



پیش‌بینی بار به روش کاربری ارضی

حسین حسینی سروش سپه‌دژ
شرکت مهندسی مشاور غرب نیرو

چکیده:

در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه، برنامه‌های اقتصادی میان‌مدت و بلندمدت به منظور رسیدن به اهداف اقتصادی و اجتماعی آن کشورها طرح‌ریزی می‌شود. یکی از شاخه‌های برنامه‌های اقتصادی، پیش‌بینی مصرف انرژی و شاخه فرعی آن، پیش‌بینی مصرف انرژی الکتریکی است.

با پیش‌بینی مصرف انرژی الکتریکی می‌توان اطلاعات کافی برای طراحی و توسعه شبکه‌های توزیع تهیه کرد. این پیش‌بینی به منظور تحلیل نیازهای آینده و برنامه‌ریزی درباره محل، ظرفیت و وابستگی فیدرها، پستهای اصلی و پستهای فرعی، مورد نیاز است. پیش‌بینی مصرف انرژی الکتریکی با اعمال ضریب بار به پیش‌بینی بار پیک تبدیل می‌شود. تا جهت طراحی اجزاء مختلف سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.

در این مقاله ضمن معرفی اجمالی روش کاربری ارضی به ذکر ویژه‌گی‌های آن پرداخته و یک مثال واقعی نیز در انتها ارائه می‌گردد.

یکی از عمده ترین مراحل در طراحی و تهیه طرح جامع شبکه های توزیع پیش بینی بار است. پیش بینی بار در حال حاضر به روشهای مختلف صورت می گیرد و هدف از آن یافتن پیک باریک ناحیه است تا بر طبق آن طراحی شبکه توزیع انجام شود. در اکثر روشهای پیش بینی بار، با استفاده از پیش بینی مصرف انرژی الکتریکی و اعمال ضریب بار، پیک بار ناحیه مورد نظر پیش بینی می شود. در روش کاربری ارضی که جزو روشهای یاد شده است از آنجا که به اطلاعات جمعیتی، اقتصادی، اجتماعی، جغرافیایی یک شهر احتیاج دارد، اطلاعات بسیار زیادی برای آن مورد نیاز است و طبعاً هزینه برودر مقابل دقیق می باشد.

بنابراین بسته به موقعیتهای اقتصادی، اجتماعی هر ناحیه، روشهای خاصی جهت اقتصادی تر کردن طرح مطرح می شود. نتیجتاً به جرأت می توان گفت که به تعداد دفعاتی که از روش کاربری ارضی در دنیا استفاده شده، به همان تعداد نیز، راهها و روشهای مختلفی جهت جمع آوری و جمع بندی اطلاعات وجود دارد. طبیعی است برای کشورمان نیز باید روشهایی را جستجو کرد که حداقل هزینه را با توجه آمارهای موجود در بر داشته باشد.

از روش کاربری ارضی به دو منظور می توان استفاده کرد:

الف - بر آورد بار فعلی یک ناحیه بر پایه تقسیم بندی و شناخت کاربری های ارضی موجود.

ب - پیش بینی بار آینده یک ناحیه، بر پایه تقسیم بندی و شناخت کاربری های ارضی موجود و کاربری های ارضی سال افق برنامه .

۲- معرفی روش کاربری ارضی (Landuse)

پیش بینی بار به روش کاربری ارضی (Landuse) بر پایه کاربری های ارضی مصرف کنندگان مختلف استوار است در این روش یک شهر را به عنوان بار نقطه ای بلکه یک بار توزیع یافته بررسی کرده و سعی می شود که با تخمین و پیش بینی توزیع آینده بارهای مختلف در سطح شهر، میزان بار مصرفی شهر به تفکیک مصرف کننده های مختلف برای سالهای آتی، پیش بینی شود.

بنابراین ضروری است که بار و روشهای دقیق آماری و جمع آوری اطلاعات اقتصادی - اجتماعی، چگونگی استفاده هر یک از مصرف کنندگان از اراضی شهری، مشخص شود. این مسئله را پیدا کردن کاربری ارضی می نامیم. تکیه اصلی روش بر پیش بینی انرژی مصرفی مشترکین قرارداد تا باندستن انرژی مصرفی آنها و اعمال ضریب بار (LF) مقدار پیک بار هر گروه از مشترکین مشخص شود.

حال اجمالاً به توضیح مراحل مختلف پیش بینی بار به روش کاربری ارضی می پردازیم

۲-۱- تقسیم‌بندی شهر به سلولهای مساوی

اولین قدم در تحقیق روی کاربری ارضی شهر، تقسیم‌بندی شهر به سلولهای کوچک است تا مشخصاً خصوصیات این سلولها را جداگانه بررسی کنیم. ابعاد این سلولها با توجه به تراکم بار و فشرده‌گی جمعیت هر شهر متفاوت بوده و بهتر است برای یکسان بودن محاسبات تمام شهر به سلولهایی با مساحت‌های مساوی تقسیم شود. مساحت این سلولها در نواحی مختلف متفاوت بوده و از ۱/۰ کیلومتر مربع در شهرهای پر جمعیت تا ۲۵ جریب در نواحی کشاورزی متفاوت است. طول دوره پیش‌بینی معمولاً "از ۲۰-۱۰ سال می‌باشد.

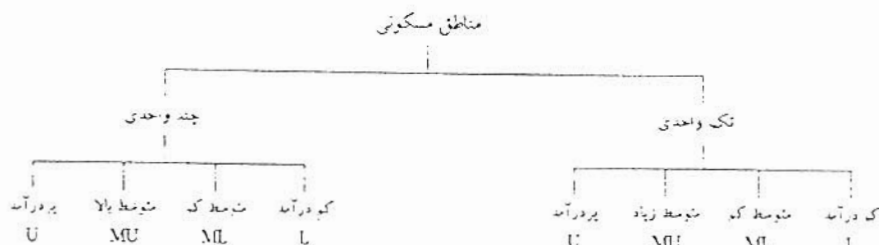
۲-۲- گروه‌بندی مشترکین

در قدم بعد مشترکین از نظر اقتصادی، اجتماعی و الگوی مصرف مشابه هم می‌باشند را در یک گروه قرار دهیم. گروه‌بندی مشترکین شهری باید به گونه‌ای صورت گیرد که هم دقت طرح را فراهم آورد و هم از درگیر شدن زیاد از حد در جزئیات پرهیز شود. از این روش مشترکین را عموماً "به شش گروه تقسیم و هر یک از گروه‌های فوق بانوجه به پارامترهایی چون درآمد، مصرف کاربری ارضی، به زیرگروههایی به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

۲-۲-۱- مناطق مسکونی

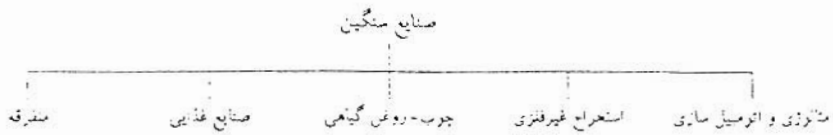
مناطق مسکونی را در یک تقسیم‌بندی اولیه به دو زیرگروه تک واحدی و چند واحدی تقسیم می‌کنیم در تقسیم‌بندی ثانویه مناطق مسکونی بر حسب درآمد خانوار و وضعیت اقتصادی افراد آن تقسیم‌بندی می‌شوند.

بدین ترتیب مناطق مسکونی به صورت زیر، گروه‌بندی ثانویه می‌شود:



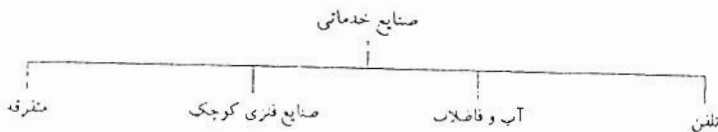
۲.۲.۲. صنایع سنگین و مصرف‌کنندگان بزرگ

گروه‌بندی صنایع سنگین و مصرف‌کنندگان بزرگ برحسب وابستگی تولیدی و تکنیکی صنایع صورت می‌گیرد و در هر شهر بسته به صنایع موجود در آن متفاوت خواهد بود. مثلاً "در یک شهر می‌توانیم تقسیم‌بندی‌های زیر را داشته باشیم:



۲.۲.۳. صنایع کوچک و خدماتی

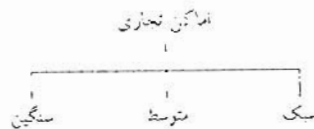
صنایع خدماتی شامل صنایعی است که در خدمات شهری نقش عمده دارند. در این گروه از مشترکین، صنعتگران کوچک نیز قرار می‌گیرند. به عنوان مثال یک تقسیم‌بندی صنایع خدماتی به شرح زیر است:



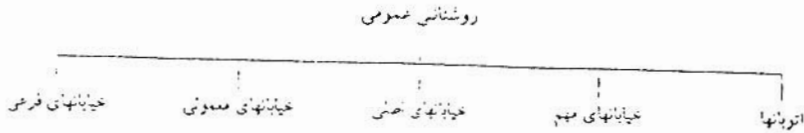
۲.۲.۴. اماکن تجاری

اماکن تجاری در سطح شهر برحسب نوع فعالیت در سه گروه سبک، متوسط، سنگین قرار می‌گیرند.

مثلاً "فروشگاههای کوچک مواد غذایی در نواحی مسکونی جزء اماکن تجاری سبک محسوب می‌شوند و با فروشگاههای بزرگ زنجیره‌ای یا پاساژهای بزرگ در گروه اماکن تجاری سنگین قرار دارند. بدین ترتیب اماکن تجاری به گروههای زیر تقسیم می‌گردند:



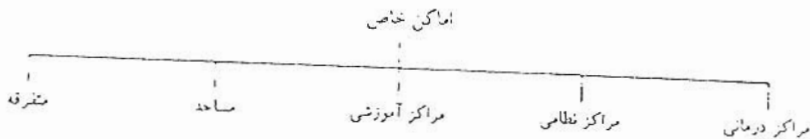
مراکز عمومی و تفریحاتی و ورزشگاهها، معابر و خیابانها جزء این گروه قرار می‌گیرند. بنابراین در یک تقسیم‌بندی نمونه‌ای معابر عمومی به زیرگروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:



برای تقسیم‌بندی معابر شهری به گروه‌های فوق، معیار مناسب عرض هر یک از خیابانهاست زیرا استانداردهای روشنائی نیز بر حسب عرض معابر مشخص شده‌اند.

۲-۲-۶. اماکن خاص

این گروه شامل اماکنی شده که در هیچ یک از تقسیم‌بندی‌های بالا قرار ندارند و هر یک الگوهای مصرف خاص خود را دارا می‌باشند. یک تقسیم‌بندی نمونه‌ای بصورت زیر می‌تواند باشد:



۳- ناحیه‌بندی شهر

بعد از تقسیم‌بندی مشترکین به گروه‌های ذکر شده، نواحی متفاوت شهری که ترکیبی از گروه‌های فوق را مشخصاً در خود جای داده‌اند را پیدا می‌کنیم این تقسیم‌بندی‌ها بر اساس وضعیت و بافت شهر صورت می‌گیرد. زمان مورد نظر در این تقسیم‌بندی، سال افق برنامه است و وضعیت فعلی شهر در سال مبنا نیز با آمارگیری‌های مستقیم بدست می‌آید.

شکل (۱) نواحی مختلف را برای یک شهر فرضی در سال افق برنامه نشان می‌دهد. در شهرداری هر شهر مجموعه‌ای کامل از قوانین شهرسازی وجود داشته که کاربری ارضی هر یک از گروه‌های مشترکین را مشخص سازد. این قوانین شامل درصد تراکم، سطح زیربنا، فضای سبز و... می‌باشد. از این قوانین در پیدا کردن چگونگی کاربری ارضی مشترکین در هر یک از نواحی فوق استفاده می‌شود. همانطور که گفته شد تقسیم‌بندی‌های فوق بر اساس وضعیت آینده شهر صورت می‌گیرد پس

ضروری است مسیر رسیدن از وضعیت موجود به وضعیت تخمین زده شده آتی مشخص شود این کار با اعمال ضرائب رشد متفاوت بر وضعیت کنونی شهرداریست می آیند. از مهمترین ضرائب مورد استفاده ضریب تراکم و ضریب اشباع می باشند که باید برای هر ناحیه و در هر سال از دوره مشخص شوند:

ضریب اشباع = تعداد جمعیت موجود / تعداد جمعیت مجاز (سال افق برنامه)

ضریب تراکم = مساحت طبقات / مساحت زمین

برای محاسبه هر یک از ضرائب فوق در هر یک از نواحی شهری بر دو جنبه زیر تکیه می کنیم:

۱- برنامه ریزی های ادارات تابعه مسکن و شهرسازی

۲- اطلاعات گذشته و اعمال رگرسیون دقیق

ضرائب فوق در برنامه های ادارات تابعه مسکن و شهرسازی برای سال آینده یا به صورت خام وجود دارند (یعنی ضرائب متفرقه دیگری وجود دارد که از روی آنها ضرائب مورد نظر مشخص می گردند) و یا کاملاً و مشخصاً "در دسترس مامی باشد. یافتن اطلاعات گذشته نیز به همین منوال می باشد. همچنین در اعمال رگرسیون باید دقت مناسب داشت و مدلی انتخاب کرد که کمترین خطا را در رابطه با تخمین پارامترهای گذشته ارائه دهد. در این صورت می توان گفت که اگر پارامترها رگرسیون شده مانند گذشته تغییرات داشته باشد، مقادیر آن در آینده نیز به خوبی قابل پیش بینی است.

بدین ترتیب با محاسبه ضرائب رشد، رشد مصرف کنندگان در نواحی مختلف شهری و تعداد آنها مشخص می شود. می توانیم چگالی بار مصرفی هر یک (یا مصرف سرانه هر یک) را پیدا کرده و با ضرب این دو مقدار در هم مصرف انرژی الکتریکی یک گروه خاص از مشترکین را تعیین نمود. با تکرار این عمل مصرف انرژی کل مشترکین در هر سال آینده پر یود مشخص خواهد شد.

۳- اعمال روش:

در ادامه برای روشن شدن هر چه بیشتر موضوع، نتایج اعمال روش کاربری ارضی در یک شهر نمونه ارائه شده است. در قدم اول شهر مورد نظر به ۲۴۷ سلول با ابعاد ۵۰۰×۵۰۰ متر مربع تقسیم

گردیده و درصد کاربریهای ارضی درنواحی شهری مطابق جدول زیر تعیین می شود:

| نوع ناحیه | کاربرد تجاری | | کاربرد مسکونی | | | کاربرد صنعتی | |
|-----------|--------------|-----------|---------------|-------|------------|--------------|-------|
| | تک واحدی | چند واحدی | متوسط | سنگین | متوسط بالا | خدماتی | اصولی |
| ZR1 | ۶۵ | ۲۰ | ۱۵ | -- | -- | -- | -- |
| ZR2 | ۷۰ | ۱۵ | ۱۵ | -- | -- | -- | -- |
| ZR3 | ۶۰ | -- | ۱۰ | -- | -- | -- | -- |
| ZCR | -- | ۸۰ | -- | ۲۰ | -- | -- | -- |
| SCR | -- | ۸۰ | -- | ۲۰ | -- | -- | -- |
| ZC | -- | -- | -- | -- | ۱۰۰ | -- | -- |
| SC | -- | ۴۰ | -- | ۶۰ | -- | -- | -- |
| SL | -- | ۴۰ | -- | ۶۰ | -- | -- | -- |
| ZI | -- | -- | -- | -- | -- | -- | ۱۰۰ |
| SI | ۳۰ | -- | -- | -- | -- | ۷۰ | -- |

حال مراحل لازم برای پیش بینی بار در هر گروه از مشترکین به تفکیک شرح داده می شود:

۳-۱- پیش بینی بار مناطق مسکونی :

ابتدا مناطق مسکونی مطابق جدول ۲ به گروههای درآمدی تقسیم می گردند، سپس ضرایب مورد نیاز با توجه به قوانین شهرداری و مسکن و شهرسازی و همچنین استفاده از رگرسیون محاسبه می شوند که در جدول ۳ تا ۵ آورده شده اند.

| نوع | نام ناحیه | پایین | متوسط پایین | متوسط بالا | بالا |
|-----------|-----------|-------|-------------|------------|------|
| تک واحدی | ZR1 | -- | ۲۰ | ۵۰ | ۳۰ |
| | ZR2 | ۱۰ | ۵۰ | ۳۵ | ۵۰ |
| | ZR3 | ۷۰ | ۲۰ | ۱۰ | -- |
| | SI | ۷۰ | ۲۰ | ۱۰ | -- |
| چند واحدی | ZR1 | -- | ۲۰ | ۵۰ | ۳۰ |
| | ZR2 | ۱۰ | ۵۰ | ۳۵ | ۵۰ |
| | SCR | -- | ۶۰ | ۳۰ | ۱۰ |
| | SC | ۱۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۱۰ |
| | SL | ۱۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۱۰ |
| | ZCR | -- | ۳۵ | ۴۰ | ۲۵ |

جدول ۲- چگونگی اشتغال مناطق مسکونی توسط گروههای درآمدی بر حسب درصد

| ضریب نام ناحیه | | ضریب نام ناحیه | |
|----------------|-----|----------------|---|
| ZR1 | ۱ | SC | ۲ |
| ZR2 | ۰/۹ | SL | ۲ |
| SCR | ۲ | ZRC | ۳ |

جدول ۳. ضرائب تراکم در نواحی مختلف شهری

در استخراج ضریب اشباع با توجه به بافت شهر، از نظر ضریب اشباع ناحیه شهری به سه بخش تقسیم می شود و برای هر ناحیه ضریب اشباع بصورت زیر تعریف می شود:

| نوع مصرف کننده | ضریب اشباع | | |
|----------------------|------------|---------|---------|
| | ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ |
| خانگی: | | | |
| پایین | ۷۳/۶ | ۶۷/۲ | ۵۰/۴ |
| متوسط پایین | ۸۶/۱ | ۷۷/۷ | ۵۸/۳ |
| متوسط بالا | ۹۰/۷ | ۸۲/۸ | ۶۲/۱ |
| بالا | ۹۲ | ۸۹ | ۶۳ |
| تجاری و روشناس عمومی | ۸۵/۶ | ۷۷/۹ | ۵۸/۵ |

جدول ۴. ضرائب اشباع در هر ناحیه تحت گروههای درآمدی مختلف

جدول زیر نیز با توجه به قوانین شهرداری مشخص می شود:

| سطح درآمد | مساحت متوسط (متر مربع) | |
|-------------|------------------------|----------|
| | خانه تک واحدی | آپارتمان |
| پایین | ۶۰۰ | ۱۰۰ |
| متوسط پایین | ۵۰۰ | ۱۵۰ |
| متوسط بالا | ۷۵۰ | ۲۲۵ |
| بالا | ۱۰۰۰ | ۳۰۰ |

جدول ۵: سطح زیربنای واحدهای مسکونی

مصرف سرانه هر گروه درآمدی با استفاده از آمار مشترکین که در اداره برق وجود دارد استخراج شده و با محاسبه تعداد خانه هادر هر سلول برای هر گروه درآمدی مطابق فرمول ذیل و ضرب در مصرف سرانه متناظر، مصرف کل انرژی الکتریکی (مسکونی) در هر سلول بدست می آید.

$$DV = (LA * FAL * FIC * LM * SF) / DA$$

که در آن DV: تعدادخانه‌های مسکونی هر قطعه تحت تقسیم بندی گروههای درآمدی
 LA: مساحت زمین تخصیص یافته مورد نظر برای ایجاد واحدهای مسکونی
 FAL: کسری از منطقه که تحت سکونت یک واحدی یا چند واحدی مطابق جدول ۱
 قرار گرفته‌اند.

FIC: کسری از قطعه که تحت سکونت هر یک از گروههای درآمدی هستند (جدول ۲)

LM: ضریب تراکم از جدول ۳

SF: ضریب اشباع از جدول ۴

DA: سطح متوسط مناطق مسکونی بر حسب گروه درآمدی از جدول ۵

| ۱۳۹۲ | | ۱۳۸۶ | | ۱۳۸۲ | | ۱۳۷۸ | | ۱۳۷۴ | | ۱۳۷۰ | | سال |
|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|--------------|
| MW | GWb | MW | GWb | MW | GWb | MW | GWb | MW | GWb | MW | GWb | وضعیت درآمدی |
| ۶۸۰ | ۸/۶ | ۵۸۰ | ۵/۵ | ۵۰۰ | ۲/۹ | ۴۳۰ | ۱/۸ | ۳۶۰ | ۰/۸ | ۳۰۷ | ۰/۳ | پایین |
| ۱۵۷۰ | ۵۰/۷ | ۱۳۸۰ | ۳۸/۲ | ۱۲۱۰ | ۵۲/۷ | ۱۰۶۰ | ۱۶/۲ | ۹۱۰ | ۸/۱ | ۷۹۴ | ۳/۵ | متوسط پایین |
| ۲۸۶۰ | ۶۱/۷ | ۲۵۸۰ | ۴۷/۶ | ۲۳۱۰ | ۳۲/۸ | ۲۰۶۰ | ۲۱/۲ | ۱۸۴۰ | ۱۲ | ۱۶۳۱ | ۵/۹ | متوسط بالا |
| ۶۱۲۰ | ۳۰/۸ | ۴۴۰۰ | ۲۴/۱ | ۴۰۴۰ | ۱۷/۹ | ۳۷۶۰ | ۱۲/۸ | ۳۵۲۰ | ۸ | ۳۱۸۴ | ۴/۴ | بالا |
| ۱۵۱۸ | | ۱۱۵/۴ | | ۷۹/۳ | | ۵۲ | | ۲۸/۹ | | ۱۴/۱ | | مجموع |

جدول ۶: خلاصه نتایج پیش‌بینی بار مناطق مسکونی

۳-۲. پیش‌بینی بار مناطق تجاری:

درصدی از هر ناحیه که به هر نوع از واحدهای تجاری تخصیص داده شده است مطابق جدول ۱ مشخص و از آنجا که فعالیت تجاری در هر ناحیه مستقیماً متناسب با سطح جمعیت آن منطقه است از درصد اشباع نواحی سه گانه که در جدول ۲ مشخص شده متوسط‌گیری شده تا درصد اشباع مناطق تجاری بدست آید.

درصدی که سطح اماکن به سطح هر سلول رانشان می‌دهند نیز با توجه به آئین‌نامه‌های شهرداری نسبت بین جمعیت و نیازهای تجاری تعیین و در آخر نیز با در نظر گرفتن سطح زیر بنا و وسایل الکتریکی مورد استفاده هر صنف میزان چگالی مصرف واحدهای تجاری در گروههای مختلف بدست آمده و جدول ۶ تکمیل می‌گردد.

| سطح اقتصادی | نسبت زیر بنا به سطح فاحیه | چگالی مصرف انرژی (کیلووات ساعت برسان متر مربع) | ضریب بار (درصد) |
|-------------|------------------------------|--|--------------------|
| LC | ۰٫۷ | ۱۵ | ۲۵ |
| SL | ۲ | ۱۵ | ۳۰ |
| SC | ۱ | ۳۵ | ۳۲٫۵ |
| ZC | ۲ | ۳۱ | ۳۱ |

با اعمال روشی مشابه باید اکردن اماکن مسکونی، تعداد و مساحت بخش تجاری از گروههای مختلف در هر سلول پیداشده و با ضرب کردن در چگالی مصرف هر گروه، مصرف انرژی اماکن تجاری آن سلول پیدامی شود و مجموع تمام این انرژی ها، انرژی مورد نیاز شهر را در هر سال مورد نظر به مامی دهد.

۳-۳- پیش بینی بار روشنایی معابر:

انرژی مورد نیاز خیابانها بر پایه تقسیم بندی انها به پنج دسته و تعیین استاندارد روشنایی هر یک محاسبه می شود. بار روشنایی معابر با گسترش جمعیت، صنایع و اماکن تجاری در سطح شهر روند افزایشی خواهد داشت. برای هر نوع از خیابانها استانداردهایی وجود دارد که از جدول شماره ۸ برای انجام پیش بینی بار استفاده شده است.

| نوع خیابان | پهنای خیابان (متر) | استاندارد روشنایی | لامپ کیلو متر | کیلووات کیلو متر | کیلووات ساعت متر مربع متر مربع |
|------------|-----------------------|--|------------------|---------------------|--------------------------------------|
| بزرگراه | ۳۰ | دو لامپ ۴۰۰ وات بخار سدیم در هر ۱٫۵ متر | ۱۳۳ | ۵۳٫۲ | ۶/۴۶ |
| مهم | ۲۵ | یک لامپ ۷۰۰ وات بخار جیوه در هر ۲۰ متر | ۵۰ | ۳۵ | ۵/۲۹ |
| اصلی | ۲۰ | یک لامپ ۴۰۰ وات بخار جیوه در هر ۲۵ متر | ۴۰ | ۱۶ | ۴/۹۲ |
| معمولی | ۱۷/۵ | یک لامپ ۲۵۰ وات در هر ۲۵ متر | ۴۰ | ۱۰ | ۴/۰۸ |
| فرعی | ۱۵ | یک لامپ ۱۲۵ وات در هر ۲۵ متر | ۴۰ | ۵ | ۱/۲۲ |

جدول ۸: استاندارد روشنایی خیابانها و مشخصات لامپها

پس از آن نوع خیابانهاهر ناحیه شهری و درصد آنها در نواحی مشخص شده در شکل ۱ طبق قوانین و برنامه های شهرسازی استخراج و در جدول ۹ وارد گردیده اند که با داشتن چگالی انرژی مصرفی معابر در نواحی مختلف شهری و درصد خیابانهای برنامه ریزی شده در آن ناحیه ، با احتساب ضریب اشباع ، میزان انرژی مصرفی هر سلول را تعیین و با جمع این مقادیر ، میزان انرژی مورد نیاز مناطق مختلف شهری بمنظور روشنیایی معابر بدست می آید. خلاصه پیش بینی بار این مصرف کننده ها در جدول ۱۱ آمده است .

| نام ناحیه | اشغال شده (درصد) | | | | | کینوت ساعت سالانه متر مربع |
|-----------|------------------|-----|------|--------|------|-------------------------------|
| | بزرگراه | موب | اصلی | معمولی | فرعی | |
| ZR1 | -- | -- | -- | ۱۰۰ | -- | ۲۰۰۸ |
| ZR2 | -- | -- | -- | ۱۰۰ | -- | ۲۶۰۸ |
| ZR3 | -- | -- | -- | -- | ۱۰۰ | ۱۰۲۲ |
| SI | -- | ۱۰۰ | -- | -- | -- | ۵۶۲۹ |
| ZR2 | -- | -- | -- | ۱۰۰ | -- | ۲۶۰۸ |
| ZR1 | -- | -- | -- | ۱۰۰ | -- | ۲۶۰۸ |
| SCR | -- | -- | ۳۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۶۲۸ |
| SC | -- | -- | ۳۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۶۲۸ |
| SL | -- | -- | ۲۰ | ۴۰ | -- | ۲۶۸۲ |
| ZCR | -- | -- | ۳۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۲۶۴۲ |
| LC | -- | -- | -- | ۱۰۰ | -- | ۲۶۰۸ |
| SC | -- | -- | ۳۰ | ۴۰ | ۳۰ | ۲۶۳۸ |
| SL | -- | -- | ۲۰ | ۴۰ | -- | ۲۶۸۲ |
| ZC | ۶۰ | ۲۰ | ۲۰ | -- | -- | ۱۶۲۲ |
| SI | -- | ۱۰۰ | -- | -- | -- | ۱۶۲۹ |
| ZI | -- | -- | ۳۰ | ۳۰ | ۴۰ | ۲۶۶۲ |

جدول ۹: چگونگی توزیع معابر در نواحی مختلف شهر و انرژی مصرفی در هر ناحیه

۳-۴- پیش بینی بار صنایع اصلی و خدماتی :

همانگونه که در مناطق مسکونی معیار مناسب برای مصرف انرژی الکتریکی درآمد خانوار در نظر گرفته شد مشابه با این معیار برای مناطق صنعتی معیار ارزش افزوده صنایع در نظر گرفته می شود و ارزش افزوده صنایع در ارتباط مستقیمی با مصرف انرژی الکتریکی فرض می گردد. از این رو با تبادل نظر با مراجع ذیصلاح همچون وزارت صنایع و دیگر نهاد های دولتی رشد افزوده صنایع مختلف

در طول پریود پیش‌بینی شده و برای هر سال پیدامی شود. سپس بایک آمارگیری نمونه ارتباط بین kwh مصرفی و ارزش افزوده بدست می‌آید و از روی آن انرژی مصرفی هر یک از واحدهای صنعتی با توجه به ارزش افزوده آنها در سالهای آتی دوره، پیش‌بینی خواهد شد. انرژی مصرفی صنایع خدماتی نظیر تلفن، آب و فاضلاب و... را می‌توان با تحلیل اطلاعات جمعیت‌شناسی (از جمله رشد جمعیت) و اطلاعات بدست آمده از دواير دولتی، در سالهای آتی دوره پیش‌بینی نمود. این پارامترهای کاربری ارضی مشابه با مناطق مسکونی و معابر کنار هم قرار هم گرفته و انرژی مصرفی صنایع خدماتی سلول به سلول و در کل شهر محاسبه می‌شود.

مصرف انرژی صنایع خدماتی دیگر با محاسبه و تخمین چگالی انرژی بر واحد متر مربع در هر ناحیه و اعمال روشهای کاربری ارضی پیش‌بینی می‌شود در این امر باید به تمایل و توجه صنایع فوق به جمعیت و رشد آن از روی آمارهای گذشته توجه کرد. خلاصه بار مشترکین در جدول ۱۰ آمده است.

| قسمت | ارزش افزوده (در سال ابتدای دوره) بر KWh | ضریب بار | مصرف | | | | | متوسط درصد رشد در طول ۲۰ سال دوره |
|-------------------|---|-------------|------|------|------|------|------|---|
| | | | ۱۳۷۰ | ۱۳۷۱ | ۱۳۷۲ | ۱۳۷۳ | ۱۳۷۴ | |
| صنایع اصلی: | | | | | | | | |
| فلزی و مکانیک | ۲۳/۵ | ۰/۱۱۵ | ۱۱۳ | ۱۱۶ | ۱۱۸ | ۱۲۱ | ۱۲۴ | ۱۵ |
| غیر فلزی | ۱۴/۹ | ۰/۱۲۳ | ۸۰ | ۸۱ | ۸۲ | ۸۳ | ۸۴ | ۱۵ |
| چوب | ۳۲/۳ | ۰/۲۰۴ | ۱۳۳ | ۱۳۷ | ۱۴۱ | ۱۴۵ | ۱۴۹ | ۵ |
| غذا و مواد خوراکی | ۱۹/۹ | ۰/۱۸۳ | ۶۷ | ۶۹ | ۷۱ | ۷۳ | ۷۵ | ۱۳ |
| متفرقه | ۱۴/۱ | ۰/۲۴۶ | ۱۱۳ | ۱۱۶ | ۱۱۸ | ۱۲۱ | ۱۲۴ | ۱۳ |
| صنایع خدماتی: | | | | | | | | |
| تلفن | ۲۵/۵ | ۰/۴۶ | ۱۰۰ | ۱۰۲ | ۱۰۴ | ۱۰۶ | ۱۰۸ | ۱۳ |
| آب و فاضلاب | ۵/۱ | ۰/۲۵ | ۳۰ | ۳۱ | ۳۲ | ۳۳ | ۳۴ | ۱۱ |
| فلزی و مکانیک | ۲۳/۵ | ۰/۱۱۵ | ۱۱۳ | ۱۱۶ | ۱۱۸ | ۱۲۱ | ۱۲۴ | ۱۵ |
| متفرقه | -- | ۰/۲۴ | ۳۰ | ۳۱ | ۳۲ | ۳۳ | ۳۴ | ۱۵ |

جدول ۱۰: نتایج پیش‌بینی بار مناطق صنعتی

۳-۵. پیش بینی بارماکن خاص :

اماکن خاص درنواحی شهری شامل مکانهایی می شوند که جزء هیچیک از دسته بندیهای ذکر شده نیستند (نظیر ادارات، مراکز آموزشی، مراکز بهداشتی و مساجد) برای هر یک از این اماکن باید معیاری در نظر گرفته شود تا از روی آن مصرف انرژی الکتریکی آن محاسبه شود سپس با اعمال کاربری ارضی و نتایج بدست آمده از مرحله قبل انرژی مصرفی و از روی آن بار مورد نیاز این اماکن پیدا شود. (مثلاً "درادارات" نفر/سال / kwh یا در مدارس "دانش آموز/سال / kwh" یا بیمارستانها "تخت/سال / kwh" و معیار مناسبی برای مصرف انرژی می باشند).

در جدول ۱۱ پیش بینی بار مناطق تجاری، صنعتی، روشنایی عمومی و خاص آورده شده است.

| بخش | تجاری | صنعتی | روشنایی عمومی | اماکن خاص | بدون بار |
|---|--------|--------|---------------|-----------|----------|
| کاربری ارضی (۱۰ ^۳ متر مربع): | | | | | |
| ۱۳۷۰ | ۵۲۸۲ | ۱۶۰۶ | ۳۷۹۹ | ۸۶ | ۳۰۹۲ |
| ۱۳۷۴ | ۶۶۶۹ | ۳۳۲۵ | ۶۱۹۹ | ۱۳۸ | ۶۵۳۳ |
| ۱۳۷۸ | ۷۳۱۲ | ۵۵۹۶ | ۷۱۲۶ | ۲۱۳ | ۱۰۰۳۱ |
| ۱۳۸۲ | ۷۵۶۱ | ۵۶۲۵ | ۷۵۰۱ | ۲۸۸ | ۱۲۴۰۲ |
| ۱۳۸۶ | ۷۵۶۵ | ۵۶۲۲ | ۷۵۱۲ | ۳۶۳ | ۱۲۸۰۷ |
| ۱۳۹۲ | ۷۵۵۷ | ۵۶۲۱ | ۷۵۰۲ | ۴۳۸ | ۱۲۷۹۵ |
| انرژی مورد نیاز (مگاوات ساعت): | | | | | |
| ۱۳۷۰ | ۱۳۵۰۰ | ۲۲۴۲۸ | ۳۰۰۱ | ۵۸۸ | . |
| ۱۳۷۴ | ۲۰۰۰۰ | ۳۴۹۹۶ | ۶۸۹۷ | ۱۱۶۶ | . |
| ۱۳۷۸ | ۵۱۳۹۹ | ۵۳۹۰۱ | ۷۱۹۷ | ۱۶۶۶ | . |
| ۱۳۸۲ | ۸۲۷۹۹ | ۸۵۰۰۱ | ۹۳۹۹ | ۱۶۹۸ | . |
| ۱۳۸۶ | ۱۴۲۵۰۰ | ۱۳۵۰۹۸ | ۱۱۵۰۰ | ۲۳۶۱ | . |
| ۱۳۹۲ | ۱۶۴۶۷۲ | ۲۱۶۶۶۲ | ۱۳۵۳۴ | ۲۷۵۰ | . |
| دیماند (کیلووات): | | | | | |
| ۱۳۷۰ | ۶۸۵۵ | ۲۱۱۵ | ۸۴۰ | ۱۰۹ | . |
| ۱۳۷۴ | ۱۰۱۷۶ | ۱۰۶۷۵ | ۱۳۳۱ | ۶۰۰ | . |
| ۱۳۷۸ | ۱۸۶۸۱ | ۲۴۳۲۰ | ۱۹۹۳ | ۳۶۸ | . |
| ۱۳۸۲ | ۲۹۷۷۳ | ۳۸۳۵۳ | ۶۲۹۱ | ۷۱۰ | . |
| ۱۳۸۶ | ۴۴۰۵۰ | ۶۰۹۵۸ | ۵۱۸۹ | ۱۷۱ | . |
| ۱۳۹۲ | ۵۹۱۶۹ | ۹۷۸۹۵ | ۳۷۰۸ | ۶۷۶ | . |

نتیجه نهایی پیش بینی بار نیز در جدول بعد آمده است. در این جدول میزان انرژی الکتریکی مورد نیاز و دیماند با توجه به فرض ثابت بودن ضریب بار در طول دوره بدست آمده اند. همچنین از جدول قبل مشخص است که ضریب بار بصورت اشتراکی و برای هر گروه از مشترکین در نظر گرفته شده و با استفاده از انرژی الکتریکی پیش بینی شده و ضریب بار، پیک بار مورد نیاز شهر در هر سال پیش بینی شده است.

| ضریب باز | ۱۳۹۲ | | ۱۳۸۶ | | ۱۳۸۲ | | ۱۳۷۸ | | ۱۳۷۴ | | ۱۳۷۰ | | مشترک |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| | میان | کدام | میان | کدام | میان | کدام | میان | کدام | میان | کدام | میان | کدام | |
| ۰.۳۷ | ۱۷/۹ | ۱۱/۵ | ۲۵/۸ | ۱۱/۵ | ۲۲/۷ | ۸/۲ | ۱۵/۷ | ۵/۲ | ۸/۹ | ۱۸/۹ | ۱/۴ | ۱۱/۱ | خانگی |
| ۰.۲۵ | ۳۷/۱ | ۱۱/۷ | ۲۷/۴ | ۸/۸ | ۲۹/۱ | ۵/۳ | ۱۵/۸ | ۲۹/۷ | ۱۰/۵ | ۲۳ | ۷ | ۱۵/۳ | صنایع اسفند |
| ۰.۲۵ | ۱۰/۹ | ۸/۵ | ۲۹/۳ | ۵/۳ | ۱۹/۶ | ۳/۹ | ۸/۸ | ۱۹/۲ | ۵/۳ | ۱۱/۶ | ۳/۲ | ۷ | صنایع خدماتی |
| ۰.۳۲ | ۳۰/۷ | ۸/۸ | ۲۳/۷ | ۱۱/۵ | ۲۹/۵ | ۸/۸ | ۱۸/۳ | ۵/۴ | ۱۰/۱ | ۲۸/۳ | ۴/۸ | ۱۳/۵ | تجاری |
| ۰.۹۲ | ۳/۷ | ۱۳/۵ | ۳/۹ | ۱۱/۵ | ۲/۶ | ۹/۴ | ۲ | ۷/۲ | ۱/۳ | ۱/۸ | ۰/۸ | ۲ | روشنایی عمومی |
| ۰.۴۶ | ۰/۷ | ۲/۸ | ۰/۶ | ۲/۶ | ۰/۵ | ۱/۸ | ۰/۶ | ۱/۴ | ۰/۳ | ۱ | ۰/۱ | ۰/۶ | اماکن خاص |
| -- | ۱۰/۹ | ۲۹/۳ | ۱۵/۸ | ۲۸/۸ | ۲۶/۹ | ۱۵/۳ | ۶/۱ | ۱۵/۳ | ۲۵/۴ | ۱۷/۶ | ۱۰/۴ | ۳۳/۵ | جمع |

جدول ۱۲: نتایج پیش بینی بارمناطق مختلف شهر

شکل (۱) سلولها و کاربری ارضی شهر نمونه



- | | | | |
|-----------------------|-----|--------------------------------------|----------|
| صنایع اطلسی | ZI | مسکونی (درآمد و متوسط زیاد) | ZR1 |
| صنایع خدماتی و مسکونی | ZS1 | مسکونی (درآمد متوسط زیاد و متوسط کم) | ZR2 |
| مناطق اطراف شهر | ZP | مسکونی (کم درآمد) | ZR3 |
| مناطق نظامی | ZN | تجاری سنگین یا درآمد زیاد | ZCR و ZC |
| مراکز تفریحی | ZT | تجاری متوسط یا درآمد متوسط و کم | ZS و ZSC |

جمع بندی :

پیش‌بینی باربه روش "کاربری ارضی" چگونگی استفاده اززمینه‌های تحت پوشش یک ناحیه را بررسی می‌کند، ازاین روشی توان این روش راجزءروشهای مصرف نهایی نیز منظورنمود.

این روش به جمع‌آوری اطلاعات دقیقی ازوضعیت موجودکاربری ارضی شهرو وضعیت آینده شهرنیازداشته وبادقت مناسبی وضعیت بارآینده ناحیه موردنیاز را ارائه می‌دهد ازاین رویه خوبی می‌توان ازنتایج این پیش‌بینی جهت طراحی شبکه توزیع الکتریکی یک شهر، مانند محل پستها، شبکه فشارمتوسط، شبکه فشارضعیف و... استفاده نمود.

منابع :

- 1) Walter G.Scott and Mark Gellerson. "The Economics of power system Reliability and Planning "
- 2) H.N. Tran, J.E.D Northcote - Green, H.L. Willis, C.L Brooks: "Load Forcasting Data & Data base Development for Distribution Planning" IEEE PAS - 102 No.11, November 1983