انجام می‌شود و در جاهایی نیز از آن استفاده می‌شود.
- ✓ در صورت حاکم بودن نگاه اقتصادی در صنعت برق بسیاری از خطوط نباید ایجاد می‌شدند.

جناب آقای مهندس راعی:

- ✓ ما در حال حاضر نیز برخی از مطالعات قابلیت اطمینان را (از جمله دسترس‌پذیری) انجام می‌دهیم. برنامه‌ریزی شبکه براساس معیار N-1 انجام شده است؛ بنابراین این‌که ما اصلا مطالعه‌ای در این حوزه نمی‌کنیم صحیح نیست.
- ✓ علت این‌که برخی از مطالعات پایایی در شبکه انجام نمی‌شود این است که اگر قیمت را لحاظ کنیم احداث هیچ کدام از خطوط و پست‌ها توجیهی نخواهد داشت. ما در حال حاضر تنها در بخش انتقال، برای تامین برق حدود دو میلیون تومن به ازای هر یک کیلووات هزینه می کنیم. قیمت برق باید چقدر تعیین شود تا این هزینه پوشش داده شود؟...
- ✓ چالش‌های (اصلی) پیش روی صنعت برق کشور در حوزه پایایی نیستند. بحث پایایی زیر مجموعه‌ای از کل صنعت برق ماست. بنابراین ابتدا بایستی چالش‌های اصلی و مهم حل شوند و رفع مشکلات و چالش‌ها به‌صورت پله پله انجام شود.

جناب آقای مهندس مقیم زاده:

- ✓ ما در کشور حدود ۲۰۰ ساعت پیک داریم که به خاطر آن سالی ۳ الی ۴ هزار مگاوات نیروگاه می‌زنیم. یا برای یک شهر ۱۰ مگاواتی چندصد کیلومتر خط می کشیم. در هیچ جای دنیا این کار صورت نمی گیرد.
- ✓ تفکر تولید برق به هر قیمتی، اشتباه است.

جمع‌بندی:

با عنایت به مجموعه صحبت‌های مطرح شده در این جلسه می‌توان چنین نتیجه گرفت که عمده‌ترین چالش‌هاو مشکلات پیش روی پایایی شبکه برق کشور به‌طور خلاصه موارد زیر هستند:

- ➢ واقعی نبودن قیمت برق و نداشتن توجیه اقتصادی عملیات بهبود و توسعه با توجه به قیمت عرضه برق
- ➢ شفاف نبودن وظایف و مسئولیت‌های بخش‌های مختلف صنعت برق در قبال پایایی
- ➢ ضعف یا فقدان پایگاه‌های داده قوی و منابع اطلاعاتی مناسب در حوزه پایایی در سطح صنعت برق کشور
- ➢ حاکم نبودن دیدگاه صحیح در خصوص مطالعات پایایی شبکه و ضرورت بکارگیری آن در صنعت برق
- ➢ عدم آشنایی کافی کارشناسان و مدیران با مباحث پایایی و فقدان سیستم آموزش حرفه‌ای آن در صنعت

معرفی رویدادهای علمی

Conference on Probabilistic Methods Appliyed to Power Systems (PMAPS)

PMAPS was first held in June, 1986, in Toronto, Canada, organized by Samy Krishnasamy, of what was then Ontario Hydro. It was called the International Symposium on Probabilistic Methods Applied to Power Systems. There were about 75 papers presented, and about 180 attendees from 15 countries attended the Symposium. At that time a temporary International Council on Probabilistic Methods Applied to Power Systems (PMAPS) was formed with members from North America, Europe and Asia. The purpose of the Council was to assist in the selection of venues for the conferences and to provide continuity.

The surprising large interest in attending the first symposium resulted in the following symposiums and conferences.

Immediately after the fifth PMAPS in Vancouver, the PMAPS International Society was incorporated with Roy Billinton, Samy Krishnasamy and Fred Turner as directors. The PMAPS International Society is comprised of the directors, the local organizing committee chair of the immediately preceding conference, and the local organizing committee chair of the next conference.

Paper topics

Reliability for system planning, operation, control and protection	Reliability assessment of the smart grid and micro grids
Reliability centered manintenance and asset management	Cascading failures in electric power systems
Uncertainties and correlations in renewable energy systems	Propapilistic assessment in power markets
Outage data and analysis	Probabilistic economic analysis
Probabilistic analysis in demand-side management	Reliability of cyber-physical systems
Load forecast uncertainties	

Tutorials

Tutorial-I: Power System Reliability Evaluation – Fundamental Aspects

Date: Sunday, June 24, 2018

Time: 9:00 AM – 12:00 PM

Instructor: Dr. Roy Billinton, Distinguished Emeritus Professor, Electrical and Computer Engineering, University of Saskatchewan, Canada

Tutorial-II-1: Achieving Resource Adequacy in Capacity Markets

Date: Sunday, June 24, 2018

Time: 1:00- 3:00 PM

Instructor: Dr. Murty P. Bhavaraju, Senior Consultant at PJM, USA

Tutorial-II-2: Smart Grids and Options Moving Forward

Date: Sunday, June 24, 2018

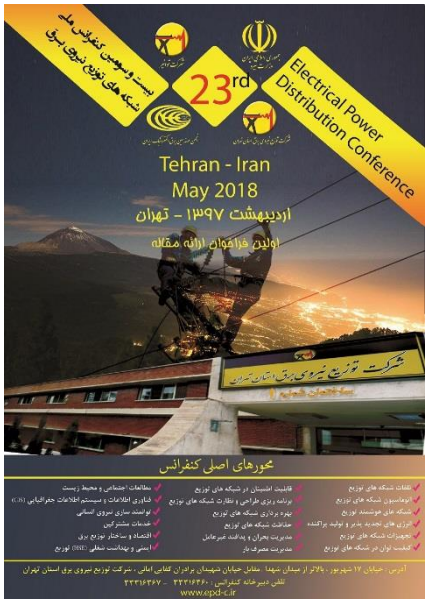
Time: 3:00- 5:00 PM

Instructor: Dr. Massoud Amin, Professor of Electrical & Computer Engineering, University of Minnesota

Key Dates

Paper submission website opens	Sep. 1, 2017
Deadline for paper submission	Feb. 4, 2018
Paper acceptance notification	Mar. 11, 2018
Deadline for submission of final camera-ready manuscripts	Apr. 1, 2018
Early Registration	Jan. 1 – May 1, 2018
2018 PMAPS	June 24-28, 2018

بیست و سومین کنفرانس ملی شبکه‌های توزیع نیروی برق



اولین دوره‌ی این کنفرانس در سال ۱۳۷۰ برگزار شد؛ اما در سال ۱۳۷۶ برگزاری این کنفرانس با یک وقفه‌ی ۵ ساله روبرو شد و دوره‌ی بعدی آن در سال ۱۳۸۰ برگزار گردید. از سال ۱۳۸۰ این کنفرانس به صورت سالانه در شهرهای مختلف ایران برگزار شده است. این کنفرانس به بررسی مسائل و مشکلات شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی می‌پردازد و دوره‌ی بیست و سوم آن در اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ در محل شرکت توزیع نیروی برق استان تهران برگزار خواهد شد.

محورهای کنفرانس:

تلفات شبکه‌های توزیع	اتوماسیون شبکه‌های توزیع
شبکه‌های هوشمند توزیع	انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید پراکنده
تجهیزات شبکه‌های توزیع	کیفیت توان در شبکه‌های توزیع
قابلیت اطمینان در شبکه‌های توزیع	برنامه‌ریزی، راحی و نظارت شبکه‌های توزیع
بهره‌برداری شبکه‌های توزیع	حفاظت شبکه‌های توزیع
مدیریت بحران و پدافند غیر عامل	مدیریت مصرف بار
مالعات اجتماعی و محیط زیست	فناوری اطلاعات و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)
توانمندسازی نیروی انسانی	خدمات مشترکین
اقتصاد و ساختار توزیع برق	ایمنی و بهداشت شغلی (HSE) توزیع
تاب‌آوری شبکه‌های توزیع	کسب و کار توزیع، بورس و بازار خرده فروشی

تاریخ‌های مهم:

شروع ارسال مقالات	۴ آبان ۱۳۹۶
مهلت ارسال مقالات	۱۴ بهمن ۱۳۹۶
مهلت ثبت نام در کارگاه آموزشی	۲۱ اسفند ۱۳۹۶
شروع ثبت‌نام ارائه کارگاه آموزشی	۴ آبان ۱۳۹۶
مهلت ثبت‌نام ارائه کارگاه آموزشی	۱۴ بهمن ۱۳۹۶
اعلام نتایج بررسی مقالات	۲۰ فروردین ۱۳۹۷
مهلت ثبت‌نام در کنفرانس و پرداخت آنلاین	۱۱ فروردین ۱۳۹۷
زمان برگزاری کنفرانس	۱۹ و ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۷

سخنرانان مدعو:

دکتر محمود فتوحی فیروزآباد

دکتر محمودرضا حقی فام

ساختار شبکه برق آمریکای شمالی از دیدگاه پایایی

پیشینه‌ی بحث پایایی در آمریکا به هنگامی باز می‌گردد که شبکه‌های کوچک به وسیله‌ی خطوط انتقال ولتاژ بالا و متناوب به یکدیگر متصل شدند. تا قبل از آن، خاموشی در هر شبکه اتفاق ناگواری نبود زیرا شبکه‌ها کوچک بودند و تعداد مصرف‌کنندگانی که تحت تأثیر این خاموشی قرار می‌گرفتند، اندک بود؛ اما با اتصال و توسعه‌ی شبکه‌های برق، ضررهای ناشی از وقوع خاموشی هم از لحاظ گستردگی جغرافیایی و هم از لحاظ فنی بیشتر شد. در نتیجه شبکه‌های بزرگ شروع به تدوین ضوابط پایایی در شبکه خود نمودند [۱].

تا نیمه قرن بیستم، هر شبکه‌ی برقی ضوابط و معیارهای پایایی خود را پیاده‌سازی و اجرا می‌کرد. با افزایش اتصالات بین شبکه‌ای و نیاز شبکه‌ها به مبادله توان از طریق خطوط انتقال بلند، محدودیت استفاده از استانداردهای منفصل و جداگانه آشکار شد. هنگامی که خاموشی فراگیر شمال شرق آمریکا در سال ۱۹۶۵ رخ داد، کاملاً روشن شد که در بحث پایایی یک رویکرد منسجم و هماهنگ مورد نیاز است. در نتیجه پس از این خاموشی، شورای هماهنگی برق شمال شرق NPCC[۱] تشکیل گردید. بعد از آن به مرور زمان شوراهای هماهنگی پایایی با عملکردهای مشابهی در ایالت‌های دیگر نیز تأسیس شدند و در نهایت در تمام آمریکا و ایالت‌های همسایه در کانادا شروع به کار نمودند. هرکدام از شوراهای هماهنگی، ضوابط پایایی و رویه‌های کنترل انطباق شبکه با این ضوابط را تدوین و اجرا نمودند.

از سال ۱۹۶۸ شورای پایایی برق آمریکای شمالی (NERC[۲]) مسئول هماهنگی فعالیت شوراهای پایایی در سرتاسر آمریکا و تدوین ضوابط و استانداردهای فراگیر پایایی شد. خاموشی سال ۲۰۰۳ در غرب، مرکز و شمال شرق امریکا و ایالت اونتاریو کانادا باعث ایجاد تغییرات اساسی در صنعت برق آمریکا شد که تحت عنوان EPAct[۳] انتشار یافت. در بخش ۲۱۵ این قانون، اختیارات FERC افزایش می‌یابد تا مسئولیت نظارت بر قوانین اجباری پایایی را که توسط ERO[۴] تنظیم می‌شود، برعهده گیرد، ERO را طراحی و تدوین نماید و توانایی جریمه نمودن خاطیان را تا سقف میلیون‌ها دلار در روز داشته باشد. در نهایت NERC به عنوان ERO از جانب FERC انتخاب گردید [۳-۱].

---

[۱] *Northeast Power Coordinating Council*

[۲] *-North Electric Reliability Council*

[۳] *-Energy Policy Act*

[۴] *-Electric Reliability Organization*

سازمان FERC

FERC نماینده‌ی اصلی دولت فدرال در معاملات بین ایالتی مربوط به انرژی‌های برق، برق-آبی، گاز و نفت است. در حوزه‌ی برق این قانون‌گذاری و نظارت شامل خطوط انتقال و حفظ و تقویت پایایی سیستم عظیم قدرت می‌شود. در کل مسئولیت‌های FERC عبارت است از:

- تنظیم و قانون‌گذاری بخش انتقال و بازار عمده فروشی در تمام ایالات؛
- حفاظت از پایایی خطوط ولتاژ قوی در تمامی ایالات به وسیله‌ی استانداردهای اجباری پایایی و اجباری کردن قوانین به وسیله‌ی حق جریمه؛
- بررسی و بازرسی بعضی ادغام‌ها یا گسترش محدوده فعالیت‌ها و یا قراردادهای همکاری شرکت‌های برق؛
- بررسی و بازرسی جایابی خطوط انتقال جدید تحت شرایط خاص؛
- بررسی و بازرسی بازار انرژی.

FERC در حوزه‌های زیر قدرت مداخله ندارد:

- شرکت‌های توزیع و خرده فروشی برق و خرده فروشی گاز طبیعی؛
- صدور دستور ساخت (یا مجوز ساخت) مراکز تولید انرژی، به جز انرژی برق-آبی؛
- تنظیم و قانون‌گذاری در حوزه‌ی شبکه‌ی برق شهری و روستایی.

سازمان NERC

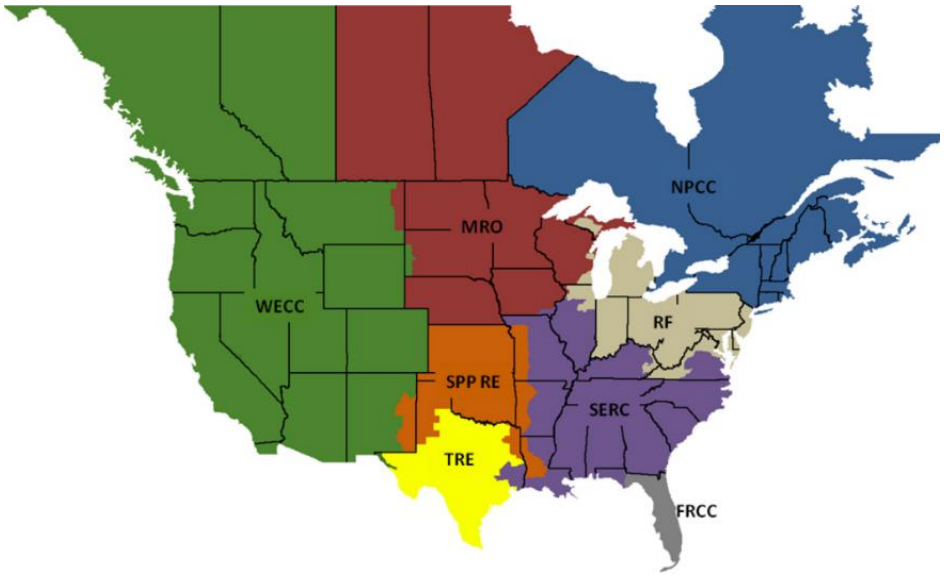
NERC یک نهاد بین‌المللی مستقل، بدون هدف سوددهی، با مسئولیت حصول اطمینان از عملکرد قابل اطمینان شبکه برق بزرگ آمریکای شمالی است که این مهم را با ایجاد نمودن و تقویت کردن استانداردهای پایایی به انجام می‌رساند. NERC بر ۸ نهاد پایایی منطقه‌ای در سراسر آمریکا و بخش‌هایی از کانادا نظارت می‌نماید. در داخل آمریکا، NERC در واقع ERO تعیین شده از طرف FERC می‌باشد. وظایف NERC شامل موارد زیر است:

- همکاری و نظرخواهی از سهام‌داران و شوراهای منطقه‌ای پایایی برای تهیه، تنظیم و تقویت استانداردها؛
- بررسی کفایت تولید به صورت سالانه (با پیش‌بینی ده ساله و پیش‌بینی فصول تابستان و زمستان)؛
- آموزش و صدور گواهی صلاحیت حرفه‌ای برای کارکنان صنعت؛

- جستجو، بررسی و تحلیل علت بروز اختلال در سیستم قدرت.

استانداردهای NERC در سرتاسر آمریکا اجرا می‌شود؛ از مناطقی که ساختار عمودی یکپارچه دارند و تعامل اندکی با همسایگان خود دارند تا مناطقی که بازار خرده فروشی نیز دارند و بخش‌های تولید، انتقال و توزیع در این مناطق کاملاً مجزا است. زیرا در تمامی این حالات شبکه باید پایا و ایمن باشد. به علت وجود همین تنوع ساختار در مناطق مختلف تحت نظارت NERC، این نهاد ناچار است دسته‌بندی‌های مختلفی در نحوه‌ی تخصیص وظایف حین تدوین استانداردها داشته باشد. این تقسیم‌بندی‌ها در سند مهمی به نام مدل عملکردی NERC[1] آمده است. این سند در واقع پایه و اساس تخصیص نقش‌ها و وظایف در حفظ پایایی می‌باشد [۲].

سازمان‌های NERC و FERC مراجع و نهادهایی هستند که در سطح ایالات متحده مسئولیت حفظ پایایی را بر عهده دارند. بعد از این دو نهاد، شوراهای هماهنگی محلی، متولی امور مربوط به پایایی شبکه برق در گستره‌های جغرافیایی تحت کنترل خود می‌باشند. لیست این شوراها به صورت زیر بوده و حوزه‌ی فعالیت آن‌ها در شکل نشان داده شده است.



FRCC: Florida Reliability Coordinating Council
MRO: Midwest Reliability Organization
NPCC: Northeast Power Coordinating Council
RFC: Reliability First Corporation
SERC: South Eastern Reliability Corporation
SPP: Southwest Power Pool
TRE: Texas Reliability Entity
WECC: Western Electricity Coordinating Council

[1]-*NERC Function Model*

در ادامه این گفتار، نهادهای نظارتی و قانون‌گذاری پایایی در ایالت نیویورک، به عنوان یکی از ایالات آمریکا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شورای هماهنگی برق ناحیه‌ی شمال شرق NPCC

مناطق تحت نظارت و قانون‌گذاری NPCC شامل ایالت نیویورک و مجموعه ایالت‌های شش‌گانه‌ی NewEngland در آمریکا و ۴ ایالت کانادا است. مسئولیت‌های NPCC عبارت است از:

- تهیه و تنظیم استانداردها و ضوابط خاص منطقه‌ای پایایی؛
- بررسی تطابق عملکرد شرکت‌ها با استانداردها، نظارت و اجبار اجرای آن‌ها؛
- اجبار رعایت قوانین و استانداردهای پایایی صادره از نهادهای بالادستی و هماهنگی استانداردهای منطقه‌ای با استانداردهای NERC؛
- هماهنگی بین برنامه‌ریزی، طراحی، بهره‌برداری و ارزیابی پایایی بین اعضای برنامه‌ریزی، صاحبان شرکت‌های انتقال و سایر بخش‌های صنعت در حوزه‌ی فعالیت خود.

به عنوان یک شورای هماهنگی منطقه‌ای، NPCC تحت عنوان نماینده‌ی NERC اجرای وظیفه می‌نماید. این نمایندگی به صورت یک توافق‌نامه‌ی مکتوب به امضای هر دو طرف رسیده است. در نتیجه NPCC نیز همانند سایر شوراهای منطقه‌ای پایایی باید به عنوان بازوی اجرایی و کارگزار NERC در سطح منطقه‌ای ایفای نقش نماید. اختیاراتی که به موجب این توافق‌نامه به NPCC واگذار شده‌اند به شرح زیر است [۱]:

- مجری تطبیق عملکرد با استانداردها؛
- نقش هدایت در ممیزی تطبیق عملکرد و نحوه‌ی تطبیق؛
- اجرای دستورالعمل‌های اخطار به متخطی، جریمه و تحریم آن در صورت لزوم؛
- انجام بازرسی، دادرسی و مذاکره برای تخطی‌های ممکن یا انجام شده از استاندارد NERC.

همان‌طور که پیش از این نیز اشاره شد، NPCC و سایر شوراهای محلی این قدرت را دارند که قوانین پایایی مختص منطقه‌ی خود را تدوین کنند. طبق قانون EPAct هیچ ممنوعیتی برای تدوین قوانین منطقه‌ای توسط شوراهای هماهنگی وجود ندارد، به شرط آن‌که این استانداردها قابل تطبیق با استانداردهای NERC باشند. مطابق همین قانون نهادهای منطقه‌ای ایالتی و یا حتی محلی قادرند استانداردها و ضوابط پایایی خود را تدوین نمایند که همیشه این قوانین بسیار سخت‌گیرانه‌تر و دقیق‌تر از قوانین NERC است [۱،۲،۴].

شورای پایایی ایالت نیویورک NYRSC[1]

NYRSC وظیفه‌ی تأمین، حفظ و بهبود پایایی در ایالت نیویورک را بر عهده دارد. طبق قانون EPAct شورای پایایی ایالت نیویورک نیز می‌تواند استانداردها و ضوابطی ورای استانداردهای NPCC و NERC داشته باشد که با آن‌ها هماهنگ بوده و کمی سخت‌گیرانه‌تر هستند. این نهاد توسط هیئت رئیسه کنترل و هدایت می‌شود. در این هیئت نمایندگانی از صاحبان خطوط، فروشندگان عمده‌ی برق، مصرف‌کنندگان بزرگ، ادارات دولتی برق و افراد مستقل وجود دارد. مسئولیت‌های شورای پایایی نیویورک به شرح زیر است:

- تدوین قوانین پایایی شبکه‌ی برق محلی که سخت‌گیرانه‌تر از قوانین NPCC و NERC است؛
- تعیین ضوابط پایایی که لازمه‌ی ساختار فیزیکی، جغرافیایی و جمعیتی شبکه برق نیویورک است؛
- بررسی، ارزیابی و تطبیق عملکرد مستقل NYISO و شرکت‌کنندگان در بازار نیویورک با قوانین.

NYRSC با اعمال تعرفه‌ها، تدوین رویه‌ها و راهنماها تأثیر قوانین خود را بیشتر نموده و NYISO را نیز مجبور می‌کند تا از این قوانین پیروی نماید. وظیفه‌ی نظارتی NYRSC توسط زیرگروه «نظارت بر تطابق با قوانین پایایی[2]» انجام می‌گیرد. این کمیته اطلاعات مشخصی را که نشان‌دهنده‌ی تطابق یا عدم تطابق عملکرد اجزا شبکه با قوانین پایایی است، از NYISO دریافت می‌نماید [۱،۳،۵].

سازمان NYISO

NYISO در سال ۱۹۹۹ به عنوان بخشی از فرایند تجدید ساختار در بازار عمده فروشی برق در ایالت نیویورک با تائید FERC ایجاد شد. NYISO یک مرکز مستقل بدون هدف سوددهی است که وظایف زیر را بر عهده دارد [۱،۳،۵]:

- بهره‌برداری و مدیریت شبکه‌ی برق ایالت نیویورک به گونه‌ای که پایایی منطقه حفظ شود و بهبود یابد؛
- بالانس بار، توان و مبادله‌ی توان؛
- اجرا و اداره کردن بازار عمده فروشی آزاد و عادلانه‌ی برق و بازارهای ظرفیت، انرژی و خدمات جانبی؛
- برنامه‌ریزی برای آینده‌ی شبکه‌ی برق نیویورک؛

[1]-*New York State Reliability Council*

[2]-*Reliability Compliance Subcommittee*

- تأمین اطلاعات موثق مورد نیاز سیاست‌گذاران، صاحبان سهام و سرمایه‌گذاران؛
- تهیه و اجرای پروژه‌های مربوط به تکنولوژی‌های جدید در شبکه‌ی برق نیویورک، مانند شبکه‌های هوشمند.

کمیسیون خدمات عمومی ایالت نیویورک NYPSC[۱]

کمیسیون خدمات عمومی قانون‌گذار زیرساخت‌های برق، آب، گاز و مخابرات ایالت نیویورک می‌باشد و طبق قانون، مسئول تعیین تعرفه‌های خدمات ارائه شده و حفظ کفایت و امنیت این خدمات عمومی است. کمیسیون خدمات عمومی نیز حق تصویب قوانین و استانداردهای پایایی داخل ایالت نیویورک را داراست. از سال ۲۰۰۶ این کمیسیون مجموعه قوانین NYRSC را به عنوان قوانین خود اتخاذ نموده و نظارت خود را بر طبق این قوانین انجام می‌دهد [۶].

مراجع

[1] Available online at www.nerc.com

[2] New York State Energy Planning Board, "New Yourk State Transmission and Distribution Systems Reliability Study", August 2012.

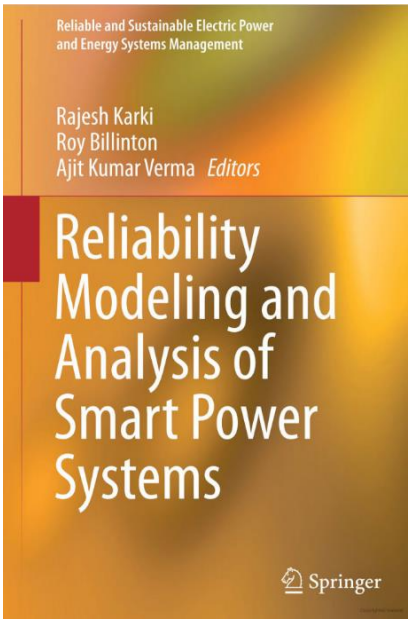
[3] Available at http://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa_04_03.html

[4] American Public Power Association "Annual Directory and Statistical Report", 2014,

[5] Available at http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=427&t=3

[۱]-*New York State Public Service Comission*

معرفی کتاب



Reliability Modeling and Analysis of Smart Power Systems

Rajesh Karki, Roy Billinton, Ajit Kumar Verma

مدل‌سازی و تحلیل پایایی در سیستم‌های قدرت هوشمند

سال انتشار: ۲۰۱۴

ناشر: Springer

تعداد صفحات: ۲۰۲

این کتاب تحقیقات ارائه شده در مورد تحلیل، مدل‌سازی و کیفی‌سازی ریسک مربوط به روش‌های مختلف پیاده‌سازی شبکه‌های هوشمند را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در مطالعات انجام شده هدف، برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم قدرت مدرن در یک سطح پایایی قابل قبول است. سیستم‌های قدرت در سال‌های اخیر تغییرات گسترده‌ای را تجربه کرده و با چالش‌های زیادی روبرو شده‌اند. این چالش‌ها برنامه‌ریزی و بهره‌برداری سیستم قدرت را تحت تأثیر قرار داده و تأمین انرژی ایمن و با پایایی بالا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. استفاده‌ی مناسب از فنّاوری شبکه‌ی هوشمند راهکاری مناسب برای مقابله با این مشکلات است و نیازمند انجام تحقیقات بسیاری است. برخی از موضوعات مورد نیاز در این زمینه که در این کتاب مورد بررسی قرار گفته‌اند به صورت زیر هستند:

- ارزیابی پایایی در شبکه‌ی هوشمند و کاربردهای آن‌ها؛
- ارزیابی پایایی در ریزشبکه‌ها؛
- بررسی خودروهای هوشمند و تأثیرات آن‌ها بر پایایی؛
- حفاظت سیستم هوشمند و ارزیابی پایایی؛
- بررسی تاثیر پاسخ‌گویی بار بر پایایی شبکه برق؛
- نگهداری هوشمند تجهیزات سیستم قدرت..

معرفی نرم‌افزار

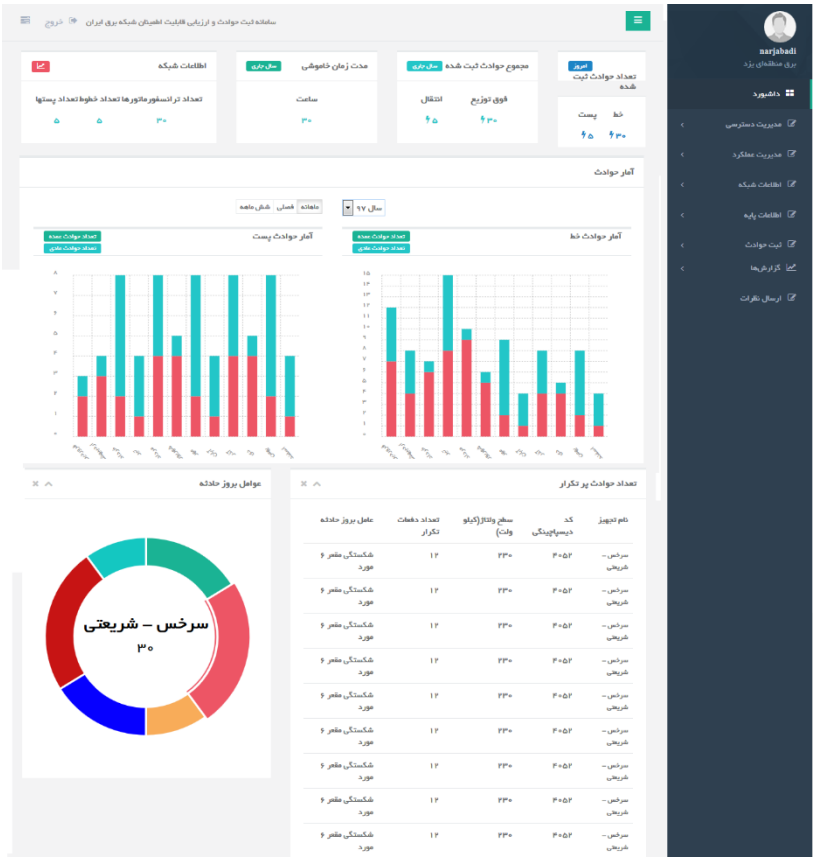
نرم‌افزار مطالعات پایایی پژوهشگاه نیرو

این نرم‌افزار از اوایل دهه هشتاد و به منظور بومی‌سازی و دستیابی به ابزاری جامع در زمینه مطالعات قابلیت اطمینان برای شبکه انتقال و فوق‌توزیع در کشور، در پژوهشگاه نیرو تدوین و در چندین مرحله تحت توسعه و به‌روزرسانی قرار گرفته است. هدف از تهیه و توسعه این نرم‌افزار جلوگیری از وابستگی به نرم‌افزارهای تجاری خارجی با توجه به حساسیت موضوع مطالعات پایایی شبکه، جلوگیری از خروج مبالغ هنگفت خرید و به‌روزرسانی نرم‌افزارهای خارجی از کشور و رفع مشکلات نرم‌افزارهای تجاری موجود، به‌ویژه از منظر توانایی انجام مطالعات در شبکه‌های واقعی و با حجم داده بسیار زیاد، بوده است. آخرین مرحله از توسعه این نرم‌افزار از سال ۱۳۹۴ و برمبنای نیازمندی‌های پروژه ملی "استقرار سیستم پایایی ملی برای شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت توانیر" آغاز و در سال ۱۳۹۶ به پایان رسیده است. در طی تدوین آخرین نسخه از این نرم‌افزار، چه در بخش طراحی فرم‌های ورود اطلاعات و چه در بخش ثبت حوادث و نیز گزارش‌های خروجی، تعاملات گسترده ای با شرکت‌های برق منطقه‌ای و شرکت توانیر طی جلسات و دوره‌های آموزشی مختلف صورت پذیرفت تا محصول نهایی هرچه کاربردی‌تر و منطبق با نیاز واقعی صنعت برق کشور پیاده‌سازی شود. این نرم‌افزار علاوه بر انجام مطالعاتی همانند پخش بار و اتصال کوتاه دارای دو ماژول جداگانه برای مطالعات ارزیابی پایایی و پیش‌بینی پایایی است.

با توجه به کارایی و دقت مناسب این نرم‌افزار و مجموعه قابلیت‌های اضافه شده به آن مانند امکان ارتباط با سایر نرم‌افزارها و دریافت دک شبکه، توانایی انجام مطالعات در شبکه‌های با ابعاد واقعی، انجام مطالعات پایایی در مدت زمان قابل‌قبول، ارائه گزارش‌های فنی و مدیریتی متنوع و مبتنی بر نیازهای کاربران صنعت برق کشور و ... این نرم‌افزار گزینه‌ای مناسب و مطلوب جهت انجام مطالعات قابلیت اطمینان شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع در کشور می‌باشد. امید است با توجه به الزامات امنیت اطلاعات شبکه برق کشور و ضرورت رفع وابستگی به نرم‌افزارهای تجاری خارجی در مطالعات دارای حساسیت بالا، مانند مطالعات پایایی، حمایت بیشتری از نرم‌افزارهای داخلی کارآمد از سوی متولیان امر صورت پذیرد.

ماژول ارزیابی پایایی

در بخش ارزیابی با استفاده از سامانه تحت‌وب، پس از ثبت اطلاعات شبکه و اطلاعات حوادث مربوط به هریک از شرکت‌های برق‌منطقه‌ای، محاسبات مربوط به مطالعات قابلیت اطمینان برای شبکه مورد مطالعه انجام گرفته و شاخص‌های قابلیت‌اطمینان عناصر شبکه محاسبه می‌گردد. همچنین در این بخش با گزارش‌گیری مناسب از بانک اطلاعاتی موجود، نمودارهای مقایسه وضعیت شبکه که عمدتا مربوط به نحوه بهره‌برداری سیستم است مشخص شده و طی منحنی‌ها و جداول مقایسه‌ای ارائه می‌گردد. با استفاده از خروجی‌های برنامه ارزیابی جامع پایایی، امکان یافتن نقاط ضعف شبکه از دیدگاه پایایی، تعیین وضعیت شرکت‌های برق منطقه‌ای، ارائه طرح‌های اصلاحی در جهت بهبود بهره‌برداری از سیستم میسر می‌گردد.



اهداف سامانه مطالعات پایایی:

در حقیقت این سامانه یک سیستم مبتنی بر وب جهت ثبت یکپارچه حوادث شبکه انتقال و فوق‌توزیع کشور با رویکرد انجام مطالعات پایایی می باشد که اهداف زیر را دنبال می‌کند:

- فراهم کردن بستر مطالعات پایایی و ارزیابی قابلیت اطمینان شرکت‌های برق منطقه‌ای با نظارت متمرکز شرکت توانیر
- ارائه گزارش‌های متنوع از تحلیل حوادث و پارامترهای قابلیت اطمینان تجهیزات شبکه، شاخص‌های قابلیت اطمینان نقاط بار و کل شبکه شامل:

۱. شاخص‌های سالیانه تداوم تحویل توان به مشترکین ناشی از وقوع خطا در هر یک از پست‌ها به تفکیک هر پست شامل مدت زمان خاموشی، توان قطع شده، ASAIFI، SAIDI، CAIDI، ASAI ، ASCI و LOE؛

۲. شاخص‌های سالیانه تداوم تحویل توان به مشترکین ناشی از وقوع خطا در هر یک از خطوط به تفکیک هر خط شامل مدت زمان خاموشی، توان قطع شده، ASAIFI، SAIDI، CAIDI، ASAI ، ASCI و LOE؛

۳. شاخص‌های پایایی کل شبکه شامل مدت زمان خاموشی، توان قطع شده، ASAIFI، SAIDI، CAIDI، ASAI ، ASCI و LOE؛

- ارزیابی وضعیت قابلیت اطمینان شبکه مورد مطالعه بر اساس این شاخص‌ها و اتخاذ تصمیمات مناسب برای بهبود روش بهره‌برداری و برنامه‌ریزی
- قابل استناد بودن شاخص‌های محاسبه شده بر پایه پیشنیه مطالعات جامع و دقیق علمی در حوزه قابلیت اطمینان
- اطلاع‌رسانی درباره فعالیت‌ها و رویدادهای کشور در حوزه پایایی و پوشش اخبار شوراهای پایایی کشور

امکانات و قابلیت های سامانه تحت وب:

۱) امکان یکپارچه‌سازی سیستم‌های ثبت حوادث برق‌منطقه‌ای‌ها با سامانه به دو روش :
   - انتقال داده‌ها از طریق فایل اکسس
   - فراخوانی وب سرویس‌های سامانه

۲) قابلیت تعریف *Local Admin* برای هر شرکت برق منطقه‌ای و مدیریت کاربران هر شرکت

۳) قابلیت تعریف نقش کاربران و صدور مجوزهای دسترسی به منوها و فرمهای سیستم

۴) تعریف مجوز ورود به سیستم به ازای کاربر و شرکت برق‌منطقه‌ای مربوطه

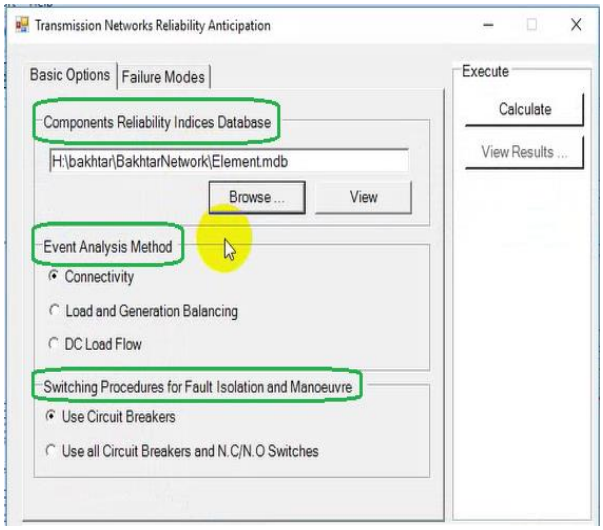
۵) رمزگذاری کلمه عبور کاربران

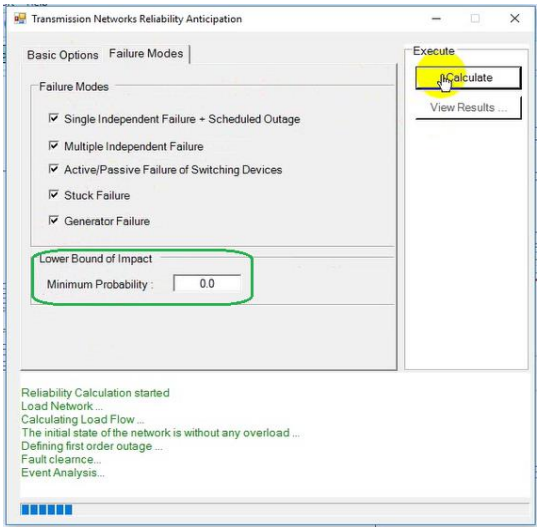
۶) لاگ کردن فعالیت کاربران، ثبت عملیات انجام شده توسط هر کاربر و ثبت خطاهای عملکرد سیستم

ماژول پیش‌بینی پایایی

بخش پیش‌بینی قابلیت اطمینان که ورودی آن از بخش ارزیابی تامین می‌شود، در واقع با استفاده از شاخص‌های قابلیت اطمینان محاسبه شده در مرحله قبل و همچنین با استفاده از مدلسازی دیاگرام تک خطی شبکه و ایجاد حالات سیستم به روش شمارش حالات، وضعیت تک تک عناصر شبکه و نیز کل شبکه را از دید قابلیت اطمینان پیش بینی خواهد نمود. در توسعه این بخش از نرم‌افزار علاوه بر امکان ترسیم دیاگرام تک خطی شبکه توسط کاربر، امکان انتقال دیاگرام تک‌خطی شبکه از نرم‌افزار DIgSILENT نیز وجود دارد. همچنین امکان رسم پست‌های دیاگرام تک‌خطی شبکه به صورت تک‌لایه و دولایه(همچون DIgSILENT) وجود دارد.

پس از رسم و آماده‌سازی دیاگرام تک‌خطی شبکه و پست‌ها در محیط ترسیم‌گر شبکه، فرم اصلی محاسبات پیش‌بینی پایایی در اختیار کاربر قرار می‌گیرد. در این فرم ابتدا شاخص‌های قابلیت اطمینان تجهیزات که در بخش ارزیابی آماده شده است، به عنوان ورودی به نرم‌افزار داده می‌شود. در این بخش امکان انتخاب روش آنالیز رخداد برای کاربر فراهم است. همچنین در بخش نهایی این فرم امکان انتخاب نحوه مدلسازی عملیات اصلاحی بعد از خطا نیز برای کاربر فراهم شده است. در بخش مود خرابی (*failure mode*)، رخدادهای مد نظر کاربر برای انجام مطالعات قابل انتخاب می‌باشد. همچنین در این بخش امکان حذف رخدادهایی که امکان وقوع آن‌ها از یک مقدار معینی کمتر باشد نیز وجود دارد.

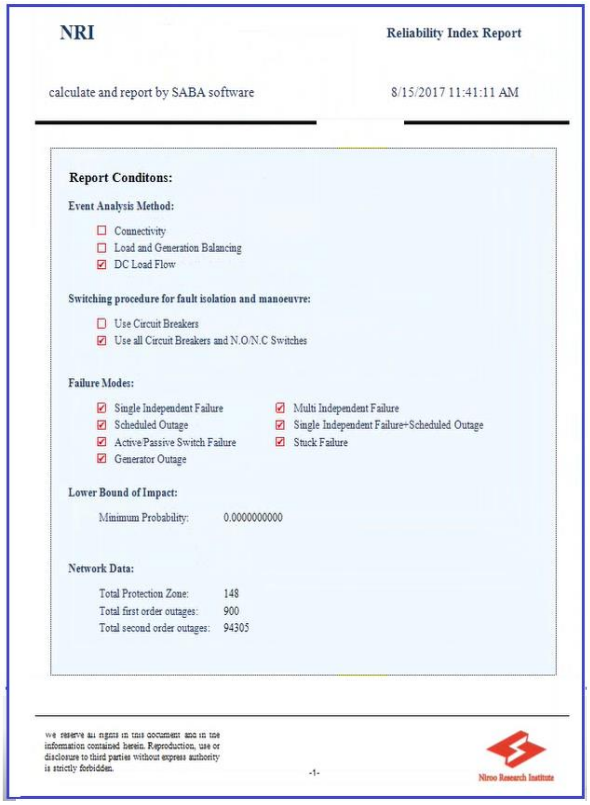




امکانات و قابلیت‌های ماژول پیش‌بینی پایایی:

از جمله قابلیت‌های این نرم‌افزار که باعث افزایش کارآیی آن و ایجاد امکان رقابت با برترین نرم‌افزارهای این حوزه شده است را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

- امکان بازخوانی دک شبکه از نرم‌افزار DIgSILENT
- توسعه الگوریتم‌های پیش‌بینی قابلیت اطمینان نرم‌افزار شامل:
  - در نظر گرفتن خطای پاسخ کلیدهای قدرت و گسترش خطا و خطای اکتیو و پسیو کلیدهای قدرت شبکه
  - در نظر گرفتن خروج واحدهای تولیدی
  - ایجاد و پیاده‌سازی الگوریتم کاهش حالات جهت عملیاتی کردن انجام مطالعات پیش‌بینی قابلیت اطمینان در یک زمان قابل قبول با توجه به تعداد بسیار زیاد رخدادهای مرتبه اول و دوم شبکه‌های انتقال و فوق‌توزیع
  - در نظر گرفتن انجام مانور و کلیدزنی بهینه با توجه به آرایش شینه‌بندی پست‌های انتقال و فوق توزیع، باهدف جداسازی کوچک‌ترین بخش خطا دیده از شبکه و بازیابی بار در فرآیند آنالیز رخداد
  - استفاده از پخش بار DC در کنار روش برقراری اتصالات در فرآیند آنالیز رخداد
  - انجام عملیات اصلاحی در صورت نقض قیود حرارتی خطوط و ترانسفورماتورهای شبکه در هر رخداد، شامل تغییر آرایش تولید ژنراتورهای شبکه و حذف بار بهینه در چارچوب بهینه‌سازی خطی
  - در نظر گرفتن هزینه‌های خسارت مشترکین در محاسبه حذف بار بهینه
- تهیه و ارائه گزارش‌های تحلیلی پیش‌بینی قابلیت اطمینان شبکه انتقال و فوق‌توزیع، شامل گزارش عددی و گرافیکی از شاخص‌های قابلیت اطمینان نقاط بار و شبکه و تعیین رخدادهای تأثیرگذار در شبکه از نقطه نظر تحمیل بیشترین دفعات خاموشی، بیشترین زمان خاموشی و بیشترین انرژی توزیع نشده به نقاط بار شبکه خواهد بود.



NRI — **Reliability Index Report**

calculate and report by SABA software — 8/15/2017 11:41:11 AM

Report Conditons:

Event Analysis Method:

- ☐ Connectivity
- ☐ Load and Generation Balancing
- ☑ DC Load Flow

Switching procedure for fault isolation and manoeuvre:

- ☐ Use Circuit Breakers
- ☑ Use all Circuit Breakers and N.O/N.C Switches

Failure Modes:

- ☑ Single Independent Failure
- ☑ Scheduled Outage
- ☑ Active/Passive Switch Failure
- ☑ Generator Outage
- ☑ Multi Independent Failure
- ☑ Single Independent Failure+Scheduled Outage
- ☑ Stuck Failure

Lower Bound of Impact:

Minimum Probability: 0.0000000000

Network Data:

Total Protection Zone: 148
Total first order outages: 900
Total second order outages: 94305

we reserve all rights in this document and in the information contained herein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

Niroo Research Institute

EDLC (U)
(Hour/Year)

Load Name	Interruption Mode							
	Single Independent Failure	scheduled Outage	Single Independent Failure + Scheduled Outage	Multiple Independent Failure	Active/Passive Failure of Switching Device	Stuck Failure	Generator Failure	Total
South Load	2.718626	0.001347	0.087986	0.356786	0.000000	0.032330	0	3.197075
bohrok Load	7.740297	0.163298	0.000000	0.000000	0.000000	0.046521	0	7.950115
Zob Roy Load	3.366667	0.159013	0.000000	0.000000	0.000000	0.053681	0	3.579361
Folad Yazd Load	0.400000	0.000000	0.087986	0.000000	0.000000	0.026250	0	0.871021
modares Load	0.400000	0.000000	0.060460	0.448360	0.000000	0.006531	0	0.915351
East Load	1.654585	0.001526	0.000000	0.000000	0.000000	0.169513	0	1.825624
Montazergh Load	2.718626	0.001347	0.060460	0.448360	0.000000	0.000766	0	3.229559
West Load	2.718626	0.001347	0.000000	0.000000	0.000000	0.001531	0	2.721504
Taft Load	2.718626	0.001347	0.759082	4.977741	0.000000	0.027781	0	8.484577
Fayz Abad Load	5.685293	0.160361	0.002773	0.037700	0.000000	0.056114	0	5.942241
Nir Load	5.685293	0.160361	0.008353	0.190266	0.000000	0.089067	0	6.133339
Daneshgah Load	2.718626	0.001347	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	2.719973
Mehriz Load	5.837252	0.002695	0.087986	0.356786	0.000000	0.026250	0	6.310968
arvaze Goran Loa	2.718626	0.001347	0.000000	0.000000	0.000000	0.042249	0	2.762223
Mobil Sadogh Loac	2.804746	0.035966	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	2.840712
Sadogh Load	2.804746	0.035966	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	2.840712
Jahan Abad Load	1.654585	0.001526	0.068240	1.043220	0.000000	0.221059	0	2.988630
North Load	3.877939	0.002021	0.000000	0.000000	0.000000	0.014593	0	3.894553
Emamshahr Load	2.949249	0.001347	0.000000	0.000000	0.000000	0.032694	0	2.983291