

## عنوان پروژه:

## توسعه و تکمیل نرم افزار پیش بینی بار کوتاه مدت پژوهشگاه نیرو

مدیر پروژه: سعیده برقی نیا	گروه مجری: مطالعات سیستم
کد پروژه: PONPN01	کارفرما: پژوهشگاه نیرو
همکاران: محمداقبر منهاج، بابک نجار اعرابی، سیما کمانکش، محمدحسین خسروی زنجانی، نریمان مهدوی، علی اکبر گرجی، عبدالحسین وهابی جیقه، کامل صباحی، آزاد غفاری، امیر بنی عامریان، فائقه امیرارفعی، جعفر عباسی، فرشاد کوچک محسنی	

## خلاصه پروژه:

مدیریت تولید و توزیع انرژی الکتریکی باید براساس تطبیق عرضه بر تقاضای انرژی برق، اقدام به برنامه ریزی، بهره برداری و سرمایه گذاری بهینه نماید. لذا در برنامه ریزی آینده یک سیستم قدرت، پیش بینی بار از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و باید میزان خطای آن تا حد امکان کاهش یابد. دقت نتایج این پیش بینی بر هزینه تولید و میزان خاموشی در سیستم قدرت تأثیرگذار می باشد.

با راه اندازی بازار برق در شبکه ایران، شرکت های توزیع که به منزله خریدار محسوب می شوند، باید نیاز مصرف کل شبکه تحت پوشش خود را به صورت ساعت به ساعت در روزهای آتی با دقت مشخصی پیش بینی و ارائه نمایند. بدین ترتیب دقت پیش بینی ضمن بهبود بهره برداری از شبکه تحت پوشش از تخصیص جراثم مربوطه نیز جلوگیری می نماید. بحث پیش بینی بار در شبکه قدرت باید با به روز سازی و بکارگیری روشها و اصلاحات نوین به طور مداوم توسعه و تکمیل یابد. ضمن آنکه پژوهشگاه نیرو در حال حاضر تأمین کننده اصلی نرم افزار پیش بینی بار در ایران می باشد.

پس از راه اندازی بازار برق، پایه و اساس کار در انجام پروژه های کاربردی برای شرکت های برق منطقه ای باختر، خوزستان، تهران و شرکت مدیریت شبکه، روشهای بکاررفته پیشین بوده است. برای توسعه و پوشش دهی سایر مواردی که می تواند در پیش بینی بار شبکه های ایران مدنظر قرار گیرند و نیز بررسی و ارزیابی روشهای مطرح دیگر و یا توسعه روشهای بکاررفته پیشین، نیاز است تا بازبینی های کلی و اساسی در طراحی برنامه ها صورت پذیرد.

باتوجه به موارد ذکر شده مقرر گردید کلیه اقدامات لازم جهت تکمیل، توسعه و بهبود این نرم افزار به صورت پروژه امانی در پژوهشگاه نیرو از شهریور ماه سال ۱۳۸۵ انجام پذیرد. هدف از انجام این پروژه، به روز سازی و کاربرد روشهای دیگر در نرم افزار کاربردی پیش بینی بار کوتاه مدت با استفاده از روشهای هوشمند برای افزایش دقت و بهبود کارایی با توسعه و تکمیل نرم افزارهای تهیه شده پیشین بوده است.

تجارب بدست آمده از پروژه های پیشین نشان داده است که دقت نتایج پیش بینی بار وابستگی زیادی به صحت اطلاعات بار دارد و انجام این مرحله از نیازمندی های مهم پروژه می باشد. در پروژه های قبل جهت شناسایی و

تصحیح داده‌های نامناسب بار از تلفیق روش مانده هنجار شده با روش برازش منحنی استفاده شده است. در این پروژه از روشهای شناسایی مانند آنالیز طیف تکین و شبکه‌های عصبی خودانجمنی جهت شناسایی و تصحیح داده‌های نامناسب بار استفاده شده که نتایج روشهای جدید با روش قبل، قابل مقایسه می‌باشد.

پارامترهای مختلفی می‌توانند بر بار تأثیرگذار باشند، اما روش مناسب جهت دست یافتن به یک شبکه عصبی با اندازه کوچکتر، پیچیدگی کمتر، کیفیت و سرعت بالاتر آن است که قبل از طراحی شبکه عصبی با به‌کار بردن روشهای مختلف بین بار و پارامترهای مؤثر بر آن، پارامترهای با تأثیر کمتر کنار گذاشته شده و فقط پارامترهایی که دارای اهمیت بیشتری هستند به‌عنوان ورودی شبکه عصبی منظور گردند. در پروژه‌های قبل جهت انتخاب ورودی‌ها از روشهای آنالیز حساسیت استفاده شده است. در این پروژه از روشهای اطلاعات متقابل و تست گاما جهت انتخاب ورودی‌های مناسب استفاده شده و نتایج روشهای جدید با روش قبل بسیار مشابه می‌باشند.

در پروژه‌های قبل جهت پیش‌بینی بار روزهای عادی از شبکه‌های عصبی از نوع پرسپترون سه‌لایه استفاده شده است. روش بکاررفته جهت آموزش این شبکه‌های عصبی طراحی شده، لونیگ مارکوارت می‌باشد. در این پروژه روشهای دیگر مانند آموزش بیزین در شبکه عصبی، روش نروفازی و روش TSK بررسی شده و نتایج روشهای جدید در مقایسه با روش قبل بسیار قابل توجه می‌باشد.

باتوجه به اینکه در پروژه‌های پیشین جهت یافتن پارامترهای بهینه شبکه عصبی از قبیل تعداد نرون‌های لایه میانی، ضریب آموزش، ضریب ممنتوم، بردارهای وزنه اولیه و ...، از روش سعی و خطا استفاده شده است، در این پروژه، هدف یافتن برخی از این پارامترها به‌طور مکانیزه و با استفاده از الگوریتم ژنتیک و نیز شبکه عصبی رشدکننده و هرس‌شونده می‌باشد که برنامه‌های مربوطه تهیه گردیده‌اند.

در پروژه‌های قبل جهت پیش‌بینی بار روزهای خاص از سیستم خبره فازی استفاده شده است. سیستم فازی بکاررفته جهت این منظور، مدل ممدانی می‌باشد. در این پروژه، روشهای دیگر مانند آموزش بیزین در شبکه عصبی و روش مویک بررسی شده است که نتایج روشهای جدید با روش قبل قابل مقایسه می‌باشد.

براساس مطالعات صورت‌گرفته مشخص گردید که جهت پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت می‌توان از روزهای مشابه روز پیش‌بینی استفاده نمود. در این پروژه روشی جهت پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت با استفاده از روزهای مشابه انتخاب و پیاده‌سازی شده است که نتایج پیش‌بینی با این روش بسیار خوب می‌باشد.

تجارب بدست‌آمده نشان داده است که پیش‌بینی بار روزهای بین تعطیلی، قبل و بعد از تعطیلی و نیز تعطیلی‌های پیاپی با شبکه‌های عصبی، باتوجه به شرایط خاصی که دارند، اغلب دارای خطای زیاد خواهد بود. همچنین برای روزهای اول ماه رمضان باتوجه به وجود پیک بار محلی در ساعات سحر و نیز برای روز اول فروردین باتوجه به وقوع ساعات تحویل سال جدید، همواره پیش‌بینی بار این روزها دارای خطاهای بالایی می‌باشند. بدین منظور در این پروژه مقرر گردید جهت پیش‌بینی بار چنین روزهایی از ترکیب شبکه‌های عصبی با سیستم خبره مناسب استفاده شود. پس از بررسی منحنی‌های بار روزهای بین تعطیلی، قبل و بعد از تعطیلی و نیز تعطیلی‌های پیاپی و نیز نتایج پیش‌بینی بار آنها با شبکه‌های عصبی و نیز با کمک یک شبکه خودسازمانده در دسته‌بندی بخشی از این داده‌ها، سیستم فازی مناسب تدوین و به نتایج پیش‌بینی شبکه عصبی اعمال گردیده است. روز اول ماه رمضان نیز به منزله روز خاص در نظر گرفته شده است. باتوجه به وقوع ساعات تحویل سال در سال‌های متوالی، قوانینی باتوجه به آنها تدوین شده است.

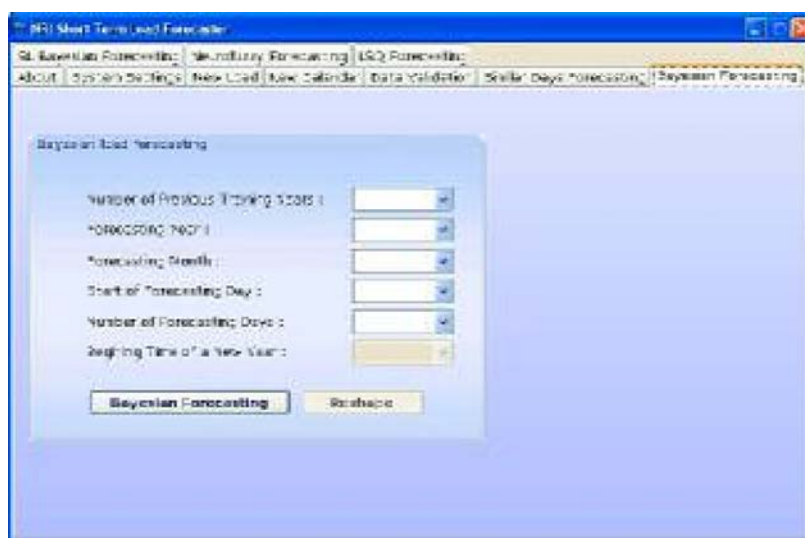
در مواردی امکان دارد در نقطه‌ای از منحنی بار مصرفی پیش‌بینی شده بنا به دلایلی که از قبل معلوم شده، مقدار بار تغییر کند. برای اعمال تغییرات لازم که باید توسط کاربر انجام گیرد، در این مرحله، روشی جهت تغییر شکل منحنی بار پیش‌بینی شده با اعمال نظر کاربر ارائه شده است.

باتوجه به اینکه نتایج سه روش پیش‌بینی بار با روشهای یافتن روزهای مشابه، نروفازی و آموزش بیزین برای کل سال‌های بررسی شده مشابه هم می‌باشد، ولی برای تقسیم‌بندی روزها براساس روزهای عادی، خاص، بین تعطیلی، بعد از تعطیلی و ...، در مواردی امکان دارد که یکی از روشها به پاسخ بهتری منجر گردد. بدین منظور جهت رسیدن به پاسخ مناسب، این سه روش با استفاده از روش حداقل مربعات خطا ترکیب وزنی شده و نتایج جدیدی برای این پیش‌بینی خواهیم داشت که بسیار قابل توجه می‌باشد.

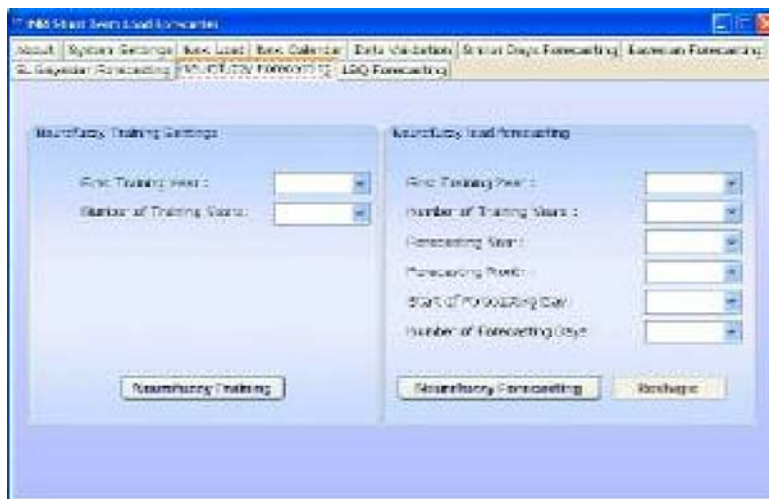
در زمینه انجام فعالیت جدید تحت عنوان «تنظیم بهینه ساختار شبکه‌های عصبی و به‌روز شدن پارامترهای شبکه عصبی با داده‌های جدید دریافتی» مقرر گردید فعالیت جدیدی در قالب متمم پروژه امانی از مرداد سال ۱۳۸۶ انجام گیرد. بدین منظور با استفاده از شبکه‌های عصبی شعاعی پایه (RBF) و نیز شبکه‌های عصبی MLP با روش آموزش بیزین، ساختار متغیری تهیه گردید که براساس داده‌ها تنظیم شده و پارامترهای شبکه عصبی را به‌روز می‌نماید. نتایج حاصله حاکی از پاسخ مناسب شبکه‌های قابل تنظیم با اعمال ساختار متغیر برای پیش‌بینی بار شبکه موردنظر می‌باشد.

باتوجه به برنامه‌های تهیه شده در مراحل قبلی پروژه، برنامه‌های شناسایی و تصحیح داده‌های نامناسب با روش آنالیز طیف تکین، برنامه‌های پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت با روشهای نروفازی، یافتن روزهای مشابه و بیزین و نیز ترکیب وزنی این سه روش و تغییر شکل منحنی بار پیش‌بینی شده به‌مراه فعالیت‌های صورت گرفته در متمم پروژه، یکپارچه شده و طراحی واسط گرافیکی مناسب برای آنها صورت پذیرفت.

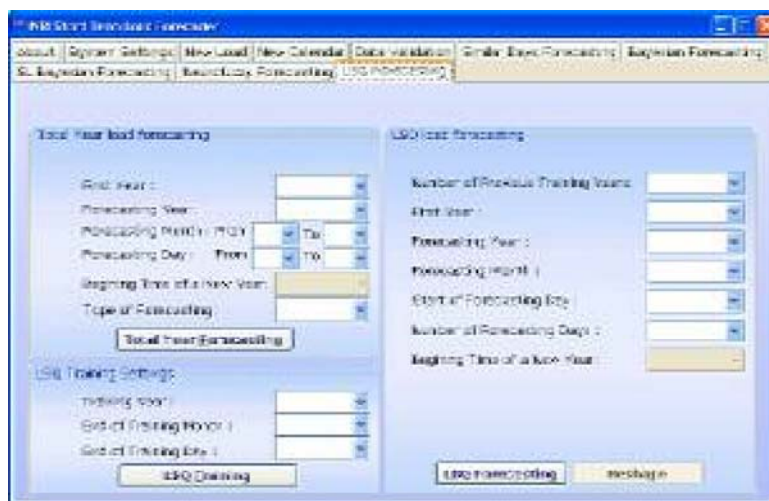
در نهایت به‌منظور استفاده آسان از نرم‌افزار و داشتن محیط گرافیکی با کاربری مناسب، نسخه نهائی این نرم‌افزار در محیط Visual C# تهیه گردید. نمونه‌هایی از قسمت‌های مختلف نرم‌افزار در ادامه آمده است.



صفحه کادر تبادلی مربوط به پیش‌بینی بار با استفاده از آموزش بیزین



صفحه کادر تبادلی مربوط به پیش‌بینی بار با استفاده از نروفازی



صفحه کادر تبادلی مربوط به پیش‌بینی بار با استفاده از روش ترکیبی حداقل مربعات خطا

### چکیده نتایج:

- ➔ نرم‌افزار کاربردی برای پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت (قابل نصب با قفل سخت‌افزاری)
- ➔ افزودن قابلیت‌های پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت با روش‌های یافتن روزهای مشابه، نروفازی و شبکه عصبی با آموزش بیزین
- ➔ افزودن قابلیت پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت در ترکیب سه روش مذکور در بالا با استفاده از روش حداقل مربعات خطا
- ➔ افزودن قابلیت تنظیم ساختار شبکه عصبی با آموزش بیزین

- ➔ افزودن قابلیت امکان تغییر شکل منحنی بار پیش‌بینی شده
- ➔ طراحی محیط واسط کاربر براساس نیازمندی‌های شرکت‌های توزیع
- ➔ امکان تبدیل برنامه‌ها از محیط MATLAB به محیط‌های برنامه‌نویسی دیگر مانند VB، VC و ...، با استفاده از DLL نمودن برنامه‌ها

## مستندات پروژه:

- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «بررسی روشهای مختلف شناسایی و تصحیح داده‌های نامناسب بار و انتخاب روش بهینه»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «بازبینی ورودی‌های شبکه عصبی طراحی شده جهت پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «بازبینی روش آموزش شبکه عصبی و بررسی روشهای دیگر جهت پیش‌بینی بار روزهای عادی»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «استفاده از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی رشد و هرس شونده جهت یافتن ساختار بهینه شبکه عصبی»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «بازبینی روش پیش‌بینی بار روزهای خاص»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «پیش‌بینی بار براساس یافتن روزهای مشابه»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «پیش‌بینی بار براساس یافتن روزهای مشابه»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «تکمیل سیستم خبره طراحی شده جهت پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «اعمال نظر کاربر جهت تغییر شکل منحنی بار پیش‌بینی شده»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «یکپارچه‌سازی برنامه‌های پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت و طراحی واسط گرافیکی با سهولت کاربری مناسب»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.
- گروه پژوهشی مطالعات سیستم؛ گزارش «دستورالعمل کار با نرم‌افزار پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت»؛ پژوهشکده برق؛ پژوهشگاه نیرو.