

بررسی روشهای پیش بینی بار در شبکه های توزیع برق

محمد رضا اربابی یزدی

Mohammad Reza _ arbabi @ yahoo.com

سید محمد کاظمی

Seyed _ mk@ yahoo.com

دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد

دانشگاه آزاد اسلامی واحد گناباد

چکیده: همانطوری که می دانید اساس تمامی تصمیم گیری ها مبتنی بر اطلاعات قبلی می باشد هرچه این اطلاعات کاملتر و دقیقتر باشد تصمیم گیری را حتر و کم اشتباه می باشد. در شبکه های توزیع برق نیز به همین ترتیب عمل می شود به عبارتی از طریق جمع آوری اطلاعات مصرفی مشترکان پی به نکاتی مانند فرهنگ مصرف ، نرخ رشد بار ، تراکم بارو...برده می شود و با توجه به اطلاعات ثبت شده تجهیزات و امکاناتی را در جهت تامین برق مورد نیاز مشترکان آینده در نظر می گیرند .

حال با در دست داشتن اطلاعات و آماری دقیق می توان در وقت و هزینه های اضافی ناشی از نصب تجهیزاتی بیش از نیاز مصرف صرفه جویی کنیم واز طرفی دیگر از قطعی برق برخی از مشترکین نیز جلوگیری نمائیم .

در این مقاله سعی شده است ، روشهای مرسوم در پیش بینی بار بررسی گردند تا با انتخاب مناسب ، آینده نگرهای شبکه از دقت بالاتری برخوردار شوند .

کلمات کلیدی: مشترکین (مصرف کنندگان) ، رشد بار، ضریب بار، نواحی بار

۱- مقدمه

با توسعه و رشد جمعیت ، میزان تقاضا برای مصرف انرژی الکتریکی رو به افزایش است ، که این رشد و توسعه هم در وضعیت موجود و هم در نواحی جدید قابل بررسی است . با توجه به اینکه هدف اصلی شبکه های توزیع برق پاسخگویی به این تقاضا با کیفیت مطلوب می باشد و از سویی بار سیستم پارامتری است که تقریبا تمام عملکرد سیستم را تحت تاثیر خود قرار می دهد ، لذا برنامه ریزان سیستم در همان مراحل اولیه می بایست تا آنجا که محاسبه ریاضی و آمار به آنها امکان می دهد به رشد و افزایش (رفتار واقعی) این کمیت نزدیک شده و براساس آخرین و دقیق ترین نتایج ، کار برنامه ریزی شبکه توزیع را آغاز نمایند .

پیش بینی صحیح بار علاوه بر صرفه جویی در هزینه های سرمایه گذاری ، امکان برنامه ریزی بهتر برای توسعه نیروگاهها و شبکه های انتقال و توزیع را فراهم می آورد . یکی از مسائل حائز اهمیت در بهره برداری و توسعه بهینه شبکه های برق ، اطلاع از رشد بار و تقاضای برق در سالهای آینده است و چون بار در طول زمان تغییر می کند برنامه ریزی باید بر اساس

حداکثر بار و منظور نمودن ضرایب اطمینان به عمل آید. همچنین شبکه طراحی شده باید پاسخگوی نیاز منطقه تا زمان توسعه بعدی نیز باشد.

ازدیاد سالانه مصرف به عوامل زیادی مانند رشد طبیعی جمعیت، رشد مصرف سرانه، توسعه صنایع و کشاورزی، در دسترس بودن یا نبودن سایر منابع انرژی مانند گاز، شرایط جغرافیایی منطقه و نیز شرایط اجتماعی، سیاسی و فرهنگی منطقه بستگی دارد.

۲- مقاطع زمانی پیش بینی بار

پیش بینی بار به طور صحیح و تغییرات آن در طول زمان به چهار دوره زمانی تقسیم می شود:

۱-۲ - **بسیار کوتاه مدت:** برای زمانهای از چند ثانیه تا دقیقه، که جهت تجزیه و تحلیل وقایع احتمالی و امنیت سیستم در نظر گرفته می شود.

۲-۲ - **کوتاه مدت:** برای زمانهای از چند ساعت تا چند روز محدود می باشد که به منظور بهره برداری بهینه توسط مراکز دیسپاچینگ مورد استفاده قرار می گیرد.

۳-۲ - **میان مدت:** برای زمانهای از چند هفته تا یکسال می باشد که به منظور برنامه ریزی فصلی و سالیانه و بهره برداری بهینه مورد استفاده قرار می گیرد.

۴-۲ - **بلند مدت:** برای زمانهای از یکسال تا ۲۰ سال می باشد که جهت برنامه ریزی توسعه نیروگاهها و شبکه های توزیع مناسب است

۳- انواع مصرف کنندگان و مشخصات آنها

امروزه در شبکه های برق طیف گسترده ای از انواع و اقسام مصرف کنندگان به چشم می خوردند که در دسته بندیهای کلی و کلاسیک می توان آنها را به بارهای خانگی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و عمومی تقسیم نمود.

۱-۳ - مصارف (بارهای) خانگی

این گونه بارها به طور کلی مصارف خانگی در شهر و روستا را در بر می گیرند که قسمت عمده آنها روشنایی منازل تشکیل می دهد و نیز شامل وسایل تهویه مطبوع، گرم کننده ها، یخچال ها و موتورهای کوچک بکار رفته در وسایل خانگی از قبیل لباسشویی، آبمیوه گیری، چرخ گوشت و غیره می باشد

مصارف خانگی دارای ضریب همزمانی ۱۰۰-۷۰ درصد و ضریب تنوع $1/3 - 1/2$ و ضریب بار بین ۳۵-۳۰ درصد می باشد، که در ناحیه مورد مطالعه ضریب همزمانی مصارف خانگی ۰/۹ منظور شده است.

۲-۳ - مصارف تجاری

این بارها به طور عمده شامل روشنایی مغازه ها و آگهی های تبلیغاتی و غیره می شوند و همچنین فن ها و تهویه مطبوع، مصارف سرمایشی و گرمایشی وسایل الکتریکی که در مراکز تجاری از قبیل مغازه ها، رستوران ها، هتل ها، سوپر مارکت ها و ...

بکار می روند را نیز در بر می گیرند و مانند مصارف خانگی از مصرف کنندگان عمده برق در زمان پیک می باشند .

این نوع بارها دارای ضریب همزمانی ۱۰۰-۸۰ درصد و ضریب تنوع ۱/۲-۱/۱ و ضریب بار ۳۵-۲۵ درصد می باشند ، مصرف کنندگان تجاری ضریب همزمانی آنها ۰/۹ در نظر گرفته شده است .

۳-۳- مصارف صنعتی

این نوع بارها شامل کارگاهها و کارخانجات می باشند که میزان مصرف آنها در طول سال بطور تقریبی ثابت است و لذا بارهای صنعتی بار پایه محسوب می شوند ، زیرا نوسانات آن خیلی کم است . ضریب همزمانی بارها صنعتی با توجه به نوع آنها (کوچک ، متوسط ، سنگین ، فوق سنگین) بین ۹۰-۶۵ درصد بوده و ضریب باری بین ۹۰-۵۰ درصد دارند .

۳-۴- مصارف کشاورزی

این نوع بارها عمدتاً شامل انرژی مورد نیاز برای بکار انداختن پمپهای آب برای آبیاری زمینهای زیر کشت می باشند . مصارف کشاورزی دارای نوسانات شدید فصلی بوده و بسته به موقعیت جغرافیایی منطقه ، الگوی مصرفی خاص خود را دارد . ضریب بار این نوع مصارف ۳۵-۲۵ درصد و ضریب تنوع بین ۱/۵-۱ در نظر گرفته می شود .

۳-۵- مصارف عمومی: شامل ادارات دولتی ، موسسات آموزشی و فرهنگی ، مراکز نظامی و انتظامی ، بیمارستانها و مراکز درمانی ، مساجد و اماکن مقدسه ، پارک ها و فضاهای سبز ، روشنایی معابر و سایر مصارف شهری از قبیل چراغ های راهنمایی و رانندگی و ... می باشند که به دلیل تنوع زیاد می توان آنها را به دو گروه زیر تقسیم بندی نمود .

۳-۵-۱- مصارف شهری

این نوع بارها مربوط به روشنایی خیابانها ، میداين ، پارک ها و فضاهای سبز هستند که عملاً در طول شب ثابت می مانند و بدین علت ضریب همزمانی آنها ۱۰۰ درصد است و ضریب تنوع را می توان یک در نظر گرفت . علاوه بر شب ، بارهای ناچیزی از قبیل چراغ های راهنمایی ، علائم و آب نماهای میداين نیز در طول روز وجود دارند . ضریب بار برای روشنایی خیابانها معمولاً ۳۰-۲۵ درصد در نظر گرفته می شود .

۳-۵-۲- مصارف اداری و خدماتی

این بارها شامل بار مربوط به ادارات و مراکز خدماتی ، بیمارستانها و مراکز درمانی ، مساجد و مراکز فرهنگی و مراکز آموزشی می شوند که ضریب همزمانی برای مراکز درمانی و بیمارستانها ۸۰ درصد و برای مساجد و مراکز فرهنگی ۷۰ درصد و برای مراکز آموزشی ۶۰ درصد در نظر گرفته شده است .

۴- روشهای پیش بینی و برآورد بار

روشهای پیش بینی بار براساس اطلاعات موجود به دو بخش عمده تقسیم می شوند .

۴-۱- پیش بینی بار با استفاده از آمار بارهای الکتریکی سالهای گذشته

در این روش سعی می شود که با استفاده از اطلاعات و پردازش منحنی بار سال های قبل بار مورد نیاز سالهای آینده پیش بینی شود . با استفاده از مدل سازی های مختلف و روش های ریاضی زیر می توان این کار را انجام داد.

۴-۱-۱- رگرسیون خطی

۴-۱-۲- رگرسیون نمایی

- ۴-۱-۳- رگرسیون توانی
- ۴-۱-۴- رگرسیون لگاریتمی
- ۴-۱-۵- رگرسیون خطی درجه دوم
- ۴-۱-۶- شبکه های عصبی
- و ...

۴-۲- پیش بینی بار با استفاده از آمار های مستقل

در این روش با استفاده از آمارهای مستقل دیگر نظیر جمعیت، تعداد خانوار تخمینی، وسایل الکتریکی هر خانوار و همچنین اطلاعاتی در مورد رشد مشترکین و سطح درآمدی آن ها، رشد سرانه مصرف و طرح های جامع شهر سازی می توان بار آینده را پیش بینی نمود. برخی از روشهایی که با استفاده از اطلاعات فوق پیش بینی بار را انجام می دهند عبارتند از:

روش مصرف نهایی (End use) و روش کاربری ارضی (Land use) که در ادامه به بررسی این روشها می پردازیم.

۵- روش مصرف نهایی (End use)

در این روش، پیش بینی بار بر اساس انرژی مصرفی وسایل الکتریکی موجود صورت می گیرد و طی سه مرحله اساسی زیر پیش بینی انجام می شود

۵-۱- پیش بینی رشد

۵-۲- تحلیل توسعه

۵-۳- تحلیل مصرف

در قدم اول که بحث پیش بینی رشد مطرح می گردد، تعداد واحد های مصرف کننده انرژی و نوع وسایل و لوازم مصرفی آنها مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به میزان رشد خرید وسایل الکتریکی و میزان رشد مصرف انرژی، در قدمهای بعدی یعنی تحلیل مصرف، بار کل منطقه برآورد خواهد شد.

در روش مصرف نهایی مراحل کار را می توان بصورت زیر خلاصه بیان کرد:

- ۱- پیش بینی نرخ رشد تشکیل خانوار
- ۲- جمع آوری اطلاعات وسایل الکتریکی فروخته شده در سال های گذشته و فعلی
- ۳- پیش بینی پتانسیل وسایل الکتریکی جدید
- ۴- پیش بینی رشد جمعیت
- ۵- تعیین کیلووات مصرفی هر وسیله
- ۶- پیش بینی راندمان وسایل الکتریکی
- ۷- پیش بینی بار کل منطقه از روی بار برآورد شده برای منطقه

۶- روش کاربری ارضی

اصول کلی این روش مبتنی بر جمع آوری اطلاعات مورد نیاز از سطح هر منطقه از شهر می باشد. در این روش بعد از تقسیم بندی نواحی، پیش بینی بر اساس میزان مصرف، متوسط نوع مصرف و همچنین چگالی بار مصرفی صورت خواهد پذیرفت.

معمولا در هر ناحیه کاربریهای متفاوتی وجود دارد که با توجه به نوع این کاربریها و مساحت اشغالی آن ها پیش بینی بار برای نواحی انجام می شود. مراحل کار بدین صورت می باشد که ابتدا در هر ناحیه کوچک انواع کار بریها و مساحت آنها مشخص می شود که البته انجام همین عمل بسیار زمان بر می باشد، سپس پیش بینی بار برای هر کدام از این نواحی کوچک بدست می آید. در این مرحله با استفاده از روشهای مختلف می توان پیش بینی بار را انجام داد که با توجه به نوع روش بکار برده شده، روش کاربری ارضی می تواند به شاخه های مختلفی تقسیم شود پارامترهایی که در پیش بینی بار روش کاربری ارضی باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

۱-۶ - چگالی بار

برای بدست آوردن چگالی بار برای کاربریهای مختلف با توجه به اطلاعات و شرایط موجود می توان به دو صورت عمل نمود.

* در صورتیکه برای منطقه مورد مطالعه از قبل شبکه ای طراحی شده باشد می توان با بارگیریهای نمونه مقدار متوسط چگالی بار را برای کاربریهای مختلف محاسبه نمود ولی اگر شبکه ای وجود نداشته باشد و طراحی از ابتدا صورت گیرد می توان چگالی بار مناطق مشابه را در مورد آن بکار برد.

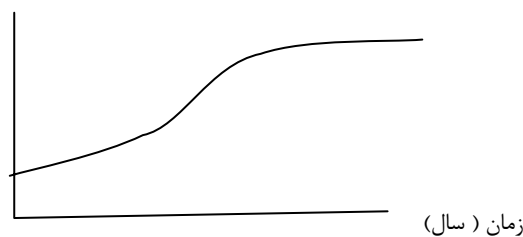
* روش دیگر استفاده از استاندارد هایی است که در این زمینه وجود دارد که به تفکیک چگالی بار کاربریهای مختلف را ارائه می نمایند.

۲-۶ - رشد بار

نحوه رشد بار را می توان با توجه به نحوه رشد اراضی بار بدست آورد. ضریب اشباع که رشد اراضی بار را مشخص می کند و مقدار آن در سال انتهایی برنامه (سال افق) قابل حدس می باشد را می توان از رگوسیون تابع لجستیک بر اطلاعات گذشته و استفاده از مقدار آن در سال افق بدست آورد.

منحنی این تابع به شکل S می باشد (شکل «۱»)

درصد تراکم اراضی شهری



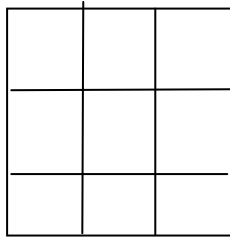
شکل (۱) - منحنی رشد مصرف بار در نواحی شهری

۳-۶ - تقسیم بندی نواحی

پیش بینی بار کل یک شهر یا کشور هیچگاه بصورت یکجا برآورد نمی شود، بلکه منطقه به بخشهای کوچکتر تقسیم شده و با برآورد بار هر یک از مناطق، بار کل شبکه و منطقه پیش بینی می شود. تقسیم بندی مناطق به دو صورت عمده صورت می پذیرد.

۱-۳-۶ - تقسیم بندی منظم

در تقسیم بندی منظم ، ناحیه به مربع های هم اندازه و متناسب با نیاز شبکه تقسیم بندی می شود که در این روش نوع تجهیزات و فیدرهای تغذیه کننده منطقه مورد نظر نمی باشد (شکل «۲»)



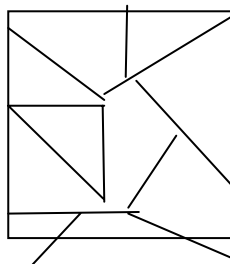
شکل (۲) - تقسیم بندی نواحی به صورت منظم

□ مزایای این نوع تقسیم بندی نواحی (منظم)

- ۱- میزان بار به تجهیزات فیدر ها بستگی ندارد ، بنابراین با تغییر در شبکه نحوه پیش بینی بار عوض نمی شود .
- ۲- نتایج بدست آمده بسیار دقیق می باشد .
- ۳- یک مدل مناسب جهت رشد بار مناطق بدست می آید .

□ معایب

- ۱- بدست آوردن اطلاعات بار مشکل است .
 - ۲- نمی توان به راحتی از پر شدن ظرفیت فیدرها اطلاع پیدا کرد .
 - ۳-۶- تقسیم بندی نامنظم
- در تقسیم بندی نامنظم به عنوان مثال نواحی تحت پوشش فیدرها دسته بندی می شوند . (شکل «۳»)



شکل (۳) - تقسیم بندی نواحی به صورت نامنظم

□ مزایای تقسیم بندی نواحی به صورت نامنظم

- ۱- اطلاعات مربوط به بار براحتی از روی فیدرها بدست می آید .
- ۲- بار به ظرفیت فیدر بستگی داشته و می توان تکمیل شدن ظرفیت فیدر را متوجه شد .

□ معایب

- ۱- با تغییر تجهیزات یک منطقه ، نحوه پیش بینی بار تغییر خواهد کرد
- ۲- همواره یک عدم انطباق بین تقسیم بندی جغرافیایی و نواحی تحت پوشش فیدرها بوجود می آید.

به طور کلی با توجه به نوع اطلاعات در روش کاربری ارضی مانند طرحهای شهر سازی و عمرانی ، این روش بیشتر برای پیش بینی بلند مدت بکار می رود و کمتر در دوره های میان مدت و کوتاه مدت کاربرد خواهد داشت . نتایج حاصله از برآورد بار با استفاده از این روش می تواند در طراحی شبکه های توزیع در سطح یک شهر یا منطقه در سالهای آینده بسیار مفید باشد . امروزه استفاده از این روش با توجه به رشد دانش شهر سازی و همچنین افزایش دقت در برآورد های اقتصادی ، به طور روز افزون روبه افزایش است .

۷- نتیجه گیری

متأسفانه در بخش توزیع به دلیل طراحی های غیر مهندسی و عدم آینده نگری در سطوح بالای کاری شاهد مشکلات زیادی از جمله تلفات و افت ولتاژ می باشیم که سرچشمه این مشکلات عدم وجود برنامه برای پیش بینی نیازهای آینده شبکه می باشد . چه بسا شبکه هایی که بدون در نظر گرفتن پارامتر های آینده نگری طراحی شده و با گذشت زمان و رشد بار، کارآیی لازم را نداشته و تلفات و افت ولتاژ در آنها به شدت افزایش یافته است که این خود باعث افزایش سرمایه گذاری (افزایش هزینه تولید انرژی تلف شده و هزینه مربوط به افزایش ظرفیت سیستمهای تولید ، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی برای تامین تلفات) می گردد. اولین قدم در انجام یک طرح بهینه سازی شبکه توزیع جمع آوری اطلاعات مورد نیاز و تجزیه و تحلیل آنها می باشد . برای این منظور باید اطلاعات جمع آوری شده به نحو مناسبی دسته بندی گردند تا بازیابی آنها به سادگی و در زمان کم امکان پذیر باشد . در این زمینه پیشنهاد می گردد که جمع آوری اطلاعات بر اساس سیستمهای مبنی بر GIS همراه با بانکهای اطلاعاتی صورت پذیرد . در این سیستمها موقعیت مکانی تجهیزات شبکه بوسیله GPS تعیین شده و وارد بانک اطلاعاتی می گردد و در صورت تغییر آرایش تجهیزات می توان به سادگی این تغییرات را وارد بانک اطلاعاتی نمود تا در طی دوره بهره برداری ، به روز نمودن اطلاعات به سادگی امکان پذیر باشد .

۸- مراجع

- [۱] حاج محمدی ، م . « پیش بینی به روش کار بری اراضی » ، پایانامه کارشناسی ارشد ، اردیبهشت ۱۳۸۰ .
- [۲] مجموعه مقالات قدرت ، شانزدهمین کنفرانس بین المللی برق ، « ضرورت طرح جامع در بخش توزیع » تهران ، آبان

۱۳۸۰

[۳] مصطفی زاده ، سیدم . مجموعه مقالات کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران

[4]Gonen,T.and vaziri, M. Distribution Expansion problem: Formulation and practicality for a Multistage Globlly optimal solusion vol8 , No.3, August 1998.