

مدلسازی بار شبکه‌های توزیع با استفاده از اطلاعات آماری مشترکین

نصرت‌الله کاظمی

محمود مخدومی

مهندسین مشاور قدس نیرو

چکیده:

اطلاع از ماهیت و رفتار بار شرط لازم برای مطالعه و بررسی سیستم‌های انرژی الکتریکی است. بیان بار به صورت ترکیبی از انواع بار (امپدانس ثابت، جریان ثابت و توان ثابت) نخستین گام برای هرگونه تجزیه و تحلیل در این سیستم‌ها است.

برای مدل‌سازی بار، مصرف‌کنندگان مختلف انرژی الکتریکی را براساس ویژگیهای مشترکشان در چگونگی استفاده از انرژی الکتریکی در کلاسهای بار مختلف قرار می‌دهیم. آنگاه با بررسی و تحلیل آماری اطلاعات مربوط به رفتار و نیز چگونگی استفاده مصرف‌کنندگان از لوازم و تجهیزات الکتریکی، بار مصرفی هر کلاس را به صورت ترکیبی از اجزاء بار نشان می‌دهیم، به عبارت دیگر "پنجره‌های بار" هر کلاس را تشکیل داده و سپس با بیان اجزاء بار هر کلاس به صورت ترکیبی از توانهای اکتیو و راکتیو به مدل بار آن کلاس دست می‌یابیم.

با دانستن مدل‌های بار هر منطقه میتوان برای هر پست توزیع و فوق توزیع در آن منطقه با توجه به انواع مصرف‌کنندگان تحت پوشش هر پست، مدل بار آن پست را در هر ساعت تعیین کرد. در این مقاله روش مدلسازی بار برای انواع کلاسهای بار ارائه شده است و با توجه به برخی از اطلاعات موجود، نمودارهای مدل بار خانگی تهیه و در نهایت روش مدلسازی بار انواع پستها پیشنهاد شده است.

چگونگی تغییرات و مشخصات انواع باریکی از مهمترین پارامترها در طراحی و آنالیز سیستم‌های انرژی الکتریکی است. برای اعمال روشهای درست در مدیریت بار و همچنین ارائه الگوهای صحیح جهت استفاده بهینه از سرمایه‌گذاریهایی مربوط به انرژی الکتریکی، آگاهی از چگونگی تغییرات انواع بار ضروری است. استفاده از نتایج مدلسازی بار بعنوان ورودی برنامه‌های پخش بار و برآورد بار اهمیت آن را دوچندان می‌سازد.

موضوع مدلسازی بار، بیان بار به صورت ترکیبی از انواع بارهای توان ثابت، جریان ثابت و امپدانس ثابت است که در آن مشخصات انواع بار به صورت ترکیبی از توانهای اکتیو و راکتیو یا برحسب متغیرهای ولتاژ و فرکانس بیان می‌شود.

شکل استفاده از انرژی الکتریکی در انواع لوازم و تجهیزات، تعیین‌کننده مدل بار است. از طرفی بسیاری از این لوازم و تجهیزات در ساعات مختلفی از شبانه‌روز و بر مبنای شرایط مختلف فصلی و منطقه‌ای (جغرافیایی و آب و هوایی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین برای تعیین مدل بار آگاهی از چگونگی استفاده از انواع تجهیزات الکتریکی توسط مصرف‌کنندگان مختلف انرژی الکتریکی ضروری است. این آگاهی، از بررسی و تحلیل برخی اطلاعات آماری مربوط به چگونگی مصرف انرژی الکتریکی و همچنین شرایط مختلف منطقه‌ای، فصلی و زمانی انواع مصرف‌کنندگان بدست می‌آید. به همین دلیل ابتدا مصرف‌کنندگان مختلف انرژی الکتریکی را بر اساس همگونی و خصوصیات مشترکشان در استفاده از انواع لوازم و تجهیزات الکتریکی، در کلاسهای بار خانگی، صنعتی، "عمومی - تجاری" و معابر قرار می‌دهیم. آنگاه بار هر کلاس را در شرایط مختلف منطقه‌ای، فصلی و زمانی به صورت ترکیبی از اجزاء بار بعنوان "پنجره بار" آن کلاس نشان می‌دهیم [۱]. سپس از روی این پنجره‌های بار مدل بار هر کلاس را در بازه‌های زمانی مختلف نتیجه گرفته و سپس مدل بار هر نوع پست را با توجه به مدل‌های بار انواع مصرف‌کنندگان تحت پوشش آن تعیین می‌کنیم.

کلاس بار خانگی

مصرف‌کنندگان واحدهای مسکونی علاوه بر اینکه قسمت عمده‌ای از مصرف انرژی الکتریکی را به خود اختصاص می‌دهند، متنوع‌ترین نوع مصرف‌کنندگان انرژی الکتریکی هستند، که بطور دلخواه در زمانهای مختلف و بر مبنای احساس نیازشان، از لوازم و تجهیزات برقی مختلفی که در اختیار دارند استفاده می‌کنند. تغییر ساعت به ساعت مدل بار خانگی نیز ناشی از همین تنوع مصرف است. با توجه به تنوع شکل و اندازه انرژی الکتریکی و دخالت عوامل مختلف جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در استفاده از لوازم و تجهیزات الکتریکی، به شرح مراحل تعیین بار خانگی می‌پردازیم.

الف) تهیه اطلاعات آماری از واحدهای مسکونی

چگونگی مصرف انرژی الکتریکی توسط انواع مختلف مصرف‌کنندگان خانگی در ساعات مختلف شبانه‌روز و همچنین به کارگیری انواع لوازم حرارتی و برودتی در فصل به عوامل مختلفی از قبیل وضعیت اقتصادی - اجتماعی و همچنین شرایط جغرافیایی و فصلی انواع مصرف‌کنندگان بستگی دارد.

اطلاعات آماری مربوط به وضعیت اقتصادی - اجتماعی واحدهای مسکونی شامل میزان تحصیلات، شغل، سطح درآمد، مساحت زیربنا و جمعیت هر واحد مسکونی، مصرف برق سالانه و نیز آمار خریداری شده هر واحد مسکونی است. مرحله بعدی، طبقه‌بندی هر یک از اطلاعات فوق با توجه به نحوه تغییرات و مقادیر ماکزیمم و مینیمم هر یک از آنها میباشد.

این اطلاعات طبقه‌بندی شده را، اطلاعات "انواع واحدهای مسکونی" می‌نامیم که بیانگر چگونگی مصرف برق و وضعیت اقتصادی - اجتماعی انواع مصرف‌کنندگان واحدهای مسکونی است.

ب) گروه‌بندی مصرف‌کنندگان کلاس بار خانگی

کلاس بار خانگی را به دودسته اشتراکی (برای تأمین انرژی الکتریکی لوازم و تجهیزات برقی قسسه‌های مشترک ساختمانهایی که در آنها بیش از دو واحد مسکونی قرارداد) و اختصاصی (برای تأمین تمام یا بخشی از انرژی الکتریکی مورد نیاز یک واحد مسکونی) تقسیم می‌کنیم، و گروه‌های بار هر یک را بر اساس استفاده از امکانات و تجهیزات الکتریکی به صورت زیر در نظر می‌گیریم:

گروههای بار خانگی اشتراکی:

استفاده کنندگان از:

- ۱- سیستم‌های سرمایش - گرمایش - آسانسور - انواع پمپ و روشنایی.
- ۲- سیستم‌های سرمایش - گرمایش - آسانسور و روشنایی.
- ۳- سیستم‌های سرمایش - گرمایش - انواع پمپ و روشنایی.
- ۴- سیستم‌های سرمایش - گرمایش و روشنایی.
- ۵- سیستم‌های گرمایش و روشنایی.

گروههای بار خانگی اختصاصی:

استفاده کنندگان از:

- ۱- سیستم‌های سرمایش مرکزی - گرمایش مرکزی - لوازم خانگی برقی بیش از حد معمول - روشنایی.
- ۲- سیستم‌های گرمایش مرکزی - کولر - لوازم خانگی بیش از حد معمول - روشنایی.
- ۳- کولر - لوازم خانگی برقی بیش از حد معمول - روشنایی.
- ۴- لوازم خانگی برقی بیش از حد معمول - روشنایی.
- ۵- کولر - سیستم گرمایش مرکزی - لوازم خانگی برقی در حد معمول - روشنایی.
- ۶- کولر - لوازم خانگی برقی در حد معمول - روشنایی.
- ۷- لوازم خانگی برقی در حد معمول - روشنایی.
- ۸- کولر - لوازم خانگی برقی کمتر از حد معمول - روشنایی.
- ۹- لوازم خانگی برقی کمتر از حد معمول - روشنایی.

ج) بررسی تأثیر شرایط فصلی و منطقه‌ای (جغرافیایی و آب و هوایی) روی کلاس بار خانگی
باتوجه به استفاده مصرف‌کنندگان مختلف از انواع کولرها، جهت بررسی تأثیر شرایط منطقه‌ای

مصرف‌کنندگان مختلف رادرسه منطقه زیر مورد مطالعه قرار می‌دهیم:

- ۱- مناطق گرم و مرطوب: در این مناطق بیشتر مشترکین برق در فصل گرم سال از انواع

کولرهای گازی استفاده می‌کنند.

۲- مناطق گرم: در این مناطق بیشتر مشترکین برق در فصل گرم سال از کولرهای آبی استفاده

می‌کنند.

۳- مناطق معتدل و سرد: مناطقی که در آنها استفاده از لوازم و تجهیزات برودتی معمول

نیست یا تعداد محدودی از مشترکین از انواع لوازم برودتی استفاده می‌کنند.

برای هر یک از مناطق فوق روزهای سال را به فصلهای معتدل، تابستان و زمستان تقسیم می‌کنیم. این فصلها لزوماً بر فصلهای تقویمی منطبق نیستند. هر فصل، روزهای متوالی از سال است که با توجه به درجه حرارت محیط (استفاده یا عدم استفاده از لوازم و تجهیزات حرارتی و برودتی برای تغییر دمای محیط) و نیز ساعات طلوع و غروب خورشید تعیین می‌شود. علاوه بر موارد فوق از ویژگیهای دیگر هر فصل مشابه بودن تغییرات منحنی بار در روزهای معمولی و آخر هفته هر فصل است. روزهایی از هر فصل که شکل منحنی بار در آنروزها دچار تغییر می‌شود بعنوان روزهای خاص آن فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند. موقعیت بعضی از روزهای خاص با توجه به عدم انطباق سال شمار خورشیدی و قمری از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند.

د) تعیین بازه‌های زمانی کلاس بارخانگی

شبهانه روز را با توجه به احتمال استفاده از انواع وسایل و تجهیزات برقی در ساعات مختلف به

بازه‌های زمانی زیر تقسیم می‌کنیم:

۱- از غروب آفتاب تا ساعت ۱۱ شب.

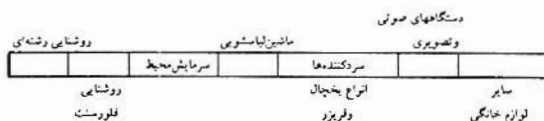
۲- بقیه ساعات شب (از ساعت ۱۱ شب تا قبل از طلوع آفتاب روز بعد).

۳- بقیه ساعات روز (از طلوع تا غروب آفتاب).

ساعات هر یک از بازه‌های زمانی فوق برای فصلهای مختلف هر یک از مناطق متفاوت است، در واقع این بازه‌های زمانی به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که در هر کدام از آنها درصد هر نوع بار تقریباً ثابت باشد.

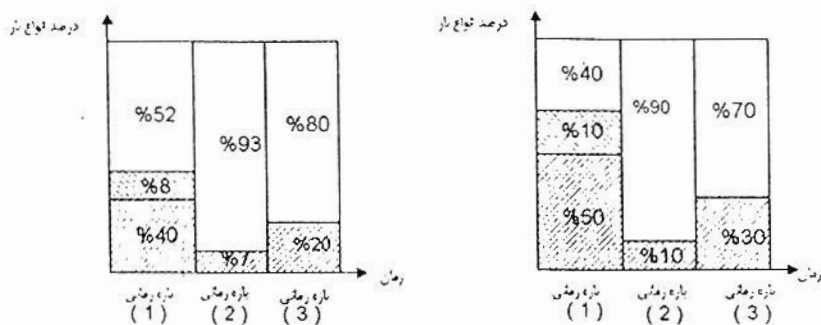
پنجره بار هر بازه زمانی بیان‌کننده اندازه اجزاء بار مختلف در آن بازه زمانی است. که اجزاء بار آن بر اساس چگونگی استفاده از لوازم و تجهیزات الکتریکی مختلف تعیین می‌شوند. در واقع اجزاء بار بیان‌کننده انواع بارهای روشنایی رشته‌ای و فلورسنت، دستگاههای تهویه مطبوع، سیستم‌های سرمایش و گرمایش مرکزی، انواع کولر، دستگاههای صوتی و تصویری، دستگاههای سردکننده

خانگی (انواع یخچال و فریزر) لوازم گرم کننده برقی (اتو، پلوپز، سماور برقی و...)، انواع ماشین لباسشویی، دستگاههای با موتورهای کوچک و متوسط و سایر لوازم خانگی است. در شکل زیر نمونه‌ای از یک پنجره بار خانگی در فصل تابستان نشان داده شده است:



بار هر بازه زمانی را با توجه به پنجره‌های آن می‌توان به صورت ترکیبی از انواع بارهای توان ثابت، امیدانس ثابت و جریان ثابت بیان کرد. در این میان باید به ماهیت بار هر یک از اجزاء بار توجه داشت. بعنوان مثال بار برخی از ماشینهای لباسشویی در یک سیکل کاری، ترکیبی از بارهای توان ثابت و امیدانس ثابت است. هر کدام از بارهای روشنایی رشته‌ای ایجادکننده بارهای امیدانس ثابت، لوازم سردکننده خانگی و لوازم صوتی و تصویری نیز ایجادکننده بارهای توان ثابت هستند. بدین ترتیب نیز نمودارهای مدل بار خانگی بر مبنای اطلاعات آماری و روش تعیین مدل‌های بار به دست می‌آید.

این روش برای مناطق گروه ۲ و ۳ در فصلهای معتدل، تابستان و زمستان با توجه به اطلاعات آماری آنها انجام شده است [۳] و [۴]، که نتایج آن به صورت نمودارهای بار خانگی مربوط به هر فصل برای مناطق ۲ و ۳ در شکل (۱) رسم شده‌اند:



درصد انواع بار تابستان برای مناطق گروه ۲

درصد انواع بار در فصلهای معتدل و زمستان برای مناطق گروه ۲ و ۳



بار توان ثابت



بار جریان ثابت



بار امیدانس ثابت

شکل (۱) نمودارهای مدل بار خانگی

کلاس بار صنعتی

مصرف کنندگان این کلاس که منظم ترین کلاس بار را تشکیل می دهند، شامل انواع کارخانجات بزرگ و کوچکی هستند که خرید بار (دیماند خریداری شده) آنها بیش از ۲۵۰ کیلووات است. این واحدها ممکن است مجوز انشعاب برق خود را تحت عنوان برق صنعتی یا کشاورزی خریداری کرده باشند. مراحل تعیین مدل بار واحدهای صنعتی به قرار زیر است:

الف) تهیه اطلاعات آماری از واحدهای صنعتی

آگاهی از ساعات کاری شیفت، نوع فعالیت، سقف مصرف (دیماند خریداری شده) و چگونگی استفاده از انرژی الکتریکی در ساعاتی مختلف است. این اطلاعات بیانگر بارهای دائمی در ساعات شیفت و غیر شیفت، بارهای پر یودیک و بارهای مقطعی بزرگ هستند، که در تعیین ماهیت اجزاء بار یا عبارت دیگر در تعیین "پنجره های بار" صنعتی اهمیت ویژه ای دارند.

ب) گروه بندی کلاس بار صنعتی

گروه بندی کلاس بار صنعتی بر مبنای شباهت پنجره های بار انواع واحدهای صنعتی صورت می گیرد. اجزاء بار هر گروه از واحدهای صنعتی می تواند شامل لامپهای رشته ای، لامپهای فلورسنت، انواع موتورها، کوره های القایی، ترانسهای جوش و ... باشد.

ج) بررسی تأثیر شرایط جغرافیایی و آب و هوایی روی انواع بار واحدهای صنعتی :

بار اصلی واحدهای صنعتی مشابه در فصل ها و مناطق مختلف تقریباً یکسان است و شرایط فصلی و منطقه ای با تأثیر بر میزان استفاده از لوازم سرمایشی و گرمایشی، روی اندازه انواع بار تأثیر می گذارد.

با توجه به اینکه استفاده از انرژی الکتریکی برای سیستم های گرمایشی در واحدهای صنعتی کشور، معمول نیست و عموماً در مناطق گرم و در فصل تابستان از انواع کولر برای سرمایش محیط استفاده می شود، برای واحدهای صنعتی این مناطق، بار سرمایشی نیز بعنوان یکی از اجزاء بار در پنجره های بار تابستان آنها در نظر گرفته می شود.

د) تعیین بازه های زمانی گروه های مختلف کلاس بار صنعتی:

ساعات فعال و غیر فعال گروه های کلاس بار صنعتی، ۲۴ ساعت شبانه روز رابه چهار بازه زمانی به صورت زیر تقسیم می نمایند:

۱- ساعات کاری شیفت روز.

۲- بقیه ساعات روز.

۳- ساعات کاری شیفت شب.

۴- بقیه ساعات شب.

پس از تعیین گروه‌های بار صنعتی و بازه‌های زمانی مناسب هر گروه، پنجره‌های بار هر گروه را برای بازه‌های زمانی مختلف آن گروه تشکیل می‌دهیم. آنگاه در هر پنجره بار، اجزاء بار تشکیل دهنده هر نوع بار را تعیین می‌کنیم، این کار بر مبنای ماهیت هر یک از اجزاء بار انجام می‌شود. حال درصد انواع بار را با ترکیب "اجزاء باری" که دارای ماهیت یکسان هستند به دست آورده و بدین ترتیب نمودارهای مدل بار مصرف‌کنندگان صنعتی را تعیین می‌نماییم.

کلاس بار عمومی - تجاری

مصرف‌کنندگان این کلاس شامل کلیه ادارات و مراکز دولتی، آموزشی، درمانی و خدماتی و همچنین کلیه مراکز عرضه کالا، کارگاه‌های کوچک و ... می‌شوند. ویژگی مصرف‌کنندگان این کلاس بار، مصرف یکسان آنها در بازه‌های زمانی روزهای مشابه (روزهای کاری و تعطیل) می‌باشد. مصرف‌کنندگان این کلاس به دو دسته شبانه‌روزی و غیر شبانه‌روزی تقسیم می‌شوند. اجزاء بار مصرف‌کنندگان آنها شامل لامپهای رشته‌ای، لامپهای فلورسنت، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی و همچنین بار سایر تجهیزات برقی مورد استفاده توسط انواع مختلف مصرف‌کنندگان هر گروه است. اطلاعات آماری مورد نیاز برای تعیین مدل بار هر گروه شامل ساعات کاری، نوع فعالیت، لوازم و تجهیزات برقی مورد استفاده در ساعات و فصلهای مختلف و همچنین دیمانند خریداری شده، سطح زیر بنا و مصرف برق ماهانه آنها می‌شود.

پنجره‌های بار انواع مصرف‌کنندگان این کلاس با توجه به برخی اطلاعات فوق و شرایط فصلی برای ساعات مختلف شبانه‌روز تعیین می‌شود، سپس بر اساس این پنجره‌های بار، نمودارهای مدل بار مصرف‌کنندگان کلاس بار "عمومی - تجاری" را مانند بار صنعتی به دست می‌آوریم.

کلاس بار معابر

پنجره بار معابر (که فقط در ساعات شب وجود دارد) با توجه به استفاده انواع لامپها در معابر تعیین می‌شود. توجه داریم در یک پست که بار آنها ترکیبی از بار معابر و سایر مصرف‌کنندگان است، درصد بار روشنائی معابر آن پست در طول شب تغییر می‌کند. زیرا بار انواع کلاسهای بار از نیمه شب

به بعد کاهش می‌یابد. براساس این تغییرات برای ساعات مختلف شب درصد بار معابر هر پست تعیین می‌شود.

روش تعیین مدل بار انواع پستها

نحوه انشعابها در شبکه توزیع به گونه‌ای است که بیشتر پستهای توزیع و فوق توزیع مصرف‌کنندگان مختلفی را تحت پوشش خود قرار می‌دهند. تخمین اندازه بار هر یک از کلاسهای بار تحت پوشش یک پست، در مدل‌سازی بار آن پست بسیار اهمیت دارد.

مصرف‌کنندگان مختلف تحت پوشش یک پست عموماً از کلاسهای بار خانگی، "عمومی - تجاری" و معابر تشکیل می‌شوند، زیرا در هر منطقه واحدهای صنعتی عموماً در محل‌های خاصی قرار دارند و توسط پست‌های مجزایی تغذیه می‌شوند. بنابراین مدل بار پست‌هایی که واحدهای صنعتی را تغذیه می‌کنند از ترکیب مدل بار انواع گروه‌های بار صنعتی تحت پوشش هر پست به راحتی نتیجه می‌شود.

روش تعیین مدل بار (درصد انواع بار) پست‌هایی که مصرف‌کنندگان مختلفی را از انواع کلاسهای بار تغذیه می‌کنند به شرح زیر است:

۱- در هر منطقه پست‌هایی را در نظر می‌گیریم که بیشتر مصرف‌کنندگان آن متعلق به یکی از کلاسهای بار باشد.

۲- انتخاب بازه‌های زمانی که در آنها بیشترین بار پست متعلق به کلاس بار انتخاب شده در بند (۱) باشد.

۳- با توجه به اینکه در هر منطقه اندازه بار معابر و اندازه تلفات اهمی شبکه توزیع مربوط به هر پست معلوم است، بار مربوط به بقیه کلاسهای بار را تعیین می‌کنیم.

۴- شاخص بار انواع کلاسهای بار را بدست می‌آوریم.

شاخص بار هر کلاس بار به روش تکرار در هر منطقه تعیین می‌شود. قسمتی از محاسبات مربوط به تعیین شاخص‌های باریک منطقه در ذیل آورده شده است:

پستی را در نظر می‌گیریم که بیشترین مقدار بار آن متعلق به کلاس بار خانگی است. فرض می‌کنیم بار این پست در بازه زمانی t ام به صورت زیر باشد:

$$y(i,t) = y_r(i,t) + y_g(i,t) + y_n(i,t) + y_l(i,t)$$

که در آن :

$y(i,t)$: بار پست نام در بازه زمانی نام است.

$y_r(i,t)$: بار خانگی پست نام در بازه زمانی نام است.

$y_g(i,t)$: بار "عمومی - تجاری" پست نام در بازه زمانی نام است.

$y_n(i,t)$: بار معابر پست نام در بازه زمانی نام است.

$y_L(i,t)$: بار تلفات طرف توزیع پست نام در بازه زمانی نام است.

برای هر پست مقادیر $y_L(i,t)$ و $y_n(i,t)$ معلوم است. بنابراین می توان نوشت:

$$y(i,t) = y(i,t) - [y_n(i,t) + y_L(i,t)]$$

که در این صورت $y(i,t)$ ، بار خانگی و "عمومی - تجاری" پست نام در بازه زمانی نام است. در ضمن فرض می کنیم که در بازه زمانی نام بیشترین بار پست متعلق به مصرف کنندگان خانگی است. عبارت دیگر پست نام به گونه ای انتخاب شده است که برای آن، در بازه زمانی نام می توان نوشت:

$$y(i,t) \approx y_r(i,t)$$

به همین ترتیب پست نام را انتخاب می کنیم که برای آن بتوان نوشت:

$$y(i,k) \approx y_g(k,t)$$

با توجه به اینکه سقف مجاز مصرف کنندگان تحت پوشش هر پست معلوم است خواهیم داشت: شاخص بار خانگی تکرار اول :

$$k_1(r,t) = \frac{y_r(i,t)}{D_y(r,i)}$$

شاخص بار "عمومی - تجاری" تکرار اول :

$$k_1(g,t) = \frac{y_g(k,t)}{D_y(g,k)}$$

که در آنها:

$k_1(r,t)$: شاخص بار خانگی تکرار اول در بازه زمانی نام است.

$D_y(r,i)$: سقف مجاز مصرف خانگی در پست نام است.

$k_1(g,t)$: شاخص بار "عمومی - تجاری" تکرار اول در بازه زمانی نام است.

$D_y(g,k)$: سقف مجاز مصرف "عمومی - تجاری" در پست نام است.

الف (محاسبه مقادیر بار خانگی و "تجاری - عمومی" پست نام:

$$y_{g11}^{(i,t)} = Dy(g,i) * k_1(g,t)$$

$$y_{r11}^{(i,t)} = Dy(r,i) * k_1(r,t)$$

$$y_{r12}^{(i,t)} = y(i,t) - y_{g11}(i,t)$$

$$y_{g12}^{(i,t)} = y(i,t) - y_{r11}(i,t)$$

اندازه بارخانگی پست اام :

$$y_{r11}(i,t) = 1/2 [y_{r11}(i,t) + y_{r12}(i,t)]$$

اندازه بارخانگی "عمومی - تجاری" پست اام :

$$y_{g1}(i,t) = 1/2 [y_{g11}(i,t) + y_{g12}(i,t)]$$

درنتیجه بار خانگی و "عمومی - تجاری" پست اام مساوی است با (از نتیجه محاسبات):

$$y_1(i,t) = y_{r1}(i,t) + y_{g1}(i,t)$$

مقایسه مقدار واقعی بار پست با مقدار محاسبه شده (آزمون خطا) :

$$|y(i,t) - y_1(i,t)| < E$$

ب) محاسبه مقادیر بار خانگی و عمومی - تجاری "پست k مشابه محاسبه آنها برای پست اام است. عملیات هر مرحله، از محاسبه مقادیر شاخص های بار شروع می شود. در صورتیکه در هر مرحله خطای به دست آمده بیشتر از خطای مجاز باشد، شاخص های بار، در مرحله بعد با توجه به مقادیر جدید بار خانگی و "عمومی - تجاری" پست محاسبه می شوند.

بدین ترتیب در هر بازه زمانی شاخص های بار را برای انواع کلاسهای بار هر منطقه محاسبه می نمایم. پس از محاسبه شاخص های بار می توان بار هر پست را بر حسب بار انواع مصرف کنندگان تحت پوشش آن به فرم زیر تعیین کرد:

$$y(i,t) = y_r(i,t) + y_g(i,t) + y_n(i,t) + y_L(i,t)$$

نتیجه

در این مقاله روش مدلسازی بار برای انواع کلاسهای بار با توجه به اطلاعات آماری مشترکین مورد بررسی قرار گرفت و مراحل مختلف مدلسازی بار به شرح زیر پیشنهاد گردید:

- ۱- برای هر منطقه روزهای سال را به فصلهای معتدل، تابستان و زمستان تقسیم می کنیم.
- ۲- هر کلاس بار را بر مبنای چگونگی استفاده از انرژی الکتریکی به گروههای بار مختلفی

تقسیم می‌نماییم.

۳- ساعات شبانه روز هر فصل رابه بازه‌های زمانی مناسب، برای هرگروه بار تقسیم می‌کنیم.

۴- دهر بازه زمانی، پنجره‌بار هریک ازگروههای بار راباتوجه به شرایط مختلف منطقه‌ای و

فصلی تعیین می‌نماییم.

۵- نمودارهای مدل بارهرکلاس بار راباتوجه به پنجره‌های بارگروههای آن تعیین می‌کنیم.

۶- مدل بار هر پست راباتوجه به انواع مصرف‌کنندگان تحت پوشش آن پست تعیین می‌کنیم.

مراجع

[1] M.V Dshpande . "Electrical Power System Design, Mcgraw - Hill Pudlishing, Third Edition , 1990 .

[2] J.H . Park and et-al, "Composite Modeling for Adaptive short - Term load forecasting " IEEE Transaction on power systems vol.6 , No 2, may . 1991 pp 450-457

[۳] - مهدی خباز ، "مدیریت مصرف" ، دومین سمینار مدیریت بار، اردیبهشت ۱۳۷۳ .

[۴] - گزارش تحلیل آماری مصارف خانگی شهر تهران ، مرکز تحقیقات نیرو، ۱۳۷۳ .